

# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLORURO DE VINILO



MOA<sup>Cl</sup>

**Universitat Autònoma de Barcelona**

**ESCOLA D'ENGINYERIA**

**Projecto de Final de Grado**

**GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA**

Tutor: Marc Peris

Luis Enrique Brenes

David Gómez

Bàrbara Tobella

Adrián Ruiz

Matías Llorca



# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLORURO DE VINILO

## Capítulo 4.

### Tuberías, válvulas y accesorios





## CAPÍTULO 4. TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

|  |    |
|--|----|
| 4. TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS.....                        | 6  |
| 4.1. TUBERÍAS.....   | 6  |
| 4.1.1 Selección de las tuberías .....                          | 6  |
| 4.1.2 Abreviaciones .....                                      | 11 |
| 4.1.3 Listado de las tuberías de la planta .....               | 13 |
| 4.2. VÁLVULAS.....   | 17 |
| 4.2.1 Tipos de válvulas .....                                  | 17 |
| 4.2.2 Selección de válvulas.....                               | 20 |
| 4.2.3 Abreviaciones .....                                      | 20 |
| 4.2.4 Listado de válvulas en la planta.....                    | 21 |
| 4.2.5 Hojas de especificaciones de válvulas en la planta ..... | 30 |
| 4.3. BOMBAS .....  | 35 |
| 4.3.1 Selección de bombas.....                                 | 36 |
| 4.3.2 Abreviaciones .....                                      | 37 |
| 4.3.3 Listado de bombas en la planta.....                      | 37 |
| 4.3.4 Hojas de especificaciones.....                           | 38 |
| 4.4. COMPRESORES.....  | 39 |
| 4.4.1 Selección de compresores.....                            | 39 |
| 4.4.2 Abreviaciones .....                                      | 40 |
| 4.4.3 Listado de compresores en la planta .....                | 40 |
| 4.4.4 Hojas de especificaciones.....                           | 41 |
| 4.5. ACCESORIOS .....  | 42 |
| 4.5.1 Accesorios para unión .....                              | 42 |
| 4.5.2 Accesorios de cambio de flujo.....                       | 44 |
| 4.5.3 Otros accesorios .....                                   | 46 |
| 4.6 BIBLIOGRAFÍA.....  | 48 |

## 4. TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

### 4.1. TUBERÍAS

Una de las partes más importantes de una planta es la unión entre los equipos e instalaciones para el transporte de los fluidos del proceso. Estas conexiones se establecen mediante una red de tuberías adaptadas a las condiciones de temperatura y presión del fluido o del proceso. Para conseguir estas condiciones, es necesario escoger el diámetro nominal de la tubería así como el material del que se hace, y se utilizará aislantes siempre que el fluido lo necesite. Así mismo, estas tuberías se conectan a equipos y entre ellas mediante diferentes uniones. Todo esto vendrá determinado por la velocidad y el caudal del fluido que circulará por cada tubería.

En este apartado del proyecto se determinarán las características de las tuberías utilizadas en el proceso de producción del cloruro de vinilo. No se tendrán en cuenta todos aquellos conductos y equipos referentes a los servicios, las oficinas, lavabos, etc.

#### 4.1.1 Selección de las tuberías

La selección de las tuberías viene dada a partir de las características del proceso y de los fluidos utilizados. Para poder diseñar esta red de conexiones es necesario tener en cuenta unos factores que son importantes en la elección de los materiales y el tamaño. Estos factores se detallan a continuación:

- **Corrosión:** Se tiene que tener en cuenta que si se trabaja con fluidos corrosivos que puedan desgastar el material. Siempre que sea posible se escogerá un material que tenga una pérdida de espesor inferior a un milímetro por año. Este factor se tendrá en cuenta al escoger el material de las tuberías.
- **Presión:** Siempre se tiene que diseñar las tuberías con la capacidad de soportar presiones superiores a la presión de operación para evitar posibles accidentes.
- **Temperatura:** El diseño de las tuberías se determina con la condición de que aguante temperaturas superiores e inferiores a la temperatura de operación para evitar accidentes. Hay que tener en cuenta que según el material, la tubería se puede dilatar y puede ser necesario el uso de fuelles y liras de dilatación para no forzar el sistema.
- **Precio:** Una parte muy potente a tener en cuenta es el precio de los materiales. Siempre se tendrá en cuenta la mejor relación calidad-precio y que sea compatible con las condiciones de operación.

La presión y la temperatura se tendrán en cuenta a la hora de escoger los materiales de las tuberías, en la elección del Schedule para el diámetro de las tuberías y en el tipo de aislante a utilizar. A continuación se determinará las características de las tuberías del sistema.

#### 4.1.1.1 Diámetro nominal y material de las tuberías

Para determinar el diámetro nominal de cada tubería es necesario tener información sobre el caudal que circulará por ella así como de las condiciones de operación y las características del fluido. Se determina el diámetro a partir del valor de la velocidad del fluido y del caudal volumétrico, y se busca su correspondencia con los valores tabulados en las tablas del diámetro nominal.

Para el escoger el material, se tiene que tener en cuenta que en este proceso hay fluidos de naturaleza corrosiva y otros que no lo son. Debido a esto es necesario adaptar el material de las tuberías por donde fluirán según que sustancia lo hace por cada una de ellas. Así mismo, el material escogido debe poder soportar un rango mayor de temperaturas (15°C por encima y debajo de la temperatura de operación) y presión (un 20% más de la presión de operación) y con el mínimo de dilatación posible. Dentro de los posibles materiales que se adaptan a las circunstancias de cada fluido se ha escogido el que se ajusta mejor a las condiciones del proceso. En la Tabla 4.1. se muestra el material escogido para cada compuesto del proceso). En el caso de las mezclas, se utilizara el material definido para el compuesto que predomine en la mezcla.

Tabla 4.1. Materiales escogidos para cada fluido

| Fluido               | Material de tubería          |
|----------------------|------------------------------|
| Cloruro de Hidrógeno | Polietileno de alta densidad |
| Acetileno            | SS 316                       |
| Cloruro de Vinilo    | SS 316                       |
| Vapor                | SS 316 L                     |
| Servicios            | Acero al carbono             |

- Polietileno de alta densidad

El polietileno es un polímero termoplástico conformado por una cadena repetitiva de etileno. Es un material con una excelente resistencia térmica y química, es resistente a los impactos, flexible y tenaz. A pesar que el cloruro de hidrogeno no es corrosivo, cuando está en su forma de ácido si lo es. Por eso, se ha de evitar que reaccione con la humedad del ambiente y pueda ser corrosivo. Se utilizará el polietileno de alta densidad (hpde) debido a que presenta una excelente adaptación para el caso del cloruro.



Figura 4.1 Tuberías de polietileno de alta densidad

- Acero al carbono

Este material es una aleación de hierro con carbono en proporciones menores al 2%. Es el material al que más afecta la corrosión por lo que también es el más barato y también es el que a mayores temperaturas dilata menos (2mm/mlineal). Se utiliza principalmente en las corrientes de servicios como el agua de refrigeración.



Figura 4.2 Tuberías de acero al carbono

- AISI 316 (SS 316) y AISI 316L (SS 316L)

Este acero inoxidable es una aleación de cromo, níquel y molibdeno que tiene una gran resistencia a las picaduras y a las temperaturas elevadas. La adición del molibdeno mejora la resistencia a la corrosión y presenta mayor solidez a temperaturas altas. Frente a las altas temperaturas, el acero inoxidable 316 tiene una dilatación de 3,5 mm/mlineal. El acero inoxidable 316 se utilizará principalmente en las corrientes del producto y en general para las otras corrientes del proceso. El AISI 316L es una versión del Tipo 316 con menor proporción de carbono que lo hace más resistente a la corrosión.

Tanto la versión 316 como la 316L presentan un excelente factor de higiene, limpieza fácil y tienen buena soldabilidad. Este material se utilizará para las corrientes de vapor.



Figura 4.3 Tuberías de AISI 316



#### 4.1.1.3 Aislamiento

Ciertos fluidos necesitan mantener la temperatura durante su transporte a otro equipo o área de la planta. El aislamiento de estos fluidos comporta una seguridad en la estabilidad térmica del fluido y consigue una mayor eficiencia energética. Además, es favorable en el impedimento de la corrosión debido a menor humedad y condensación, reduce el ruido por turbulencias en el material y ofrece una protección pasiva ante el fuego. Así mismo se cumplen las normativas de protección del personal ante superficies calientes o muy frías (2). Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) (3), es obligatorio el uso de aislantes, ya sea térmicos o de protección, en tuberías con fluidos de más de 40°C o en tuberías con la temperatura inferior a la temperatura ambiente. Debido a que la temperatura media anual de Sabadell es de 15°C, será necesaria aislar aquellas tuberías con fluidos a menos de esta temperatura.

Para mantener la temperatura de los fluidos se utilizan aislantes que recubren la superficie exterior de dichas tuberías disminuyendo la transmisión del calor entre el exterior y el interior. Estos aislantes se escogen dependiendo de las características del fluido y del material de las conexiones. A continuación se detallan los factores técnicos más importantes para escoger el aislante más apropiado para cada caso.

- **Conductividad:** Se busca que la conductividad del material aislante sea lo menor posible ya que indica un mayor aislamiento térmico. Esta no es un valor fijo sino que depende de la temperatura, la densidad, la humedad y el deterioro del material.
- **Espesor:** Como mayor sea el espesor del aislante, mayor es el aislamiento térmico. Así mismo, esta magnitud está reglamentada por el RITE. En este reglamento se especifica el espesor del material según la temperatura de trabajo y el diámetro de la tubería.
- **Temperaturas de trabajo:** Para evitar el deterioro del material es necesario conocer el rango de temperaturas máxima y mínima a la que se someterá el material.
- **Reacción al fuego:** Teniendo en cuenta la seguridad y la normativa sobre materiales empleados en las instalaciones, el material empleado debe reaccionar ante el fuego siguiendo las normativas exigidas.

De entre los numerosos materiales usados como aislantes (4), se escogerán los que se adhieran mejor con las características de nuestras tuberías. En la Tabla 4.2 a continuación tenemos un resumen de posibles aislantes térmicos y sus características.

Tabla 4.2 Características de los aislantes térmicos más utilizados (5)

| Aislante            | Conductividad (W/m·K) | T operación (°C) | Reacción ante el fuego | Espesor necesario (mm) |
|---------------------|-----------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| Lana de vidrio      | 0,036-0,044           | 30 a 650         | Incombustible          | 40 a 160               |
| Lana de roca        | 0,034-0,041           | 30 a 750         | Incombustible          | 30 a 100               |
| Espuma elastomérica | 0,036-0,038           | -196 a 100       | Auto extinguable       | 3 a 32                 |
| Poliestireno        | 0,034-0,045           | -40 a 90         | Auto extinguable       | 30 a 160               |
| Polietileno         | 0,036-0,046           | -25 a 80         | Auto extinguable       | 5 a 40                 |
| Poliuretano         | 0,021-0,028           | -196 a 150       | Auto extinguable       | 3 a 7                  |

Para escoger los mejores aislantes se ha tenido en cuenta que la temperatura de la tubería este dentro del rango de temperaturas en los que pueden operar estos aislantes así como que el espesor necesario sea el mínimo posible. A partir de esas condiciones se ha determinado que para las tuberías con temperaturas mayores a 40°C estarán aisladas con lana de roca y las tuberías con temperaturas inferiores a los 15°C serán recubiertas de poliuretano. A continuación se describe más detalladamente las propiedades de estos aislantes.

- **Lana de roca:** Este material es parte del grupo de las lanas minerales junto con la lana de vidrio. Aunque sus características son muy parecidas, la lana de roca presenta un mayor aislamiento térmico con un espesor menor que para la lana de vidrio. Así mismo su coeficiente de conductividad entra dentro del rango para los buenos aislantes (menos de 0,06 W/m·K). Al ser un material químicamente inerte, no contribuye en la corrosión y además es un material incombustible que no desprende gases ni propaga el fuego. Como aliciente tenemos que se trata de un material muy eficiente y económico, fácil de montar, de manipular y se adapta fácilmente a todas las superficies. (6)



Figura 4.4 Lana de roca en lámina y en coquilla.

- **Poliuretano:** El poliuretano tiene un coeficiente de conductividad muy bajo (de 0,021 W/m·K) que incluso después de operar durante un tiempo su valor sigue siendo menor a 0,03 W/m·K. Se trata de un material muy utilizado en aislamientos de frío y tiene una gran resistencia al paso del tiempo. Además, su comportamiento ante el fuego es inmejorable siendo auto extingible y sin propagación de la llama.

