

Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Santa Fe



**INFORME PROYECTO FINAL**

“Cálculo, dimensionamiento y verificación de equipos e instalaciones para elaboración de cerveza artesanal en Parque Industrial Avellaneda, Santa Fe”

Profesor:

Ing. Esp. MONTI, Rubén.

JTP's:

Ing. BENZI, Sebastián.

Ing. BRUNAS, Cristian

Director de Proyecto Final:

Ing. STAHRINGER, Germán

Codirector de Proyecto Final:

Ing. YERIEN, Marcelo

Estudiantes:

CARBONEL MEDINA, Ian Ezequiel.

## Agradecimientos

En primer lugar, a mi familia, quienes son el pilar fundamental que me permite alcanzar este logro, gracias a la formación, al esfuerzo inconmensurable que han hecho para brindarme las oportunidades y al apoyo incondicional que me ofrecen día a día.

A mis amigos, quienes comparten alegrías, tristezas y son cómplices de logros y fracasos.

A la institución, comunidad UTN, estudiantes, docentes, no docentes y graduados, quienes siempre estuvieron presentes.

A compañeros de trabajo, colegas y todos aquellos, que de un modo u otro brindaron su apoyo y comparten la alegría como si fuera propia.

## Resumen

El objeto del siguiente proyecto es el análisis y propuesta de mejora sobre las instalaciones de una fábrica de cerveza artesanal para asegurar la consistencia de los equipos, volúmenes, secuencia y potencia de manera de asegurar la capacidad requerida actual y proponer las ampliaciones y reformas necesarias para un determinado crecimiento de capacidad.

A tal fin, en una primera etapa se obtienen los requerimientos de proceso, para luego realizar los cálculos de verificación de equipos, cañerías, bombas e intercambiadores, que aseguren el caudal, volumen, diámetros, potencias, áreas de transferencia, etc., adecuados para cumplir con los tiempos requeridos de proceso. Se verifican requisitos de tiempo y energía de: calentamiento y enfriamiento; tiempo de llenado, vaciado requeridos; etc.

Se realiza en particular el diseño térmico y mecánico de un fermentador (tanque reactor donde el mosto de maltas es transformado en cerveza).

Finalmente, se realiza la selección de los equipos y dimensionamiento de la instalación del Servicio de Agua Helada, requerido en diferentes etapas de elaboración de la cerveza.

**Contenido**

Contenido .....	4
Listado de figuras .....	7
Listado de tablas .....	8
1. Introducción .....	9
1.1 Objetivos del proyecto .....	9
1.2 La empresa .....	9
1.3 Descripción del problema .....	10
1.4 Delimitación .....	10
2. Marco legal .....	11
2.1 Legislación .....	11
2.2 Definiciones .....	11
2.2.1 Cerveza .....	11
2.2.2 Cebada Malteada o Malta .....	11
2.2.3 Extracto de Malta .....	11
2.2.4 Adjuntos cerveceros .....	11
2.2.5 Mosto .....	12
3. Marco teórico .....	12
3.1 Proceso de elaboración de la cerveza .....	12
3.2 Operaciones Unitarias .....	12
3.2.1 Recepción de materias primas y almacenamiento .....	12
3.2.2 Molienda/Moltura .....	13
3.2.3 Macerado .....	13
3.2.4 Filtración .....	13
3.2.5 Hervor .....	13
3.2.6 Whirlpool .....	13
3.2.7 Enfriado del mosto .....	13
3.2.8 Fermentación .....	14
3.2.9 Maduración .....	14
3.2.10 Envasado .....	14
3.2.11 Almacenamiento .....	14
3.3 Operaciones Auxiliares .....	14
3.3.1 Limpieza de equipos .....	14
3.3.2 Limpieza de barriles .....	14
3.3.3 Transporte de materias primas .....	14
3.3.4 Extracción de bagazo y residuos .....	15
3.3.5 Control de calidad .....	15
3.4 Condición actual .....	15
4. Requerimientos de Proceso .....	17
4.1 Requerimientos de la cocción .....	17
4.1.1 Requerimientos en la olla de agua caliente: .....	19
4.1.2 Requerimientos en el macerador: .....	19
4.1.3 Requerimientos en el hervidor: .....	20
4.1.4 Dilución del mosto: .....	21
4.2 Requerimiento para trasvase y enfriado: .....	21
4.2.1 Trasvase: .....	21
4.2.2 Primer enfriamiento: .....	22
4.2.3 Segundo enfriamiento: .....	22
4.3 Requerimiento Fermentadores .....	23
4.3.1 Fermentación .....	23
4.3.2 Maduración .....	24
5. Cálculo, dimensionamiento y verificación .....	25

5.1	Evaluación equipos de cocción.....	25
5.1.1	Evaluación de bombas de carga y trasvase .....	25
5.1.2	Evaluación de quemador - Olla de precalentamiento.....	25
5.1.3	Evaluación de quemador - Macerador .....	25
5.1.4	Evaluación de quemador - Hervidor (Olla de licor).....	25
5.2	Evaluación de cañerías de proceso .....	26
5.2.1	Material de las cañerías .....	26
5.2.2	Tamaño de las cañerías .....	26
5.2.3	Pérdidas de carga.....	27
5.3	Dimensionamiento y selección de una bomba. ....	28
5.3.1	Datos para dimensionamiento .....	28
5.3.2	Selección de bomba.....	29
5.3.3	Verificación ANPA requerido y disponible.....	29
5.4	Dimensionamiento y selección de un intercambiador a placas .....	30
5.4.1	Carga térmica .....	31
5.4.2	Dimensionamiento del intercambiador .....	32
5.5	Cálculo y diseño de fermentador .....	40
5.5.1	Descripción del equipo.....	40
5.5.2	Diseño geométrico.....	42
5.5.3	Reglamentos aplicados.....	42
5.5.4	Condiciones de operación .....	42
5.5.5	Condiciones de diseño.....	43
5.5.6	Materiales adoptados.....	43
5.5.7	Determinación de espesores .....	43
5.5.8	Encamisado .....	47
5.5.9	Distribución del encamisado .....	53
5.5.10	Soldaduras de la camisa .....	54
5.5.11	Conexiones .....	55
5.5.12	Patas del fermentador .....	59
5.5.13	Cáncamos de Izaje.....	62
5.6	Cálculo y dimensionamiento de instalación de frío.....	64
5.6.1	Carga térmica .....	64
5.6.2	Dimensionamiento y selección del chiller .....	66
5.6.3	Dimensionamiento y selección del pulmón de agua fría.....	67
5.6.4	Aislación tanque pulmón.....	70
6.	Hallazgos, propuestas de mejoras y conclusiones.....	72
6.1	Hallazgos y propuestas de mejoras.....	72
6.1.1	Hallazgos en la evaluación de equipos de cocción .....	72
6.1.2	Hallazgos en la evaluación de cañerías .....	72
6.1.3	Necesidad de nueva instalación de frío .....	72
6.1.4	Necesidad de ampliación almacenes .....	72
6.1.5	Reordenamiento de planta - Layout .....	72
6.1.6	Oportunidad de mejora: Control de variables de procesos .....	73
6.1.7	Plan Director .....	73
6.2	Conclusiones.....	73
7.	Bibliografía.....	74
8.	Anexos.....	75
8.1	Documentación técnica.....	75
8.1.1	Diagrama de bloques .....	75
8.1.2	PFD (Diagrama de Flujo de Proceso) .....	75
8.1.3	Layout y trazas de cañerías. ....	75
8.1.4	Hoja de datos bomba de agua/glicol .....	75

8.1.5	Plano de fermentador .....	75
8.2	Documentos, tablas y gráficos utilizados en cálculos .....	75
8.2.1	Diagrama de tiempos.....	75
8.2.2	Tablas reológicas de mezclas agua/glicol .....	75
8.2.3	Propiedades mecánicas chapas ASTM A-240 .....	75
8.2.4	Propiedades mecánicas acero inoxidable a diferentes temperaturas.....	75
8.2.5	Tablas y gráficas para determinación de espesores por presión externa.....	75
8.3	Catálogos .....	75
8.3.1	Catálogo bombas Czerweny linea Zeta.....	75
8.3.2	Catálogo Alfa Laval M6.....	75
8.3.3	Catálogo placas intercambiador .....	75
8.3.4	Catálogos de accesorios comerciales para tanques y tuberías.....	75
8.3.5	Catálogo chapas y tuberías de acero inoxidable.....	75
8.3.6	Catálogo cañerías termofusión PPCR-3.....	75
8.3.7	Manual técnico Chillers Westric línea EL .....	75
8.3.8	Catálogo tanques Rotoplast.....	75

**Listado de figuras**

Figura 1- Localización de Psicotella en Incubadora de Empresas de Parque Industrial Avellaneda.....	9
Figura 2- Proceso de elaboración de Cerveza .....	12
Figura 3- Instalaciones actuales .....	15
Figura 4 - Diagrama proceso de cocción.....	18
Figura 5 - Esquema ejemplificado de la variación de energía en el tiempo para una fermentación alcohólica .....	23
Figura 6 - Curvas de bombas Czerweny Zeta y punto de operación.....	29
Figura 7 - ANPA Requerido por bombas Zeta .....	30
Figura 8 - Esquema intercambiador de placas .....	31
Figura 9 - Placa intercambiador comercial .....	32
Figura 10 - Dimensiones placa intercambiador.....	33
Figura 11 - Representación y dimensiones generales de intercambiador a placas Alfa Laval M6.....	40
Figura 12 - Representación del fermentador .....	41
Figura 13 - Anillos rigidizadores .....	45
Figura 14 - Esquema casquete toriesférico .....	46
Figura 15 - Diagrama temperaturas camisa fermentador .....	48
Figura 16 - Esquema camisa anular con deflectores .....	49
Figura 17 - Distribución encamisado .....	53
Figura 18 - Corte/Sección camisa de refrigeración .....	55
Figura 19 - Conexiones clamp .....	55
Figura 20 - Selección Bocha CIP .....	56
Figura 21 - Ubicación bocha CIP.....	56
Figura 22 - Selección Boca de Hombre .....	57
Figura 23 - Poncho de refuerzo Boca de Hombre .....	58
Figura 24 - Selección válvula de alivio .....	58
Figura 25 - Esquema Airlock .....	59
Figura 26 - Patas del fermentador .....	59
Figura 27 - Diagrama de patas para cálculo.....	60
Figura 28 - Esquema de tensiones simulación de pata fermentador .....	61
Figura 29 - Predimensionado de cáncamos.....	62
Figura 30 - Cáncamos de Izaje .....	63
Figura 31 - Esquema instalación de Frío.....	64
Figura 32 - Simultaneidad en fermentadores .....	65
Figura 33 - Distribución de carga térmica durante un día.....	66
Figura 34 - Chiller Westric EL-025 .....	66
Figura 35 - Selección Chiller enfriador de Agua .....	67
Figura 36 - Esquema instalación de Frío - Pulmón .....	67
Figura 37 - Alternativa pulmón 1 .....	69
Figura 38 - Alternativa pulmón 2.....	69
Figura 39 - Alternativa pulmón 3 .....	69
Figura 40 - Tanque seleccionado para pulmón de agua fría .....	70

