



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

**etsEQ**

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química  
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

# ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

Trabajo de Fin de Grado

**Identificador:** TFGEQ\_2119

**Miembro:** Pau Casero Gené

**Tutor académico:** Luca Sanminiatelli Salas

**Tutor externo:** Carlos Huesca Gracia

**Grado:** Ingeniería Química

Tarragona, 10 de junio de 2021

*A mi familia y amigos por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.*

<b>Departament d'Enginyeria Química. Universitat Rovira i Virgili.</b> <b>Vist i plau pel lliurament i defensa del TFG del grau d'Enginyeria Química.</b>	
TÍTOL DEL TFGEQ: Análisis de la red de agua y estudio de alternativas de optimización del consumo de agua SUBTÍTOL	
AUTOR: Pau Casero Gené	
CURS ACADÈMIC: 2020-2021	
<b>VIST I PLAU DEL TUTOR ACADÈMIC</b>	
En/Na <u>Luca Sanminiatelli</u> en la seva capacitat de tutor acadèmic fa constar que considera que el TFGEQ	
<input checked="" type="checkbox"/> és adequat i en conseqüència recomana la seva defensa <input type="checkbox"/> no en recomana la defensa per presentar les mancances exposades en el document annex	
Signatura: Luca Sanminiatelli NIE X1614233R	Data: 08/06/2021 <small>Firmado digitalmente por Luca Sanminiatelli NIE X1614233R  Nombre de reconocimiento (DN): cn=Luca Sanminiatelli NIE X1614233R, o, ou, email=Luca.sanminiatelli@urv.cat, c=&lt;n Fecha: 2021.06.08 21:34:56 +02'00'</small>
<b>DECLARACIÓ D'ABSÈNCIA DE CONFLICTES DE CONFIDENCIALITAT</b>	
En/Na <u>Carlos Huesca Gracia</u> , en la seva capacitat de supervisor extern <sup>(*)</sup> del treball fa constar que ha revisat el contingut del TFGEQ i que no conté cap informació que pugui ser considerada com confidencial per part de l'empresa <u>Delafruit S.L.U</u>	
(*) Cas que el TFGEQ no sigui extern serà el professor tutor qui emplenarà aquesta secció	
Signatura: Carlos Huesca Gracia 47755178W	Data: 09/06/2021

## **EXECUTIVE SUMMARY**

This project arose from the need to optimise the company's water network, as it has rapidly grown the last years and has not been able to invest the time and necessary resources to deal with the problems of water shortages in situations of high productivity.

For this purpose, a P&ID of the three factories, the boiler room and the water room was carried out. The company does not currently have this documentation, which is why this task has been carried out from scratch, thus carrying out field work that has lasted throughout the course of the project.

Once the P&ID had been carried out, all the points of recurrent water use on a daily basis were identified and the average daily consumption of these was calculated. On the other hand, it was compared with the average daily production of the water room. The balance was then carried out to determine the production/consumption ratio.

It was found that the water production is efficiently enough and does not need to be improved by the moment. However, the points of use were analysed, and it was observed that there is water consumption that could be reduced. For this reason, three alternatives for improvement to save up water are presented.

Next, an economic evaluation was carried out, considering the investment required for each alternative and the water savings that it would entail.

Finally, the time needed to amortize this investment was calculated and X of the three alternatives proposed were approved.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. ETAPA PRELIMINAR .....	6
2.1. Descripción del proyecto .....	6
2.2. Alcance del proyecto .....	6
2.3. Planificación del proyecto .....	6
3. DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE USO .....	8
3.1. Clean in place.....	8
3.2. Lavado de cítricos .....	9
3.3. Abastecimiento de calderas .....	10
3.4. Puntos de limpieza .....	10
3.5. Cámaras de alta presión .....	11
3.6. Llenado de autoclave .....	11
3.7. Lubricación de bombas y mezcladores .....	11
4. P&ID .....	13
4.1. Descripción general del tratamiento de aguas .....	13
4.1.1. P&ID de la sala de tratamiento de aguas y sala de calderas .....	15
4.1.1.1. Descripción del proceso .....	16
4.1.2. P&ID Fábrica 1 .....	17
4.1.3. P&ID Fábrica 1 (continuación).....	18
4.1.4. P&ID Fábrica 2 .....	19
4.1.5. P&ID Fábrica 3 .....	20
5. ESTUDIO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN .....	21
5.1. Obtención de datos de consumo .....	21
5.1.1. Consumos en CIP.....	21
5.1.2. Consumo en sala de cítricos.....	22

5.1.3. Consumo en sala de calderas .....	23
5.1.4. Puntos de limpieza .....	23
5.1.5. Cámaras de alta presión .....	26
5.1.6. Consumo en autoclave .....	27
5.1.7. Consumo en lubricación de bombas y mezcladores .....	27
5.2. Consumo total diario.....	27
5.3. Obtención de datos de producción.....	28
5.4. Balance entre consumo de producción y consumo .....	28
6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN .....	29
6.1. Recirculación en lubricación de bombas y mezcladores .....	29
6.2. Agua recuperada en CIP fábrica 3 .....	31
6.2.1. Dimensionamiento del tanque de agua recuperada.....	32
6.3. Agua recuperada en CIP fábrica 2 .....	38
7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS.....	39
7.1. Recirculación en lubricación de bombas y mezcladores .....	40
7.2. Agua recuperada en CIP fábrica 3 .....	41
7.3. Agua recuperada en CIP fábrica 2 .....	43
8. CONCLUSIONES .....	45
9. BIBLIOGRAFIA .....	46
ANEXOS .....	49

## **1. INTRODUCCIÓN**

La empresa en la que se ha realizado el proyecto se dedica al sector alimentario. La mayoría de sus productos pueden adaptarse para todas las edades, aunque está especializada en alimentos para bebés de 0 a 3 años.

Esta se encarga del desarrollo de nuevos productos a partir de su departamento de I+D, también gestiona la materia prima, la producción, el diseño personalizado de *packaging* y por último la distribución a nivel internacional, ya que tiene una gran demanda en Europa.

Durante la última década ha crecido de forma acelerada. En los últimos cinco años se ha triplicado la facturación y en España se ha doblado el volumen de la producción. Por consiguiente, no se ha podido invertir todo el tiempo y recursos necesarios en la optimización de la instalación de agua.

Esto se ha visto reflejado durante el transcurso del año 2020, ya que en semanas de máxima demanda de producción se alcanzaban picos de consumo de agua que la sala de tratamiento de agua no podía satisfacer. Esto causaba paradas no programadas y en consecuencia demoras en las producciones.

Por este motivo nace la necesidad de llevar a cabo este proyecto, el cual busca evitar que en semanas de alta productividad el agua no sea un problema. Además se estudiarán diversas alternativas de mejora para implementar que sean beneficiosas en la evolución y el crecimiento de la empresa.

## **2. ETAPA PRELIMINAR**

### **2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en estudiar y analizar la situación actual de la distribución de agua dentro de la empresa. En primer lugar, se realizará el P&ID de la instalación de agua para identificar todos los puntos de uso y cuantificar el consumo medio diario de agua de cada uno. Por otro lado, se contabilizará la capacidad de producción media diaria de la sala de tratamiento de aguas.

Una vez se conoce la relación entre la producción y el consumo se hará un estudio de alternativas de optimización de consumos y producción. Se estudiará la manera de reducir consumos y de ser necesario aumentar la capacidad de producción.

Finalmente se realizará una evaluación económica para verificar cuáles de las alternativas analizadas son viables y rentables. De este modo, se obtendrá un mayor balance positivo de producción de agua respecto el consumo. A fin de en futuras oportunidades de expansión de la empresa la instalación de agua esté capacitada para abastecerla.

### **2.2. Alcance del proyecto**

Es importante definir cuál va a ser el alcance del proyecto. A tal efecto a continuación se enumeran las tareas necesarias para lograr obtener los objetivos de este proyecto:

- P&ID de las tres fábricas, sala de tratamiento de agua y sala de calderas.
- Identificación y descripción de los puntos de uso.
- Obtención de datos de consumo y producción medios diarios.
- Estudio de alternativas de optimización y consulta a proveedores.
- Evaluación económica de las alternativas de mejora.

### **2.3. Planificación del proyecto**

A continuación, se muestra como se ha planificado el proyecto des de un inicio. Se ha desglosado en diversas tareas y se han ordenado de forma cronológica. Además, se ha estimado el tiempo de duración de cada una, de este modo se conocía constantemente en qué punto se encontraba el proyecto.

Como se puede observar en la figura 2.3.1 las tareas están conectadas de forma secuencial, es decir, para empezar una se debía finalizar la anterior. Esto ocurre en todas excepto en la realización del P&ID, debido a la larga duración de esta tarea se ha ido avanzando durante el transcurso del proyecto. Por último, se describe una estimación del tiempo de invertido en cada tarea.

- P&ID (200h)
- Identificación y descripción de los puntos de uso. (25h)
- Obtención de datos de consumo y producción medios diarios. (15h)
- Estudio de alternativas de optimización y consulta a proveedores. (30h)
- Evaluación económica. (20h)

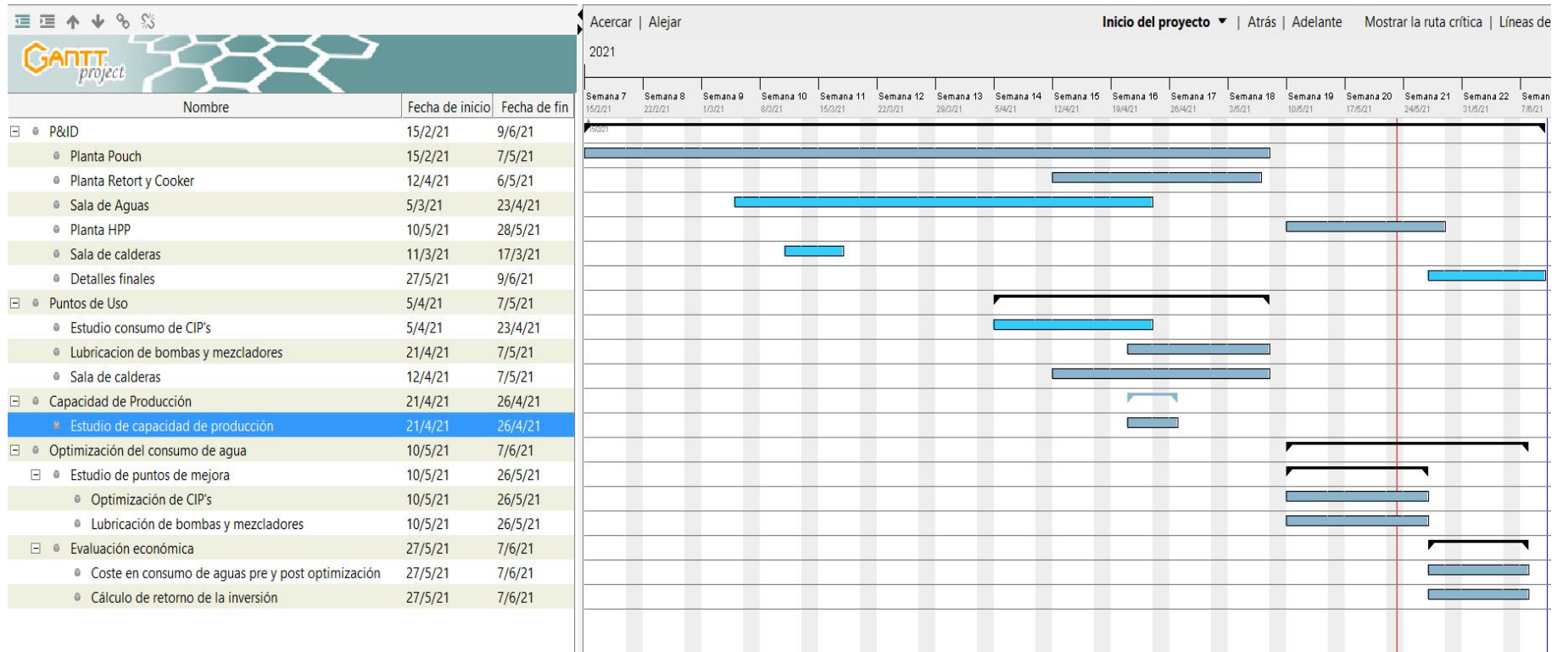


Figura 2.3.1 Diagrama de Gantt del proyecto

### **3. DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE USO**

Se han analizado los diferentes puntos de usos existentes en la planta, con el fin de cuantificar los consumos de agua. A continuación, se describen cuál es su función, dónde se realizan y la frecuencia de cada uno de ellos.

#### **3.1. Clean in place**

Es fundamental un correcto diseño de los procesos de limpieza para evitar los problemas de contaminación. A tal efecto se incorpora un sistema CIP (*Clean in place*), dentro de las líneas de proceso haciendo circular por el entramado de tuberías y depósitos una solución de productos químicos. Toda limpieza requiere de 4 parámetros imprescindibles para su correcta ejecución, estos son: el tiempo, temperatura, acción química y acción mecánica.

El sistema en la sala de aguas está compuesto por dos tipos de tanques, uno con tres compartimentos para la solución de ácido, la solución de sosa y para el agua recuperada. Además, cuenta con el circuito de dosificación de ácido y sosa.

El otro tanque con agua se emplea como depósito pulmón. También, cuenta con una entrada de agua tratada, una salida del colector para la impulsión del CIP y el retorno del CIP, creando así un circuito cerrado que nos permite recircular la solución durante el tiempo establecido. (Ref. 1 – 4)

Por este motivo requiere un precalentamiento que se realizará a la salida de los tanques con tres compartimentos mediante un sistema de intercambiadores y que se recirculará hasta llegar al *set-point*.

Los tipos de CIP que se realizan en las tres plantas son: básico, normal, ácido, básico más ácido y sólidos.

##### **- CIP básico**

En primer lugar, se realiza un enjuague inicial con agua recuperada a fondo perdido. Esta es una solución de agua más sosa obtenida de la última recirculación de limpieza anterior y de este modo nos permite ahorrar ambos compuestos.

En la segunda fase del programa se realiza una recirculación de disolución de sosa cáustica (NaOH) con una concentración de 3% y a una temperatura de 70-80 °C. Con tal de obtener esa temperatura en la salida de los tanques hay un intercambiador y un sistema de lógica aplicada (PLC), el cual no permitirá iniciar y/o seguir el programa si la corriente no está en el *set-point*.

En la última fase se realiza un enjuague con agua tratada, que posteriormente se dirigirá al depósito de agua recuperada y que nos servirá para realizar un enjuague de la próxima limpieza. El programa completo tiene una duración de 2 horas y 15 minutos.

- CIP normal

Este tipo de programa es similar al CIP básico, pero en este caso el tiempo de duración es inferior, aproximadamente de 1 hora y 15 minutos. Se utiliza para procesos que requieren una menor intensidad de limpieza.

- CIP ácido

El proceso es similar al básico y al normal, únicamente se sustituye la sosa cáustica por una disolución de ácido nítrico concentrada al 30%. Para la correcta desinfección la corriente debe alcanzar los 55-80 °C. Este tipo de CIP se utiliza a modo de desincrustante, ya que es capaz de eliminar los residuos orgánicos de las superficies. El programa completo tiene una duración aproximada de 3 horas. (Ref. 5)

- CIP básico más ácido

Siguiendo los mismos pasos del CIP básico se le añaden dos etapas más. En primer lugar, al finalizar el enjuague de la disolución básica se realiza una recirculación de la disolución ácida y, por último, un enjuague a fondo perdido con agua tratada. Este programa tiene una duración total de 2 horas y 15 minutos.

- CIP de sólidos

Consiste en un prelavado con agua para eliminar los posibles residuos sólidos de la producción anterior. Este tipo de programa se suele utilizar cuando el producto contiene semillas u otros sólidos. El agua se recircula hasta eliminar el máximo de sólidos posibles, puede alcanzar los 10 minutos.

El *cooker* es un equipo de la fábrica 2 que como su propio nombre indica cocina el producto, este preparado consiste en calentar y mezclar el producto mediante un agitador. En este equipo se realizan los CIP comentados anteriormente excepto el de sólidos.

Tanto en la fábrica 2 como en la fábrica 3 se realizan los programas de CIP que en las fábricas 1 con la diferencia de que el enjuague final no se recupera el agua. Esta va toda al desagüe y finalmente a la depuradora, por lo tanto, el consumo es el doble.

