



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**Sistema de limpieza CIP en una industria  
de fabricación de embutidos**

**Autor:**

**Revilla Romero, Diego**

**Tutor:**

**Rodríguez García, Félix Joaquín  
Química analítica**

**Valladolid, Septiembre de 2018.**



---

**Universidad de Valladolid**



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



## ÍNDICE

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	11
ÍNDICE DE TABLAS .....	13
ÍNDICE DE PLANOS .....	15
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	17
1.- PRESENTACIÓN DEL TRABAJO .....	19
2.- OBJETIVO DEL TRABAJO .....	19
3.- FÁBRICA DE EMBUTIDOS .....	20
3.1.- Materiales utilizados en la elaboración de embutidos .....	20
3.2.- Proceso de elaboración de embutidos.....	21
4.- REQUISITOS EN LA LIMPIEZA DENTRO DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA ...	24
4.1.- Operaciones preliminares .....	25
4.2.- Zonas y espacios de limpieza para industria alimentaria.....	25
4.3.- Clasificación de las zonas de limpieza .....	26
4.4.- Productos de limpieza .....	26
4.5.- Procedimientos para llevar a cabo la limpieza.....	29
4.6.- Aspectos específicos de una fábrica de embutidos.....	30
5.- SISTEMA DE LIMPIEZA CIP .....	33
5.1.- Antecedentes .....	33
5.2.- Definición del sistema CIP .....	33
5.3.- Factores significativos del CIP .....	34
5.4.- Objetivos del sistema CIP.....	36
5.5.- Etapas dentro del proceso de limpieza.....	37
5.6.- Elementos de un CIP .....	37
5.7.- Limpieza de cañerías y de tanques.....	38
5.8.- Dispositivos de limpieza .....	40
5.9.- Instalación de un sistema CIP .....	41
5.10.- Ventajas de los sistemas CIP.....	41
6.- FÁBRICA DE REFERENCIA.....	41
6.1.- Situación y emplazamiento .....	41
6.2.- Descripción del edificio industrial .....	42



7.- REDISEÑO DE LA FÁBRICA .....	43
7.1.- Descripción del edificio rediseñado .....	44
7.2.- Características del edificio rediseñado .....	46
8.- CONFIGURACIÓN CIP ELEGIDA PARA LA FÁBRICA .....	47
9.- SOLUCIONES DE LIMPIEZA.....	48
9.1.- Agua .....	49
9.1.1.- Generalidades y composición .....	49
9.1.2.- Especificaciones del agua industrial .....	50
9.1.3.- Influencia del contenido y actividad del agua en la desinfección térmica.....	51
9.2.- Solución alcalina.....	51
9.3.- Solución ácida.....	55
9.4.- Influencia del pH.....	57
9.5.- Frecuencia de empleo y duración de las soluciones limpiadoras.....	57
9.6.- Regeneración de las soluciones de limpieza.....	57
10.- ALMACENAMIENTO DE LAS SOLUCIONES .....	58
11.- TRATAMIENTO DE RESIDUOS .....	60
11.1.- Identificación y clasificación de los residuos .....	60
11.1.1.- Fichas de Datos de Seguridad.....	62
11.1.2.- Etiquetas .....	62
11.1.3.- Pictograma de peligrosidad .....	63
11.2.- Manipulación y acondicionamiento .....	64
11.2.1.- Operación de trasvase .....	64
11.3.- Almacenamiento temporal .....	65
11.4.- Gestión de residuos .....	65
12.- DISEÑO SISTEMA CIP .....	66
12.1.- Material de la instalación .....	66
12.2.- Dispositivos pulverizadores .....	66
12.2.1.- Tipos de sprayballs.....	67
12.2.2.- Sprayballs elegidos para la instalación .....	67
12.2.3.- Flujo volumétrico en el sistema.....	70
12.2.4.- Validación de los sprayballs .....	70
12.3.- Etapa de pre-enjuague.....	70
12.3.1.- Diseño del depósito de agua bruta .....	70



12.3.2.- Selección del sistema de calentamiento.....	74
12.3.3.- Selección de la bomba para abastecimiento de agua de red.....	76
12.3.4.- Selección de sistemas de control .....	77
12.4.- Etapa de limpieza alcalina.....	80
12.4.1.- Diseño del depósito de almacenamiento de la solución alcalina (Similar al tanque de pre-enjuague).....	81
12.4.2.- Selección del sistema de calentamiento.....	84
12.4.3.- Selección de la bomba para trasvase del detergente alcalino ...	86
12.4.4.- Selección de sistemas de control .....	86
12.5.- Etapa de enjuague intermedio .....	87
12.5.1.- Diseño del depósito de almacenamiento de agua recuperada ..	87
12.5.2.- Selección del sistema de calentamiento.....	87
12.5.3.- Selección de sistemas de control .....	87
12.6.- Etapa de limpieza ácida.....	88
12.6.1.- Diseño del depósito de almacenamiento de la solución ácida (Similar al tanque de pre-enjuague).....	88
12.6.2.- Selección del sistema de calentamiento.....	88
12.6.3.- Selección de la bomba para trasvase del detergente ácido.....	89
12.6.4.- Selección de sistemas de control .....	89
12.7.- Etapa de enjuague final .....	90
12.8.- Selección de bombas de mando de CIP .....	90
12.8.1.- Selección de bomba de impulsión para el circuito 0 (tanque de agua bruta).....	94
12.8.2.- Selección de bomba de impulsión para el circuito 1 (tanque de solución alcalina).....	95
12.8.3.- Selección de bomba de impulsión para el circuito 2 (tanque de solución ácida).....	96
12.8.4.- Selección de bomba de impulsión para el circuito 3 (tanque de agua recuperada).....	96
12.9.- Selección de bombas de retorno de CIP.....	96
12.9.1.- Selección de bomba de retorno para el circuito 1 (tanque de solución alcalina).....	97
12.9.2.- Selección de bomba de retorno para el circuito 2 (tanque de solución ácida).....	98
12.9.3.- Selección de bomba de retorno para el circuito 3 (tanque de agua recuperada).....	98



12.10.- Dispositivos circuito de impulsión .....	98
12.10.1.- Válvula reguladora de presión para limpieza simultánea de 2 máquinas.....	99
12.10.2.- Válvula reguladora de presión para limpieza de 1 sólo máquina. ....	100
12.11.- Dispositivos circuito de retorno.....	100
12.12.- Diseño de tuberías.....	101
12.13.- Selección del PLC.....	102
12.13.1.- Accionamiento de las bombas por medio del módulo lógico.	104
13.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	105
13.1.- Leyenda accesorios de mando y control .....	105
13.2.- Funcionamiento del sistema .....	106
13.2.1.- Etapa de pre-enjuague.....	107
13.2.2.- Etapa de limpieza alcalina (básica). ....	108
13.2.3.- Etapa de enjuague intermedio .....	109
13.2.4.- Etapa de limpieza ácida.....	110
13.2.5.- Etapa de enjuague final .....	111
14.- VALORACIÓN ECONÓMICA .....	112
14.1.- Determinación de los costos materiales .....	112
15.- PLANOS .....	115
16.- CONCLUSIONES.....	117
ANEXO N° 1: FICHAS E INFORMACIÓN TÉCNICA .....	119
BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	139



## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

Vac	Corriente alterna
Hz	Hertzios
CV	Caballos de vapor
h	Hora
HRB	Dureza Brinell
Kg	Kilogramo
Pa	Pascal
W	Watio
l	Longitud
m	Metro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
A	Amperio
mm	Milímetro
Pa	Pascal
p	Presión
"	Pulgada
s	Segundo
$\Delta p$	Incremento de presión
°C	Grado centígrado
f	Factor de fricción
h	Altura; pérdida de carga
k <sub>l</sub>	Coeficiente de pérdida o coeficiente de resistencia
K	Grado kelvin
n	Factor de seguridad
Q	Caudal / Energía calorífica
$\rho$	Densidad
$\phi$	Diámetro



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

$\Delta T$	Incremento de temperatura
$\sigma$	Esfuerzo normal
$\pi$	Número Pi
Re	Número de Reynolds
T	Temperatura
t	Tiempo
$\mu$	Viscosidad dinámica / Micro
v	Velocidad
V	Volumen / Voltaje
cm	Centímetros
g	Gramo / Gravedad
m	Mili
l	Litro
D	Diámetro
°	Grados
min	Minutos
e	Espesor
$C_p$	Calor específico
J	Julio
mol	Moles
m	Masa
$\dot{m}$	Flujo másico
$\dot{V}$	Flujo volumétrico
P	Potencia
mca	Metro columna de agua
A	Área
z	Altura
$\epsilon$	Rugosidad absoluta



A lo largo del presente trabajo se encontrarán igualmente las siguientes siglas:

APPCC	Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico
R.D	Real Decreto
QAC	Compuestos de Amonio Cuaternario
CIP	Cleaning in Place (limpieza “in situ”)
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
FDN	Ficha de Divulgación Normativa
APQ	Almacenamiento de Productos Químicos
ITC	Instrucciones Técnicas Complementarias
FDS	Ficha de Datos de Seguridad
EPI	Equipo de Protección Individual



---

**Universidad de Valladolid**



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



**Fig. 1.-** Círculo de Sinner.

**Fig. 2.-** Vista del satélite para situación de la planta con respecto a la ubicación de Lerma, Burgos.

**Fig. 3.-** Vista en planta de la fábrica “Embutidos Duque de Lerma” por satélite.

**Fig.4.-** Ficha de “Almacenamiento de líquidos corrosivos: ITC MIE-APQ-6”.

**Fig.5.-** Etiqueta de residuo peligroso.

**Fig. 6.-** Ficha técnica de “sprayballs” para limpieza CIP de ALFA LAVAL (Páginas 1 y 2).

**Fig.7.-** Dimensiones básicas del depósito.

**Fig.8.-** Detalles dimensiones zona cónica del depósito.

**Fig.9.-** Curva resistencia-temperatura de un RTD-PT100.

**Fig. 10.-** Diagrama de Moody para el cálculo del factor de fricción (f).

**Fig. 11.-** Detalle de la ficha técnica de las bombas ECO-MAT de BOMBAS HASA.

**Fig. 12.-** Detalle de la tabla Pérdida de presión – Caudal de los filtros FN4 de SMC.

**Fig. 13.-** Módulo lógico Mitsubishi FX3U-128MR/ES.

**Fig. 14.-** Contactor ABB AF12-30-10-11 de 28 A, 3NA, bobina de 24 Vac, gama AF de RS-ONLINE.

**Fig. 15.-** Ficha internacional de Seguridad Química del Hidróxido de Sodio(Páginas 1 y 2).

**Fig. 16.-** Ficha técnica del detergente alcalino BETELENE DB45 de BETELGEUX.

**Fig. 17.-** Ficha internacional de Seguridad Química del Ácido Sulfúrico (Páginas 1 y 2).

**Fig. 18.-** Ficha técnica del detergente alcalino BETELCLEAN CIP180 de BETELGEUX.

**Fig. 19.-** Ficha técnica de grupos térmicos presurizados de acero alimentados con gas natural de FERROLI.

**Fig. 20.-** Ficha técnica de las bombas ECO-MAT de BOMBAS HASA.

**Fig. 21.-** Ficha técnica de electroválvulas desde 3/8” hasta 1” de ASCONUMATICS.



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**Fig. 22.-** Ficha técnica de electroválvulas desde 3/8" hasta 2" de ASCONUMATICS.

**Fig. 23.-** Ficha técnica de detector de nivel de DISIBEINT.

**Fig. 24.-** Ficha técnica sonda RTD-PT100.

**Fig. 25.-** Ficha técnica de las bombas de SAER ELETROPOMPEE.

**Fig. 26.-** Tarifa de precios de válvulas de seguridad de SALVADOR ESCODA.

**Fig. 27.-** Ficha técnica de filtros autolimpiables de SMC.



**Tabla 1.-** Condiciones de flujo de agua dependiendo del diámetro de la tubería.

**Tabla 2.-** Valores deseables e indeseables del agua potable e industrial.

**Tabla 3.-** Características de algunos principios activos de productos limpiadores alcalinos.

**Tabla 4.-** Grupo de residuos nº 2 “disoluciones acuosas”.

**Tabla 5.-** Pictograma de sustancia corrosiva.

**Tabla 6.-** Pérdidas menores de los accesorios incorporados en las tuberías.

**Tabla 7.-** Caída de presión del circuito 0 impulsión (tanque agua bruta).

**Tabla 8.-** Caída de presión del circuito 1 impulsión (tanque solución alcalina).

**Tabla 9.-** Caída de presión del circuito 1 retorno (tanque solución alcalina).

**Tabla 10.-** Elementos de control del sistema CIP.

**Tabla 11.-** Especificaciones del módulo lógico Mitsubishi FX3U-128MR/ES.

**Tabla 12.-** Leyenda dispositivos de control y mando del sistema CIP.

**Tabla 13.-** Leyenda de los números de máquina.

**Tabla 14.-** Simbología fluidos.

**Tabla 15.-** Resumen simbología para máquina 1 y solución básica o alcalina.

**Tabla 16.-** Costes de los componentes.

**Tabla 17.-** Costes de los salarios del personal externo.

**Tabla 18.-** Costes logísticos.

**Tabla 19.-** Coste total del proyecto.



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**



---

**Universidad de Valladolid**

## ÍNDICE DE PLANOS

**Plano 1.-** Planta original de la fábrica.

**Plano 2.-** Planta fábrica rediseñada.

**Plano 3.-** Esquema de principio sistema CIP.



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



---

**Universidad de Valladolid**



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El presente trabajo está orientado a comprender la necesidad de una buena limpieza en la industria, concretamente en una fábrica de embutidos, donde esta es clave. Se lleva a cabo un rediseño de una planta industrial real, atendiendo a los principios de un Lay-Out eficiente. A su vez, se diseña un sistema de limpieza automático CIP para este rediseño, con cálculos y dimensionamiento de todos sus componentes. Para ello se ha contactado con varios proveedores y se ha elegido la opción más adecuada dentro de sus catálogos. Se ha incidido en los aspectos más importantes de los accionamientos eléctricos que otorgan la automatización al sistema, gobernado por un módulo lógico. Se ha realizado una valoración económica del proyecto, con los precios proporcionados por los distintos fabricantes y estimando los costes de mano de obra y logísticos. Finalmente, se somete a actitud crítica todo el proyecto, sacando conclusiones.

Palabras clave: LIMPIEZA, AUTOMATIZACIÓN, REDISEÑO, PROVEEDORES, PRESUPUESTO.



---

**Universidad de Valladolid**



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



## 1.- PRESENTACIÓN DEL TRABAJO

El presente proyecto con título “Sistema de limpieza CIP en una industria de fabricación de embutidos” corresponde al trabajo académico de fin de grado de Diego Revilla Romero, estudiante del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, en la Universidad de Valladolid.

Se ha optado por realizar como trabajo de fin de grado un proyecto desarrollado en el departamento de química analítica, dirigido por Félix Joaquín Rodríguez García.

Los motivos que han dado lugar a la elección de este tema para el trabajo son: el ser un tema ligado con la mejora y la búsqueda de la eficiencia en una tarea básica que ha sido realizada durante mucho tiempo de forma manual, ver como se puede implantar el sistema de limpieza CIP en una fábrica real que no lo tiene y el ser un proyecto industrial bastante ligado a los conocimientos adquiridos durante la formación en este grado.

El trabajo prestará especial atención en la seguridad, la eficiencia, la cada vez más deseada automatización de los procesos en el ámbito industrial y el impacto ambiental.

## 2.- OBJETIVO DEL TRABAJO

Este trabajo pretende explicar cómo funciona un sistema de limpieza CIP (Cleaning In Place), que consiste en la limpieza de una instalación sin desmontar ningún equipo ni tubería. Se tratará de enfocar dicho sistema a una industria alimentaria, concretamente a una fábrica de embutidos. Atendiendo a la normativa que rige el higiene, la seguridad... de una industria alimentaria se estudiará la implantación de un sistema automático CIP en una fábrica de embutidos real que no cuenta con dicha tecnología, concretamente la fábrica “Embutidos Duque de Lerma”, ubicada en Lerma, Burgos.

Por tanto dentro del trabajo se pueden distinguir dos partes diferenciadas. En primer lugar comprender la importancia y necesidad de una limpieza eficaz y automática, en la medida de lo posible dentro de una industria alimentaria, viendo las diferentes formas de hacerlo que existen y profundizando en el sistema CIP. Se explicará en detalle su funcionamiento, los componentes que requiere un equipo de estas características, las soluciones utilizadas en estas instalaciones, los diferentes tipos de configuración que puede presentar... En segundo lugar se estudiará su instalación en una industria ya existente, teniendo en cuenta la distribución y dimensiones de ésta, así como de los equipos presentes en ella. Se calcularán las necesidades de limpieza de la fábrica y se llevará a cabo el dimensionado, de acuerdo a los cálculos correspondientes, para un posible equipo de limpieza automático dentro de esta fábrica.



### 3.- FÁBRICA DE EMBUTIDOS

En la Reglamentación Técnico Sanitaria, los embutidos se clasifican en:

- **Embutidos crudos curados.** Productos elaborados mediante selección, troceado y picado de carnes y grasas con o sin despojos, que llevan incorporados condimentos, especias y aditivos autorizados sometidos a maduración y curado (y opcionalmente ahumado).
- **Producto cárnico tratado por el calor.** Todo producto preparado esencialmente con carnes y/o despojos comestibles de una o varias de las especies animales de abasto (aves y caza), autorizados que lleven incorporados condimentos, especias y aditivos.

#### 3.1.- Materiales utilizados en la elaboración de embutidos

##### 🔪 Ingredientes

- **Materias primas.** Importante para la calidad del producto final.

Carne. Suelen ser de cerdo o de vacuno. Esta carne debe provenir de animales adultos, sanos y bien alimentados, a los que se deja reposar después de una selección y posterior transporte, ya que esto provoca en los animales fatiga y excitación.

El PH determina la aptitud de la carne para ser transformada. Condiciona propiedades funcionales, como la capacidad de retención de agua, la solubilización de proteínas... Nada más morir la carne tiene un PH de 7, pero después se forma ácido láctico que acidifica, siendo el PH final dependiente de la especie, la Tª, los tratamientos aplicados al animal antes de la muerte... Un PH final de entre 5.4 y 5.8 es considerado como válido, mientras que un PH final mayor de 6.2 no es válido.

Hay que prestar especial atención también a la consistencia de la carne, que sea tal que proporcione cortes limpios en el picado.

Materiales grasos. Como el tocino y la panceta. En productos crudos, estos materiales deben tener un elevado punto de fusión, ya que si no exudan grasa, que en contacto con la carne dificulta la ligazón y la penetración de sustancias curantes. Es necesario refrigerarlos y congelarlos, para aumentar la consistencia y reducir la incidencia de las alteraciones.

Sangre y despojos. Pulmones, corazón, estómago...

Componentes de procedencia no cárnica. Féculas, harinas, hidratos de carbono, cebolla, arroz, miga de pan, patata...

- **Condimentos y especias.** Dan al producto características sensoriales específicas, dependen del producto final del que se trate. Pimentón, canela, pimiento rojo, orégano, azúcar, sal común... Por ejemplo la sal común, que es de los más utilizados, contribuye al sabor, actúa como



conservador retardando el desarrollo microbiano y ayuda a la solubilización de proteínas.

### Aditivos

Son sustancias que se añaden a productos alimenticios para modificar sus características técnicas de elaboración, conservación y/o adaptación al uso al que se destine. No se consumen como alimentos. Los aditivos autorizados, así como sus dosis, se pueden encontrar en listas positivas para productos cárnicos. Ejemplos de aditivos: colorantes, reguladores de PH, antioxidantes, conservadores, reguladores de maduración, correctores, potenciadores de sabor...

### Tripas

Determinan el tamaño y la forma del producto. Condicionan aspectos tecnológicos y el desarrollo de determinados procesos fisicoquímicos que hay en estos productos. Pueden ser naturales y proceder bien de los intestinos (tanto del delgado como del grueso) o de los esófagos y vejigas, o ser artificiales y ser obtenidos a partir de la celulosa, del colágeno o del plástico. Actúan como envase.

El conjunto de los ingredientes y los aditivos conforma la masa cárnica, que se introduce dentro de las tripas

## 3.2.- Proceso de elaboración de embutidos

### Preparación de las materias primas

La elección de la materia prima depende del producto a elaborar, lo que va a determinar el tipo de carne necesario (porcino o vacuno), el empleo de vísceras, la sangre y el % en grasa.

La materia prima procedente de animales vivos debe de encontrarse durante el sacrificio, despiezado... en condiciones higiénicas idóneas. Después suelen refrigerarse, incluso congelarse para evitar la aparición de microorganismos, prevenir el enranciamiento y aumentar la consistencia.

### Picado de la materia prima

El equipo en el que se lleva a cabo esta operación son las picadoras. Están formadas por una tolva de carga y un tornillo sinfín, que empuja los productos hacia las cuchillas giratorias que lo cortan y lo envían hacia un disco perforado con orificios de diversos diámetros.

El tamaño de los fragmentos resultantes, depende de los discos perforados utilizados, el tiempo de picado, la velocidad de las cuchillas... Hay tres grados de picado: groseramente picado, medianamente picado y finamente picado.



El picado se debe llevar a cabo sobre materia prima congelada ( $T^{\circ} < 7^{\circ}\text{C}$ ), ya que si no se produce un sobrecalentamiento de la masa, dando lugar a un picado deficiente y desgarramientos de la carne. Si la superficie de corte está poco definida, aparecerán defectos en la maduración y desecación del producto.

#### **Mezclado y amasado de la materia prima con el resto de ingredientes y aditivos**

En esta operación se juntan: Materia prima + ingredientes (condimentos y especias) + aditivos. El equipo en el que se lleva a cabo se denomina mezcladora o amasadora. Están constituidas por paletas giratorias, cuyo objetivo es conseguir una masa de mezcla uniforme. El proceso debe realizarse al vacío, eliminando el aire oculto en la masa para evitar alteraciones posteriores en el producto (decoloraciones, microorganismos...) y manteniendo la temperatura de la masa por debajo de  $4^{\circ}\text{C}$  para que no se embarre.

Existen dos formas de realizar esta operación; inmediatamente después del picado (en fábricas monofásicas) o después de un precurado de 1 ó 2 días que proporcione mayor ligazón y consistencia al corte, así como un enrojecimiento más rápido y mayor estabilidad (fábricas difásicas).

#### **Embutido de la masa en las tripas**

Las máquinas utilizadas para esta fase se denominan embutidoras. Las boquillas de éstas deben ser lisas y no muy largas, para evitar el calentamiento de la masa a su paso por ellas. Se debe evitar la presencia de aire al realizarse el llenado de las tripas, así como el contacto de la masa con agua o humedades (esto da lugar a coloraciones). Las tripas deben lavarse antes del llenado, para retirar la sal y que se formen costras en la superficie del producto.

Suelen emplearse soluciones acuosas con ácido láctico (bajo PH), que abre los poros de la tripa haciéndola más impermeable. Favorece la desecación en productos curados y la hace más elástica para adaptarse a la superficie del producto mientras se madura.

#### **Cocción y ahumado**

Cocción. Se lleva a cabo en hornos. Los objetivos de la cocción son dar una consistencia firme al embutido, fijar su color y prolongar su vida útil.

El proceso varía dependiendo del embutido que se trate, pero las temperaturas suelen estar entre  $75$  y  $80^{\circ}\text{C}$ , los tiempos entre 10 y 120 minutos y las humedades relativas deben ser altas, de un 98-100%.

Ahumado. Puede realizarse en cámaras de acero inoxidable acondicionadas o en "ahumaderas", utilizando calor y humo procedentes de leña.



Los principales objetivos de esta etapa son dar al embutido su aspecto y aroma característicos, inhibir el crecimiento de bacterias y protegerlo frente a la oxidación de la grasa.

Las variables del proceso dependen también del embutido del que se trate. Las temperaturas pueden estar entre 20 y 80°C ya que se puede realizar en frío o en caliente, el tiempo entre 30 minutos y 48 horas y unas humedades relativas entre 60 y 70%.

### Curado (Maduración y desecación)

Nos encontramos ante una etapa crítica dentro del proceso, ya que la masa fresca es muy fácil de deteriorar. Constituye un excelente medio de cultivo para microbios, favorecido por el estado picado de la carne y existen grandes riesgos de contaminación en la manipulación de ingredientes.

A lo largo del curado, el embutido sufre transformaciones físicas, químicas, bioquímicas y microbiológicas que dan estabilidad al producto.

En la maduración se produce el enrojecimiento del producto, su acidificación al transformarse un tipo de bacterias en la flora dominante (en pocos días bacterias acidolácticas). El PH vuelve a subir sin alcanzar los valores primarios.

La acidificación del embutido favorece la agregación de partículas aumentando la ligazón, otorgando consistencia al producto. Con ella, disminuye su capacidad de retener agua, dándole características texturales y protegiendo al producto final frente a gérmenes que actúan en PH's bajos, dando lugar al olor y sabor característicos.

Existen tres tipos de maduración, según el tiempo que dure esta etapa:

- Maduración baja o natural. Entre 5 y 15°C.
- Maduración media. Entre 15 y 22 °C.
- Maduración alta. Entre 22 y 27 °C. Es la más rápida.

Para controlar la temperatura, humedad relativa y ventilación se usan cámaras especiales regulables. Se obtienen embutidos de calidad en tiempos relativamente cortos. Éstas son las salas de desecado, en ellas se siguen los procesos de maduración, produciendo pérdidas de peso en el producto debido a la desecación. El producto final alcanza sus características definitivas y por tanto aumenta su estabilidad. La maduración ha de ser gradual y uniforme, para evitar que se formen cavidades en el interior del embutido o que éste se putrefacte. Los embutidos se dispondrán colgados en oscuridad, para evitar alteraciones por la luz y se encontrarán separados, para tener una buena refrigeración y que no se acumulen humedades.



### Conservación

Los productos cocidos, como pueden ser las salchichas y las mortadelas deben someterse a tratamientos térmicos suaves y conservarse en estado refrigerado.

En productos crudos curados, como el salchichón y el chorizo, su bajo PH, la presencia de conservantes y su desecación con menos agua, reducen la necesidad de tratamientos frigoríficos.

La humedad relativa, la presencia de luz, las oscilaciones de temperatura, el periodo de tiempo de conservación... son factores que pueden dar lugar a la aparición de bacterias, desecaciones excesivas, endurecimientos, arrugado de las tripas, enranciamiento...

## 4.- REQUISITOS EN LA LIMPIEZA DENTRO DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

En una industria alimentaria, la limpieza sistemática de las instalaciones y de los equipos presentes, es una parte imprescindible dentro del proceso de producción, ya que el producto final va destinado al consumo humano y debe cumplir con unas especificaciones de calidad, que serán imposibles de conseguir sin una higiene y una limpieza adecuadas de equipos e instalaciones.

La limpieza e higiene dentro de la industria alimentaria, abarca el conjunto de prácticas cuyo fin es eliminar los residuos (orgánicos o inorgánicos) no deseables, tanto de los equipos como de las paredes, suelos..., es decir, de cualquier elemento que sea parte del proceso de producción.

Dentro de la limpieza, que significa la ausencia de suciedad y las prácticas que buscan disminuir la cantidad de microorganismos no deseados, tenemos que diferenciar entre la desinfección y la esterilización. Desinfectar significa eliminar parte de las bacterias, microorganismos y demás formas vivas posibles que se encuentran en un ambiente y que son nocivos para las personas. Esterilizar consiste en la eliminación total de estas bacterias, microorganismos y formas vivas que pueden ser nocivos para las personas. En la limpieza enfocada a este tipo de industrias se requiere eliminar toda la suciedad, tanto visible como invisible.

La limpieza en la industria alimentaria busca prevenir la alteración de los alimentos y, lo más importante, prevenir su intoxicación. Por tanto se hace especial hincapié en eliminar los microorganismos no deseables y la suciedad que favorece su proliferación.

Las empresas alimentarias están obligadas, según el reglamento comunitario 852/2004 de 29 de abril de 2004 sobre higiene de los productos alimenticios,



a crear y aplicar debidamente un sistema de autocontrol basado en el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC). Uno de los principales aspectos de este sistema APPCC es la higiene, ya que es sinónimo de calidad del producto final. Esta higiene debe garantizar:

- La limpieza de los locales a la hora de comenzar a trabajar.
- La limpieza de los equipos y utensilios de trabajo al inicio de la jornada, tanto como la limpieza durante su utilización, cuando se contaminen y al acabar la producción.
- Que los productos alimentarios no se contaminen durante la limpieza.
- Que los detergentes y desinfectantes (o sus restos) no entren en contacto, directo o indirecto, con el alimento ni que se produzca la recontaminación de superficies.

El R.D. 2207/1995, establece la obligatoriedad de llevar a cabo controles en los áreas con riesgo de falta de higiene en la manipulación y procesado de alimentos, no sólo para el producto acabado, sino para todos los procesos de producción.

#### 4.1.- Operaciones preliminares

Previamente a la manipulación de cualquier superficie que pueda contactar con alimentos o a la manipulación directa de alimentos, es necesario que tanto los equipos como los operarios que van a llevar a cabo el trabajo estén exentos de bacterias. Es recomendable la utilización de un producto bactericida y el posterior secado con toallas de único uso.

El personal debe ir siempre equipado con indumentaria (gorro, uniforme, guantes y botas) totalmente esterilizada y adecuada para las tareas que va a desempeñar. En tareas en las que exista riesgo de contagio, será necesario el uso de mascarilla.

#### 4.2.- Zonas y espacios de limpieza para industria alimentaria

- Conductos de aire y ventilación.
- Cubas, depósitos y contenedores.
- Bandas transportadoras.
- Cámaras frigoríficas.
- Maquinaria de envasado.
- Salas de despiece.
- Mesas de manipulación de alimentos.
- Arquetas, sumideros y drenajes.
- Condensadores evaporativos.
- Reactores.
- Paredes y techos.
- Luminarias.
- Cristales.
- Exterior de conductos, tuberías, cortinas de paso y puertas.



- Almacenes de materias primas.
- Vestuarios de personal y aseos.
- Despachos, salas de visitas, recepción, exposición y venta.
- Aparcamientos y grandes superficies exteriores.
- Muelles de carga.
- Fachadas.

#### 4.3.- Clasificación de las zonas de limpieza

Los programas de higienización deben establecer prioridades en función de la frecuencia y la importancia de las zonas que forman parte del procesamiento de alimentos. De esta manera los diferentes espacios se clasificarán en tres rangos:

- Zonas altamente críticas de limpieza y desinfección: requieren una limpieza constante.
- Zonas críticas de limpieza y desinfección: pueden realizarse aprovechando pausas, cada hora o dos horas.
- Zonas subcríticas de atención higiénica y de desinfección: pueden realizarse una o dos veces al día.

Es habitual realizar controles con cierta periodicidad en zonas críticas y altamente críticas, también es frecuente la existencia de métodos que constaten el nivel de limpieza de los equipos y espacios de trabajo.

Es muy importante atender a:

- La limpieza de suelos en salas de procesado y manipulación de alimentos, para evitar la expansión de plagas que puedan alimentarse de restos. La limpieza de los suelos es importante para eliminar los fluidos grasos y viscosos derramados, que pueden provocar accidentes entre los operarios.
- Una buena limpieza de arquetas y sumideros para evitar la proliferación de plagas, esta práctica eliminará también los malos olores.
- Las herramientas utilizadas en los procesos (cuchillos, mezcladoras...) deben ser limpiados y desinfectados continuamente. Para el tratamiento de alimentos en distintas condiciones (alimentos crudos o alimentos ya semiprocesados) se utilizarán distintas herramientas, para prevenir las contaminaciones cruzadas.
- Limpieza intensiva de las superficies en contacto directo con los alimentos, ya que en ellas suele formarse una bio-película microbiana, normalmente invisible, que no se elimina con una limpieza común, y produce una alteración de los productos.

#### 4.4.- Productos de limpieza

Como se ha explicado anteriormente, existe diferencia entre los conceptos de desinfectar y esterilizar, buscando en la mayoría de las ocasiones la



esterilización dentro de la industria alimentaria. De acuerdo con esto, existen productos químicos orientados a la desinfección, otros a la esterilización, incluso algunos que pueden funcionar como ambos. Para alcanzar los niveles de limpieza, el producto químico debe aplicarse en una determinada concentración y durante el tiempo adecuado, ambas informaciones son proporcionadas por el fabricante. Además, hay que asegurarse que los productos que se vayan a utilizar estén autorizados para su uso en la industria alimentaria y se deben aplicar de manera correcta para evitar residuos inapropiados.

Normalmente, el orden en el proceso de limpieza es: aclarar, limpiar, aclarar, desinfectar/esterilizar, y si es necesario, aclarar. Los detergentes utilizados en las etapas de limpieza deben de ser adecuados para los restos a eliminar. Los detergentes alcalinos eliminan de manera más eficiente los restos formados principalmente por grasas y proteínas, mientras que los detergentes ácidos son más eficaces sobre los restos con base mineral. Algunas de las sustancias más utilizadas son los hipocloritos (productos más utilizados), el ácido peracético y los compuestos de amonio cuaternario.

- **Los hipocloritos.** El hipoclorito de sodio es el compuesto más común y es un gran desinfectante, ya que es un oxidante fuerte.

Ventajas. Eficacia, bajo costo y facilidad de obtención. Causan una gran mortalidad microbiana, dañan la membrana externa de las células dando lugar a la pérdida de permeabilidad y la eventual lisis de la célula, inhiben las enzimas celulares y destruyen el ADN.

Inconvenientes. No combaten las esporas, ya que la capa externa de las esporas no se oxida, únicamente a altas concentraciones, durante largos periodos de tiempo y a temperaturas altas. Al ser muy reactivos, sus propiedades pueden ser afectadas de forma negativa por la presencia de sólidos suspendidos, altas temperaturas, impurezas en el agua o niveles de PH inadecuados (deben actuar en PH's de entre 5 y 7). Son corrosivos para metales, pudiendo dar problemas de salud como la irritación de la piel y el daño a las membranas mucosas. Pueden dar lugar a la contaminación ambiental por su combinación con sustancias orgánicas, formando compuestos clorados tóxicos, tales como trihalometanos y dioxinas.

- **El ácido peracético.** Actúa interrumpiendo los enlaces químicos dentro de la membrana celular.

Ventajas. Es muy eficaz contra muchos microorganismos y sus esporas. Los desinfectantes que lo contienen actúan correctamente en ambientes fríos, dando lugar a una gran mortalidad microbiana en equipos y atmósferas por debajo de la temperatura ambiente. Elimina



con eficacia biofilms y es más activo que los hipocloritos. Son menos corrosivos que los hipocloritos. Apenas causan impacto ambiental, porque se descomponen en ácido acético, oxígeno y agua.

Inconvenientes. Su trabajo puede ser atenuado por la carga orgánica y pierden actividad a medida que el PH se acerca a 7, PH neutro.

- **Compuestos de amonio cuaternario (QAC).** Sus formas más frecuentes en la industria alimentaria son el cloruro de didecildimetiamonio (DDAC) y el cloruro benzalconio (BAC). Son sustancias biocidas usadas en los desinfectantes de superficies e instalaciones.

Ventajas. Actúan sobre la pared celular de los microbios, bloqueando su absorción de nutrientes e impiden la descarga de residuos. Los QAC se formulan en distintas variaciones para situaciones específicas. En concentraciones bajas, las bacterias Gram-positivas son más sensibles a los QAC que las bacterias Gram-negativas. Pueden funcionar también como detergentes cuando están en alta concentración, ya que poseen grupos hidrófilos como lipófilos. Son inodoros, no abrasivos, no corrosivos y relativamente poco tóxicos para las personas. Tienen acción en un gran rango de temperatura y PH, siendo más eficaces a altas temperaturas y en condiciones alcalinas.

Inconvenientes. No afectan a las esporas. Algunos QAC no funcionan bien en aguas duras, pero existen formulaciones con agentes quelantes, que permiten utilizarlos en este tipo de aguas.

Cada vez que se utiliza un producto químico para matar microbios, existe la posibilidad de que aparezca una resistencia, ya que no todos los microorganismos mueren. A pesar de que el proceso reduzca la población a lo que se puede denominar nivel seguro, puede que el desinfectante no haya actuado sobre los microorganismos que no han muerto, o estos pueden ser inmunes. Si resultan ser inmunes, estos microorganismos se reproducirán y la concentración del producto químico usado, o el propio producto no producirán ya una mortalidad aceptable entre los microorganismos. En esta situación se deben desinfectar las superficies afectadas por la resistencia. Es necesario saber las características de los microorganismos existentes, para poder aplicar durante el tiempo necesario y en la concentración correcta el desinfectante adecuado.

A veces, se puede pensar que se ha combatido la resistencia bacteriana, pero sin embargo, lo que sucede es que las bacterias evitan el contacto con el producto químico desinfectante con la creación de biofilms. Bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria spp.* o *Campylobacter spp.* pueden producir biofilms. Esta capa de polisacáridos y bacterias, que se adhiere a



cualquier superficie, crece con el tiempo dando lugar a una fuente de contaminación constante.

En cuanto a los productos utilizados en la limpieza de industrias alimentarias, tenemos que tener en cuenta:

- En el remojo y ablandamiento de superficies muy contaminadas, hay que usar detergentes y desinfectantes en solución.
- Los detergentes no deben generar espuma, y son más eficaces trabajando entre 60 y 80 centígrados, a pesar de que la desinfección más eficaz se consigue a temperatura ambiente.
- Los desinfectantes deben ser elegidos con atención para que no les neutralice la materia orgánica.

Todos los desinfectantes usados en este tipo de industrias, deben poseer las siguientes características:

- Ser inodoros.
- Tener un amplio espectro microbicida.
- No pueden ser irritantes ni corrosivos.
- Deben de ser eficaces ante la materia orgánica.
- Deben ser efectivos y solubles en todo tipo de aguas y PH's.
- Deben ser estables en las preparaciones y fáciles de manejar por los operarios.

#### 4.5.- Procedimientos para llevar a cabo la limpieza

Podemos diferenciar dos formas totalmente diferentes de llevar a cabo la limpieza, atendiendo a si los operarios desmontan los elementos que constituyen los equipos o no:

##### Procedimientos de limpieza desmontando elementos:

- Estos procedimientos son completamente manuales en su mayoría.
- Consiste en introducir los elementos de los equipos, una vez desmontados, en detergentes y posteriormente en desinfectantes, también existe la posibilidad de aplicar sistemas de alta presión.
- El procedimiento más usual consiste en remojo, fregado, enjuague, desinfección y secado manual.
- Con el remojo se ablanda la suciedad más adherida, para ello pueden usarse detergentes y desinfectantes.
- Las horas de secado de los elementos dependerán del grado de incrustación y de la cantidad de suciedad.
- Es habitual en empresas de mediano o pequeño tamaño.