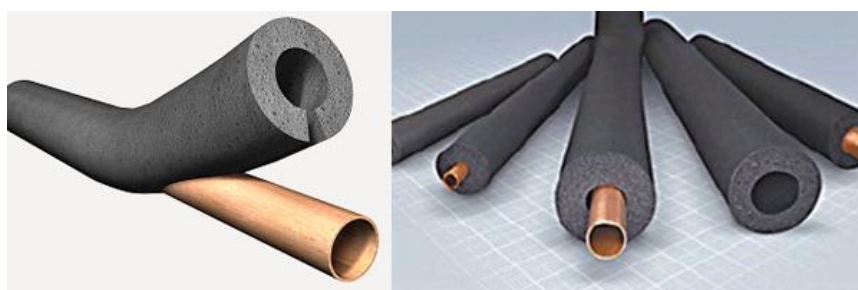


Figura 4.5 Poliuretano en coquilla.

El espesor del material aislante viene predeterminado por el RITE y, por lo tanto, este se determinará mediante el reglamento.

### 4.1.2 Abreviaciones

Para facilitar la lectura de los diagramas y acortar los nombres de cada tubería se utiliza un código basado en cuatro apartados haciendo referencia a sus características.

#### A - B - C - D - E

**A:** Hace referencia al diámetro nominal de la tubería (DN).

**B:** Indica el material del que se constituye.

**C:** Representa al fluido que circulará por dicha tubería.

**D:** Presión que soporta la tubería

**E:** Describe a que área pertenece esa conexión

A continuación se tabulan las abreviaciones de los materiales a usar así como de los fluidos y mezclas que circularán por estas tuberías y la presión que soportarán. También se vuelve a mostrar la distribución por áreas de la planta.

Tabla 4.3. Abreviación de los materiales del proceso

| CÓDIGO | MATERIAL         |
|--------|------------------|
| AC     | Acero al carbono |
| SS1    | SS 316           |
| SS2    | SS 316L          |
| HPDE   | Polietileno      |

Tabla 4.4. Abreviación de los compuestos y mezclas del proceso

| CÓDIGO | COMPUESTO   | CÓDIGO | MEZCLA  |
|--------|---|--------|---|
| F01    | Cloruro de Hidrógeno (HCl)  | M01    | Cloruro de Hidrógeno, Dibromometano   |
| F02    | Acetileno (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )                        | M02    | Acetileno, Dibromometano  |
| F03    | Cloruro de Vinilo (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl)              | M03    | Cloruro de Hidrógeno, Acetileno, Dibromometano, Cloruro de Mercurio II, Cloruro de Vinilo, 1,2-dicloroetano |
| F04    | Cloruro de Mercurio II (HgCl <sub>2</sub> )                       | M04    | Cloruro de Hidrógeno, Acetileno, Dibromometano, Cloruro de Vinilo, 1,2-dicloroetano                         |
| F05    | 1,2-dicloroetano (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ) | M05    | 1,2-Dicloroetano, Dibromometano, Cloruro de Vinilo  |
| F06    | Dibromometano (CH <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> )                  | M06    | Cloruro de Hidrógeno, Acetileno, Cloruro de Vinilo  |
|        | -   | M07    | Cloruro de Hidrógeno, Acetileno, Cloruro de Vinilo (cola DC-501)  |
|        | -   | M08    | Cloruro de Hidrógeno, Acetileno, Cloruro de Vinilo (recirculado)  |

En el caso de la presión que soporta la tubería, se divide por rangos y el código indica que soporta una presión menor al valor indicado.

Tabla 4.5. Código para los rangos de presión de la tubería

| RANGO DE PRESIÓN (kPa) | CÓDIGO |
|------------------------|--------|
| 120-210                | P210   |
| 590-710                | P710   |
| 1200-1216              | P1216  |

La E indica el área donde se encuentra y que tubería es de entre todas (numeración).

Tabla 4.6. Distribución por áreas de la planta

| Área | Descripción                                    |
|------|--|
| 100  | Descarga de reactivos                          |
| 200  | Acondicionado y almacén de las materias primas |
| 300  | Reacción                                       |
| 400  | Separación                                     |
| 500  | Purificación                                   |
| 600  | Almacén del producto                           |
| 700  | Carga del producto                             |
| 800  | Servicios                                      |
| 900  | Oficinas                                       |
| 1000 | Zona social                                    |
| 1100 | Taller y mantenimiento                         |
| 1200 | Seguridad y medio ambiente                     |
| 1300 | Laboratorios                                   |
| 1400 | Parking  |
| 1500 | EDAR   |
| 1600 | Sala de control                                |

Por ejemplo:

4"-AC-M02-P210-202


Esta abreviación hace referencia a una tubería de 4 pulgadas (A), hecha de Acero al Carbono (B), por la que fluye la mezcla de Acetileno y dibromometano (C), que soporta una presión de menos de 210 kPa(D) y se sitúa en la área 200, siendo la segunda de las que hay (E).


### 4.1.3 Listado de las tuberías de la planta


En las tablas a continuación se muestran todas las tuberías de la planta junto con sus parámetros y características.

|  |        | Listado de tuberías |          |       | Planta de Cloruro de Vinilo |        | Fecha: 30/05/2018 |              |
|---|--------|---------------------|----------|-------|-----------------------------|--------|-------------------|--------------|
|   |        |                     |          |       |                             |        | A-200             | Tabla 1 de 5 |
|   |        | Aislante            |          |       |                             |        |                   |              |
| Nomenclatura  | DN (") | Material            | Q (m3/h) | L (m) | P (kPa)                     | T (°C) | Material          | Grosor (mm)  |
| 4"-SS1-M02-P210-201   | 4      | SS1                 | 674,9    | 11    | 141,3                       | 5      | Poliuretano       | 40           |
| 4"-SS1-M02-P210-202   | 4      | SS1                 | 600,0    | 5     | 169                         | 17,56  | -                 |              |
| 4"-SS1-M02-P210-203   | 4      | SS1                 | 718,4    | 5     | 158,3                       | 70     | Lana de roca      | 40           |
| 5"-SS1-M02-P210-204   | 5      | SS1                 | 895,1    | 50    | 152                         | 118    | Lana de roca      | 40           |
| 4"-HPDE-M01-P210-205  | 4      | HPDE                | 674,7    | 18    | 141,3                       | 5      | Poliuretano       | 40           |
| 5"-HPDE-M01-P210-206  | 5      | HPDE                | 863,6    | 4     | 166                         | 22,15  | -                 |              |
| 5"-HPDE-M01-P210-207  | 5      | HPDE                | 1055,6   | 5     | 157,7                       | 70     | Lana de roca      | 40           |
| 6"-HPDE-M01-P210-208  | 6      | HPDE                | 1245,9   | 50    | 152                         | 118    | Lana de roca      | 40           |
| 1/8"-SS1-M08-P1216-209  | 1/8    | SS1                 | 0,1      | 30    | 1216                        | -38,1  | Poliuretano       | 25           |
| 1/8"-SS1-M08-P1216-210  | 1/8    | SS1                 | 1,7      | 2,5   | 1215,8                      | -3,89  | Poliuretano       | 25           |
| 1/8"-SS1-M08-P710-211   | 1/8    | SS1                 | 3,3      | 2,5   | 600                         | -26,5  | Poliuretano       | 25           |
| 1/8"-SS1-M08-P710-212   | 1/8    | SS1                 | 4,0      | 2,5   | 598                         | 17,7   | -                 |              |
| 3/8"-SS1-M08-P210-213   | 3/8    | SS1                 | 11,8     | 2,5   | 155                         | -56    | Poliuretano       | 25           |
| 3/8"-SS1-M08-P210-214   | 3/8    | SS1                 | 16,1     | 5     | 154                         | 29,9   | -                 |              |
| 1/2"-SS1-M08-P210-215   | 1/2    | SS1                 | 22,4     | 55    | 152                         | 114,8  | Lana de roca      | 25           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-216  | 1/8    | SS2                 | 45       | 25    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-217  | 1/8    | SS2                 | 43       | 32    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-218  | 1/8    | SS2                 | 42       | 46    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-219  | 1/8    | SS2                 | 43       | 25    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-220  | 1/8    | SS2                 | 8        | 27    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 25           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-221  | 1/8    | SS2                 | 1,1      | 25    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 25           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-222  | 1/8    | SS2                 | 1,1      | 2,5   | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 25           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-223  | 1/8    | SS2                 | 2,16     | 25    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 25           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-224  | 1/8    | SS2                 | 0,045    | 27    | 900,5                       | 167    | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-225  | 1/8    | SS2                 | 0,043    | 6,3   | 900,6                       | 168,1  | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-226  | 1/8    | SS2                 | 0,042    | 25    | 900,6                       | 175,62 | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-227  | 1/8    | SS2                 | 0,043    | 27    | 900,6                       | 168,1  | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-228  | 1/8    | SS2                 | 8        | 25    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-229  | 1/8    | SS2                 | 1,1      | 5,2   | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-230  | 1/8    | SS2                 | 1,1      | 25    | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 30           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-231  | 1/8    | SS2                 | 2,16     | 4,1   | 901,3                       | 175,65 | Lana de roca      | 30           |
| 2"-SS1-S01-P210-332   | 2      | SS1                 | 1497     | 41,3  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-333   | 2      | SS1                 | 1497     | 2,39  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-334   | 2      | SS1                 | 1497     | 7,78  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-335   | 2      | SS1                 | 1497     | 2,39  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-336   | 2      | SS1                 | 1497     | 7,78  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-337   | 2      | SS1                 | 1497     | 2,39  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-338   | 2      | SS1                 | 1497     | 7,78  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-339   | 2      | SS1                 | 1497     | 6,03  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-340   | 2      | SS1                 | 1497     | 6,03  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-341   | 2      | SS1                 | 1497     | 6,03  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-342   | 2      | SS1                 | 1497     | 6,03  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |

|  |  | Listado de tuberías |  |          | Planta de Cloruro de Vinilo |          | Fecha: 30/05/2018 |              |  |         |  |        |  |              |             |
|---|--|---------------------|--|----------|-----------------------------|----------|-------------------|--------------|--|---------|--|--------|--|--------------|-------------|
|   |  |                     |  |          |                             |          | A-300             | Tabla 2 de 5 |  |         |  |        |  |              |             |
| Nomenclatura  |  | DN (")              |  | Material |                             | Q (m3/h) |                   | L (m)        |  | P (kPa) |  | T (°C) |  | Aislante     |             |
|   |  |                     |  |          |                             |          |                   |              |  |         |  |        |  | Material     | Grosor (mm) |
| 6"-HPDE-M01-P210-301  |  | 6                   |  | HPDE     |                             | 1245,9   |                   | 50           |  | 152     |  | 118    |  | Lana de roca | 40          |
| 5"-SS1-M02-P210-302   |  | 5                   |  | SS1      |                             | 895,1    |                   | 50           |  | 152     |  | 118    |  | Lana de roca | 40          |
| 1/2"-SS1-M08-P210-303   |  | 1/2                 |  | SS1      |                             | 22,4     |                   | 55           |  | 152     |  | 114,8  |  | Lana de roca | 25          |
| 5"-SS1-M04-P210-304   |  | 5                   |  | SS1      |                             | 1095     |                   | 27           |  | 124     |  | 118    |  | Lana de roca | 40          |
| 5"-SS1-M04-P210-305   |  | 5                   |  | SS1      |                             | 995,9    |                   | 2,5          |  | 120     |  | 70     |  | Lana de roca | 40          |
| 4"-SS1-M04-P210-306   |  | 4                   |  | SS1      |                             | 628,2    |                   | 2,5          |  | 210     |  | 106,2  |  | Lana de roca | 40          |
| 3 1/2"-SS1-M04-P210-307   |  | 3 1/2               |  | SS1      |                             | 545,3    |                   | 43,6         |  | 200     |  | 44,1   |  | Lana de roca | 40          |
| 3"-SS2-S03-P210-308   |  | 3                   |  | AC       |                             | 6,01     |                   | 52,5         |  | 200     |  | 5      |  | Poliuretano  | 30          |
| 1 1/4"-SS2-S03-P210-309   |  | 1 1/4               |  | AC       |                             | 4,1      |                   | 13,5         |  | 200     |  | 5      |  | Poliuretano  | 30          |
| 3"-SS2-S03-P210-310   |  | 3                   |  | AC       |                             | 6,01     |                   | 22,6         |  | 195,8   |  | 9,94   |  | Poliuretano  | 40          |
| 1 1/4"-SS2-S03-P210-311   |  | 1 1/4               |  | AC       |                             | 4,1      |                   | 14           |  | 188     |  | 14,32  |  | -            |             |
| 2"-SS1-S01-P210-312   |  | 2                   |  | SS1      |                             | 1497     |                   | 5            |  | 600     |  | -179   |  | Poliuretano  | 40          |
| 2"-SS1-S01-P210-313   |  | 2                   |  | SS1      |                             | 1497     |                   | 7            |  | 600     |  | -179   |  | Poliuretano  | 40          |
| 2"-SS1-S01-P210-314   |  | 2                   |  | SS1      |                             | 1497     |                   | 5            |  | 600     |  | -179   |  | Poliuretano  | 40          |
| 2"-SS1-S01-P210-315   |  | 2                   |  | SS1      |                             | 1497     |                   | 5            |  | 600     |  | -179   |  | Poliuretano  | 40          |
| 2"-SS1-S01-P210-316   |  | 2                   |  | SS1      |                             | 1497     |                   | 7            |  | 600     |  | -179   |  | Poliuretano  | 40          |
| 2"-SS1-S01-P210-317   |  | 2                   |  | SS1      |                             | 1497     |                   | 22,5         |  | 600     |  | -179   |  | Poliuretano  | 40          |
| 2"-SS1-S01-P210-318   |  | 2                   |  | SS1      |                             | 1497     |                   | 7            |  | 600     |  | -179   |  | Poliuretano  | 40          |
| 2"-AC-S06-P210-319  |  | 2                   |  | AC       |                             | 34600    |                   | 5,2          |  | 100     |  | 75     |  | Lana de roca | 40          |
| 2"-AC-S06-P210-320  |  | 2                   |  | AC       |                             | 34600    |                   | 11,9         |  | 100     |  | 75     |  | Lana de roca | 40          |
| 2"-AC-S06-P210-321  |  | 2                   |  | AC       |                             | 34600    |                   | 6,4          |  | 100     |  | 75     |  | Lana de roca | 40          |
| 2"-AC-S06-P210-322  |  | 2                   |  | AC       |                             | 34600    |                   | 6,4          |  | 100     |  | 75     |  | Lana de roca | 40          |
| 2"-AC-S06-P210-323  |  | 2                   |  | AC       |                             | 34600    |                   | 11,9         |  | 100     |  | 75     |  | Lana de roca | 40          |
| 2"-AC-S06-P210-324  |  | 2                   |  | AC       |                             | 34600    |                   | 23,07        |  | 100     |  | 75     |  | Lana de roca | 40          |