Una vez realizado cualquier CIP y empezada la siguiente producción se realiza una comprobación interna. Se toman muestras del producto final para contrastar si el programa ha sido eficiente o por lo contrario quedan trazas de alérgenos, sólidos, metales, etc. o de las disoluciones básicas y/o ácidas. De ser el caso, se desecha el lote y se realiza de nuevo la limpieza.

### **3.2. Lavado de cítricos**

Una vez la planta ha recibido la materia prima del exterior como, por ejemplo, naranjas, jengibre, limones, etc. Se le extrae el jugo y posteriormente se mezcla con otros productos.

Previamente los cítricos deben pasar un lavado para eliminar todos los posibles residuos sólidos, fungicidas y otros químicos aplicados durante el proceso de cultivación.

El proceso de lavado empieza cuando se vierte la materia prima en una cinta transportadora. A continuación, mediante un sistema de agitación se eliminan las hojas y los sólidos de mayor dimensión que se pueden encontrar adheridos. Seguidamente pasan por cuatro filas en paralelo de tres duchas cada una de ellas. Esta limpieza se realiza con una mezcla de agua y ácido peracético, este último tiene capacidad oxidante, lo que hace que resulte muy efectivo como biocida.

### **3.3. Abastecimiento de calderas**

En las tres fábricas se requiere suministrar vapor a diferentes equipos como por ejemplo en los intercambiadores de calor, túneles calientes, pasteurizadores tubulares, autoclave, etc.

Para la producción de vapor se envían dos caudales de agua tratada a la sala de calderas. El primer caudal sale de la primera etapa del tratamiento de osmosis y se hace un precalentamiento hasta aproximadamente 30 °C.

Por otro lado, tenemos la corriente del retorno de condensado. Este permite reutilizar el agua tratada y el calor sensible necesaria para volver a realizar el tratamiento de agua completo y precalentar el flujo. En este proceso se busca ahorrar energía. (Ref. 6)

El sistema consta de un cuerpo, en el cual el condensado, habiendo pasado por un filtro y un purgador previamente, entra por gravedad. Dentro contiene una boya y un mecanismo automático que acciona a un conjunto de válvulas que permite al condensado acumularse en el interior del equipo y subir dicha boya. Cuando esta alcanza cierto nivel, la válvula de entrada de vapor se abre y se cierra la de escape, y así presurizando el cuerpo para impulsar hacia la sala de calderas el condensado. Cuando el nivel de condensado disminuye y por lo tanto la boya también, el mecanismo hace que la válvula de entrada de vapor se cierre y se abra la de escape, permitiendo así que el líquido vuelva a llenar el cuerpo de la bomba. (Ref. 7)

Este sistema se encuentra en los cuatro intercambiadores que hay junto a los cuatro tanques de almacenamiento de las disoluciones y aguas recuperadas para los programas CIP. De este modo se consigue una segunda corriente que junto al primero comentado precalentará hasta unos 80-90 °C el agua y la caldera no requerirá de tanto tiempo y energía para producir el vapor.

### **3.4. Puntos de limpieza**

En cada grupo de línea de las tres fábricas se encuentran dos puntos de limpieza, una manguera en la zona de preparado de producto y otra de menor potencia situada en los túneles de pasteurización.

Se utilizan para mantener limpios la parte exterior de los equipos, el suelo e instrumentos que se utilicen durante las producciones, como por ejemplo los cubos donde se introduce el producto.

### **3.5. Cámaras de alta presión**

En la fábrica 3 se sitúan tres cámaras de alta presión. Este equipo permite realizar un procesado por alta presión hidrostática. Con este tratamiento se eliminan bacterias y otros microorganismos dañinos como levaduras y hongos que no pueden sobrevivir en entornos de muy alta presión. Este sistema expone el producto a presiones de hasta 6.000 bares durante aproximadamente tres minutos. Con este tipo de tratamiento se consigue conservar las vitaminas y los valores nutricionales de los alimentos y el sabor y la textura de los alimentos frescos. Se realiza en el producto ya envasado minimizando así el riesgo de contaminación. (Ref. 8)

Una vez el producto ya está envasado se carga en contenedores y se introduce en la vasija. Posteriormente, se llena con agua a baja presión y entonces se cierra mediante unos tapones y cuñas. Por último, las bombas introducen agua a alta presión dentro la vasija.

Para este proceso cada cámara requiere de un caudal independiente durante todas las producciones.

### **3.6. Llenado de autoclave**

Un autoclave es un recipiente metálico con paredes gruesas y cierre hermético. En este caso tiene forma cilíndrica, situado en posición horizontal y con un volumen de 1,5 m<sup>3</sup>. Está capacitado para soportar altas presiones y temperaturas superiores a 100 °C, que proporcionan un tratamiento térmico a partir de vapor de agua durante un periodo de tiempo determinado.

Este equipo se ubica en la fábrica 2 con la finalidad de esterilizar y pasteurizar los alimentos envasados. De este modo se mejora la conservación de los productos ya envasados y elimina bacterias y microorganismos perjudiciales.

El modo de uso empieza introduciendo en el interior del autoclave los carros que transportan el producto ya envasado. Una vez colocados se cierra de forma hermética la compuerta y a continuación, se introduce el vapor en la camisa del autoclave y posteriormente en el interior del recipiente. Cuando la presión y temperatura del interior llega al *set-point* se cierra la válvula de entrada de vapor y se mantienen ambos parámetros durante el tiempo establecido consiguiendo así esterilizar el producto.

Por último, se encuentra la fase de enfriamiento. La presión se mantiene y la temperatura desciende hasta un valor inferior de 100 °C para evitar que el recipiente con líquido se desborde.

### **3.7. Lubricación de bombas y mezcladores**

En las fábricas 1 y 2 cada grupo de líneas está constituido, entre otros equipos, por una bomba lobular y un mezclador.

La bomba de desplazamiento positivo se encarga de impulsar el producto que se encuentra en el tanque hacia el mezclador. Ambos equipos requieren de una lubricación con agua.

En el caso de la bomba, el flujo de agua se envía a los engranajes, ya que sin esta lubricación, la fricción de ambas piezas metálicas prolongada en el tiempo provocaría un aumento de la temperatura y, en consecuencia, la ruptura de dicha pieza. El recambio de esta pieza tiene un coste aproximado de 1.000 €. Por esto es más rentable tener un flujo de agua constante.

Por otro lado, el mezclador tiene la función de homogeneizar el producto para posteriormente realizar un tratamiento de pasteurización. Mediante una alimentación forzada por la bomba comentada anteriormente, se pasa el producto por varios conjuntos rotor-estator y se ajusta la velocidad de rotación de estos. A diferencia a un reactor *batch* este equipo permite obtener una dispersión del producto homogénea y reproducible en un solo paso, consiguiendo así acelerar el proceso. El flujo de agua se dirige a los engranajes, ya que este es la parte más susceptible a los fenómenos mencionados anteriormente. (Ref. 9)

El proceso de lubricación de ambos equipos consiste en un circuito continuo que envía un pequeño flujo de agua tratada hacia la bomba, seguidamente se dirige al mezclador y por último al desagüe.

## **4. P&ID**

Se ha realizado el P&ID de las tres fábricas, la sala de calderas y de la sala de tratamiento de aguas con el fin de identificar todos los puntos de uso de agua y conocer de forma más detallada la instalación de la distribución del agua.

Previamente a este proyecto no existía ningún otro documento con la especificación de dicha instalación, por este motivo se ha realizado este P&ID desde cero.

La metodología de trabajo ha consistido en ir a campo con una libreta y un bolígrafo anotando todas las tuberías, equipos e instrumentos involucrados en la distribución de agua. Simultáneamente se iba digitalizando la información con el programa *Visio Profesional de Microsoft*. Por este motivo esta parte del trabajo ha ocupado la gran parte del tiempo de este proyecto.

### **4.1. Descripción general del tratamiento de aguas**

Con el fin de abastecer los diferentes puntos de uso se requiere un tratamiento previo del agua de red para controlar parámetros como la conductividad, pH, turbidez, compuestos de carbono, etc.(Ref. 10) Sin este procedimiento el uso continuado de agua sin tratar acabaría dañando los equipos, instrumentos y tuberías.

El proceso empieza con la entrada de agua de red, pasando en primer lugar por un doble filtro de carbón activo. Este es un método de filtración por sedimentación. En la primera capa se encuentra el carbón activo, al tener una cantidad muy grande de microporos consigue eliminar sabores, olores, hidrocarburos y se retienen partículas de un tamaño entre 50 y 0,5 micrones (Ref. 11). Debajo de esta primera capa se encuentra una segunda de sílice de 2 cm para evitar el paso del carbón activo.

A continuación, se dirige al tanque de agua filtrada, la salida de este lleva el agua a un equipo de rayos ultravioleta, el cual trabaja con radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda entre 100 y 400 nm. Este es un método físico instantáneo que elimina los microorganismos, así como bacterias, hongos, virus, algas, etc. Este tipo de tratamiento está reconocido como uno de los más efectivos por la *OMS* y *US EPA*. (Ref. 12, 13)

Posteriormente, se dirige a un filtro de campana, este filtra los posibles arrastres de carbón. Sin este filtrado en situaciones de grandes caudales de agua se podría arrastrar el carbón activo e introducirse a la osmosis inversa y dañar las membranas.

Seguidamente, se realizará un tratamiento de osmosis inversa. En dicho proceso el agua pasa a través de una membrana semipermeable aplicando una presión para forzarla a pasar. Debido a su tamaño reducido, las moléculas tienden a moverse fácilmente a través de la membrana mientras que los contaminantes con moléculas más grandes se retienen. Estas membranas tienen un alto índice de rechazo por lo que se consigue una calidad de agua excelente.(Ref. 14)

En este punto se separan dos corrientes, una primera corriente formada por el rechazo que se enviará a la depuradora. La segunda corriente se separa en dos permeados; el permeado de la primera etapa, de mayor calidad, se utilizará para el agua de calderas y el otro seguirá con el proceso de osmosis por tres etapas más.

Posteriormente, se encuentra un pH-metro, mediante una medición de la actividad del ion de hidrógeno en soluciones acuosas se indica el grado de acidez o alcalinidad expresada como pH (Ref. 15). A través de un PLC envía la señal a una bomba dosificadora que regula la aditivación de ácido sulfúrico para obtener un pH final de 6,5-7.

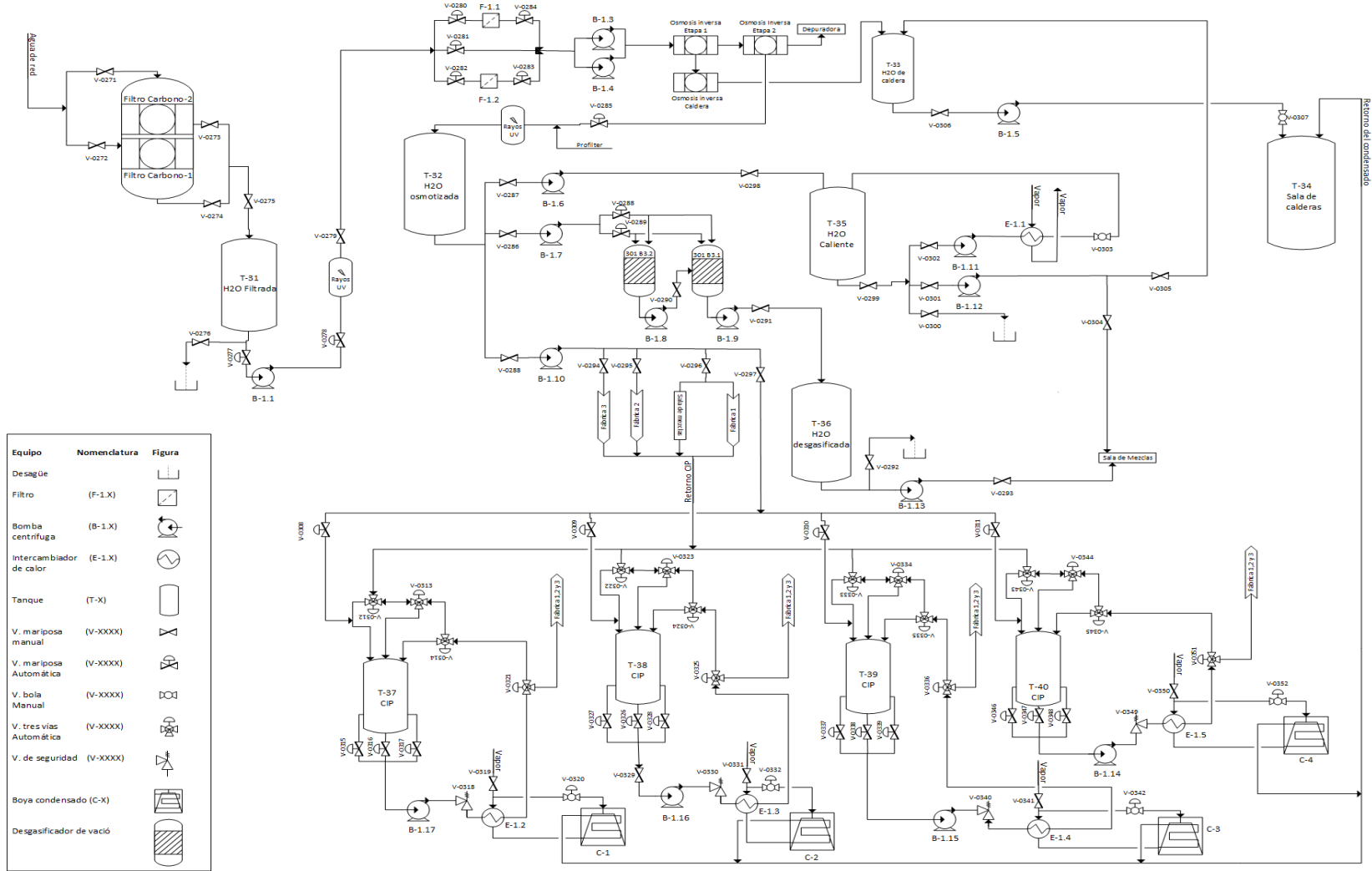
Seguidamente se ubica una bomba dosificadora de *profilter* para desincrustar posibles sólidos. Este compuesto puede generar microorganismos, por ese motivo se efectúa de nuevo un tratamiento de rayos UV. A continuación, se dirige la corriente al tanque de agua osmotizada, en este punto el agua ya se puede utilizar para abastecer los diferentes puntos de uso.

Si los niveles de agua son elevados se procede a seguir con el tratamiento de desgasificación este se realiza mediante dos desgasificadores por vacío en serie. Parte del flujo se somete temporalmente a depresión. Los gases disueltos son separados y eliminados y el agua desgasificada es devuelta a la instalación y puede volver absorber gases presentes. Este proceso en continuo consigue eliminar todos los gases presentes de la corriente y evita la corrosión por gases en los equipos.

Ya realizado este tratamiento, se dirige al tanque de agua desgasificada. En este momento en la sala de aguas existen dos tanques pulmón: el tanque de agua osmotizada y el tanque de agua desgasificada.

En la sala de calderas se encuentra otro desgasificador, en este caso térmico. Es necesario realizar este tipo de tratamientos en los retornos de condensado. Consta de dos cuerpos; el superior donde se realiza la desgasificación del agua, este consta de dos zonas de desaireación y de un dispositivo para la purga de incondensables y la parte inferior donde se almacena el agua desgasificada. Después de este proceso ya puede ser enviada a las calderas para producir vapor.(Ref. 16)

### 4.1.1. P&ID de la sala de tratamiento de aguas y sala de calderas



Equipo	Nomenclatura	Figura
Desagüe		
Filtro	(F-1.X)	
Bomba centrífuga	(B-1.X)	
Intercambiador de calor	(E-1.X)	
Tanque	(T-X)	
V. mariposa manual	(V-XXXX)	
V. mariposa Automática	(V-XXXX)	
V. bola Manual	(V-XXXX)	
V. tres vias Automática	(V-XXXX)	
V. de seguridad	(V-XXXX)	
Boya condensado (C-X)		
Desgasificador de vacío		

#### 4.1.1.1. Descripción del proceso

La corriente de agua de red se introduce por la parte superior de los dos filtros de carbón activo y salen por la zona inferior respectivamente. Seguidamente se unen en una misma corriente hasta almacenarse al tanque de H<sub>2</sub>O filtrada. Este tiene dos salidas una a desagüe y otra que es impulsada por la bomba *B-1.1* hacia el filtro de rayos ultravioleta. Posteriormente, se dirige a una triple bifurcación haciendo pasar el flujo por los filtros de campana *F-1.1* y *F-1.2*.