**Listado de tablas**

Tabla 1- Receta base .....	17
Tabla 2 - Maltas de receta .....	17
Tabla 3 - Carga térmica intercambiador.....	32
Tabla 4 - Carga térmica primera etapa .....	33
Tabla 5 - Carga térmica segunda etapa .....	39
Tabla 6 - Geometría fermentador .....	42
Tabla 7 - Propiedades material del fermentador .....	43
Tabla 8 - Geometría del fondo cónico.....	46
Tabla 9 - Geometría casquete del fermentador .....	46
Tabla 10 - Espesores adoptados fermentador.....	47
Tabla 11 - Carga térmica del fermentador en maduración.....	47
Tabla 12 - Valores de las constantes de la ecuación de Nusselt para convección natural .....	49
Tabla 13 - Datos para la camisa .....	50
Tabla 14 - Coeficientes de ensuciamiento en la camisa.....	51
Tabla 15 - Coeficiente de pared fermentador .....	51
Tabla 16 - Geometría y características aislación.....	52
Tabla 17 - Geometría de camisa en cono .....	53
Tabla 18 - Carga térmica general para 2000 litros .....	64
Tabla 19 - Comparación alternativas pulmón de agua fría .....	70
Tabla 20 - Características aislación tanque pulmón.....	71

## 1. Introducción

### 1.1 Objetivos del proyecto

El presente proyecto tiene como objetivos:

- Definir los requerimientos de proceso de elaboración de cerveza artesanal para la capacidad actual de 20.000 litros mensuales, con una proyección de crecimiento a mediano plazo de 80.000 litros mensuales. Esto implica calcular las cantidades másicas y energéticas para las corrientes involucradas en cada uno de los procesos.
- Evaluar las instalaciones actuales para detectar la necesidad/oportunidad de mejoras y optimización.
- Seleccionar un equipo de cada tipo (Intercambiador, Bomba, Fermentador) y verificar si su dimensión, tamaño, caudal, volumen, área de intercambio, potencia, etc. son apropiados a la función que cumplen en el proceso. Esto implica: Conducir la marcha de cálculo completa correspondiente a un intercambiador, un fermentador y una bomba.
- Realizar el cálculo de potencia actual y futura requerida en el sistema de enfriamiento (chiller) para la ampliación de capacidad de planta; y completar las Especificaciones Técnicas para una eventual adquisición.
- Documentar el proceso en su conjunto, mediante la generación de los correspondientes Diagramas de Flujo de Proceso (PFD), Mini Planos de definición de equipamiento clave (Hojas de Datos con las características principales de los equipos, tanques, intercambiadores y bombas)
- Exponer la integración de conocimientos que fueron adquiridos durante el cursado de la carrera de Ingeniería Mecánica, que tienen aplicación al caso de estudio.

### 1.2 La empresa

El desarrollo de esta reingeniería responde a la necesidad de la fábrica de cerveza artesanal “Psicotella” ubicada en la Incubadora de Empresas del Parque Industrial de Avellaneda, Santa Fe.

La misma se encuentra funcionando desde fines del año 2017 cuando comenzó produciendo 7.000 litros mensuales y 4 estilos diferentes de cerveza. Con el tiempo, la producción fue creciendo y actualmente se encuentran elaborando 20.000 litros por mes y más de 15 variedades de cerveza.



Figura 1- Localización de Psicotella en Incubadora de Empresas de Parque Industrial Avellaneda

### 1.3 Descripción del problema

Como consecuencia del rápido crecimiento sin una planificación adecuada, la distribución de la planta, el tamaño y ubicación de equipos y el tendido de las instalaciones de caños, mangueras y cables, llegó a un punto que comienza a complicar las operaciones y consecuentemente impacta negativamente en la productividad.

Surge que en varios casos los equipos que se fueron incorporando carecieron del previo estudio adecuado, para justificar la adopción apropiada de los mismos. Esto introduce dudas acerca de la capacidad real de producción y dificulta planificar el incremento en la misma, ya que es difícil establecer claramente el o los cuellos de botella.

Es importante destacar que la empresa ha sobrepasado el período de incubación por lo que debe trasladar la planta si o si a una nave industrial nueva, por lo que nos parece un momento muy oportuno para realizar la reingeniería apropiada, que permita lograr beneficios a corto plazo y a la vez sienta las bases para un crecimiento ordenado y planificado, en el mediano/largo plazo.

### 1.4 Delimitación

A los efectos del proyecto, se toma para el estudio las operaciones desde macerado hasta la maduración. Dejando fuera las operaciones precedentes (almacenamiento de materia prima y molienda), las siguientes a maduración (envasado y almacenamiento), como así también las operaciones auxiliares.

Cabe destacar que el objetivo del proyecto no es modificar el proceso ni los métodos utilizados para llevarlo adelante, sino más bien evaluar los equipos para asegurar el cumplimiento de la producción en cantidad y calidad requerida y sugerir adecuaciones de las instalaciones.

## 2. Marco legal

### 2.1 Legislación

A nivel nacional, la normativa vigente que reglamenta los establecimientos y los métodos de producción y comercialización de la cerveza es el Código Alimentario Argentino. Estableciéndose en su Artículo I, lo siguiente: “Toda persona, firma comercial o establecimiento que elabore, fraccione, conserve, transporte, expendá, exponga, importe o exporte alimentos, condimentos, bebidas o primeras materias correspondientes a los mismos y aditivos alimentarios debe cumplir con las disposiciones del presente Código.”

En el Capítulo II del citado Código refiere a las “Condiciones generales de las fábricas y comercios de alimentos” y establece en él los requerimientos esenciales para las instalaciones de las fábricas y comercios de alimentos; de envases y materiales en contacto con alimentos; y establece los requisitos generales de higiene y de buenas prácticas de elaboración para alimentos de consumo humano.

En el Capítulo XIII del citado Código refiere a las “Bebidas Fermentadas” y establece en él los requerimientos para la producción, composición, características, envasado y comercialización de la cerveza.

En la elaboración de las cervezas, se autorizan y se prohíben determinadas prácticas según se expresa en el Artículo 1081 - (Resolución Conjunta RESFC-2018-16-APN-SRYGS#MSYDS N°16/2018)

Las cervezas deben responder a las exigencias establecidas en el Artículo 1082 - (Res. 2142, 5.9.83) del mismo código.

Por otro lado, Podrá incluirse la leyenda ‘Elaboración Artesanal’ en el rótulo de aquella cerveza que cumpla con las exigencias que se establecen en el Artículo 1082 bis – (Resolución Conjunta SPReI y SAV N° 5-E/2017) del mismo código.

### 2.2 Definiciones

El Código Alimentario de la República Argentina define a la cerveza en su Artículo 1080 - (Resolución Conjunta SPRyRS N° 63/02 y SAGPyA N° 345/02) de la siguiente manera:

#### 2.2.1 Cerveza

Se entiende exclusivamente por cerveza la bebida resultante de fermentar, mediante levadura cervecera, al mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo. Una parte de la cebada malteada o de extracto de malta podrá ser reemplazada por adjuntos cerveceros.

La cerveza negra podrá ser azucarada.

La cerveza podrá ser adicionada de colorantes, saborizantes y aromatizantes.

#### 2.2.2 Cebada Malteada o Malta

Se entiende exclusivamente por cebada malteada o malta al grano de cebada cervecera sometido a germinación parcial y posterior deshidratación y/o tostado en condiciones tecnológicas adecuadas.

Cualquier otro cereal sometido a un proceso de malteo deberá denominarse "malta de...." seguido del nombre del cereal.

#### 2.2.3 Extracto de Malta

Se entiende exclusivamente por extracto de malta al producto seco o de consistencia siruposa o pastosa, obtenido exclusivamente de malta o de cebada malteada.

#### 2.2.4 Adjuntos cerveceros

Se entiende por adjuntos cerveceros a las materias primas que sustituyan parcialmente a la malta, o al extracto de malta en la elaboración de cerveza. Su empleo no podrá ser en su conjunto superior al 45% en relación al extracto primitivo.

Se consideran adjuntos cerveceros a la cebada cervecera y a los cereales, malteados o no, aptos para el consumo humano, a excepción de los productos definidos en los numerales, 1.1.3 y 1.1.4 del Código Alimentario Argentino.

También se consideran adjuntos cerveceros a los almidones y azúcares de origen vegetal.

Cuando se trate de azúcares de origen vegetal distintos de los que provienen de cereales, la cantidad máxima de azúcar empleada en relación a su extracto primitivo deberá ser:

- cerveza clara, menor o igual al 10% en peso.
- cerveza oscura, menor o igual al 25% en peso.