|  |        | Listado de tuberías |                       |       | Planta de Cloruro de Vinilo |        | Fecha: 30/05/2018 |              |  |
|---|--------|---------------------|-----------------------|-------|-----------------------------|--------|-------------------|--------------|--|
|   |        |                     |                       |       |                             |        | A-400             | Tabla 3 de 5 |  |
|   |        |                     |                       |       |                             |        |                   | Aislante     |  |
| Nomenclatura  | DN (") | Material            | Q (m <sup>3</sup> /h) | L (m) | P (kPa)                     | T (°C) | Material          | Grosor (mm)  |  |
| 3 1/2"-SS1-M04-P210-401   | 3 1/2  | SS1                 | 545,25                | 43,6  | 200                         | 44,1   | Lana de roca      | 40           |  |
| 2 1/2"-SS1-M05-P210-402   | 2 1/2  | SS1                 | 3,63                  | 4,02  | 200                         | 16,87  | -                 |              |  |
| 1/8"-SS1-M05-P210-403   | 1/8    | SS1                 | 0,084                 | 55    | 200                         | 16,87  | -                 |              |  |
| 2 1/2"-SS1-M05-P210-404   | 2 1/2  | SS1                 | 3,55                  | 5     | 200                         | 16,87  | -                 |              |  |
| 4"-SS1-M05-P210-405   | 4      | SS1                 | 663,98                | 5     | 188                         | 75,01  | Lana de roca      | 40           |  |
| 8"-SS1-M06-P210-406   | 8      | SS1                 | 1418,32               | 5,365 | 200                         | 4,5    | Poliuretano       | 40           |  |
| 3 1/2"-SS1-M06-P210-407   | 3 1/2  | SS1                 | 8,03                  | 2,84  | 200                         | -3,93  | Poliuretano       | 40           |  |
| 2"-SS1-M06-P210-408   | 2      | SS1                 | 2,68                  | 1,86  | 200                         | -3,93  | Poliuretano       | 30           |  |
| 3"-SS1-M06-P210-409   | 3      | SS1                 | 5,35                  | 4     | 200                         | -3,93  | Poliuretano       | 30           |  |
| 2"-SS1-M06-P210-410   | 2      | SS1                 | 2,68                  | 7,235 | 200                         | -3,93  | Poliuretano       | 30           |  |
| 1 1/2"-AC-S04-P210-411  | 1 1/2  | AC                  | 4,64                  | 60    | 200                         | -45    | Poliuretano       | 40           |  |
| 1/4"-SS2-S02-P210-412   | 1/4    | SS2                 | 0,77                  | 52,3  | 200                         | 16,87  | -                 |              |  |
| 1 1/2"-AC-S04-P210-413  | 1 1/2  | AC                  | 4,64                  | 27,8  | 183                         | -29,26 | Poliuretano       | 40           |  |
| 1/4"-SS2-S02-P210-414   | 1/4    | SS2                 | 0,77                  | 72    | 188                         | 75,01  | Lana de roca      | 25           |  |
| 1/8"-SS1-M05-P710-415   | 1/8    | SS1                 | 0,084                 | 55    | 200                         | 16,87  | -                 |              |  |
| 2"-SS1-S01-P210-416   | 2      | SS1                 | 1497                  | 5,3   | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |  |
| 2"-SS1-S01-P210-417   | 2      | SS1                 | 1497                  | 6,2   | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |  |
| 2"-SS1-S01-P210-418   | 2      | SS1                 | 1497                  | 7     | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |  |
| 2"-SS1-S01-P210-419   | 2      | SS1                 | 1497                  | 4,2   | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |  |

|  |        | Listado de tuberías |          |        | Planta de Cloruro de Vinilo |        | Fecha: 30/05/2018 |              |
|---|--------|---------------------|----------|--------|-----------------------------|--------|-------------------|--------------|
|   |        |                     |          |        |                             |        | A-1790            | Tabla 4 de 5 |
|   |        |                     |          |        |                             |        | Aislante          |              |
| Nomenclatura  | DN (") | Material            | Q (m3/h) | L (m)  | P (kPa)                     | T (°C) | Material          | Grosor (mm)  |
| 2"-SS1-M06-P210-1791  | 2      | SS1                 | 2,68     | 7,3    | 1216                        | -3,234 | Poliuretano       | 30           |
| 2 1/2"-SS1-M07-P210-1792  | 2 1/2  | SS1                 | 4,13     | 7,885  | 1216                        | 70,12  | Lana de roca      | 30           |
| 2"-SS1-M07-P210-1793  | 2      | SS1                 | 2,77     | 22     | 1216                        | 70,12  | Lana de roca      | 30           |
| 1 1/4"-SS1-M07-P210-1794  | 1 1/4  | SS1                 | 1,35     | 3,5    | 1216                        | 70,12  | Lana de roca      | 30           |
| 3/4"-SS1-M07-P210-1795  | 3/4    | SS1                 | 37,97    | 4      | 1215                        | 72,32  | Lana de roca      | 25           |
| 2"-SS1-M08-P210-1796  | 2      | SS1                 | 10,08    | 7,53   | 1216                        | -4,69  | Poliuretano       | 25           |
| 1/2"-SS1-M08-P210-1797  | 1/2    | SS1                 | 0,25     | 3,52   | 1215                        | -36,1  | Poliuretano       | 25           |
| 3/8"-SS1-M08-P210-1798  | 3/8    | SS1                 | 0,05     | 50,225 | 1216                        | -38,1  | Poliuretano       | 25           |
| 1/8"-SS1-M08-P210-1799  | 1/8    | SS1                 | 0,2      | 4      | 1216                        | -38,22 | Poliuretano       | 25           |
| 3 1/2"-AC-S04-P210-510  | 3 1/2  | AC                  | 8,36     | 60     | 200                         | -45    | Poliuretano       | 50           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-511  | 1/8    | SS2                 | 0,77     | 52,3   | 1216                        | 70,12  | Lana de roca      | 25           |
| 3 1/2"-AC-S04-P210-512  | 3 1/2  | AC                  | 8,36     | 27,8   | 195                         | -41,84 | Poliuretano       | 50           |
| 1/8"-SS2-S02-P1216-513  | 1/8    | SS2                 | 0,77     | 72     | 1214                        | 72,32  | Lana de roca      | 25           |
| 2"-SS1-S01-P210-514   | 2      | SS1                 | 1497     | 6,03   | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-515   | 2      | SS1                 | 1497     | 6,03   | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-516   | 2      | SS1                 | 1497     | 6,03   | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |

|  |        | Listado de tuberías |          |       | Planta de Cloruro de Vinilo |        | Fecha: 30/05/2018 |              |
|---|--------|---------------------|----------|-------|-----------------------------|--------|-------------------|--------------|
|   |        |                     |          |       |                             |        | A-600             | Tabla 5 de 5 |
|   |        |                     |          |       |                             |        | Aislante          |              |
| Nomenclatura  | DN (") | Material            | Q (m3/h) | L (m) | P (kPa)                     | T (°C) | Material          | Grosor (mm)  |
| 2"-SS1-M07-P1216-601  | 2      | SS1                 | 2,77     | 22    | 1216                        | 70,12  | Lana de roca      | 30           |
| 2"-SS1-M07-P1216-602  | 2      | SS1                 | 2,76     | 10    | 1209,3                      | 28     | -                 |              |
| 2"-SS1-M07-P710-603   | 2      | SS1                 | 2,77     | 15    | 709,3                       | 28     | -                 |              |
| 1/8"-SS1-M04-P710-604   | 1/8    | SS1                 | 0,084    | 55    | 200                         | 16,87  | -                 |              |
| 8"-SS1-M07-P710-605   | 8      | SS1                 | 204      | 30    | 709,3                       | 28     | -                 |              |
| 8"-SS1-M04-P210-606   | 8      | SS1                 | 204      | 30    | 200                         | 16,4   | -                 |              |
| 2"-SS2-S03-P210-607   | 2      | SS2                 | 6000     | 35    | 200                         | 5      | Poliuretano       | 30           |
| 2"-SS2-S03-P210-608   | 2      | SS2                 | 6000     | 35    | 195                         | 36,9   | -                 |              |
| 2"-SS1-S01-P210-609   | 2      | SS1                 | 1497     | 6,03  | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-610   | 2      | SS1                 | 1497     | 7,2   | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-611   | 2      | SS1                 | 1497     | 3,5   | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-612   | 2      | SS1                 | 1497     | 5     | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |
| 2"-SS1-S01-P210-613   | 2      | SS1                 | 1497     | 7     | 600                         | -179   | Poliuretano       | 40           |



## 4.2. VÁLVULAS

Las válvulas son dispositivos mecánicos utilizados para controlar los fluidos en un sistema de tuberías. Actúan abriendo, cerrando u obturando parcialmente el flujo del fluido. Los tipos principales de válvulas industriales se que clasifican de la siguiente forma (7):

- **Aislamiento:** Interrumpen totalmente el flujo.
- **Retención:** Imposibilitan el retorno del fluido.
- **Regulación:** Modifican el flujo en cuanto a cantidad, desviarlo, mezclarlo o accionarlo de forma automática.
- **Seguridad:** Se utilizan para proteger equipos y personal contra la sobre presión.

### 4.2.1 Tipos de válvulas

Dentro de cada grupo de la clasificación anterior se encuentran distintos tipos de válvulas que se adaptan a las condiciones de cada proceso. A continuación se describe los tipos de válvulas utilizados en este proyecto.

#### 4.2.1.1 Válvulas de aislamiento

Las válvulas de aislamiento, como se ha mencionado anteriormente, interrumpen totalmente el flujo del fluido, siendo pues de todo o nada. Este tipo de válvula es también llamada válvula de cierre, interrupción o bloqueo. Estas pueden ser de funcionamiento lineal o rotatorio.

- **Válvulas de aislamiento lineal**

Este tipo de válvula se caracteriza por un cierre de movimiento vertical, con apertura y cierre lentos con un volante multivuelta. Se utilizan principalmente para fluidos compresibles como vapores y condensados con el fin de que el cierre lento no provoque fenómenos hidráulicos que puedan dañar el sistema y la válvula. Debido a que la mayoría de las corrientes son en estado gas, se utilizará válvulas especiales para gases como estas. En este caso, dentro de los diversos tipos de válvulas de aislamiento lineal, la utilizada será la válvula de globo, también llamada de asiento (8). Se utilizará principalmente en la entrada y salida de los equipos o recipientes (en las corrientes gaseosas) o en algunos by-pass de válvulas de control y compresores. En la Figura 4.6 Válvula de asiento se muestra el funcionamiento de la válvula.