##### Procedimientos de limpieza sin desmontar elementos:

- Limpieza por enjuague, para eliminar las partículas líquidas existentes en la superficie, tiene tres operaciones básicas (luego



existen variantes): pre-enjuague, enjuague intermedio y enjuague final.

- El tiempo necesario para cada una de estas operaciones depende de la adherencia de la suciedad.
- Es necesario utilizar agua a altas temperaturas para eliminar la concentración de residuos grasos.

Este tipo de limpieza puede realizarse manualmente mediante la utilización de mangueras a presión, utilizando las soluciones necesarias en cada etapa, o mediante métodos mecánicos. La utilización de este tipo de métodos reduce los tiempos de limpieza y permite una mayor frecuencia en la realización de la limpieza, así como permite limpiar superficies de unos cuarenta metros cuadrados por minuto. Los principales métodos para realizar una limpieza mecánica son:

- La aplicación de un detergente espumoso que facilita el acceso a zonas difíciles, con posterior aclarado con una máquina mediante chorro de agua a alta presión.
- La higienización de fábricas alimentarias mediante la producción de ozono.
- La limpieza criogenizada, que no contiene productos tóxicos, trabaja aplicando un chorro de partículas de hielo en polvo a presión que no produce humedad ni derrames líquidos. Así logra llegar a las zonas difíciles.
- La limpieza CIP, que es el tema de este trabajo y que estudiaremos en detalle a continuación.

#### 4.6.- Aspectos específicos de una fábrica de embutidos

Es recomendable tener un túnel de descarga, que permita que la puerta del camión contacte con la puerta por la que entran las carnes a la fábrica. Este túnel ha de ser lo más hermético posible, para mantener la temperatura de la materia prima y evitar la entrada de insectos u otros organismos no deseados a la planta.

Cuando las canales no son deshuesadas de inmediato una vez recibidas, se almacenan en la cámara fría de materias primas de canales, para enfriarse lo más rápidamente posible. Se procederá a su limpieza diariamente cuando la cámara se vacía, en el caso de quedar carne almacenada, esta se transportará a otra sala para proceder con la limpieza. Estas cámaras debe contar con rieles a una altura mínima de 2.2 metros y tener una separación entre los rieles y la pared de por lo menos 50 cm. Las paredes deben estar cubiertas por protectores.

Es recomendable que la sala de deshuesado esté climatizada, lo cual garantiza la calidad de las materias primas. Las paredes y pisos, deben tener las mismas características que las cámaras frías. Las mesas de deshuesado deben estar íntegramente construidas en acero inoxidable y las soldaduras tendrán



tratamiento de pintura galvanizada en frío. Debe haber lavamanos con jaboneras, toallas desechables, papeleras y esterilizadores de cuchillos suficientes. Los operarios no deben sacar sus delantales de esta sala, por lo tanto habrá percheros a la salida.

Las cámaras frías para carnes en proceso tienen que tener una infraestructura similar a las cámaras de recepción de canales, con la salvedad que los rieles no son necesarios.

Las infraestructuras de los cuartos para masajeado de jamones y curado de carnes es igual que para las cámaras de carnes en proceso. En plantas medianas/pequeñas, se instalan en estos cuartos el tanque para elaborar salmuera con su mezclador, la tiernizadora y la inyectora de carnes (todo el proceso debe hacerse bajo refrigeración para garantizar la calidad de los productos y evitar la aparición de bacterias). En fábricas más grandes, la elaboración de la salmuera, el tiernizado y la inyección, se hacen en una cámara y el masajeado de jamones en otra. Es recomendable tener buena iluminación y desagües, dado el volumen de agua que se vierte para el lavado de las masajeadoras y máquinas. Es imprescindible contar con agua caliente para llevar a cabo una correcta limpieza, debido a la cantidad de grasa que queda en las máquinas en estos procesos.

En el caso de utilizarse *tumblers* (bombos masajeadores), hay que prestar mucha atención en la higiene y la baja temperatura del proceso. Cuando la carne cae dentro de estos equipos, la fuerza mecánica se transforma en calor, lo que eleva la temperatura de la carne durante el masajeado. Esta operación es agravada cuando se emplean féculas, harina o proteínas, ya que éstas aumentan la temperatura de la masa de carne y la posibilidad de que exista contaminación, incrementándose notablemente los riesgos durante el proceso. Durante el masajeado de jamones sin féculas ni proteínas, es recomendable trabajar a temperaturas de entre 6 y 8 °C. En el caso de usar féculas y proteínas, las temperaturas de trabajo serán de entre 3 y 5 °C, para evitar así el crecimiento bacteriano favorecido por altas temperaturas, la formación de gas, la disminución de la liga, la reducción del color...

Las salas de procesos de las fábricas de embutidos ubicadas en España y en la mayor parte de Europa, que pertenecen a climas cálidos, se encuentran entre 25 y 35°C, por lo tanto es imprescindible de que éstas áreas se encuentren climatizadas, para alargar la vida de la materia prima y mantener sus propiedades.

En la obtención de productos embutidos se suelen emplear féculas y harinas, temperaturas elevadas favorecen el desarrollo de bacterias y la fermentación de éstas especias si no se cocinan rápidamente, llegando a producir graves alteraciones que dan lugar a veces a la inestabilidad de la emulsión. Esto da lugar a la separación de la grasa al cocinar la mezcla, deteriorando el aspecto



exterior de los productos. Por tanto, en las salas de fabricación de emulsiones, las medidas de higiene deben de ser muy estrictas.

Estas fábricas deben de contar con protectores en las paredes, por si es necesario guardar carros. Las distintas estancias que forman la fábrica serán limpiadas siguiendo las recomendaciones generales para una limpieza correcta antes mencionadas. En el caso de que alguna estancia tenga algo de carne almacenada y se quiera proceder a su limpieza, la materia prima, o ya procesada será retirada a otra cámara para evitar la contaminación por salpicadura.

La ventilación puede lograrse mediante ventanas protegidas con mallas contra insectos y ventiladores industriales, capaces de renovar el aire y que extraigan rápidamente los vapores, polvos y el calor producido tanto por la iluminación como por las máquinas.

Se requiere una buena iluminación natural, ya que además de reducir el consumo de energía y ser más adecuado para los trabajadores, genera menos calor en el ambiente y no deteriora tanto los productos.

El personal que trabaje en zonas donde hay ruidos intensos (por ejemplo la zona de la trituradora) deberá utilizar protección en los oídos. Es también recomendable utilizar mascarillas para no inhalar fuertes olores de las especias utilizadas ni de los polvos que puedan generarse. Cerca de la zona de la trituradora, deberá existir un lavamanos completo, para que el trabajador se lave las manos entre operación y operación.

Cerca de la zona de la embutidora, deberá existir otro lavamanos completo y una conexión de agua caliente y fría, para poder lavar esta máquina (en el caso de la limpieza manual, en nuestro caso no va a hacer falta, ya que instalaremos el sistema CIP), al proceder al cambio de embutido.

Es necesaria una conexión de aire comprimido, con sus filtros para mantener la humedad, para limpiar los conductos que comunican el rotor con la bomba de vacío y el pico de la embutidora.

Una vez a la semana, se debe limpiar con aire comprimido el interior de la máquina donde se encuentran los motores y bobinas, para que éstos se mantengan exentos de polvos y féculas que impidan el enfriamiento adecuado de los motores.

Las mesas de las embutidoras deben tener drenajes adecuados, con conexión directa a la red de desagües.

Las zonas de cocción estarán ubicadas independientemente de los demás áreas de trabajo, ya que en ellas se alcanzan temperaturas excesivas, así como grandes producciones de vapor y humo que se liberan al ambiente.



## 5.- SISTEMA DE LIMPIEZA CIP

### 5.1.- Antecedentes

Las estadísticas en los últimos años muestran el aumento de algunas toxiinfecciones alimentarias y la falta de conocimiento de los ciudadanos ante los riesgos en la alimentación. Estos aspectos han llevado a las autoridades sanitarias de muchos países a introducir nuevos mecanismos legales y de control.

Por ejemplo, en Estados Unidos, aproximadamente 76 millones de personas cada año sufren algún tipo de intoxicación alimentaria. De estos afectados, 300 mil requieren ser ingresados en el hospital y más de 5 mil fallecen debido a las graves consecuencias producidas por la ingesta de estos alimentos en mal estado. En Colombia, en 2005 se registraron 7.941 casos de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), lo que significa un aumento del 30.39% con respecto al año anterior, 2004, en el que hubo 6090 casos.

La forma de realizar las operaciones en la industria alimentaria ha cambiado debido al incremento de los volúmenes de producción. Algunas etapas que antes eran vigiladas y controladas por operarios, quienes realizaban la mayor parte de las operaciones, han sido sustituidas por máquinas automáticas que aseguran la calidad final del producto. A pesar de la sofisticación, la limpieza en los equipos se ha quedado atrás debido a la falta de conciencia hacia esta labor tan importante. Sin embargo, en muchas empresas, la limpieza sigue realizándose por operarios, que con cepillos y detergentes, desmonta los equipos o se introduce en los tanques varias veces al día. Esta tarea es muy laboriosa, en muchos casos incluso peligrosa y poco efectiva, ya que el producto final queda infectado por la imperfección de las tareas de limpieza.

Por su naturaleza, la industria alimentaria exige introducir mecanismos que proporcionen una higiene total de superficies y equipos del proceso, ya que las suciedades, impurezas y bacterias se adhieren de manera compleja. Estas suciedades pueden estar atrapadas en poros, hendiduras y demás irregularidades. Eliminarlas de estos lugares es imprescindible para prevenir la contaminación y el riesgo de toxiinfecciones alimentarias. Por tanto, es necesario un sistema que venza las fuerzas de unión electrostáticas o fisicoquímicas, tanto entre las impurezas o patógenos y las superficies afectadas, como las que existen entre las propias sustancias. La suma entre estas uniones se denomina energía de adhesión. Para lograr separar estas impurezas y poder eliminarlas se deben utilizar productos de limpieza en la cantidad adecuada y de una forma eficaz.

### 5.2.- Definición del sistema CIP

CIP es el acrónimo de Cleaning In Place (limpieza "in situ"). Significa la limpieza de las plantas de producción sin desmontar ni alterar el estado de funcionamiento de la planta (no se desmonta ningún equipo ni tubería), para asegurar la consistencia y sostenibilidad del proceso. La limpieza se lleva a

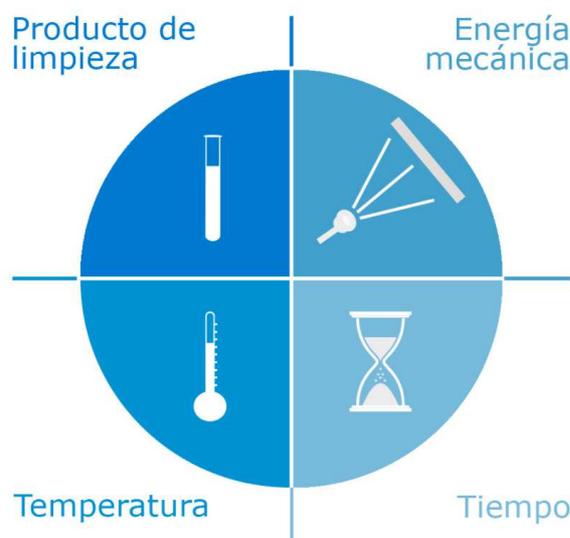
cabo recirculando agua y disoluciones de productos químicos a través de los tanques, tuberías, bombas, válvulas, intercambiadores y equipos por lo que pasa el producto de manera automática. Esto permite llevar a cabo la limpieza de los equipos sin trasladar el equipo ni desarmarlo, ni de involucrar a personas. Como hemos visto anteriormente, la limpieza puede ser a nivel de desinfección o a nivel de esterilización.

El principio básico del CIP consiste en hacer pasar un líquido limpiante a alta velocidad sobre las superficies del equipo, dando lugar a un efecto de lavado mecánico que desaloja cualquier residuo. Para cada proceso debe diseñarse un programa de CIP dependiendo del tipo de producto, las posibilidades de limpieza de los equipos y el nivel de desinfección que necesite cada aplicación.

Esta tecnología se ha incorporado en industrias de productos lácteos, farmacéuticas, nutracéuticas, biotecnológicas, cosméticas, de salud y cuidados personales, de bebidas y por supuesto, en la alimentaria.

### 5.3.- Factores significativos del CIP

La efectividad de la limpieza mediante un sistema CIP viene determinada por cuatro factores significativos, que son los cuatro elementos incluidos en el círculo de Sinner: producto de limpieza, energía mecánica, temperatura y tiempo.



**Fig. 1.-** Círculo de Sinner.

Fuente: <http://www.betelgeux.es/blog/tag/circulo-de-sinner/>

Todos estos elementos deben estar presentes en todo momento durante la limpieza, en distintas proporciones. Los cuatro elementos deben de estar presentes en mayor o menor medida, en el caso que se desee disminuir alguno de estos elementos deberá incrementarse otro u otros para completar la contribución total, pero no podrá eliminarse ninguno de ellos de manera total, ya que no se alcanzará un grado de limpieza adecuado. A parte de estos 4



elementos habría que añadir uno adicional, la cobertura. Si las disoluciones de limpieza no alcanzan de manera adecuada todas las superficies a limpiar, no se conseguirá una limpieza completa. El análisis de cada uno de los elementos es mostrado a continuación:

✚ **Tiempo.** Todos los procesos, tanto físicos como químicos, cuyo objetivo es disolver o dispersar suciedad dependen de la variable tiempo. Desde el punto de vista de la eficiencia química del detergente, la suciedad se elimina capa a capa; aún teniendo una elevada concentración del detergente, necesitamos un determinado tiempo de contacto para que el detergente actúe sobre la suciedad hasta llegar a la última capa y poder eliminarla por completo.

✚ **Energía mecánica.** En los sistemas CIP, ésta engloba caudales, velocidad y presión de flujo.

Si la limpieza se está realizando sobre tuberías, deben considerarse el caudal y la velocidad de flujo. Debe conseguirse durante la limpieza un flujo turbulento. La velocidad de flujo varía en el diámetro de la tubería, de forma que alcanza su máximo en el centro de la tubería y su mínimo en las paredes de ésta (por el efecto de la fricción), a esto se le denomina perfil de velocidad. La capa de líquido en contacto con la superficie de la tubería, cuya velocidad es cero, recibe el nombre de “capa sub-laminar”. Al aumentarse la velocidad, la capa sub-laminar se estrecha y la suciedad de las paredes de la tubería se ve afectada por la acción mecánica. Para una limpieza la velocidad mínima requerida es de 1.5 m/s, para eliminar la capa sub-laminar se requiere aumentar en 0.3 m/s la velocidad, por lo que la velocidad mínima de flujo durante el proceso de limpieza es de 1.8 m/s.

En el caso de que se estén limpiando depósitos o tanques, hay que tener en cuenta principalmente tanto el caudal como la presión, aunque depende del tipo de dispositivo de pulverización que estemos empleando. El dispositivo de pulverización más común utilizado son las bolas de pulverización estáticas. Es de gran importancia elegir de manera correcta el número, tipo y ubicación de las bolas para conseguir cubrir toda la zona que se desea limpiar.

✚ **Productos de limpieza.** Este elemento hace referencia a la energía química o a la concentración de la disolución de limpieza. La elección del detergente más adecuado estará en función de su:

- Rápida y completa solubilidad en agua.
- Rápida hidratación y disolución de la suciedad.
- Alto poder secuestrante.
- Buena capacidad de enjuague.
- No espumante.
- Compatibilidad con el equipo a limpiar.



- No corrosividad.
- Biodegradabilidad.

✚ **Temperatura.** Este factor afecta a la viscosidad y a la velocidad de reacción. La elección de la temperatura dentro de la limpieza depende de la posibilidad de calefacción de disoluciones, tipo de suciedad, dificultad de eliminación de la suciedad, fórmula del detergente, materiales de los equipos que van a limpiarse... Por norma general, un aumento de temperatura de 10°C duplica la capacidad de reacción química del detergente. El control de la temperatura es muy importante, altas temperaturas no siempre son lo adecuado ya que a partir de una determinada temperatura pueden desnaturalizarse proteínas. Un control preciso de la temperatura y una calibración periódica de los termómetros es muy importante.

Es necesario un estudio de ingeniería adecuado para evaluar el tipo de sistema y establecer una combinación efectiva de estos factores. A la hora de la combinación de estos factores hay que tener en cuenta:

- Utilización racional de la energía. Una vez calculado con qué consumo mínimo de energía en forma de éstos factores pueden llevarse a cabo los requisitos de limpieza establecidos, habrá que comparar los costes de las distintas formas de energía para conocer la combinación óptima de los cuatro elementos
- Cuidar de manera correcta los materiales. Temperaturas elevadas facilitan el ataque de las sustancias químicas sobre los materiales. De ésta forma y teniendo en cuenta la sensibilidad a la corrosión del material, no se debe rebasar un límite térmico. Así se alargará la vida útil de instalaciones y de partes descartables. La temperatura máxima que conviene reducir atendiendo a esto, se compensará aumentando la energía mecánica y/o la energía química de los productos de limpieza.
- Sobrecarga de las aguas residuales. Las sustancias química empleadas <<cargan>> con mayor o menor intensidad el agua residual. Por tanto, conviene determinar con precisión cuanto producto de limpieza es necesario utilizar para garantizar la limpieza deseada. Las reducciones en la cantidad de los productos de limpieza, pueden compensarse aumentando la velocidad de la corriente o aumentando la presión de bombeado, para lograr la separación mecánica de la suciedad de la superficie u objeto a limpiar.

#### 5.4.- Objetivos del sistema CIP

Los principales objetivos de un sistema de limpieza CIP eficiente son:

- Maximizar la seguridad para evitar contaminaciones cruzadas en los cambios de producto.



- Minimizar el tiempo de limpieza CIP para reducir el impacto de la limpieza sobre la producción.
- Optimizar la eficiencia térmica, evitando pérdidas innecesarias de calor.
- Minimizar el uso de agua. Optimizando la recuperación de agua y las disoluciones de limpieza.

### 5.5.- Etapas dentro del proceso de limpieza

El proceso básico de CIP orientado a las fábricas de procesado de alimentos incluye múltiples etapas:

- 🚧 **Pre-Enjuague.** Limpieza de los equipos, tuberías... con agua a temperatura ambiente. Con este proceso se remueven los residuos sueltos para evitar la contaminación de las soluciones de limpieza que se van a utilizar a continuación. Se puede asemejar a una limpieza mecánica.
- 🚧 **Solución alcalina.** Se hace circular una solución alcalina caliente, suele tratarse de sosa cáustica en bajas concentraciones.
- 🚧 **Enjuague.** Enjuague con agua a temperatura ambiente para limpiar los residuos que ha dejado la solución alcalina.
- 🚧 **Solución ácida.** Se hace circular una solución ácida caliente, suele tratarse de ácido nítrico en bajas concentraciones.
- 🚧 **Enjuague.** Lavado con agua a temperatura ambiente para limpiar los residuos de la solución ácida.
- 🚧 **Desinfección.** Se hace circular agua caliente para desinfectar el equipo o tubería.
- 🚧 **Enjuague final.** Lavado con agua a temperatura ambiente para enfriar el sistema.

A partir de este ciclo básico pueden confeccionarse nuevos ciclos eliminando fases (por ejemplo la fase ácida) o uniendo fases nuevas (por ejemplo, la fase ácida y la desinfección). Así, algunos elementos de la instalación pueden limpiarse diariamente con ciclos cortos, únicamente con la fase alcalina, y una vez a la semana realizarse el ciclo completo.

Esto condiciona que nuestro sistema CIP tenga al menos 3 depósitos: depósito de solución alcalina, depósito de solución ácida y depósito de agua. Existen variantes, puede instalarse un depósito para el agua bruta y otro para el agua recuperado, en vez de un solo depósito de agua. En el caso de que no se utilice agua como desinfectante y se utilice una solución específica para llevar a cabo esta tarea, necesitaremos otro depósito individual para esta sustancia.

### 5.6.- Elementos de un CIP

Dentro del sistema, pueden diferenciarse dos elementos esenciales:

- 🚧 **Estación de CIP.** Formada por todos los equipos necesarios para el almacenamiento, monitoreo, control y distribución de soluciones limpiantes a cada uno de los circuitos de CIP. Su función consiste en

preparar las soluciones de limpieza en la concentración y temperatura adecuadas, así como programar los ciclos de limpieza necesarios teniendo en cuenta las variables como temperatura, presión y caudal. El sistema tiene que funcionar de manera ordenada, de manera que el consumo de energía se el menor posible. Los programas de limpieza han de ser capaces de adaptarse a cambios.

- ✚ **Circuito de CIP.** Sistema cerrado por el que el líquido limpiante fluye a través de los equipos y regresa de nuevo a los tanques. Todos los componentes del mismo circuito deben permitir ser limpiados al mismo tiempo. Es habitual encontrar en una planta más de un circuito CIP, esto se debe a la existencia de depósitos y equipos de distinta naturaleza, también depende de la simultaneidad de limpieza que permita el proceso. Principalmente el circuito CIP está formado por: los depósitos (el número de depósitos variará en función de lo explicado en el punto anterior, 5.5.- *Etapas dentro del proceso de limpieza*), tuberías, válvulas, bomba de suministro, bomba de retorno e intercambiador de calor de placas.

El principio básico de operación consiste en; la solución limpiante (en su concentración deseada) se almacena en su respectivo tanque, de éste es bombeada hacia los equipos a limpiar, pero pasando primeramente por un intercambiador de placas que la caliente y atravesará los equipos a alta velocidad logrando su limpieza. Por último la solución vuelve al tanque esperando a una nueva limpieza. Este ciclo es el que llevan a cabo las distintas soluciones que forman el sistema, de acuerdo con el programa de limpieza pre-definido.

### 5.7.- Limpieza de cañerías y de tanques

A parte de las consideraciones ya explicadas en el punto 5.3 dependiendo de sí estamos limpiando tuberías o depósitos tenemos que tener en cuenta los siguientes aspectos.

- ✚ **Limpieza de cañerías, tuberías o sistemas cerrados.** La mayoría de los sistemas de producción de alimentos incorporan cañerías, tuberías o sistemas cerrados por donde pasan alimentos o ingredientes. Para conseguir una limpieza efectiva, se tiene que circular la solución de limpieza por los equipos e instalaciones durante un tiempo determinado y con un caudal turbulento. La turbulencia sólo asegura la efectividad de la limpieza si el número de Reynolds toma valores dentro de una franja de valores adecuada. El número adimensional de Reynolds es:

$$Re = \frac{4 * Q}{\pi * D * \mu}$$

Dónde:

- D = diámetro de la tubería
- Q = caudal

- $\mu$  = viscosidad dinámica
- $\rho$  = densidad del fluido

Cómo vimos en el punto 5.3.-Factores *significativos del CIP* los fluidos deben circular en régimen turbulento, y para conseguirlo se necesitaría por norma general una velocidad mínima de 1.8 m/s, ésta variable como el resto que forman parte del nº de Reynolds varían en función del diámetro de la tubería. En la siguiente tabla se recogen las condiciones de limpieza necesarias para distintos diámetros de tubería:

D (DIN)	V (m/s)	Re	Q (m <sup>3</sup> /h)
25	2.8	$7.3 \cdot 10^4$	5.4
40	2.0	$8.0 \cdot 10^4$	9.0
50	1.7	$8.5 \cdot 10^4$	12.0
65	1.48	$9.8 \cdot 10^4$	18.2
80	1.36	$11.0 \cdot 10^4$	25.2
100	1.34	$13.4 \cdot 10^4$	37.9

**Tabla 1.-** Condiciones de flujo de agua dependiendo del diámetro de la tubería.

Para lograr una limpieza adecuada en sistemas de tuberías deben seguirse las siguientes indicaciones:

- Diámetros constantes en tuberías y uniones.
- No existencia de puntos muertos.
- Velocidad uniforme del fluido.
- Las tuberías deben de ser capaces de drenar su contenido por gravedad (pendiente hacia drenaje).
- Prevención de resquicios.

También es de suma importancia que la instalación esté bien construida. Las cuatro formas más comúnmente usadas para unir tuberías de manera higiénica son:

- Unión clamp.
- Unión DIN (unión doble) y otras uniones con rosca sanitaria.
- Unión con bridas higiénicas.
- Unión soldada. Es esencial que las soldaduras se realicen con equipos apropiados y por operarios experimentados. Normalmente se emplean máquinas de soldadura automática, la soldadura es en atmósfera de gas inerte sin aportación de material TIG. Tiene unas condiciones sanitarias perfectas al no utilizar juntas.
- Cada día se utiliza más la soldadura orbital, con la que se eliminan las juntas de unión mejorándose los estándares de higiene.



Debe estudiarse con especial atención la ubicación de los accesorios de tuberías como térs, reducciones de diámetro... de manera que no queden bolsillos u otras zonas de difícil acceso.

- ✚ **Limpieza de tanques y recipientes.** Para su limpieza se emplean una o más bolas de pulverización estática, según la geometría y los dispositivos internos del tanque. En la entrada y salida de los tanques se utilizan sistemas de alta seguridad, que evitan que al limpiar un tanque exista la posibilidad de que entre la disolución de limpieza a otros depósitos que almacenen un producto diferente.

#### 5.8.- Dispositivos de limpieza

En la actualidad existen diferentes tipos de dispositivos encargados de la pulverización e impregnación de los diferentes productos en los equipos y demás superficies a limpiar, los dispositivos más comunes son los siguientes:

- **Limpieza con bolas de pulverización estática (sprayballs).** Es el dispositivo más común. Se emplea para limpiar los depósitos y recipientes de productos más sencillos de remover y más solubles en agua o en los detergentes utilizados. Sus principales ventajas son la sencillez en su instalación, bajo costo y mantenimiento prácticamente nulo. Contienen una determinada cantidad de orificios de cierto diámetro distribuidos de manera uniforme por toda la esfera. Sus parámetros de operación son:
  - Presión de trabajo: hasta 2.5 bar.
  - Diámetro de alcance: hasta 8 metros.
  - Caudal: hasta 67 m<sup>3</sup>/h.
- **Limpieza rotativa.** Su estructura es más compleja, estos dispositivos están formados por rodamientos hidrodinámicos, que permiten al dispositivo girar con la propia presión del fluido de limpieza. El cabezal rociador no tiene perforaciones como en el caso de las bolas, sino que todo el líquido se expulsa a través de una, dos o tres toberas de chorro. Su principal ventaja es que proporcionan una limpieza más eficiente con mayor presión y menor caudal, siendo capaces de eliminar prácticamente todo tipo de suciedad. Sus parámetros de operación son:
  - Presión de trabajo: hasta 20 bar.
  - Diámetro de alcance: hasta 10 metros.
  - Caudal: hasta 29 m<sup>3</sup>/h.
- **Limpieza orbital.** Estos dispositivos son utilizados para eliminar suciedad compleja y difícil de remover, así como para diámetros grandes. Sus parámetros de operación son:
  - Presión de trabajo: hasta 90 bar.
  - Diámetro de alcance: hasta 27 metros.
  - Caudal: hasta 34 m<sup>3</sup>/h.



### 5.9.- Instalación de un sistema CIP

Una planta en la que se quiera incluir un sistema de limpieza CIP debe tener una serie de requisitos de diseño, para así asegurar la eficiencia de la limpieza como la desinfección.

- Es imprescindible tener equipos diferentes para el tratamiento y almacenamiento de materias primas y productos terminados.
- Todo equipo debe tener posibilidad de drenaje, ya que cualquier acumulación de agua residual dará lugar a la multiplicación de bacterias que contaminarán el producto.
- Evitar cualquier posibilidad de contaminación cruzada entre los productos químicos y los productos alimenticios. Es recomendable la instalación de válvulas de doble asiento en las zonas donde haya posibilidad de contaminación entre CIP y proceso.
- El proceso CIP no necesita de intervención manual, por lo que su control debe ser estricto para evitar la contaminación.
- Los materiales que componen la tubería y los diferentes equipos no deben transmitir ningún olor o sabor al producto. Deben ser resistentes a las soluciones de limpieza y a las temperaturas.
- Los equipos que forman parte del CIP (bombas, intercambiadores, válvulas...), deben de diseñarse de forma que no tengan puntos muertos para evitar las acumulaciones.

### 5.10.- Ventajas de los sistemas CIP

- La limpieza es totalmente automática, por lo que se garantiza su eficacia y la calidad de los productos.
- Las soluciones y productos utilizados son recirculados, filtrados y usados de nuevo en la siguiente limpieza.
- El agua necesaria es mucho menor al ser recuperado.
- La generación de registros automáticos da lugar a un control absoluto sobre el proceso.
- Los tiempos de ejecución son mucho menores, así como los tiempos muertos dentro del proceso de limpieza.
- Los costos de limpieza se reducen al ser menores las necesidades de productos y al no necesitarse de personal.
- Disminución de los efectos ambientales de la descarga de químicos.

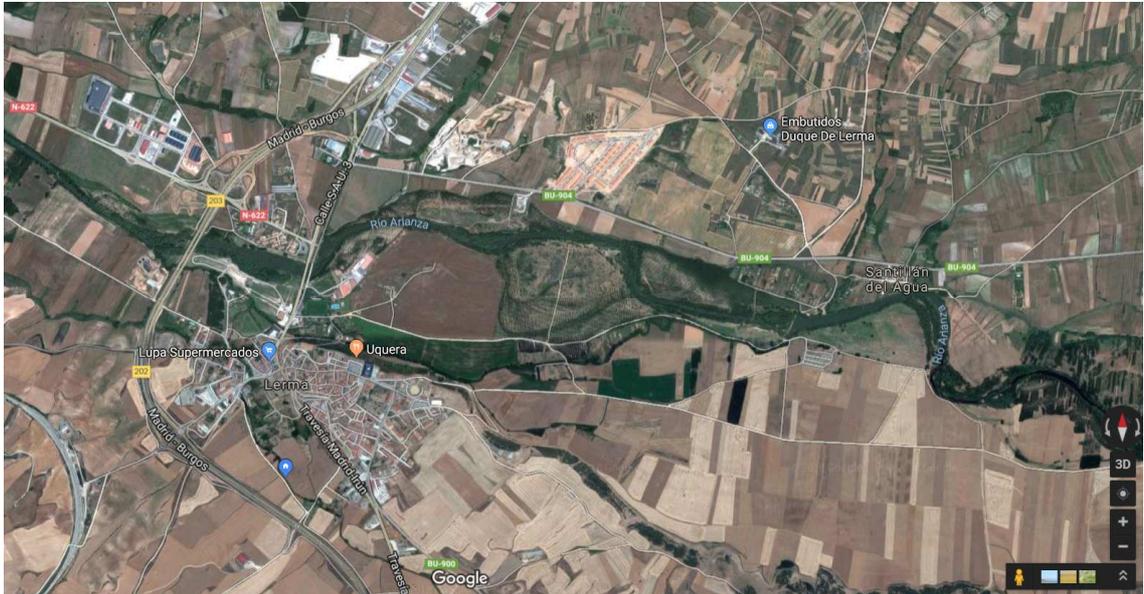
## 6.- FÁBRICA DE REFERENCIA

### 6.1.- Situación y emplazamiento

Para llevar a cabo este trabajo se ha tomado como referencia una fábrica real, a la que se han incorporado una serie de modificaciones. La planta de elaboración de embutidos que se ha tomado como referencia para la realización de este trabajo, “Embutidos Duque de Lerma”, se encuentra en el

“Polígono Industrial los Llanos, S/N 25” situado en la localidad de Lerma, provincia de Burgos.

A continuación, se presentan unas imágenes de satélite que facilitan la visualización de la localización de la planta de elaboración de embutidos.



*Fig. 2.- Vista del satélite para situación de la planta con respecto a la ubicación de Lerma, Burgos.*

*Fuente: Google Maps.*



*Fig. 3.- Vista en planta de la fábrica “Embutidos Duque de Lerma” por satélite.*

*Fuente: Google Maps.*

### 6.2.- Descripción del edificio industrial

El edificio está dedicado a la elaboración, venta y distribución de embutidos, concretamente: cecina, chorizo extra, lomo curado, jamón curado reserva, chorizo primera, chorizo fresco, costilla adobada curada, lomo adobado, costilla



asar, panceta adobada bacon, panceta adobada pera, panceta adobada tripera, picadillo, patas adobadas, papada adobada, oreja adobada y morcilla de Burgos. Consta de un solo nivel dónde se llevan a cabo las tres principales actividades que desempeña esta fábrica:

- ✚ Almacenamiento:
  - Almacenamiento de materias primas (cámaras).
  - Almacenamiento de producto semiprocesado (secaderos).
  - Almacenamiento de producto terminado (cámaras y secaderos).
- ✚ Procesado:
  - Preparación de materias primas.
  - Sala de embutido.
  - Sala de adobado.
  - Envasado, etiquetado y empaquetado.
  - Calidad de alimentos.
- ✚ Logística (la lleva a cabo la propia empresa):
  - Recepción materia prima.
  - Distribución de productos terminados.

A parte de las zonas dedicadas a estas actividades, que se detallarán a continuación, el edificio consta de zona común, aseos, un espacio de oficinas, sala de calderas, taller y almacén. Se puede visualizar el plano de planta del edificio original en el **“Plano 1”**.

El edificio original tiene una superficie total de unos 1900 m<sup>2</sup>. Al tratarse de una fábrica bastante antigua, ha ido experimentando una serie de cambios y aumentos de la necesidad productiva, que han llevado a habilitar zonas nuevas en los lugares disponibles. Esto da lugar a que la distribución en planta no sea óptima.

## 7.- REDISEÑO DE LA FÁBRICA

Para realizar este trabajo, se ha modificado notablemente la distribución en planta (veáse la diferencia entre el plano de la planta original, **“Plano 1”** y el plano de la planta rediseñada, **“Plano 2”**), hasta llegar a una distribución eficiente.

Después de varias visitas a la fábrica, una vez comprendido el proceso y los principales métodos de trabajo llevados a cabo en la misma, se procede a realizar el rediseño de la planta. Los principales aspectos que se han tenido en cuenta en esta modificación han sido:

- ✚ Evitar el retroceso de materia prima.
- ✚ Evitar la congestión en las zonas altamente transitadas.



- Optimizar los transportes internos tanto de materia como de herramientas, se ha tratado de minimizar el movimiento tanto de productos como de personas.
- Aprovechamiento óptimo de los áreas ocupados innecesariamente, así como los apenas ocupados.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Facilidad de adaptación a futuras modificaciones/ampliaciones.

### 7.1.- Descripción del edificio rediseñado

Véase el “Plano 2”, para comprender mejor la descripción.

La materia prima es recibida por medio de los camiones de transporte en el muelle de descarga, situado en la fachada suroeste de la planta. Ésta materia prima pasará a la cámara de recepción, refrigerada, en la que esperará su turno antes de ser llevada a la sala de preparación. En ésta última se llevarán a cabo las operaciones preliminares, de limpieza, deshuesado... necesarias para obtener materia semiprocesada, apta para su trituración y posteriores operaciones de embutido y adobado.

Desde la sala de preparación, el semiprocesado pasará a almacenarse en cada una de las cámaras frigoríficas ubicadas en la fachada noreste del edificio. Aquí, esperarán su turno para comenzar su procesado. Éste podrá llevarse a cabo en la sala de embutido, o en la sala de adobos. La sala de embutido consta de trituradora, amasadora, embutidora y grapadora (máquinas descritas previamente en 3.2.- *Proceso de elaboración de embutidos*) y está situada a continuación de la 2ª cámara frigorífica. La sala de adobado, consecutiva a la sala de embutido, consta de bombo de adobos, así como de una mesa destinada exclusivamente a la preparación de jamones.

Una vez obtenidos los productos semiterminados, necesitarán, en función del tipo de producto, más o menos tiempo de secado. Debido a que algunos productos, como el jamón y el chorizo, necesitan periodos bastante elevados de curado, la instalación necesita de grandes espacios destinados a éste fin. Por lo que se dispone de 5 estancias destinadas a secaderos. 3 de ellos se dispondrán de manera consecutiva en la fachada suroeste de la planta, a continuación de la tienda (de la que se hablará más adelante dentro de este apartado), los 3 de las mismas dimensiones. Los 2 secaderos restantes se ubicarán en la fachada sureste del edificio, entre las estancias destinadas a la sala CIP y la cámara de producto envasado y etiquetado de lotes.

Finalizado el periodo de curado de cada producto, se pasará a la etapa final. Su empaquetado y etiquetado, que se llevará a cabo en la sala de envasado y etiquetado, aneja al secadero 4, en la fachada sureste. A continuación los lotes de producto se almacenarán en un espacio refrigerado (cámara producto envasado), a una temperatura adecuada para la conservación de sus propiedades y evitar su deterioro.



Por último, estos lotes de producto serán cargados en los medios de transporte, para su distribución en los dos muelles de cargas destinados a éste fin, que están comunicados con la cámara de producto terminado.

Cabe destacar que todas las estancias antes mencionadas, tienen acceso al pasillo principal de la fábrica, a través del cual se realizarán todos los transportes de materia prima y producto mencionados. A su vez este pasillo recorrerá longitudinalmente casi en su totalidad la fábrica, dividiéndose en dos direcciones en la parte sureste, sin llegar a la fachada sureste del edificio como se advierte en el **“Plano 2”**, para dar acceso a las estancias que se encuentran en esta zona. Es un pasillo en forma de T. Tiene una anchura de 3.4 metros, para que permita el tránsito de carros de productos en ambas direcciones.

Una vez descrito el recorrido del producto, desde que se encuentra en forma de materia prima, hasta que se considera producto terminado y listo para su distribución, a continuación se van a describir el resto de estancias.

La entrada del personal, se lleva a cabo por la puerta principal, ubicada en la fachada suroeste. Ésta puerta comunica con un pasillo que dará acceso a una tienda por el este, dónde se comercializarán los productos obtenidos en la fábrica; y a una sala común por el oeste, destinada a albergar al personal en sus tiempos libres.

Esta sala da acceso a tres espacios diferentes. Por un lado a los despachos, donde llevará a cabo su trabajo la dirección y administración de la fábrica. En segundo lugar a un pasillo que comunicará con los vestuarios, tanto masculinos como femeninos. Los aseos son simétricos y constan de lavabos, duchas, retretes individuales y taquillas. Por último, esta sala permite al personal acceder a la sala de preparación antes mencionada, a través de la cual podrá acceder al pasillo principal. Nótese que se puede acceder directamente a la sala de preparación desde el pasillo que comunica con los vestuarios, este acceso se lleva a cabo mediante una puerta corredera de acero inoxidable, similar a las que cierran las cámaras, secaderos y demás estancias de tránsito de material (se hablará más adelante de estas puertas) para evitar contaminaciones.