Mediante las bombas *B-1.4* y *B-1.3* (trabajando a la mitad de potencia cada una) se impulsa el agua al filtrado de osmosis inversa. Después de la primera etapa una parte del permeado se dirige a otra etapa para el agua de caldera que finalmente se dirigirá al *T-33*. Por otro lado, el rechazo se dirige a la depuradora para ser tratado. El otro permeado, de mayor caudal, sigue el proceso de filtrado por osmosis.

En la salida de la osmosis inversa hay una bomba de dosificación de *profilter* y seguidamente de nuevo un filtrado por rayos ultravioleta que finaliza en el *T-32* de agua osmotizada. De este nacen tres corrientes:

En primer lugar, la bomba *B-1.10* se encarga de suministrar en cuatro ramales diferentes el agua para las tres fábricas, la sala de mezclas y para los tanques de CIP *T-37-38-39-40*. En segundo lugar, la bomba *B-1.7* impulsa el agua hacia los equipos de desgasificación y la bomba *B-1.9* dirige el agua al *T-36* de H<sub>2</sub>O desgasifica. La salida de este se dirige a la sala de agua y desde esa localización se distribuye por las tres fábricas. En tercer lugar, la bomba *B-1.6* impulsa el flujo al *T-35*, la salida del tanque ramifica en tres corrientes.

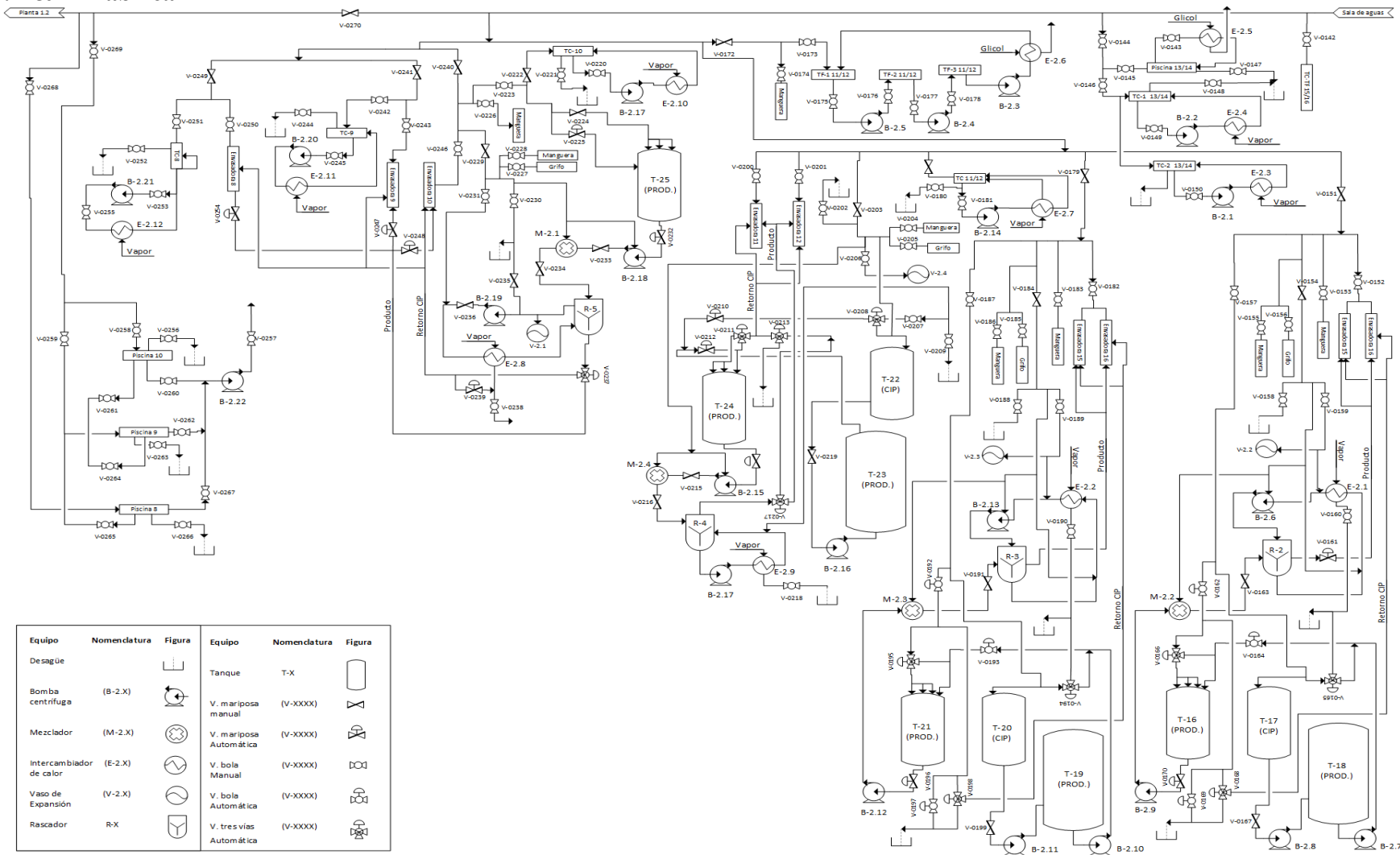
Por un lado, la bomba *B-1.11* recircula la corriente de nuevo al *T-35* pasando por un sistema de intercambiadores obteniendo una temperatura de 70 °C. Por otro lado, cuando la corriente ya mantiene una temperatura elevada es enviada mediante la bomba *B-1.12* una parte a la sala de mezclas donde desde esa ubicación se distribuirá por las tres fábricas y la otra parte se dirige al *T-33*.

La salida del tanque de agua de calderas se transporta el agua a 70°C al *T-34* de la sala de calderas. A este mismo se le une una entrada del conjunto de retornos de condensado (*C-1-2-3-4*) de los intercambiadores de los tanques de CIP.

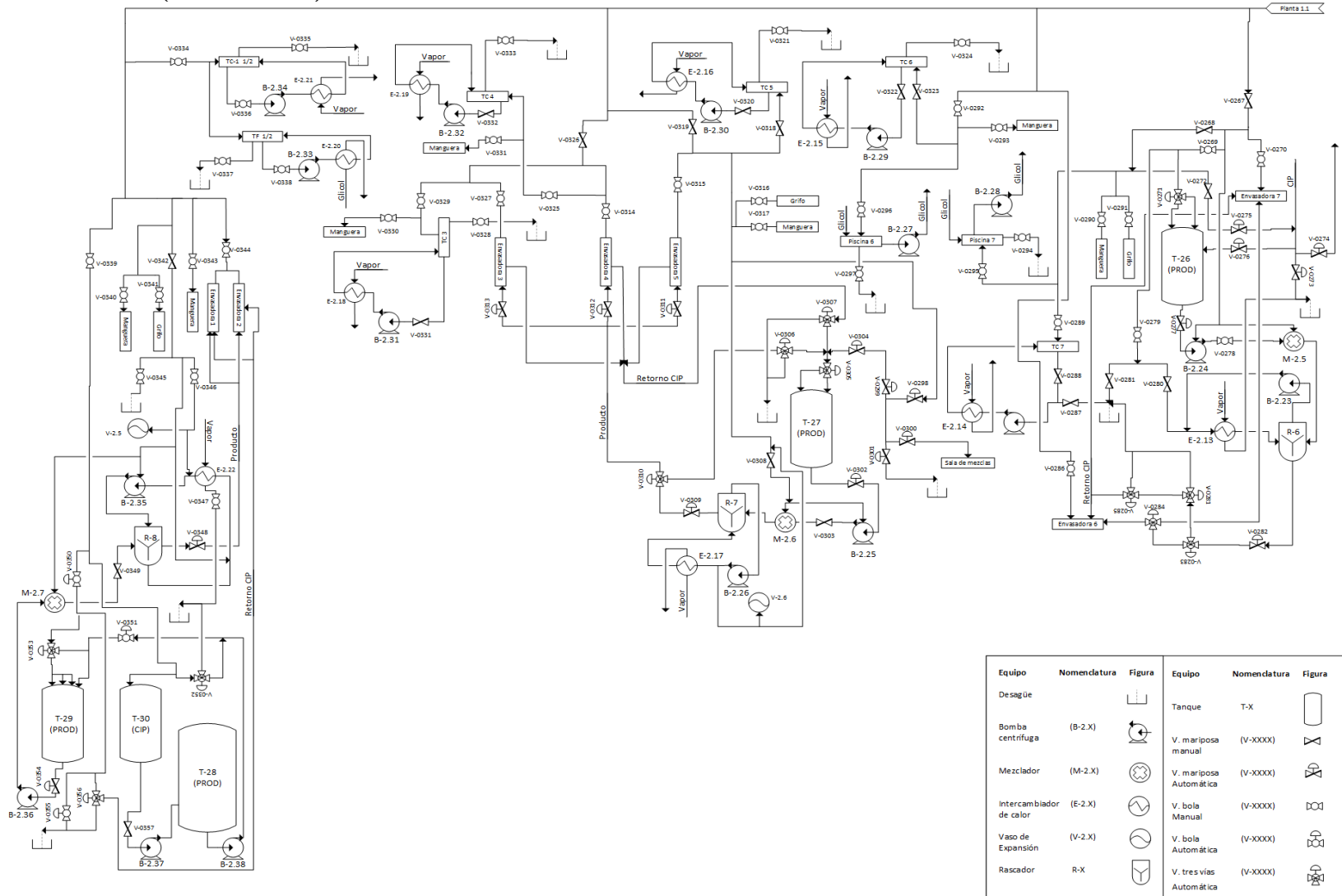
Finalmente, se encuentra el conjunto de tanques de CIP *T-37-38-39-40*. Estos tanques tienen tres compartimentos, uno de sosa cáustica, otro de ácido y el de agua recuperada. Las entradas de retorno de CIP pueden pasar la disolución básica, ácida como el agua recuperada. Por ese motivo se integra el conjunto de válvulas de tres vías para dirigir cada compuesto a su pertinente compartimento.

En la salida de cada tanque ocurre lo mismo, tres salidas para cada disolución o agua, impulsando así mediante las bombas *B-1.14*, *B-1.15*, *B-1.16* y *B-1.17* el fluido por el intercambiador de calor, cuando la corriente adquiere la temperatura fijada se dirige a una de las tres fábricas, si la temperatura no alcanza el *set-point* se recircula por el conjunto de válvulas de tres vías hasta el pertinente compartimento.