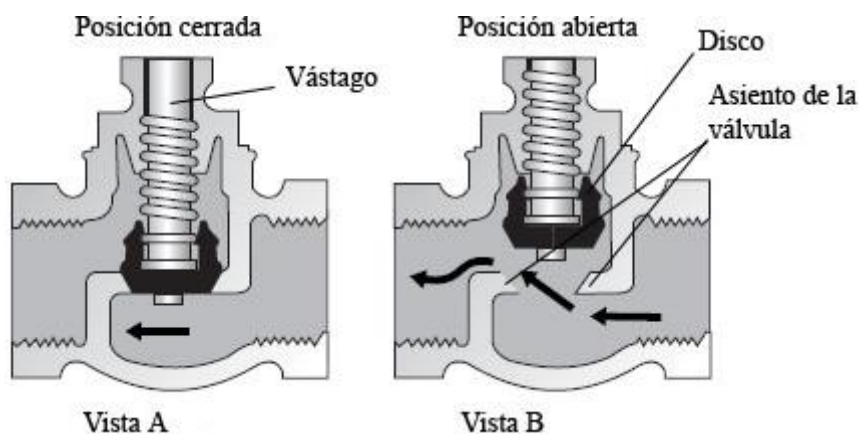


Figura 4.6 Válvula de asiento

- **Válvulas de aislamiento rotatorio**

Las válvulas rotatorias se caracterizan por un cierre y apertura rápidos de forma rotatoria en 90°. Se utilizan en fluidos no compresibles en estado líquido y a presiones de trabajo bajas. Los tipos más comunes son las válvulas de bola, macho y mariposa. En este caso, se utilizará las válvulas de mariposa. Estas válvulas se utilizarán en las mismas condiciones que las anteriores pero en sistemas de corrientes líquidas. Se pueden observar la válvula en las Figura 4. a continuación.

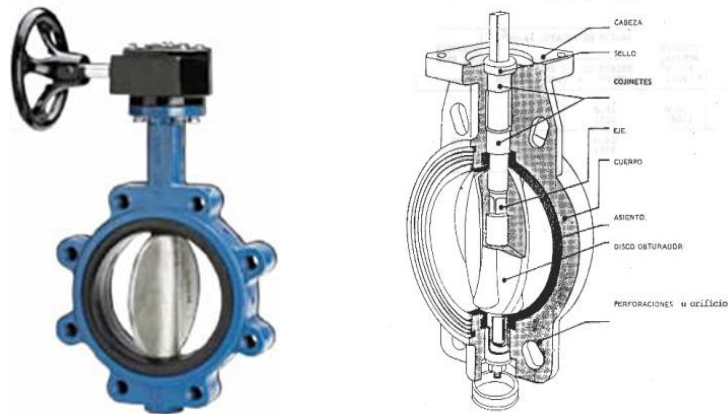


Figura 4.7 Válvula de mariposa

#### 4.2.1.2 Válvulas de retención

Las válvulas de retención se accionan por la propia presión del fluido permitiendo su paso pero no su retroceso. Son válvulas unidireccionales que abren en una dirección pero cierran en la otra. En este proyecto se usarán las válvulas de disco (Figura 4.). Se sitúan en las salidas de los reactores y en los lazos de algunas válvulas de control para cuando se utiliza el by-pass, que no retroceda el fluido por la línea principal de paso.



Figura 4.8 Válvula de disco

#### 4.2.1.3 Válvulas de regulación

También llamadas válvulas de control, las válvulas de regulación son aquellas que modifican el flujo del sistema. Estas pueden ser utilizadas para modificar la presión del fluido mediante reducciones o expansiones de las condiciones del fluido, pueden mezclar corrientes o separar una corriente en dos (3 vías), o puede estar enlazadas a un sensor y actuar según el valor un parámetro del proceso (PID). En este proceso se han utilizado una válvula de expansión situada en la línea de recirculados. Esta válvula se puede observar a continuación (Figura 4.9 Válvula de expansión).



Figura 4.9 Válvula de expansión

#### 4.2.1.4 Válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad son dispositivos empleados para evacuar el caudal del fluido necesario de tal forma que no sobrepase la presión máxima definida para el equipo o recipiente. Estas válvulas, también conocidas como válvulas de alivio de presión, son accionadas por el fluido que previene la sobre presión en los recipientes presurizados, líneas y otros equipos. Suelen estar diseñadas en ángulo de 90° para facilitar la evacuación del fluido del sistema. Por lo tanto se situarán en los recipientes o equipos a presión para evitar sobrepresiones. En la Figura 4. se puede ver una válvula de seguridad.



Figura 4.10 Válvula de seguridad

Para que sea más fácil el uso de las válvulas, todas las válvulas son manipuladas automáticamente y llevarán un actuador neumático con su correspondiente electroválvula de pilotaje para el control del aire comprimido y su instrumento “final de carrera” para comprobar el accionamiento de la válvula.



Figura 4.11. Complementos de la válvula de control

En general las válvulas de proceso están abiertas y se cierran cuando sea necesario. Pero hay casos donde las válvulas están inicialmente cerradas y se abren en ciertos casos, como las corrientes del desdoblamiento de bombas y compresores o las líneas de inertización de nitrógeno.

#### 4.2.2 Selección de válvulas

Para escoger que válvulas se utilizan en el proceso se ha tenido en cuenta unos criterios mínimos:

- Tipo de válvula a utilizar según flujo y uso
- Material de la válvula
- Tipo de conexiones
- Rango de presión de operación
- Diámetro nominal
- Elementos de control

Según el flujo se ha adaptado las válvulas en las líneas de gases o fluidos líquidos. En el caso del material, se define el mismo que el de las tuberías en el que están, así como el diámetro nominal. Los elementos de control pertenecen a los lazos ya descritos en el apartado **3. Control e instrumentación.**

#### 4.2.3 Abreviaciones


Para facilitar la lectura de los planos, se ha abreviado el nombre de las válvulas de la siguiente manera:


Tabla 4.7. Válvulas del proceso


| Abreviación | Tipo de válvula        |
|-------------|------------------------|
| VA          | Asiento                |
| VM          | Mariposa               |
| VR          | Retención              |
| VRP         | Expansión              |
| PSV         | Alivio de presión      |
| TCV         | Control de temperatura |
| PCV         | Control de presión     |
| LCV         | Control de nivel       |


#### 4.2.4 Listado de válvulas en la planta

A continuación se encuentran las listas de válvulas de la planta distribuidas en las zonas principales de producción del cloruro de vinilo. Se detalla el diámetro nominal (DN), el material y se especifica qué tipo de válvula es y en qué estado se encuentra normalmente (modo).


|  | Listado de válvulas Área 200 |          |                   |         |
|---|------------------------------|----------|-------------------|---------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          | Fecha: 30/05/2018 |         |
|   | Tabla 1 de 3                 |          |                   |         |
| Nomenclatura  | DN (")                       | Material | Tipo de válvula   | Modo    |
| VA-201  | 4                            | HPDE     | Asiento           | Abierta |
| VA-202  | 4                            | AC       | Asiento           | Cerrada |
| VA-203  | 4                            | HPDE     | Asiento           | Abierta |
| VA-204  | 4                            | HPDE     | Asiento           | Cerrada |
| VA-205  | 5                            | HPDE     | Asiento           | Abierta |
| VA-206  | 4                            | AC       | Asiento           | Cerrada |
| VA-207  | 1/8                          | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-208  | 5                            | HPDE     | Asiento           | Abierta |
| VA-209  | 4                            | AC       | Asiento           | Cerrada |
| VA-210  | 1/8                          | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-211  | 4                            | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VA-212  | 4                            | AC       | Asiento           | Cerrada |
| VA-213  | 4                            | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VA-214  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-215  | 4                            | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VA-216  | 4                            | AC       | Asiento           | Cerrada |
| VA-217  | 1/8                          | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-218  | 4                            | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VA-219  | 4                            | AC       | Asiento           | Cerrada |
| VA-220  | 1/8                          | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-221  | 1/8                          | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VA-222  | 4                            | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-223  | 1/8                          | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-224  | 1/8                          | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VA-225  | 1/8                          | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-226  | 4                            | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-227  | 3/8                          | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VA-228  | 4                            | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-229  | 1/8                          | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-230  | 3/8                          | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VA-231  | 4                            | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-232  | 1/8                          | AC       | Asiento           | Abierta |


|  | Listado de válvulas Área 200 |          |                   |         |
|---|------------------------------|----------|-------------------|---------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          | Fecha: 30/05/2018 |         |
|   | Tabla 2 de 3                 |          |                   |         |
| Nomenclatura  | DN (")                       | Material | Tipo de válvula   | Modo    |
| VR-201  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-202  | 4                            | HPDE     | Retención         | Abierta |
| VR-203  | 5                            | HPDE     | Retención         | Abierta |
| VR-204  | 5                            | HPDE     | Retención         | Cerrada |
| VR-205  | 1/8                          | AC       | Retención         | Abierta |
| VR-206  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-207  | 5                            | HPDE     | Retención         | Abierta |
| VR-208  | 1/8                          | AC       | Retención         | Abierta |
| VR-209  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-210  | 6                            | HPDE     | Retención         | Abierta |
| VR-211  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-212  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-213  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-214  | 4                            | SS1      | Retención         | Cerrada |
| VR-215  | 1/8                          | AC       | Retención         | Abierta |
| VR-216  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-217  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-218  | 1/8                          | AC       | Retención         | Abierta |
| VR-219  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-220  | 5                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-222  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-223  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-224  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-225  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-226  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-227  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-228  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-229  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-230  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-231  | 1/8                          | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-232  | 1/8                          | AC       | Retención         | Abierta |


|  | Listado de válvulas Área 200 |          |                   |            |
|---|------------------------------|----------|-------------------|------------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          | Fecha: 30/05/2018 |            |
|   | Tabla 3 de 3                 |          |                   |            |
| Nomenclatura  | DN (")                       | Material | Tipo de válvula   | Modo       |
| VR-233  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-234  | 1/8                          | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-235  | 1/8                          | AC       | Retención         | Abierta    |
| VR-236  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-237  | 3/8                          | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-238  | 1/8                          | AC       | Retención         | Abierta    |
| VR-239  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-240  | 1/2                          | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-241  | 1/8                          | AC       | Retención         | Abierta    |
| VR-242  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VRP-201   | 1/8                          | SS1      | Expansión         | Abierta    |
| VRP-202   | 1/8                          | SS1      | Expansión         | Abierta    |
| PSV-201   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-202   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-203   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-204   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-205   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-206   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-207   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-208   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-209   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-210   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PCV-201   | 4                            | SS1      | De control        | Automática |
| PCV-202   | 4                            | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-201   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-202   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-203   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-204   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-205   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-206   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-207   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-208   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |


|  | Listado de válvulas Área 300 |          |                   |         |
|---|------------------------------|----------|-------------------|---------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          | Fecha: 30/05/2018 |         |
|   | Tabla 1 de 2                 |          |                   |         |
| Nomenclatura  | DN (")                       | Material | Tipo de válvula   | Modo    |
| VA-301  | 5                            | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-302  | 4                            | HPDE     | Asiento           | Abierta |
| VA-303  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-304  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-305  | 5                            | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-306  | 4                            | HPDE     | Asiento           | Abierta |
| VA-307  | 5                            | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-308  | 4                            | HPDE     | Asiento           | Abierta |
| VA-309  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-310  | 5                            | AC       | Asiento           | Abierta |
| VA-311  | 4                            | HPDE     | Asiento           | Abierta |
| VA-312  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-313  | 5                            | SS2      | Asiento           | Abierta |
| VA-314  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-315  | 5                            | SS2      | Asiento           | Cerrada |
| VA-316  | 5                            | SS2      | Asiento           | Abierta |
| VA-317  | 4                            | SS2      | Asiento           | Abierta |
| VA-318  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VR-301  | 5                            | SS2      | Retención         | Abierta |
| VR-302  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-303  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-304  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-305  | 5                            | SS2      | Retención         | Abierta |
| VR-306  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-307  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-308  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-309  | 5                            | SS2      | Retención         | Abierta |
| VR-310  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-311  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-312  | 5                            | SS2      | Retención         | Abierta |




|  | Listado de válvulas Área 300 |          |                   |            |
|---|------------------------------|----------|-------------------|------------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          | Fecha: 30/05/2018 |            |
|   | Tabla 2 de 2                 |          |                   |            |
| Nomenclatura  | DN (")                       | Material | Tipo de válvula   | Modo       |
| VR-313  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-314  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-315  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-316  | 3                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-317  | 5                            | SS2      | Retención         | Abierta    |
| VR-318  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-319  | 4                            | SS2      | Retención         | Cerrada    |
| VR-320  | 4                            | SS2      | Retención         | Abierta    |
| VR-321  | 1 1/4                        | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-322  | 3 1/2                        | SS2      | Retención         | Abierta    |
| VR-323  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VM-301  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-302  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-303  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-304  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-305  | 3                            | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-306  | 1 1/4                        | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| PSV-301   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-302   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-303   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-304   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-305   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-306   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada     |
| FCV-301   | 5                            | AC       | De control        | Automática |
| FCV-302   | 4                            | HPDE     | De control        | Automática |
| CCV-301   | 4                            | SS1      | De control        | Automática |
| CCV-302   | 4                            | SS1      | De control        | Automática |
| CCV-303   | 4                            | SS1      | De control        | Automática |
| CCV-304   | 4                            | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-301   | 3                            | SS1      | De control        | Automática |
| TCV-302   | 1 1/4                        | SS1      | De control        | Automática |

|  | Listado de válvulas Área 400 |          |                   |            |
|---|------------------------------|----------|-------------------|------------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          | Fecha: 30/05/2018 |            |
|   | Tabla 1 de 1                 |          |                   |            |
| Nomenclatura  | DN                           | Material | Tipo de válvula   | Modo       |
| VA-401  | 3 1/2                        | SS2      | Asiento           | Abierta    |
| VA-402  | 8                            | SS2      | Asiento           | Abierta    |
| VA-403  | 4                            | SS2      | Asiento           | Abierta    |
| VA-404  | 1/4                          | SS1      | Asiento           | Abierta    |
| VR-401  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-402  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-403  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-404  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-405  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-406  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-407  | 1/4                          | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-408  | 2 1/2                        | SS2      | Retención         | Abierta    |
| VR-409  | 2                            | SS2      | Retención         | Abierta    |
| VR-410  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-411  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-412  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-413  | 1/8                          | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-414  | 1/8                          | SS1      | Retención         | Cerrada    |
| VM-401  | 3                            | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-402  | 1 1/2                        | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-403  | 1 1/2                        | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-404  | 3 1/2                        | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-405  | 2 1/2                        | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-406  | 2                            | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-407  | 1/8                          | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-408  | 1/8                          | SS2      | Mariposa          | Cerrada    |
| PSV-401   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-402   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-403   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-404   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada     |
| TCV-401   | 3                            | SS2      | De control        | Automática |
| TCV-402   | 1 1/2                        | SS1      | De control        | Automática |
| LCV-401   | 1/8                          | SS2      | De control        | Automática |
| LCV-402   | 2                            | SS2      | De control        | Automática |
| LCV-403   | 2                            | SS2      | De control        | Automática |
| PCV-401   | 1/4                          | SS1      | De control        | Automática |