### 2.2.5 Mosto

Es la solución en agua potable de carbohidratos, proteínas, sales minerales y demás compuestos resultantes de la degradación enzimática de la malta, con o sin adjuntos cerveceros, realizada mediante procesos tecnológicos adecuados.

## 3. Marco teórico

### 3.1 Proceso de elaboración de la cerveza

Para la elaboración de cerveza se sigue el siguiente proceso, con las variaciones que realizan cada una de las fábricas para diferenciar sus productos:

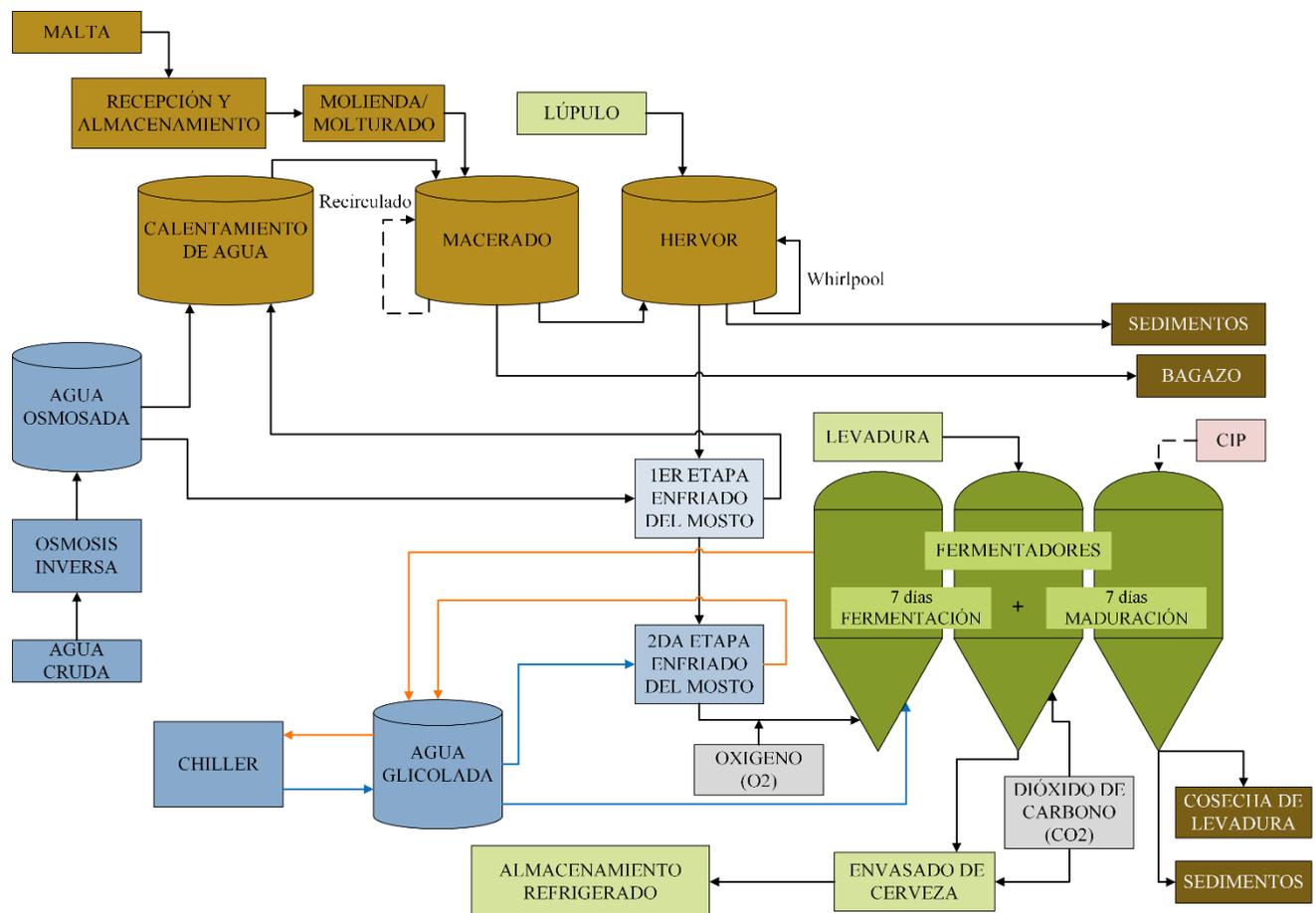


Figura 2- Proceso de elaboración de Cerveza

### 3.2 Operaciones Unitarias

#### 3.2.1 Recepción de materias primas y almacenamiento

Por un lado, la malta llega a la industria en bolsas agrupadas en pallets, pudiendo almacenarse sin problemas a temperatura ambiente; sin embargo, el lúpulo (pellets) y la levadura (deshidratada) deben almacenarse a baja temperatura para su correcta conservación.

El agua utilizada procede de la red y es tratada mediante osmosis inversa.

### 3.2.2 Molienda/Moltura

A los efectos de posibilitar a las enzimas de la malta que actúen sobre los componentes de esta última y que los descompongan durante la maceración, la malta debe ser triturada, aumentando así la superficie de ataque para las enzimas. La cascarilla de la malta es utilizada como material filtrante posterior a la maceración por lo que la misma debe permanecer lo más íntegra posible. El proceso de molturación que mejor se adapta al diseño de la planta en cuestión es la molturación seca mediante rodillos. Se moltura directamente antes de la mezcla y se mantiene el tiempo de almacenamiento de la molienda lo más breve posible evitando así el desarrollo de microbios y procesos de oxidación.

### 3.2.3 Macerado

Una vez molida la malta, se mezcla con el agua en un tanque donde se produce la maceración. El objetivo final de esta etapa es la degradación completa (o lo más completa posible) del almidón para la obtención de azúcares y dextrinas solubles.

El enfoque principal es mantener la temperatura de la mezcla en el rango que las enzimas ( $\alpha$ -amilasa y  $\beta$ -amilasa) dispongan de las condiciones óptimas para producir estos cambios. Además de la temperatura, tienen importante influencia la duración del macerado, el pH de la mezcla y la concentración de esta.

También tienen lugar otros procesos de degradación como ser: degradación de  $\beta$ -glucano, de sustancias albuminoideas y de ácidos grasos. Estos procesos afectan en la turbidez, estabilidad de la espuma y generación de sabores astringentes. La utilización de maltas bien modificadas reduce el impacto de estos procesos.

### 3.2.4 Filtración

Al finalizar el proceso de maceración la mezcla se somete a filtración. El objetivo de la filtración es conseguir un mosto con el máximo extracto posible y la mínima turbidez. Es un proceso de filtración en el que las heces (cascarilla de la malta en mayor medida) cumplen el papel de material filtrante. Ocurre en dos fases: Colada principal con una concentración de extracto alta, y lavado del grano para la extracción de una mayor cantidad de extracto, pero reduciendo la concentración (colada secundaria).

### 3.2.5 Hervor

Tras la filtración, el mosto se introduce en otro tanque donde se calienta hasta llegar a ebullición; la duración de esta operación varía en función de la técnica empleada, pero debe dar lugar al desarrollo de los procesos de importancia para nosotros que son: formación y precipitación de compuestos proteicos, esterilización del mosto, reducción del pH, evaporación de sustancias aromáticas indeseadas y evaporación de agua. Así se consigue la estabilización del mosto, y mediante la adición del lúpulo se aporta el amargor y presencia de aceites esenciales.

### 3.2.6 Whirlpool

En esta etapa se separan del mosto las proteínas que han precipitado durante el proceso de cocción, las partículas sólidas que no se han filtrado previamente y el lúpulo que se agregó en la etapa anterior, para evitar posibles problemas más adelante ya que, si estas partículas no son retiradas, estimularán la sedimentación de la levadura durante la fermentación. Consecuentemente, se obtendrá un grado de fermentación reducido. Estas partículas proporcionan a la cerveza un color más oscuro, mal sabor y muy poca estabilidad de la espuma; por ello hay que separarlas.

Consiste en recircular una porción del mosto introduciéndolo tangencialmente, por bombeo. Se produce así un flujo rotatorio el cual causa que sedimenten las partículas formando un cono en el centro del recipiente y el mosto clarificado puede ser extraído lateralmente.

### 3.2.7 Enfriado del mosto

Dado que las levaduras fermentan a bajas temperaturas, se debe enfriar el mosto caliente rápidamente para evitar la propagación de microorganismos perjudiciales para la cerveza.

Este enfriamiento se realiza en dos etapas: primero con agua de proceso, de manera de recuperar parte de la energía del mosto caliente, y luego con agua helada para llevar el mosto a temperatura de fermentación.

A bajas temperaturas el oxígeno ya no oxida el mosto y es absolutamente necesario para la propagación de levaduras por lo que se procede a una oxigenación controlada. Este oxígeno es procesado por la levadura en un tiempo muy breve.

### 3.2.8 Fermentación

Se introduce el mosto en los tanques de fermentación, donde las levaduras inoculadas convierten los azúcares del mosto en alcohol y CO<sub>2</sub>, y se generan una serie de subproductos que influirán en las características y en el sabor de la cerveza final.

La reacción de fermentación es una reacción exotérmica, es decir, que libera energía. Se debe disipar dicha energía para no elevar la temperatura y mantenerla dentro de los rangos de acción de las levaduras.

### 3.2.9 Maduración

Una vez realizada la fermentación principal, se enfría la cerveza para mermar la acción de las levaduras, hacerlas precipitar y proceder a su separación. Precipitan también otras partículas que generan turbidez en la cerveza. Cuanto más frío se realiza el reposo, más precipita y más se clarifica la cerveza.

Este enfriamiento tiene sentido también ya que da lugar a la solubilidad del dióxido de carbono generado durante la fermentación y presente en el interior del tanque.

### 3.2.10 Envasado

Se realiza principalmente en barriles, a los cuales se les suministra además CO<sub>2</sub> y se los agita para ayudar a la solubilidad de este.