Por medio de la sala de preparación se accederá al pasillo principal. Cómo se ha dicho antes, este comunicará con todas y cada una de las estancias de la fábrica, tanto con las antes mencionadas como con las que se describen a continuación.

En la fachada noroeste y con la anchura del pasillo se encuentra el taller/almacén, un espacio destinado a guardar equipos, repuestos, productos..., equipado con maquinaria y herramientas adecuadas para realizar reparaciones.

A continuación de la sala de adobo, se encuentran dos estancias, con un ancho cada una de la mitad de la sala de adobo. Por un lado la sala de calderas e



instalaciones de la fábrica. Por otro lado, el almacén de residuos, donde estos serán almacenados temporalmente antes de su entrega al gestor autorizado. En la fachada noreste del edificio, en el espacio de pasillo entre el almacén de residuos y la sala CIP, existe una puerta cuyo objeto es la evacuación de los residuos hasta los camiones destinados a su transporte. Esta puerta será también la vía de salida de emergencia del edificio, ya que al estar situada en el extremo contrario de la puerta principal, dota al edificio de un acceso rápido al exterior en caso de emergencia.

Enfrente de la sala de calderas y al otro lado del pasillo, se encuentra la sala CIP. Sala que no existía en el edificio original, pero necesaria para albergar el equipamiento necesario para el sistema de limpieza automático.

Las diferencias con el diseño original de la fábrica son bastante notorias, pero se ha intentado, en la medida de lo posible mantener la esencia de la fábrica.

### 7.2.- Características del edificio rediseñado

Después del rediseño, el edificio de estudio posee una superficie total de 1910.6916 m<sup>2</sup>. Esta superficie se reparte en las siguientes estancias:

- Pasillo entrada: 23.8 m<sup>2</sup>
- Tienda: 58.31 m<sup>2</sup>
- Despachos: 27.3 m<sup>2</sup>
- Sala común: 64.73 m<sup>2</sup>
- Aseos y pasillo aseos: 45.28 m<sup>2</sup>
- Cámara de recepción: 35.58 m<sup>2</sup>
- Sala de preparación: 72.21 m<sup>2</sup>
- Taller/Almacén: 21.44 m<sup>2</sup>
- Cámara 1: 118.90 m<sup>2</sup>
- Cámara 2: 118.90 m<sup>2</sup>
- Sala de embutido: 207.93 m<sup>2</sup>
- Sala de adobado y elaboración de jamones: 208.53 m<sup>2</sup>
- Sala de calderas: 17.78 m<sup>2</sup>
- Almacén residuos: 17.78 m<sup>2</sup>
- Secadero 1: 117.81 m<sup>2</sup>
- Secadero 2: 117.81 m<sup>2</sup>
- Secadero 3: 117.81 m<sup>2</sup>
- Cámara 3: 34.16 m<sup>2</sup>
- Cámara 4: 34.16 m<sup>2</sup>
- Sala etiquetado: 26.73 m<sup>2</sup>
- Cámara de producto envasado: 31.93 m<sup>2</sup>
- Pasillo principal: 260.05 m<sup>2</sup>

\*Todas estas superficies se refieren a espacios interiores (sin contar con los muros interiores).



A parte de estos espacios se ha añadido una sala no existente en el edificio real en la que colocar los depósitos, bombas, intercambiador... necesarios para el sistema CIP. Ésta sala tiene una superficie, también interior, de 40 m<sup>2</sup>.

Por tanto, en el edificio de estudio, de sus 1910.6916 m<sup>2</sup> originales, son 1778.93 m<sup>2</sup> los exentos de muros interiores y por tanto útiles.

Son de especial relevancia para conseguir la higiene necesaria en planta, los siguientes aspectos de construcción en las estancias y pasillos con flujo de producto (tanto en forma de materia prima, semielaborado o elaborado):

- Esquinas inferiores de pasillos (pasillo principal) y estancias redondeadas. Se evitan en todo momento los ángulos de 90°, para impedir las incrustaciones de grasas, restos... y facilitar su eliminación.
- Suelos de resina epoxi al agua.
- Suelos con pendiente, para favorecer la concentración de la suciedad en la base de las paredes.
- Desagües sumideros de 0.2 x 0.2 m de acero inoxidable cada 10 metros en el pasillo principal.
- Rejillas de 2 x 0.2 m de acero inoxidable al lado de cada máquina, tanto en la sala de embutido, como en la de adobado y preparación de jamones.
- Todas las cámaras y secaderos constan de un único acceso, para reducir así el riesgo de contaminación y mantener las temperaturas requeridas para el mantenimiento del producto en las condiciones deseadas. Éstos accesos consisten en puertas correderas de acero inoxidable de 2.2 m de alto por 1.4 m de ancho. Estas mismas puertas cierran la cámara de producto envasado y etiquetado y la sala CIP.
- Todas las cámaras y secaderos cuentan con conductos de aire, así como con un sistema que hace que el aire esté continuamente realizando un ciclo (doble, divide las cámaras en dos partes iguales) que al finalizar es reciclado. Así, se garantiza en todo momento que el ambiente en el que se encuentran los productos está exento de contaminación.

## 8.- CONFIGURACIÓN CIP ELEGIDA PARA LA FÁBRICA

Tal y como se expuso en el punto “5.5.- *Etapas dentro del proceso de limpieza*” existen 4 variantes principales de configuraciones de un sistema CIP:

- 3 depósitos: 1 depósito de solución alcalina, 1 depósito de solución ácida y 1 depósito de agua.
- 4 depósitos (con recuperación de agua): 1 depósito de solución alcalina, 1 depósito de solución ácida, 1 depósito de agua bruta y 1 depósito de agua recuperada.



- 4 depósitos: 1 depósito de solución alcalina, 1 depósito de solución ácida, 1 depósito de agua y 1 depósito de detergente.
- 5 depósitos: 1 depósito de solución alcalina, 1 depósito de solución ácida, 1 depósito de agua bruta, 1 depósito de agua recuperada y 1 depósito de detergente.

En el presente diseño, se va a optar por la variante de 4 depósitos con recuperación de agua.

El depósito de agua recuperada consiste en el agua recirculado del tanque de agua bruta.

El depósito de la solución ácida tendrá entradas del agua de red y del envase industrial del ácido. En su interior se mezclarán ambos líquidos en las proporciones adecuadas para lograr la solución de limpieza con la composición deseada (detallado más adelante). De la misma forma ocurrirá con el depósito de la solución básica o alcalina.

Se ha decidido no utilizar detergente, ya que su función puede ser desempeñada por el agua (tanto recuperada, como de red o bruta) en las operaciones de enjuague, tanto inicial, final como intermedias. Esto permite un ahorro económico al no tener que utilizar éste producto, así como una instalación con un depósito menos, con sus correspondientes tuberías y accesorios y los problemas de gestión de residuos generados por el detergente.

## 9.- SOLUCIONES DE LIMPIEZA

El objetivo de la limpieza es separar las sustancias indeseables, principalmente residuos de productos, de las superficies en contacto con los alimentos. Las superficies sucias, con la limpieza, deben volver a un estado en el que puedan ser usadas de nuevo con seguridad, para que los productos posteriores no se vean alterados. Con la limpieza, también se mantiene la calidad, ya que impide deterioros de instalaciones y utensilios por la actividad corrosiva de algún residuo.

En la industria alimentaria, la mayoría de limpiezas son húmedas. En este tipo de limpiezas, el agua es el componente más importante, cuantitativa y funcionalmente. El agua, no suele ser suficiente con su acción al disolver partículas de suciedad, si no que estas operaciones necesitan demasiado tiempo para ser eficientes, incluso en ocasiones son insuficientes (residuos grasos). Es necesario añadir sustancias químicas al agua que aceleren y completen la limpieza.

Existen medios limpiadores simples, lejías, ácidos o sustancias básicas, pero también preparados mixtos elaborados a partir de varias sustancias químicas. Éstos preparados, pueden aparecer en forma de productos preparados completamente o en ingredientes. Los ingredientes están formados por una



sustancia química principal (lejía o sosa) y un concentrado de sustancia activa. Los principios activos están formados por sustancias que establecen la dureza del agua, y por ténsidos, que evitan la formación de espumas por la presencia de suciedades.

Existen sustancias de limpieza tanto sólidas como líquidas. Las sustancias líquidas son especialmente relevantes en la limpieza automática, ya que pueden aplicarse como polvo mediante los equipos necesarios. La concentración máxima que pueden alcanzar las sustancias líquidas, es mucho menor que en las sustancias sólidas. También hay que tener en cuenta, que la solubilidad de las sustancias químicas disminuye con la disminución de la temperatura, por lo tanto, pueden precipitar algunos componentes del agente líquido. Los medios limpiadores en polvo, tienen la ventaja de que no existe el riesgo de salpicadura a ropas ni personas.

Los principales requisitos que deben tener los medios limpiadores son:

- ✚ Alta eficacia.
- ✚ Tolerancia con los materiales que van a estar en contacto.
- ✚ Buena solubilidad.
- ✚ Fácil dosificación.
- ✚ Escasa o nula formación de espumas.
- ✚ Suficiente tolerancia de aguas duras.
- ✚ Fáciles de eliminar mediante enjuagado.
- ✚ Buena capacidad de almacenamiento de los concentrados.
- ✚ Menor carga posible sobre las aguas residuales.
- ✚ Menor peligro y contaminación para el personal.

Para proteger al personal de la industria, la legislación correspondiente exige identificar mediante etiquetas el contenido de cada depósito, también se debe exponer el riesgo a manipular el producto, así como normas de seguridad.

En este apartado se van a analizar detalladamente las soluciones ácidas, alcalinas y el propio agua. Se analizarán las características de cada uno y se contrastarán con las características de los equipos y productos presentes en la fábrica, eligiendo las soluciones más adecuadas.

## 9.1.- Agua

### 9.1.1.- Generalidades y composición

El agua utilizado en la fábrica proviene de un pozo perforado. Éste agua, que es utilizado con finalidad técnica, es considerado <<agua industrial>> y es necesario que sea agua potable, ya que circula por equipos que luego van a estar en contacto con los alimentos. El precio del agua industrial es elevado, por lo tanto conviene ahorrar agua en medida de lo posible, de ahí que se haya optado por la recuperación del agua.



La composición del agua varía dentro de unos límites. Los valores deseados y no deseados de la calidad del agua potable e industrial están recogidos en la siguiente tabla:

Características y componentes		Valores deseados o admisibles	Valor límite	Valores indeseables
Residuo evapor. [mg/l]		500	1000	1500-3000 y más
Permanganato potásico consumido (KMnO <sub>4</sub> ) [mg/l]	hasta	6	12	20-40 y más
Urocromo [mg/l]	no evidenciable		0.1	1-50 y más
Dureza total [mval/l]	hasta	1.79	3.57	5.36-10.71 y más
Dureza carbonat. [mval/l]	hasta	1.79	2.86	5.36-8.93 y más
Dureza no carbonat. [mval/l]	hasta	1.79	3.57	5.36-8.93 y más
pH		7.1-7.5	8.0	8.5-10 ó 7-3
Ion amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/l]	hasta	0.1	0.2	0.3-0.5 y más
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> ) [mg/l]	hasta	50	100	150-250 y más
Calcio (Ca <sup>2+</sup> ) [mg/l]	hasta	50	100	150-250 y más
Manganeso (Mn <sup>2+</sup> ) [mg/l]	hasta	0.01	0.03	0.1-0.2 y más
Hierro (Fe <sup>2+</sup> ) [mg/l]	hasta	0.05	0.1	0.15-0.5 y más
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) [mg/l]	hasta	20	30	40-60 y más
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) [mg/l]	hasta	25	50	75-125 y más
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) [mg/l]	no evidenciable		0.05	0.1-0.2 y más
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/l]		20	30	40-60 y más
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) [mg/l]		0.01	0.02	0.1-0.2 y más
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) mg/l aguas blandas	no evidenciable		1.0	3-10 y más
en aguas duras	hasta	2	3.0	10-30 y más
Oxígeno (O <sub>2</sub> ) [mg/l]	hasta	6-8	10	11-15 y más

**Tabla 2.- Valores deseados e indeseables del agua potable e industrial.**

Fuente: "Limpieza y desinfección en la industria alimentaria" de G. WILDBRETT (Tabla apoyada en HOLL et al., 1968; tomado de MARKI, 1969)

Los principales componentes del agua son: magnesio, calcio, cloruros, sulfatos y nitratos. Los iones de calcio y magnesio determinan la dureza del agua. El grado de dureza del agua depende de la naturaleza geológica del subsuelo. En el caso de la zona de Lerma (Burgos), donde se encuentra la fábrica, se trata de un suelo basado en calizas y yeso, lo que da lugar a un agua bastante duro.

### 9.1.2.- Especificaciones del agua industrial

El agua industrial debe cumplir una serie de requisitos para garantizar la calidad de los productos fabricados en la industria en la que se emplea, especialmente si contacta directamente con el producto o en tanto que se use para enjuagar durante la limpieza. Debe ser inodora e insípida. El agua utilizado para la limpieza debe estar, en la medida de lo posible, exento de microbios, por lo que entre estos requisitos se determinan los límites tanto de especies como de números de gérmenes. Aquellas sustancias que significan un riesgo



para la salud del consumidor, tienen los límites especialmente bajos, por ejemplo los hidrocarburos clorados.

El agua atiende a distintas funciones en la limpieza a desarrollar en los establecimientos alimentarios:

1. Debe eliminar la suciedad adherida a las superficies.
2. Debe tratar de manera adecuada los residuos que persistan en aparatos y recipientes, mediante solución o por evaporación a alta temperatura.
3. Para los medios de limpieza y desinfección, existe en cada caso el disolvente más adecuado, así como el medio de elección para su eliminación al acabar la limpieza y desinfección.

En la industria alimentaria, estos requisitos deben cumplirse por separado, lo que requiere preparativos exclusivos. Los objetivos de esta preparación deben adaptarse a las exigencias de cada establecimiento. En su preparación, deben tenerse también en cuenta las prescripciones sobre aguas residuales.

#### 9.1.3.- Influencia del contenido y actividad del agua en la desinfección térmica

Los estudios de la cinética de destrucción de microorganismos, permitieron que a partir de 1925, se evitase de manera segura la acción de los esporos de *Clostridium botulinum* y de las toxinas que forma.

La desinfección térmica consiste en una desnaturalización irreversible de las enzimas y proteínas estructurales de los gérmenes. Analizando los datos de destrucción y de inactivación de enzimas, se determina que la sensibilidad al calor aumenta a medida que crece la complejidad de las estructuras y el contenido de agua. Esto, junto con las influencias del PH, apunta a que existe una relación entre la muerte de los gérmenes y la coagulación de las proteínas.

La realidad de que los sistemas enzimáticos de los endosporos sean similares a los de las células vegetativas, hace que el contenido de agua sea un aspecto determinante en la resistencia de los gérmenes. El calor seco produce un efecto lento, ya que la deshidratación a la que da lugar, hace que las proteínas celulares aumenten su resistencia a la coagulación por el calor. El principal inconveniente es que esto hace que aumente la concentración de componentes bacterianos con posibles efectos tóxicos. Por tanto, cuando aumenta la concentración de electrolitos, hay que tener en cuenta el <<efecto extractor de sales>> que esto produce. Otros estudios han llegado a la conclusión de que la magnitud de referencia, en vez de ser el contenido de agua, debe ser la actividad del agua. Esto se debe a que es más conveniente para estudiar los procesos biológicos.

#### 9.2.- Solución alcalina

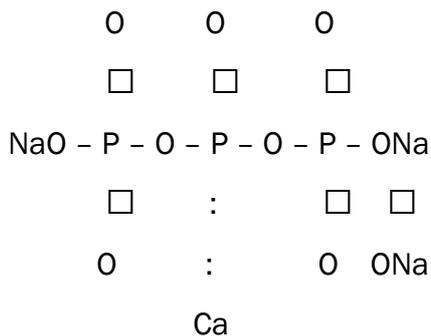
Las sustancias alcalinas (por ejemplo, las lejías) son capaces de imbibir eficazmente las proteínas desnaturalizadas y transformarlas en estado soluble,



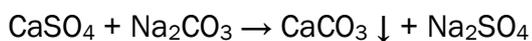
así como otros residuos orgánicos (por ejemplo, la grasa). En contra, son poco eficaces en la emulsión de grasas. Si bien es verdad que como consecuencia de un largo uso de la solución a temperaturas superiores a 60°C, se saponifica una parte de la grasa desprendida, desarrollando entonces la lejía una capacidad emulsionante (limitada). La sosa se comporta de manera similar a la lejía libre, pero de manera más débil.

La gran mayoría de las bases alcalinas reaccionan con las sales cálcicas y magnésicas formando posos sobre las superficies tratadas. Esto puede solucionarse incorporando a los productos de limpieza aditivos ricos en sustancias secuestrantes, que tienen la capacidad de formar complejos con los cationes alcalino-térreos (Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup>) que mantendrán disueltos los posos generados y no precipitarán.

El ortofosfato trisódico actúa como dispersante y reduce la dureza del agua por precipitación de los minerales responsables. El trifosfato pentasódico tiene el efecto contrario, ya que no precipita, sino que forma complejos con minerales que son los responsables de la dureza del agua. Aquí, la reacción no es una simple formación de sal; los iones de calcio y magnesio se ligan en complejos y permanecen disueltos en medio alcalino:



Así el polifosfato sódico impide la formación de depósitos por la dureza del agua, que se forman por las soluciones limpiadoras alcalinas. Pueden producirse atendiendo a las siguientes reacciones:



A partir de la lejía libre se forma carbonato sódico, menos activo. Este compuesto puede reaccionar en segunda etapa con sustancias yesosas presentes en la dureza, dando lugar a sulfato sódico como producto final, que es inactivo como agente limpiador.

El trifosfato sódico evita que precipiten cristales de calcio, éstos forman una capa unida sólidamente. En vez de formarse este precipitado, se crea un sedimento amorfo fácil de eliminar. Este compuesto permite, a su vez, disolver depósitos calcáreos presentes.

Muchos preparados están compuestos de silicatos de distinta composición. Estos suelen clasificarse según su proporción óxido alcalino/dióxido de silicio. Dependerá de la cantidad de contenido alcalino la alcalinidad total. Los silicatos se dispersan como coloides, formando micelas, que ayudan a repartir de manera estable en la solución partículas de suciedad hidrófilas. Los silicatos de baja alcalinidad (bisilicato) poseen un gran poder anticorrosivo y limpiador.

Los agentes alcalinos, aparte de las sustancias mencionadas, pueden contener también sulfato o cloruro sódico. Éstos compuestos (sales neutras) favorecen en determinadas cantidades la eficacia de los tensidos y ayudan a la aparición de ciertas propiedades técnicas de interés, como puede ser la capacidad humectante. Los efectos de estos compuestos no son muy notables, de ahí el interés por su reducción para obtener residuos de las sustancias químicas menos pesados.

Las sustancias alcalinas empleadas en la limpieza de la industria alimentaria pueden aparecer en diferentes rangos de composición.

En la tabla mostrada a continuación se observan las características de algunos principios activos de los productos limpiadores alcalinos:

Sustancias	pH (en solución al 1% a 20 °C)	Calificación				
		Capacidad emulsionante	Capacidad dispersante	Capacidad disgregación proteínas desnaturalizadas por el calor	Prevención de costras	Capacidad humectante
NaOH	13,3	-	-	+++	-	-
Na <sub>2</sub> O : SiO <sub>2</sub> = 2 : 1	12,8	+	++	++	-	-
Na <sub>2</sub> O : SiO <sub>2</sub> = 1 : 1	12,4	++	++	Sin datos	-	-
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	11,5	+	+	-	-	-
NaHCO <sub>3</sub>	8,5	-	-	Sin datos	-	-
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · NaHCO <sub>3</sub> · 2H <sub>2</sub> O	Sin datos	-	-	Sin datos	-	-
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	12,0	+	++	-	+	-
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	10,25	+	+++	Sin datos	++	++
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	9,6	++	++	Sin datos	+++	+

Leyenda	
-	Mala
+	Discreta
++	Buena
+++	Muy buena

**Tabla 3.- Características de algunos principios activos de productos limpiadores alcalinos.**

Fuente: "Limpieza y desinfección en la industria alimentaria" de G. WILDBRETT (REIF et al., 1870; WILDBRETT, 1976).



En la industria, las bases alcalinas más utilizadas en forma de disolución acuosa son las siguientes:

- ✚ Sosa cáustica (NaOH):
  - A temperatura ambiente es un sólido de color entre incoloro y blanco e inodoro.
  - Es deliquescente y absorbe fácilmente CO<sub>2</sub> del aire, por lo que se debe almacenar en recipientes herméticos.
  - Se disuelve muy bien en el agua liberando una gran cantidad de calor, lo que aumenta su capacidad limpiante.
  - Destapa, limpia y desinfecta tuberías sin provocar daños, lo que asegura el mantenimiento del circuito.
  - Desintegra restos de alimentos, aceites y grasas.
  - No ataca al plástico.
- ✚ Hidróxido potásico:
  - Sólido deliquescente e inodoro en forma de granulado, obtenido por concentración de una solución electrolítica purificada de hidróxido de sodio.
  - Es corrosivo en humedad con metales como el zinc, aluminio o el plomo, formando gases combustibles y explosivos.
  - Genera calor al contacto con humedad o agua.
- ✚ Amoníaco:
  - Solución acuosa incolora de olor fuerte.
  - Es una sustancia corrosiva e irritante.
  - Reacciona exotérmicamente con ácidos y al adicionar agua.
  - En las soluciones de amoníaco se encuentran disociados el ion amonio y el ion hidroxilo.
- ✚ Hipoclorito sódico (lejía):
  - Solución clara de color ligeramente amarillento o versos, de olor característico.
  - Se descompone al contacto con ácidos, luz, agua caliente o calor intenso produciendo cloro (gas tóxico).
  - Sustancia muy eficaz para desinfectar el agua, así como eliminar bacterias y microorganismos.

En presente diseño, se va a elegir la sosa cáustica como base alcalina. Este compuesto tiene una acción bastante contundente, ya que saponifica las grasas tanto de origen animal como vegetal, al unísono que desnaturaliza las proteínas. Por ende, su precio es bajo ya que es uno de los productos más utilizados en la limpieza industrial.

El principal problema que puede aparecer con la utilización de la sosa cáustica, es la corrosión del acero inoxidable. Si bien, esta únicamente se producirá si se forma la sal resultante de mezclar un producto ácido con un producto básico, ya que como sabemos  $\text{ÁCIDO} + \text{BASE} = \text{SAL} + \text{AGUA}$ . Por tanto es de vital



importancia que el aclarado que separa las etapas alcalina y ácida sea eficaz, garantizando que no se produzca la mezcla antes mencionada, con la posterior aparición de sal que provocaría la corrosión de los equipos y tuberías.

En el “Anexo n°1: Fichas e información técnica”, representada como “Fig. 15”, se incluye la ficha de seguridad química del NaOH, proporcionada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo en España (INSHT).

Una vez decidida la solución alcalina a emplear en el sistema y tras consultar la oferta de detergentes de estas características en el mercado, se decide utilizar el detergente BETELENE DB45, proporcionado por la empresa BETELGEUX. La principal razón por la que se ha decidido usar este producto radica en que posee un bajo punto de congelación, lo que proporciona una gran eficiencia desengrasante incluso en invierno. Ya que la ubicación de la fábrica se encuentra en Burgos, que alcanza unas temperaturas bastantes bajas en invierno se ha tomado esta decisión. También ha condicionado esta elección el ser un detergente destinado a la limpieza en procesos CIP. En el “Anexo n°1: Fichas e información técnica”, representada como “Fig. 16”, se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante:

### 9.3.- Solución ácida

En determinadas etapas durante la fabricación de alimentos, los productos utilizados generan residuos, requiere especial mención la generación de oxalato cálcico. En fábricas que trabajen con aguas duras, como es el caso de la que se está estudiando, se forman incrustaciones en las zonas de agua caliente. Estos depósitos han de ser eliminados mediante agentes ácidos. Las bases de estos últimos, generan frecuentemente ácidos minerales como el ácido fosfórico o el ácido nítrico. El ácido nítrico, puede en ocasiones generarse como un compuesto que contiene urea  $(\text{CO} - \text{NH}_2)_2 \cdot \text{HNO}_3$ ; también se genera como ácido amidosulfónico en forma de polvo. El ácido clorhídrico se utiliza como desincrustador solamente en casos excepcionales, o en la limpieza de suelos con suciedad soluble en ácido.

Esta acción de los ácidos contra las incrustaciones minerales, se debe a que transforman sales insolubles en formas hidrosolubles, por ejemplo:



En el ámbito industrial se emplean en ciertas ocasiones ácidos débiles, que son poco agresivos y normalmente usados en el ámbito doméstico, como el ácido cítrico o el ácido acético. Es más frecuente el uso de ácidos de carácter intermedio, como por ejemplo el ácido fosfórico, que es recomendable ya que su uso tiene menos riesgo que los ácidos fuertes. Entre estos últimos encontramos el ácido clorhídrico, el nítrico, el sulfúrico y el fórmico. Éstos deben utilizarse con especial precaución en la limpieza industrial, ya que son peligrosos en contacto con las personas. Al ubicarse la fábrica en una zona de aguas duras, se va a elegir entre los ácidos fuertes mencionados previamente,



ya que son más eficaces en la eliminación de las bases minerales de las aguas duras.

🚧 Ácido clorhídrico:

- Disolución del gas cloruro de hidrógeno en agua, dando lugar a una disolución incolora y con olor penetrante e irritante.
- Miscible en agua, produce vapores irritantes.
- Reacciona violentamente con: aluminio, aminas, carburos, hidruros, flúor, metales, soluciones de hidróxidos alcalinos...

🚧 Ácido nítrico:

- Líquido de color amarillo a incoloro, que en ocasiones libera vapores rojizos con aroma sofocante.
- Corrosivo, oxidante, venenoso.
- Reacciona violentamente con el agua.

🚧 Ácido sulfúrico:

- Líquido aceitoso descolorido.
- Soluble en agua, dando lugar a una disolución corrosiva para metales y tejidos.

🚧 Ácido fórmico:

- Líquido incoloro con olor a acre.
- Soluble en agua con desprendimiento de calor, corrosivo a los metales y tejidos.

Para la instalación, al tratarse de un sistema totalmente automático y de una zona en la que el agua es dura, se va a optar por un ácido fuerte, concretamente por el **ácido sulfúrico**, para garantizar la eliminación de estas bases minerales.

En el “Anexo n°1: Fichas e información técnica”, representada como “Fig. 17”, se incluye la ficha de seguridad química del ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), proporcionada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo en España (INSHT).

\*Nótese que la ficha de seguridad adjuntada a continuación se refiere al ácido sulfúrico puro, mientras que en el sistema de limpieza se va a utilizar en disolución.

Una vez decidida la base ácida a emplear en el sistema y tras consultar la oferta de soluciones de estas características en el mercado, se decide utilizar el detergente BETCLEAN CIP45, proporcionado por la empresa BETELGEUX. Éste detergente contiene también ácido fosfórico y su elección se debe a las mismas razones que la solución alcalina. En el “Anexo n°1: Fichas e información técnica”, representada como “Fig. 18”, se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante:



#### 9.4.- Influencia del pH

Existen relaciones entre la coagulación de proteínas (desnaturalización) y el valor del pH que se pueden transferir a la resistencia al calor. La resistencia al calor es idónea en torno al pH neutro, un pH de entre 6 y 8. Fuera de estos valores la sensibilidad a la temperatura se ve incrementada, dando lugar a una eliminación de gérmenes a temperatura constante mucho más rápida.

Sin embargo, la resistencia máxima de las bacterias se establece en un pH de 6-7, mientras que para levaduras y mohos en una zona de pH de 3-6. Al aumentar la temperatura las diferencias disminuyen, sin embargo, en la zona de calentamiento a temperaturas más bajas existen diferencias notables.

En las células vegetativas, se encuentra una importante acción aceleradora de un pH adecuado hasta unos 65°C; en los endosporos se detectan influencias de pH importantes a 120-130°C. La desnaturalización proteica en valores de pH extremos es bastante rápida ya a temperatura ambiente.

#### 9.5.- Frecuencia de empleo y duración de las soluciones limpiadoras

La vida y frecuencia de utilización de las sustancias de limpieza dependen del grado de ensuciamiento de las instalaciones, las especificaciones de limpieza, las sustancias contenidas en el medio limpiador, así como los requisitos para la recuperación de los líquidos utilizados.

En nuestro caso, se va a realizar una limpieza con líquido recuperado, ya que se reduce notablemente el consumo de agua y soluciones, así como la cantidad de aguas residuales y residuos químicos en comparación con la limpieza a líquido perdido. En su contra, la limpieza con líquido recuperado, necesita de dispositivos extra; para el transporte (tuberías, válvulas...), para almacenamiento (depósitos), para el tratamiento de los líquidos recuperados y para dosificar la cantidad de líquido pulverizado.

#### 9.6.- Regeneración de las soluciones de limpieza

Para la recuperación de las sustancias utilizadas en la limpieza existen distintas posibilidades:

1. La suciedad separable se vierte mediante un grifo de purga al fondo de un depósito de forma cilíndrica.
2. La suciedad se elimina mediante centrifugado.
3. La suciedad soluble se separa mediante filtración tangencial a través de membranas.
4. En una instalación especial de regeneración de lejías se añaden a la solución limpiadora sustancias precipitantes, floculantes y oxidantes, que corrigen la composición de la solución a recuperar. Así, las suciedades presentes precipitan o se adhieren a partículas floculadas, que luego pueden separarse mediante sedimentación o filtración.



## 10.- ALMACENAMIENTO DE LAS SOLUCIONES

Para tratar el almacenamiento de los detergentes, tanto alcalinos como ácidos que van a utilizarse en la instalación, se ha tomado como referencia la Ficha de Divulgación Normativa (FDN) proporcionada por el INSHT; FDN-24: Almacenamiento y manipulación de productos químicos.

Como solución alcalina para el sistema se ha elegido la sustancia BETELENE DB45. La composición principal de este detergente se basa en hidróxido sódico. El hidróxido de sodio en solución es extremadamente corrosivo.

Como solución ácida se ha elegido la sustancia BETELCLEAN CIP180, cuya composición principal se basa en ácido sulfúrico. El ácido sulfúrico en solución con agua se considera de la misma forma extremadamente corrosivo.

Por tanto, según el *Real Decreto 379/2001* por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos (APQ) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC), estas sustancias quedan clasificadas como:

MIE-APQ-6 “Almacenamiento de líquidos corrosivos”

A continuación, se adjunta la ficha del RD correspondiente a este tipo de sustancia que comenta las características relativas a la forma de almacenamiento (tanques, depósitos, recipientes fijos y móviles, botellas...), al emplazamiento de almacenamiento (en superficie, enterrado, interior, armarios...) y las medidas de protección contra los riesgos presentes en estos almacenamientos:

ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS CORROSIVOS: ITC MIE-APQ-6

FORMA DE ALMACENAMIENTO	EMPLAZAMIENTO DEL ALMACENAMIENTO	PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS
<p><b>En recipientes fijos:</b>            Aquellos no susceptibles de traslado o los trasladables superiores a 3.000 l de capacidad. Podrán ser:</p> <p>a) Tanques atmosféricos. Diseñados para soportar una presión interna manométrica de hasta 0,15 bar.</p> <p>b) Tanques a baja presión 0,5 bar &gt; P &gt; 0,15 bar.</p> <p>c) Recipiente a presión superior a 0,5 bar.</p> <p><b>En recipientes móviles:</b>            Aquellos susceptibles de traslado de capacidad unitaria hasta 3.000 l.</p>	<p><b>En recipientes fijos:</b>            - Si bien podrán situarse en el exterior o interior de edificios, tanto sobre o bajo el nivel del suelo, siempre que sea posible se realizarán en el exterior. El acceso a la zona de almacenamiento se restringirá por medios eficaces, a las personas no autorizadas.</p> <p>Si el almacenamiento se realiza en el interior de edificios, éstos deberán garantizar:</p> <p>a) Que no puedan dañarse ni la estructura ni las cimentaciones del mismo o de los contiguos.</p> <p>b) La imposibilidad de que el líquido derramado invada otras dependencias.</p> <p>c) El sistema de drenaje evacua a lugar seguro.</p> <p>d) Las salidas de los sistemas de ventilación evacuarán a zona segura exterior mediante codutos exclusivos a tal fin.</p> <p>e) Sistemas de venteo y alivio de presión. (Art.8 de la ITC.)</p> <p>- Se exigen cubetos de retención tanto en almacenamientos interiores como exteriores de recipientes fijos, con las características que se determinan en el art. 15 de la ITC.</p> <p>- Si el almacenamiento está fuera del recinto de la factoría, se cercará con una valla resistente de 2,5 m de altura mínima cuya puerta deberá abrir hacia el exterior.</p> <p><b>En recipientes móviles:</b>            - En interior de edificios dispondrán obligatoriamente de un mínimo de dos accesos independien-</p>	<p><b>A.- Instrumentación y elementos de seguridad de tanques, recipientes y sistemas de tuberías:</b></p> <p>- Deberán disponer de sistemas de venteo o alivio de presión para prevenir la formación de vacío o presión interna. Las salidas de dicho sistema estarán alejadas de los puntos de operación y vías de circulación o se protegerán adecuadamente para evitar proyecciones de líquidos y vapores. Se dimensionarán conforme a lo prescrito en el art. 8 del capítulo I de la sección 2ª de la ITC.</p> <p>- Sistema de tuberías dotado de un sistema de alivio controlado cuando puedan quedar retenidos más de 250 litros de producto y éste puede vaporizarse o dilatarse. Así mismo, estará dotado de válvulas de purga a fin de evitar retención de líquidos. Aquellos puntos en los que exista la posibilidad de proyección y se encuentren próximos a puntos de operación o vías de circulación, deberán protegerse mediante apantallamiento.</p> <p>- Para garantizar la prevención de derrames por sobrelenado, irán dotados de dos elementos de seguridad independientes, por ejemplo, indicadores de nivel y alarma independiente de alto nivel. La válvula de bloqueo podrá ser de accionamiento automático o manual. En carga y descarga de cisternas se utilizará buzo telescópico hasta el fondo de la cisterna o llenado por el fondo de la misma.</p> <p><b>B.- Instalaciones de Seguridad:</b></p> <p>1- Señalización normalizada según RD 485/1997 del almacenamiento y, en áreas de manipulación, de la presencia de líquidos corrosivos, además de otros tipos de riesgo que pudieran existir.</p> <p>2- Iluminación adecuada, en especial si se efectúa manipulación.</p> <p>3- Duchas y lavaojos a distancia no superior a 10 m de puestos de trabajo con riesgo, libres de obstáculos y señalizados.</p> <p>4- Seguridad contra incendios: Remite a la ITC-MIE-APQ-001 y al RD 1942/1993 en cuanto a diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones de seguridad contra incendios.</p> <p><b>C.- Equipos de Protección Individual:</b>            Se dotará al personal del almacenamiento de las prendas de protección necesarias apropiadas al riesgo (mecánico, químico, térmico, etc.).</p> <p><b>D.- Formación del personal:</b>            El personal de almacenamiento recibirá instrucciones, oralmente y por escrito, sobre:</p> <p>- Propiedades de los productos almacenados.</p> <p>- Función y uso correcto de los elementos e instalaciones de seguridad y del equipo de protección personal.</p> <p>- Consecuencias del uso o funcionamiento incorrecto de los elementos e instalaciones de seguridad y de los equipos de protección personal.</p>

<p>tes señalizados. El recorrido máximo real de evacuación no será superior a 25 m.</p> <p>Se podrá disponer de una sola salida si el almacén tiene menos de 25 m<sup>2</sup> y la distancia a la salida es inferior a 6 m.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- No se almacenarán en la misma pila o estantería productos diferentes que presenten posibles reacciones peligrosas.</li><li>- Instalación eléctrica acorde con el REBT.</li><li>- Almacenamientos en interiores dispondrán de ventilación natural o forzada.</li><li>- El suelo y los primeros 100 mm de las paredes del recinto, serán resistentes y estancos al líquido, inclusive puertas y aberturas. Alternativamente, el suelo podrá drenar a lugar seguro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Peligros derivados de una fuga o derrame y acciones a adoptar.</li></ul> <p>El personal del almacenamiento tendrá acceso a la información relativa a los riesgos de los productos y los procedimientos de actuación en caso de emergencia, que se encontrarán disponibles en letreros bien visibles.</p> <p><b>E.- Plan de Revisiones:</b></p> <p>Cada almacenamiento dispondrá de su propio plan a fin de comprobar la disponibilidad y buen estado de los elementos e instalaciones de seguridad y equipo de protección individual. Se mantendrá un registro de las revisiones realizadas.</p> <p><b>F.- Mantenimiento y Revisiones periódicas:</b></p> <p>Además del mantenimiento ordinario de las instalaciones, cada almacenamiento dispondrá de un plan de revisiones propias para comprobar la disponibilidad y buen estado de los equipos e instalaciones. Se dispondrá de un registro de las revisiones realizadas y un historial de los equipos, a fin de comprobar que no se sobrepase la vida útil de los que la tengan definida y controlar las reparaciones o modificaciones que se hagan en los mismos. Cada empresa designará un responsable de dichas inspecciones, propio o ajeno.</p> <p>Las revisiones periódicas se efectuarán según lo indicado en el art. 30 de la ITC.</p> <p><b>G.- Plan de Emergencia:</b></p> <p>Obligatorio para todo almacenamiento. El plan considerará las emergencias que puedan producirse, la forma de controlarlas por el personal propio y la posible actuación de servicios externos. Se realizarán periódicamente ejercicios prácticos de simulación de siniestros, como mínimo una vez al año, debiendo dejar constancia de su realización. Se deberá disponer de equipos adecuados de protección individual para intervención en emergencias.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fig.4.- Ficha de "Almacenamiento de Líquidos corrosivos: ITC MIE-APQ-6".

Fuente: RD 379/2001

## 11.- TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Es imprescindible realizar una gestión adecuada de los residuos generados en el proceso, comenzando por una adecuada identificación, clasificación y segregación de estos.