### 4.1.2. P&ID Fábrica 1

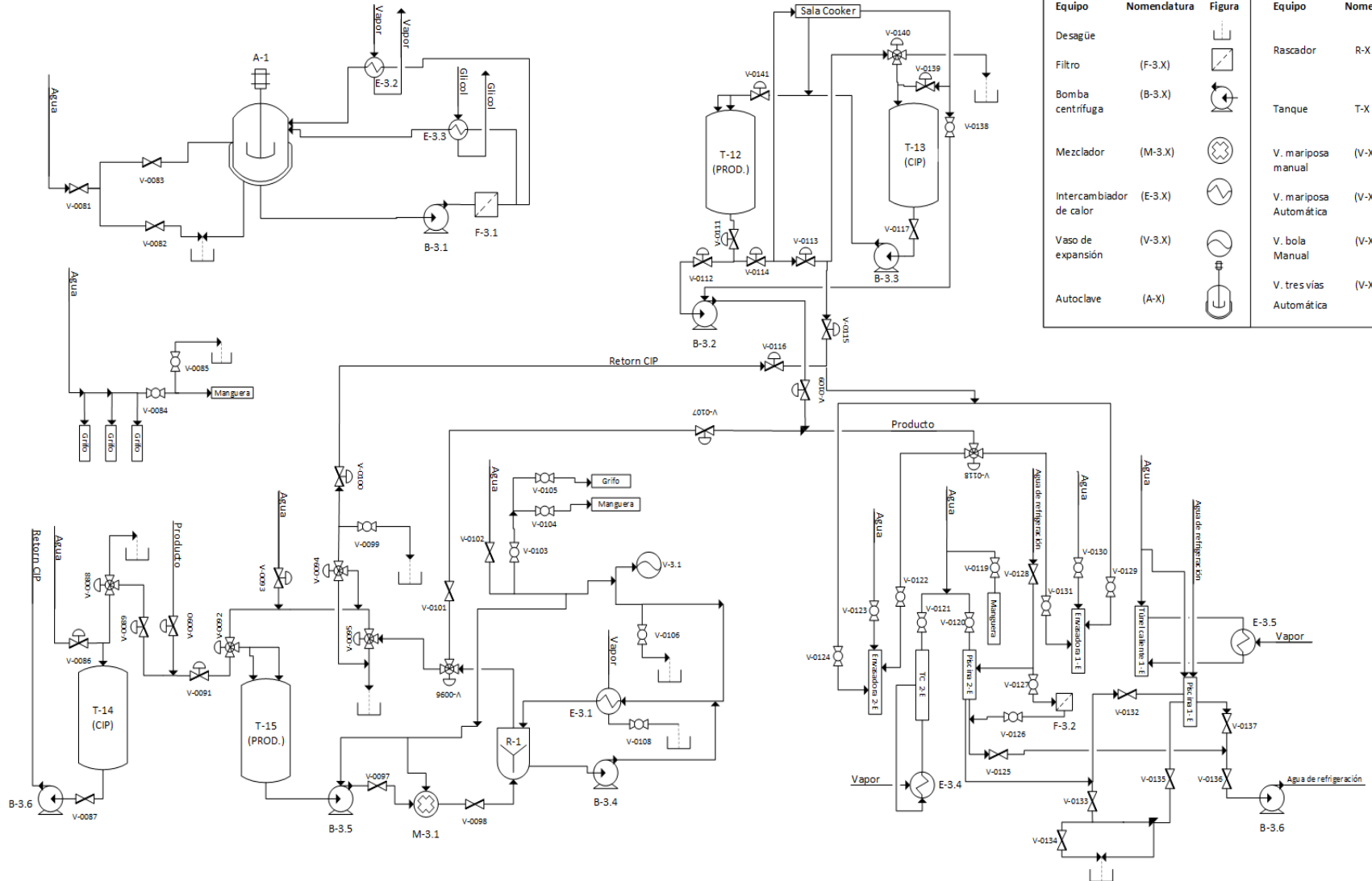


4.1.3. P&ID Fábrica 1 (continuación)



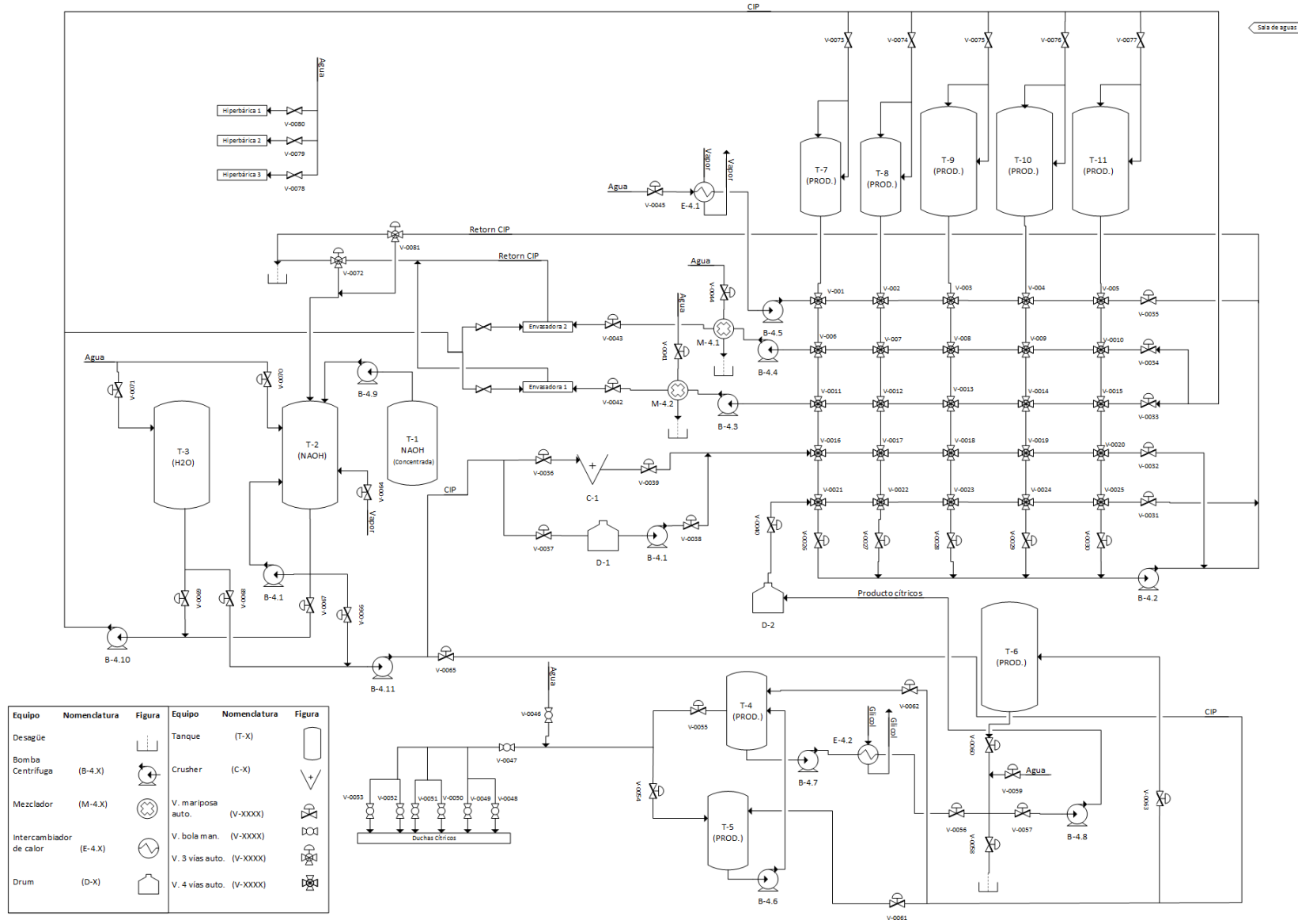
Equipo	Nomenclatura	Figura	Equipo	Nomenclatura	Figura
Desagüe			Tanque	T-X	
Bomba centrífuga	(B-2.X)		V. mariposa manual	(V-XXXX)	
Mezclador	(M-2.X)		V. mariposa Automática	(V-XXXX)	
Intercambiador de calor	(E-2.X)		V. bola Manual	(V-XXXX)	
Vaso de Expansión	(V-2.X)		V. bola Automática	(V-XXXX)	
Rascador	R-X		V. tres vias Automática	(V-XXXX)	

4.1.4. P&ID Fábrica 2



Equipo	Nomenclatura	Figura	Equipo	Nomenclatura	Figura
Desagüe			Rascador	R-X	
Filtro	(F-3.X)		Tanque	T-X	
Bomba centrífuga	(B-3.X)		V. mariposa manual	(V-XXXX)	
Mezclador	(M-3.X)		V. mariposa Automática	(V-XXXX)	
Intercambiador de calor	(E-3.X)		V. bola Manual	(V-XXXX)	
Vaso de expansión	(V-3.X)		V. tres vías Automática	(V-XXXX)	
Autoclave	(A-X)				

### 4.1.5. P&ID Fábrica 3



## **5. ESTUDIO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN**

Identificados todos los puntos de uso de agua de las tres fábricas de producción y de la sala de calderas se ha procedido a cuantificar el consumo de cada uno de estos puntos. Por otro lado, se contabilizará la producción actual de agua en el equipo de osmosis inversa.

Una vez ya obtenidos todos los valores se hará una estimación media de consumo y producción diaria.

### **5.1. Obtención de datos de consumo**

A continuación, se comentarán el modo de que se han obtenido los valores. No todos los puntos de consumo tienen un contador de agua, por ello se ha tenido que comprobar el consumo de diversas formas.

#### **5.1.1. Consumos en CIP**

Para cuantificar los CIP realizados en el año 2020, se ha consultado la aplicación interna de la empresa. Para obtener esta información requiere de un cierto tiempo, ya que dicha aplicación no tiene una función específica para contabilizar la frecuencia en la que se realizan los CIP. Por esto se tuvo que buscar de forma mensual por cada grupo de línea de la fábrica 1 y cada tipo de CIP existente y finalmente hacer el sumatorio. En la tabla 5.1.1 y 5.1.2 se encuentra la recopilación de los valores obtenidos.

*Tabla 5.1.1 Recopilación de tipos de CIP realizados en el 2020 por grupos de línea en fábrica 1.*

<b>Tipos de CIP</b>	<b>L1/2</b>	<b>L3/4/5</b>	<b>L6/7</b>	<b>L8/9/10</b>
CIP Básico	345	407	425	365
CIP Ácido	54	64	60	45
CIP Normal	164	148	141	114
CIP B+A	7	87	101	3
CIP Sólidos	0	3	3	0

*Tabla 5.1.2 Continuación de la tabla anterior.*

<b>Tipos de CIP</b>	<b>L11/12</b>	<b>L13/14</b>	<b>L15/16</b>	<b>Total</b>
CIP Básico	399	244	265	2.450
CIP Ácido	62	41	50	376
CIP Normal	154	93	110	924
CIP B+A	8	50	42	298
CIP Sólidos	0	0	0	6
<b>N.º total de CIP</b>				<b>4.054</b>

Independientemente del tipo de CIP que se realicen en las fábricas 1 se estima un consumo medio de 3 m<sup>3</sup> por cada uno. De este modo se obtiene un consumo anual de agua de 12.162 m<sup>3</sup>, lo que se traduce a 33,3 m<sup>3</sup>/día.

En el caso del CIP del cooker y fábrica 2, como se ha comentado anteriormente no se recupera agua. Del mismo modo que en la fábrica 1 se han recogido los valores de los CIP realizados en la fábrica 2, en estos están incluidos los pertenecientes al *cooker*.

Tabla 5.2.3. Recopilación de tipos de CIP realizados en el 2020 en fábrica 2.

Tipos de CIP	L1E-2E
CIP Básico	274
CIP Ácido	36
CIP Normal	93
CIP B+A	86
CIP Sólidos	0
<b>N.º total de CIP</b>	<b>489</b>

De este modo siendo el número total de CIP realizados en el 2020 de 489 con un consumo medio de 6 m<sup>3</sup>/CIP se obtiene un valor de 2.934 m<sup>3</sup> anuales, extrapolando este valor a una media diaria se alcanza un consumo de 8 m<sup>3</sup>/día.

Por otro lado, como ya se ha comentado anteriormente, los CIP en la fábrica 3 tampoco se recupera agua por lo tanto el consumo de agua es mayor. En este caso el caudal es de 18 m<sup>3</sup>/h, cada CIP tiene una durada de 10 minutos y se realizan 16 CIP a diario. A partir de estos datos se calcula un consumo de 48 m<sup>3</sup>/día.

Tabla 5.1.4 Consumo total de agua en CIP.

	Fábrica 1	Fábrica 2 y <i>Cooker</i>	Fábrica 3
Consumo de agua (m <sup>3</sup> /día)	33,3	8	48
<b>Consumo total (m<sup>3</sup>/día)</b>			<b>89,3</b>

### 5.1.2. Consumo en sala de cítricos

Del mismo modo que en el consumo de lubricación de bombas y mezcladores se obtiene el valor de flujo de agua por cada ducha. Este caudal es de 360 ml cada 20 segundos. En este caso este proceso está constituido por 12 duchas y trabaja 14 horas diarias. Por lo tanto, se obtiene un consumo de 10,9 m<sup>3</sup>/día.

$$\frac{360\text{ml}}{20\text{ s}} \times \frac{3600\text{ s}}{1\text{ hora}} \times \frac{1 \times 10^{-6}\text{ m}^3}{1\text{ ml}} \times 14\text{ horas} \times 12\text{ duchas} = 10,88\text{ m}^3/\text{día} \quad (5.1.2.1)$$

### 5.1.3. Consumo en sala de calderas

El valor del consumo diario en la sala de calderas fue dado por el responsable de la sala. Este valor se estimado es de 5,56 m<sup>3</sup>/día.

### 5.1.4. Puntos de limpieza

Se ha efectuado una aproximación separando las diferentes zonas donde se requiere de limpieza. Para ello se ha investigado el tiempo invertido al día y que tipo de manguera se utiliza.

Existen tres tipos de mangueras, cada una con un caudal diferente. Para obtener el valor se utilizado un vaso de precipitados de 5 L y un cronómetro. Se han repetido los experimentos dos veces por cada tipo de manguera. En la tabla 5.1.4 se pueden observar los valores y el promedio.

#### - Manguera 1

$$\text{Prueba 1: } \frac{3,3L}{10,4 \text{ segundos}} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} = \frac{19L}{\text{min}} \quad (5.1.4.1)$$

$$\text{Prueba 2: } \frac{3,9L}{14,3 \text{ segundos}} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} = \frac{16,4L}{\text{min}} \quad (5.1.4.2)$$

$$\text{Promedio: } \bar{x} = \frac{19L/\text{min} + 16,4L/\text{min}}{2} = \frac{17,7L}{\text{min}} \quad (5.1.4.3)$$

#### - Manguera 2

$$\text{Prueba 3: } \frac{3,5L}{14,4 \text{ segundos}} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} = \frac{14,6L}{\text{min}} \quad (5.1.4.4)$$

$$\text{Prueba 4: } \frac{3,8L}{16,3 \text{ segundos}} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} = \frac{14L}{\text{min}} \quad (5.1.4.5)$$

$$\text{Promedio: } \bar{x} = \frac{14,6L/\text{min} + 14L/\text{min}}{2} = \frac{14,3L}{\text{min}} \quad (5.1.4.6)$$

- Manguera 3

$$\text{Prueba 5: } \frac{3,4L}{17,6 \text{ segundos}} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} = \frac{11,6L}{\text{min}} \quad (5.1.4.7)$$

$$\text{Prueba 6: } \frac{3L}{17,8 \text{ segundos}} \times \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} = \frac{10,1L}{\text{min}} \quad (5.1.4.8)$$

$$\text{Promedio: } \bar{x} = \frac{11,6L/\text{min} + 10,1L/\text{min}}{2} = \frac{10,9L}{\text{min}} \quad (5.1.4.9)$$

Tabla 5.1.4.1 Resultados experimentales de cálculo de caudal por tipo de manguera.

	<b>Prueba 1 (L/min)</b>	<b>Prueba 2 (L/min)</b>	<b>Promedio (L/min)</b>
Manguera 1	19,0	16,4	<b>17,7</b>
Manguera 2	14,6	14	<b>14,3</b>
Manguera 3	11,6	10,1	<b>10,9</b>

Se realiza una limpieza física en cada programa CIP por cada grupo de línea, como se ha comentado anteriormente englobando los CIP realizados en la fábrica 1 y 2 en el 2020 obtenemos un total de 4.543, esto se traduce a un total de 12 diarios. Por lo tanto, el número de limpiezas realizadas serán los mismos. Por cada CIP realizado se utilizan 5 minutos de la manguera 1 y 10 minutos con la manguera 3.

$$\frac{4.543 \text{ CIP}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} = \frac{12 \text{ CIP}}{\text{día}} \quad (5.1.4.10)$$

- Minutos de uso manguera 1:

$$\frac{12 \text{ CIP}}{\text{día}} \times 5 \text{ minutos de uso} = 60 \text{ minutos} \quad (5.1.4.11)$$

- Minutos de uso manguera 2:

$$\frac{12 \text{ CIP}}{\text{día}} \times 10 \text{ minutos de uso} = 120 \text{ minutos} \quad (5.1.4.12)$$

En la fábrica 3 y la sala de cítricos se realizan tres limpiezas de 45 minutos al día, una en cada turno de trabajo. Esta limpieza se utiliza la manguera 2.

$$\frac{45 \text{ minutos}}{\text{turno}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{día}} = 135 \text{ minutos} \quad (5.1.4.13)$$

Por otro lado, la limpieza de las envasadoras se utiliza la manguera 3 y se realiza durante 10 minutos y una vez más tres veces al día.

$$\frac{10 \text{ minutos}}{\text{turno}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{día}} = 30 \text{ minutos} \quad (5.1.4.14)$$

En la sala de mezclas, donde se realizan todas las preparaciones de la fábrica 1 y 2, también se realizan tres limpiezas, una por cada cambio de operarios. Esta sala tiene menor dimensión que la anterior, por esto se invierten 30 minutos por turno con la manguera 1.

$$\frac{30 \text{ minutos}}{\text{turno}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{día}} = 90 \text{ minutos} \quad (5.1.4.15)$$

A continuación, se resumen todos los datos comentados y calculados de minutos de uso al día de cada manguera.

*Tabla 5.1.4.2 Minutos de uso diarios por cada tipo de manguera.*

	<b>Fábrica 1 y 2</b>	<b>Sala Mezclas</b>	<b>Fábrica 3 (envasadora)</b>
Manguera 1	60	90	0
Manguera 2	0	0	0
Manguera 3	120	0	30

*Tabla 5.1.4.3 Minutos de uso diarios por cada tipo de manguera (continuación).*

	<b>Fábrica 3 y Sala cítricos</b>	<b>Total (min)</b>
Manguera 1	0	150
Manguera 2	135	135
Manguera 3	0	150

Una vez establecido los minutos promedios de uso total de cada manguera se multiplica por el caudal calculado en la tabla 5.1.4.1.

- Manguera 1

$$150 \text{ minutos} \times \frac{17,7L}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 2,66 \text{ m}^3/\text{día} \quad (5.1.4.16)$$

- Manguera 2

$$135 \text{ minutos} \times \frac{14,3L}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 1,93 \text{ m}^3/\text{día} \quad (5.1.4.17)$$

- Manguera 3

$$150 \text{ minutos} \times \frac{10,9L}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 1,64 \text{ m}^3/\text{día} \quad (5.1.4.18)$$

Tabla 5.1.4.3 Consumo diario y total por cada manguera.

	Minutos de uso diarios	Caudal promedio (L/min)	Consumo (m <sup>3</sup> /día)
Manguera 1	150	17,7	2,66
Manguera 2	135	14,3	1,93
Manguera 3	150	10,9	1,64
<b>Consumo total (m<sup>3</sup>/día)</b>			<b>6,23</b>

Finalmente, se suma el consumo de los tres tipos de mangueras y se concluye un consumo medio en puntos de limpieza de 6,23 m<sup>3</sup> diarios.

### 5.1.5. Cámaras de alta presión

En la fábrica 3 coexisten dos modelos de cámaras de alta presión. En primer lugar, una unidad tiene un consumo de 820 L. Por otro lado, hay dos cámaras con un consumo de 1200 L cada una. En ambos modelos de las cámaras se hacen tres llenados diarios. Obteniendo un resultado final de 9,66 m<sup>3</sup>/día.

- Cámara modelo 1:

$$820L \times \frac{3 \text{ llenados}}{\text{día}} \times \frac{1000L}{1m^3} = \frac{2,46 m^3}{\text{día}} \quad (5.1.5.1)$$

- Cámara modelo 2:

$$1200L \times \frac{3 \text{ llenados}}{\text{día}} \times \frac{1000L}{1m^3} \times 2 \text{ cámaras} = 7,2 \text{ m}^3/\text{día} \quad (5.1.5.2)$$

### 5.1.6. Consumo en autoclave

El autoclave requiere de un llenado y vaciado cada 3 ciclos, en función del producto a tratar varía el número de ciclos necesarios. Mediante la aplicación interna de la empresa se ha escogido la semana de mayor producción del año actual. En el pico de producción de 2021 en la fábrica 2 se ha realizado un total de 68 ciclos. Por lo tanto, se promedia 23 llenados al día.

El volumen interno del autoclave determina la capacidad de agua necesaria para llenar el equipo. Finalmente conociendo el volumen del autoclave y la frecuencia de llenado se ha promediado un consumo de 4,86 m<sup>3</sup> diarios.

$$\frac{68 \text{ ciclos}}{1 \text{ semana}} \times \frac{1 \text{ semana}}{7 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ llenado}}{3 \text{ ciclos}} \times 1,5 \text{ m}^3 = \frac{4,86m^3}{\text{día}} \quad (5.1.6.1)$$

### 5.1.7. Consumo en lubricación de bombas y mezcladores

Para el cálculo de consumo en ambos equipos se utilizó una probeta y un cronómetro para obtener una estimación. Se hicieron varias pruebas y se obtuvo un caudal de 400 ml cada 20 segundos. Extrapolando este valor para los 8 grupos de líneas de las fábricas 1 y 2 y teniendo en cuenta que el flujo es constante las 24 horas al día se obtiene el valor de 13,8 m<sup>3</sup>/día.

$$\frac{400ml}{20 \text{ s}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{1 \text{ ml}} \times 24 \text{ horas} = 13,84 \text{ m}^3/\text{día} \quad (5.1.7.1)$$

## 5.2. Consumo total diario

Llegado a este punto, ya se conocen todos los valores promedios de consumo diarios de los diferentes puntos de uso.