También se envasa en botellas y latas con barrido previo de CO<sub>2</sub> para eliminación de oxígeno.

### 3.2.11 Almacenamiento

Dado que en la producción de cerveza artesanal no se utilizan agentes conservantes y que no se efectúa pasteurización de la cerveza en nuestro proceso (hasta el momento), la misma debe ser almacenada en condiciones que eviten la propagación de microorganismos contaminantes. Es por esto que se almacena en cámara frigorífica.

## 3.3 Operaciones Auxiliares

### 3.3.1 Limpieza de equipos

Durante el proceso de elaboración se producen adherencias de sales inorgánicas y de productos orgánicos en las paredes de los depósitos. Por tanto, es necesario realizar limpiezas periódicas de los equipos para evitar que dichas adherencias contaminen el producto o favorezcan el desarrollo de microorganismos contaminantes; se utiliza un sistema CIP.

### 3.3.2 Limpieza de barriles

Al igual que en los equipos, también en los barriles se producen adherencias de sales inorgánicas y de productos orgánicos en las paredes. Por tanto, es necesario realizar limpieza previa al llenado con producto, por el mismo motivo que a los equipos. Para la limpieza de los barriles se utiliza una máquina dedicada específicamente para tal fin.

### 3.3.3 Transporte de materias primas

El objetivo es transportar de forma rápida y segura la materia prima dentro de la misma fábrica, desde el almacenamiento hacia los puntos de consumo. La metodología de transporte dependerá del formato en el que se encuentre la materia prima.

La malta se llevará desde el almacenamiento hasta la molienda con zorra hidráulica, transportando de a un pallet a la vez. Y desde la molienda hasta el macerador se utilizará un tornillo sin fin.

El agua se distribuye por cañerías desde la planta de agua hacia los diferentes puntos de consumo.

Y las materias primas cuyos volúmenes o pesos son relativamente bajos a comparación de la malta y el agua (levadura, lúpulos, sales) se transportan de forma manual o asistidos con carros.

### 3.3.4 Extracción de bagazo y residuos

Una vez que todo el mosto ha pasado a la etapa de hervor, en el macerador queda retenido el bagazo de malta y agua residual. El bagazo es retirado por medios manuales/mecánicos, y se lo deposita en cubas para su posterior deposición final. Se producen otros sedimentos durante el Whirlpool y en la fermentación, que se depositan junto con el bagazo. Finalmente, estos residuos se entregan como forraje para animales.

### 3.3.5 Control de calidad

En distintos puntos del proceso se realizan controles de calidad a modo de verificar que el producto sea seguro y cumpla con las características requeridas de cada receta; además, de avalar el cumplimiento de las normas de seguridad y calidad vigentes. Se llevan a cabo desde la recepción de la materia prima hasta el despacho de la cerveza al cliente. A través de estos controles se pueden detectar errores o carencias a fin de corregirlos oportunamente.

## 3.4 Condición actual

Por las características del proceso la elaboración de la cerveza se realiza de manera discontinua, lo que es conocido como producción por lotes. Y al producirse de forma artesanal y variadas recetas implica que las cantidades involucradas en el proceso, las concentraciones, el pH, los rangos de temperatura, los tiempos de permanencia y algunas otras variables no son exactamente iguales entre un lote y otro.

De todos modos, el proceso general descrito anteriormente se cumple para todos los casos teniendo en cuenta dichas variaciones por lo que para el presente trabajo se contempla una receta en específico y se aplica a la generalidad de los casos.



Figura 3- Instalaciones actuales

La producción actual de la fábrica es de 20.000 litros por mes, obtenidos por lotes de 2000 litros por cocción.

Una aclaración respecto el proceso de cocción utilizado: Se macera y cocina para obtener, luego del hervor, 1600 litros con una concentración de azúcares mayor y luego diluirla con agua fría para alcanzar los 2000 litros con la concentración deseada previa a fermentación. De esta manera se reduce el requerimiento de la instalación de frío, los tiempos de cocción y la cantidad de agua a calentar y evaporar en el proceso sin afectar significativamente la calidad del producto.

El whirlpool se realiza en la misma olla de hervor.

El enfriamiento del mosto se realiza en un intercambiador de placas en 2 etapas, primero con agua de ósmosis que luego es utilizada para la cocción siguiente (recuperando de esta manera un poco de energía), y una segunda etapa con agua glicolada en concentración 30% propilenglicol. En días de verano, la operación de enfriado no se realiza de manera óptima y no se obtienen la temperatura de salida del mosto deseada, siendo esto un problema para el proceso.

Para la fermentación actualmente se cuenta con los siguientes equipos:

Fermentadores:

- 2 x 1500 litros
- 3 x 1000 litros
- 2 x 4000 litros

El proceso de fermentación/maduración conlleva aproximadamente 14 días. Realizando 2 rotaciones en los fermentadores se alcanza la producción estipulada.

Una vez finalizada la fermentación se embarrila la cerveza y se guarda en cámara frigorífica a una temperatura de 2 – 3 °C hasta la deposición al cliente.

## 4. Requerimientos de Proceso

### 4.1 Requerimientos de la cocción

Como se mencionó anteriormente la intención no es modificar el proceso utilizado, sino evaluar las instalaciones y equipos justificando la asignación de estos para su función específica o la necesidad de reemplazo. Para esto en primera instancia determinamos el requerimiento de intercambio másico y energético para llevar adelante el proceso.

La evaluación se realizó sobre una capacidad de producción proyectada de 80000 litros por mes, calculada en base a realizar 2 cocciones por día, 20 días al mes con la instalación de cocción de 2000 litros.

Capacidad de cocción: 2000 lts por cocción

Cocciones por día: 2

Días útiles: 20 días por mes

Capacidad mensual: 2000 litros x 2 x 20 = 80000 litros por mes.

Para determinar las necesidades másicas y energéticas se toma como caso de estudio una receta en particular, lo más representativa posible de la generalidad de los casos.

La receta de base para el estudio corresponde a:

Relación agua/malta primer empaste	3/1
Agua primer empaste	1282 lt
Malta seca	427 kg
Mosto final de macerado	1833 lt
Gravedad Específica macerado	1054
Mosto final de hervor	1650 lt
Gravedad Específica hervor	1060
Mosto diluido	2000 lt
Gravedad Específica mosto diluido	1050
Cerveza	2000 lt
Gravedad Específica Cerveza	1010

Tabla 1- Receta base

Ingrediente	Tipo	% Sobre el total de grano	Peso Escurrido (kg)
Malta de Cebada Base	Malta Pilsen	87	371,7945
Malta de Cebada	Malt Carapils	5	21,3675
Malta de Trigo	Wheat Malt	8	34,188
Total maltas			427,35

Tabla 2 - Maltas de receta

Para la etapa de cocción nos es igual de representativo si la producción es de 80000 lt/mes (proyectada) o 20000 lt/mes (actual), ya que estudiamos el lote de 2000 lt que se cocina de manera discontinua. El requerimiento de proceso es el mismo, lo que se modifica es la frecuencia de las cocciones.

Las operaciones principales vinculadas a la cocción son: Macerado, filtrado, hervor y whirlpool. Dichas operaciones se llevan a cabo en el bloque de cocción que consta esencialmente de 3 tanques y son los siguientes:

- Tanque de agua caliente.
- Macerador
- Hervidor u olla de licor

El tanque de agua caliente se requiere para disponer de agua de osmosis a la temperatura requerida en cada etapa del proceso. Tiene una capacidad de 1800 litros y se lo va recargando a medida que se utiliza el agua. Se calienta con mechero con fuego directo por la parte inferior del tanque.

El tanque de maceración es un contenedor cilíndrico vertical. Está provisto de un agitador encargado de proveer una agitación uniforme con la acción más delicada posible, para evitar generación de grumos en

la mezcla cuidando de no generar daños innecesarios a la cáscara de la malta. El calentador del tanque de maceración es el que permite mantener y controlar las temperaturas de la maceración y de la actuación de las diferentes enzimas que metabolizan los almidones, proteínas y demás compuestos químicos que producirán una cerveza clara y transparente. Este calentador es un mechero de llama directa a la parte inferior del tanque.

El tanque de maceración debe estar equipado con un sistema de limpieza en sitio (CIP) por medio del cual se pueda limpiar adecuadamente dentro de los límites de tiempo impuestos por el procedimiento de elaboración. El proceso de maceración para cada una de las cocciones dura aproximadamente 60 minutos.

Una vez finalizado el proceso de maceración, se tiene que llevar a cabo una filtración del mosto ya que se encuentra lleno de partículas sólidas (restos de la malta y cascarilla) que pueden perturbar los procesos posteriores. Este proceso se realiza en dos fases, una primera que es la filtración principal y la segunda que consiste en, una vez que se ha evacuado un volumen determinado de mosto, lavar el macerado para arrastrar las partículas solubles que se han quedado retenidas durante la primera filtración con el fin de aumentar el rendimiento de la operación. La concentración de azúcares es mucho menor en este segundo mosto, por lo que la densidad del mosto descenderá ligeramente. La filtración se realiza con un falso fondo perforado, posicionado en la parte baja del macerador, por el cual fluye el mosto mientras el bagazo es retenido. El proceso de filtrado y lavado de grano se desarrolla mientras se trasvasa el mosto al hervidor y dura aproximadamente 60 minutos.

Una vez retirada la parte del bagazo (residuos sólidos) del mosto, se realiza la etapa de cocción donde se lleva a ebullición el mosto y se añade el lúpulo. El proceso consiste en calentar el mosto hasta los 100°C, durante unos 45 minutos aproximadamente. En esta fase se persiguen los siguientes objetivos: esterilizar y estabilizar el mosto destruyendo toda la flora microbiana, desarrollar el color y gusto del mosto eliminando los malos olores azufrados, la coagulación de proteínas para su posterior separación, la eliminación de compuestos volátiles indeseados, la inactivación enzimática de la malta y la concentración del mosto. Este proceso de ebullición se da en la olla de licor, para lo cual cuenta con un mechero de llama directa por la parte inferior del tanque.