Los envases que contengan residuos, deben etiquetarse por el productor de los mismos, con el fin de informar al resto de personal sobre los riesgos que acarrear la manipulación y la exposición a dichos restos. Así como de las medidas preventivas que deben aplicarse para conseguir su disminución. Toda esta información se recopila en su etiqueta y en la Ficha de Datos de Seguridad (FDS), la que permite al trabajador tomar medidas adecuadas a las características de la sustancia en su actividad.

### 11.1.- Identificación y clasificación de los residuos

La NTP "NTP-1054: Gestión de residuos: clasificación y tratamiento" proporcionada por el INSHT establece, apoyándose en la Directiva

2008/98/CE, un marco jurídico para la gestión de residuos y hace hincapié en la prevención. Ésta última la trata como el conjunto de medidas adoptadas antes de que un producto se convierta en residuo, para reducir tanto la cantidad y contenido de sustancias peligrosas, como los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente de los residuos generados.

Los residuos pueden clasificarse atendiendo a su origen (doméstico, industrial, comercial), lo que condiciona la competencia administrativa encargada de su gestión, o atendiendo a sus características (peligrosos y no peligrosos), lo que condiciona su destino, sea tratamiento o eliminación.

La consideración de un residuo como peligroso se ha de hacer conforme a la lista establecida en el anexo de la Decisión 2014/955/UE. De la misma forma, un residuo se considerará peligroso cuando presente una o más características de las indicadas en el anexo III de la Directiva 2008/98/CE, transpuesta por la Ley 22/2011. Entre estas características se encuentran: H4 (irritante), H5 (nocivo), H6 (tóxico y muy tóxico), H7 (cancerígeno), H8 (corrosivo), H10 (tóxico para la reproducción), H11 (mutagénico) y H14 (ecotóxico).

Como se ha visto anteriormente, los residuos de la planta, tanto ácidos como alcalinos, son altamente corrosivos por tanto serán residuos industriales y peligrosos.

El grupo al que pertenecen los residuos del presente trabajo, de acuerdo a la relación de grupos genéricos de residuos peligrosos será la nº2 correspondiente a disoluciones acuosas:

Grupo	Denominación	Peligrosidad	Pictograma
2	Disoluciones acuosas 1. Salinas inorgánicas exentas de metales pesados. 2. Salinas que contengan metales pesados. 3. Con compuestos orgánicos. 4. <u>Mezclas ácidas inorgánicas.</u> 5. <u>Mezclas básicas inorgánicas.</u> 6. Disoluciones amoniacales. 7. Disoluciones cianuradas.	Nocivo Tóxico Corrosivo	

**Tabla 4.- Grupo de residuos nº 2 “disoluciones acuosas”.**

Fuente: Directiva 2008/98/CE

Identificados y clasificados los residuos, deberán segregarse en los envases más adecuados a las características de cada uno. Todos estos envases serán de polietileno de alta densidad homologados y resistentes. El tipo y tamaño del envase dependerá del estado en el que se encuentre el residuo, la producción del mismo y la capacidad de espacio o almacenamiento.



La segregación de los residuos, combinando la seguridad y la gestión individualizada de los residuos con la operatividad de la instalación, se realizará en las siguientes categorías:

- Disoluciones ácidas.
- Disoluciones básicas.

#### 11.1.1.- Fichas de Datos de Seguridad

La FDS es una fuente de información muy importante, complementa la información de la etiqueta y es una herramienta de trabajo muy útil para la prevención de riesgos laborales.

Esta ficha ha de facilitarse obligatoriamente con la primera entrega de un producto químico peligroso, bien en papel o en formato electrónico. Las informaciones se proporcionarán antes de la primera entrega de la sustancia, y posteriormente, siempre que se produzcan revisiones debidas a nuevos conocimientos significativos a la seguridad, protección de la salud y del medio ambiente.

Los objetivos de las FDS desde el punto de vista preventivo son:

- Proporcionar datos que identifiquen el producto y al responsable de su comercialización, deberá incluirse un número de teléfono donde realizar las consultas de emergencia.
- Informar sobre los riesgos y peligros del producto en relación a inflamabilidad, estabilidad y reactividad, toxicidad, posibles lesiones o daños por inhalación, ingestión o contacto dérmico, primeros auxilios y ecotoxicidad.
- Formar al usuario del producto sobre el comportamiento y características del producto, correcta utilización (manipulación, almacenamiento, eliminación...), controles de exposición, medios de protección (individual o colectiva) a utilizar en el caso de que el control no fuese eficaz o en caso de emergencia, prácticas a llevar a cabo en caso de accidentes como sea el uso de extintores, el control y neutralización de derrames...
- En el caso de los preparados, se facilitará también la relación de sustancias que lo componen y que son responsables de su peligrosidad. Se incluirá también la gama de concentraciones.
- Permite al usuario establecer sus propios criterios respecto a la peligrosidad de un producto a partir de los datos experimentales (físicoquímicos, toxicológicos y ecotoxicológicos) disponibles.

#### 11.1.2.- Etiquetas

Los envases portadores de sustancias peligrosas deben etiquetarse por el productor de residuos. La etiqueta permite al usuario identificar el producto en el instante de su utilización. Errores en esta etapa condicionarán una gestión inadecuada de los residuos.

El etiquetado de un producto da lugar a la asignación de unas categorías de peligro definidas y preestablecidas, basadas en las propiedades fisicoquímicas, toxicológicas, en los efectos sobre la salud humana y en los efectos sobre el medioambiente y quedan identificadas mediante pictogramas y/o frases de riesgo.

La normativa vigente establece que todo envase contenedor de residuos peligrosos tendrá que estar etiquetado de manera clara, legible e indeleble. En las etiquetas se proporcionará la siguiente información:

- Nombre del residuo.
- Código de identificación de los residuos contenidos.
- Datos del productor.
- Fecha de envasado.
- Naturaleza de los riesgos que presenta el residuo.



Fig.5.- Etiqueta de residuo peligroso.

Fuente: <https://ideasmedioambientales.com/modificaciones-en-el-etiquetado-de-los-residuos-peligrosos/>

### 11.1.3.- Pictograma de peligrosidad

Como se ha expuesto previamente la principal característica de peligrosidad de los residuos que se van a obtener en esta planta es la corrosividad, por tanto el pictograma que debe incluirse en la etiqueta será el siguiente:

Pictograma	Identificador	Características
	<p style="text-align: center;"><b>C</b> Corrosivo</p>	<p><b>Clasificación:</b> Sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.</p> <p><b>Precaución:</b> Evitar el contacto con los ojos, piel e indumentaria mediante medidas protectoras. NO inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar acudir inmediatamente al médico.</p>

*Tabla 5.- Pictograma de sustancia corrosiva.*

### 11.2.- Manipulación y acondicionamiento

Durante la manipulación de residuos, pueden darse accidentes de distinta naturaleza y muy variados. Gran parte de ellos se deben a las características de peligrosidad de las sustancias utilizadas, otros se deben a las operaciones que se pueden realizar con estos residuos.

En su mayoría, los accidentes con residuos, aparecen en su manipulación, concretamente en las tareas de trasvase. Los envases una vez estén señalizados según se ha indicado previamente, deberán manipularse de manera adecuada de forma que no representen riesgos para los trabajadores. Para dicha manipulación habrá de tenerse en cuenta lo establecido en el RD 487/97 sobre Manipulación de Cargas.

Los principales riesgos a los que queda expuesto el personal que manipula residuos son:

- Exposición a salpicaduras o proyecciones inesperadas que puedan afectar a distintas partes del cuerpo y que puedan tener distintas consecuencias en función de la peligrosidad de la sustancia y de la cantidad proyectada.
- Exposición a vapores tóxicos debidos a la evaporación de los residuos.
- Riesgo de incendio o explosión cuando se manipulan residuos inflamables o combustibles.

Por tanto, es de gran importancia analizar la forma en la que se realizan estas tareas, las condiciones (sobre todo de temperatura) en las que se realizan los procesos y factores como el tiempo de exposición y el número de trabajadores expuestos.

#### 11.2.1.- Operación de trasvase

La operación de trasvasar un producto químico independientemente de su naturaleza, desde un contenedor a otro de menor tamaño, deberá realizarse teniendo en cuenta las debidas precauciones.



En el caso de que el contenedor original dispusiese de grifo, el trasvase se llevaría a cabo por gravedad abriéndolo lentamente. En el caso de no disponer de dicho elemento, se utilizaría una bomba de vacío para realizar esta operación.

En el transcurso de la operación, se utilizarán obligatoriamente los equipos de protección individual (EPI's) prescritos en la ficha de seguridad.

En la medida de lo posible, se evitará realizar estas operaciones con productos inflamables.

Una vez trasvasado el producto al envase de destino, éste último se etiquetará de la misma forma que el envase original.

### 11.3.- Almacenamiento temporal

Los residuos generados en la fábrica se almacenarán temporalmente antes de ser entregados al gestor autorizado.

El almacenamiento se realizará en función de su peligrosidad e incompatibilidades, para ello es imprescindible el etiquetado de las sustancias en la organización del almacén de residuos.

En la fábrica se almacenarán por separado los dos tipos de residuos (ácidos y alcalinos), provenientes de las soluciones de limpieza.

La estancia reservada a dicho fin en la fábrica es mencionada como "Almacén de residuos" en el plano de planta del edificio rediseñado. Como puede observarse se encuentra en frente de la sala CIP para minimizar las distancias de transporte y tiene un acceso al exterior cercano.

### 11.4.- Gestión de residuos

La recogida, transporte hasta instalaciones especializadas y tratamiento intermedio o final (aprovechamiento o eliminación) de los residuos generados en la fábrica de embutidos será encargada a un gestor de residuos.

Según la Ley 10/1998, completada con la Ley 22/2011, se considera gestor de residuos "la persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos".



## 12.- DISEÑO SISTEMA CIP

Antes de iniciar los cálculos de los componentes del sistema de limpieza automático CIP, es necesario determinar los equipos que van a ser limpiados con este método. Dadas las características de la industria en la que se centra este trabajo, se ha tomado la decisión de servir mediante CIP a todos los equipos instalados en las estancias “Sala de embutido” y “Sala de adobado”. La decisión viene tomada porque son los equipos de estas estancias los que más contacto tienen con la materia prima y por tanto mayor exposición tienen a la contaminación, a la vez que han de ser los más limpios ya que su estado de limpieza condiciona directamente la calidad del producto final. Es decir son dos zonas altamente críticas. Esto condiciona la limpieza de un total de 4 máquinas: trituradora, amasadora, embutidora y bombo de adobos. La máquina grapadora no tiene forma de tanque por lo que no se la puede aplicar este tipo de limpieza.

A su vez, las cámaras y secaderos, son zonas críticas, ya que almacenan en su interior materia prima, producto semiprocesado o producto terminado. El principal inconveniente de aplicar una limpieza automática a estas zonas, reside en que en la mayor parte del tiempo van a estar ocupadas por productos, por lo que la limpieza debería realizarse en los periodos en los que quedan libres entre la salida y la entrada de productos nuevos. Éstos periodos no van a poderse predecir fácilmente, ni van a ser siempre iguales, ya que dependiendo del producto almacenado, necesitará más o menos tiempo en las cámaras o en las estaciones de curado. Esto, junto con que los dispositivos de limpieza compatibles con el sistema CIP están enfocados de manera más específica a la limpieza de equipos y tanques, en vez de a superficies, hace que se haya decidido mantener la limpieza de estas estancias de la forma manual que se realizaba anteriormente, por las dificultades de su automatización.

### 12.1.- Material de la instalación

Como puede comprobarse en las fichas técnicas de los detergentes, tanto alcalino (BETELENE DB45) como ácido (BETELCLEAN CIP180), ambos son compatibles con superficies de acero inoxidable (subrayado en las fichas técnicas de los detergentes). Por tanto la instalación va a ser construida en acero inoxidable (preferiblemente AISI 316L), ya que no existe peligro de corrosión con las sustancias de limpieza.

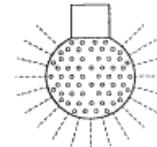
### 12.2.- Dispositivos pulverizadores

Para realizar una limpieza adecuada de los equipos, es necesario colocar en su parte superior un dispositivo capaz de pulverizar la solución limpiadora, haciéndola llegar a toda la superficie del equipo. A este fin, existen varios dispositivos rociadores, que han sido explicados detalladamente en el apartado “5.8.- Dispositivos de limpieza”.

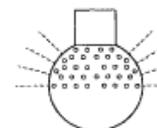
Para esta instalación se van a utilizar “sprayballs” como dispositivos pulverizadores. Esta decisión viene argumentada por su fácil instalación, bajo costo y su mantenimiento prácticamente nulo.

#### 12.2.1.- Tipos de sprayballs

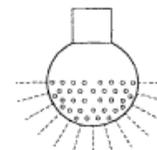
✚ **Sprayball con ángulo a 360°.** Dispositivo idóneo para tanques con mucha suciedad. Su diseño permite una distribución uniforme del líquido de limpieza en la superficie interior del tanque.



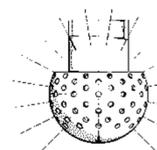
✚ **Sprayball con ángulo a 180° hacia arriba.** Dispositivo utilizado cuando únicamente se necesita limpiar la parte superior del tanque. La parte inferior y lateral es limpiada por el fluido limpiador que cae por las paredes.



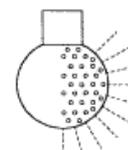
✚ **Sprayball con ángulo a 180° hacia abajo.** En ocasiones es necesario combinar un rociador hacia arriba y otro hacia abajo, suele ocurrir cuando el tanque esté provisto internamente de instrumentos de medición u otros objetos que sean afectados durante la limpieza.



✚ **Sprayball con ángulo a 270° hacia arriba.** Utilizados en superficies internas con mucha suciedad, en las que la parte central cuenta con algún tipo de válvula o instrumento que no puede exponerse directamente a la solución limpiadora.



✚ **Construcción especial.** Diseños especiales en tanques característicos.



Fuente de las imágenes: <http://www.sudmo.com.au/spray-balls/>

#### 12.2.2.- Sprayballs elegidos para la instalación

El tipo de sprayball más idóneo para la fábrica es el de 360°, ya que los equipos van a contener bastante suciedad al final de cada ciclo de producción e interesa una limpieza intensiva y uniforme en el interior de estos.

Se ha decidido utilizar el “sprayball” LKRK 64, de 28.5 mm de diámetro exterior y 25.5 mm de diámetro interior, con ángulo a 360° y con agujeros de 2mm de diámetro.

A continuación se adjunta el catálogo proporcionado por el fabricante, ALFA LAVAL AB:

## LKRK Spray Ball

### Application

Spray ball, type LKRK, is used for the cleaning process and storage tanks in dairies, breweries, the food industry etc.

### Standard design

LKRK is a pressed ball made of a stainless steel sheet available with diameters of 64 and 94 mm.

The CIP supply pipe is connected to the socket of the spray ball by means of a locking pin. The socket is dimensioned for ISO or DIN tubes.

The spray ball has a flat shoulder with holes to enable thorough cleaning of the supply pipe.

LKRK can be supplied drilled to the following patterns:

- 1) B-version for directing the spray pattern to the bottom area of the tank.
- 2) T-version for directing the spray pattern to the top area of the tank.
- 3) F-version for directing the spray pattern all over the tank.

The 64 mm spray ball is available with 2 mm holes. The 94 mm spray ball is available with 2 mm or 3 mm holes. (See capacity diagrams).

### Materials

Product wetted steel parts: Acid-resistant steel  
AISI 316L.

Finish: Bright.

### Connections

Type LKRK 64: ISO tube: 25 mm,  
DIN tube: NW25 - pipe range 1 and 2.

Type LKRK 94: ISO tube: 51 mm,  
DIN tube: NW50 - pipe range 1 and 2.

OD = Outside diameter.

ID = Inside diameter.



Fig. 1. LKRK, Spray Ball.

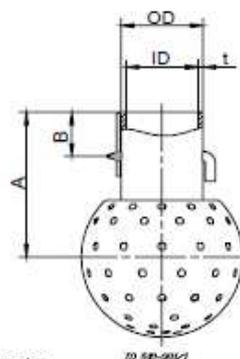


Fig. 2. Dimensions.

### Dimensions (mm)

Size	64	94
A	58	77.5
B	17.5	22.5
ISO tube		
OD/ID/t	28.5/25.5/1.5	54.4/51.4/1.5
DIN tube		
OD/ID/t	32.5/28.5/2	54.4/52.4/1
Pipe range 1		
DIN tube		
OD/ID/t	34.2/29.5/2.35	57.4/53.4/2
Pipe range 2		
Weight (kg)	0.2	0.3

Alfa Laval

Pressure drop/capacity diagrams

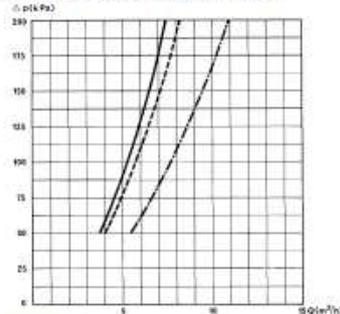


Fig. 3. Type LKRK 64 with 2 mm holes.

— bottom drilled  
 - - - top drilled  
 - · - · fully drilled

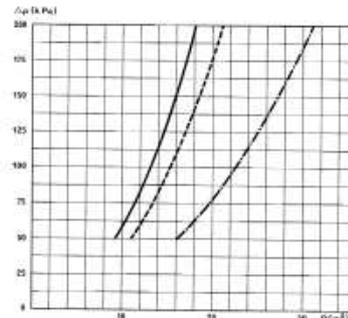


Fig. 4. Type LKRK 64 with 2 mm holes, 51 mm (NW 50) tube.

— bottom drilled  
 - - - top drilled  
 - · - · fully drilled

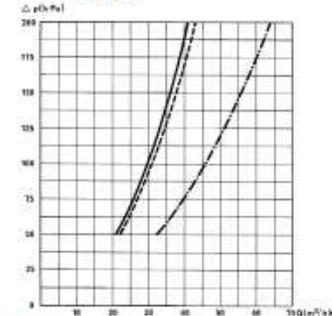
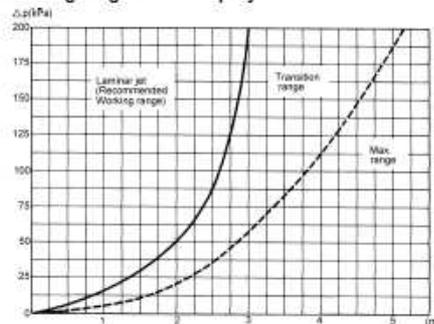


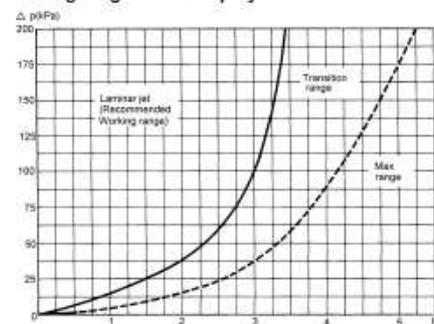
Fig. 5. Type LKRK 64 with 3 mm holes, 51 mm (NW 50) tube.

— bottom drilled  
 - - - top drilled  
 - · - · fully drilled

Cleaning range of 2 mm spray holes



Cleaning range of 3 mm spray holes



Sanitary Equipment, Headquarter  
 Alfa Laval AB  
 SE-221 00 LUND, Sweden  
 Telephone: +46 46 367000  
 Fax: +46 46 367150  
 Email: sanitary.equipment@alfalaval.com  
 www.alfalaval.com

The information contained herein is correct at the time of issue, but may be subject to change without prior notice.

Alfa Laval

Fig. 6.- Ficha técnica de "sprayballs" para limpieza CIP de ALFA LAVAL (Páginas 1 y 2).

El "sprayball" LKRK 64 es un modelo que tiene únicamente la opción de unos agujeros de 2 mm de diámetro.



### 12.2.3.- Flujo volumétrico en el sistema

La elección del “sprayball” LKRK 64 condiciona la necesidad de unas tuberías de 25 mm de diámetro, como se puede observar en el catálogo.

De la “**Tabla 1**”, del apartado 5.7.- *Limpieza de cañerías y de tanques*, que relaciona el diámetro de tubería con el caudal se obtiene que para un diámetro de 25mm, el caudal que recorre la tubería es de 5.4 m<sup>3</sup>/h. Al lavarse 4 equipos instantáneamente, el caudal de ciclo del sistema será de 21.6 m<sup>3</sup>/h.

### 12.2.4.- Validación de los sprayballs

El sprayball LKRK 64 para una tubería de 25 mm de diámetro y 2mm de diámetro de agujero, tal y como se puede obtener de las gráficas proporcionadas por el fabricante, da lugar a una caída de presión de 100 kPa (Fig.3 del catálogo de Alfa Laval, **Fig. 6**) y un radio de alcance de unos 2.6 m aproximadamente (tabla “Cleaning range of 2mm spray holes” del catálogo de Alfa Laval).

Las dimensiones de la amasadora, que es el equipo de mayor tamaño que va a ser limpiado mediante CIP, son de 2.8m x 1.5m. Por tanto el alcance de los sprayballs de 2.6m de radio es válido para las 4 máquinas (tritadora, amasadora, embudidora y bombo de adobos).

### 12.3.- Etapa de pre-enjuague

En esta etapa se utiliza el contenido del tanque de agua proveniente de la red.

El agua ingresa de la red al tanque a temperatura ambiente, su temperatura de operación debe encontrarse en un intervalo de entre 60° C y 70° C, para lo que se utilizará un intercambiador de calor fuera del depósito.

La duración de la etapa será de 10 minutos, tiempo suficiente para retirar todos los residuos de carne formados durante el proceso

#### 12.3.1.- Diseño del depósito de agua bruta

##### **Capacidad del tanque de pre-enjuague.**

El volumen de este depósito depende del caudal que circula por el sistema y de la duración de esta etapa. Su dimensionado se va a realizar suponiendo que pudieran limpiarse las 4 máquinas a la vez, cosa que no va a suceder, ya que como máximo van a limpiarse 2 simultáneamente.

Datos:

$$Q = 21.6 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (caudal de ciclo)}$$

$$t = 10 \text{ min} = 0.1667 \text{ h} \text{ (tiempo de pre-enjuague)}$$

Cálculos:

$$V = Q \times t = 21.6 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.1667 \text{ h} = 3.6 \approx 4 \text{ m}^3 \text{ (volumen total depósito)}$$

Por tanto el tanque ha de tener una capacidad de unos 4 m<sup>3</sup>, capacidad que se necesitaría para abastecer a los 4 equipos que se van a limpiar, aunque simultáneamente únicamente se limpiarán un máximo de 2. Con esta capacidad, se asegura la cantidad de líquido necesaria para los 4 equipos en el caso de que haya algún imprevisto, a la vez que permite la adaptación del sistema a requerimientos diferentes o aumentos de las necesidades.

#### Dimensionado del tanque.

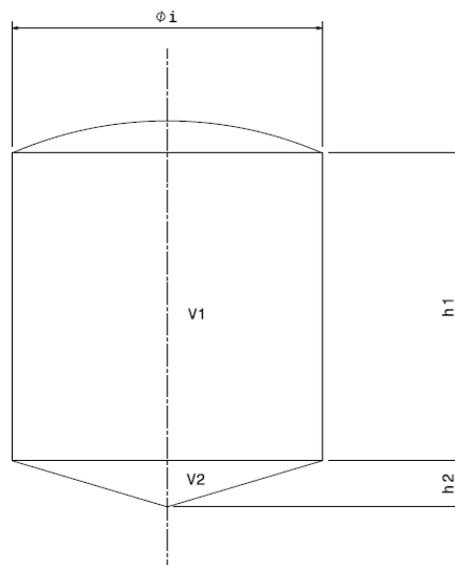
Se comenzará determinando el diámetro del depósito. Para ello, se tomarán dos planchas de acero inoxidable de 2.35 m x 1.5 m. Estas planchas serán dispuestas a lo largo, lo que proporcionará las dimensiones de la circunferencia:

$$l = 2.35 \text{ m} \times 2 \text{ planchas} = 4.7 \text{ m (longitud total 2 planchas)}$$

$$l = \text{Perímetro circunferencia} = \pi \times \phi$$

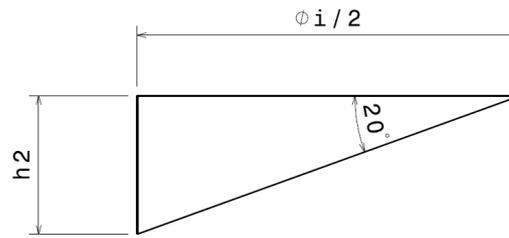
$$\phi = \frac{l}{\pi} = \frac{4.7 \text{ m}}{\pi} = 1.5 \text{ m (diámetro del tanque)}$$

El tanque será de la forma:



**Fig.7.- Dimensiones básicas del depósito.**

Y la parte cónica inferior cortada:



**Fig.8.-** Detalles dimensiones zona cónica del depósito.

Datos iniciales:

$$\phi = 1.5 \text{ m}$$

$$V = 4 \text{ m}^3$$

Cálculos de las alturas ( $h_1$  y  $h_2$  de la parte cónica y cilíndrica respectivamente):

$$V = V_1 + V_2 = 4 \text{ m}^3 \text{ (Vol total necesario = Vol p. cilíndrica + Vol p. cónica)}$$

$$V_1 + V_2 = \frac{\pi \times \phi_i^2 \times h_1}{4} + \frac{\pi \times \phi_i^2 \times h_2}{12}$$

$$h_2 = (\phi / 2) \times \tan 20^\circ$$

$$h_2 = (1.5 \text{ m} / 2) \times \tan 20^\circ$$

$$h_2 = 0.27 \text{ m (altura de la parte cónica)}$$

$$h_1 = 4 \times \frac{V - \pi \times \phi_i^2 \times (h_2/12)}{\pi \times \phi_i^2}$$

$$h_1 = 4 \times \frac{4 \text{ m}^3 - \pi \times (1.5 \text{ m})^2 \times (0.27 \text{ m}/12)}{\pi \times (1.5 \text{ m})^2}$$

$$h_1 = 2.17 \text{ m (altura de la parte cilíndrica)}$$

Las dimensiones del tanque ligeramente sobredimensionadas quedarán:

Diámetro exterior ( $\phi$ ): 1.5 m

Altura de la parte cilíndrica ( $h_1$ ): 2.2 m

Altura de la parte cónica ( $h_2$ ): 0.3 m



### ✚ Diseño mecánico del tanque.

Aquí se calculará el espesor necesario de las planchas de acero inoxidable para construir el tanque.

El tanque tendrá un tubo de venteo, lo que provocará una presión interior igual a la presión atmosférica, más la presión de la columna de agua.

$$p_t = p_{atm} + \rho_{columna\ agua} = 101325\ Pa + \rho \times g \times h$$

$$p_t = 101325\ Pa + 1000\ kg/m^3 \times 9.8\ m/s^2 \times 2.5\ m$$

$$p_t = 125825\ Pa$$

Se asumirá para los cálculos, que se trata de un cilindro de pared delgada, hipótesis que posteriormente será comprobada.

$$\frac{\sigma}{n} = \frac{p \phi}{2 e}$$

Se elige un acero S235 para la construcción del tanque, ya que las características de este acero son más que suficientes para la función que va a desempeñar. Además, dentro de las posibilidades que se han barajado se ha decidido ahorrar en la calidad del material, ya que un S275 es un acero más caro, y compensarlo en aumentar minúsculamente el espesor de plancha necesario.

Se considerará un factor de seguridad 2, por lo que se necesitará un espesor de:

$$e = \frac{n p \phi}{2 \sigma} = \frac{2 \times 125825\ Pa \times 1.4\ m}{2 \times 235 \times 10^6 Pa}$$
$$e = 0.000803\ m \approx 1\ mm$$

A continuación se demuestra que la hipótesis de ser un cilindro de pared delgada se cumple:

$$\frac{\phi}{e} = \frac{1.5\ m}{0.000803\ m} = 1867.67 > 20$$

El espesor calculado es sobredimensionado hasta 2 mm, cifra que no modifica el cálculo anterior ( $750 > 20$ ), ya que sigue siendo un cilindro de pared delgada, El objetivo de este sobredimensionamiento, consiste en resistir los tratamientos necesarios para la fabricación del tanque, así como para proporcionarle robustez.



### 12.3.2.- Selección del sistema de calentamiento

Como se ha expuesto previamente, la temperatura del agua de esta etapa debe de estar entre 60° C y 70° C, se va a tomar como temperatura de referencia un término medio, 65° C.

El agua entra al tanque desde la red, a la temperatura ambiente. Para alcanzar la temperatura de operación, el calentamiento puede ser tanto interno como externo. En el caso del calentamiento interno, esto se lograría mediante un serpentín de vapor construido en acero inoxidable ubicado en el interior del tanque. Sin embargo, en el calentamiento externo, únicamente se calentaría el agua necesaria para la operación y este proceso se podría llevar a cabo mediante varias alternativas. La opción elegida es la del calentamiento exterior, para así calentar únicamente el agua necesaria, concretamente un grupo térmico presurizado de gas natural. Existe la opción de que el grupo utilice propano en vez de gas natural para el calentamiento, pero se ha elegido el gas natural por cuestiones medioambientales.

La temperatura del agua calentado será controlada por un RTD-PT100 con PID, como se expondrá en el punto 12.3.3.- Selección de sistemas de control.

#### Cálculo de las necesidades del grupo térmico para el tanque de pre-enjuague:

Se trata de un sistema adiabático, ya que se suponen nulas las pérdidas por radiación, convección y conducción. El sistema va a diseñarse para que puedan lavarse instantáneamente un máximo de dos máquinas. Por lo tanto el caudal máximo que se va a necesitar calentar es de 10.8 m<sup>3</sup>/h.

Datos iniciales:

Q = 10.8 m<sup>3</sup>/h                      Se supone que se limpian dos máquinas a la vez

$$V = Q \cdot t = 10.8 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0.167 \text{ h} = 1.8 \text{ m}^3$$

T<sub>ref</sub> = 65 ° C                      Temperatura de referencia operación

T<sub>0</sub> = 0 ° C                      Temperatura mínima en Lerma (meses de diciembre, enero y febrero según <https://www.ncdc.noaa.gov/> )

ρ = 1000 kg/m<sup>3</sup>                      Densidad del agua

Para conocer las propiedades termodinámicas del agua, es necesario conocer la temperatura promedio del proceso:

$$T_m = \frac{T_{ref} + T_0}{2} = \frac{65+0}{2} = 32.5 \text{ } ^\circ \text{C} = 305.5 \text{ K}$$



Se calcula la capacidad calorífica del agua para pasar de 0 ° C a 65 ° C, lo que se corresponde con un incremento de temperatura de:

$$\Delta T = T_{\text{ref}} - T_0 = 65^\circ \text{C}$$

Para ello se usan como referencia las “Tablas de propiedades físicas” del Apéndice B del Felder & Rousseau 3ª Edición del año 2005. En la tabla B2 de este documento, referente a capacidades caloríficas, se proporciona la siguiente expresión genérica:

$$C_p [\text{kJ/mol} \cdot \text{K}] = a + b \cdot \Delta T + c \cdot (\Delta T)^2 + d \cdot (\Delta T)^3$$

Estos coeficientes (a, b, c y d) según la tabla B2 y para el agua líquido son:

$$a = 75.4 \times 10^{-3}$$

$$b = c = d = 0$$

Por tanto:

$$C_p = 75.4 \times 10^{-3} \text{ kJ/molK}$$

Se realiza la conversión a kJ/kgK:

$$C_p = 75.4 \times 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{mol K}} \times \frac{1000 \text{ mol}}{1 \text{ kmol}} \times \frac{1 \text{ kmol}}{18.016 \text{ kg}}$$

$$C_p = 4.185 \text{ kJ/kgK}$$

La masa total de agua que se necesita calentar será como máximo la correspondiente a 1.8 m<sup>3</sup> de agua:

$$m = \rho \times V = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.8 \text{ m}^3$$

$$m = 1800 \text{ kg}$$

Por tanto, la energía calorífica para calentar todo el agua hasta la temperatura de 65° C será de:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 1800 \text{ kg} \times 4.185 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \times 65 \text{ K}$$

$$Q = 489645 \text{ kJ}$$

El caudal para hacer pasar esta primera etapa de pre-enjuague por todos los equipos a limpiar será de:

$$\dot{m} = \rho \times \dot{V} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10.8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$\dot{m} = 3 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$



El grupo térmico deberá de tener una potencia para calentar el fluido de al menos:

$$P = \dot{m} \times C_p \times \Delta T = 3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 4.185 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \times 65 \text{ K}$$

$$P = 816.075 \text{ kW}$$

Con los datos obtenidos y después de buscar opciones entre varios proveedores, se ha optado decidir por el fabricante FERROLI. El grupo térmico presurizado escogido ha sido el "PREXTHERM RSW N GN-GP 2S-M 1250". La potencia máxima que es capaz de entregar el equipo es de 1250 kW, por lo que es válido ya que para calentar el fluido hacer falta 816.075 kW como se acaba de calcular. Se trata de un grupo térmico compuesto por:

- Caldera PREXTHERM RSW N.
- Quemador de gas. En este caso de 3 etapas o modulante al tener una potencia superior a 400 kW. La opción elegida serán las 3 etapas, para ahorrar así la instalación del kit de modulación
- Rampa de gas para gas natural.
- No incorpora panel de control, por lo que habrá que pedirle a parte. Se instalará el panel de control EBM, con código C16015150, cuyas características aparecen en la ficha del producto que se adjuntará a continuación.

De esta manera el agua que sale del tanque pasará por esta caldera, que la calentará por medio de gas natural calentado a través de quemadores, hasta que el agua tome la temperatura de operación. En el momento que alcance esta temperatura, los quemadores se apagarán manteniendo la temperatura de operación. En el caso de que esta descienda, volverán a encenderse hasta recuperar de nuevo la temperatura.

En el "Anexo nº1: Fichas e información técnica", representada como "Fig. 19", se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.

Nótese que con el modelo 1060 N valdría para las necesidades calculadas, pero se ha decidido escoger el modelo superior en vistas a las mayores necesidades térmicas de los tanques de soluciones ácidas y alcalinas, de forma que los 3 depósitos lleven el mismo equipo térmico. Así como para poder afrontar posibles modificaciones en el diseño con mayor margen de maniobra.

### 12.3.3.- Selección de la bomba para abastecimiento de agua de red

El llenado de este depósito a través del pozo perforado que abastece de agua industrial a la fábrica, se realizará por medio de una bomba, que



recibirá una señal del detector de nivel del depósito para llenarlo cuando esté por debajo de la capacidad establecida.

Esta bomba deberá tener un caudal mínimo de  $10\text{m}^3/\text{h}$  y vencer la presión correspondiente a  $125825\text{ Pa}$  es decir,  $12.83\text{ mca}$ , presión de la línea de salida. De acuerdo con esto, se selecciona la bomba ECO-MAT 1/7.5, del proveedor BOMBAS HASA. Es una bomba trifásica perteneciente a la categoría de electrobombas centrífugas sanitarias, fabricadas en material "AISI 316L". En el "Anexo n°1: Fichas e información técnica", representada como "Fig. 20", se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.

#### 12.3.4.- Selección de sistemas de control

Todos los procesos del sistema de limpieza han de ser medidos y controlados automáticamente, para lo que se utilizarán diferentes elementos de control. Todos estos dispositivos serán alimentados a una tensión de  $24\text{ voltios}$  de corriente alterna, denominada tensión de maniobra.

En este primer enjuague se utilizarán los siguientes elementos:

##### **Electroválvula:**

Su función consiste en controlar el paso de agua. Dicha válvula es controlada directamente por el módulo lógico y debe cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Resistir la temperatura de operación, es decir como máximo  $80^\circ\text{ C}$ , en las soluciones ácida y alcalina (de esta manera nos vale para todos los circuitos).
- ✓ Resistir la presión del fluido.
- ✓ Será una válvula normalmente cerrada, se abrirá dejando el paso del fluido correspondiente únicamente cuando reciba la orden del módulo lógico.
- ✓ Será de acero inoxidable, material adecuado para las aplicaciones de tipo alimenticio.

Se necesitarán un total de  $36$  electroválvulas, distribuidas como se puede observar en el esquema de principio de la instalación, "Plano 3". Principalmente se encuentran en las válvulas reguladoras de presión, en las tuberías de entrada al rociador y en las tuberías de salida del desagüe del tanque.  $4$  de ellas se instalarán en tuberías de  $2''$  de diámetro, las correspondientes a las válvulas reguladoras de presión cuando se limpia una sola máquina simultáneamente, una correspondiente al circuito de impulsión de cada tanque. Mientras que las  $32$  restantes serán de  $1''$ , ya que las válvulas reguladoras de presión cuando se limpian dos máquinas de manera simultánea son de este

diámetro, así como los tramos de tubería de entrada al rociador y de salida del desagüe del depósito.

Para las electroválvulas de 1" se ha decidido optar por el modelo SCG238C104V del fabricante "ASCONUMATICS", consiste en una válvula normalmente cerrada que permite un caudal máximo de 12 m<sup>3</sup>/h cuando por ellas van a circular caudales de 5.4 m<sup>3</sup>/h. Admite un rango de temperatura del fluido entre 0 y 130 ° C, así como una diferencia de presión máxima de 10 bar, con lo que es totalmente válida para la aplicación. Se escogerá el modelo de corriente alterna a 24 V y 50 HZ. En el "Anexo n°1: Fichas e información técnica", representada como "Fig. 21", se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.

Los requisitos de la electroválvula de 2" son idénticos a los de la de 1" excepto el de la temperatura, ya que van a ser las que permitan el paso del fluido hacia las válvulas reguladoras de presión que están colocadas antes del calentador. Por tanto, por ellas pasarán fluidos a temperatura ambiente. Se ha decidido optar por el modelo SCE210-100 del fabricante "ASCONUMATICS", consiste en una válvula normalmente cerrada, que permite un caudal máximo de 37 m<sup>3</sup>/h cuando por ellas van a circular caudales de 10.8 m<sup>3</sup>/h. Admite un rango de temperatura del fluido entre -20° C y 85 ° C, así como una diferencia de presión máxima de 9 bar en el caso de líquido con corriente alterna, con lo que es totalmente válida para la aplicación. Se escogerá el modelo de corriente alterna a 24 V y 50 HZ. En el "Anexo n°1: Fichas e información técnica", representada como "Fig. 22", se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.