En la siguiente tabla se observa un resumen del consumo diario de cada punto de uso.

Tabla 5.2.1 Consumo medio diario de cada puntos de uso.

	<b>Consumo de agua (m<sup>3</sup>/día)</b>
CIP	89,3
Lubricación de bombas y mezcladores	13,8
Llenado de autoclave	4,95
Abastecimiento de calderas	5,56
Puntos de limpieza	6,23
Sala de cítricos	10,9
Cámaras de alta presión	9,66
<b>Consumo total de agua</b>	<b>140,4</b>

Concluido los cálculos de consumo medio de los puntos de uso se obtiene un flujo de 140,4 m<sup>3</sup> diarios.

### 5.3. Obtención de datos de producción

En la obtención del valor de producción está monitorizada y por ende registrada en la aplicación interna de la empresa. Este registro de caudal se realiza a la salida del desgasificador, ya que es el último tratamiento que se realiza al agua. A partir de los valores de los últimos meses se obtiene un promedio de producción de 21 m<sup>3</sup>/hora. Trasladando esta cifra a un valor diario conlleva a 504 m<sup>3</sup>/día.

### 5.4. Balance entre consumo de producción y consumo

Por último, ya conociendo el valor medio de consumo y de producción diarios se calcula el margen actual.

$$504 \frac{m^3}{día} \text{ producida} - 140,4 \frac{m^3}{día} \text{ consumida} = 363,6 \text{ m}^3/\text{día} \quad (5.4.1)$$

Tabla 5.4.1 Balance entre consumo y producción de agua diario.

	<b>Caudal de agua (m<sup>3</sup> /día)</b>
Consumo total	140,4
Producción total	504
<b>Balance final (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>363,6</b>

En resumen, una vez ya realizado el balance entre consumo y producción se observa un margen positivo de 367 m<sup>3</sup> diarios sobrantes de agua.

## **6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN**

Finalizado al cálculo del balance entre producción y consumo de agua y el análisis de todos los puntos de uso y conociendo el funcionamiento de cada uno, se ha desestimado estudiar una alternativa de aumento de producción, puesto que el margen positivo es amplio. Aun así, se han estudiado diversas alternativas de mejora con el fin de reducir el consumo de agua, ya que se han observado puntos de uso donde disminuir el consumo es sencillo. A continuación, se plantean tres alternativas de mejora.

### **6.1. Recirculación en lubricación de bombas y mezcladores**

Como ya se ha comentado en el apartado 3.7, la lubricación de las bombas y los mezcladores de los 8 grupos de línea se lleva a cabo mediante un flujo constante de agua que una vez realizada su función se dirige al desagüe. Esto conlleva un consumo de 13,8 m<sup>3</sup>/día, por consiguiente, se ha diseñado una alternativa a modo de reducir dicho consumo.

Esta consiste en la instalación de un botellón con capacidad de 3 L sin presurizar. Con el fin de obtener un circuito cerrado en el que el flujo de agua se recircule y de este modo manteniendo la premisa de que la lubricación sea continua. En el botellón se integrará un sensor de nivel con el propósito de detectar si el nivel de agua del interior del botellón desciende, ya que, si llega el punto de que el flujo de lubricación es nulo el flujómetro, ya instalado, enviará señal al PLC y parará la producción de esa línea.

A fin de evitar demorar la producción se programará el sensor de nivel para que informe con un aviso en la pantalla del operario de que el nivel de agua ha descendido. En este instante se procederá a revisar alguna posible fuga y posteriormente se llenará el botellón hasta alcanzar el nivel mínimo de agua requerida.

En el momento que el botellón requiera de mantenimiento al utilizarse tubos de silicona no hace falta instalar ningún tipo de válvula, se pinza el tubo manualmente cortando así el flujo de agua y se retira el botellón.

Implementar esta mejora supone un ahorro total del consumo de agua, ya que al ser un sistema cerrado no requiere de un flujo de alimentación. Por lo tanto, se reduciría a 0 m<sup>3</sup>/día.

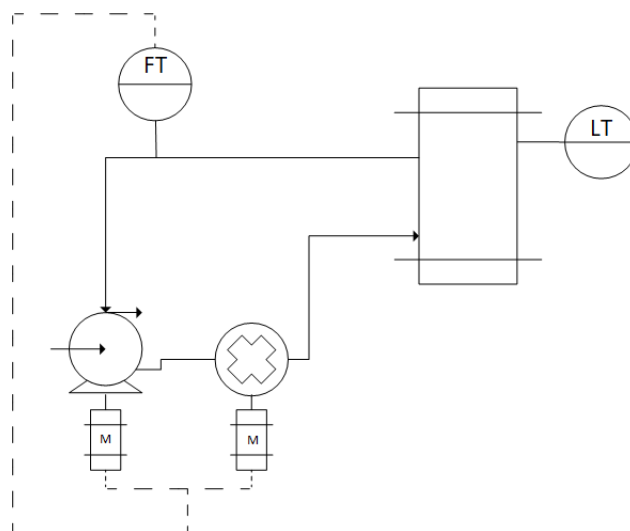


Figura 6.1.1 P&ID del sistema de lubricación diseñado.

A continuación, se ha listado tanto los instrumentos, equipos y materiales necesarios como la cantidad requerida de cada uno. A fin de reducir costes se ha cogido el sensor de nivel modelo *Liquiphant FTL31*, ya que está en stock en el taller (ver figura 6.1.2). Por otro lado, para la obtención del botellón se ha requerido contactar con un proveedor para comprarlo.



Figura 6.1.2 Sensor de nivel (*Liquiphant FTL31*).

Tabla 6.1.1 Listado de equipos e instrumentos nuevos necesarios en fábrica 1 y 2.

Equipo	Unidades / metros
Botellón	8
Sensor de nivel	8
Tubing de aire	25
Racor	16

## 6.2. Agua recuperada en CIP fábrica 3

Como se ha comentado en el apartado 3.1 los programas CIP realizados en la fábrica 3 no se recupera el agua, ocasionando así un consumo de agua diario de 48 m<sup>3</sup>/día, siendo este el 35% del consumo total de agua de todos los puntos de uso.

Por este motivo, se ha estudiado una alternativa de mejora ya que, reduciendo notablemente el consumo se disminuirían drásticamente también los costes.

Esta mejora consiste en la recuperación de agua del enjuague final que será utilizada para hacer el prelavado inicial del próximo CIP, este método de proceder ya se realiza en la fábrica 1.

Actualmente existen dos tanques para CIP en la zona exterior de la fábrica 3, uno de agua tratada y otro que almacena sosa cáustica. Se ha estudiado instalar un tercer tanque adicional para el agua recuperada del último enjuague del CIP. Además se le añaden unas modificaciones en las tuberías para integrar dicho tanque a las dos líneas de retorno del CIP y a las dos salidas.

Con este sistema el agua del enjuague final se almacenará en el tanque de agua recuperada y posteriormente se utilizará esa agua para realizar el primer prelavado del siguiente CIP programado. De este modo se consigue reducir el uso de agua al 50%, siendo así un consumo de 24 m<sup>3</sup>/día.

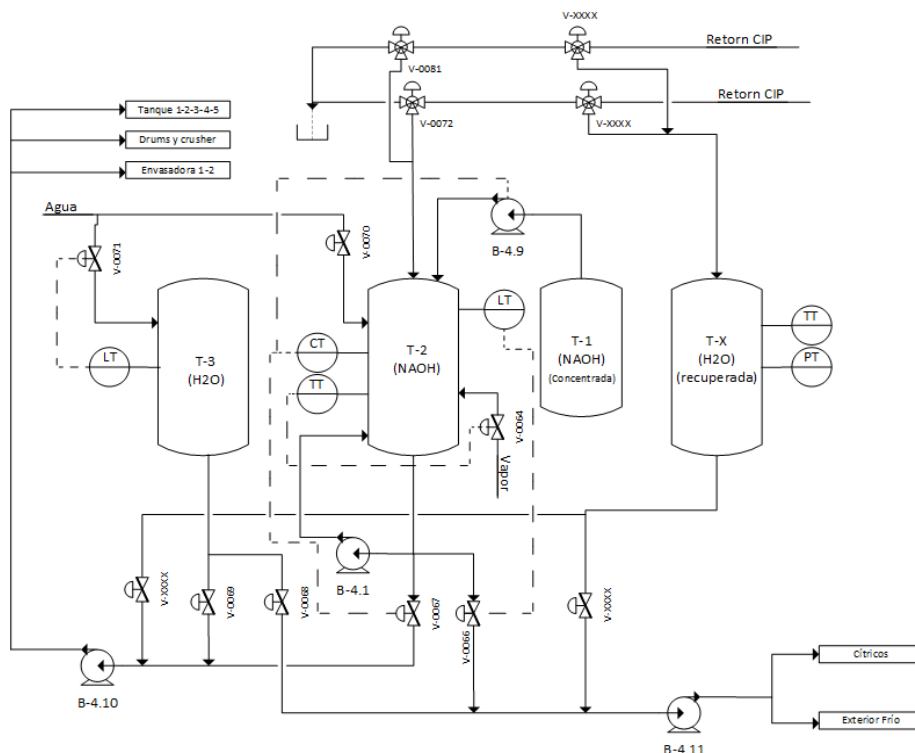


Figura 6.2.1 P&ID del sistema de recuperación de agua en CIP de la fábrica 3.

A continuación, se listan los equipos y las unidades necesarios para implementar esta mejora.

Tabla 6.2.1 Listado de equipos e instrumentos nuevos necesarios en fábrica 3.

Equipo	Unidades / metros
Tanque	1
Sensor de temperatura	1
Manómetro	1
Válvula de mariposa	2
Válvula de asiento simple	2
Codo A-316L	6
Tubería (forma T) A-316L	1
Tubería Inox-314 DN50	14,5

### 6.2.1. Dimensionamiento del tanque de agua recuperada

El tanque de agua recuperada ha sido diseñado con el código ASME para depósitos de presión interna. El material escogido para el diseño es A516 grado 70 ya que, se operará a baja temperatura y con fluidos no corrosivos(Ref. 17).

En primer lugar, se ha dimensionado con el requerimiento de que este debe tener la capacidad de almacenar  $16 \text{ m}^3$  de agua, este será el 80% del volumen total del tanque ( $20 \text{ m}^3$ ). Establecido el volumen máximo se procede a dimensionarlo. Al tratarse de un tanque diseñado para líquidos se ha escogido una estructura con cabezales elipsoidales y cuerpo cilíndrico. Figura 6.2.1.1.

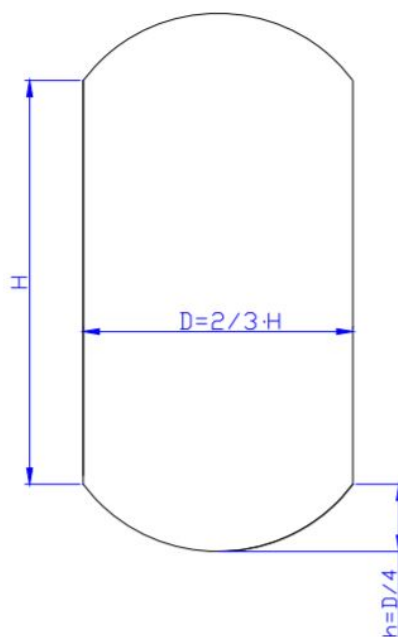


Figura 6.2.1.1 Dimensiones del tanque de agua recuperada.

El volumen total del tanque viene establecido por la siguiente expresión:

$$V_{TOTAL} = 2 \times V_{Cabeza} + V_{Cilindro} \quad (6.2.1.1)$$

Donde:

$$V_{Cabeza} = (\pi \times D^2 \times h) / 6 \quad (6.2.1.2)$$

$$V_{Cilindro} = \pi \times (D/2)^2 \times H_{cil} \quad (6.2.1.3)$$

Se ha fijado el valor requerido del  $V_{TOTAL}$  y se pone en función de  $H_{cil}$  combinando las expresiones comentadas anteriormente.

$$2 \times \frac{\pi \times (\frac{2}{3} \times H_{cil})^2 \times h}{6} + \pi \times (\frac{2}{3} \times H_{cil})^2 \times H_{cil} = 20 \text{m}^3 \quad (6.2.1.4)$$

Obtenido el valor de  $H_{cil}$  se utiliza las expresiones (6.2.1.5) y (6.2.1.6) para obtener las demás variables.

$$D = 2/3 \times H_{cil} \quad (6.2.1.5)$$

$$h = D/4 \quad (6.2.1.6)$$

*Tabla 6.2.1.1 Resultados del cálculo de las variables.*

<b>Variables</b>	<b>Unidades</b>
$H_{cil}$ (m)	3,61
D (m)	2,41
h (m)	0,60
$H_{TOTAL}$ (m)	4,81
$V_{Cabeza}$ (m <sup>3</sup> )	1,82
$V_{Cilindro}$ (m <sup>3</sup> )	16,46
$V_{TOTAL}$ (m <sup>3</sup> )	20

Una vez dimensionado se procede a calcular las condiciones de trabajo y diseño. En primer lugar, se establece la presión de trabajo ( $P_t$ ) a 1,2 bar. Seguidamente se calcula la presión de diseño ( $P_d$ ). Esta es viene dada por la expresión (6.2.1.7).

$$P_d = P_t + 1 \text{ bar} + P_{Columna} \quad (6.2.1.7)$$

$$P_{Columna} = \rho \times g \times h \quad (6.2.1.8)$$

Se ha calculado la altura para las tres secciones en función de la presión de la columna de agua:

$$P_d \text{ cabeza superior} = 1,2 + 1 + 998 \times 9,8 \times 0,6 \times 10^{-5} = 2,25 \text{ bares}$$

$$P_d \text{ cilindro} = 1,2 + 1 + 998 \times 9,8 \times 4,21 \times 10^{-5} = 2,61 \text{ bares}$$

$$P_d \text{ cabeza inferior} = 1,2 + 1 + 998 \times 9,8 \times 4,81 \times 10^{-5} = 2,67 \text{ bares}$$

Seguidamente se ha fijado una temperatura de trabajo ( $T_t$ ) de 25 °C, para el cálculo de la temperatura de diseño ( $T_d$ ) se ha utilizado la siguiente expresión:

$$T_d = T_t + 20^\circ\text{C} \quad (6.2.1.9)$$

Tabla 6.2.1.2 Resultados del cálculo de las condiciones de trabajo y diseño.

Condiciones de trabajo y diseño	Unidades
Pt (bar)	1,2
P <sub>d</sub> cabeza superior (bar)	2,25
P <sub>d</sub> cilindro (bar)	2,61
P <sub>d</sub> cabeza inferior (bar)	2,67
T <sub>t</sub> (°C)	25
T <sub>d</sub> (°C)	45

Seguidamente, se calcula el espesor requerido en función de la presión interior para las dos secciones del tanque, estas son las dos secciones elipsoidales 2:1, de la cabeza superior e inferior y, por otro lado, la sección cilíndrica.

- Espesor cabeza superior e inferior:

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times E - 0,2 \times P} \quad (6.2.1.10)$$

- Espesor sección cilíndrica:

$$t = \frac{P \times R}{S \times E - 0,6 \times P} \quad (6.2.1.11)$$

Donde:

P: Es la presión máxima de trabajo permitida (*MAWP*).

D: Diámetro interno.

R: Radio interno.

S: Tensión máxima admisible (Anexo tabla A1).

E: Eficiencia de las juntas en las soldaduras.