En este recipiente también se lleva adelante el whirlpool donde se hace recircular el mosto de manera que ingrese tangencialmente para generar un vórtice que haga decantar las partículas sólidas (lúpulo, proteínas y otros sólidos no filtrados en la etapa anterior) en la parte central del fondo y se extraiga el líquido lateralmente. Si estas partículas de turbio caliente no son retiradas, estimularán la sedimentación de la levadura durante la fermentación. Consecuentemente, se obtendrá un grado de fermentación reducido. El turbio caliente proporciona a la cerveza un color más oscuro, mal sabor y muy poca estabilidad de la espuma; por ello hay que separarlo

La capacidad útil de la olla es de 2000 litros.

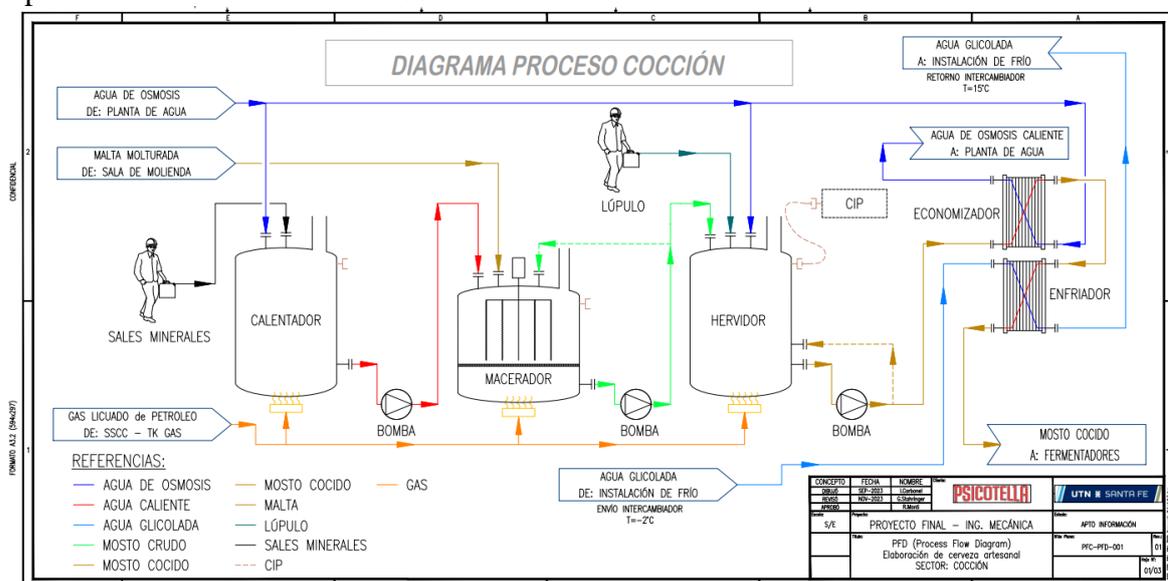


Figura 4 - Diagrama proceso de cocción

Siguiendo la receta previamente mencionada se obtuvieron los siguientes balances de masa y energía para cada una de las etapas de la cocción. Se determinó además el caudal requerido de las bombas para satisfacer los tiempos de las operaciones.

4.1.1 *Requerimientos en la olla de agua caliente:*

Capacidad de la olla de agua caliente	1600	litros
Tiempo de llenado	45	min
Temperatura Inicial	20	°C
Temperatura Final	78	°C
Tiempo en llevar a régimen esperado	60	min

$$\dot{V}1 = \frac{\text{Volumen de agua}}{\text{tiempo de carga}}$$

$$\dot{V}1 = \frac{1600 \text{ l}}{45 \text{ min}}$$

$$\dot{V}1 = 35,6 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 2136 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$Q1 = V_{\text{agua}} \cdot c_{p_{\text{agua}}} \cdot \rho_{\text{agua}} \cdot (T_f - T_i)$$

$$Q1 = 1600 \text{ l} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot (78 \text{°C} - 20 \text{°C})$$

$$Q1 = 92800 \text{ kcal}$$

$$\dot{Q}1 = \frac{Q1}{t} = \frac{92800 \text{ kcal}}{60 \text{ min}}$$

$$\dot{Q}1 = 1547 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 92800 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

4.1.2 *Requerimientos en el macerador:*

Agua requerida para empaste	1282	litros
Tiempo trasvase de agua	25	min
Malta requerida para empaste	427	kg
Volumen de empaste	1603	litros
Temperatura	66	°C
ΔTemperatura admisible	1	°C
Tiempo de macerado	50	min

$$\dot{V}2 = \frac{\text{Volumen de agua}}{\text{tiempo de carga}}$$

$$\dot{V}2 = \frac{1282 \text{ l}}{25 \text{ min}}$$

$$\dot{V}2 = 51,3 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 3078 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

El requerimiento principal es mantener la temperatura dentro del rango establecido. Evaluamos entonces el calor requerido para suplir las pérdidas por conducción en el macerador actual y evitar de ese modo un descenso de la temperatura.

Características macerador					
Espesor Aislante	25	mm			
Espesor protección	1	mm			
Dint	1800	mm	Rint. (Exterior camisa)	900	mm
Dext sin aislación	1806	mm	Rext Camisa	903	mm
Dint. Aislante	1806	mm	Rint. Aislante	903	mm
Dext Aislante	1856	mm	Rext Aislante	928	mm
Dint Protección	1856	mm	Rint Protección	928	mm
Dext Protección	1858	mm	Rext Protección	929	mm
L	1	m			

Tamb	15	°C			
Tinterior	66	°C			
k AISI 304	14,018	$\frac{kcal}{h \cdot m \cdot ^\circ C}$			
k Espuma Poliuretano	0,043	$\frac{kcal}{h \cdot m \cdot ^\circ C}$			

$$\dot{Q}_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (T_{cal} - T_{fri})}{\frac{\ln\left(\frac{R_{ext}}{R_{int}}\right)}{K_{AISI\ 304}} + \frac{\ln\left(\frac{R_{ext\ Aisl}}{R_{int\ Aisl}}\right)}{K_{aisl}} + \frac{\ln\left(\frac{R_{ext\ Protec}}{R_{Protec}}\right)}{K_{AISI\ 304}}}$$

$$\dot{Q}_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1m \cdot (66^\circ C - 15^\circ C)}{\frac{\ln\left(\frac{903mm}{900mm}\right)}{14,018 \frac{kcal}{h \cdot m \cdot ^\circ C}} + \frac{\ln\left(\frac{928mm}{903mm}\right)}{0,043 \frac{kcal}{h \cdot m \cdot ^\circ C}} + \frac{\ln\left(\frac{929mm}{928mm}\right)}{14,018 \frac{kcal}{h \cdot m \cdot ^\circ C}}}$$

$$\dot{Q}_2 = 8,4 \frac{kcal}{min} = 504,3 \frac{kcal}{h}$$

#### Recirculado

Se realiza con la misma bomba que se trasvasa a la olla de licor, el caudal de la misma se define según el requerimiento de trasvase ( $\dot{V}_4$ ).

En los puntos posteriores “Evaluación de equipos de cocción y evaluación de cañerías” se verifica que la instalación del recirculado satisfaga la condición de proceso pretendida.

#### Agua de lavado

Para lograr los 1833 litros al final del macerado con la densidad requerida, se “lava” el macerado arrastrando de esta manera la materia soluble retenida. La cantidad de agua involucrada en este lavado viene determinada por:

$$V_{agua\ lavado} = V_{final\ macerado} - V_{agua\ empaste} + V_{agua\ bagazo} + V_{agua\ residual\ macerador}$$

El volumen de agua retenida en el bagazo se determina según:

$$Extracto = m_{malta} \cdot \%solubles \cdot \eta_{extracción}$$

$$Extracto = 427\ kg \cdot 80\% \cdot 70\% = 239\ kg$$

$$m_{malta\ residual} = m_{malta} - Extracto = 188\ kg$$

Estos 188 kg representan la malta presente en el bagazo, el mismo contiene agua en un 80% aproximadamente.

$$V_{agua\ bagazo} = \frac{188\ kg \cdot 80\%}{20\%} \cdot 1 \frac{l}{kg} = 752\ l$$

El agua residual retenida en el macerador es aproximadamente un 5% del volumen del equipo.

$$V_{agua\ residual\ macerador} = 5\% \cdot 2000\ l = 100\ l$$

Resulta entonces:

$$V_{agua\ lavado} = 1833\ l - 1282\ l + 752\ l + 100\ l = 1403\ l$$

#### 4.1.3 Requerimientos en el hervidor:

Volumen de mosto crudo	1833	litros
Tiempo de trasvase a hervor	60	min
Temp. Inicial al hervor	66	°C
Temp. Final al hervor	100	°C
Tiempo en llevar a hervor esperado	25	min
Volumen a evaporar (aprox. 10%)	183	litros
Tiempo en hervor	45	min
Tiempo de recirculado whirlpool	15	min
Tiempo espera whirlpool	15	min

$$\dot{V}_4 = \frac{\text{Volumen de mosto crudo}}{\text{tiempo de lavado/trasvase}}$$

$$\dot{V}_4 = \frac{1833 \text{ l}}{60 \text{ min}} = 30,6 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 1836 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Energía para llevar a hervor:

$$Q_4 = V_{\text{mosto}} \cdot c_{p_{\text{mosto}}} \cdot \rho_{\text{mosto}} \cdot (T_f - T_i)$$

$$Q_4 = 1833 \text{ l} \cdot 0,91 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1.057 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot (100^\circ\text{C} - 66^\circ\text{C})$$

$$Q_4 = 55477,7 \text{ kcal}$$

$$\dot{Q}_4 = \frac{Q_4}{t} = \frac{55477,7 \text{ kcal}}{25 \text{ min}}$$

$$\dot{Q}_4 = 2220 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 133146 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Energía para evaporar:

$$Q_5 = V_{\text{agua}} \cdot \lambda_{\text{evap}} \cdot \rho_{\text{agua}}$$

$$Q_5 = 183 \text{ l} \cdot 540 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$$

$$Q_5 = 99000 \text{ kcal}$$

$$\dot{Q}_5 = \frac{Q_5}{t} = \frac{99000 \text{ kcal}}{45 \text{ min}}$$

$$\dot{Q}_5 = 2200 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 132000 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