#### **Detector de nivel:**

Se optará por un detector capacitivo, que mide cuando sus electrodos entran en contacto con el agua, variando su capacidad. Ha de reunir las siguientes características:

- ✓ Resistir la presión que existiría cuando el tanque está lleno, es decir 2.8 metros en columna de agua.
- ✓ Resistir la temperatura de los fluidos, al realizarse el calentamiento fuera del tanque basta con la temperatura ambiente.
- ✓ Ser de acero inoxidable de tipo alimenticio AISI 304.
- ✓ Trabajar a 24 V y 60 Hz.
- ✓ Tener tres sensores de nivel, para detectar alto, medio y bajo nivel. Estas señales irán al P.L.C. que dará una alarma en el nivel medio y parará el proceso en el nivel bajo.

El sensor de nivel alertará cuando el volumen del depósito se encuentre por debajo de los valores deseados, cuando esto ocurra se deberá



accionar la bomba de trasvase de agua de red al depósito de agua bruta. En el momento en el que el sensor de nivel vuelva a estar entre los valores establecidos, se apagará la bomba. Este control se llevará a cabo mediante un módulo lógico y su funcionamiento está descrito con mayor detalle en el apartado 13.2.- *Funcionamiento del sistema*.

El modelo elegido es el SCR 235 proporcionado por DISIBEINT ELECTRONIC SL, en el “Anexo nº1: Fichas e información técnica”, representada como “Fig. 23”, se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.

#### **Controlador de temperatura:**

Para conocer en todo momento la temperatura del agua, se va a utilizar un RTD-PT100.

Este dispositivo es un tipo de detector de temperatura por resistencia, RTD. Suelen estar fabricados en platino con una resistencia eléctrica de 100 ohmios a 0° C. Generalmente se construyen encapsulados, dentro de una vaina, normalmente de acero inoxidable. En un extremo está el elemento sensible (sensor RTD) y en el extremo contrario el terminal eléctrico de los cables, protegido por un cabezal de aluminio.

Funcionan de manera que al aumentar la temperatura, aumenta su resistencia eléctrica. Trabajan fiablemente en un intervalo de (-100° C – 200° C) y su precisión habitual es de una décima de grado. Sin descomponerse gradualmente dando lugar a medidas erróneas, normalmente se abre y el dispositivo detecta el error de inmediato, haciendo saltar la alarma. Esta característica, junto con la posibilidad de ser colocados a cierta distancia del punto de medida, haciendo uso únicamente de un cable de cobre convencional (para así evitar el deterioro de los cables debido a la humedad y su correspondiente modificación de la corriente que pasa por el sensor), ha sido clave para la elección de este dispositivo.

El incremento de la resistencia del PT100 no es lineal, pero si creciente y característico del platino, mediante tablas se relacionan las temperaturas a las que corresponde dicha resistencia. La curva resistencia/temperatura de un RTD-PT100 se muestra a continuación:

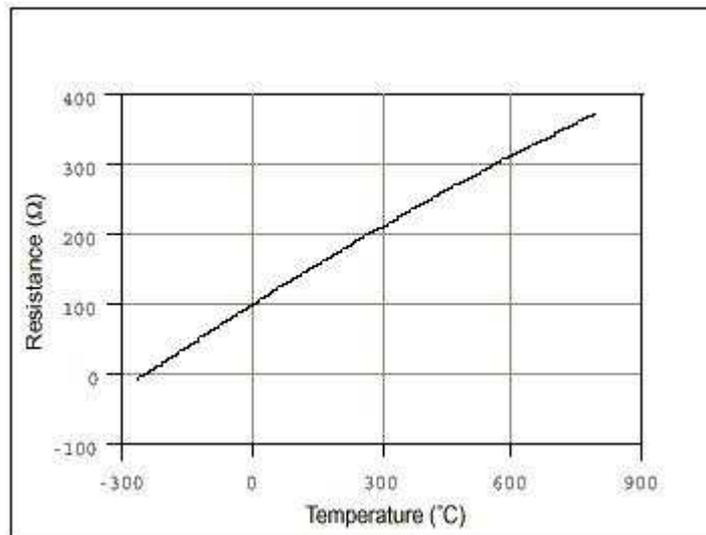


Fig.9.- Curva resistencia-temperatura de un RTD-PT100.

Fuente: <http://www.ni.com/tutorial/7115/es/>

La sonda elegida para el sistema, es proporcionada por la empresa RS-ONLINE, en el "Anexo nº1: Fichas e información técnica", representada como "Fig. 24", se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.

#### 🚪 Llaves de emergencia:

Cada tanque irá provisto de una llave manual de emergencia, en la tubería de impulsión próxima al tanque. Todas estas llaves tendrán una rosca para tuberías de 2" de diámetro.

#### 12.4.- Etapa de limpieza alcalina

El elemento central de esta etapa es el depósito en el que se almacenará el producto BETELENE DB-45. Como puede comprobarse en la ficha técnica proporcionada por el fabricante, mostrada en el apartado 9.2.- *Solución alcalina*, tendrá un 1,5 % en peso de componente básico. Por lo tanto, no hace falta realizar mezcla con agua ya que el detergente viene de fábrica listo para su uso.

La solución alcalina utilizada aquí será recuperada y almacenada en este mismo tanque.

La temperatura de esta solución deberá alcanzar los 80° C, lo que se conseguirá de la misma forma que en el tanque de agua bruta, mediante un grupo térmico calentado por gas natural en el exterior del depósito.

La duración del ciclo se va a establecer en 10 minutos, tiempo suficiente para evacuar todos los residuos de carne e incrustaciones de grasa que no pudieron



ser arrancados en la etapa anterior. Este detergente matará también a los microorganismos y bacterias existentes en los equipos.

#### 12.4.1.- Diseño del depósito de almacenamiento de la solución alcalina (Similar al tanque de pre-enjuague)

Para llevar a cabo el cálculo de este tanque se va a proceder de manera similar a la que se ha seguido anteriormente para el diseño del depósito de agua bruta.

##### Capacidad del tanque de solución alcalina.

El volumen de este depósito depende del caudal que circula por el sistema y del tiempo de esta etapa así como el de los otros dos enjuagues.

Datos:

$$Q = 21.6 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (caudal de ciclo)}$$

$$t = 10 \text{ min} = 0.1667 \text{ h} \text{ (tiempo de pre-enjuague)}$$

Cálculos:

$$V = Q \times t = 21.6 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.1667 \text{ h} = 3.6 \approx 4 \text{ m}^3 \text{ (volumen total depósito)}$$

Por tanto el tanque ha de tener una capacidad de unos 4 m<sup>3</sup> para servir a los 4 equipos que se van a limpiar a la vez.

##### Dimensionado del tanque.

Se comenzará determinando el diámetro del depósito. Para ello, se tomarán dos planchas de acero inoxidable de 2.35 m x 1.5 m. Estas planchas serán dispuestas a lo largo, lo que dará lugar a las dimensiones de la circunferencia:

$$l = 2.35 \text{ m} \times 2 \text{ planchas} = 4.7 \text{ m} \text{ (longitud total 2 planchas)}$$

$$l = \text{Perímetro circunferencia} = \pi \times \phi$$

$$\phi = \frac{l}{\pi} = \frac{4.7 \text{ m}}{\pi} = 1.5 \text{ m} \text{ (diámetro del tanque)}$$

El tanque será de la forma:

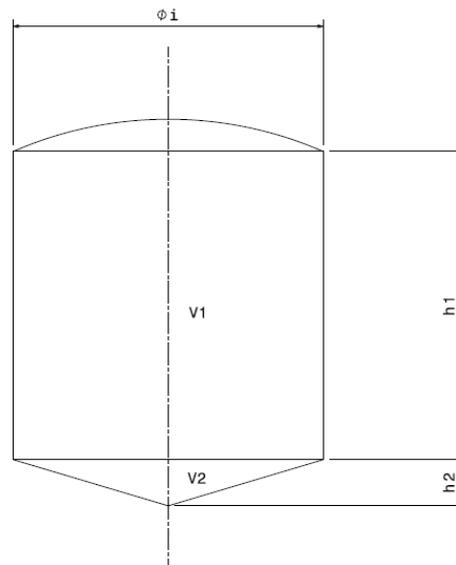


Fig. 7

Y la parte cónica inferior cortada:

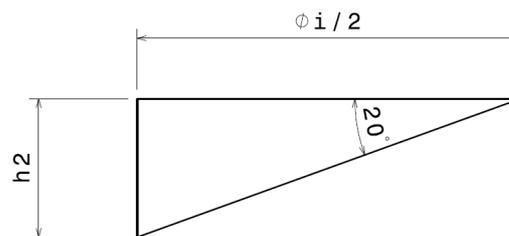


Fig. 8

Datos iniciales:

$$\phi_i = 1.5 \text{ m}$$

$$V = 4 \text{ m}^3$$

Cálculos de las alturas ( $h_1$  y  $h_2$  de la parte cónica y cilíndrica respectivamente):

$$V = V_1 + V_2 = 4 \text{ m}^3 \text{ (Vol total necesario = Vol p. cilíndrica + Vol p. cónica)}$$

$$V_1 + V_2 = \frac{\pi \times \phi_i^2 \times h_1}{4} + \frac{\pi \times \phi_i^2 \times h_2}{12}$$

$$h_2 = (\phi_i / 2) \times \tan 20^\circ$$

$$h_2 = (1.5 \text{ m} / 2) \times \tan 20^\circ$$



$h_2 = 0.27 \text{ m}$  (altura de la parte cónica)

$$h_1 = 4 \times \frac{V - \pi \times \phi_i^2 \times (h_2/12)}{\pi \times \phi_i^2}$$

$$h_1 = 4 \times \frac{4 \text{ m}^3 - \pi \times (1.5 \text{ m})^2 \times (0.27 \text{ m}/12)}{\pi \times (1.5 \text{ m})^2}$$

$h_1 = 2.17 \text{ m}$  (altura de la parte cilíndrica)

Las dimensiones del tanque ligeramente sobredimensionadas quedarán:

Diámetro exterior ( $\phi$ ): 1.5 m

Altura de la parte cilíndrica ( $h_1$ ): 2.2 m

Altura de la parte cónica ( $h_2$ ): 0.3 m

#### **Diseño mecánico del tanque.**

Aquí se calculará el espesor necesario de las planchas de acero inoxidable para construir el tanque.

El tanque tendrá un tubo de venteo, lo que provocará una presión interior igual a la presión atmosférica, más la presión de la columna de agua.

$$p_t = p_{\text{atm}} + p_{\text{columna agua}} = 101325 \text{ Pa} + \rho \times g \times h$$

$$p_t = 101325 \text{ Pa} + 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 2.5 \text{ m}$$

$$p_t = 125825 \text{ Pa}$$

Se asumirá para los cálculos, que se trata de un cilindro de pared delgada, hipótesis que posteriormente será comprobada.

$$\frac{\sigma}{n} = \frac{p \phi}{2 e}$$

Se elige un acero S235 para la construcción del tanque, ya que las características de este acero son más que suficientes para la función que va a desempeñar. Además, dentro de las posibilidades que se han barajado se ha decidido ahorrar en la calidad del material, ya que un S275 es un acero más caro, y compensarlo en aumentar minúsculamente el espesor de plancha necesario.

Se considerará un factor de seguridad 2, por lo que se necesitará un espesor de:



$$e = \frac{n p \phi}{2 \sigma} = \frac{2 \times 125825 \text{ Pa} \times 1.5 \text{ m}}{2 \times 235 \times 10^6 \text{ Pa}}$$

$$e = 0.000803 \text{ m} \approx 1 \text{ mm}$$

A continuación se demuestra que la hipótesis de ser un cilindro de pared delgada se cumple:

$$\frac{\phi}{t} = \frac{1.5 \text{ m}}{0.000803 \text{ m}} = 1867.67 > 20$$

El espesor calculado es sobredimensionado hasta 2 mm, cifra que no modifica el cálculo anterior ( $750 > 20$ ), ya que sigue siendo un cilindro de pared delgada, El objetivo de este sobredimensionamiento consiste en resistir los tratamientos necesarios para la fabricación del tanque, así como para proporcionarle robustez.

#### 12.4.2.- Selección del sistema de calentamiento

Como se ha expuesto previamente, la temperatura de la solución alcalina, debe de ser de  $80^\circ \text{C}$ .

De la misma manera que en el tanque de agua bruta para el pre-enjuague, se ha decidido calentar el contenido del tanque por medio de un grupo térmico presurizado colocado fuera del tanque, por las razones previamente expuestas.

#### ✚ Cálculo de las necesidades del grupo térmico para el tanque de solución alcalina:

Se trata de un sistema adiabático, ya que se suponen nulas las pérdidas por radiación, convección y conducción. Al ser un compuesto que únicamente tiene un 1.5 % en peso de alcalino, siendo el resto agua, se va a suponer que la solución se comporta como agua y se van a utilizar las propiedades termodinámicas de este fluido.

Datos iniciales:

$Q = 10.8 \text{ m}^3/\text{h}$                       Se supone que se limpian dos máquinas a la vez

$$V = Q \cdot t = 10.8 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0.167 \text{ h} = 1.8 \text{ m}^3$$

$T_{\text{ref}} = 80^\circ \text{C}$                       Temperatura de referencia operación

$T_0 = 0^\circ \text{C}$                       Temperatura mínima en Lerma (meses de diciembre, enero y febrero según <https://www.ncdc.noaa.gov/> )

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$                       Densidad del agua

Para conocer las propiedades termodinámicas del agua, es necesario conocer la temperatura promedio del proceso:



$$T_m = \frac{T_{ref} + T_0}{2} = \frac{80+0}{2} = 40^\circ C = 313 K$$

Se calcula la capacidad calorífica del agua para pasar de 0 ° C a 80 ° C, lo que se corresponde con un incremento de temperatura de:

$$\Delta T = T_{ref} - T_0 = 80^\circ C$$

Para ello se usan como referencia las “Tablas de propiedades físicas” del Apéndice B del Felder & Rousseau 3ª Edición del año 2005. En la tabla B2 de este documento, referente a capacidades caloríficas, se proporciona la siguiente expresión genérica:

$$C_p [kJ/mol \cdot K] = a + b \cdot \Delta T + c \cdot (\Delta T)^2 + d \cdot (\Delta T)^3$$

Estos coeficientes (a, b, c y d) según la tabla B2 y para el agua líquido son:

$$a = 75.4 \times 10^{-3}$$

$$b = c = d = 0$$

Por tanto:

$$C_p = 75.4 \times 10^{-3} \text{ kJ/molK}$$

Se realiza la conversión a kJ/kgK:

$$C_p = 75.4 \times 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{mol K}} \times \frac{1000 \text{ mol}}{1 \text{ kmol}} \times \frac{1 \text{ kmol}}{18.016 \text{ kg}}$$

$$C_p = 4.185 \text{ kJ/kgK}$$

La masa total de agua que se necesita calentar, será como máximo la correspondiente a 8 m<sup>3</sup> de agua:

$$m = \rho \times V = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.8 \text{ m}^3$$

$$m = 1800 \text{ kg}$$

Por tanto, la energía calorífica para calentar todo el agua hasta la temperatura de 80° C será de:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 1800 \text{ kg} \times 4.185 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \times 80 \text{ K}$$

$$Q = 602640 \text{ kJ}$$

El caudal para hacer pasar esta etapa de solución alcalina por todos los equipos a limpiar será de:

$$\dot{m} = \rho \times \dot{V} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10.8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$



$$\dot{m} = 3 \frac{kg}{s}$$

El intercambiador de calor tubular deberá de tener una potencia para calentar el fluido de al menos:

$$P = \dot{m} \times C_p \times \Delta T = 3 \frac{kg}{s} \times 4.185 \frac{kJ}{kg K} \times 80 K$$

$$P = 1004.4 \text{ kW}$$

Con los datos obtenidos, se confirma que el equipo térmico presurizado elegido para el tanque de agua bruta, cumple con las necesidades de este tanque. El equipo ofrece una potencia máxima de 1250 kW, mientras que las necesidades calculadas son de 1004 kW. Por lo que la elección va a ser la misma, el grupo térmico presurizado "PREXTERM RSW N GN-GP 2S-M 1250", de la casa FERROLI.

#### 12.4.3.- Selección de la bomba para trasvase del detergente alcalino

El llenado de este depósito a través del contenedor de detergente proporcionado por el fabricante (de 1200 kg), se realizará por medio de una bomba, que recibirá una señal del detector de nivel o del sensor de conductividad ubicados en el depósito, para llenarlo cuando esté por debajo de la capacidad o concentración establecida.

Al igual que en la bomba del tanque de agua bruta, esta bomba deberá tener un caudal mínimo de 10m<sup>3</sup>/h y vencer la presión correspondiente a 125825 Pa es decir, 12.83 mca, presión de la línea de salida. De acuerdo con esto se selecciona la bomba ECO-MAT 1/7.5, del proveedor BOMBAS HASA.

#### 12.4.4.- Selección de sistemas de control

En esta etapa se utilizarán los mismos elementos de control que los utilizados en el apartado 12.3.3 *Selección de sistemas de control* para el tanque de agua bruta. Dichos elementos son totalmente válidos, ya que los sensores son de acero inoxidable AISI 304, que resiste perfectamente el contacto con la solución alcalina.

A parte de los sistemas de control utilizados en la etapa de agua bruta, en este depósito se instalará un sensor de conductividad, para determinar la concentración alcalina que hay en el depósito. Este sensor tendrá un rango de lectura de 0 a 1000  $\mu$ s, así como una salida de 4 a 20 mA. Dado que el PLC sólo recibe señales digitales y debe tener salidas por relé, se necesita un convertidor analógico digital, con lo que se convertirá la señal de 4 a 20 mA en una señal digital.

Tanto el sensor de nivel como el sensor de conductividad, alertarán cuando el nivel del depósito se encuentre por debajo de los valores deseados, o la concentración no sea la adecuada. Cuando esto ocurra se deberá accionar la bomba de trasvase del tanque proporcionado por el fabricante al depósito de solución alcalina. En el momento en el que el sensor de nivel o la concentración



vuelvan a estar entre los valores establecidos, se apagará la bomba. Este control se llevará a cabo mediante un módulo lógico y su funcionamiento está descrito en el apartado 13.2.- *Funcionamiento del sistema*.

### 12.5.- Etapa de enjuague intermedio

El elemento central de esta etapa es el depósito de agua recuperada, a él ingresará el agua ya usada, tanto proveniente del depósito de agua bruta, como de este mismo depósito.

La temperatura de este tanque, será la temperatura ambiente, por lo que no se necesita ningún dispositivo para calentarla. Sí que será registrada su temperatura mediante un RTD-PT100, para un mayor control.

La duración de este ciclo bastará con ser de 5 minutos, ya que su único cometido es eliminar los residuos alcalinos que permanezcan en los equipos y neutralizar el PH.

#### 12.5.1.- Diseño del depósito de almacenamiento de agua recuperada

Para llevar a cabo el cálculo de este tanque, se va a proceder de manera similar a la que se ha seguido anteriormente para el diseño del depósito de agua bruta y de almacenamiento de la solución alcalina.

##### Capacidad del tanque de agua recuperada.

El volumen de este depósito depende del caudal que circula por el sistema y del tiempo de esta etapa.

Datos:

$Q = 21.6 \text{ m}^3/\text{h}$  (caudal de ciclo)

$t = 5 \text{ min} = 0.0833 \text{ h}$  (tiempo de pre-enjuague)

Cálculos:

$V = Q \times t = 21.6 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.0833 \text{ h} = 1.8 \text{ m}^3 \approx 2 \text{ m}^3$  (volumen total depósito)

Por tanto el tanque ha de tener una capacidad de unos  $2 \text{ m}^3$ . Con el objetivo de que este tanque sirva también para el enjuague final, y no necesitar así una reposición, se duplicará su capacidad hasta  $4 \text{ m}^3$ .

Al tener la misma capacidad que los tanques previamente calculados, este tanque tendrá las mismas medidas que los dos anteriores.

#### 12.5.2.- Selección del sistema de calentamiento

El agua en esta etapa se mantiene a temperatura ambiente, por lo que no se necesita de ningún sistema de calentamiento.

#### 12.5.3.- Selección de sistemas de control

En esta etapa se utilizarán los mismos dispositivos de control que han sido utilizados en el apartado 12.3.3 *Selección de sistemas de control* para el tanque de agua bruta.



### 12.6.- Etapa de limpieza ácida

El elemento central de esta etapa es el depósito en el que se almacenará el producto BETCLEAN CIP180, que como se puede comprobar en la ficha técnica proporcionada por el fabricante mostrada en el apartado 9.3.- *Solución ácida*, tendrá un 1,5 % en peso de componente ácido. Por lo tanto, no hace falta realizar mezcla con agua ya que el detergente viene de fábrica listo para su uso.

El ácido utilizado en esta etapa será recuperado y almacenado en este mismo tanque.

La temperatura de esta solución deberá alcanzar los 80° C, lo que se conseguirá de la misma forma que en el tanque de solución alcalina y agua bruta, mediante un grupo térmico en el exterior del depósito.

La duración del ciclo se va a establecer en 10 minutos, ya que es suficiente para evacuar todos los residuos de carne e incrustaciones de grasa que no pudieron ser arrancados por la solución básica. Este detergente matará también a los microorganismos y bacterias existentes en los equipos. Por último este compuesto neutralizará el PH de los equipos al valor de 7.

#### 12.6.1.- Diseño del depósito de almacenamiento de la solución ácida (Similar al tanque de pre-enjuague)

Las especificaciones que debe cumplir este tanque son similares a las que cumplen los tanques de agua bruta y de solución alcalina, previamente calculados. Por tanto, se van a recuperar estos resultados y se van a utilizar para el diseño de este tanque.

##### Dimensionado del tanque.

Sus dimensiones serán:

Diámetro exterior ( $\phi$ ): 1.5 m

Altura de la parte cilíndrica ( $h_1$ ): 2.2 m

Altura de la parte cónica ( $h_2$ ): 0.3 m

##### Diseño mecánico del tanque.

El diseño mecánico del tanque será igualmente similar a los dos depósitos antes mencionados, siendo fabricado en acero S235 con un espesor de 2mm para resistir los tratamientos necesarios para su fabricación y dotarlo de robustez.

#### 12.6.2.- Selección del sistema de calentamiento

Como se ha expuesto previamente la temperatura de la solución ácida, debe de ser de 80° C.

De la misma manera que en los dos tanques tomados como referencia, se ha decidido calentar el contenido del tanque por medio de un grupo térmico



presurizado colocado fuera del tanque, por las razones previamente expuestas.

**■ Cálculo de las necesidades del grupo térmico para el tanque de pre-enjuague:**

Se trata de un sistema adiabático, ya que se suponen nulas las pérdidas por radiación, convección y conducción. Al ser un compuesto que únicamente tiene un 1.5 % en peso de ácido, siendo el resto agua, se va a suponer que la solución se comporta como agua y se van a utilizar las propiedades termodinámicas de ésta.

Datos iniciales:

$Q = 10.8 \text{ m}^3/\text{h}$                       Se supone que se limpian dos máquinas a la vez.

$V = 1.8 \text{ m}^3$

$T_{\text{ref}} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$                       Temperatura de referencia operación

$T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$                       Temperatura mínima en Lerma (meses de diciembre, enero y febrero según <https://www.ncdc.noaa.gov/> )

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$                       Densidad del agua

Como puede advertirse, los datos de partida son similares a los del tanque de solución alcalina, calculados en el apartado 12.4.2.- *Selección del sistema de calentamiento* de la etapa 12.4.- *Etapa de limpieza alcalina*. Por tanto, se instalará el mismo equipo, el grupo térmico presurizado “PREXTERM RSW N GN-GP 2S-M 1250”.

**12.6.3.- Selección de la bomba para trasvase del detergente ácido**

El llenado de este depósito a través del contenedor de detergente proporcionado por el fabricante (de 1200 kg), se realizará por medio de una bomba, que recibirá una señal del detector de nivel del depósito para llenarlo cuando esté por debajo de la capacidad establecida.

Al igual que en la bomba del tanque de agua bruta y solución ácida, esta bomba deberá tener un caudal mínimo de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  y vencer la presión correspondiente a 125825 Pa es decir, 12.83 mca, presión de la línea de salida. De acuerdo con esto se selecciona la bomba ECO-MAT 1/7.5, del proveedor BOMBAS HASA.

**12.6.4.- Selección de sistemas de control**

En esta etapa utilizaremos los mismos elementos de control que los utilizados en el apartado 12.4.4.- *Selección de sistemas de control* para el tanque de solución alcalina. Dichos elementos son totalmente válidos ya que los sensores son de acero inoxidable AISI 304, que resiste perfectamente el contacto con la solución ácida.



Tanto el sensor de nivel como el sensor de conductividad alertarán cuando el nivel del depósito se encuentre por debajo de los valores deseados, o la concentración no sea la adecuada. Cuando esto ocurra se deberá accionar la bomba de trasvase de agua de red al depósito de agua bruta. En el momento en el que el sensor de nivel o la concentración vuelvan a estar entre los valores establecidos, se apagará la bomba. Este control se llevará a cabo mediante un módulo lógico y su funcionamiento está descrito en el apartado 13.2.- *Funcionamiento del sistema*.

#### 12.7.- Etapa de enjuague final

El elemento central de esta etapa será el tanque de agua recuperada, que ha sido diseñado en el apartado 12.5.- *Etapa de enjuague intermedio*, ya que como se ha justificado en ese apartado, su capacidad se ha duplicado para abastecer las necesidades de este enjuague final.

La temperatura del agua será la temperatura ambiente, y la duración del ciclo 5 minutos. Duración suficiente para eliminar los restos de la solución ácida, enfriar el sistema y estabilizar el PH en un valor neutro.

#### 12.8.- Selección de bombas de mando de CIP

Existen 4 tanques a partir de los cuales se necesita impulsar el líquido de su interior hasta los dispositivos de pulverización, por tanto se necesitará una bomba de impulsión para cada tanque. El líquido proveniente de cada depósito, una vez impulsado, se dirigirá a cada una de las 4 máquinas que se van a abastecer por medio de electroválvulas. Cada máquina tendrá una electroválvula correspondiente a cada tanque, que se abrirá cuando se quiera limpiar esta máquina con la sustancia deseada.

Para el cálculo de las bombas de impulsión es necesario recordar una serie de datos de la instalación:

- Caudal de ciclo de 21.6 m<sup>3</sup>/h. Se va a dimensionar el sistema para que se puedan limpiar un máximo de 2 máquinas instantáneamente. Por lo tanto el caudal que hay que tomar como referencia es de 10.8 m<sup>3</sup>/h.
- Los fluidos a utilizar son agua, solución alcalina al 1.5% y solución ácida al 1.5%. Todos estos líquidos oscilarán entre temperaturas de 0°C y 80°C. En el caso de los cálculos y como se viene haciendo en el transcurso de los mismos, se va a utilizar como referencia el caso más crítico del agua, a 0°C.
- La bomba será centrífuga debido a la baja viscosidad de los fluidos.

Con estos datos, es posible calcular la caída de presión en los diferentes tramos de tuberías y accesorios.

#### Caída de presión en un tramo horizontal

Supuestos:

- ✓ Flujo turbulento.



- ✓ Flujo incompresible.
- ✓ Flujo completamente desarrollado.
- ✓ Sección transversal constante.
- ✓ Tubería al mismo nivel.

La ecuación de Bernoulli enuncia:

$$(p_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2} + \rho \cdot g \cdot z_2) - (p_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} + \rho \cdot g \cdot z_1) = h_1$$

Teniendo en cuenta:

$$A_1 = A_2 \rightarrow v_1 = v_2 \rightarrow z_1 = z_2$$

Con lo que la ecuación de Bernoulli queda simplificada de la siguiente forma:

$$p_2 - p_1 = h_1 \rightarrow \Delta p = h_1$$

Por lo que  $h_1$  son las pérdidas en el tramo horizontal, también denominadas pérdidas mayores:

$$h_1 = \frac{f \cdot L \cdot \rho \cdot v^2}{2 \cdot \phi}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot \phi}{\mu}$$

$$Re = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 1.5 \frac{m}{s} \cdot 0.025 m}{8 \cdot 10^{-4} Ns/m^2}$$

$$Re = 46\,875 \text{ (flujo turbulento)}$$

Para conocer la rugosidad relativa, se aplicará la fórmula:

$$\frac{\varepsilon}{\phi} = \text{Rugosidad relativa}$$

Donde  $\varepsilon$  es la rugosidad absoluta del material de la tubería, en este caso acero inoxidable. Para este material el valor es de 0.002 mm, como se puede comprobar en el diagrama de Moody. Por tanto la rugosidad relativa será de:

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{\varepsilon}{\phi} = \frac{0.000002}{0.025} = 0.00008$$

Con esta información y usando como referencia el diagrama de Moody para el cálculo del factor de fricción ( $f$ ), se procede de la siguiente manera:

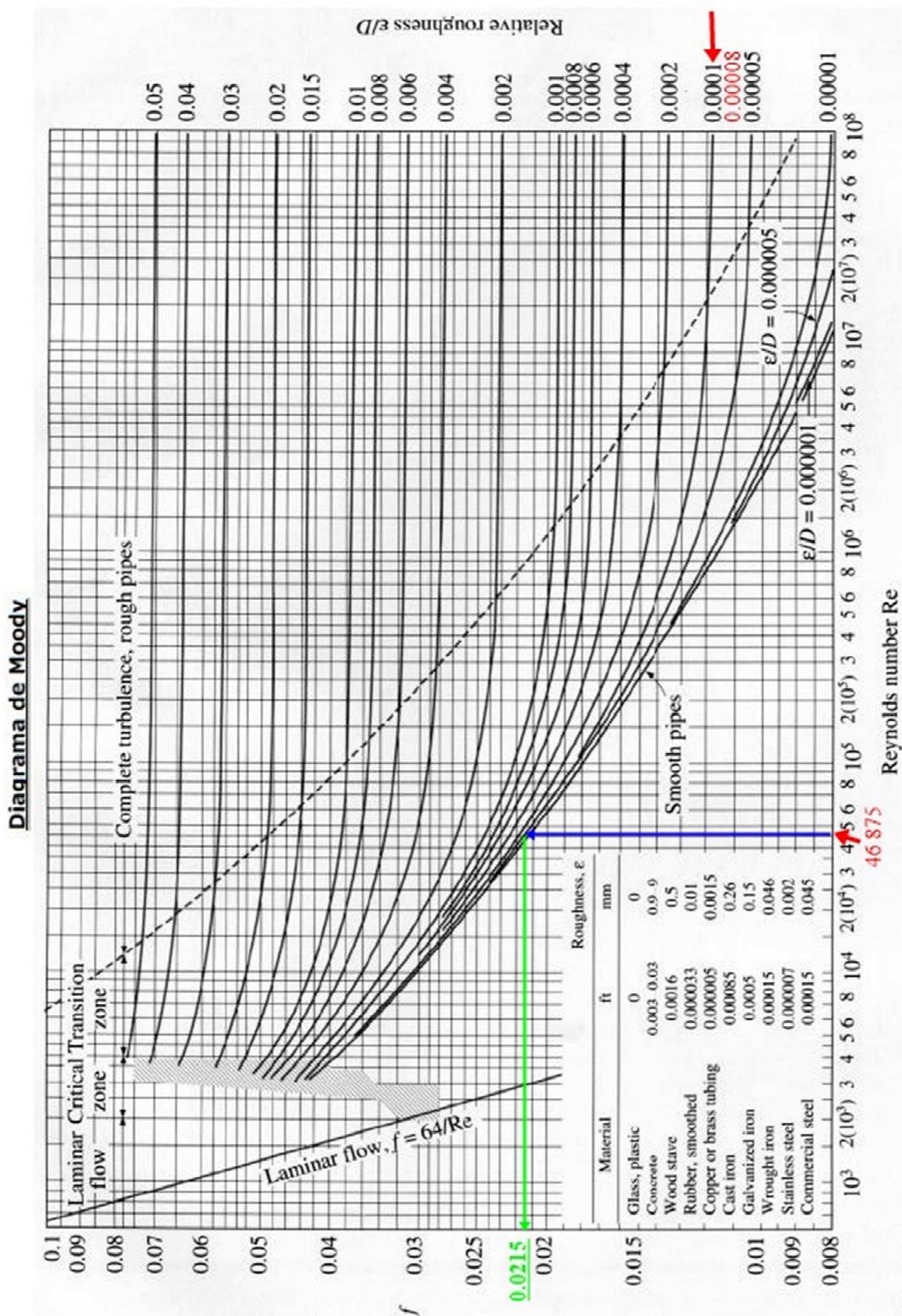


Fig. 10.- Diagrama de Moody para el cálculo del factor de fricción ( $f$ ).

Por tanto el coeficiente de fricción es de:

$$f = 0.0215$$

Sustituyendo estos valores en la expresión de  $h_1$  (pérdidas en el tramo horizontal), simplificada previamente, se obtiene:

$$h_1 = \frac{0.0215 \cdot L \cdot 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 1.5^2 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 0.025 m}$$
$$h_1 = 967.5 \text{ LPa/m}$$

#### ✚ Caída de presión en un tramo vertical

En los tramos verticales, la presión está determinada por la columna de agua. Para dicha determinación se aceptarán las siguientes hipótesis:

- ✓ Flujo turbulento.
- ✓ Flujo incompresible.
- ✓ Flujo completamente desarrollado.
- ✓ Sección transversal constante.
- ✓ Pérdidas por fricción despreciables.

Partiendo de la ecuación de Bernoulli como en el caso anterior, se obtiene la siguiente expresión:

$$p_2 - p_1 = \rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) \rightarrow \Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta z$$

Donde  $\Delta z = h$  es la altura de la columna de agua.

Sustituyendo los valores calculados en la expresión del incremento de presión, se obtiene:

$$\Delta p = 1000 \cdot 9.8 \cdot \Delta z = 9800h \text{ Pa/m}$$

#### ✚ Caída de presión debida a accesorios (pérdidas menores)

Los valores de las pérdidas menores están determinados por la siguiente expresión:

$$h_l = k_l \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde el coeficiente  $k_l$  es el coeficiente de pérdida o coeficiente de resistencia, que varía en función del accesorio. Los coeficientes para los accesorios utilizados en el sistema se recogen en la tabla mostrada a continuación:

Pérdidas menores en tuberías (accesorios)		
	$k_i$	$v$ (m/s)
Codos 90°	1.5	1.5
Codos 180°	1.5	1.5
Te en línea	0.9	1.5
Te derivada	2	1.5
Válvula cheque	2	1.5
Electroválvula	5.5	1.5

**Tabla 6.-** Pérdidas menores de los accesorios incorporados en las tuberías.

Fuente: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/10/presentacion1.pdf>

Ya determinadas las caídas de presión para cada caso en las tuberías, se procederá a calcular la caída de presión total por ciclo.

### 12.8.1.- Selección de bomba de impulsión para el circuito 0 (tanque de agua bruta).

Se va a utilizar una bomba centrífuga, ya que el fluido a tratar es agua y es de baja viscosidad. El caudal que va a llegar a cada máquina es de 5.4 m<sup>3</sup>/h, como se ha justificado previamente, el diseño va a realizarse para una limpieza instantánea de 2 máquinas como máximo. Por lo tanto la bomba debe tener una capacidad mínima de 10.8 m<sup>3</sup>/h.

En la tabla mostrada a continuación, se detallan las caídas de presión en tuberías y accesorios para el circuito 0, correspondiente al tanque de agua bruta. Para el cálculo, se han supuesto que se limpian simultáneamente la trituradora y el bombo de adobos, ya que son las máquinas más alejadas entre sí y de la sala CIP, es decir el caso más desfavorable.

Para su determinación a parte de los tramos de tubería tanto vertical como horizontal, las pérdidas menores debidas a los accesorios y los propios rociadores, también se debe incluir la caída de presión que produce el grupo térmico que calentará el fluido del depósito. En la ficha técnica del fabricante se obtienen las pérdidas de carga en el lado del agua para el caso más desfavorable, que son de 86 mbar.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UD	$\Delta P$ (Pa)	$\Delta P$ (mH <sub>2</sub> O)
Tubería horizontal	60	m	58050	5.92
Tubería vertical	7	m	68600	7
Codo 90°	5	u	8442.66	0.86
Grupo térmico	1	u	8600	0.87
Te en línea	2	u	1961.2	0.2
Electroválvula	2	u	12355.56	1.26
Válvula chequeo	1	u	2255.38	0.23
Rociador	2	u	200000	20.4
<b>Total</b>			<b>360264.8</b>	<b>36.74</b>

**Tabla 7.-** Caída de presión del circuito 0 impulsión (tanque agua bruta).



Por tanto, la bomba necesaria deberá impulsar un caudal de 10.8 m<sup>3</sup>/h venciendo una altura manométrica de 36.74 mca. De acuerdo con estas características y tras consultar con varios proveedores, se optó por el fabricante “SAER ELETROPOMPEE”. Consiste en una bomba trifásica. El argumento de dicha decisión reside en que se todos sus modelos pueden ser construidos totalmente en acero inoxidable “AISI 316L”, idóneo para aplicaciones con fluidos con partículas así como con contenidos tanto ácidos como alcalinos. También se adecúan a las temperaturas del presente diseño como se puede comprobar en el “Anexo n<sup>o</sup>1: Fichas e información técnica”, representada como “Fig. 25”, se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.

Tras consultar los diferentes modelos, se ha decidido optar por el modelo MGX2 32 – 200 NB. Consiste en una bomba de 7.5 CV de potencia, que tiene un caudal máximo de 16 m<sup>3</sup>/h y es capaz de vencer una presión de 50 mca, con lo que cumple las características necesarias.

El único inconveniente que tiene la elección de esta bomba reside en el diámetro de impulsión, que como puede comprobarse en la ficha técnica es de 32 DN, que se corresponde con 1 ¼”. En el sistema diseñado, tanto la tubería de aspiración como de impulsión de la bomba han de ser de 2”. En la aspiración, se puede comprobar que es válida la entrada de la bomba, ya que es de un diámetro de 50 DN que se corresponde con 2”. Sin embargo, en la salida se necesitaría un accesorio para aumentar el diámetro de la tubería desde 1 ¼” hasta 2”.

#### 12.8.2.- Selección de bomba de impulsión para el circuito 1 (tanque de solución alcalina).

Se va a utilizar una bomba centrífuga, ya que el fluido a tratar es una solución alcalina y es de baja viscosidad. El caudal que va a llegar a cada máquina es de 5.4 m<sup>3</sup>/h, ya que el diseño va a realizarse para una limpieza instantánea de 2 máquinas como máximo. Por lo tanto la bomba debe tener una capacidad mínima de 10.8 m<sup>3</sup>/h.

En la tabla mostrada a continuación, se detallan las caídas de presión en tuberías y accesorios para el circuito 1, correspondiente al tanque de solución alcalina. Para el cálculo se han supuesto que se limpian simultáneamente la trituradora y el bombo de adobos, ya que son las máquinas más alejadas entre sí y de la sala CIP, es decir el caso más desfavorable.



DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UD	$\Delta P$ (Pa)	$\Delta P$ (mH <sub>2</sub> O)
Tubería horizontal	60	m	58050	5.92
Tubería vertical	7	m	68600	7
Codo 90°	5	u	8442.66	0.86
Grupo térmico	1	u	8600	0.87
Te en línea	2	u	1961.2	0.2
Electroválvula	2	u	12355.56	1.26
Válvula chequeo	1	u	2255.38	0.23
Rociador	2	u	200000	20.39
<b>Total</b>			<b>360264.8</b>	<b>36.74</b>

**Tabla 8.-** Caída de presión del circuito 1 impulsión (tanque solución alcalina).

Como puede comprobarse, las necesidades son similares a las del circuito 0, correspondiente al depósito de agua bruta. Por lo tanto en este circuito se instalará también la bomba modelo MGX2 32 – 200 NB de la empresa “SAER ELETROPOMPEE”.

#### 12.8.3.- Selección de bomba de impulsión para el circuito 2 (tanque de solución ácida).

Dado que las necesidades de la bomba para este circuito, asumiendo el supuesto del caso más desfavorable, son similares a las de los circuitos 0 y 1, se instalará en este circuito la misma bomba de impulsión que en los anteriores. La bomba MGX2 32 – 200 NB de “SAER ELETROPOMPEE”.

#### 12.8.4.- Selección de bomba de impulsión para el circuito 3 (tanque de agua recuperada).

Dado que las necesidades de la bomba para este circuito, asumiendo el supuesto del caso más desfavorable, son similares a las de los circuitos 0, 1 y 2, se instalará en este circuito la misma bomba de impulsión que en los anteriores. La bomba MGX2 32 – 200 NB de “SAER ELETROPOMPEE”.

#### 12.9.- Selección de bombas de retorno de CIP

Una vez pasados los líquidos de limpieza por la máquina deseada, estos la abandonarán por el desagüe con el que estarán equipadas cada una de ellas y serán dirigidas por medio de la electroválvula adecuada (dependiendo del líquido que se trate) al circuito de retorno a cada depósito. Véase en el esquema de principio del sistema CIP, representado en el “Plano 3”. Es decir las tuberías de salida de cada máquina se ramificarán en 3 circuitos diferentes (no existe retorno al tanque de agua bruta) por medio de electroválvulas. Los circuitos de cada máquina por los que fluya el mismo líquido se unirán en una única tubería. El contenido de cada una de estas tuberías pasará por su bomba de retorno correspondiente, por un filtro y serán devueltas a su depósito correspondiente. Todo el agua se destinará únicamente al tanque de agua recuperada.

### 12.9.1.- Selección de bomba de retorno para el circuito 1 (tanque de solución alcalina).

Se va a utilizar una bomba centrífuga, ya que el fluido a tratar es una solución alcalina, y es de baja viscosidad. El caudal que va a salir de cada máquina es de 5.4 m<sup>3</sup>/h. Por lo tanto la bomba debe tener una capacidad mínima de 10.8 m<sup>3</sup>/h.

En el caso de la bomba de retorno, al determinar las caídas de presión, no influyen las electroválvulas, ya que se encuentran justo a continuación del desagüe y el agua no tiene que salvar ninguna altura, ya que cae por ellas por gravedad. Así mismo, tampoco influyen las caídas de presión en los rociadores, ya que en el circuito de retorno no intervienen. Tampoco influirá aquí la caída de presión en el grupo térmico. Sin embargo, la bomba tendrá que salvar la presión en el interior del depósito, es decir la presión atmosférica más la de la columna de agua. Como el diseño se está realizando para que el sistema funcione en cualquier condición, se ha tomado el caso más desfavorable, es decir que el depósito este totalmente lleno de líquido. Por tanto la presión debida a la columna de agua será en los 3 circuitos de retorno la siguiente:

$$\rho_t = \rho_{atm} + \rho_{columna\ agua} = 101325 \text{ Pa} + \rho \times g \times h$$

$$\rho_t = 101325 \text{ Pa} + 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 2.8 \text{ m}$$

$$\rho_t = 128765 \text{ Pa}$$

También deberá hacer frente a la caída de presión debida al filtro.

En la tabla mostrada a continuación, se detallan las caídas de presión en tuberías y accesorios de retorno para el circuito 1, correspondiente al tanque de solución alcalina. Para el cálculo se han supuesto que se limpian simultáneamente la trituradora y el bombo de adobos, ya que son las máquinas más alejadas entre sí y de la sala CIP, es decir el caso más desfavorable.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UD	$\Delta P$ (Pa)	$\Delta P$ (mH <sub>2</sub> O)
Tubería horizontal	60	m	58050	5.92
Tubería vertical	6	m	58800	6
Codo 90°	7	u	11767.2	1.2
Te en línea	2	u	1961.2	0.2
Filtro*	1	u	10000	1.02
Válvula chequeo	1	u	2255.38	0.23
Columna de agua	1	u	128765	13.13
<b>Total</b>			<b>271598.78</b>	<b>27.7</b>

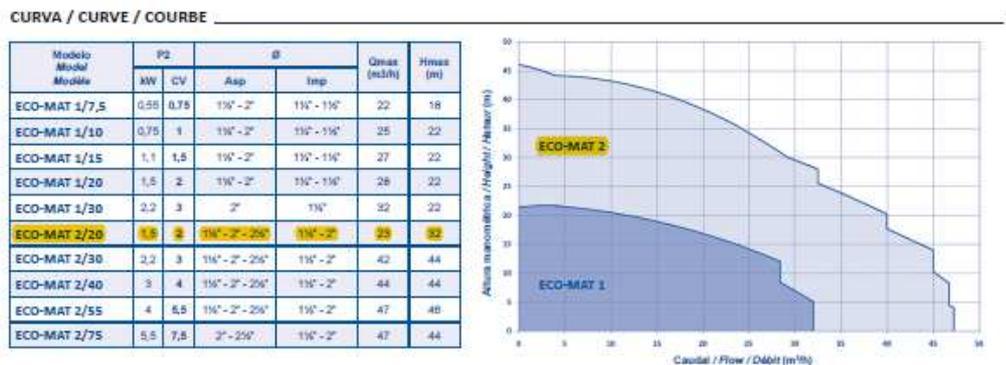
**Tabla 9.-** Caída de presión del circuito 1 retorno (tanque solución alcalina).

\*Filtro determinado en 12.11.- Dispositivos circuito de retorno.

Por tanto, la bomba necesaria deberá impulsar un caudal de 10.8 m<sup>3</sup>/h venciendo una altura manométrica de 27.7 mca. De acuerdo con estas características, se ha decidido optar por la bomba ECO-MAT 2/20 de la

**Universidad de Valladolid**

empresa “BOMBAS HASA”. Consiste en una bomba trifásica. El argumento de dicha decisión reside en que se trata de un modelo de bomba construida totalmente en acero inoxidable “AISI 316L”, idóneo para aplicaciones con fluidos con partículas, así como con contenidos tanto ácidos como alcalinos. Consistirá en una bomba con 2CV de potencia a 2900 r.p.m. La temperatura máxima que acepta del fluido es de 100°C, lo que es adecuado para la aplicación, ya que la temperatura máxima del fluido es de 80°C, pero en el retorno es mucho menor. El caudal máximo soportado por esta es de 23 m<sup>3</sup>/h y vence una presión de 32 mca, lo que hace que cumpla las características exigidas. Su ficha técnica se adjunta a continuación:



10

**Fig. 11.- Detalle de la ficha técnica de las bombas ECO-MAT de BOMBAS HASA.**

**12.9.2.- Selección de bomba de retorno para el circuito 2 (tanque de solución ácida).**

Dado que las necesidades de la bomba para este circuito, asumiendo el supuesto del caso más desfavorable, son similares a las del circuito 1, se instalará en este circuito la misma bomba de retorno. La bomba ECO-MAT 2/20 de “BOMBAS HASA”.

**12.9.3.- Selección de bomba de retorno para el circuito 3 (tanque de agua recuperada).**

Dado que las necesidades de la bomba para este circuito, asumiendo el supuesto del caso más desfavorable, son similares a las de los circuitos 1 y 2, se instalará en este circuito la misma bomba de retorno que en los anteriores. La bomba ECO-MAT 2/20 de “BOMBAS HASA”.

**12.10.- Dispositivos circuito de impulsión**

Los 4 circuitos de impulsión se han dimensionado para abastecer un máximo de 2 máquinas simultáneamente, esto se traduce en un caudal de 10.8 m<sup>3</sup>/h. Si bien para impulsar las soluciones limpiantes se ha decidido instalar una bomba ligeramente sobredimensionada, el modelo por encima de las necesidades de caudal y caída de presión calculadas.



Para asegurar que por los circuitos de impulsión circule el caudal de fluido previsto, es necesario instalar un dispositivo que controle éste, evitando que la bomba pueda hacer circular un caudal mayor. Se ha optado por válvulas reguladoras de presión. Estos dispositivos se taran a la presión a la que se desea que circule el fluido por el circuito, en el caso que circule fluido a una presión mayor, se vencerá el muelle con el que está construida la válvula, escapando el fluido necesario por esta hasta lograr en el circuito la presión deseada. El fluido que venza la oposición del muelle será retornado al depósito de origen.

Al poder abastecer únicamente una máquina o dos simultáneamente, existen dos presiones diferentes para garantizar el caudal de una máquina o de dos. Por lo tanto es necesario instalar dos válvulas reguladoras de presión en cada circuito de impulsión, una de ellas tarada a la presión calculada para abastecer una única máquina y la otra tarada a la presión calculada para abastecer dos máquinas simultáneamente. En serie con las válvulas reguladoras de presión, se instalará una electroválvula, que permitirá activar la válvula correspondiente a la limpieza de una máquina o de dos, de manera automática.

Para el dimensionamiento de estas válvulas, es necesario conocer el diámetro de la tubería, ya que la presión se ajustará a las necesidades. Por tanto, es necesario calcular el diámetro de tubería para los dos casos mencionados.

#### 12.10.1.- Válvula reguladora de presión para limpieza simultánea de 2 máquinas.

En el caso en el que vayan a lavarse simultáneamente dos máquinas, el caudal correspondiente a abastecer los dos rociadores será de 10.8 m<sup>3</sup>/h. La bomba es capaz de entregar un caudal de 16 m<sup>3</sup>/h. Por tanto la diferencia es de:

$$Q_{\text{evacuar}} = 16 \text{ m}^3/\text{h} - 10.8 \text{ m}^3/\text{h} = 5.2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Acudiendo a la tabla del apartado “5.7.- Limpieza de cañerías y tanques”, en las que se detalla el diámetro de tubería en función del caudal que por ella pase, se determina que se necesita una tubería de 25 DIN de diámetro, lo que se corresponde con 1”.

La regulación se hará a 360264.8 Pa, que son las pérdidas de carga para los circuitos de impulsión en el caso de que estén los dos rociadores funcionando simultáneamente. Este valor se corresponde con 3.6 bares. Valor al que se deberá tarar la válvula.

Una vez conocido el diámetro que debe tener la tubería de ésta válvula, se encuentra en el proveedor “SALVADOR ESCODA S.A.” el dispositivo buscado. Una válvula de seguridad regulable entre 2 y 8 bar y con escape conducido, ya que el fluido sobrante se recirculará al depósito de origen. Esta válvula tendrá rosca de 1” y se corresponde con la referencia AA 11 124, en el “Anexo n°1: Fichas e información técnica”, representada como “Fig. 26”, se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.



### 12.10.2.- Válvula reguladora de presión para limpieza de 1 sola máquina.

En el caso en el que únicamente se vaya a limpiar una máquina, el caudal correspondiente a abastecer al rociador será de 5.4 m<sup>3</sup>/h. La bomba es capaz de entregar un caudal de 16 m<sup>3</sup>/h. Por tanto la diferencia es de:

$$Q_{\text{evacuar}} = 16 \text{ m}^3/\text{h} - 5.4 \text{ m}^3/\text{h} = 10.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Acudiendo a la tabla del apartado “5.7.- Limpieza de cañerías y tanques”, en las que se detalla el diámetro de tubería en función del caudal que por ella pase, se determina que se necesita una tubería de 50 DIN de diámetro, lo que se corresponde con 2”.

La regulación se hará a 205984.82 Pa, que son las pérdidas de carga para los circuitos de impulsión en el caso de que esté un único rociador funcionando. Este valor se corresponde con 2.06 bares. Valor al que se deberá tarar la válvula.

Una vez conocido el diámetro que debe tener la tubería de ésta válvula, se encuentra en el proveedor “SALVADOR ESCODA S.A.” el dispositivo buscado. Una válvula de seguridad regulable entre 2 y 8 bar y con escape conducido, ya que el fluido sobrante se recirculará al depósito de origen. Esta válvula tendrá rosca de 2” y se corresponde con la referencia AA 11 127, mostrada en la ficha de la válvula anterior.

### 12.11.- Dispositivos circuito de retorno

Todos los fluidos utilizados en el proceso van a ser recirculados una vez utilizados a su depósito de origen, excepto el agua bruta que será reconducido al depósito de agua recuperada. Antes de ser devueltos a los depósitos para volver a ser utilizados, es necesario retirar las partículas sólidas que hayan podido unirse al flujo de soluciones de limpieza.

Por lo tanto, es necesario colocar un filtro en cada uno de los circuitos de retorno. Es evidente que la mayor parte de partículas sólidas de cada limpieza van a encontrarse en la pasada de agua bruta, es decir en el pre-enjuague, pero para mayor eficacia se ha decidido instalar un filtro en cada uno de los 3 circuitos de retorno existentes.

Debido a la preferencia de automatizar al máximo el proceso minimizando al máximo la intervención de personas, se ha optado por la búsqueda de filtros autolimpiables.

Para la elección del filtro, es necesario conocer el caudal máximo que va a pasar por éste, es decir los 10.8 m<sup>3</sup>/h, que se corresponden con 180 l/min. Consultando el catálogo de filtros autolimpiables de “SMC-Soluciones eficientes para la automatización industrial”, se observa que para el caudal del sistema es necesario un filtro de la Serie FN4. En todos los filtros de su catálogo, existe la opción de instalar ranuras de 5 µm o de 20 µm. Para

garantizar una buena separación y aprovechar al máximo las soluciones limpiantes, se ha optado por las ranuras de 5  $\mu\text{m}$ . El filtro escogido para los circuitos de retorno es el FN4102, en el “Anexo n°1: Fichas e información técnica”, representada como “Fig. 27”, se adjunta la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante.

Para el cálculo de las bombas de retorno era necesario conocer la caída de presión que existía en el filtro. Para ello, el fabricante facilita una serie de gráficas relacionando el caudal con la caída de presión por medio de una curva en función del modelo de filtro y del tamaño de las ranuras. Acudiendo a la tabla correspondiente al filtro elegido y atendiendo a la curva de las ranuras de 5  $\mu\text{m}$ , se obtiene que la caída de presión en el filtro es de 0.01 MPa, lo que se traduce en 10000 Pa y 1.02 mca. Se comprueba a continuación:

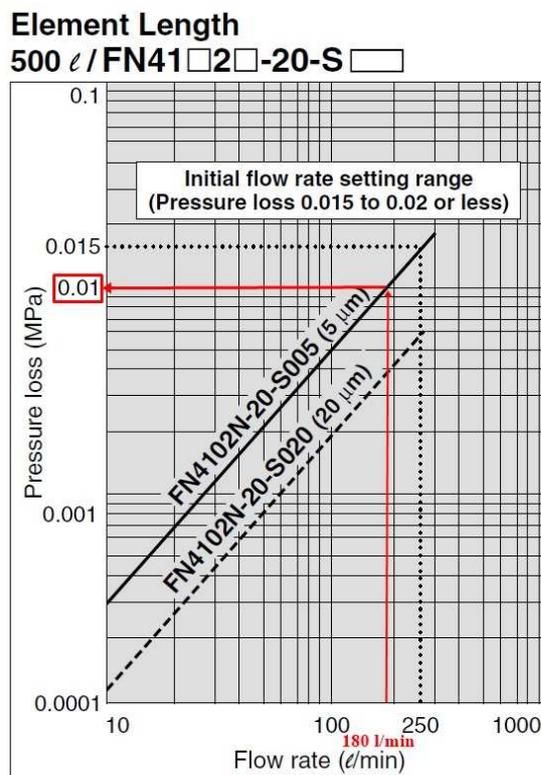


Fig. 12.- Detalle de la tabla Pérdida de presión – Caudal de los filtros FN4 de SMC.

### 12.12.- Diseño de tuberías

El sistema CIP es un proceso aséptico, por lo que se ha elegido el acero inoxidable AISI 304L. Consiste en una aleación con buenas propiedades de soldabilidad y con gran resistencia a la corrosión ínter granular de las soluciones ácidas y básicas a elevadas temperaturas. El conjunto de tuberías se instalará con un acabado exterior semiabrilantado.

Sus principales propiedades mecánicas son las siguientes:



- Limite elástico a la tensión: 241 MPa
- Resistencia máxima a la tensión: 586 MPa
- Dureza brinell: 80 HRB

Las tuberías serán de 2" de diámetro nominal en los tramos por los que pueda fluir un caudal de 10.8 m<sup>3</sup>/h y de 1" de diámetro en los tramos por los que únicamente puedan fluir 5.4 m<sup>3</sup>/h. Por tanto los tramos de 1" serán únicamente aquellos de entrada y salida a máquina. Es decir después de la ramificación en la entrada y después de la ramificación en la salida hasta la siguiente unión de flujos de la misma naturaleza.

El espesor de pared será en ambas tuberías de 1.5 mm, por lo tanto el diámetro interior resultará de 48 mm en las tuberías de 2", y de 22 mm en las tuberías de 1".

Las uniones a lo largo de la tubería y en los accesorios serán del tipo clamp y las uniones en paneles se realizarán con unión SMS de acuerdo con el diámetro de tubería donde se encuentren, que generalmente va a ser de 2".

EL método de soldadura para unir las tuberías será TIG con barrido interno, evitando así las corrosiones a temperaturas elevadas en el interior de la tubería. Se lleva acabo inundando de argón el interior de la tubería y sellando los extremos para evitar fugas.

#### 12.13.- Selección del PLC

El sistema tiene 4 circuitos de impulsión, en los que se abastecerán a las 4 máquinas de agua bruta, solución alcalina, solución ácida y agua recuperada. Mientras que solo 3 circuitos de retorno, solución alcalina, solución ácida y agua recuperada. Ya que al tanque de agua bruta solo ingresa agua de la red y nunca entrará agua ya utilizado en la limpieza. Se tendrá el control y monitoreo de las temperaturas de los 4 depósitos, así como el nivel de los mismos.

Para escoger el PLC, deben identificarse los tipos de señales, entradas y salidas, de los elementos de control que participan en el sistema CIP. Esta información se recoge en la siguiente tabla:

Elemento de control	Cantidad	Función
Bomba de impulsión	4	Salida
Bomba de retorno	3	Salida
Bomba de trasvase	3	Salida
Electroválvulas	36	Salida
Detector de nivel	12	Entrada
Controlador de T <sup>a</sup>	4	Entrada
Sensor de conductividad para concentración	4	Entrada

**Tabla 10.- Elementos de control del sistema CIP.**

Por lo tanto, es necesario un PLC de 46 salidas y 20 entradas.

**Universidad de Valladolid**

Se ha decidido elegir el módulo lógico Mitsubishi FX3U-128MR/ES, proporcionado por el proveedor “RS-ONLINE”. Éste módulo cuenta con conexión Ethernet y 64 entradas y 64 salidas, con lo que cubre las necesidades del sistema.



*Fig. 13.- Módulo lógico Mitsubishi FX3U-128MR/ES.*

Cuyas características se recogen en la tabla mostrada a continuación:

Atributo	Valor
Serie	FX3U Series
Tensión de alimentación	100 → 240 Vac
Tipo de salida	Relé
Número de salidas	64
Tipo de entrada	Disipación/Fuente
Número de entradas	64
Tipo de montaje	Carril DIN
Display incluido	No
Anchura	90mm
Longitud	350mm
Profundidad	86mm
Dimensiones	350 x 90 x 86mm
Tipo de terminación	Roscado
Capacidad del programa	64000 pasos
Idioma de programación utilizado	Ladder Logic
Interfaz de programación	Interfaz Hombre Máquina (HMI), ordenador
Tipo de módulo	Módulo de control lógico
Temperatura de funcionamiento máx	+50°C
Corriente de salida	8 A
Temperatura de funcionamiento mín	0°C
Memoria de programa	64,000 RAM steps (internal),
Tiempo de procesamiento	0.065 µs/instrucción lógica
Número de instrucciones	27 órdenes básicas, 2 instrucciones de control secuencial, 209 instrucciones de aplicación

Procesamiento de programa	Ejecución cíclica, manejo del mapa de procesos
Protección de programa	Contraseña con 3 niveles de protección

**Tabla 11.-** Especificaciones del módulo lógico Mitsubishi FX3U-128MR/ES.

El módulo lógico será programado por un Ingeniero electrónico.

**12.13.1.-** Accionamiento de las bombas por medio del módulo lógico.

Las bombas, tanto de impulsión como de retorno, no pueden ser accionadas directamente por medio del módulo lógico. Esto se debe a que la corriente de la bomba es mucho mayor que la que el módulo puede ofrecer, con lo que este último terminaría quemándose.

Por lo tanto para el accionamiento de las 7 bombas, 4 de impulsión y 3 de retorno, es necesario instalar un contactor trifásico en cada una de ellas. Este contactor será el que reciba la señal del módulo lógico y el que accionará a la bomba para que esta se ponga en funcionamiento. Las bombas de trasvase a los depósitos no se accionarán de esta forma, sino que lo harán mediante un interruptor que se activará manualmente cuando sea necesario rellenar el contenido de los depósitos.

Por tanto, se necesita un contactor con la tensión de maniobra, es decir 24 voltios, y que soporte la corriente de la bomba, que como puede comprobarse en el catálogo es de 11.5 A. Este contactor será alimentado por una fuente de alimentación de 24 V alterna.

Se ha decidido instalar el contactor ABB AF12-30-10-11 de 28 A, 3 NA, bobina de 24 Vac, Gama AF, proporcionado por “RS-ONLINE”



**Fig. 14.-** Contactor ABB AF12-30-10-11 de 28 A, 3NA, bobina de 24 Vac, gama AF de RS-ONLINE.

## 13.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

### 13.1.- Leyenda accesorios de mando y control

Todos los dispositivos instalados para hacer el proceso lo más automático posible (electroválvulas, grupos térmicos, bombas de impulsión y de retorno, detectores de nivel, sensores de temperatura...) han sido denominados bajo el siguiente código:

Dispositivo	Código
Grupo térmico	GT
Válvula reguladora de presión cuando se limpia sólo 1 máquina	VRP1M
Válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas	VRP2M
Bomba de impulsión	BI
Válvula del "sprayball"	VSM(X)*
Válvula del desagüe	VDM(X)*
Bomba de retorno	BR
Detector de nivel	DN
Sensor de temperatura (PT100)	PT
Sensor de conductividad para concentración	CO
Bomba de trasvase	BT

**Tabla 12.-** Leyenda dispositivos de control y mando del sistema CIP.

\*El carácter (X) será sustituido en cada caso por el número de máquina del que se trate, siendo:

(X)	Máquina
1	Trituradora
2	Amasadora
3	Embutidora
4	Bombo de adobos

**Tabla 13.-** Leyenda de los números de máquina.

Los códigos de cada uno de estos dispositivos, estarán separados por medio de un guión de dos iniciales que indicarán el depósito al que se refieren y, por tanto, el fluido que por ellos circula:

Iniciales	Fluido / Depósito
AB	Agua bruta
SB	Solución básica (alcalina)
SA	Solución ácida
AR	Agua recuperada

**Tabla 14.-** Simbología fluidos.



Para mayor aclaración, en la siguiente tabla se detallarán el código de cada uno de los dispositivos de control y mando necesarios para limpiar la máquina 1 con la solución alcalina:

Descripción del dispositivo	Código
Bomba de impulsión de solución básica (alcalina)	BI-SB
Válvula reguladora de presión cuando se limpia sólo 1 máquina	VRP1M-SB
Válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas	VRP2M-SB
Grupo térmico de solución básica (alcalina)	GT-SB
Válvula del "sprayball" de la máquina 1 de solución básica	VSM1-SB
Válvula del desagüe de la máquina 1 de solución básica	VDM1-SB
Bomba de retorno de solución básica	BR-SB
Detector de nivel de solución básica	DN-SB
Sensor de temperatura (PT100) de solución básica	PT-SB
Sensor de conductividad para concentración de solución básica	CO-SB
Bomba de trasvase de solución básica desde tanque proveedor a depósito	BT-SB

**Tabla 15.-** Resumen simbología para máquina 1 y solución básica o alcalina.

De esta misma forma se procede con el resto de fluidos y máquinas.

### 13.2.- Funcionamiento del sistema

A continuación se va a hacer una descripción del funcionamiento del sistema CIP diseñado en el presente trabajo. Para ello se va a coger como referencia la máquina 1, la trituradora, y se va a seguir todo el proceso para llevar a cabo su limpieza.

Por lo tanto el carácter (X), tomará en esta descripción siempre el valor 1.

El proceso descrito a continuación se corresponde con el esquema de principio del sistema CIP, representado en el "Plano 3".

**IMPORTANTE.** Al principio de cada jornada laboral, deberán encenderse manualmente los 3 grupos térmicos que calientan los fluidos, el GT-AB que calentará el agua de red, el GT-SB que calentará la solución básica y el GT-SA que calentará la solución ácida. Así el serpentín del equipo alcanzará la temperatura deseada y cuando el fluido pase por él lo calentará hasta la temperatura de operación. Al terminar las limpiezas deberá apagarse.



### 13.2.1.- Etapa de pre-enjuague.

Esta etapa se lleva a cabo con agua bruta, por lo tanto después del código de cada dispositivo y separado por un guión, se encontrarán las iniciales AB.

Una vez dada la orden de comenzar la limpieza de la máquina 1, el sensor detector de nivel, DN-AB dará una señal de alarma en el caso de que el nivel del depósito no sea el adecuado. En éste caso, el módulo lógico accionará la bomba de trasvase de agua bruta, BT-AB, que impulsa el agua de la red al depósito. Cuando el detector de nivel indique que se encuentra dentro de los valores adecuados, el módulo lógico desactivará la BT-AB.

Una vez comprobados el nivel y concentración del depósito, el módulo lógico abrirá la válvula reguladora de presión cuando se limpia una máquina con agua bruta, VRP1M-AB. **En el caso de que se limpie a la vez otra máquina con la máquina 1, el módulo lógico abrirá la válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas con agua bruta, VRP2M-AB.**

Instantáneamente se accionará la bomba de impulsión de agua bruta, BI-AB, durante los 10 minutos que dura la limpieza, así como la electroválvula del “sprayball” de la máquina 1 de agua bruta, VSM1-AB, que es la que da paso al rociador.

Seguidamente, se accionará la electroválvula del desagüe de la máquina 1 de agua recuperada, VDM1-AR. Esto se debe al interés por que haya flujo constante de agua y evitar por completo estancamientos, así en el momento que el rociador comienza a pulverizar agua, este puede desalojar la máquina en cuanto llegue al desagüe.

Simultáneamente a abrir la electroválvula VDM1-AR, se acciona la bomba de retorno de agua recuperada, BR-AR. Así, el agua que vaya abandonando la máquina 1 será impulsada para volver al depósito. Después de ser impulsada por la bomba, el agua pasará por el filtro de agua, donde se retirarán los fragmentos sólidos que arrastre el agua.

A los 10 minutos del arranque, el módulo lógico apagará la bomba de impulsión de agua bruta, BI-AB.

Seguidamente se dará la orden de cerrar la válvula reguladora de presión cuando se limpia una máquina con agua bruta, VRP1M-AB. **O de cerrar la válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas con agua bruta, VRP2M-AB.**

A continuación se dará la orden de cerrar la electroválvula del “sprayball” de la máquina 1 de agua bruta, VSM1-AB. Terminando aquí la pulverización con agua bruta.

La orden de cerrar la electroválvula del desagüe de agua recuperada de la máquina 1, VDM1-AR, será 3 minutos (este tiempo puede variarse) más tarde de haber cerrado el rociador. Así se garantizará una evacuación casi completa



del fluido pulverizado, ya que puede alojarse en recovecos de la máquina y es preferible dejar una holgura de tiempo desde que se apaga el rociador.

A continuación el módulo lógico dará la orden de apagar la bomba de retorno de agua recuperada, BR-AR. De esta forma se recirculará todo el fluido impulsado, haciéndolo pasar por el filtro.

Aquí finalizará el ciclo de pre-enjuague de la máquina 1 (con agua bruta).

### 13.2.2.- Etapa de limpieza alcalina (básica).

Esta etapa se lleva a cabo con solución básica o alcalina, por lo tanto después del código de cada dispositivo y separadas por un guión, se encontrarán las iniciales SB.

Una vez acabado el pre-enjuague de la máquina 1 con agua bruta, se dará paso automáticamente a la etapa de limpieza alcalina. Será pues el turno de los sensores detector de nivel de solución básica, DN-SB y sensor de conductividad para la concentración de la solución básica, CO-SB, que darán una señal de alarma en el caso de que el nivel del depósito no sea el adecuado o en el caso de que la concentración en el mismo este por debajo del valor fijado. En ambos casos, el módulo lógico accionará la bomba que trasvasa el producto BETELENE DB45 al depósito, BT-SB, hasta que el detector de nivel indique que se encuentra dentro de los valores adecuados o el detector de conductividad indique que se ha alcanzado la concentración necesaria, momento en el que se desactivará la bomba BT-SB.

Una vez comprobados el nivel y concentración del depósito, el módulo lógico abrirá la válvula reguladora de presión cuando se limpia una máquina con solución básica, VRP1M-SB. **En el caso de que se limpie a la vez otra máquina con la máquina 1, el módulo lógico abrirá la válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas con solución básica, VRP2M-SB.**

Instantáneamente se accionará la bomba de impulsión de solución básica, BI-SB, durante los 10 minutos que dura la limpieza, así como la electroválvula del "sprayball" de la máquina 1 de solución básica, VSM1-SB, que es la que da paso al rociador.

Seguidamente, se accionará la electroválvula del desagüe de la máquina 1 de solución básica, VDM1-SB. Esto se debe al interés por que haya flujo constante de agua y evitar por completo estancamientos, así en el momento que el rociador comienza a pulverizar la solución, esta puede desalojar la máquina en cuanto llegue al desagüe.

Simultáneamente a abrir la electroválvula VDM1-SB, se acciona la bomba de retorno de solución básica, BR-SB. Así, el fluido que vaya abandonando la máquina 1 será impulsada para volver al depósito. Después de ser impulsada por la bomba, el fluido pasará por el filtro de solución básica, donde se retirarán los fragmentos sólidos que arrastre el fluido.



A los 10 minutos del arranque, el módulo lógico apagará la bomba de impulsión de solución básica, BI-SB.

Seguidamente se dará la orden de cerrar la válvula reguladora de presión cuando se limpia una máquina con solución básica, VRP1M-SB. **O de cerrar la válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas con solución básica, VRP2M-SB.**

A continuación se dará la orden de cerrar la electroválvula del “sprayball” de la máquina 1 de solución básica, VSM1-SB. Terminando aquí la pulverización con alcalino.

La orden de cerrar la electroválvula del desagüe de solución básica de la máquina 1, VDM1-SB, será 3 minutos (este tiempo puede variarse) más tarde de haber cerrado el rociador. Así se garantizará una evacuación casi completa del fluido pulverizado, ya que puede alojarse en recovecos de la máquina y es preferible dejar una holgura de tiempo desde que se apaga el rociador.

A continuación el módulo lógico dará la orden de apagar la bomba de retorno de solución básica, BR-SB. De esta forma se recirculará todo el fluido impulsado, haciéndolo pasar por el filtro.

Aquí finalizará el ciclo de limpieza alcalina de la máquina 1 (con solución básica).

### 13.2.3.- Etapa de enjuague intermedio

Esta etapa se lleva a cabo con el contenido del tanque de agua recuperada, por lo tanto después del código de cada dispositivo y separadas por un guión, se encontrarán las iniciales AR.

Una vez acabada la limpieza alcalina de la máquina 1, se dará paso automáticamente a la etapa de enjuague intermedio.

Una vez iniciada la etapa, el módulo lógico abrirá directamente la válvula reguladora de presión cuando se limpia una máquina con agua recuperada, VRP1M-AR. **En el caso de que se limpie a la vez otra máquina con la máquina 1, el módulo lógico abrirá la válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas con agua recuperada, VRP2M-AR.**

Instantáneamente se accionará la bomba de impulsión de agua recuperada, BI-AR, durante los 5 minutos que dura el enjuague, así como la electroválvula del “sprayball” de la máquina 1 de agua recuperada, VSM1-AR, que es la que da paso al rociador.

Seguidamente, se accionará la electroválvula del desagüe de la máquina 1 de agua recuperada, VDM1-AR. Esto se debe al interés por que haya flujo constante de agua y evitar por completo estancamientos, así en el momento que el rociador comienza a pulverizar agua, esta puede desalojar la máquina en cuanto llegue al desagüe.



Simultáneamente a abrir la electroválvula VDM1-AR, se acciona la bomba de retorno de agua recuperada, BR-AR. Así, el fluido que vaya abandonando la máquina 1 será impulsada para volver al depósito. Después de ser impulsada por la bomba, el fluido pasará por el filtro de agua, donde se retirarán los fragmentos sólidos que arrastre el fluido.

A los 5 minutos del arranque, el módulo lógico apagará la bomba de impulsión de agua recuperada, BI-AR.

Seguidamente se dará la orden de cerrar la válvula reguladora de presión cuando se limpia una máquina con agua recuperada, VRP1M-AR. **O de cerrar la válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas con agua recuperada, VRP2M-AR.**

A continuación se dará la orden de cerrar la electroválvula del “sprayball” de la máquina 1 de agua recuperada, VSM1-AR. Terminando aquí la pulverización con agua.

La orden de cerrar la electroválvula del desagüe de agua recuperada de la máquina 1, VDM1-AR, será 2 minutos (este tiempo puede variarse) más tarde de haber cerrado el rociador. Así se garantizará una evacuación casi completa del fluido pulverizado, ya que puede alojarse en recovecos de la máquina y es preferible dejar una holgura de tiempo desde que se apaga el rociador.

A continuación el módulo lógico dará la orden de apagar la bomba de retorno de agua recuperada, BR-AR. De esta forma se recirculará todo el fluido impulsado, haciéndolo pasar por el filtro.

Aquí finalizará el ciclo de enjuague intermedio de la máquina 1 (con agua recuperada).

#### 13.2.4.- Etapa de limpieza ácida

Esta etapa se lleva a cabo con ácida, por lo tanto después del código de cada dispositivo y separadas por un guión, se encontrarán las iniciales SA.

Una vez acabado el enjuague intermedio de la máquina 1 con agua recuperada, se dará paso automáticamente a la etapa de limpieza ácida. Será pues el turno de los sensores detector de nivel de solución ácida, DN-SA y sensor de conductividad para la concentración de la solución ácida, CO-SA, que darán una señal de alarma en el caso de que el nivel del depósito no sea el adecuado o en el caso de que la concentración en el mismo este por debajo del valor fijado. En ambos casos, el módulo lógico accionará la bomba que trasvasa el producto BETELCLEAN CIP180 al depósito, BT-SA, hasta que el detector de nivel indique que se encuentra dentro de los valores adecuados o el detector de conductividad indique que se ha alcanzado la concentración necesaria, momento en el que se desactivará la bomba BT-SB.

Una vez comprobados el nivel y concentración del depósito, el módulo lógico abrirá la válvula reguladora de presión cuando se limpia una máquina con



solución ácida, VRP1M-SA. En el caso de que se limpie a la vez otra máquina con la máquina 1, el módulo lógico abrirá la válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas con solución ácida, VRP2M-SA.

Instantáneamente se accionará la bomba de impulsión de solución ácida, BI-SA, durante los 10 minutos que dura la limpieza, así como la electroválvula del “sprayball” de la máquina 1 de solución ácida, VSM1-SA, que es la que da paso al rociador.

Seguidamente, se accionará la electroválvula del desagüe de la máquina 1 de solución ácida, VDM1-SA. Esto se debe al interés por que haya flujo constante de agua y evitar por completo estancamientos, así en el momento que el rociador comienza a pulverizar la solución, esta puede desalojar la máquina en cuanto llegue al desagüe.

Simultáneamente a abrir la electroválvula VDM1-SA, se acciona la bomba de retorno de solución ácida, BR-SA. Así, el fluido que vaya abandonando la máquina 1 será impulsada para volver al depósito. Después de ser impulsada por la bomba, el fluido pasará por el filtro de solución ácida, donde se retirarán los fragmentos sólidos que arrastre el fluido.

A los 10 minutos del arranque, el módulo lógico apagará la bomba de impulsión de solución ácida, BI-SA.

Seguidamente se dará la orden de cerrar la válvula reguladora de presión cuando se limpia una máquina con solución ácida, VRP1M-SA. **O de cerrar la válvula reguladora de presión cuando se limpian 2 máquinas con solución ácida, VRP2M-SA.**

A continuación se dará la orden de cerrar la electroválvula del “sprayball” de la máquina 1 de solución ácida, VSM1-SA. Terminando aquí la pulverización con ácido.

La orden de cerrar la electroválvula del desagüe de solución ácida de la máquina 1, VDM1-SA, será 3 minutos (este tiempo puede variarse) más tarde de haber cerrado el rociador. Así se garantizará una evacuación casi completa del fluido pulverizado, ya que puede alojarse en recovecos de la máquina y es preferible dejar una holgura de tiempo desde que se apaga el rociador.

A continuación el módulo lógico dará la orden de apagar la bomba de retorno de solución ácida, BR-SA. De esta forma se recirculará todo el fluido impulsado, haciéndolo pasar por el filtro.

Aquí finalizará el ciclo de limpieza ácida de la máquina 1.

#### 13.2.5.- Etapa de enjuague final

Esta etapa es similar a la etapa de enjuague intermedio, descrita en el apartado 13.2.3.- *Enjuague intermedio*, que se lleva a cabo con agua recuperada.



Éste sería el proceso completo para la limpieza de la máquina 1, se procedería de la misma manera para la limpieza del resto de máquinas.

El proceso aquí descrito, se ha centrado en explicar el funcionamiento y la secuencia de accionamiento de los dispositivos de mando y control. El ingeniero electrónico que va a programar el módulo lógico, deberá hacerlo de acuerdo con estas indicaciones.