Tabla 6.2.1.3 Valores establecidos para el cálculo de espesor

Variables	Unidades
Diámetro interno (m)	2,41
Radio interno (m)	1,20
S (bar)	1.610
E	0,85

Inicialmente se utiliza la presión de diseño previamente calculada para cada respectiva sección. Por otro lado, la eficiencia de las juntas se ha escogido una soldadura de tipo 1 y realizar una radiografía parcial. De este modo se obtienen los siguientes valores:

- Espesor cabeza superior:

$$t = \frac{2,25 \times 2,41}{2 \times 1.610 \times 0,85 - 0,2 \times 2,25} = 0,0019m \equiv 1,9mm$$

- Espesor cabeza inferior:

$$t = \frac{2,67 \times 2,41}{2 \times 1.610 \times 0,85 - 0,2 \times 2,67} = 0,0024m \equiv 2,4mm$$

- Espesor sección cilíndrica:

$$t = \frac{2,61 \times 1,20}{1.610 \times 0,85 - 0,6 \times 2,61} = 0,0023m \equiv 2,3mm$$

Finalmente, se escoge una placa comercial con un grosor igual o inmediatamente superior al calculado

Tabla 6.2.1.4 Espesores comerciales seleccionados. (Ref. 18)

Sección	Espesor calculado (mm)	Espesor comercial (mm)
S. Cilíndrica	2,3	2,65
S. Cabeza superior	1,90	2,27
S. Cabeza inferior	2,4	2,65

Todas las conexiones del tanque son con una apertura de un diámetro inferior de 60 mm, por este motivo no requieren de refuerzo.

Una vez obtenido los espesores finales se procede a recalcular la expresión 6.2.1.8, esta vez la incógnita será la presión y el valor de esta representará la presión máxima de trabajo permitida (*MAWP*) ya que, esta viene definida por la presión de diseño al punto más elevado del recipiente.

$$MAWP = \frac{2 \times S \times E \times t}{D + 0,2 \times t} \quad (6.2.1.12)$$

$$MAWP = \frac{2 \times 1,610 \times 0,85 \times 0,00227}{2,41 + 0,2 \times 0,00227} = 2,58 \text{ bar}$$

Por último, se calcula la presión a la que se realizara la prueba hidráulica ( $P_p$ ), esta viene dada por la siguiente expresión.

$$P_p = 1,3 \times MAWP \quad (6.2.1.13)$$

$$P_p = 1,3 \times 2,58 = 3,35 \text{ bar}$$

Por lo tanto, la prueba hidráulica se realizará a 3,35 bar.

## VERTICAL TANK DATA SHEET

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	1	GENERAL	Item: Tanque ASME																							
2	2		Service: Almacenamiento de agua recuperada en fábrica 3																							
3	3		Type of roof: Fijo																							
4	4		Capacity 20.000L																							
5	5	OPERAT. COND.	Operating Pressure										1,20	kg/cm2	g											
6	6		Operating Temperature										25	°C												
7	7		Liquid Density										997	kg/m <sup>3</sup>												
8	8		Inlet flow										18,00	m <sup>3</sup> /h												
9	9	Outlet flow										18,00	m <sup>3</sup> /h													
10	10	DESIGN DATA	Design Pressure (eff.)										2,67	kg/cm2												
11	11		Vacuum (abs.)										-	bar												
12	12		Design Temperature										45	°C												
13	13		Corr. Allow.										-	mm												
14	14		Courses:											Nº												
15	15		Joint Eff.										0,85													
16	16		Code:																							
17	17		Radiograph:										Spot	%												
18	18		Stress Relieve: <input type="checkbox"/> Yes Parts:										<input checked="" type="checkbox"/>	No												
19	19		Insulation: <input type="checkbox"/> Yes Thickness (mm.):										<input checked="" type="checkbox"/>	No												
20	20	Fireproofing: <input type="checkbox"/> Yes										<input checked="" type="checkbox"/>	No													
21	21	Sandblast: <input type="checkbox"/> Yes Grade:										<input checked="" type="checkbox"/>	No													
22	22	Paint: <input type="checkbox"/> Yes Parts:										<input checked="" type="checkbox"/>	No													
23	23	Wt. Empty:											kg													
24	24	Wt. Full of product:											kg													
25	25	Wt. Full of water:											kg													
26	26	Hidrostatic Test (eff.)										3,41	kg/cm2	g												
27	27											Thickness (mm.)	Mat'l Class													
28	28	Perimetral ring										2,7	A516 gr 70													
29	29	Shell course																								
30	30	8																								
31	31	7																								
32	32	6																								
33	33	5																								
34	34	4																								
35	35	3																								
36	36	2																								
37	37	1																								
38	38	Roof										2,27	A516 gr 70													
39	39	Bottom										2,65	A516 gr 70													
40	40	Service		Mark		No.		Dia.		Rating																
41	41	Entrada de agua		A		1		53 mm																		
42	42	Salida de agua		B		1		53 mm																		
43	43			C																						
44	44			D																						
45	45			E																						
46	46			F																						
47	47			G																						
48	48			H																						
49	49			I																						
50	50			J																						
51	51			K																						
52	52			L																						
53	53			M																						
54	54			N																						
55	55	NOTES:																								
56	56																									
57	57																									
58	58																									
59	59																									
60	60																									
61	61																									
62	62	0																								
63	63	REV.		03/06/2021		PREP.		APPR.																		
64	64																									

241 cm

361 cm

61 cm

Figura 6.2.1.2 Hoja de especificaciones del tanque de agua recuperada de la fábrica 3.

### 6.3. Agua recuperada en CIP fábrica 2

Del mismo modo que en la fábrica 3 tampoco se recupera el agua de los CIP ocasionando así un derroche de agua innecesario. Para ello se propone una mejora similar a la anterior.

En primer lugar, se añade un tanque para el agua recuperada. Por un lado, este tiene tres líneas de entrada provenientes del retorno del CIP, dos de las dos zonas de procesado de la misma fábrica y otra de la salida del *Cooker*. Por otro lado, salen dos líneas hacia las bombas que impulsan el retorno del CIP hacia la sala de mezclas y posteriormente se recirculará hacia las zonas de procesado y *Cooker* nuevamente.

Integrando esta mejora se consigue reducir el consumo un 50%, de 8 m<sup>3</sup>/día a 4 m<sup>3</sup>/día.

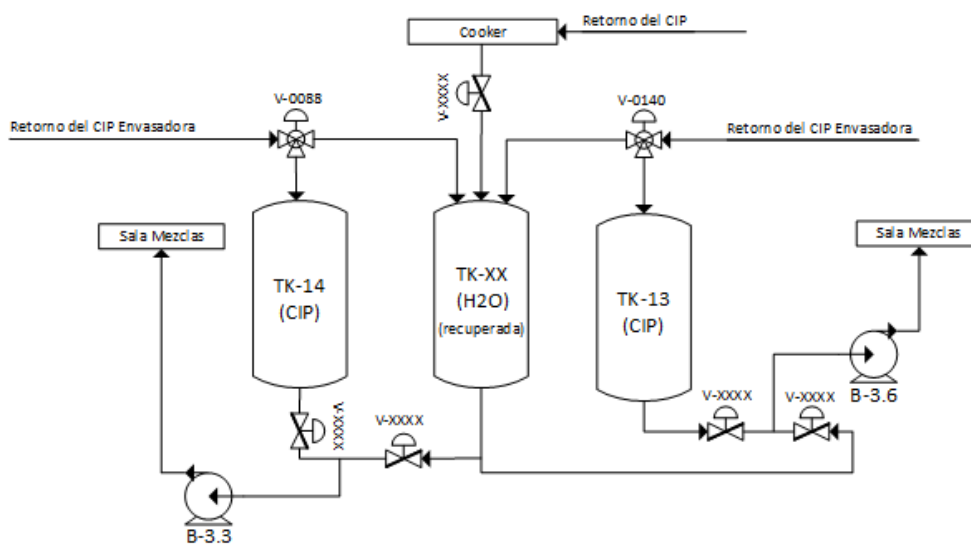


Figura 6.3.1 P&ID del sistema de recuperación de agua en CIP de la fábrica 2.

A continuación, se lista los equipos e instrumentos necesarios para dicha mejora.

Tabla 6.3.1 Listado de equipos e instrumentos nuevos necesarios en fábrica 2.

Equipo	Unidades / metros
Tanque	1
Válvula de mariposa	5
Codo A-316L	14
Tubería (forma T) A-316L	1
Tubería Inox-314 DN50	49

## **7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS**

Ya mencionados los 3 proyectos de mejora es necesario analizar la rentabilidad de cada uno de ellos. Con este fin, en primer lugar, es necesario contabilizar la inversión inicial. Para ello se contactará con los proveedores para conocer el coste de cada equipo e instrumento requerido, a su vez se comprueba si hay stock en el taller de algunos de los instrumentos para de reducir costes.

Por otro lado, se utiliza el método de porcentajes con el fin de calcular los costes directos e indirectos de instalación, ingeniería de detalle, ingeniería de proceso y licencias, la supervisión de construcción, gastos de puesta en marcha y finalmente imprevistos que surjan durante dicha instalación. (Ref. 19)

Una vez se conoce el valor de la inversión inicial se calculará el *Payback* para estimar el tiempo de retorno de inversión del proyecto. Si este es superior a la vida útil del equipo con menor durabilidad se desestimaré el proyecto.

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{CF} \quad (7.1)$$

Además, se calculará el VAN y TIR para comparar los diferentes proyectos y determinar cuál es la mejor inversión y para estudiar la viabilidad y rentabilidad del proyecto de mejora. En el caso del VAN, se fija un tipo de interés exigido a la inversión ( $k$ ) del 15%.

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF}{(1+k)^t} \quad (7.2)$$

$\text{VAN} > 0$ : El proyecto generará beneficios, por lo que se aceptará.

$\text{VAN} = 0$ : El proyecto de inversión no generará ni pérdidas ni beneficios, de este modo se desestimaré el proyecto.

$\text{VAN} < 0$ : El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que se rechazará.

En cuanto a la interpretación de los resultados del cálculo de TIR:

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (7.3)$$

$\text{TIR} > k$ , el proyecto de inversión será aceptado. La tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

$\text{TIR} = k$ , la situación es similar a la que se produce cuando el VAN es igual a cero.

$\text{TIR} < k$ , el proyecto se rechazará. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

Para el cálculo del *Payback* se tienen en cuenta dos factores, como se ha comentado anteriormente por un lado la inversión inicial y, por otro lado, el ahorro de agua y el coste que comporta, de este modo se estima que el *cashflow* será constante en los años, ya que no se tienen los datos suficientes para hipotetizar cómo evolucionará la producción de la planta.

Para el cálculo de ahorro se aproxima que la producción de cada metro cúbico de agua tenía un coste de 4,5€ en 2016, la tasa de inflación desde entonces aumentado un 0,45% en España, por tanto, se estima una subida de 3 céntimos al coste de 2016.(Ref. 20, 21)

### 7.1. Recirculación en lubricación de bombas y mezcladores

En primer lugar, se determina el modelo exacto de cada instrumento y equipo (A.2) y se obtiene el precio de mercado facilitado por el proveedor. Ver tabla 7.1.1.

Tabla 7.1.1 Coste de instrumentación y equipos.

Equipo	Modelo	Uds./ metros	Precio por ud./metro (€)
Botellón	QFS 3L	8	534,00
Sensor de nivel	EH Liquiphant FTL31	8	192,00
Tubing de aire		25	2,68
Racor		16	2,30
<b>Precio total (€)</b>			<b>5.911,80 €</b>

A continuación, se utiliza el método de porcentajes comentado anteriormente para calcular la inversión final que supondría la implementación de la mejora.

Tabla 7.1.2 Cálculo de coste de instalación.

<b>Coste de equipos e instrumentación (A)</b>		<b>5.911,80 €</b>
<b>Costes directos de instalación (B)</b>		
Electricidad		0,10 B
Pintura		0,05 B
Suma de factores	(B= 0,15×A)	886,77 €
<b>Total costes directos (CD)</b>	<b>(A+B)</b>	<b>6.798,57 €</b>
<b>Costes indirectos de instalación (C)</b>		
Ingeniería de detalle (proyecto pequeño)		0,30 C
Construcción		0,40 C
Supervisión de construcción		0,05 C
Gastos de puesta en marcha		0,03 C
Suma de factores	C=0,78×(A+B)	5.302,88 €
<b>Total costes indirectos (CI)</b>		<b>5.302,88 €</b>
<b>Total de costes directos e indirectos (TC)</b>	<b>(CD+CI)</b>	<b>12.101,45 €</b>
Contingencias		0,02 TC
<b>Inversión inicial</b>	<b>TC×1,02</b>	<b>12.343,48 €</b>

Ya conocido el valor de la inversión inicial se procede a calcular el ahorro de agua que supondrá estas modificaciones. Al ser un sistema cerrado del cual no se requiere un flujo continuo, se reduce por completo el consumo de agua ya que, solo se requerirá llenar el botellón inicialmente una sola vez y en ocasiones puntuales como en paradas por mantenimiento.

De este modo se estima que el consumo diario pasa de 13,8 m<sup>3</sup>/día a 0 m<sup>3</sup>/día, esto simboliza un ahorro económico aproximado de 62,1€ diarios, es decir, 22.666€ anuales.

A continuación, se procede a calcular los parámetros financieros comentados anteriormente:

$$\text{Payback} = \frac{12.343}{22.666} = 0,54 \text{ años} \approx 7 \text{ meses}$$

$$\text{VAN} = -12.343 + \frac{22.666}{(1+0,15)} = 7.366,6 \text{ €}$$

$$-12.343 + \frac{22.666}{(1+TIR)} = 0$$

$$TIR = 0,83 \equiv 83\%$$

Tabla 7.1.3 Resumen de los resultados del análisis financiero

Parámetros financieros	Resultado
Payback	7 meses
VAN	7.366,6 €
TIR (i)	83%

## 7.2. Agua recuperada en CIP fábrica 3

En primer lugar, se enumeran los equipos e instrumentos necesarios y la cantidad de cada uno para hacer el cálculo de inversión inicial. Estos valores han sido obtenidos por los proveedores.

Tabla 7.2.1 Coste de instrumentación y equipos.

Equipo	Modelo	Uds./ metros	Precio por ud./metro (€)
Tanque	5.000 L	1	20.000
Sensor de temperatura	MEI analógico ¼"	1	8,68
Manómetro	MEI analógico ¼"	1	11,25
Válvula de mariposa	Bardini ZVF DN50	2	570,30
V. de asiento simple	Bardini BBZP DN50	2	750,41
Codo	A-316L DN50	6	8,06
Tubería (forma T)	A-316L DN50	1	10,38
Tubería	Inox-314 DN50	14,5	10,85
<b>Precio total (€)</b>			<b>22.877,41</b>

Tabla 7.2.2 Cálculo de coste de instalación.

<b>Coste de equipos e instrumentación (A)</b>		<b>22.877,41 €</b>
<b>Costes directos de instalación (B)</b>		
Electricidad		0,10 B
Estructuras		0,10 B
Pintura		0,05 B
Suma de factores	(B= 0,25×A)	5.719,35 €
<b>Total costes directos (CD)</b>	(A+B)	<b>28.596,76 €</b>
<b>Costes indirectos de instalación (C)</b>		
Ingeniería de detalle (proyecto pequeño)		0,40 C
Construcción		0,20 C
Supervisión de construcción		0,10 C
Gastos de puesta en marcha		0,03 C
Suma de factores	C=0,73×(A+B)	20.875,63 €
<b>Total costes indirectos (CI)</b>		<b>20.875,63 €</b>
<b>Total de costes directos e indirectos (TC)</b>	(CD+CI)	<b>49.472,40 €</b>
Contingencias		0,02 TC
<b>Inversión inicial</b>	TC×1,02	<b>50.461,84 €</b>

Ya calculada la inversión, se procede a calcular el ahorro en consumo de agua que supondría. Actualmente en la fábrica 3 se consume aproximadamente 17.520 m<sup>3</sup>/año, implementando esta mejora se reduciría al 50%, es decir, 8.760 m<sup>3</sup> anuales. Estimando que el coste de producción de agua es como se ha comentado con anterioridad de 4,5€/m<sup>3</sup>, se obtiene un ahorro de 39.420€ anuales.