#### 4.1.4 Dilución del mosto:

Agregado de agua para llegar a densidad estipulada a fermentación.

$$V_{\text{agua agregada}} = V_{\text{mosto requerido}} - V_{\text{mosto crudo}} + V_{\text{Evaporado}}$$

$$V_{\text{agua agregada}} = 2000 \text{ l} - 1833 \text{ l} + 1833 \text{ l} \cdot 10\%$$

$$V_{\text{agua agregada}} = 350 \text{ l}$$

$$T_{f \text{ mosto dil}} = \frac{V_{\text{agua}} \cdot \rho_{\text{agua}} \cdot c_{p_{\text{agua}}} \cdot T_{i \text{ agua}} + (V_{\text{herv}} - V_{\text{Evap}}) \cdot \rho_{\text{herv}} \cdot c_{p_{\text{herv}}} \cdot T_{i \text{ herv}}}{V_{\text{agua}} \cdot \rho_{\text{agua}} \cdot c_{p_{\text{agua}}} + (V_{\text{herv}} - V_{\text{Evap}}) \cdot \rho_{\text{herv}} \cdot c_{p_{\text{herv}}}}$$

$$T_{f \text{ mosto dil}} = \frac{350 \text{ l} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} + (1833 \text{ l} - 183,3 \text{ l}) \cdot 1.057 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 0,91 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 100^\circ\text{C}}{350 \text{ l} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} + (1833 \text{ l} - 183,3 \text{ l}) \cdot 1.057 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 0,91 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}}$$

$$T_{f \text{ mosto dil}} = 84,6^\circ\text{C}$$

## 4.2 Requerimiento para trasvase y enfriado:

De igual manera que en la cocción, evaluamos el lote de 2000 lt de mosto que se enfrían de manera discontinua (al finalizar la cocción).

El enfriamiento se realiza mientras se trasvase el mosto al fermentador. Se lleva a cabo en intercambiador a placas, en dos etapas y se debe bajar la temperatura desde la temp. de final de cocción (85 ~ 100 °C) a 18°C que debe ingresar al fermentador. La primera etapa se enfría con agua de osmosis que luego se utiliza en la siguiente cocción, recuperando así parte de la energía del proceso; y la segunda etapa con solución de agua glicolada al 30%.

### 4.2.1 Trasvase:

Volumen de mosto diluido	2000	litros
Tiempo de trasvase	75	min

$$\dot{V}_5 = \frac{\text{Volumen de mosto diluido}}{\text{tiempo de trasvase}}$$

$$\dot{V}_5 = \frac{2000 \text{ l}}{75 \text{ min}} = 27 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 1620 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

#### 4.2.2 Primer enfriamiento:

Volumen de mosto	2000	litros
Caudal de mosto	27	l/min
Temperatura inicial mosto (T1)	97	°C
Temperatura final mosto - propuesta (T2)	40	°C
Caudal de agua de enfriamiento 1	35,6	l/min
Temperatura inicial agua enfriamiento (t1)	31	°C

Si bien por la dilución del mosto logramos bajar la temperatura aproximadamente a 85°C, consideramos temperatura inicial del mosto 97°C como la peor condición para no dimensionar un intercambiador demasiado justo en cuanto a la capacidad térmica.

El caudal de mosto será  $\dot{V}_{mosto} = \dot{V}_5$ , ya que se enfría mientras se realiza el trasvase.

El caudal de agua será  $\dot{V}_{agua} = \dot{V}_1$ , ya que se utiliza el agua que se carga en olla de precalentado.

$$\begin{aligned} \dot{Q}_6 &= \dot{V}_{mosto} \cdot c_{p_{mosto}} \cdot \rho_{mosto} \cdot (T_1 - T_2) \\ \dot{Q}_6' &= \dot{V}_{agua} \cdot c_{p_{agua}} \cdot \rho_{agua} \cdot (t_2 - t_1) \\ \dot{Q}_6 &= 27 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 0,904 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1,05 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot (97^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) \\ \dot{Q}_6 &= 1316,75 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 79005 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \\ \dot{Q}_6 &= \dot{Q}_6' \\ t_2 &= \frac{\dot{Q}_6}{\dot{V}_{agua} \cdot c_{p_{agua}} \cdot \rho_{agua}} + t_1 \\ t_2 &= \frac{1316,75 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}}{35,6 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}} + 31^\circ\text{C} \\ t_2 &= 67,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 4.2.3 Segundo enfriamiento:

Temperatura final de mosto (T3)	18	°C
Volumen de mosto	2000	litros
Caudal de mosto	27	l/min
Temperatura entrada agua glicolada (t3)	-2	°C
Temperatura salida agua glicolada - propuesta (t4)	15	°C

$$\begin{aligned} \dot{Q}_7 &= \dot{V}_{mosto} \cdot c_{p_{mosto}} \cdot \rho_{mosto} \cdot (T_2 - T_3) \\ \dot{Q}_7' &= \dot{V}_{glic} \cdot c_{p_{glic}} \cdot \rho_{glic} \cdot (t_4 - t_3) \\ \dot{Q}_7 &= 27 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 0,904 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1,05 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot (40^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C}) \\ \dot{Q}_7 &= 529,15 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 31749 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \\ \dot{Q}_7 &= \dot{Q}_7' \\ \dot{V}_{glic} &= \frac{\dot{Q}_7}{c_{p_{glic}} \cdot \rho_{glic} \cdot (t_4 - t_3)} \\ \dot{V}_{glic} &= \frac{529,15 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}}{0,94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1,03 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot (15^\circ\text{C} - (-2^\circ\text{C}))} = 32 \frac{\text{l}}{\text{min}} \end{aligned}$$

### 4.3 Requerimiento Fermentadores

Si bien los fermentadores de mayor capacidad son de 4000 litros, se pueden presentar casos de fermentadores de diferente tamaño, por lo que el cálculo del requerimiento se lo hace para el lote de 2000 litros de mosto tomado para el estudio. Posteriormente, se multiplica este requerimiento según corresponda a cada equipo.

La reacción de fermentación no libera energía a la misma velocidad durante todo el período de fermentación, sino que varía en el tiempo según la concentración de células activas en la reacción. A modo de simplificar los cálculos y como concepto práctico se considera que el valor máximo de energía por unidad de tiempo liberada por la reacción es el doble del promedio del total del período.

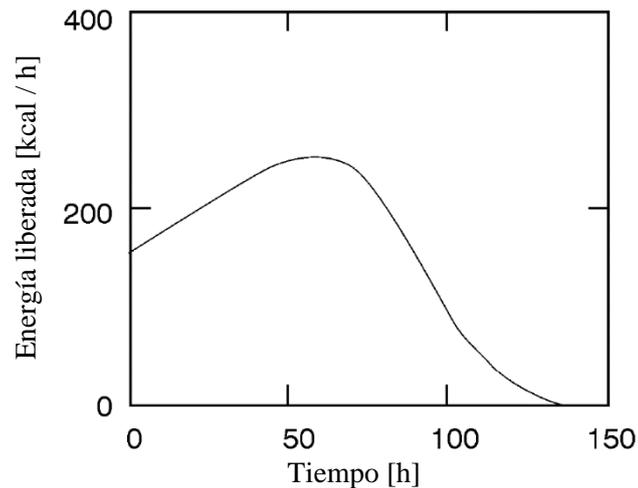


Figura 5 - Esquema ejemplificado de la variación de energía en el tiempo para una fermentación alcohólica

#### 4.3.1 Fermentación

Volumen a fermentar	2000	litros
Temperatura de fermentación	18	°C
Grado de fermentación (g <sub>ferm</sub> )	75	%
Extracto en el mosto (m <sub>extracto</sub> )	0,128	kg/l
Calor liberado en fermentación (q <sub>ferm</sub> )	140	kcal/kg
Tiempo de fermentación	7	días

$$q_8 = m_{\text{extracto}} \cdot g_{\text{ferm}} \cdot q_{\text{ferm}}$$

$$q_8 = 0,128 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 75\% \cdot 140 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$q_8 = 13,46 \frac{\text{kcal}}{\text{l}}$$

$$Q_8 = q_8 \cdot V_{\text{fermentar}}$$

$$Q_8 = 13,46 \frac{\text{kcal}}{\text{l}} \cdot 2000 \text{ l}$$

$$Q_8 = 26923 \text{ kcal}$$

Q<sub>8</sub>: Es el calor liberado por la reacción de fermentación.