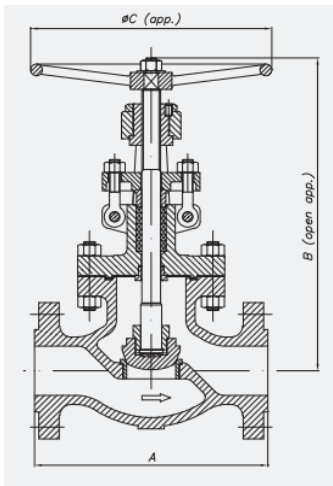

|  | Listado de válvulas Área 500 |          |                   |            |
|---|------------------------------|----------|-------------------|------------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          | Fecha: 30/05/2018 |            |
|   | Tabla 1 de 1                 |          |                   |            |
| Nomenclatura  | DN                           | Material | Tipo de válvula   | Modo       |
| VA-501  | 2                            | SS2      | Asiento           | Abierta    |
| VA-502  | 3/4                          | SS2      | Asiento           | Abierta    |
| VA-503  | 1/8                          | SS1      | Asiento           | Abierta    |
| VR-501  | 2                            | SS2      | Retención         | Abierta    |
| VR-502  | 2                            | SS2      | Retención         | Cerrada    |
| VR-503  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-504  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-505  | 1/2                          | SS2      | Retención         | Abierta    |
| VR-506  | 2 1/2                        | SS2      | Retención         | Abierta    |
| VR-507  | 1/8                          | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-508  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-509  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-510  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-511  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VR-512  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta    |
| VM-501  | 2                            | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-502  | 2                            | SS2      | Mariposa          | Cerrada    |
| VM-503  | 2                            | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-504  | 3 1/2                        | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-505  | 3 1/2                        | SS1      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-506  | 3/8                          | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-507  | 1/2                          | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| VM-508  | 1 1/4                        | SS2      | Mariposa          | Abierta    |
| PSV-501   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-502   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-503   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada     |
| PSV-504   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada     |
| TCV-501   | 3/8                          | SS2      | De control        | Automática |
| TCV-502   | 4                            | SS1      | De control        | Automática |
| PCV-501   | 1/8                          | SS1      | De control        | Automática |
| LCV-501   | 2                            | SS2      | De control        | Automática |
| LCV-502   | 1/8                          | SS2      | De control        | Automática |


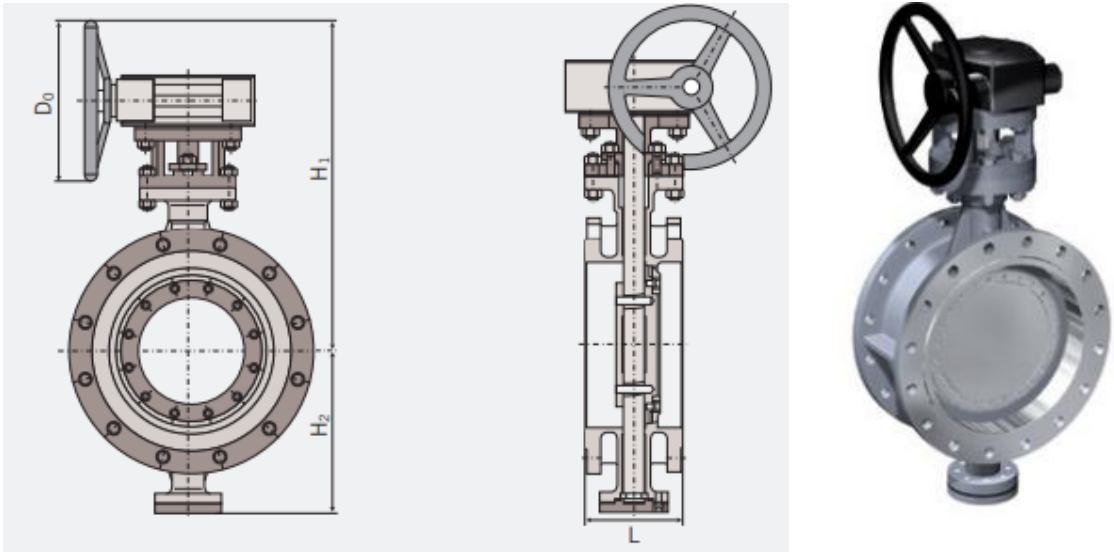
|  | Listado de válvulas Área 600 |          |                   |         |
|---|------------------------------|----------|-------------------|---------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          | Fecha: 30/05/2018 |         |
|   | Tabla 1 de 2                 |          |                   |         |
| Nomenclatura  | DN                           | Material | Tipo de válvula   | Modo    |
| VA-601  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-602  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-603  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-604  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-605  | 4                            | SS1      | Asiento           | Cerrada |
| VA-606  | 4                            | SS1      | Asiento           | Abierta |
| VR-601  | 2                            | SS2      | Retención         | Abierta |
| VR-602  | 2                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-603  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-604  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-605  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-606  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-607  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-608  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-609  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-610  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-611  | 4                            | SS1      | Retención         | Cerrada |
| VR-612  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-613  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-614  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-615  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-616  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-617  | 4                            | SS1      | Retención         | Cerrada |
| VR-618  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-619  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-620  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VR-621  | 4                            | SS1      | Retención         | Abierta |
| VM-601  | 2                            | SS2      | Mariposa          | Abierta |


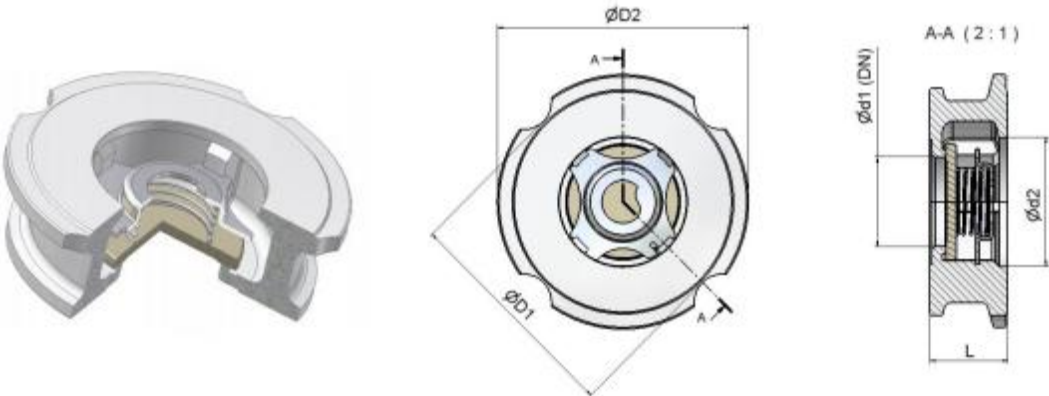
|  | Listado de válvulas Área 600 |          |                   |                   |
|---|------------------------------|----------|-------------------|-------------------|
|   | Planta de Cloruro de Vinilo  |          |                   | Fecha: 30/05/2018 |
|   | Tabla 2 de 2                 |          |                   |                   |
| Nomenclatura  | DN                           | Material | Tipo de válvula   | Modo              |
| VM-602  | 2                            | SS1      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-603  | 2                            | SS2      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-604  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-605  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-606  | 2                            | SS2      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-607  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-608  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Cerrada           |
| VM-609  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-610  | 1/8                          | SS2      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-611  | 1/8                          | SS2      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-612  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta           |
| VM-613  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Cerrada           |
| VM-614  | 4                            | SS1      | Mariposa          | Abierta           |
| PSV-601   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada            |
| PSV-602   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada            |
| PSV-603   | 4                            | SS2      | Alivio de presión | Tarada            |
| PSV-604   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada            |
| PSV-605   | 4                            | SS1      | Alivio de presión | Tarada            |
| VRP-601   | 2                            | SS2      | Expansión         | Abierta           |
| TCV-601   | 2                            | SS1      | De control        | Automática        |
| TCV-602   | 4                            | SS1      | De control        | Automática        |
| TCV-603   | 4                            | SS1      | De control        | Automática        |
| XV-601  | 2                            | SS2      | De control        | Automática        |
| XV-602  | 2                            | SS2      | De control        | Automática        |
| XV-603  | 1/8                          | SS2      | De control        | Automática        |
| XV-604  | 1/8                          | SS2      | De control        | Automática        |

### 4.2.5 Hojas de especificaciones de válvulas en la planta


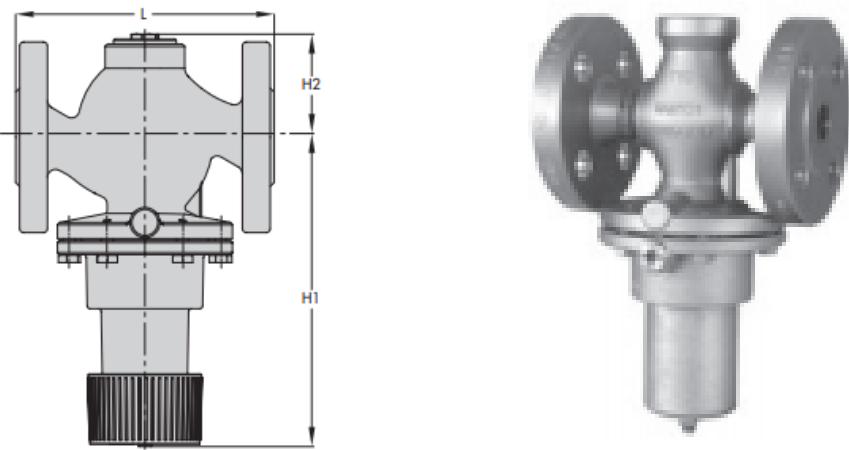
A continuación se muestran las hojas de especificaciones de cada tipo de válvula.