Por último, ya conocidas las dos variables se calcula el tiempo necesario para amortizar la inversión.

$$\text{Payback} = \frac{50.461,84}{39.420} = 1,28 \text{ años} \approx 16 \text{ meses}$$

$$\text{VAN} = -50.461,84 + \frac{39.420}{(1+0,15)} + \frac{39.420}{(1+0,15)^2} = 13.623 \text{ €}$$

$$-50.461,84 + \frac{39.420}{(1+\text{TIR})} = 0$$

$$\text{TIR} = 0,36 \equiv 36\%$$

Tabla 7.2.2 Resumen de los resultados del análisis financiero

<b>Parámetros financieros</b>	<b>Resultado</b>
Payback	16 meses
VAN	13.623 €
TIR (i)	36%

### 7.3. Agua recuperada en CIP fábrica 2

En primer lugar, se listan los equipos e instrumentos necesarios y la cantidad de cada uno. Posteriormente se contacta con los proveedores para la obtención del precio. En el caso del tanque se reutilizará uno que se encuentra en desuso, con el fin de reducir costes, ya que un equipo de estas dimensiones tiene un valor de mercado aproximado de 4.000 €. (Ver figura 7.3.1.)



Figura 7.3.1 Tanque reutilizado para recuperar el agua en CIP de la fábrica 2.

Tabla 7.3.1 Coste de instrumentación y equipos.

Equipo	Modelo	Uds./ metros	Precio por ud. (€)
Tanque	Capacidad 1300L	1	0 (En stock)
Válvula de mariposa	Bardini ZVF DN50	5	570,30
Codo	A-316L DN50	14	8,06
Tubería (forma de T)	A-316L DN50	1	10,38
Tubería	Inox-314 DN50	49	10,85
<b>Precio total (€)</b>			<b>3.506,37</b>

Ya calculado el coste de los equipos e instrumentos se procede a estimar los costes de instalación tanto directos como indirectos. (Ver tabla 7.3.2).

Tabla 7.3.2 Cálculo de coste de instalación.

<b>Coste de equipos e instrumentación (A)</b>		<b>3.506,37 €</b>
<b>Costes directos de instalación (B)</b>		
Electricidad		0,10 B
Estructuras		0,10 B
Suma de factores	(B= 0,20×A)	701,27 €
<b>Total costes directos (CD)</b>	<b>(A+B)</b>	<b>4.207,64 €</b>
<b>Costes indirectos de instalación (C)</b>		
Ingeniería de detalle (proyecto pequeño)		0,40 C
Construcción		0,25 C
Supervisión de construcción		0,10 C
Gastos de puesta en marcha		0,03 C
Suma de factores	C=0,78×(A+B)	3.281,96 €
<b>Total costes indirectos (CI)</b>		<b>3.284,96 €</b>
<b>Total de costes directos e indirectos (TC)</b>	<b>(CD+CI)</b>	<b>7.489,60 €</b>
Contingencias		0,02 TC
<b>Inversión inicial</b>	<b>TC×1,02</b>	<b>7.639,39 €</b>

Una vez conocida la inversión necesaria se calcula la reducción de consumo de agua y por ende el ahorro en costes de tratamientos de agua.

Como se ha comentado con anterioridad recuperar el agua significa un ahorro del 50% de agua, en este caso actualmente se consume en CIP en la fábrica 2 una media de 2.934 m<sup>3</sup> anuales, con esta mejora por lo tanto se reduciría a 1.467 m<sup>3</sup>, multiplicando este valor con el coste de producción de cada metro cúbico de agua se obtiene un ahorro anual de 6.602€.

$$\text{Payback} = \frac{7.639,39}{6.602} = 1,15 \text{ años} \approx 14 \text{ meses}$$

$$\text{VAN} = -7.639,39 + \frac{6.602}{(1+0,15)} + \frac{6.602}{(1+0,15)^2} = 3.093,54 \text{ €}$$

$$-7.639,39 + \frac{6.602}{(1+\text{TIR})} + \frac{6.602}{(1+\text{TIR})^2} = 0$$

$$\text{TIR} = 0,45 \equiv 45\%$$

Tabla 7.3.2 Resumen de los resultados del análisis financiero

<b>Parámetros financieros</b>	<b>Resultado</b>
Payback	14 meses
VAN	3.093 €
TIR (i)	45%

## **8. CONCLUSIONES**

A partir de los P&ID realizados de las tres fábricas de producción, la sala de aguas y la de calderas se ha podido identificar los puntos de consumo de agua más relevantes.

A continuación, se ha efectuado un análisis de cuánto y como se utilizaba el agua tratada para los distintos puntos de uso. Posteriormente se ha decidido que tipos de mejoras requerían de necesidad inmediata y cuáles no.

Dentro del análisis expuesto en la cuantificación de consumos y producción de agua y el posterior balance, se ha determinado que el margen positivo de producción de agua sobre el consumo es suficiente. Por lo tanto no se estudiará en un futuro cercano una mejora en cuanto a un aumento de capacidad de producción.

Por otro lado, si se han observado oportunidades de mejora para reducir el consumo con una baja inversión y un tiempo de retorno inferior a un año.

En primer lugar, se ha concluido mediante el análisis financiero que la mejora en lubricación de bombas y mezcladores es viable ya que, en 7 meses se amortizaría los 7.366,60 €, además en el mismo año de la integración de la mejora ya se estarían generando beneficios. Asimismo la tasa de rendimiento (*i*) calculada (83%) está muy por encima de la tasa mínima de rentabilidad exigida (15%).

En segundo lugar, se ha concluido que la recuperación de agua en los programas CIP de la fábrica 3 es altamente viable ya que, se disminuiría el consumo anual de 51.246 m<sup>3</sup> a 42.486 m<sup>3</sup>, una reducción del 17% de consumo.

Dicha mejora se amortizaría a los 16 meses y en el segundo año ya saldría un balance positivo de beneficios. Por último, la tasa de rendimiento es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida (36% > 15%), por lo tanto se tiene otro indicador de que el proyecto es rentable.

En tercer lugar, se ha concluido que la integración de un tanque para recuperar agua en la fábrica 2 también es viable. Esto es debido a la baja inversión (7.639,39 €) necesaria ya que, se ha decidido reutilizar un tanque que actualmente está en desuso y abarátase mucho los costes de inversión. De este modo en 14 meses se amortizaría el proyecto y una vez más en el segundo año habría ganancias.

Esta fábrica no tiene tanta demanda como las otras dos, por este motivo a pesar de ser la inversión más baja no se saca tanta rentabilidad comparado con las otras dos. Por este mismo motivo no se contempla como la opción de mejora más urgente.

## **9. BIBLIOGRAFIA**

- [1] “¿Qué es la limpieza CIP? Proceso, definición y ventajas.” <https://www.flottweg.com/es/wiki/tecnica-de-separacion/cleaning-in-place-cip/> (accessed May 22, 2021).
- [2] “Sistemas de limpiezas CIP en la industria láctea | Blog sobre seguridad alimentaria.” <https://www.betelgeux.es/blog/2019/09/06/sistemas-de-limpiezas-cip-en-la-industria-lactea/> (accessed May 22, 2021).
- [3] “¿Cómo funciona un sistema de limpieza CIP? - Sagafluid.” [https://sagafluid.com/sistema-limpieza-cip/#Accion\\_quimica](https://sagafluid.com/sistema-limpieza-cip/#Accion_quimica) (accessed May 22, 2021).
- [4] “Unidad de Lavado CIP (Clean In Place) | Bachiller.” <https://bachiller.com/es/unidad-de-lavado-cip/#caracteristicas> (accessed May 22, 2021).
- [5] Versión, “CIP Ácido Cleanity Premium Descripción.” Accessed: May 22, 2021. [Online]. Available: [www.cleanity.com](http://www.cleanity.com)
- [6] “Diseño de Sistemas de Retorno de Condensado en Plantas de Vapor.” <https://vaporparalaindustria.com/disenio-de-sistemas-de-retorno-de-condensado/> (accessed May 22, 2021).
- [7] “Equipos para recuperar condensado en plantas de vapor.” <https://vaporparalaindustria.com/equipos-para-recuperar-condensado-plantas-vapor/> (accessed May 22, 2021).
- [8] “Water spray retort,Cascade retort,Sides spray retort,Automated Batch Retort System-Retort|autoclave|Sterilization production line-DTS.” <https://www.dtszb.cn/Product/Water-spray-retort.html> (accessed May 22, 2021).

- [9] “Homogeneizador YTRON-Z.”  
<https://www.ytron.com/es/productos/homogeneizador-ytron-z> (accessed May 22, 2021).
- [10] R. Marín Galvín, “CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS.”
- [11] “Cómo funciona el carbón activado || Sistemas de Purificación de Agua Humma.” <https://humma.com.ar/como-funciona-el-carbon-activado/> (accessed May 22, 2021).
- [12] “Desinfección del agua con luz ultravioleta | Hidroserver.”  
<https://www.hidroserver.com/desinfeccion-ultravioleta/> (accessed May 22, 2021).
- [13] “OMS | Radiación ultravioleta.”  
[https://www.who.int/topics/ultraviolet\\_radiation/es/](https://www.who.int/topics/ultraviolet_radiation/es/) (accessed May 22, 2021).
- [14] “Ósmosis Inversa y Purificación del Agua | Fluence.”  
<https://www.fluencecorp.com/es/osmosis-inversa-y-purificacion-agua/> (accessed May 22, 2021).
- [15] “pHmetro (Medidor de pH)» TP - Laboratorio Químico.”  
<https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/phmetro.html> (accessed May 22, 2021).
- [16] “Desgasificación Térmica para el tratamiento de aguas de calderas.”  
<https://blog.condorchem.com/desgasificacion-termica/#tipos> (accessed May 22, 2021).
- [17] “Introducció als recipients a pressió Curs 2020-21 Grau d’Enginyeria Química Disseny d’Equips i Instal·lacions.”
- [18] “Calibres de Láminas y perfiles de acero - Aceros Crea.”  
<https://aceroscrea.com/articulos/calibres/> (accessed Jun. 05, 2021).

- [19] E. J. Económicas Arturo Vizcaíno, “PROYECTOS DE INGENIERÍA.”
- [20] “Precio de los diferentes tratamientos de agua,” Apr. 2016.  
[https://campusvirtual.urv.cat/pluginfile.php/3633114/mod\\_resource/content/1/preus%20energies%202016\\_04.pdf](https://campusvirtual.urv.cat/pluginfile.php/3633114/mod_resource/content/1/preus%20energies%202016_04.pdf) (accessed May 30, 2021).
- [21] “• Tasa de inflación España 2011-2021 | Statista.”  
<https://es.statista.com/estadisticas/495620/tasa-de-inflacion-en-espana/>  
(accessed Jun. 01, 2021).

# **ANEXOS**

## A.1 Materiales código ASME Tabla A3

**Table A-3**  
**Basic Allowable Stresses in Tension for Metals (Metric)**  
**- Carbon Steel**

Nominal Composition	Product Form	Spec. No.	Type/ Grade	UNS No.	Class/ Condition/ Temper	Size, mm	P-No. or S-No. [Note (5)]	Notes	Min. Temperature, °C [Note (6)]	Min. Tensile Strength, MPa	Min. Yield Strength, MPa	Max. Use Temperature, °C
Carbon steel	Pipe	A 134	...	...	...	...	S-1	(2)(8a)(8c)	-30	359	228	204
Carbon steel	Pipe	A 134	...	...	...	...	S-1	(2)(8a)(8c)	-30	365	248	204
Carbon steel	Pipe	A 134	...	...	...	...	1	(2)(8a)(8c)	-30	379	276	204
Carbon steel	Pipe	A 134	...	...	...	...	1	(2)(8a)(8c)	-30	400	248	204
Carbon steel	Pipe	A 134	...	...	...	...	1	(2)(8a)(8c)	-30	414	228	149
Carbon steel	Pipe	A 134	...	...	...	...	S-1	(2)(8a)(8c)	-30	414	310	204
Carbon steel	Pipe	A 134	...	...	...	...	1	(2)(8a)(8c)	-30	448	345	204
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 285	A	K01700	...	...	1	(57)(59)	B	310	165	593
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 285	B	K02200	...	...	1	(57)(59)	B	345	186	593
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 516	55	K01800	...	...	1	(57)	C	379	207	454
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 285	C	K02801	...	...	1	(57)(59)	A	379	207	593
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 516	60	K02100	...	...	1	(57)	C	414	221	454
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 515	60	K02401	...	...	1	(57)	B	414	221	538
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 516	65	K02403	...	...	1	(57)	B	448	241	454
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 515	65	K02800	...	...	1	(57)	A	448	241	538
Carbon steel	Plate, bar, shapes, sheet	A 516	70	K02700	...	...	1	(57)	B	483	262	454

**Table A-3  
Basic Allowable Stresses in Tension for Metals (Metric)  
- Carbon Steel**

Basic Allowable Stress, S, MPa, at Metal Temperature, °C																							
Spec. No.	40	65	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
A 134	120	120	120	120	120	120	120	120	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A 134	122	122	122	122	122	122	122	122	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A 134	126	126	126	126	126	126	126	126	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A 134	133	133	133	133	133	133	133	133	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A 134	138	138	138	136	134	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A 134	138	138	138	138	138	138	138	138	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A 134	149	149	149	149	149	149	149	149	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
A 285	103	103	101	98.9	97.5	96.1	94.6	92.8	90.8	88.5	86.1	83.6	81.1	78.6	73.3	64.0	55.8	43.9	31.7	21.4	14.2	9.40	6.89
A 285	115	115	113	111	110	108	106	104	102	99.6	96.9	94.1	91.2	84.3	73.3	64.0	55.8	43.9	31.7	21.4	14.2	9.40	6.89
A 516	126	126	126	124	122	120	118	116	113	111	108	105	101	98.3	89.0	75.3	62.1	60.0	...	...	...	...	...
A 285	126	126	126	124	122	120	118	116	113	111	108	105	101	98.3	89.0	75.3	62.1	45.0	31.7	21.4	14.2	9.40	6.89
A 516	138	138	134	132	130	128	126	124	121	118	115	111	108	105	95.1	79.5	62.6	60.0	...	...	...	...	...
A 515	138	138	134	132	130	128	126	124	121	118	115	111	108	105	95.1	79.5	62.6	45.0	31.7	21.4	17.2	...	...
A 516	149	149	147	144	142	140	138	135	132	129	126	122	118	113	95.1	79.5	64.4	62.1	...	...	...	...	...
A 515	149	149	147	144	142	140	138	135	132	129	126	122	118	113	95.1	79.5	64.4	47.7	32.5	21.4	17.2	...	...
A 516	161	161	159	157	154	152	150	147	144	140	136	132	128	122	101	83.8	66.8	64.1	...	...	...	...	...

## A.2 Ficha técnica de instrumentación y equipos

TI01147F/23/ES/04.21  
71520204  
2021-01-26

Products

Solutions

Services

# Información técnica Liquiphant FTL31

Vibronic



## Interruptor de nivel puntual para líquidos

### Aplicación

El Liquiphant FTL31 es un interruptor de nivel puntual para líquidos que se usa en tanques, depósitos y tuberías.

Se usa como protección contra sobrellenado o para proteger las bombas en sistemas de limpieza y filtrado, así como en depósitos de refrigeración y lubricación, por ejemplo.

Ideal para aplicaciones en las que hasta ahora se venían usando interruptores de flotador o sensores conductivos, capacitivos y ópticos. El Liquiphant FTL31 también funciona en áreas en las que estos principios de medición no resultan adecuados debido a la conductividad, adherencias, turbulencias, condiciones del flujo o burbujas de aire.

El Liquiphant FTL31 se puede usar para temperaturas de proceso de hasta:

- 100 °C (212 °F)
- 150 °C (302 °F)

No es adecuado para áreas de peligro.

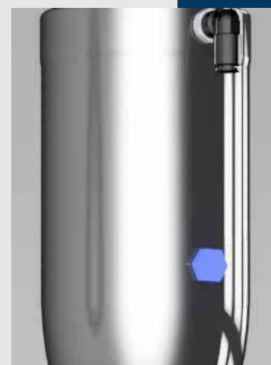
Se recomienda el uso del Liquiphant FTL33 para áreas higiénicas.