El doble del promedio del total del período es:

$$\dot{Q}_8 = \frac{Q_8}{t_{\text{ferm}}} \cdot 2$$

$$t_{\text{ferm}} = 7 \text{ días} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 10080 \text{ min}$$

$$\dot{Q}_8 = \frac{26923,1 \text{ kcal}}{10080 \text{ min}} \cdot 2$$

$$\dot{Q}_8 = 5,34 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 320,51 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

## 4.3.2 Maduración

Volumen a madurar	2000	litros
Temperatura de maduración (Tf)	2	°C
Temperatura previa maduración (Ti)	18	°C
Tiempo en pasar de fermentación a maduración	1	día
Tiempo de maduración	7	Días
Grado fermentación en maduración (gfermM)	20	%

Q9: Calor a evacuar para llevar a temperatura de maduración

$$Q9 = V_{madurar} \cdot c_{p_{cerveza}} \cdot \rho_{cerveza} \cdot (T_i - T_f)$$

$$Q9 = 2000l \cdot 0,904 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} \cdot 1,050 \frac{kg}{l} \cdot (18^{\circ}C - 2^{\circ}C)$$

$$Q9 = 28863 kcal$$

$$\dot{Q}9 = \frac{Q9}{t_{f \rightarrow m}} = \frac{28863 kcal}{1 \text{ día} \cdot 24 \frac{h}{\text{día}} \cdot 60 \frac{min}{h}}$$

$$\dot{Q}9 = 20,4 \frac{kcal}{min} = 1202,6 \frac{kcal}{h}$$

Q10: Calor liberado por la reacción de fermentación durante la maduración (fermentación aletargada).

$$q10 = m_{extracto} \cdot g_{fermM} \cdot q_{ferm}$$

$$q10 = 0,128 \frac{kg}{l} \cdot 20\% \cdot 140 \frac{kcal}{kg}$$

$$q10 = 3,59 \frac{kcal}{l}$$

$$Q10 = q10 \cdot V_{Madurar}$$

$$Q10 = 3,59 \frac{kcal}{l} \cdot 2000 l$$

$$Q10 = 7179,5 kcal$$

El doble del promedio del total del período es:

$$\dot{Q}10 = \frac{Q10}{t_{mad}} \cdot 2$$

$$t_{mad} = 7 \text{ días} \cdot 24 \frac{h}{\text{día}} \cdot 60 \frac{min}{h} = 10080 \text{ min}$$

$$\dot{Q}10 = \frac{7179,5 kcal}{10080 \text{ min}} \cdot 2$$

$$\dot{Q}10 = 1,42 \frac{kcal}{min} = 85,47 \frac{kcal}{h}$$

## 5. Cálculo, dimensionamiento y verificación

### 5.1 Evaluación equipos de cocción

Se presenta la evaluación de los equipos de la instalación actual y la satisfacción o no de los requerimientos de proceso.

#### 5.1.1 Evaluación de bombas de carga y trasvase

Las bombas de la sala de cocción actual son bombas sanitarias marca SAC Línea Standard 1 HP y son todas idénticas; capaces de entregar cada una un caudal  $\dot{V}_{actual} = 426 \text{ a } 5930 \frac{l}{h}$  y una altura de impulsión máxima de 22 m.

Los caudales requeridos en cada bomba son:

$$\text{Bomba de carga Olla de Pre calentamiento: } \dot{V}1 = 2136 \frac{l}{h} ; [4.1.1]$$

$$\text{Bomba de carga Macerador: } \dot{V}2 = 3078 \frac{l}{h} ; [4.1.2]$$

$$\text{Bomba de carga Hervidor: } \dot{V}4 = 1836 \frac{l}{h} ; [4.1.3]$$

$$\text{Bomba de trasvase a intercambiador: } \dot{V}5 = 1620 \frac{l}{h} ; [4.2.1]$$

Los requerimientos se encuentran dentro del rango de caudal de las bombas instaladas. Sin embargo, no se conoce la curva de la bomba ni de la instalación por lo que no se puede evaluar de manera adecuada la adopción de la bomba instalada ya que no es posible determinar el punto de operación de la misma.

#### 5.1.2 Evaluación de quemador - Olla de pre calentamiento

Para satisfacer el requerimiento se debe cumplir:

$$\dot{Q}_{quemador_{precal}} = \frac{\dot{Q}1}{\eta}$$

$$\dot{Q}1 = 92800 \frac{kcal}{h} ; [4.1.1]$$

$\eta$ : Rendimiento del quemador = 50%

Se consideró 50% como valor de referencia tomando de NAG-312 2010 y del informe “Cuáles son artefactos de cocción más eficientes en Argentina” - Sensini, Romero, Cozza, Fiora, y Gil (Bs. As. 2018) desarrollado por la Universidad Nacional de San Martín y el INTI.

$$\dot{Q}_{quemador_{precal}} = \frac{\dot{Q}1}{\eta} = \frac{92800 \frac{kcal}{h}}{0,50} = 185600 \frac{kcal}{h}$$

El quemador actual tiene una potencia calorífica de 100000 kcal/h. No logra satisfacer la demanda para que el proceso se desarrolle según el requerimiento.

#### 5.1.3 Evaluación de quemador - Macerador

Del mismo modo que el caso anterior:

$$\dot{Q}2 = 504,3 \frac{kcal}{h} ; [4.1.2]$$

$\eta$ : Rendimiento del quemador = 50%

$$\dot{Q}_{quemador_{macer}} = \frac{\dot{Q}2}{\eta} = \frac{504,3 \frac{kcal}{h}}{0,50} = 1008,6 \frac{kcal}{h}$$

El quemador actual tiene una potencia calorífica de 100000 kcal/h. Satisface el requerimiento.

#### 5.1.4 Evaluación de quemador - Hervidor (Olla de licor)

Del mismo modo que el caso anterior:

$$\dot{Q}2 = 133146 \frac{kcal}{h} ; [4.1.3]$$

$\eta$ : Rendimiento del quemador = 50%

$$\dot{Q}_{quemador_{herv}} = \frac{\dot{Q}_4}{\eta} = \frac{133146 \frac{kcal}{h}}{0,50} = 266292 \frac{kcal}{h}$$

El quemador actual tiene una potencia calorífica de 100000 kcal/h. No logra satisfacer la demanda para que el proceso se desarrolle según el requerimiento.

## 5.2 Evaluación de cañerías de proceso

### 5.2.1 Material de las cañerías

Para las cañerías que están en contacto directo con los fluidos de proceso se utilizan materiales que satisfacen los requerimientos establecidos por el CAA además de ser adecuados para el régimen de temperaturas y presiones de trabajo.

Las cañerías de agua de proceso a menos de 60 °C, se las realiza en termofusión PPCR (Tipo 3) PN20. Las cañerías fijas de agua caliente y de los diferentes fluidos de proceso (mosto en sus diferentes etapas) se determina realizarlas en acero inoxidable, específicamente en ASTM A-269 304L. Las conducciones de los mismos fluidos, pero de conexiones trasladables (no fijas) se realizan con mangueras aptas para conducción de alimentos acuosos, específicamente marca KEC modelo RYLTEC 1506 para conducción de agua caliente y vapor, y cuentan con homologación FDA para alimentos acuosos, bebidas y alcoholes. Las cañerías del circuito de refrigeración (de agua helada) se determina realizarlas en termofusión PPCR (Tipo 3) ya que son adecuadas para el régimen de temperatura y presión de trabajo.

### 5.2.2 Tamaño de las cañerías

En el cálculo hidráulico de la cañería, el problema se resuelve prácticamente con el cálculo de las velocidades y las pérdidas de carga correspondientes en la circulación del fluido.

Para el estudio de las redes de cañerías se las divide en tramos (de equipo impulsor a equipo receptor) de modo que no haya en el trayecto intercambios de trabajo y la única variación de energía en ese tramo sea la pérdida de carga.

La selección apropiada del diámetro de cañería para la conducción de un fluido es un problema importante de economía: Si la cañería es demasiado pequeña puede fallar en la entrega de la cantidad de fluido; o la fricción debida a la circulación del fluido a la velocidad deseada puede exceder la capacidad disponible de las bombas; o el costo de energía requerido para el bombeo puede ser excesivo. En contrapartida, cuando más grande es la cañería, mayor es la inversión que debe hacerse en caños, bridas, juntas, válvulas y accesorios, colgantes o soportes, aislamientos y mano de obra para el montaje.

Una inversión mayor incluye costos anuales proporcionalmente más grandes, por interés, mantenimiento, amortización o desuso, seguros y otros gastos fijos.

Tratándose de cañerías cortas, con pérdidas de carga pequeñas, el dimensionamiento del diámetro puede ser hecho simplemente por la comparación con las “velocidades económicas”.

Tomando como referencia valores de velocidades económicas utilizadas para la industria cervecera (0,5-2 m/s), se calcula el diámetro requerido para el caudal demandado y se ajusta al diámetro comercial próximo.

$$v = \frac{\dot{V}}{A} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{V}}{\pi \cdot v}}$$

Donde:

$v$ : Velocidad del fluido [m/s]

$\dot{V}$ : Caudal [m<sup>3</sup>/seg]

$A$ : Area transversal [m<sup>2</sup>] =  $\pi \cdot D^2/4$

$D$ : Diámetro interno [m]

Para cada una de los tramos desde/hasta se determinó el diámetro de la cañería y se obtuvo la tabla que se expone debajo; la cual posee las siguientes unidades:

Caudal: [l/min]

Ø Eco: Diámetro Económico [mm]

Ø Adopt: Diámetro adoptado [plg]

Ø Int Adopt: Diámetro interior adoptado [mm]

Vel. Eco: Velocidad Económica [m/s]

Vel. Adop: Velocidad Adoptada [m/s]

Fluido	Desde	Hasta	Caudal	Vel. Eco	ØEco	ØAdop.	ØInt. Adop.	Vel. Adop.
Agua	Tk Agua de Osmosis	Tk Precaentado	36	1,6	21,7	DN 40 PN20	29,00	0,90
Agua Caliente	Tk Precaentado	Macerador	51	1,6	26,1	1 1/2	34,80	0,90
Mosto Crudo	Macerador	Macerador	31	0,5	36,0	1 1/2	34,80	0,54
Mosto Crudo	Macerador	Tk Hervor	31	0,5	36,0	1 1/2	34,80	0,54
Mosto Hervido	Hervidor	Whirlpool	27	3	13,7	3/4	15,76	2,28
Mosto Hervido	Tk Hervor	Intercambiador	27	0,6	30,7	1 1/2	34,80	0,47
Mosto Hervido	Intercambiador	Fermentadores	27	0,6	30,7	RYLTEC 1 1/2	38	0,39
Agua Glicolada	Pulmón Frío	Intercambiador	32	1	26,1	DN 40 PN20	29,00	0,81
Agua Glicolada	Pulmón Frío	Fermentadores (COLECTOR)	66	1	37,5	DN 63 PN20	45,80	0,67
Agua Glicolada	Fermentadores (COLECTOR)	Fermentador	22	1	21,6	DN 32 PN20	23,20	0,87