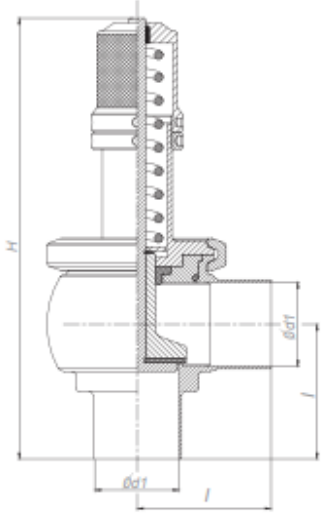

|  |                                   |                        |  |
|--|-----------------------------------|------------------------|--|
|   |                                   | Válvulas               |  |
| REVISADO POR: Departamento de Calidad  |                                   | ÁREA: 200-600          |  |
| FECHA: 18/05/2018  |                                   | PLANTA: MOA            |  |
| APROVADO POR: Dirección Técnica  |                                   | LOCALIZACIÓN: Sabadell |  |
| DATOS GENERALES  |                                   |                        |  |
| DENOMINACIÓN   | Válvula de asiento                |                        |  |
| FINALIDAD  | Abrir o cerrar el paso del fluido |                        |  |
| PROVEEDOR  | JC Valves                         |                        |  |
| MODELO   | Clase 150 VG150BB                 |                        |  |
| DATOS DE DISEÑO  |                                   |                        |  |
| TIPO   | Aislamiento                       |                        |  |
| MATERIAL   | AISI 316L                         |                        |  |
| DIÁMETRO NOMINAL (")   | 4                                 |                        |  |
| DIMENSIONES (mm)   | A                                 | 292                    |  |
|  | B                                 | 483                    |  |
|  | Ø C                               | 300                    |  |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> |                                   |                        |  |

|  |                                   |                        |  |
|--|-----------------------------------|------------------------|--|
|     |                                   | <h1>Válvulas</h1>      |  |
| REVISADO POR: Departamento de Calidad  |                                   | ÁREA: 200-600          |  |
| FECHA: 18/05/2018  |                                   | PLANTA: MOA            |  |
| APROVADO POR: Dirección Técnica  |                                   | LOCALIZACIÓN: Sabadell |  |
| <b>DATOS GENERALES</b>   |                                   |                        |  |
| DENOMINACIÓN   | Válvula de mariposa               |                        |  |
| FINALIDAD  | Abrir o cerrar el paso del fluido |                        |  |
| PROVEEDOR  | JC Valves                         |                        |  |
| MODELO   | B31 300Lb                         |                        |  |
| <b>DATOS DE DISEÑO</b>   |                                   |                        |  |
| TIPO   | Aislamiento                       |                        |  |
| MATERIAL   | AISI 316L                         |                        |  |
| DIÁMETRO NOMINAL ("")  | 2,5                               |                        |  |
| DIMENSIONES (mm)   | Do                                | 160                    |  |
|  | H1                                | 325                    |  |
|  | H2                                | 125                    |  |
|  | L                                 | 170                    |  |
|  |                                   |                        |  |

|  |                            |                        |  |
|--|----------------------------|------------------------|--|
|     |                            | Válvulas               |  |
| REVISADO POR: Departamento de Calidad  |                            | ÁREA: 200-600          |  |
| FECHA: 18/05/2018  |                            | PLANTA: MOA            |  |
| APROVADO POR: Dirección Técnica  |                            | LOCALIZACIÓN: Sabadell |  |
| DATOS GENERALES  |                            |                        |  |
| DENOMINACIÓN   | Válvula de disco           |                        |  |
| FINALIDAD  | Regular el paso del fluido |                        |  |
| PROVEEDOR  | Comeval                    |                        |  |
| MODELO   | CSD-M100                   |                        |  |
| DATOS DE DISEÑO  |                            |                        |  |
| TIPO   | Retención                  |                        |  |
| MATERIAL   | AISI 316L                  |                        |  |
| DIÁMETRO NOMINAL ("")  | 4                          |                        |  |
| DIMENSIONES (mm)   | Ø d1                       | 89                     |  |
|  | Ø d2                       | 107                    |  |
|  | Ø D1                       | 152                    |  |
|  | Ø D2                       | 162/168                |  |
|  | L                          | 60                     |  |
| PESO (Kg)  | 3,5                        |                        |  |
|  |                            |                        |  |



|  |                               |                        |  |
|--|-------------------------------|------------------------|--|
|     |                               | <h2>Válvulas</h2>      |  |
| REVISADO POR: Departamento de Calidad  |                               | ÁREA: 200-600          |  |
| FECHA: 18/05/2018  |                               | PLANTA: MOA            |  |
| APROVADO POR: Dirección Técnica  |                               | LOCALIZACIÓN: Sabadell |  |
| <b>DATOS GENERALES</b>   |                               |                        |  |
| DENOMINACIÓN   | Válvula reguladora de presión |                        |  |
| FINALIDAD  | Expandir el fluido            |                        |  |
| PROVEEDOR  | SAMSON                        |                        |  |
| MODELO   | 44-6 B                        |                        |  |
| <b>DATOS DE DISEÑO</b>   |                               |                        |  |
| TIPO   | Regulación                    |                        |  |
| MATERIAL   | AISI 316L                     |                        |  |
| DIÁMETRO NOMINAL (")   | 1/2                           |                        |  |
| DIMENSIONES (mm)   | L                             | 200                    |  |
|  | H1                            | 245                    |  |
|  | H2                            | 95                     |  |
| PESO (Kg)  | 7                             |                        |  |
|  |                               |                        |  |

|  |                              |                        |          |          |
|--|------------------------------|------------------------|----------|----------|
|   |                              | <h1>Válvulas</h1>      |          |          |
| REVISADO POR: Departamento de Calidad  |                              | ÁREA: 200-600          |          |          |
| FECHA: 18/05/2018  |                              | PLANTA: MOA            |          |          |
| APROVADO POR: Dirección Técnica  |                              | LOCALIZACIÓN: Sabadell |          |          |
| <b>DATOS GENERALES</b>   |                              |                        |          |          |
| <b>DENOMINACIÓN</b>  | Válvula de alivio de presión |                        |          |          |
| <b>FINALIDAD</b>   | Despresurizar                |                        |          |          |
| <b>PROVEEDOR</b>   | INOXPA                       |                        |          |          |
| <b>MODELO</b>  | 74700                        |                        |          |          |
| <b>DATOS DE DISEÑO</b>   |                              |                        |          |          |
| <b>TIPO</b>  | Seguridad                    |                        |          |          |
| <b>MATERIAL</b>  | Interior                     | AISI 316L              |          |          |
|  | Exterior                     | AISI 304L              |          |          |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> |                              |                        |          |          |
| <b>PULGADAS</b>  | <b>DN</b>                    | <b>d1</b>              | <b>H</b> | <b>l</b> |
|  | 1"                           | 22,1                   | 219      | 50       |
|  | 1½"                          | 34,8                   | 238      | 60       |
|  | 2"                           | 47,5                   | 252      | 70       |
|  | 2½"                          | 60,2                   | 284      | 80       |
|  | 3"                           | 72,9                   | 301      | 90       |

### 4.3. BOMBAS

Para impulsar los fluidos y poder movilizarlos por el sistema de tuberías es necesario el uso de bombas, para los líquidos, y compresores para los gases. Las bombas son equipos que transforman la energía mecánica, suministrada por un motor eléctrico o térmico, en energía hidráulica que se transfiere al fluido (9). Se pueden clasificar en:

- Bombas de desplazamiento positivo o volumétrico. Este tipo de bombas se utilizan para bombear fluidos con una elevada viscosidad o en sistemas de alta presión de operación. Dentro de esta categoría se subdividen en alternativas y rotativas.
  - Bombas alternativas. Estas bombas pueden ser accionadas con un pistón o émbolo, o mediante una membrana (conocidas como bombas de diafragma). Las bombas de pistón se suelen utilizar para fluidos incompresibles y puede bombear los fluidos a alta presión. Mientras que las bombas de membrana pueden aspirar sin estar la tubería completamente llena. Además, son resistentes a la corrosión debido a que la parte en contacto con el fluido (la membrana en forma de disco) suele ser de plástico, caucho o metal.

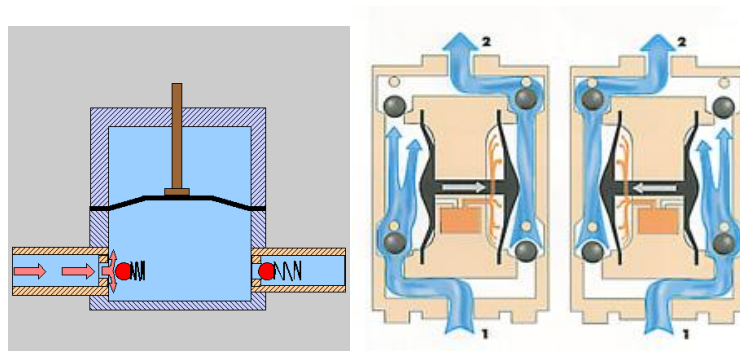


Figura 4.12. Funcionamiento de las bombas de diafragma simple (derecha) y doble (izquierda)

- Bombas rotativas. Estas bombas fuerzan el movimiento del líquido mediante giros en cavidades internas. Son especialmente utilizadas en líquidos viscosos y de alta presión. Las más comunes son las peristálticas y de caracol.

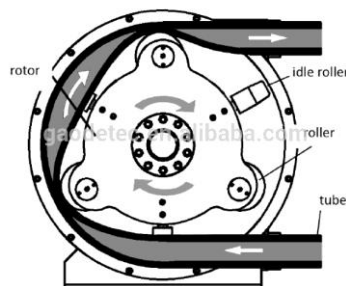


Figura 4.13. Bomba peristáltica

- **Turbo bombas:** O también llamadas bombas roto dinámicas o dinámicas. Es una maquinaria hidráulica que cede la energía del fluido mediante la variación de la energía cinética producida en el impulsor o rodete. Este tipo de bombas se pueden subdividir de diversas maneras dependiendo de la posición del eje de rotación, de la dirección del flujo, por el diseño de coraza o por la succión. Pero las bombas más utilizadas son las centrífugas (10). Estas bombas pueden movilizar los fluidos de manera uniforme y sin interrupciones, soportan altas temperaturas de operación y son bastante económicas, aunque no funcionan bien con fluidos de alta viscosidad.

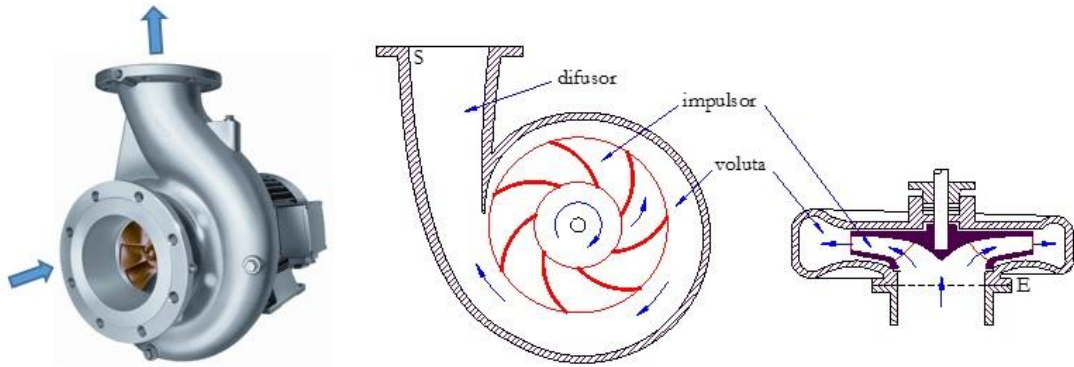


Figura 4.14. Bomba centrífuga

### 4.3.1 Selección de bombas

Para seleccionar el tipo de bomba a usar en cada caso se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- El caudal volumétrico del fluido a impulsar (máximo y mínimo)
- Condiciones de operación (Temperatura y presión)
- Condiciones de aspiración (por presión o NPSH)
- Las características del fluido (viscosidad, corrosión...)
- Presión de descarga (simple o multietapa)
- Uso en la planta (continuo o operatorio)

Teniendo en cuenta las condiciones de nuestro proceso, se ha escogido utilizar las bombas centrífugas debido a que se adaptan mejor. En la planta MOA se utilizarán las bombas centrífugas para las corrientes líquidas del proceso así como para impulsar todas las corrientes de servicios.

Conociendo las condiciones de las corrientes necesarias de la impulsión de las bombas, se han escogido de catálogos de empresas las bombas que cumplan con las especificaciones del proceso. Cada bomba debe poder soportar las presiones y temperaturas de operación, de manera que para mantener un margen de seguridad se ha determinado que la presión de diseño sea de un 20% superior a la de operación mientras que la temperatura será de 15°C superior e inferior a los máximos y mínimos de la corriente. El material de las bombas es el AISI 316, ya que no están en contacto con compuestos corrosivos que la puedan deteriorar.

Para evitar problemas con averías en las bombas, se colocaran dos en los sitios más importantes del proceso.

### 4.3.2 Abreviaciones

Para la fácil lectura de los diagramas, se ha abreviado el nombre de las bombas mediante el código siguiente:

A - B - C

Donde:

A: indica que el equipo es una bomba y por lo tanto en todos los casos A corresponderá a P.