### Ventajas

- Funcionamiento seguro, fiabilidad y posibilidad de aplicación universal gracias al principio de medición basado en el uso del diapasón
- Robusta caja de acero inoxidable (316L), disponible opcionalmente con conector M12x1 con protección IP69
- Prueba externa de funcionamiento con imán de test
- Posibilidad de comprobación de funciones en planta gracias a la indicación mediante LED
- Diseño compacto que facilita la instalación, incluso en condiciones de confinamiento o áreas de difícil acceso

## Características de funcionamiento

<b>Condiciones de funcionamiento de referencia</b>	Temperatura ambiente:	+25 °C (+77 °F)
	Presión de proceso:	1 bar (14,5 psi)
	Fluido:	Agua (densidad: aprox. 1 g/cm <sup>3</sup> , viscosidad 1 mm <sup>2</sup> /s)
	Temperatura del producto:	25 °C (77 °F)
	Ajuste de densidad:	> 0,7 g/cm <sup>3</sup>
	Retardo temporal de la conmutación:	Estándar (0,5 s, 1 s)
<b>Punto de conmutación</b>	13 mm (0,51 in)±1 mm	
<b>Histéresis</b>	máx. 3 mm (0,12 in)	
<b>No repetibilidad</b>	±1 mm (0,04 in) de conformidad con DIN 61298-2	
<b>Influencia de la temperatura ambiente</b>	Insignificante	
<b>Influencia de la temperatura del producto</b>	-25 µm (984 µin)/°C	
<b>Influencia de la presión del producto</b>	-20 µm (787 µin)/bar	
<b>Retardo de conmutación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 0,5 s cuando el diapasón está cubierto</li> <li>■ 1,0 s cuando el diapasón está descubierto</li> <li>■ Disponible opcionalmente: 0,2 s; 1,5 s o 5 s (cuando el diapasón está cubierto y cuando está descubierto)</li> </ul>	
<b>Retardo de encendido</b>	máx. 3 s	
<b>Frecuencia de medición</b>	aprox. 1 100 Hz en aire	
<b>Error medido</b>	En caso de cambio de equipo: ±2 mm (0,08 in) según DIN 61298-2	

**Manual de instrucciones, uso y mantenimiento****VÁLVULA DE MARIPOSA  
NEUMÁTICA****ZVF****Bardiani Valvole S.p.A.**

Via G. di Vittorio, 50/52 - 43045 Fornovo di Taro (PR) - Italia  
tel. +39 0525 400044 - fax +39 0525 3408  
bardiani@bardiani.com - www.bardiani.com

## 3 Datos técnicos



### 3 Datos técnicos

DATOS DE LA VÁLVULA	
Presión máxima	10 bar
Temperatura de almacenamiento	De -10 °C a 25 °C
Material en contacto con el producto	AISI 316L (1.4404). Comprobar la resistencia a la corrosión por acción de los productos y los detergentes.
Material de juntas en contacto con el producto	EPDM, FKM, MVQ, HNBR y otras juntas bajo pedido. Comprobar la compatibilidad con los productos y los detergentes.
Acabado superficial en contacto con el producto,	Ra 0.8 µm. Otros acabados bajo pedido.

DATOS DE ACTUADOR NEUMÁTICO	
Conexiones	1/8" (BSP)
Presión de aire	De 6 bar a 8 bar
Material	AISI 304L
Material de las juntas	HNBR
Alimentación eléctrica	Ver Giotto Top

COMPATIBILIDAD DEL MATERIAL DE LAS JUNTAS				
Producto	EPDM	FKM	HNBR	MVQ
Temperatura (aplicación con aire)	De -10 °C a 25 +140 °C	De -10 °C a 25 +200°C	De -10 °C a 25 +130°C	De -70 °C a 25 +230°C
Soda cáustica 2%	60 °C	30°C	Por verificar	No idóneo
Ácido nítrico 2%	60 °C	80°C	Por verificar	No idóneo
Vapor saturado 125 °C	Idóneo	Por verificar	Idóneo	No idóneo
Grasas	No idóneo	Idóneo	Idóneo	No idóneo
Alcoholes	Idóneo	No idóneo	Idóneo	Idóneo

**La válvula es conforme con la Directiva PED 2014/68/UE, en especial el Anexo III, Módulo A relativo al Control de Fabricación interno como se indica en el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad.**

Válvulas con DN25 o inferior no incluidas de acuerdo con el Artículo 4 apartado 3.

Las válvulas destinadas a gases, gases líquidos, gases disueltos a presión, vapor y líquidos cuya tensión de vapor a la temperatura máxima admitida supere en 0,5 bar la presión atmosférica normal (1.013 mbar) están incluidas en los siguientes límites:

- las válvulas con DN de 32 a 100 (incluidos) con fluidos del grupo 1;
- las válvulas con DN125 o superior con fluidos del grupo 2.

En caso de duda, contactar con Bardiani Valvole S.p.A.

**Manual de instrucciones, uso y mantenimiento****VÁLVULA DE ASIENTO SIMPLE**  
**BBZP - BBZR - BBZT**  
**BBYP - BBYR - BBYT****Bardiani Valvole S.p.A.**

Via G. di Vittorio, 50/52 - 43045 Fornovo di Taro (PR) - Italia  
tel. +39 0525 400044 - fax +39 0525 3408  
bardiani@bardiani.com - www.bardiani.com

### 3 Datos técnicos

DATOS DE LA VÁLVULA	
Presión máxima	PN10
Presión máxima de estanqueidad	Ver el catálogo
Temperatura de almacenamiento	De -10 °C a +25 °C
Material en contacto con el producto	AISI 316L (1.4404). Comprobar la resistencia a la corrosión por acción de los productos y los detergentes.
Material de juntas en contacto con el producto	EPDM, FKM, HNBR, otras juntas bajo pedido. Comprobar la compatibilidad con los productos y los detergentes.
Acabado superficial en contacto con el producto,	Ra 0.8 µm. Otros acabados bajo pedido.

DATOS DE LA BARRERA DE VAPOR	
Conexiones	1/8" BSP
Temperatura máxima del vapor	130 °C (266 °F)
Material de las juntas	FKM

DATOS DEL ACTUADOR NEUMÁTICO	
Conexiones	1/8" BSP
Dimensiones de los tubos	6 mm de diámetro exterior, 4 mm de diámetro interior
Presión de aire	de 6 bar (87 psi) a 8 bar (116 psi)
Calidad del aire	Clase 2, 4, 3 ISO8573-1
Material exterior	AISI 304L (1.4307)
Juntas	NBR
Ruido	76 dB
Alimentación eléctrica	Ver Giotto Top

COMPATIBILIDAD DEL MATERIAL DE LAS JUNTAS				
Producto	EPDM	FKM	HNBR	MVQ
Temperatura (aplicación con aire)	De -10 °C a +140 °C	De -10 °C a +200°C	De -10 °C a +130°C	De -70 °C a +230°C
Soda cáustica 2%	60 °C	30°C	Por verificar	No idóneo
Ácido nítrico 2%	60 °C	80°C	Por verificar	No idóneo
Vapor saturado 125 °C	Idóneo	Por verificar	Idóneo	No idóneo
Grasas	No idóneo	Idóneo	Idóneo	No idóneo
Alcoholes	Idóneo	No idóneo	Idóneo	Idóneo

**La válvula es conforme con la Directiva PED 2014/68/UE, en especial el Anexo III, Módulo A relativo al Control de Fabricación interno como se indica en el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad.**

Válvulas con DN25 o inferior no incluidas de acuerdo con el Artículo 4 apartado 3.

Las válvulas destinadas a gases, gases líquidos, gases disueltos a presión, vapor y líquidos cuya tensión de vapor a la temperatura máxima admitida supere en 0,5 bar la presión atmosférica normal (1.013 mbar) están incluidas en los siguientes límites:

- las válvulas con DN de 32 a 100 (incluidos) con fluidos del grupo 1;
- las válvulas con DN125 o superior con fluidos del grupo 2.

En caso de duda, contactar con Bardiani Valvole S.p.A.

**MANOMETROS ESTÁNDAR  
DN 40, 50, 63, 80, 100 Y 150**
**MANÓMETROS ESTÁNDAR DN 40, 50 Y 63**

Utilizables con fluidos líquidos o gaseosos que no ataquen químicamente las aleaciones de cobre, no presenten una viscosidad elevada y no cristalicen.

Su aplicación preferente es en circuitos neumáticos e hidráulicos, compresores, filtros, reguladores de presión, técnica de clima y calefacción, y técnica sanitaria.

Son fiables y económicos y fabricados según EN-837-1 Cumplen norma CE, directiva de equipos a presión 2014/68/UE, PS> 200 bar; modulo A, accesorio a presión.

**Características constructivas y funcionales**
**Precisión:**

Ø40 Clase 2,5 según EN 837-1.  
Resto de Ø Clase 1,6 según EN 837-1.

**Rangos:** -1..0 a 0..40 bar para DN 40 y DN 50, -1..0 a 0..400 bar para DN 63, 0..600 bar para DN80,100 y 150 mm. ó cualquier otra unidad equivalente de presión ó vacío, rangos estándar según DIN 16 128.

**Temperatura ambiente:** -20...+60°C.

**Temperatura del fluido de proceso:** máx. +60° C.

**Error por Temperatura:**

Error adicional cuando la temperatura del elemento sensible se desvía de 20°C. +/- 0,4 % cada 10 °C de variación.

**Presión de trabajo:**

Máx. 75% del V.F.E.

**Sobrepresión temporal:** No aplicable.

**Racord de conexión a proceso:** En latón.

**Muelle tubular:**

De bronce fosforoso en "C" para escalas  $\geq 40$  bar en espiral para escalas  $> 40$  bar.

**Caja:** Ø40,50 y 63 mm en plástico ABS. Resto diámetros acero pintado en negro

**Visor:** Ø40,50 y 63 mm en plástico transparente. Resto de diámetros en cristal

**Mecanismo:** En latón.

**Aguja indicadora:** en aluminio lacado negro.

**Otras opciones:**

Soldadura en aleación estaño-plata.  
Visor de cristal.  
Otros rangos de presión.  
Otras conexiones  
Cajas de acero pintadas en negro  
Otras escalas como m.c.a, psi, MPa, etc  
Agujas rojas y con sector verde en visor

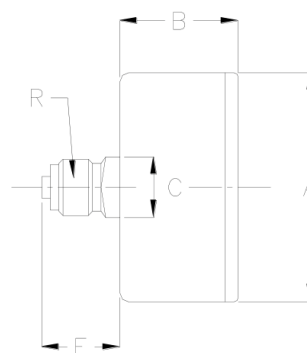
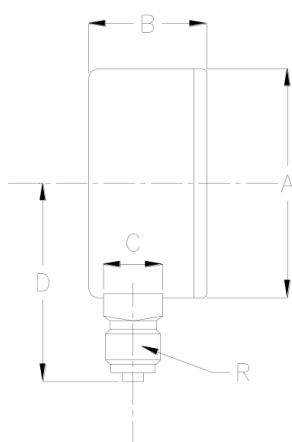


Esta publicación no pretende sentar las bases de un contrato y la empresa se reserva el derecho de modificar sin previo aviso el diseño y las especificaciones de los instrumentos, de acuerdo con su política de continuo desarrollo.

**MEI Manometría e Instrumentación, s.l.**

**Pol. Ind. "Gelidense" 3, nave 19 E-08790 Gelida Barcelona**

**Tf. +34 937 083 110 Fax. +34 937 083 109 www.mei.es e-mail: comercial@mei.es**

**DIMENSIONES**


TIPO RADIAL					
DN	A	B	C	D	R
40	42	25	11x11	27,5	1/8"
50	53	28	14x14	48	1/4"
63	63,5	28	14x14	51	1/4"
80	80	35	22x22	62	1/2"
100	100	35	22x22	72	1/2"
150	150	45	22x22	97	1/2"

**DIMENSIONES  
(mm)**

TIPO DORSAL					
DN	A	B	C	E	R
40	42	25	11x11	14	1/8"
50	53	28	14x14	19	1/4"
63	63,5	28	14x14	19	1/4"

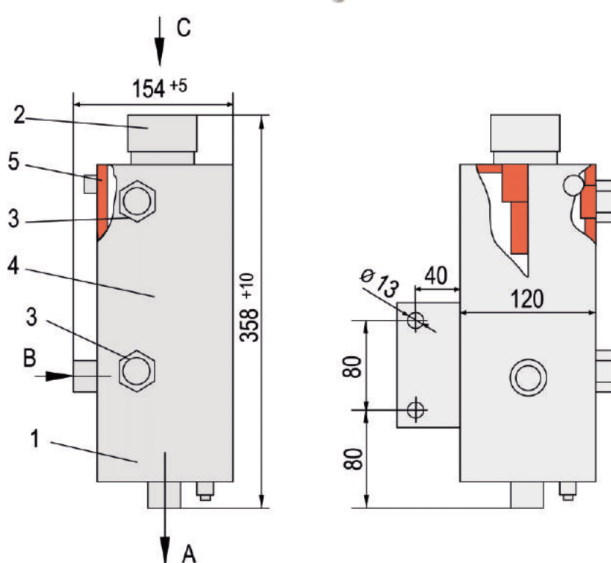
Esta publicación no pretende sentar las bases de un contrato y la empresa se reserva el derecho de modificar sin previo aviso el diseño y las especificaciones de los instrumentos, de acuerdo con su política de continuo desarrollo.

**MEI Manometría e Instrumentación, s.l.**

Pol. Ind. "Gelidense" 3, nave 19 E-08790 Gelida Barcelona

Tf. +34 937 083 110 Fax. +34 937 083 109 [www.mei.es](http://www.mei.es) e-mail: [comercial@mei.es](mailto:comercial@mei.es)

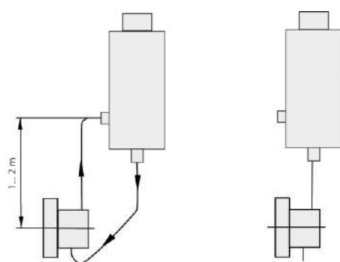
## QFS 2000



Item	Descripción
1	Tanque de almacenamiento (Capacidad 3 l)
2	Filtro de entrada con tapa ventilada
3	Interruptor de cristal / nivel
4	Placa de nombre
5	Desbordado G 1/8

Conexiones	
A	Al sello mecánico
B	Desde sello mecánico
C	Relleno

## Instalación, Detalles, Opciones



## Descripción funcional

Se emplean sistemas de fluido de enfriamiento: para absorber las fugas, para controlar la velocidad de fuga (por ejemplo, mediante la lectura periódica del nivel en el tanque), para lubricar y enfriar el sello mecánico externo en una disposición en tándem, para prevenir la formación de hielo, para proteger contra el funcionamiento en seco, para estabilizar la película lubricante, para excluir el aire del medio con el fin de evitar una reacción con el oxígeno en el aire

## Descripción

El tanque de acero inoxidable QFS 2000 está equipado con visores para monitorear el nivel MIN / MAX y se puede sujetar con un accesorio de sujeción. El desbordamiento de fugas puede descargarse selectivamente. Circulación según API 682 / ISO 21049: Plan 51, Plan 52. Los sistemas de suministro de líquido de enfriamiento se utilizan para lubricar sellos mecánicos simples o en tándem. El intercambio de fluido se da en el principio de termosifón o circulación forzada, con una bomba externa.

## Características técnicas

Disponible en una gama de diferentes combinaciones de materiales, es adecuado para una amplia gama de condiciones de funcionamiento difíciles. Depósito de acero 1.4571: alta resistencia a los medios corrosivos. Desbordamiento integrado para la descarga selectiva de fugas. Adicionalmente o alternativamente al visor, es posible utilizar un interruptor de nivel para controlar el volumen del fluido. Filtro combinado de llenado y ventilación en el tanque de refrigerante para un funcionamiento fiable. Diseño para temperaturas medias de hasta +200 °C (+392 °F).

## Notas

Instale el depósito del refrigerante aprox. 1 a 2 m (3.3 a 6.6 pies) por encima del sello mecánico. Instale los tubos de conexión al sello mecánico con baja resistencia. Las tuberías deben ventilarse automáticamente en la dirección del tanque. Es imperativo evitar bolsas de aire. El relleno mínimo debe estar siempre por encima del conector de conexión lateral (en el caso del principio de termosifón). Los sistemas de fluido de enfriamiento pueden ser operados en dos modos diferentes:

Silenciamiento de punto muerto (Plan 51):

Apague el líquido de un tanque elevado. La característica de este principio es que no hay calor disipado por el sistema.

Circulación (Plan 52):

Apagar el líquido de un tanque elevado; Tanque externo, sin presión; Termosifón o circulación forzada. En este caso el calor es disipado por la circulación. Sin embargo, la capacidad de enfriamiento por convección es mínima.

## Aplicaciones recomendadas

Industria química  
Industria de procesamiento de alimentos  
Industria farmacéutica