Como se ha expuesto anteriormente, en el momento en el que se da la orden de limpiar una máquina, se llevan a cabo todas las etapas secuencialmente y de manera consecutiva. Para el caso excepcional de que sólo se quiera realizar una pasada de algún fluido en concreto, por alguna máquina **(NO ES RECOMENDABLE, A MENOS QUE SEA ESTRICTAMENTE NECESARIO POR ALGUNA ANOMALÍA)** el ingeniero electrónico realizará una serie de programas auxiliares para que esto sea posible.

## 14.- VALORACIÓN ECONÓMICA

### 14.1.- Determinación de los costos materiales

Para valorar los costos materiales, se considerarán todos los recursos necesarios para la instalación del sistema CIP diseñado. En la siguiente tabla, aparece una lista de los elementos necesarios para la instalación CIP, clasificados en tipo mecánico y eléctrico/electrónico. Se detalla también la cantidad, el coste unitario y el coste total.

Art.	Descripción componentes mecánicos	Cantidad	Coste unitario	Coste total
1	Depósito 4000l acero inox 316L pared simple	4	6196	24784
2	Sprayballs LKRK64 de ALFA LAVAL	4	75	300
3	Grupo térmico FERROLI PREXTHERM RSW N GN-GP 2S-M 1060 N	3	27075	81225
4	Llaves manuales de emergencia para tubería de 2"	4	112.66	450.64
5	Válvulas reguladoras de presión de 1" de SALVADOR ESCODA S.A	4	57.5	230
6	Válvulas reguladoras de presión de 2" de SALVADOR ESCODA S.A	4	166.61	666.44
7	Filtro FN4102 de SMC	3	7500	22500
8	Tubo de acero inoxidable de 2"	350 m	12.17	4259.5
9	Tubo de acero inoxidable de 1"	225 m	6.44	1449
10	Codo de 90° de 1" acero inox	39	1.92	74.88
11	Codo de 90° de 2" acero inox	28	4.77	133.56
12	Te acero inoxidable de 2"	29	7.68	222.72



13	Acople de 1 ¼" a 2"	4	3.29	13.16
14	Acople de 1" a 2"	16	4.26	68.16
15	Acople de 2" a 1"	9	4.71	42.39
<b>TOTAL COMPONENTES MECÁNICOS</b>				<b>136419.45€</b>
Art.	Descripción componentes eléctricos/electrónicos	Cantidad	Coste unitario	Coste total
1	Bomba ECO-MAT 1/7.5 de BOMBAS HASA	3	1338	4014
2	Electroválvulas de 1" de ASCONUMATICS	32	214.58	6866.56
3	Electroválvulas de 2" de ASCONUMATICS	4	461.35	1845.4
4	Detector de nivel SCR 235	4	169.68	678.72
5	Sonda de temperatura PT100 de RS PRO	4	19.44	77.76
6	Sensor de conductividad	3	142.55	427.65
7	Bomba MGX2 32-200 NB de SAER ELETTROPOMPEE	4	1584	6336
8	Bomba ECO-MAT 2/20 de BOMBAS HASA	3	1953	5859
9	Módulo lógico Mitsubishi FX3U-128MR/ES	1	1771.52	1771.52
10	Contactores ABB AF12-30-10-	7	32.32	226.24
<b>TOTAL COMPONENTES ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS</b>				<b>28102.85 €</b>

*Tabla 16.- Costes de los componentes.*

Estos precios están exentos de I.V.A. Incluyendo este impuesto, el total de los **componentes mecánicos** ascendería hasta los **165067.535 €**, mientras que el total de los **componentes eléctricos/electrónicos** ascendería hasta los **34004.45 €**.

Todos los precios recogidos en la tabla anterior, son exclusivos del material, no incluyen la instalación de los distintos componentes. Debido a que dentro de la plantilla de la fábrica de embutidos no se encuentran soldadores ni electricistas, es necesario recurrir a personal externo para llevar a cabo el montaje de la instalación.

En cuanto al montaje de los componentes mecánicos, se estima que con 1 soldador, 2 ayudantes de montaje y una persona dedicada a la supervisión y la dirección técnica serían suficientes. Esta última tarea podría recaer sobre el autor del presente proyecto, ya que conoce los detalles de la instalación.

Por otro lado, para el montaje de los componentes eléctricos y electrónicos, se estima suficiente el trabajo de un electricista y un ayudante, cuyo trabajo sería supervisado y dirigido por el Ingeniero Electrónico. Éste último como se ha expuesto previamente, será también el encargado de la programación del PLC según las instrucciones del apartado 13.2.- *Funcionamiento del sistema*.

La duración de los trabajos de instalación y puesta en marcha, se cree que puede ser de alrededor de un mes. 3 semanas estarán destinadas al montaje y la última a la puesta en marcha y las pertinentes pruebas del sistema.

Por lo tanto, se necesitaría contratar a un total de 7 personas externas, durante el periodo de un mes. De acuerdo con las competencias académicas y la responsabilidad de cada una de las personas previamente mencionadas, se estima que los salarios de cada uno de ellas podrían ser los siguientes:

Descripción del personal	Número de trabajadores	Salario unitario	Salario total
Ingeniero Industrial, para la supervisión de la ejecución del proyecto	1	3500	3500
Soldador cualificado	1	2500	2500
Ayudante de montaje	2	1750	3500
Electricista	1	2500	2500
Ayudante de electricista	1	1750	1750
Ingeniero Electrónico	1	3000	3000
<b>TOTAL SALARIOS PERSONAL EXTERNO</b>			<b>16750 €</b>

*Tabla 17.- Costes de los salarios del personal externo.*

También es necesario tener en cuenta los costes debidos al transporte del material desde el proveedor hasta la fábrica, el transporte del personal externo desde Burgos hasta la fábrica, así como sus dietas durante los 21 días laborables. Todos estos costes van a ser calificados como costes logísticos y se desglosan a continuación:

Concepto	Coste
Transporte del material	1500
Transporte del personal	500
Dietas personal	3000
<b>TOTAL COSTES LOGÍSTICOS</b>	<b>5000 €</b>

*Tabla 18.- Costes logísticos.*

Una vez analizados los costes que supone la ejecución del presente proyecto, desglosados en función del tipo de coste y a su vez detallados cada uno de estos, se puede proceder a la estimación del presupuesto total sumando todos y cada uno de ellos:

Descripción	Coste
Costes componentes mecánicos	165067.535
Costes componentes eléct/electr	34004.45
Costes salarios personal externo	16750
Costes logísticos	5000
<b>COSTE TOTAL PROYECTO</b>	<b>220821.99 €</b>

*Tabla 19.- Coste total del proyecto.*



**Universidad de Valladolid**

15.- PLANOS



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**



## 16.- CONCLUSIONES

Una vez realizado el diseño del sistema, así como su valoración económica, a continuación se va a proceder a exponer las conclusiones extraídas en la realización y el procedimiento del trabajo:

1. El desarrollo del trabajo ha necesitado conocimientos de diversas asignaturas cursadas a lo largo del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, como pueden ser: Termodinámica Técnica y Transmisión de Calor, Mecánica de Fluidos, Análisis y Diseño de Máquinas... Así como la experiencia adquirida a lo largo de todos los estudios, especialmente en las Prácticas en Empresa y en la asignatura de Proyectos Técnicos Industriales.
2. Desarrollar la mentalidad de desarrollo sostenible y respeto al medio ambiente. Ante las distintas opciones, se ha optado siempre por los componentes eléctricos, evitando en todo momento las combustiones y otros métodos de obtención de energía. Es claro el ejemplo del grupo térmico, que a su vez fue elegido por delante de la opción del serpentín dentro del tanque, pensando en calefactar únicamente el fluido necesario. Consiste en un componente de elevado precio, pero se ha pensado en su rendimiento a largo plazo, ya que el serpentín tarda mucho más tiempo en calentar el fluido y en tenerlo disponible para la limpieza. Ante la opción de obtener la energía por medio de propano o gas natural, se eligió el gas natural pensando en el medio ambiente.
3. Desarrollar la mentalidad de automatizar al máximo los procesos industriales, evitando al máximo los errores derivados del trabajo manual y buscando siempre un comportamiento idéntico del sistema, así como disminuyendo enormemente los tiempos de limpieza. Sensores y componentes controlados por un módulo lógico programado de acuerdo con el funcionamiento deseado del sistema. La intervención manual se limita al encendido y apagado de los grupos térmicos, la causa de que esto no se haya automatizado reside en la contemplación de limpiezas fuera de horarios previstos, de esta forma se encenderán al principio de cada jornada laboral y estarán disponibles para calentar el fluido a la temperatura deseada en todo momento.
4. Desarrollar la mentalidad de aprovechar al máximo las sustancias consumibles, rediciendo en todo lo posible los residuos. De aquí la decisión de trabajar con un tanque de agua recuperada y recircular todos los fluidos, pasando previamente por un filtro. De esta manera se volverán a almacenar libres de restos sólidos aumentando su vida útil.
5. Pensar en todo momento en la seguridad de los trabajadores de la planta. De aquí la decisión de comprar preparados químicos utilizables directamente en la limpieza, en vez de ácidos o bases puros que pueden causar accidentes al personal en su tratamiento, al mezclarlo con agua o simplemente en su manipulación. También la decisión de optar por filtros autolimpiantes, aunque son más caros que los convencionales,



se disminuye considerablemente la manipulación de los mismos por el personal. Un ejemplo de tener presente siempre la seguridad del trabajador, es el funcionamiento de los dispositivos de control a la tensión de maniobra (24 V).

6. Instalación casi completa en acero inoxidable, de acuerdo con la normativa que rige la industria alimentaria. Se ha elegido siempre que ha sido posible componentes destinados a aplicaciones sanitarias.
7. No se deben sobredimensionar notablemente componentes como las bombas y los reguladores de presión, ya que un aumento considerable de temperatura, velocidad... conlleva un gasto innecesario de recursos así como eleva el riesgo de corrosión o incluso de que aparezcan fugas. De aquí la instalación de las válvulas reguladoras de presión para evacuar el fluido impulsado en exceso por las bombas de impulsión.
8. La valoración económica puede parecer en un primer momento un motivo para desestimar este tipo de sistema y mantener la limpieza convencional. A largo plazo, el sistema CIP ahorra tiempo, evita la necesidad de personal de limpieza y entre otras cosas, garantiza un aumento en la calidad del producto final, ya que los equipos estarán mucho más limpios, debido a que el CIP limpia de manera intensiva lugares a los que una persona no puede acceder.
9. El diseño realizado está pensado para un uso intensivo de la instalación, con tiempos de limpieza muy optimizados, dando lugar a unas necesidades de caudal, bombas... mucho mayores y por tanto encareciendo la instalación. De la misma forma, los depósitos están bastante sobredimensionados, ya que están pensados para el caso en el que se lavasen los 4 equipos simultáneamente (cosa que no va a pasar nunca, ya que el máximo son 2), con el objetivo de adaptarse a posibles alteraciones en el proyecto o ampliaciones futuras, que provocasen un aumento de las necesidades. En el caso que se desee un uso menos intensivo, las necesidades de bombas, tuberías, grupos térmicos... se verían notablemente reducidas, reduciéndose de igual forma el presupuesto.
10. En el caso de que se deseara la limpieza simultánea de un equipo únicamente, valdría con la instalación de un único grupo térmico. Esta modificación se llevaría a cabo con una red de electroválvulas en la entrada y otro en la salida. Dicha modificación llevaría consigo una enorme reducción del presupuesto del proyecto, ya no sólo por la necesidad de un único grupo térmico (ahorro muy importante), sino porque se verían reducidos todos los caudales.



ANEXO Nº 1: FICHAS E INFORMACIÓN TÉCNICA

Fichas Internacionales de Seguridad Química

HIDRÓXIDO DE SODIO		ICSC: 0360 Mayo 2010	
<b>CAS:</b> 1310-73-2 <b>NU:</b> 1823 <b>CE Índice Anexo I:</b> 011-002-00-6 <b>CE / EINECS:</b> 215-185-5		<b>Sosa cáustica</b> <b>Hidrato de sodio</b> <b>Sosa</b> <b>NaOH</b> <b>Masa molecular: 40.0</b>	
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible. El contacto con la humedad o con el agua, puede generar calor suficiente para provocar la ignición de materiales combustibles.	NO poner en contacto con el agua.	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado.
<b>EXPLOSIÓN</b>	Riesgo de incendio y explosión en contacto con: (ver Peligros Químicos).	NO poner en contacto con materiales incompatibles. (Ver Peligros Químicos).	
<b>EXPOSICIÓN</b>		¡EVITAR LA DISPERSIÓN DEL POLVO! ¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
<b>Inhalación</b>	Tos. Dolor de garganta. Sensación de quemazón. Jadeo.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
<b>Piel</b>	Enrojecimiento. Dolor. Graves quemaduras cutáneas. Ampollas.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse durante 15 minutos como mínimo. Proporcionar asistencia médica.
<b>Ojos</b>	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa. Quemaduras graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
<b>Ingestión</b>	Dolor abdominal. Quemaduras en la boca y la garganta. Sensación de quemazón en la garganta y el pecho. Náuseas. Vómitos. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Dar a beber un vaso pequeño de agua, pocos minutos después de la ingestión. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
<b>DERRAMES Y FUGAS</b>		<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>	
Protección personal: traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente de plástico. Recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro.		No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: C R: 35 S: (12-)26-37/39-45 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II Clasificación GHS Peligro Nocivo en caso de ingestión. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Puede provocar irritación respiratoria.	
<b>RESPUESTA DE EMERGENCIA</b>		<b>ALMACENAMIENTO</b>	
Código NFPA: H3; F0; R1		Separado de alimentos y piensos, ácidos fuertes y metales. Almacenar en el recipiente original. Mantener en lugar seco. Bien cerrado. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2010			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO



Fichas Internacionales de Seguridad Química

HIDRÓXIDO DE SODIO		ICSC: 0360
<b>DATOS IMPORTANTES</b>		
<b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Sólido blanco e higroscópico, en diversas formas	<b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> Efectos locales graves	
<b>PELIGROS QUÍMICOS</b> La disolución en agua es una base fuerte que reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva con metales tales como: aluminio, estaño, plomo y zinc, formando gas combustible (hidrógeno - ver FISO:0001). Reacciona con sales de amonio produciendo amoniaco, originando peligro de incendio. El contacto con la humedad o con el agua genera calor. (Ver Notas).	<b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> Puede alcanzarse rápidamente una concentración nociva de partículas suspendidas en el aire cuando se dispersa.	
<b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV: 2 mg/m <sup>3</sup> (Valor techo) (ACGIH 2010). MAK: Ilb (no establecido pero hay datos disponibles) (DFG 2009).	<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		
Punto de ebullición: 1388°C Punto de fusión: 318°C Densidad: 2.1 g/cm <sup>3</sup>  Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 109 (muy elevada).		
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
Esta sustancia puede ser peligrosa para el medio ambiente. Debe prestarse atención especial a los organismos acuáticos.		
<b>NOTAS</b>		
El valor límite de exposición laboral aplicable no debe ser superado en ningún momento por la exposición en el trabajo. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadirla al agua siempre lentamente. Otro nº NU: NU1824 Disolución de hidróxido de sodio, clasificación de peligro 8, grupo de envasado II-III.		
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
Límites de exposición profesional (INSHT 2011): VLA-EC: 2 mg/m <sup>3</sup>		
<b>NOTA LEGAL</b>	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	
© IPCS, CE 2010		

Fig. 15.- Ficha internacional de Seguridad Química del Hidróxido de Sodio(Páginas 1 y 2).

Fuente: INSHT.

## Información Técnica



# BETELENE® DB45

DETERGENTE ALCALINO DE BAJO PUNTO DE CONGELACIÓN

### DESCRIPCIÓN GENERAL



**BETELENE® DB45 es un desengrasante de elevada alcalinidad y punto de congelación inferior a -10 °C, destinado a la limpieza en procesos CIP y máquinas de lavado automáticas.**

### COMPOSICIÓN CUALITATIVA



**BETELENE® DB45 es un producto basado en hidróxido sódico aditivado con tensioactivos y secuestrantes que reducen su punto de congelación.**

### CARACTERÍSTICAS



- **Aspecto:** Líquido transparente incoloro.
- **Densidad a 15 °C:** 1,34 g/ml.
- **pH (1%):** 12,9.
- **Almacenamiento** entre -10 °C y 35 °C.
- **No congela** a temperaturas superiores a -10 °C.
- **Limpiador** de grasa y materia orgánica.
- **Trazable** por conductividad.

### MODO DE EMPLEO

**BETELENE® DB45 se emplea a dosis entre 0,5 y 1,5 % (%p/p), en función del grado de suciedad y de los sistemas de aplicación.**

**Aplicaciones concretas pueden necesitar dosis de hasta el 5%.**

**En cualquier aplicación siempre han de seguirse las instrucciones dadas por el Departamento de Servicio al Cliente de Betelgeux, consultar el plan de higiene in situ.**

### FORMATOS

**Garrafas (33 kg).**

**Contenedores (1200 kg).**

La información contenida en este documento es una guía de utilización del producto a título informativo. Esta información puede ser modificada sin previo aviso. Betelgeux, S.L. no se hace responsable de la utilización incorrecta de sus productos.

Versión : 12-002

Fecha : 21.08.2012



Betelgeux, S.L. Paseo Germanías, 22 - 46701 Ganda, Valencia (Spain). - Tel. +34 96 2871 345  
[betelgeux@betelgeux.es](mailto:betelgeux@betelgeux.es) - [www.betelgeux.es](http://www.betelgeux.es)

# BETELENE® DB45

DETERGENTE ALCALINO DE BAJO PUNTO DE CONGELACIÓN

## COMPATIBILIDAD

BETELENE® DB45 es compatible con superficies de acero inoxidable, hierro fundido, poliéster, polietileno y PVC en las condiciones habituales de uso.

En caso de utilización sobre otros materiales, se recomienda realizar un test previo de corrosión en una zona de muestra.

## TÉCNICAS ANALÍTICAS

### VALORACIÓN VOLUMÉTRICA:

Añadir, a una muestra de 10 gramos de solución de producto, 2 gotas de fenolftaleína y valorar con HCl 0,1N hasta desaparición del color rosa.

$$\% \text{ p/p BETELENE® DB45} = V(\text{ml}) \times 0,13$$

Siendo V el volumen en ml del valorante (HCl 0,1 N)

### CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA:

Valores de conductividad específica a 25 °C:

% p/p	0,2	0,5	1,0	1,5	3,0
C (mS)	3,76	8,08	17,20	25,30	45,90

### TEST RÁPIDO DE CONCENTRACIÓN:

Añadir, a una muestra de 10 ml de solución de producto, 2 gotas de fenolftaleína y adicionar gota a gota HCl 1 N hasta desaparición del color rosa.

$$\% \text{ p/p BETELENE® DB45} = n^{\circ} \text{ gotas} \times 0,0976$$

## PRECAUCIONES DE EMPLEO

El producto debe ser almacenado en sus envases de origen, cerrados y protegidos de la luz solar y las temperaturas extremas. En ningún caso se deben mezclar productos químicos puros.

Para una información toxicológica y de precauciones de uso completa, consulte la Ficha de Seguridad del producto. A fin de evitar riesgos para las personas y el medio ambiente, siga las instrucciones de uso.



Betelgeux, S.L. Paseo Germanías, 22 - 46701 Gandía, Valencia (Spain) - Tel. +34 96 2871 345  
[betelgeux@betelgeux.es](mailto:betelgeux@betelgeux.es) - [www.betelgeux.es](http://www.betelgeux.es)

Versión: 12-002  
Fecha: 21.08.2012

Fig. 16.- Ficha técnica del detergente alcalino BETELENE DB45 de BETELGEUX.

Fichas Internacionales de Seguridad Química

ÁCIDO SULFÚRICO		ICSC: 0362 Febrero 2000	
CAS: 7664-93-9 RTECS: WS5600000 NU: 1830 CE Índice Anexo I: 016-020-00-8 CE / EINECS: 231-638-5		Ácido sulfúrico 100% Aceite de vitriolo $H_2SO_4$ Masa molecular: 98.1	
TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con combustibles.	NO utilizar agua. En caso de incendio en el entorno: polvo, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión en contacto con bases, sustancias combustibles, oxidantes, agentes reductores o agua.		En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLAS DEL PRODUCTO! ¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Corrosivo. Sensación de quemazón. Dolor de garganta. Tos. Dificultad respiratoria. Jadeo. Síntomas no inmediatos (ver Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Corrosivo. Enrojecimiento. Dolor. Ampollas. Quemaduras cutáneas graves.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Corrosivo. Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Corrosivo. Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.
<b>DERRAMES Y FUGAS</b>		<b>ENVASADO Y ETIQUETADO</b>	
Consultar a un experto. ¡Evacuar la zona de peligro! NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. Protección personal adicional: traje de protección completo incluyendo equipo autónomo de respiración. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.		Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: C R: 35 S: (1/2)-26-30-45 Nota: B Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II	
<b>RESPUESTA DE EMERGENCIA</b>		<b>ALMACENAMIENTO</b>	
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-80S1830 o 80GC1-II+III Código NFFPA: H3; F0; R2; W		Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes, alimentos y piensos, materiales incompatibles. Ver Peligros Químicos. Puede ser almacenado en contenedores de acero inoxidable. Almacenar en un área con suelo de hormigón resistente a la corrosión.	
Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2005			

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

<b>ÁCIDO SULFÚRICO</b>		<b>ICSC: 0362</b>
<b>DATOS IMPORTANTES</b>		
<p><b>ESTADO FÍSICO; ASPECTO</b> Líquido higroscópico incoloro, aceitoso e inodoro.</p> <p><b>PELIGROS QUÍMICOS</b> La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores. La sustancia es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva para la mayoría de metales más comunes, originando hidrógeno (gas inflamable y explosivo- ver ICSC 0001). Reacciona violentamente con agua y compuestos orgánicos con desprendimiento de calor (véanse Notas). Al calentar se forman humos (o gases) irritantes o tóxicos (óxido de azufre).</p> <p><b>LÍMITES DE EXPOSICIÓN</b> TLV: 0.2 mg/m<sup>3</sup>. Fracción torácica, A2 (sospechoso de ser cancerígeno humano); (ácido sulfúrico contenido en las nieblas de ácidos inorgánicos fuentes) (ACGIH 2005). MAK: (Fracción inhalable) 0.1 mg/m<sup>3</sup>. Categoría de limitación de pico: I(1); Cancerígeno: categoría 4; Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004).</p>	<p><b>VÍAS DE EXPOSICIÓN</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACIÓN</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por pulverización.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</b> Corrosivo. La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación del aerosol de esta sustancia puede originar edema pulmonar (ver Notas).</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</b> Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al aerosol de esta sustancia. Si las exposiciones al aerosol de esta sustancia son repetidas o prolongadas existe el riesgo de presentar erosiones dentales. Las nieblas de ácidos inorgánicos fuertes que contengan esta sustancia son carcinógenas para los seres humanos.</p>	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		
<p>Punto de ebullición (se descompone): 340°C Punto de fusión: 10°C Densidad relativa (agua = 1): 1.8 Solubilidad en agua: miscible Presión de vapor, kPa a 146°C: 0.13 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.4</p>		
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<p>La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.</p>		
<b>NOTAS</b>		
<p>Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadirla al agua siempre lentamente. Otros números NU: UN1831 Ácido sulfúrico fumante, clase de peligro 8, riesgo subsidiario 6.1, grupo de envasado I; UN1832 Ácido sulfúrico agotado, clase de peligro 8, grupo de envasado II. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2005, ver Límites de exposición, Respuesta de Emergencia, y en enero de 2008: ver Lucha contra incendios.</p>		
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
<p>Límites de exposición profesional (INSHT 2014): VLA-ED (niebla): 0,05 mg/m<sup>3</sup></p> <p>Notas: al seleccionar un método adecuado de control de la exposición, deben tomarse en consideración posibles limitaciones e interferencias que pueden surgir en presencia de otros compuestos de azufre. Agente químico que tiene un valor límite indicativo por la UE. Esta sustancia tiene prohibida total o parcialmente su comercialización y uso como fitosanitario y/o biocida. Véase UNE EN 481: "Atmósferas en los puestos de trabajo; Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles".</p>		
<p><b>NOTA LEGAL</b> Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.</p>		
© IPCS, CE 2005		

Fig. 17.- Ficha internacional de Seguridad Química del Ácido Sulfúrico (Páginas 1 y 2).

Fuente: INSHT

## Información Técnica

**BETELCLEAN® CIP180**

DETERGENTE ÁCIDO DE ESPUMA CONTROLADA

**DESCRIPCIÓN GENERAL**

BETELCLEAN® CIP180 es un detergente desincrustante ácido de baja espuma, para limpiezas de restos orgánicos, incrustaciones calcáreas y suciedad genera en sistemas CIP.

**COMPOSICIÓN CUALITATIVA**

BETELCLEAN® CIP180 está basado en una combinación de ácido fosfórico y ácido sulfúrico con agentes tensioactivos no espumantes.

**CARACTERÍSTICAS**

- Aspecto: Líquido transparente incoloro.
- Densidad a 15 °C: 1,27 g/ml.
- pH (1%): 1,6.
- Almacenamiento entre 5 °C y 35 °C.
- Adecuado para la limpieza de moldes microperforados.
- Poderosa acción desincrustante (piedra de la leche y de la cerveza).
- Espuma controlada.
- Trazable por conductividad.

**MODO DE EMPLEO**

BETELCLEAN® CIP180 se emplea diluido en agua a dosis entre 1,0 y 3,0 %, dependiendo del grado de suciedad y el método de limpieza empleado. Se aclararán las superficies con agua potable.

En cualquier aplicación siempre han de seguirse las instrucciones dadas por el Departamento de Servicio al Cliente de Betelgeux, consultar el plan de higiene in situ.

**FORMATOS**

Garrafas (30 kg).  
Contenedores (760 kg).  
Contenedores (1200 kg).

La información contenida en este documento es una guía de utilización del producto a título informativo. Esta información puede ser modificada sin previo aviso. Betelgeux, S.L. no se hace responsable de la utilización incorrecta de sus productos.



Betelgeux, S.L. Paseo Germanías, 22 - 46701 Gandía, Valencia (Spain). - Tel. +34 96 2871 345  
[betelgeux@betelgeux.es](mailto:betelgeux@betelgeux.es) - [www.betelgeux.es](http://www.betelgeux.es)

Versión: 12-002  
Fecha: 4-06-2012

# BETELCLEAN® CIP180

## DETERGENTE ÁCIDO DE ESPUMA CONTROLADA

### COMPATIBILIDAD

BETELCLEAN® CIP180 es compatible con superficies de acero inoxidable en las condiciones habituales de uso.

BETELCLEAN® CIP180 no debe ser aplicado sobre elementos de aluminio, cobre o hierro galvanizado.

En caso de utilización sobre otros materiales, se recomienda realizar un test previo de corrosión en una zona de muestra.

### TÉCNICAS ANALÍTICAS

#### VALORACIÓN VOLUMÉTRICA:

Añadir, a una muestra de 10 gramos de solución de producto, 2 gotas de fenolftaleína y valorar con NaOH 0,1 N hasta persistencia del color rosa.

$$\% \text{ p/p BETELCLEAN® CIP180} = V (\text{ml}) \times 0,117$$

Siendo V el volumen en ml del valorante (NaOH 0,1 N)

#### CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA:

Valores de conductividad específica a 25 °C:

% p/p	0,5	0,8	1,0	1,5	3,0
C (mS)	4,95	6,44	8,11	10,69	18,45

#### TEST RÁPIDO DE CONCENTRACIÓN:

Añadir a una muestra de 10 g de solución de producto, 2 gotas de fenolftaleína y adicionar gota a gota NaOH 1 N hasta aparición del color rosa.

$$\% \text{ p/p BETELCLEAN® CIP180} = n^{\circ} \text{ gotas} \times 0,0772$$

### PRECAUCIONES DE EMPLEO

El producto debe ser almacenado en sus envases de origen, cerrados y protegidos de la luz solar y las temperaturas extremas. En ningún caso se deben mezclar productos químicos puros.

Para una información toxicológica y de precauciones de uso completa, consulte la Ficha de Seguridad del producto. A fin de evitar riesgos para las personas y el medio ambiente siga las instrucciones de uso.



Betelgeux, S.L. Paseo Germanías, 22 - 46701 Gandía, Valencia (Spain). - Tel. +34 96 2871 345  
[betelgeux@betelgeux.es](mailto:betelgeux@betelgeux.es) - [www.betelgeux.es](http://www.betelgeux.es)

Versión: 12-002  
Fecha: 24.08.2012

Fig. 18.- Ficha técnica del detergente alcalino BETELCLEAN CIP180 de BETELGEUX.

# PREXTHERM RSW N GN-GP 2S-M

GRUPOS TÉRMICOS PRESURIZADOS DE ACERO PARA GAS. BAJA TEMPERATURA

Producto destinado exclusivamente a procesos industriales (hasta 400 kW)



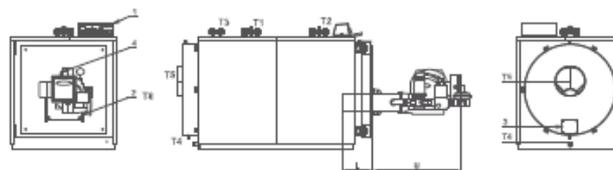
**Nota:**  
 - Ejecución estándar. Presión máxima de trabajo 6 bar  
 - Posibilidad de ejecuciones especiales con Presión máxima de trabajo a 8 o 10 bar (consultar precio y plazo de entrega)

## Grupo térmico presurizado de gas natural o propano. Chapa de acero. Baja temperatura

- Gama disponible desde 107 kW hasta 3.600 kW, con 18 modelos diferentes: adaptación ideal a cualquier potencia necesaria.
- Homologados como baja temperatura según directiva 92/42 CEE. Tª mínima de retorno > 50 °C.
- Calderas presurizadas con inversión de llama en cámara de combustión y haz tubular de pasos de humos.
- El diseño interior de circulación de agua garantiza la perfecta uniformidad de la temperatura en su interior, evitando así la posible formación de depósitos calcáreos.
- Grupos térmicos compuestos de:
  - Caldera PREXTHERM RSW N.
  - Quemador de gas de 2 etapas (2 S) o progresivos (M) (modelo según tabla).
  - Rampe de gas válida para gas natural o propano, según corresponda.
  - No se incorpora panel de control. Este se debe pedir aparte.

PANELES DE CONTROL DISPONIBLES		
CÓDIGO	PRODUCTO	OSERVACIONES
C18015180	Panel de control termostático BT	Con: - Termostato gestión bomba anticongelados, termostato de 1ra y 2da etapa de quemador; - Interruptor de puesta en marcha de bomba y caldera - Termostato de seguridad con rearme manual - Termostato de caldera digital
C18015150	Panel de control EBM	Panel de control que además de contar con los controles del panel termostático, tiene la posibilidad de: - Realiza la modulación del quemador en grupos térmicos GN - GP M sin necesidad de kit de modulación externa. - Control de arranque y paradas de caldera para evitar condensaciones - Control de bomba anticongelados - Control de válvula mezcladora - Control de calderas en cascada - Posibilidad de controlar varias zonas de calefacción - Indicación de horas de funcionamiento de quemador

QUEMADOR INCORPORADO		
	2S	M
107	EM 18/2	
152	EM 18/2	
190	EM 26/2	
240	EM 40/2	
300		LMB G 700 BL
350		LMB G 700 BL
399		LMB G 700 BL
525		LMB G 1000 BL
600		LMB G 1000 BL
720		LMB G 1000 BL
820	140 PM/2	140 PM/M
940	140 PM/2	140 PM/M
1060	210 PM/2	210 PM/M
1250	210 PM/2	210 PM/M
1480	310 PM/2	310 PM/M
1890	310 PM/2	310 PM/M
2360	310 PM/2	310 PM/M
3000	430 PM/2	430 PM/M



**DESCRIPCIÓN**  
 1 Cuadro mandos  
 2 Placa portaquegador  
 3 Puerta limpieza cámara humos  
 4 Mirilla control llama

**T1** Ida calefacción  
**T2** Retorno calefacción  
**T3** Conexión vaso expansión  
**T4** Vaciado caldera  
**T5** Salida gases quemados  
**T6** Conexión quemador

ACCESORIOS			
CÓDIGO	PRODUCTO	COMPATIBILIDAD	OSERVACIONES
C35015300	Kit modulación temperatura	PREXTHERM RSW N	Imprescindible para que los quemadores progresivos funcionen como modulantes salvo que incorpore panel de control EBM. Exigible según RITE para potencias superiores a 400 kW
C35015500	Kit control de estanqueidad CE1	PREXTHERM RSW N 820/940 con quemador 2 etapas	Accesorio de seguridad, exigido en instalaciones de mas de 300 kW. EN MODELOS IGUALES O SUPERIORES A PREXTHERM RSW 1080, KIT ESTANQUEIDAD YA INCORPORADO
C35015350	Kit control de estanqueidad CE2	PREXTHERM RSW N (excepto modelos 300/350/399/525/600/720) con quemador progresivo	
C35015620	Kit control de estanqueidad CE3	PREXTHERM RSW N 525/600/720	
C35015670	Kit control de estanqueidad CE4	PREXTHERM RSW N 300/350/399	



		720 N	820 N	940 N	1060 N	1250	1480	1890	2360	3000	3600	
Gasto calorífico sobre P.C.I	Min	kW	502	566	651	717	884	1.046	1.336	1.668	2.113	2.536
	Máx	kW	777	881	1011	1075	1.359	1.608	2.054	2.565	3.250	3.900
Potencia útil	Min	kW	468	533	611	667	813	962	1.229	1.535	1.950	2.340
	Máx	kW	720	820	940	1.000	1.250	1.480	1.890	2.360	3.000	3.600
Rendimiento útil	100% Pot. máx.		92,71	93,10	92,95	93,05	92	92,03	92,01	92	92,02	92
	30% Pot. máx.		93,60	94,40	94,20	96,75	93,41	93,68	93,76	93,50	93,69	94,2
Capacidad total de la caldera		litros	735	735	850	1.250	1.240	1.490	1.620	1.925	2.600	2.920
	10°C ΔT	mbar	32	40	51	65	86	110	100	150	145	190
Pérdidas de carga lado de agua	15°C ΔT	mbar	18	25	25	33	40	55	45	70	65	90
	20°C ΔT	mbar	10	18	16	20	25	32	29	42	45	61
Pérdidas de carga lado de humos		mbar	4,5	5,6	5,4	6,0	6,5	6,5	7	7,2	7,5	8,2
Presión máxima de ejercicio		bar	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Peso en seco		kg	1.250	1.250	1.420	1.580	2.250	2.650	2.850	3.900	5.300	5.800
	T1-T2 UNI 2278 PN 16	DN	DN 100	DN 100	DN 100	DN 100	DN 125	DN 150	DN 150	DN 150	DN 200	DN 200
Conexiones	T3	DN	2" 1/2	2" 1/2	2" 1/2	3"	3"	DN 100	DN 100	DN 100	DN 125	DN 125
	T4	DN	1"	1"	1"	1"	3/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
	T5	Øext.mm	340	340	340	400	400	450	450	450	500	500
PREXTHERM RSW N GN 2S	CÓDIGO											
PREXTHERM RSW N GN M *	CÓDIGO	1D8307204	1D8308204	1D8309404	1D8310604	192512504	1A1514804	1A1518904	192523604	192530004	192536004	
PREXTHERM RSW N GP 2S	CÓDIGO											
PREXTHERM RSW N GP M *	CÓDIGO	1D8508203 1D8509403 1D8510603 192612503 1A1614803 1A1618903 192623603										

Nota: \* Según RITE, para potencias superiores a 400 kW, es necesario trabajar con quemadores modulantes o 3 etapas. Para quemadores modulantes, es necesario incorporar kit de modulación C35015360 o panel de control EBM  
 \*\* En estos modelos ya se incorpora el kit de estanqueidad

**Fig. 19.- Ficha técnica de grupos térmicos presurizados de acero alimentados con gas natural de FERROLI.**



Serie ECO-MAT  
Electrobombas centrífugas sanitarias en "AISI 316L"



APLICACIONES / APPLICATIONS / APPLICATIONS

**ES** Electrobombas centrífugas monobloc horizontales construidas totalmente en acero inoxidable 'AISI 316L' con exterior pulido mate, ideales para uso en instalaciones sanitarias.

**EN** Horizontal close-coupled centrifugal electro-pump completely in 'AISI 316L' stainless steel with matt finish exterior, ideal for using in sanitary facilities.

**FR** Électropompes centrifuges monobloc horizontales construites totalement en inox 'AISI 316L' avec extérieur brossé mat, idéales pour les installations sanitaires.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS / TECHNICAL CHARACTERISTICS / CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Tipo Type	IP	Aislamiento Isolation	r.p.m.	Refrigeración Cooling / Refroidissement	Temp. max. (°C)	Viscosidad max. Max. viscosity Viscosité max.	Aspiración max. Max. suction depth Aspiration max.	Turbina Impeller / Turbine
Sanitaria Sanitary / Sanitaires	54	F	2900	Ventilación externa External ventilation Ventilation externe	100	350 cPs	6 m.	Semiabierta Semi-open Semiouverte

MATERIALES / MATERIALS / MATÉRIAUX

Cuerpo bomba - Pump body - Corps de pompe	Aero inoxidable 'AISI 316 L' - 'AISI 316 L' Stainless steel - Acier inoxydable 'AISI 316 L'
Turbina - Impeller - Turbine	Aero inoxidable 'AISI 316 L' - 'AISI 316 L' Stainless steel - Acier inoxydable 'AISI 316 L'
Eje - Shaft - Arbre	Aero inoxidable 'AISI 316 L' - 'AISI 316 L' Stainless steel - Acier inoxydable 'AISI 316 L'
Cierre mecánico - Mechanical seal - Fermeture mécanique	Según líquido circulante - According to circulating liquid - Selon liquide à pomper
Tapones - Plugs - Bouchons	Aero inoxidable 'AISI 316 L' - 'AISI 316 L' Stainless steel - Acier inoxydable 'AISI 316 L'
Junta - O-rings - Joints	Según líquido circulante - According to circulating liquid - Selon liquide à pomper

CURVA / CURVE / COURBE

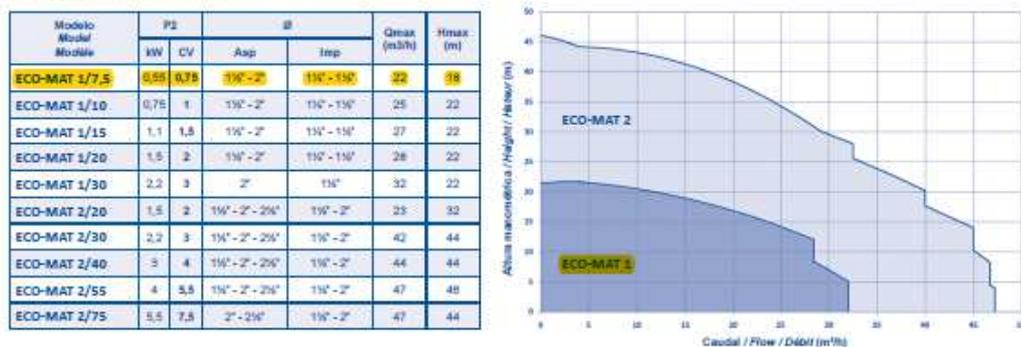
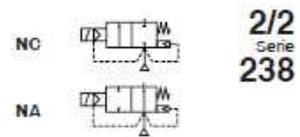


Fig. 20.- Ficha técnica de las bombas ECO-MAT de BOMBAS HASA.