B: Corresponde al área donde se encuentra situada (de 100 a 1500)


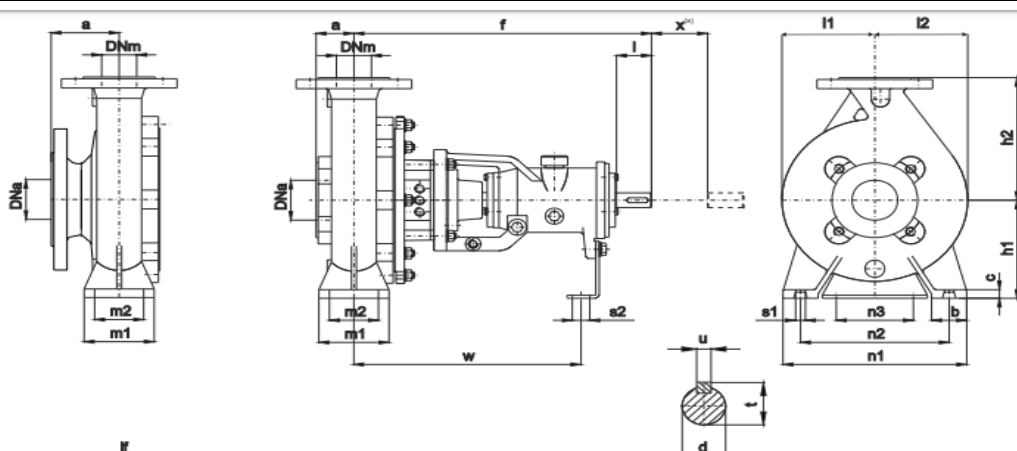

C: Referencia a si se ha designado una bomba extra para posibles averías (abreviado como A/B)

### 4.3.3 Listado de bombas en la planta

A continuación se detallan las bombas utilizadas en la planta así como sus características principales. Estas bombas son suministradas por la empresa SALVATORE ROBUSCHI.

|  | Listado de bombas |         | Planta de Cloruro de Vinilo |            |                       |        | Fecha: 30/05/2018 |       |               |  |
|---|-------------------|---------|-----------------------------|------------|-----------------------|--------|-------------------|-------|---------------|--|
|   |                   |         |                             |            |                       |        | Tabla 1 de 1      |       |               |  |
| Nomenclatura  | Tramo             |         | $\Delta z$                  | $\Delta P$ | Q (m <sup>3</sup> /h) | L (mm) | h (m)             | NPSH  | Potencia (kW) |  |
| P-401 A   | DC-401            | T-602   | 3,5                         | 3,2        | 0,84                  | 25     | 6,06              | 3,76  | 3,567         |  |
| P-401 B   | DC-401            | T-602   | 3,5                         | 3,2        | 0,84                  | 25     | 6,06              | 3,76  | 3,567         |  |
| P-1791 A  | T-402             | DC-1791 | 4,5                         | 6,8        | 2,69                  | 3,5    | 3,64              | 4,3   | 4,465         |  |
| P-1791 B  | T-402             | DC-1791 | 4,5                         | 6,8        | 2,69                  | 3,5    | 3,64              | 4,3   | 4,465         |  |
| P-601 A   | T-601             | Camión  | 4                           | 1,13       | 204                   | 10     | 3,01              | 2,23  | 4,113         |  |
| P-601 B   | T-601             | Camión  | 4                           | 1,13       | 204                   | 10     | 3,01              | 2,23  | 4,113         |  |
| P-602 A   | T-602             | Camión  | 4                           | 1,13       | 204                   | 10     | 3,01              | 2,177 | 4,987         |  |
| P-602 B   | T-602             | Camión  | 4                           | 1,13       | 204                   | 10     | 3,01              | 2,177 | 4,987         |  |
| P-801 A   | CH-801            | Proceso | 2                           | 1,19       | 5,91                  | 50     | 1,04              | 7,53  | 15,59         |  |
| P-801 B   | CH-801            | Proceso | 2                           | 1,19       | 5,91                  | 50     | 1,04              | 7,53  | 15,59         |  |
| P-802 A   | TR-801            | Proceso | 5,2                         | 1,17       | 104                   | 65     | 2,08              | 9,86  | 44,12         |  |
| P-802 B   | TR-801            | Proceso | 5,2                         | 1,17       | 104                   | 65     | 2,08              | 9,86  | 44,12         |  |
| P-803 A   | TR-802            | Proceso | 3,4                         | 1,14       | 19,89                 | 45     | 1,01              | 6,76  | 5,89          |  |
| P-803 B   | TR-802            | Proceso | 3,4                         | 1,14       | 19,89                 | 45     | 1,1               | 6,76  | 5,89          |  |

### 4.3.4 Hojas de especificaciones

|    |                               | <b>Bomba</b>           |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|---|-------------------------------|------------------------|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|-----------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| REVISADO POR: Departamento de Calidad   |                               | ÁREA: 200              |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| FECHA: 31/05/2018   |                               | PLANTA: MOA            |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| APROVADO POR: Dirección Técnica   |                               | LOCALIZACIÓN: Sabadell |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>DATOS GENERALES</b>  |                               |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>DENOMINACIÓN</b>   | Bomba centrífuga de proceso   |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>FINALIDAD</b>  | Impulsar fluidos              |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>PROVEEDOR</b>  | SALVATORE ROBUSCHI            |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>MODELO</b>   | RC 200-36 6P 60Hz             |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>DATOS DE DISEÑO</b>  |                               |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>TIPO</b>   | Centrífuga de impulsor vortex |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>PRESIÓN MÁXIMA</b>   | 10 bar                        |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>CAUDAL MÁXIMO</b>  | 850 m3/h                      |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>Velocidad máxima (rpm)</b>   | 1999                          |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <b>MATERIAL</b>   | AISI 316                      |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|   |                               |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">Dimensioni Flange - Dimensions Flanges EN 1092-1/2 PN 10</th> </tr> <tr> <th>DNa - DNm</th> <th>32</th> <th>50</th> <th>65</th> <th>80</th> <th>100</th> <th>125</th> <th>150</th> <th>200</th> <th>250</th> <th>300</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CF</td> <td>100</td> <td>125</td> <td>145</td> <td>160</td> <td>180</td> <td>210</td> <td>240</td> <td>295</td> <td>350</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>DE</td> <td>140</td> <td>165</td> <td>185</td> <td>200</td> <td>220</td> <td>250</td> <td>285</td> <td>340</td> <td>395</td> <td>445</td> </tr> <tr> <td>lf</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>zf</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table> |                               |                        |     | Dimensioni Flange - Dimensions Flanges EN 1092-1/2 PN 10 |     |     |     |     |     |     |  |  |  | DNa - DNm | 32 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | CF | 100 | 125 | 145 | 160 | 180 | 210 | 240 | 295 | 350 | 400 | DE | 140 | 165 | 185 | 200 | 220 | 250 | 285 | 340 | 395 | 445 | lf | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 23 | 23 | 23 | 23 | zf | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 12 | 12 |
| Dimensioni Flange - Dimensions Flanges EN 1092-1/2 PN 10  |                               |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| DNa - DNm   | 32                            | 50                     | 65  | 80   | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| CF  | 100                           | 125                    | 145 | 160  | 180 | 210 | 240 | 295 | 350 | 400 |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| DE  | 140                           | 165                    | 185 | 200  | 220 | 250 | 285 | 340 | 395 | 445 |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| lf  | 18                            | 18                     | 18  | 18   | 18  | 18  | 23  | 23  | 23  | 23  |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| zf  | 4                             | 4                      | 4   | 8  | 8   | 8   | 8   | 8   | 12  | 12  |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|   |                               |                        |     |  |     |     |     |     |     |     |  |  |  |           |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |

#### 4.4. COMPRESORES

Así como en el caso de las bombas, siempre que sea necesario movilizar un fluido, en este caso de un fluido compresible (gas o vapor), se utilizarán compresores. Los compresores son maquinarias que desplazan fluidos a la vez que aumentan la presión al reducir el volumen. La diferencia principal entre las bombas y los compresores, aparte de ser específicos para líquidos (las bombas) o para gases (los compresores), es que las bombas son máquinas hidráulicas mientras que los compresores son máquinas térmicas. Lo que provoca que el fluido pueda pasar por variaciones en la densidad y la temperatura (11).

Igual que las bombas, los compresores se pueden clasificar en distintos grupos:

- Compresores de desplazamiento positivo: Este tipo de equipos son los más utilizados debido a su amplio margen de operación referente al caudal y la presión. Se basan en incrementar la presión del fluido mediante la reducción del volumen provocado por pistones o membranas. Se diferencian en compresores alternativos y rotativos.
- Compresores cinéticos: También llamados compresores dinámicos, estos equipos aumentan la presión convirtiendo la presión dinámica en estática. El fluido se acelera para después volver a frenarlo. Los más utilizados son los centrífugos, que permiten trabajar con un gran rango de caudales y presentan la mejor relación calidad-precio.

##### 4.4.1 Selección de compresores

Para poder determinar los compresores a utilizar en la planta MOA se ha tenido en cuenta los siguientes factores del proceso:

- Composiciones y caudales de las corrientes a impulsar
- Condiciones de presión y temperatura a las cuales se verá sometido
- Compresibilidad del fluido

En este proyecto, los compresores se utilizan para la impulsión de algunos fluidos así como para el corriente de aire utilizado para las válvulas e instrumentos varios. Por lo tanto, se ha utilizado compresores cinéticos de tipo centrífugos.

Dependiendo de las condiciones de las corrientes y de los fluidos, se podrá determinar las características de los compresores. Igualmente, el compresor escogido deberá poder soportar la presión y la temperatura de operación. Por lo tanto, se escogerán determinando la presión de diseño de un 20% más de la de operación y una temperatura de 15°C superior e inferior a los máximos y mínimos de la corriente.

#### 4.4.2 Abreviaciones

Así como para las bombas, los compresores se abrevian siguiendo la misma sistemática.

A - B - C


Donde:

A: indicador de que se trata un compresor (por lo tanto A corresponderá a CO)

B: Corresponde al área donde se encuentra situada (de 100 a 1500)


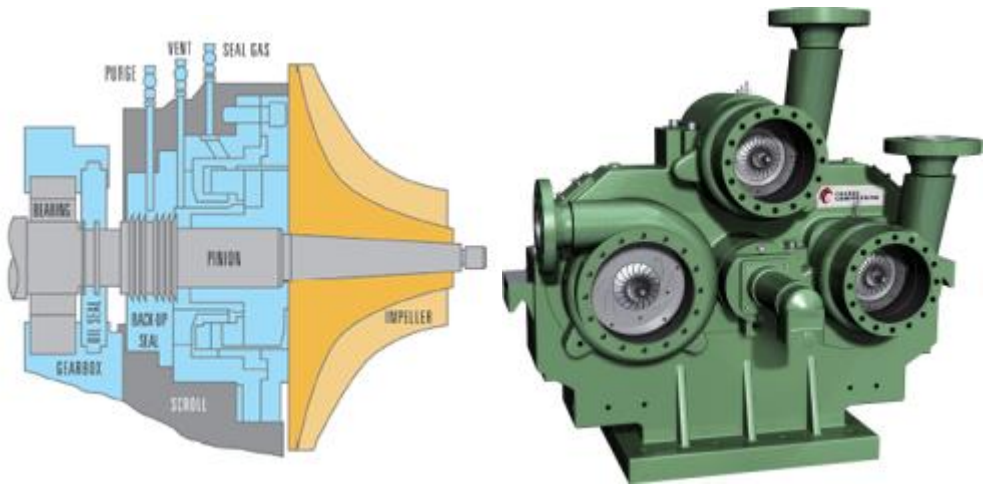
C: Doblamiento del compresor para posibles averías (abreviado como A/B)

#### 4.4.3 Listado de compresores en la planta

|  | <b>Listado de compresores</b> |        |         | Planta de Cloruro de Vinilo |        |             | Fecha: 30/05/2018 |          |
|---|-------------------------------|--------|---------|-----------------------------|--------|-------------|-------------------|----------|
|   |                               |        |         |                             |        |             | Tabla 1 de 1      |          |
| Nomenclatura  | Área                          | Tramo  |         | Q (m <sup>3</sup> /h)       | T (°C) | Pasp. (kPa) | Pimp. (kPa)       | Pot.(kW) |
| CO-201 A  | 200                           | T-202  | E-203   | 674,7                       | 5      | 141,3       | 166               | 11,97    |
| CO-201 B  | 200                           | T-202  | E-203   | 674,7                       | 5      | 141,3       | 166               | 11,97    |
| CO-202 A  | 200                           | T-201  | E-201   | 674,9                       | 5      | 141,3       | 169               | 10,20    |
| CO-202 B  | 200                           | T-201  | E-201   | 674,9                       | 5      | 141,3       | 169               | 10,20    |
| CO-301 A  | 300                           | E-301  | E-302   | 995,9                       | 70     | 120         | 210               | 1,68     |
| CO-301 B  | 300                           | E-301  | E-302   | 995,9                       | 70     | 120         | 210               | 1,68     |
| CO-801 A  | 800                           | CD-801 | Proceso | 2760                        | 175,6  | 894,12      | 903,1             | 22,56    |
| CO-801 B  | 800                           | CD-801 | Proceso | 2760                        | 175,6  | 894,12      | 903,1             | 22,56    |



#### 4.4.4 Hojas de especificaciones

|  |                                |                        |
|--|--------------------------------|------------------------|
|     |                                | Compresor              |
| REVISADO POR: Departamento de Calidad  |                                | ÁREA: 200              |
| FECHA: 31/05/2018  |                                | PLANTA: MOA            |
| APROVADO POR: Dirección Técnica  |                                | LOCALIZACIÓN: Sabadell |
| DATOS GENERALES  |                                |                        |
| DENOMINACIÓN   | Compresor centrífugo para gas  |                        |
| FINALIDAD  | Comprimir e impulsar el fluido |                        |
| PROVEEDOR  | CAMERON                        |                        |
| MODELO   | MSG Alpha                      |                        |
| DATOS DE DISEÑO  |                                |                        |
| TIPO   | Centrífugo                     |                        |
| PRESIÓN MÁXIMA   | 85 bar                         |                        |
| POTENCIA MÁXIMA  | 1250 CV                        |                        |
| RADIO DE COMPRESIÓN  | 1,3-3,3                        |                        |
|  |                                |                        |

## 4.5. ACCESORIOS

En este apartado se contemplan los accesorios necesarios en el proceso. Estos se dividen en accesorios para la unión de las tuberías con los equipos o con otros conductos y los accesorios dedicados a facilitar la operatividad de la planta y sus equipos.

### 4.5.1 Accesorios para unión

Todos los elementos de la línea de tuberías deben ser unidos a otras tuberías o a los equipos, válvulas y aparatos del proceso. Para ello se pueden usar distintos tipos de uniones dependiendo de las condiciones en las que se encuentran las partes a unir, como la presión o la temperatura, y de los requerimientos de construcción de la instalación. A continuación se describe los tipos de uniones disponibles.

- **Bridas:** son piezas metálicas que unen dos componentes mediante perforaciones donde montar pernos de unión. Se utilizan debido a que facilitan el montaje de sistemas de tuberías y permiten el montaje o desmontaje de los elementos sin acciones destructivas. En la industria estas bridas se presentan en diferentes tipos (12):
  - **Bridas roscadas:** Estas bridas se caracterizan por no llevar soldadura y permiten un fácil y rápido montaje. Sin embargo su uso está centrado en condiciones de altas presiones y temperatura ambiente debido a no adaptarse a dilataciones producidas por altas temperaturas. Se utilizan en situaciones de difícil soldadura o de conductos de diámetro pequeño.

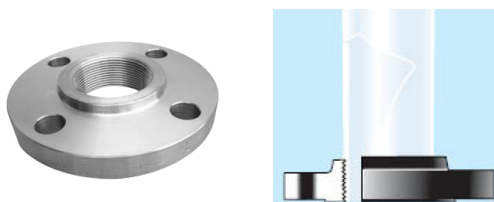


Figura 4.15. Brida roscada

- **Bridas soldadas:** Se caracterizan por su unión a las tuberías mediante soldadura, por lo tanto no es frecuente en sistemas de desmontajes frecuentes. Se utiliza normalmente en condiciones de alta presión, altas temperaturas y posibles corrosiones. Existen distintos tipos de bridas soldadas simples pero las más típicas son las de disco plano, fáciles de usar, económicas y empleadas principalmente en sistemas de agua o combustible.



Figura 4.16. Brida soldada de disco plano

- **Bridas de cuello:** Son bridas que se caracterizan por tener un cuello largo y cónico del cual su extremo se suelda a la tubería en cuestión. No produce turbulencias gracias a mantener la sección del conducto prácticamente constante y se utilizan en situaciones de presión elevada, y en líneas de vapor y condensados.



Figura 4.17. Brida de cuello

- **Bridas soldadas deslizables:** Es un tipo de brida que se desliza sobre la tubería hasta situarla en la zona donde se suelda. Debido a que el interior y el exterior de la brida esta soldado, presenta una fuerte resistencia y no produce pérdidas. Su aplicación es en sistemas de baja presión.

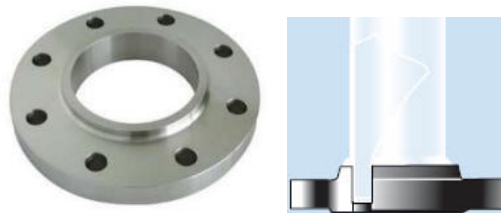


Figura 418. Brida soldada deslizable

- **Brida ciega:** Utilizada para sellar el final de los conductos, esta brida no tiene diámetro central y permite un acceso fácil a la línea una vez sellada.

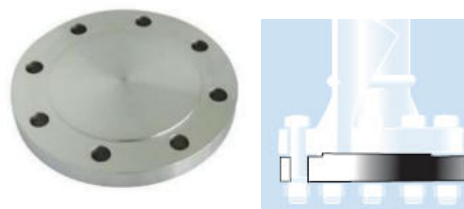


Figura 4.19. Brida ciega

- **Brida de orificio:** Esta brida cuenta con orificios para el uso de medidores del flujo de los fluidos. Se utiliza en lugar de bridas estándar cuando se utiliza una placa de orificios o boquilla de flujo.



Figura 4.20. Brida de orificio

En el caso de que la brida no se encuentre soldada, se le llama brida loca. Esto se debe a que es más fácil ajustar la posición de la brida a la hora de juntar las dos partes a unir.

- **Soldaduras:** La soldadura consiste en la unión de las piezas mediante la fusión de un tercer material. Este tipo de unión no es desmontable y se utiliza en sistemas de conductos de no desmontaje frecuente. También se utiliza en la unión de la brida con los elementos a unir.
- **Uniones roscadas:** Unión mediante una rosca ubicada en los extremos de las tuberías y de los instrumentos como las válvulas o equipos. Es un tipo de unión muy utilizado debido a ser sencillo y económico. Sin embargo, se recomienda su uso en sistemas de baja presión

En este proyecto se ha determinado que se usará generalmente bridas para facilitar el desmantelamiento de los conductos y equipos para reparaciones o cambios necesarios. La soldadura se utilizará básicamente en los equipos y en las uniones de las bridas. Las uniones roscadas se utilizarán en casos como en válvulas u otros accesorios.

#### 4.5.2 Accesorios de cambio de flujo

Para regular y variar el flujo que circula por las tuberías no solo se usarán válvulas o equipos como bombas o compresores. Por ejemplo, Si el cambio a efectuar es bastante pequeño es más económico el uso de accesorios como reductores para hacer variar la velocidad del flujo. En el caso de variar la dirección del fluido sin cambiar las condiciones de este se utilizarán accesorios de unión de tuberías como los codos, las tes o las cruces (13). A continuación se describe el uso de cada accesorio en el proyecto.

- **Reducciones:** son accesorios en forma de cono destinados a reducir el diámetro de la tubería y consecuentemente disminuir el caudal aumentando la velocidad. En general se utilizará las reducciones excéntricas para las reducciones en tuberías de vapores que puedan generar condensados. De esa manera se evitará crear volúmenes muertos en las tuberías o que las bombas caviten.



Figura 4.21. Tipos de reducciones

- **Codos:** son accesorios en forma curvada que se utilizan para variar la dirección que toman las líneas de las tuberías. Estos pueden tener diferentes ángulos según la dirección a establecer (90°, 45° o 180°).



Figura 4.22. Tipos de codos

- **Tes:** Accesorios en forma de T como indica su nombre, utilizadas para las uniones entre tres tuberías y su función es la de combinar o dispersar el flujo de un fluido. Estas pueden ser del mismo tamaño o reductibles.



Figura 4.23. Accesorio en forma de T

- **Cruces:** Es un accesorio en forma de X como dice su nombre, que se utiliza para unir cuatro tuberías.



Figura 4.24. Accesorio en forma de X

- **Valonas:** accesorios utilizados como topes para las bridas. Se sueldan en los bordes de las tuberías para evitar que la brida se salga.



Figura 4.25. Valona

### 4.5.3 Otros accesorios

En el sistema de tuberías se pueden encontrar otros tipos de accesorios con diferentes funciones utilizados para la medición y el control del flujo. Entre estos otros

- **Purgadores:** Utilizados para eliminar los condensados formados en las líneas de vapor o gas (C). De esta manera se garantiza el buen funcionamiento de los equipos y se evita problemas de corrosión. También se encuentran los purgadores de gases (G), destinados a eliminar los gases o vapores en las líneas de condensado. Este accesorio se colocaría en aquellas tuberías donde haya peligro de un cambio de fase del fluido.



Figura 4.26. Purgador de condensados (izquierda) y de gases (derecha)

- **Discos de ruptura:** también llamados de rotura, alivio o venteo, son membranas diseñadas para romperse y permitir la evacuación de los fluidos. Son dispositivos sin cierre repetido del mecanismo, accionados por la diferencia de presión entre el interior y el exterior. Se utilizan principalmente como medidas de seguridad en equipos y prevención ante accidentes (14).



Figura 4.27. Disco de ruptura

- **Liras de dilatación o fuelles:** Estos instrumentos tienen la funcionalidad de aguantar las dilataciones de una tubería debido a las condiciones de operación, evitando que el sistema de tuberías y los equipos sufran averías debido al alargamiento de estas.

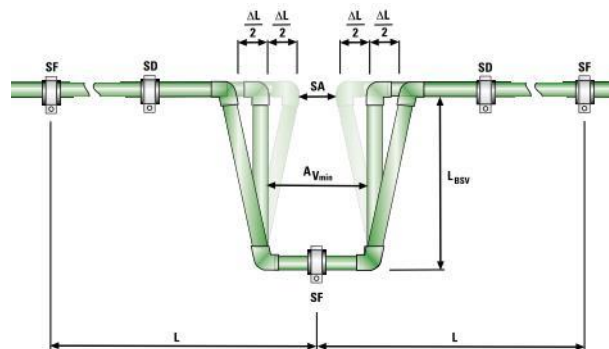


Figura 4.28. Lira de dilatación



Figura 4.29. Fuelle de dilatación

- **Filtros en Y:** Estos filtros se suelen colocar delante de las bombas para evitar que entren sólidos y asegurar el buen funcionamiento de la bomba. En este caso, servirán para separar los posibles restos del catalizador del fluido.



Figura 4.30. Filtro en Y

## 4.6 BIBLIOGRAFÍA

1. **NKS** . Aceros inoxidables 316 y 316L. [En línea] [Citado el: 11 de Mayo de 2018.]  
[http://www.nks.com/es/distribuidor\\_de\\_acero\\_inoxidable/aceros\\_inoxidables\\_316.html](http://www.nks.com/es/distribuidor_de_acero_inoxidable/aceros_inoxidables_316.html).
2. **ISOVER**. Aislamiento de tuberías. [En línea] [Citado el: 2 de Abril de 2018.]  
<https://www.isover-aislamiento-tecnico.es/industria/aplicaciones/tuberias>.
3. **Ministerio de la Presidencia**. Real Decreto 238/2013. *BOE-A-2013-3905*. [En línea] 13 de Abril de 2013. [Citado el: 2 de Abril de 2018.]  
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-3905>.
4. **Rivas, Paulino**. Ahorro energético con aislamiento térmico para tuberías. [En línea] [Citado el: 3 de Abril de 2018.]  
<https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/ahorro-energetico-con-aislamiento-termico-para-tuberias/>.
5. Aislamientos Térmicos. [En línea] 27 de Enero de 2014. [Citado el: 2 de Abril de 2018.]  
[www.thcoat.com/aislantes-termicos/conductividad-termica-de-materiales-de-construccion/#Espuma-de-poliuretano](http://www.thcoat.com/aislantes-termicos/conductividad-termica-de-materiales-de-construccion/#Espuma-de-poliuretano).
6. **ISOVER**. Aislamiento de tuberías. *Soluciones de Aislamiento con Lana Mineral*. [En línea] [Citado el: 3 de Abril de 2018.]  
<https://www.isover.es/sites/isover.es/files/assets/documents/aislamiento-tuberias-2018.pdf>.
7. Comeval. [En línea] [Citado el: 11 de Abril de 2018.]  
<http://www.comeval.es/formacion-valvulas-idustriales-glosario-definiciones.html>.
8. **Rojas, Amanda**. Accesorios para tuberías. [En línea] 4 de Febrero de 2014. [Citado el: 3 de Mayo de 2018.]  
<https://es.slideshare.net/acazro/accesorios-para-tuberas>.
9. Clasificación y tipos de bombas. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2018.]  
[https://moodle.institutmontilivi.cat/pluginfile.php/118007/mod\\_resource/content/1/clasificacion.PDF](https://moodle.institutmontilivi.cat/pluginfile.php/118007/mod_resource/content/1/clasificacion.PDF).
10. Diferencias entre bomba centrífuga y periféricas. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2018.]  
<https://diferenciasentre.org/diferencias-entre-bomba-centrifuga-y-perifericas/>.



11. **Toro, Juan F. Coronel.** Tipología y clasificación de compresores. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2018.]

<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/Apuntes/COMPRESORES.pdf>.

12. **Bripetrol.** Tipos de Bridas. [En línea] [Citado el: 14 de Abril de 2018.]

<http://www.bripetrol.com.ar/bridas.html>.

13. Accesorios de la Tubería. [En línea] 29 de Julio de 2012. [Citado el: 3 de Mayo de 2018.]

<https://es.slideshare.net/nosequeponerocarajo/accesorios-de-la-tuberia-hg>.

14. **INSHT.** NTP 456: Discos de Ruptura. [En línea] [Citado el: 10 de Mayo de 2018.]

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_456.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_456.pdf).