# ASCO® ELECTROVÁLVULA

de mando asistido, con piloto integrado  
cuerpo de acero inox., membrana separada  
3/8 a 1



**PRESENTACIÓN**

- Funcionamiento de la electroválvula con un  $\Delta P$  mínimo de 0,35 bar
- Electroválvula de dos vías para el pilotaje automático de agua, aire, gases neutros y otros fluidos compatibles con los materiales propuestos
- Cuerpo de acero inox. para una amplia compatibilidad entre los fluidos y el entorno
- Intercombiabilidad de las cabezas magnéticas en CA y CC
- Electroválvula conforme con las Directivas CE aplicables

**INFORMACIÓN GENERAL**

Presión diferencial Ver «Selección del material» [1 bar = 100 kPa]  
 Rango de temperatura ambiente -10°C a +60°C  
 Viscosidad máx. admisible 37 cSt (mm<sup>2</sup>/s)  
 Tiempo de respuesta 3/8 1/2 3/4 1  
 en la apertura (ms) 300 300 300 1500  
 al cierre (ms) 1000 1000 1000 2000

fluidos (*)	rango de temperatura (TS)	guarniciones (**)
aire, gases neutros y agua	0°C a +130°C	FPM (elastómero fluorado)

**MATERIALES EN CONTACTO CON EL FLUIDO**

(\*) Verifique la compatibilidad del fluido con los materiales en contacto

Cuerpo Acero inox., AISI 316L  
 Tubo-culata Acero inox.  
 Culata y núcleo móvil Acero inox.  
 Resortes Acero inox.  
 Asiento Acero inox, AISI 316L  
 Membrana & clapet válvula FPM  
 Juntas & clapet piloto FPM  
 Anillo de desfasado Cobre

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Clase de aislamiento de bobine F  
 Conector Desenchufable  
 Conformidad conector para potencia bobina 4W/5,5W DIN 43650, 11 mm, norma industrial B (cable Ø 6-8 mm)  
 para potencia bobina 7W CC ISO 4400 / EN 175301-803, forma A (Ø 6-10 mm)  
 Conformidad eléctrica CEI 335  
 Protección eléctrica Moldeado IP65 (EN 60529)  
 Tensiones standard CC (-): 24V - 48V  
 (Otras tensiones y 60 Hz bajo demanda) CA (-): 24V - 48V - 115V - 230V / 50 Hz

prefijo opcion	consumos nominales				rango tem. ambiente cabeza magnética (TS) (C°)	bobina de recambio		tipo (1)
	inicial (VA)	mantenido (VA)	calentamiento (W)	calentamiento (W)		-	=	
SC	12	6	4	4,5/5,5 5/7	-10 a +60 -10 a +60	230 V/50 Hz	24 V CC 43005429 43005533	01 (2) 02

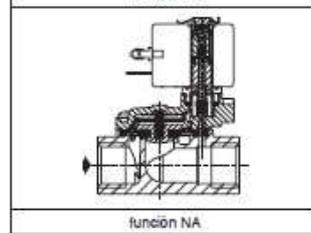
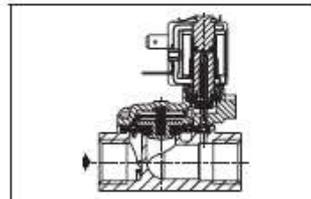
(1) Ver dimensiones en página siguiente.

(2) Certificados UL/CSA

**SELECCIÓN DEL MATERIAL**

Ø racordaje	Ø de paso	coeficiente de caudal Kv	presión diferencial admisible (bar)				potencia bobina (W)		código	opciones	
			min.	máx. (PS)		~	=	mód. material guarnición		EPDM	
				~	=						~
<b>NC - Normalmente cerrada</b>											
3/8	13,5	2,5	41,7	0,35	12	12	4	5,5	SCG238C101V	MO	E -
1/2	13,5	3,8	83,3	0,35	12	12	4	5,5	SCG238C102V	MO	E -
3/4	18	5	83,3	0,35	10	10	4	5,5	SCG238C103V	MO	E -
1	24	12	200	0,35	10	10	4	5,5	SCG238C104V	MO	E =
<b>NA - Normalmente abierta</b>											
3/8	13,5	2,5	41,7	0,35	12	12	4	7	SCG238C105V	-	E -
1/2	13,5	3,8	83,3	0,35	12	12	4	7	SCG238C106V	-	E -
3/4	18	5	83,3	0,35	10	10	4	7	SCG238C107V	-	E -
1	24	12	200	0,35	10	10	4	7	SCG238C108V	-	E -

010753-00 09/10/12  
Las especificaciones y dimensiones pueden ser modificadas sin previo aviso. Toda la información es reservada.



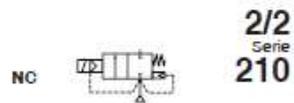
Consulte nuestra documentación en: [www.asconumatics.eu](http://www.asconumatics.eu)

V317-1

Fig. 21.- Ficha técnica de electroválvulas desde 3/8" hasta 1" de ASCONUMATICS.

**ASCO®**

**ELECTROVÁLVULA**  
de mando asistido  
pistón / pistón separado  
3/8 a 2



**PRESENTACION**

- **Electroválvula estanca de dos vías para el pilotaje automático de aire, gases neutros, agua, aceite y otros fluidos compatibles con los materiales de estanquidad propuestos**
- **Pistón de construcción robusta para aplicaciones severas**
- **Productos conforme a la Directiva Equipos bajo presión 97/23/CE y utilizados con fluidos de los grupos 1 y 2**
- **Electroválvula conforme a las Directivas CE aplicables**

**INFORMACIÓN GENERAL**

Presión diferencial admisible Ver "Selección del material" [1 bar = 100 kPa]  
Viscosidad máx. admisible 65 cSt (mm<sup>2</sup>/s)  
Tiempo de respuesta 40 - 120 ms

fluidos (+)	rango de temperatura (TS)	guarniciones (+)
aire, gases neutros, agua, aceite	-20°C a +90°C	NBR (nitrilo) PTFE

**MATERIALES EN CONTACTO CON EL FLUIDO**

(+) Verificar la compatibilidad del fluido con los materiales en contacto

	Cuerpo de latón	Cuerpo de acero inox
<b>Cuerpo</b>	Latón	AISI 304 SS
<b>Tubo-culata</b>	Acero inox	Acero inox
<b>Culata y núcleo móvil</b>	Acero inox	Acero inox
<b>Resortes</b>	Acero inox	Acero inox
<b>Asiento</b>	Latón	Acero inox
<b>Guarniciones y núcleo-clapet</b>	NBR	NBR
<b>Pistón</b>	PPS / latón / acero inox	PPS o latón
<b>Clapet pistón</b>	NBR o PTFE	NBR
<b>Juntas pistón</b>	PTFE (al carbono)	PTFE (a carbono)
<b>Anillo de desfasado</b>	Cobre	Plata

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Clase de aislamiento de bobina F o H  
Conector Desenchufable (cable Ø 6-10 mm) o con salida de hilos, longitud 0,35 m (EF)  
Conformidad conector ISO 4400 / EN 175301-803, forma A  
Conformidad eléctrica CEI 335  
Protección eléctrica Moldado IP65 (EN 60529) o NEMA 3, 7, 9 (EF)  
Tensiones standard CC (-): 24V - 48V  
(Otras tensiones y 60 Hz bajo demanda) CA (-): 24V - 48V - 115V - 230V / 50 Hz

prefijo opción	consumos nominales			rango temp. ambiente cabeza magnética (TS)	bobina de recambio		tipo (1)
	inicial (VA)	mantenido (VA)	calentamiento (W)		-	=	
SC	34	15,6	6	-20 a +75	400325-117	-	01
	-	-	-	-20 a +75	-	400425-142	02
	78	35	16,7	-20 a +50	400425-217	-	02
	110	33,6	15,4	-20 a +75	400525-117	400825-142	03
EF	240	43	20	-20 a +50	400525-217	-	03
	-	-	-	-20 a +25	-	074073-005D	04

(1) Ver dimensiones en página siguiente.

**SELECCIÓN DEL MATERIAL**

Ø racordaje	Ø de paso (mm)	coeficiente de caudal Kv (m <sup>3</sup> /h)	presión diferencial admisible (bar)						potencia bobina (W)	código		opciones						
			min.	máxima (PS)			min.	max.		max.	latón	acero inox	Módulo de montaje	FPM	EPDM	CR	PTFE	
				aire (+)	agua (+)	aceite (+)												
<b>NC - Normalmente cerrada, pistón de PPS, guarniciones y clapets de NBR</b>																		
Rp 3/8	9	1,3	21,7	0,35	9	3	-	-	6	11,2	SCE210C073	-	MO	V	E	J	-	
NPT 3/8	9	1,3	21,7	0,07	-	-	9	3	9	3	-	SCB210A036	MO	V	E	J	-	
Rp 1/2	11	1,9	31,6	0,35	9	3	-	-	6	11,2	SCE210A015	-	MO	V	E	J	-	
NPT 1/2	11	1,9	31,6	0,07	-	-	9	3	9	3	-	SCB210A037	MO	V	E	J	-	
<b>NC - Normalmente cerrada, pistón de latón, clapet de PTFE y guarniciones de NBR</b>																		
Rp 3/4	19	5,2	86,7	0	24	14	14	12	14	12	15,4	-	MO	V	E	J	T	
Rp 1	25	11,6	193	0,7	20	16	20	14	20	14	16,7	16,8	MO	V	E	J	T	
Rp 1 1/4	28	12,8	214	0,7	20	16	20	14	20	14	16,7	16,8	MO	-	-	-	-	
Rp 1 1/2	32	19,3	322	0,7	20	16	20	14	20	14	16,7	16,8	MO	-	-	-	-	
<b>NC - Normalmente cerrada, pistón de latón, clapets y guarniciones de NBR</b>																		
Rp 1	25	11,6	193	0	20	-	8	-	8	-	20	-	MO	V	E	J	T	
<b>NC - Normalmente cerrada, pistón de acero inox, clapets y guarniciones de NBR</b>																		
Rp 2	44	37	617	0,35	9	3	9	3	6	3	9	15,3	SCE210-100	-	MO	V	E	J

(2) Posición de montaje de la electroválvula con bobina en CC: eje de tubería horizontal, cabeza magnética dirigida hacia arriba.

Consulte nuestra documentación en: [www.asconumatic.es](http://www.asconumatic.es)

V345-1

Fig. 22.- Ficha técnica de electroválvulas desde 3/8" hasta 2" de ASCONUMATICS.





## Data sheet PS

ENGLISH

RS Stock No. 896-8395  
RS Stock No. 896-8395

RTD Ø5 x 50 . Pt100 . 3 wires . Length 1.5m
<b>RANGE :</b> -20°C / +100°C
<b>USE :</b> Universal
<b>KEY POINT :</b> Flexible
<b>SPECIFICATIONS:</b> PT100Ω thermic element A Class – 1x3 wires Tip protector in SS304L Cable 3 conductors, isolated PVC/PVC Hexagonal crimping
<b>DIMENSIONS:</b> Tip protector length = 50mm Tip protector diameter = 5mm Total length (tip + cable) = 1500mm
<b>METROLOGICAL DATA :</b> As per IEC 751 Standard tolerance PT100 A class $\pm 0.15 + 0.002 \cdot (t^\circ\text{C})$

RS, Professionally Approved Products, gives you professional quality parts across all products categories. Our range has been testified by engineers as giving comparable quality to that of the leading brands without paying a premium price.

Fig. 24.- Ficha técnica sonda RTD-PT100.

Fuente: <https://es.rs-online.com/web/>

# MG1-MG2

## POMPE CENTRIFUGHE NORMALIZZATE CON GIUNTO RIGIDO CENTRIFUGAL PUMPS WITH STUB SHAFT BOMBAS CENTRIFUGAS NORMALIZADAS CON MANGUITO RIGIDO

### ITALIANO

#### IMPIEGHI

Impianti di ricircolo, di riscaldamento, di condizionamento, di recupero calore, impianti di approvvigionamento idrico, gruppi di preriscaldamento e gruppi antifurto.

#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Pompe di tipo centrifugo monoblocco a motore con giunto ad innesto, accoppiate ad un motore-generatore normalizzato di tipo B3/B5. MG1: pompa ad asse nudo. MG2: gruppo elettropompa. L'accoppiamento è ottenuto mediante un supporto completo di castoreo o sfera su cui è fissato il cubetto para-impulso con un giunto ad innesto. Il gruppo motore e la parte rotante della pompa sono estralati senza dover smontare il corpo pompa dalle tubazioni dell'impianto.

**Ideologia:** corpo pompa con dimensioni e prestazioni secondo norme EN 733, girante chiusa equilibrata dinamicamente e con fori di equilibrio per il bilanciamento dello stesso girante. Albero interamente in acciaio inox, cuscevoli a sfera lubrificati a bagno.

**Range:** (UNI EN 1092-2): fino a DN 150; PN16, da DN 200: PN10. Tenuta meccanica: vedere pag. 152, a richiesta tenute speciali.

Per i materiali di costruzione fare riferimento a pag. 30. **Motore:** asincrono, a 2 poli con ventilazione esterna. Forma costruttiva B3/B5.

**Protezione:** IP55  
**Isolamento:** classe F  
**Tensioni standard:** 220-240V fino a 4 kW, 380-415V / 660-720V a partire da 5,5 kW.

**Frequenza:** 50 Hz

#### DATI CARATTERISTICI

DN aspirazione: da 50 a 100 - DN mandata: da 32 a 80.

Qmax: 255 m<sup>3</sup>/h @ 2900 l/min

Hmax: 100 m @ 2900 l/min

Temperatura del liquido pompato: da -15°C a +120°C

Pressione massima di esercizio (in assenza pressione ammissibile considerando la somma della pressione massima di aspirazione e della prevalenza o portata nulla):

Modello	Corpo pompa	Temperatura del liquido pompato	PN max standard	PN max a richiesta
MG	Ghisa	-15°C / +120°C	10	16
MG-M	Acciaio	-15°C / +120°C	10	-
MG2	Acciaio inossidabile	-15°C / +120°C / +180°C / +120°C	10	16

Temperatura max. ambiente: 40°C (oltre chiedere informazioni).

#### TOLLERANZE PRESTAZIONI

Pompe: UNI EN ISO 9906 Appendix A - a richiesta livello I

Motore: norme IEC 60034-1.

#### INSTALLAZIONE E CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO

L'elettropompa possono essere posizionate con l'asse orizzontale, verticale o verticale sempre con il motore verso l'alto. Le caratteristiche di funzionamento di catalogo e di portata si intendono per servizio continuo ad acqua pulita, (peso specifico = 1000 kg/m<sup>3</sup>) con altezza manometrica massima di aspirazione di 1,5 m c.a. Per guazzi manometrici superiori e fino ad un massimo di 6-7 m c.a., le caratteristiche si riducono nei vari valori di portata. La tubazione aspirante deve essere assolutamente stagna e per i dati di catalogo deve avere i seguenti diametri minimi (tubazioni di diametro inferiore riducono i valori di portata):

DN (spessore parete) - mm	DN (tubo aspirazione) - mm
50	80
65	100
80	150
100	200

#### VERSIONI SPECIALI

Materiali di costruzione (pag. 30)

Tenute meccaniche diverse (pag. 152)

Tenute meccaniche normalizzate secondo UNI EN 12756

Tensioni speciali

#### ACCESSORI A RICHIESTA

Kit controfurto

Motore con protezione PTC

### ENGLISH

#### USES

Recycling plants, heating, air conditioning, heat recovery, plants of water supply treatment, pressurising units and fire-fighting systems.

#### CONSTRUCTIVE CHARACTERISTICS

MG1-MG2 electropumps are of the single-impeller, single-block centrifugal type with rigid coupling, coupled to a standard B3/B5 from asynchronous motor. MG1: bare shaft pump. MG2: pump with motor. The coupling is obtained by means of a block with ball bearing on which the pump shaft is secured and integrated with a rigid coupling. The motor unit and the rotating part of the pump can be taken away without removing the pump body from the system piping.

**Hydraulics:** pump body with dimension and performance according to EN 733 norms, closed impeller dynamically balanced and with balance holes for the for the balancing of the axial thrust. Shaft completely in stainless steel, greased ball bearings. Ranges (UNI EN 1092-2): up to DN 150; PN16, from DN 200: PN10. Mechanical seal: see page 152, special seals on request.

For constructive materials, please, refer to page 30. **Motor:** asynchronous with 2 poles and with external ventilation. Structural form: B3/B5.

**Protection:** IP55  
**Insulation:** class F  
**Standard tensions:** 220-240V up to 4 kW, 380-415V / 660-720V starting from 5,5 kW.

**Frequency:** 50 Hz

#### FEATURES

DN aspiration: from 50 up to 100 - DN delivery: from 32 up to 80.

Qmax: 255 m<sup>3</sup>/h @ 2900 l/min

Hmax: 100 m @ 2900 l/min

Temperature of the pumped liquid: from -15°C up to +120°C

Max operation pressure (in case allowed pressure in consideration of the sum of max. suction pressure and of the head with null flow rate):

Version	Pump body	Temperature of the pumped liquid	PN max standard	PN max on request
MG	Cast iron	-15°C / +120°C	10	16
MG-M	Stainless	-15°C / +120°C	10	-
MG2	Stainless steel	-15°C / +120°C / +180°C / +120°C	10	16

Max. environment temperature: 40°C (for higher temperature, please, verify).

#### PERFORMANCE TOLERANCES

Pumps: UNI EN ISO 9906 Appendix A, level I on request.

Motor: IEC 60034-1 norms.

#### INSTALLATION AND OPERATION CHARACTERISTICS

The electric pump can be positioned with horizontal, sloping or vertical cast always with the motor upwards. The operating characteristics of the catalogue and table are to be understood for continuous service and with clear water (specific weight = 1000 kg/m<sup>3</sup>) with a max. manometric suction height of approximately 1,5 m. For higher manometric heights and up to 6-7 m c.a., the characteristics decrease in the various delivery data. The suction piping must be absolutely hermetic and for the catalogue data it must have the following minimum diameters (pipes of smaller diameter reduce the delivery values):

DN (spessore parete) - mm	DN (tubo aspirazione) - mm
50	80
65	100
80	150
100	200

#### SPECIAL VERSIONS

Constructive materials (page 30)

Different mechanical seals (page 152)

Mechanical seal normalised according to UNI EN 12756

Special tensions

#### ACCESSORIES ON REQUEST

Kit counterthieves

Motors with PTC protection

### ESPAÑOL

#### APLICACIONES

Sistemas de reciclado, calefacción, aire acondicionado, recuperación de calor, instalaciones de plantas de tratamiento, grupos de presurización e instalaciones antirrobo.

#### CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCION

Las electrobombas MG1-MG2 son de tipo centrifugo monoblocco monodifusor con acoplamiento rígido permanente, acopladas a un motor asincrono normalizado tipo B3/B5. MG1: bomba de eje nudo. MG2: grupo electrobomba. El acoplamiento se obtiene por un soporte dotado de cojinete de bolas en el que está fijado el eje de la bomba integrado con un acoplamiento permanente. El grupo motor y la parte giratoria de la bomba se extraen sin tener que desmontar el cuerpo de la bomba de las tuberías de la instalación.

**Hidráulica:** cuerpo de bomba con dimensiones y prestaciones según normas EN 733, impulsor cerrado dinámicamente equilibrado y con orificios de equilibrio para el balanceo del eje axial. Eje completamente en acero inoxidable, rodamientos de bolas engrasados, bridas (UNI EN 1092-2): hasta DN 150: PN16, de DN 200: PN10.

Para propiedades materiales, ver página 152, empacamientos especiales bajo demanda.

Por las características de construcción hacer referencia a la página 30. **Motor:** asincrono de 2 o 4 polos con ventilación exterior.

**Construcción tipo:** B3/B5 - **Protección:** IP55 - **Aislamiento:** clase F  
**Tensiones estándar:** 220-240V hasta 4 kW, 380-415V / 660-720V a partir de 5,5 kW.

**Frecuencia:** 50 Hz

#### LIMITES DE EMPLEO

DN aspiración: de 50 hasta 100 - DN caudal: de 32 hasta 80.

Qmax: 255 m<sup>3</sup>/h @ 2900 l/min

Hmax: 100 m @ 2900 l/min

Temperatura del líquido bombeado: de -15°C hasta +120°C

Presión máxima de funcionamiento: (en función presión admisible en consideración de la suma de la presión máxima en aspiración y de la carga hidráulica con caudal nulo):

Version	Corpo bomba	Temperatura del líquido bombeado	PN max standard	PN max sobre pedido
MG	Ferrocemento	-15°C / +120°C	10	16
MG-M	Aciaio	-15°C / +120°C	10	-
MG2	Aciaio inossidabile	-15°C / +120°C / +180°C / +120°C	10	16

Temperatura máxima ambiente: 40°C (para valores superiores consultar vertificador).

#### TOLERANCIAS PRESTACIONES

Bombas: UNI EN ISO 9906 Anexo A, nivel I bajo demanda.

Motor: normas IEC 60034-1.

#### INSTALACION Y CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Las electrobombas pueden instalarse en posición horizontal, vertical o inclinada, pero siempre con el motor situado en la parte superior. Las características de funcionamiento indicadas tanto en el catálogo como en la placa, se refieren a un uso continuo y en agua limpia, (peso específico = 1000 kg/m<sup>3</sup>) con una altura manométrica máxima de aspiración de aproximadamente 1,5 m. Para alturas manométricas superiores y hasta en un máximo de aproximadamente 6-7 m, las características se reducen en los diferentes valores de caudal. La tubería de aspiración ha de ser completamente estanca y por los datos del catálogo debe tener los siguientes diámetros mínimos (tuberías de diámetro inferior reducen los valores de caudal):

DN (espesor pared) - mm	DN (tubo de aspiración) - mm
50	80
65	100
80	150
100	200

#### VERSIONES ESPECIALES

Materiales de construcción (página 30)

Empacamientos mecánicos diferentes (página 152)

Empacamientos mecánicos normalizados según UNI EN 12756

Tensiones especiales

#### ACCESORIOS BAJO PEDIDO

Conjunto bridas

Motor con protección PTC

# MG

## Materiali componenti a contatto con il liquido

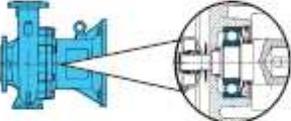
*Materials of the components in contact with the liquid*  
*Materiales de los componentes en contacto con el líquido*  
*Matériaux des composants à contact avec le liquide*  
*Materialien der Bestandteile im Kontakt mit der Flüssigkeit*  
*Materialios dos componentes a contacto con os líquidos*

COMPONENTE COMPONENT - COMPONENTE - COMPOSANT BAUTEIL - COMPONENTE	VERSIONE VERSION - VERSIÓN - VERSION - VERSION - VERSÃO		
	STANDARD	MGK	MG-M
Corpo pompa Pump body Cuerpo bomba Corps pompe Pumpengehäuse Corpo da bomba	 Ghisa Cast iron Fundición gris Font Gußeisen Ferro fundido EN-GJL-250	Acciaio inox Stainless steel Acero inox Acier inoxydable Rostfrei-er Stahl Aço inoxidável <b>AISI 316</b>	Bronzo Bronze Bronza Bronze Bronze Bronze G-CuSn10
Girante Impeller Impulsor Turbina Lautrad Turbina	 Ghisa Cast iron Fundición gris Font Gußeisen Ferro fundido EN-GJL-250	ottone Brass Latón Laiton Messing Laitto	Acciaio inox Stainless steel Acero inox Acier inoxydable Rostfrei-er Stahl Aço inoxidável <b>AISI 316</b>
Disco/coperchio porta tenuta Seal holding cover/disc Disco/lapa anillo intermedio Plaque/couvercle porte Garniture mécanique Schabe/Dichtungsdackel Soporta saoz mecanico	 Ghisa Cast iron Fundición gris Font Gußeisen Ferro fundido EN-GJL-250	Acciaio inox Stainless steel Acero inox Acier inoxydable Rostfrei-er Stahl Aço inoxidável <b>AISI 316</b>	Bronzo Bronze Bronza Bronze Bronze Bronze G-CuSn10
Albero Shaft Eje Arbro Welle Eixo		Acciaio inox AISI 316 Stainless steel AISI 316 - Acero inox AISI 316 Acier inox AISI 316 - Edelstahl AISI 316 - Aço inox AISI 316  Acciaio Duplex Steel Duplex - Acero Duplex - Acier Duplex Edelstahl Duplex - Aço Duplex	
Tenuta mecc. Mechanical seal Cierre mecánico Garniture mécanique Mechanische Dichtung Scaz mecanico		Q <sub>2</sub> VEG BVEG	Q <sub>2</sub> Q <sub>2</sub> VG U <sub>2</sub> U <sub>2</sub> VG Q <sub>2</sub> U <sub>2</sub> VG
Guarnizione Gasket Empaquetadura Joint Dichtung Empaque		Fibra naturale Natural fiber Fibra natural Fibra naturala Naturfaser Fibra natural	Fibra naturale antiacido Anti-car natural fiber Fibra natural antiacido Fibra naturala anti-acido Säurebeständige Naturfaser Fibra natural anti-ácido

# MG

## Caratteristiche costruttive

*Constructional Features • Características de Construcción*  
*Caracteristiques de Construction • Baueigenschaften • Características de Fabricação*

	<p>La peculiarità costruttiva delle nostre elettropompe MG1 ed MG2 è quella di avere l'albero giunto della pompa sostenuto da un cuscinetto a sfera prelubrificato a grasso.</p> <p>The constructive peculiarity of the electric pumps MG1 and MG2 is that the pump shaft-coupling is supported by a sphere bearing pre-lubricated by grease.</p> <p>La peculiaridad constructiva de nuestras electrobombas MG1 y MG2 es la de haber al ensamblaje de la bomba sostenida por un cojinete de bolas prelubricado por grasa.</p> <p>La particularité constructive de nos électropompes MG1 et MG2 est l'arbre-accouplement de la pompe qui est supporté par un roulement à billes pré-lubrifié à graisse.</p> <p>Die konstruktive Eigenschaft der Pumpen der Bauart MG1 und MG2 ist die durch ein geschmiertes Kugellager getragene Kupplungswelle der Pumpe.</p> <p>A peculiaridade na fabricação de nossas electrobombas MG1 e MG2 é a qual de possuir um eixo-acoplado da bomba suportado por um rolamento de esferas pré-lubrificado com graxa.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Altre versioni speciali a richiesta / Other special versions on request / Otras versiones especiales bajo demanda / Autres versions spéciales sur demande / Andere Sonderausführungen auf Anfrage / Versões especiais sob requisição

Elenco completo dei componenti a pag. 153 / Complete list of the components on page 153 / Lista completa de los componentes a la página 153 / Liste complète des composants à la page 153 / Komplette Liste der Bestandteile auf der Seite 153 / Listado completo dos componentes pag. 153

# MG2 32

≅ 2900 l/min

## CARATTERISTICHE IDRAULICHE

## HYDRAULIC FEATURES

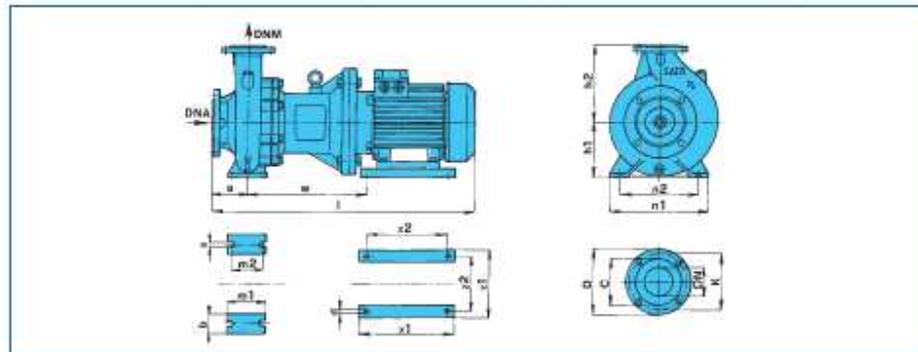
CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS / CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES / HYDRAULISCHE EIGENSCHAFTEN / CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS

Tipo Type Typ	H		In (A) 3- V 400 Δ	h <sub>0</sub> /in	Q														
	BW	HP			U.S.g.p.m.		l/min												
					0	26	38	44	53	62	70	79	88	110	132	154			
MG2 32-200NB	5,5	7,5	11,5	8,6	53,0	53	52,8	52,5	51,7	51,1	50,2	49,2	47,4	45	38	35			
MG2 32-200NA	7,5	10	14,7	8,3	63	62,8	62,6	62,5	62,3	62,2	62	60,6	59,5	57,5	49,7	38,6			
MG2 32-250B	9,2	12,5	17,1	8,6	64	63	62,6	62,4	61,8	61,3	60,9	59	56						
MG2 32-250C	11	15	20	8,3	70,3	70,3	70	70,7	70,3	70,8	70,4	70,8	70,8	71,6	68,8				
MG2 32-250R	15	20	26,8	8,0	80	83,5	83	82,2	81,8	81,3	80,8	80	79,2	75	55				
MG2 32-250A	18,5	25	33,8	8,2	98	92	91	90,5	90	89,5	88	88,4	87,3	86	60				

Curve di prestazione pag. 71 / Performances Curves pag. 71 / Curvas de rendimiento pag. 71 / Courbes de performances pag. 71 / Leistungskurven pag. 71 / Curvas de rendimiento pag. 71

## DIMENSIONI E PESI

DIMENSIONS AND WEIGHT / DIMENSIONES Y PESOS / DIMENSIONS ET POIDS / ABMESSUNGEN UND GEWICHTE / DIMENSÕES E PESO



Tipo Type Typ	DNA		l	a	m1	m2	n1	n2	h1	h2	s	b	w	x1	x2	z1	z2	d	kg
	DNA	DNM																	
MG2 32-200NB	30	32	730	80	100	70	240	190	180	14	65	275	320	280	261	210	136d	60,5	
MG2 32-200NA	30	32	730	80	100	70	240	190	180	14	65	275	320	280	261	210	136d	87,5	
MG2 32-250B	30	32	730	100	100	70	320	250	180	225	14	65	264	320	280	261	210	136d	98
MG2 32-250C	30	32	761	100	100	70	320	250	180	225	14	65	304	320	280	261	210	136d	104
MG2 32-250R	30	32	800	100	100	70	320	250	180	225	14	65	328	410	370	319	254	136d	120
MG2 32-250A	30	32	800	100	100	70	320	250	180	225	14	65	328	410	370	319	254	136d	130,5

34

Fig. 25.- Ficha técnica de las bombas de SAER ELETROPOMPEE.



**SALVADOR ESCODA S.A.**

www.salvadorescoda.com

Provença, 392 pl. 2  
08025 BARCELONA  
Tel. 93 446 27 80  
Fax 93 456 90 32

**TARIFA DE PRECIOS**

I.V.A. NO INCLUIDO. CONSULTE POSIBLES ACTUALIZACIONES

**A**

## 11 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

### • Regulables 2 a 8 bar



Código	Artículo	€
<b>ESCAPE CONDUCCION</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campana: Latón</li> <li>• Pie: Latón</li> <li>• Obturador: Teflón</li> </ul>	
AA 11 121	Rosca 3/8"	27,59
AA 11 122	Rosca 1/2"	30,98
AA 11 123	Rosca 3/4"	44,78
AA 11 124	Rosca 1"	57,50
AA 11 125	Rosca 1-1/4"	94,24
AA 11 126	Rosca 1-1/2"	119,78
AA 11 127	Rosca 2"	166,61

Fig. 26.- Tarifa de precios de válvulas de seguridad de SALVADOR ESCODA.

## Low Maintenance Filter

# Series FN1/FN4

### How to Order

**With single element** FN1 1 0 1 N - 10 - S 020

**With four elements** FN4 1 0 2 N - 20 - S 020

**Housing material**

Symbol	Housing material
1	Stainless steel 304

**Element type** <sup>Note 1)</sup>

Symbol	Element type	Applicable model
0	Cylindrical type (5 µm, 20 µm)	FN1, FN4
1	Step type (5 µm)	FN1

*Note 1) Refer to Features 2 for detailed element type.*

**Element length**

Symbol	Element length	Applicable model
1	± 250 mm	FN1
2	± 500 mm	FN1, FN4

**Seal material**

Symbol	Seal material
N	NBR
V	FKM

**Pressure gauge**

Symbol	Pressure gauge
—	None (With plug)
G <sup>Note 1)</sup>	With pressure gauge <sup>Note 2)</sup> (Wetted part: Brass)

*Note 1) Contact SMC for the pressure gauge specification for stainless steel wetted parts.*  
*Note 2) The FN series is equipped with two pressure gauges.*

**Nominal filtration rating**

Symbol	Nominal filtration rating
005	5 µm (Cylindrical type, Step type)
020	20 µm (Cylindrical type)

**Element material**

Symbol	Element material
S	Stainless steel 304

**Port size**

Symbol	Port size	Applicable model
10	Rc1	FN1
20	Rc2	FN4

### Specifications

#### Filter

Model	FN1101	FN1111	FN1102	FN1112	FN4102	
Element dimension	ø65 x 250 z		ø65 x 500 z			
Fluid	Coolant (oil-based or water-soluble), Weak alkaline cleaning solvent, Cutting oil, Industrial water					
Operating pressure	Max. 1.0 MPa					
Fluid temperature	Max. 80°C					
Flow rate <sup>Note 1)</sup>	~ 40 l/min		~ 80 l/min		~ 250 l/min	
Port size	Rc1 (IN, OUT, DRAIN)			Rc2		
Material	Bowl and Cover: Stainless steel 304, O-ring: NBR/FKM					
Element	Material: Stainless steel 304					
	Construction	Cylindrical type	Step type	Cylindrical type	Step type	Cylindrical type
	Nominal filtration rating	5 µm, 20 µm	5 µm	5 µm, 20 µm	5 µm	5 µm, 20 µm
Differential pressure proof	0.6 MPa					
Reservoir tank capacity	~ 1.1 z (when reservoir is set separately)		~ 1.8 z (when reservoir is set separately)		~ 6 z	
Weight	13 kg	12.5 kg	15 kg	14.5 kg	65 kg	

*Note 1) Fluid: Water; Nominal filtration: 20 µm; Pressure drop: 0.02 MPa or less.*

#### Operating Part

Model	CDLQB63-□D-F(FN1), CDLQA100-50-F(FN4)	
Auto switch	None (Built-in magnet) <sup>Note 1)</sup>	
Fluid	Air	
Operating pressure	0.2 to 1.0 MPa <sup>Note 2)</sup>	
Ambient and fluid temperature	-10 to 70°C (with no freezing) <sup>Note 3)</sup>	
Lock	Unlocking pressure	0.2 MPa or more
	Locking pressure	0.05 MPa or more
	Locking direction	Extension locking

*Note 1) Auto switch must be ordered separately. Refer to the CLQ series (Compact Cylinder with Lock) catalogue (CAT.EJJS20-155) for details.*

*Note 2) The minimum operating pressure for the cylinder is 0.1 MPa when the cylinder port and the lock port are separately piped.*

*Note 3) The temperature is 0°C to 60°C when the auto switch is mounted on the cylinder.*



Fig. 27.- Ficha técnica de filtros autolimpiables de SMC.



## BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

### ▪ LIBROS:

1. GERHARD WILDBRETT, Limpieza y desinfección en la industria alimentaria, Primera edición, Editorial Acribia.
2. JEAN-YVES LEVEAU y MARIELLE BOUX, Manual técnico de higiene, limpieza y desinfección, Primera edición, Editorial Antonio Madrid Vicente.
3. ANTONIO CRESPO, Mecánica de fluidos, Primera edición, Ediciones Paraninfo.
4. J.P HOLMAN, Transferencia de calor, Octava edición, Editorial Mc Graw-Hill.
5. JESÚS FRAILE MORA y JESÚS FRAILE ARDANUY, Accionamientos eléctricos, Primera edición, Editorial Garceta.
6. JUAN RODRÍGUEZ y ÁNGEL IRABIEN, Los residuos peligrosos: caracterización, tratamiento y gestión, Primera edición, Editorial Síntesis.

### ▪ FUENTES ELECTRÓNICAS:

1. F. JIMÉNEZ COLMENERO y J. CARBALLO SANTAOLLA, Principios básicos de elaboración de embutidos, Hojas divulgadoras Núm. 4/89 HD. Recuperado el 19 de octubre de 2017 de: [https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_19\\_89\\_04.pdf](https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_19_89_04.pdf)
2. MERCEDES FUENTES, Limpieza y desinfección en la industria alimentaria, Revista de Empresa y Limpieza. Recuperado el 20 de enero de 2018 de: <http://empresaylimpieza.com/not/862/limpieza-y-desinfeccion-en-la-industria-alimentaria/>
3. FOODSAFETYMAGAZINE, ¿Qué productos para la higienización y desinfección se usan en la industria alimentaria? Recuperado el 27 de enero de 2018 de: <https://www.higieneambiental.com/higiene-alimentaria/que-productos-para-la-higienizacion-y-desinfeccion-se-usan-en-la-industria-alimentaria>



4. ALFALAVAL, CIP modules. Recuperado el 7 de marzo de 2018 de:  
<https://www.alfalaval.com/products/process-solutions/brewery-solutions/cip-modules/cip-station/>
  
5. CETECE, Normativa general de la Industria Alimentaria. Recuperado el 25 de marzo de 2018 de:  
<https://www.cetece.net/joomla/index.php/servicios/legislacion-alimentaria/normativa-general-de-la-industria-alimentaria>