Al relevar la instalación existente se genera la siguiente tabla para comparar con el requerimiento. Las unidades de dicha tabla son las siguientes:

Caudal: [l/min]                      Ø Int: Diámetro interior [mm]  
 Ø: Diámetro nominal [plg]        Vel. Real: Velocidad [m/s]

Fluido	Desde	Hasta	Caudal	Ø	Ø Int.	Vel. Real
Agua	Tk Agua de Osmosis	Tk Precaentado	36	DN 32 PN20	23,20	1,40
Agua Caliente	Tk Precaentado	Macerador	51	1 1/2	34,80	0,90
Mosto Crudo	Macerador	Macerador	31	1 1/2	34,80	0,54
Mosto Crudo	Macerador	Tk Hervor	31	1 1/2	34,80	0,54
Mosto Hervido	Hervidor	Whirlpool	27	1/2	10,30	5,33
Mosto Hervido	Tk Hervor	Intercambiador	27	1	25,00	0,91
Mosto Hervido	Intercambiador	Fermentadores	27	1	25,00	0,91
Agua Glicolada	Pulmón Frío	Intercambiador	32	DN 32 PN20	23,20	1,26
Agua Glicolada	Pulmón Frío	Fermentadores (COLECTOR)	66	DN 63 PN20	45,80	0,67
Agua Glicolada	Fermentadores (COLECTOR)	Fermentador	22	DN 25 PN20	18,00	1,45

### 5.2.3 Pérdidas de carga

Si bien se desestima las pérdidas de energía para el dimensionamiento de las distintas líneas, se las determina para contemplarlas en la selección de las bombas en el próximo punto.

Donde:

f: Factor de fricción [adimensional]

v: velocidad del fluido [m/s]

Ø: Diámetro interno [m]

g: Aceleración de la gravedad [m/s<sup>2</sup>]

L<sub>Equiv.Total</sub> = Longitud equivalente total del tramo [m].

Para cada una de los tramos desde/hasta se determinó la pérdida de carga y se obtuvo la tabla que se expone debajo; la cual posee las siguientes unidades:

Caudal: [l/min]

Pérdida carga Relativa: [mca/m]

Ø: Diámetro nominal [plg]

Long. Eq. Total: Longitud equivalente total [m]

Vel. Real: Velocidad Real [m/s]

Pérdida carga Total: [mca]

Factor fricción: Adimensional

Fluido	Desde	Hasta	Caudal	Ø	Vel. Real	Factor fricción	Pérdida carga Relativa	Long. Eq. Total	Pérdida carga Total
Agua	Tk Agua de Osmosis	Tk Precaentado	36	DN 40 PN20	0,90	-	0,0370	30,57	1,1
Agua Caliente	Tk Precaentado	Macerador	51	1 1/2	0,90	0,026	0,0308	28,57	0,9
Mosto Crudo	Macerador	Macerador	31	1 1/2	0,54	0,028	0,0118	12,70	0,1
Mosto Crudo	Macerador	Tk Hervor	31	1 1/2	0,54	0,028	0,0118	31,28	0,4
Mosto Hervido	Hervidor	Whirlpool	27	3/4	2,28	0,025	0,4214	8,55	3,6
Mosto Hervido	Tk Hervor	Intercambiador	27	1 1/2	0,47	0,030	0,0096	31,40	0,3
Mosto Hervido	Intercambiador	Fermentadores	27	RYLTEC 1 1/2	0,39	-	0,0530	33,11	1,8
Agua Glicolada	Pulmón Frío	Intercambiador	32	DN 40 PN20	0,81	-	0,0270	27,40	0,7
Agua Glicolada	Pulmón Frío	Fermentadores (COLECTOR)	66	DN 63 PN20	0,67	-	0,0120	73,64	0,9
Agua Glicolada	Fermentadores (COLECTOR)	Fermentador	22	DN 32 PN20	0,87	-	0,0530	28,57	1,5

*\*Nota: La pérdida de carga en cañerías de agua glicolada se expone solo para la cañería de envío. La cañería de retorno se la considera idéntica.*

### 5.3 Dimensionamiento y selección de una bomba.

Como punto de partida se define utilizar una bomba centrífuga; que es un tipo de bomba donde la energía es transmitida al fluido por un elemento rotativo que imprime al líquido el mismo movimiento de rotación, transformándose luego, parte en energía y parte en presión.

Las bombas centrífugas se seleccionan a partir de dos datos fundamentales, que son el caudal y los metros de impulsión (presión hidrostática + pérdida de carga), y para asegurar que no existan fenómenos de cavitación en la misma, se verifica que el ANPA disponible en la instalación sea superior al requerido por la bomba.

A los fines de ejemplificar la metodología de dimensionamiento y selección de una bomba, se expone a continuación la elección de una bomba para el circuito de agua helada. En particular, la bomba que envía el agua glicolada desde el tanque pulmón, a los fermentadores.

#### 5.3.1 Datos para dimensionamiento

Fluido	Desde	Hasta	Caudal [l/min]	Pérdida carga colector (m)	Pérdida carga derivación (m)	Pérdida carga camisa (m)	Presión circuito (m)	Impulsión requerida (m)
Agua Glicolada	Pulmón Frío	Fermentadores (COLECTOR)	66	2	3	1,5	10	17

5.3.2 Selección de bomba

Del catálogo técnico de la línea de bombas ZETA marca Czewerny se selecciona una bomba que contenga dentro de su rango de trabajo los valores requeridos por la tabla anterior.

MODELO		HP	Q (min) Litros/min	Q (máx) Litros/min	H (min) m	H (máx) m	Corriente Amp
ZETA 0	220V-50Hz	0,25	20	100	6,5	12	1,7
ZETA 1	220V-50Hz	0,50	20	130	11	19	3,7
ZETA 1.5	220V-50Hz	0,75	10	210	5	22	3,9
ZETA 2	220V-50Hz	1	20	170	18	29	6,7
ZETA 3	220V-50Hz	1	20	230	10	26	6,7
ZETA 4	220V-50Hz	1,5	20	150	26	32	9,7
ZETA 5	220V-50Hz	2,5	20	170	31	37	12,5

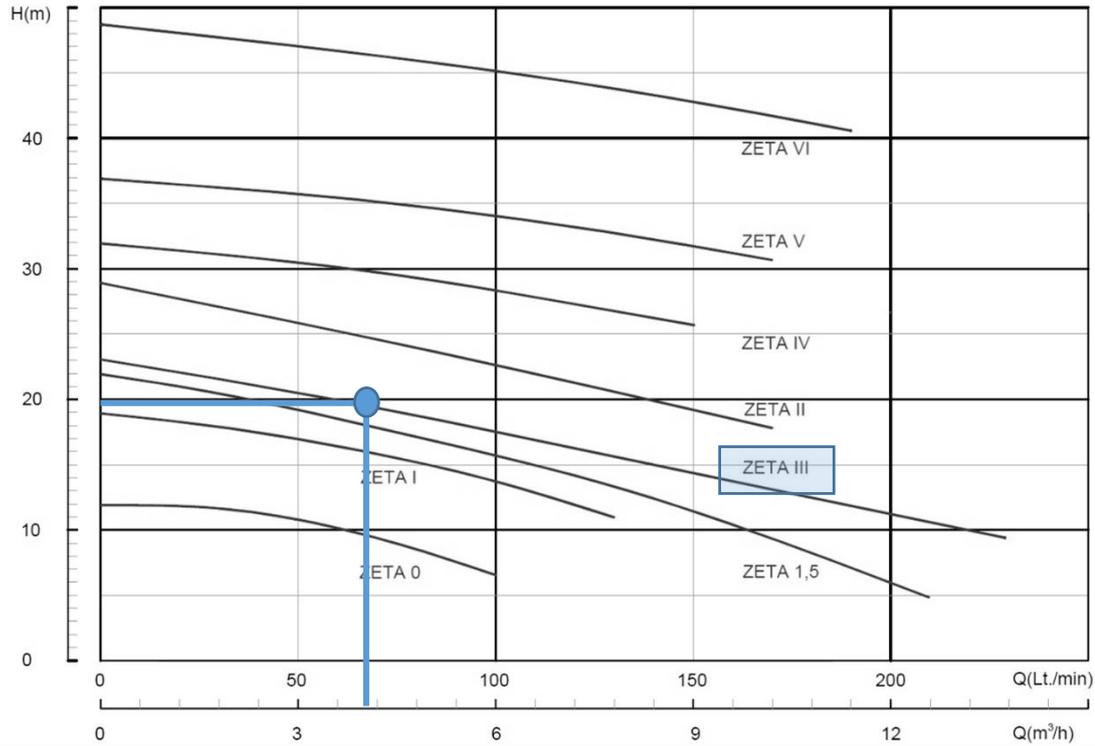


Figura 6 - Curvas de bombas Czewerny Zeta y punto de operación

Se selecciona una bomba ZETA 3 verificando que, para el caudal demandado es capaz de impulsar la altura requerida por el sistema.

5.3.3 Verificación ANPA requerido y disponible

Para evitar la cavitación de la bomba y los problemas que ello trae (vibraciones, desgaste y roturas), se verifica la satisfacción del ANPA (Altura Neta Positiva en la Aspiración).

Por un lado, tenemos los requerimientos de altura en la aspiración para que el líquido no se vaporice a causa de la depresión que se produce en el impulsor cuando centrifuga. Esta es la denominada ANPA Requerido, es una característica de cada bomba y viene dada por el fabricante.

Por otro lado, tenemos el ANPA disponible de sistema, es decir, la altura neta positiva que el sistema le puede entregar en la aspiración de la bomba que está conectada a este. Debemos calcularla en cada caso. Se debe cumplir que:

$$ANPA_{Disponible} > ANPA_{Requerido}$$

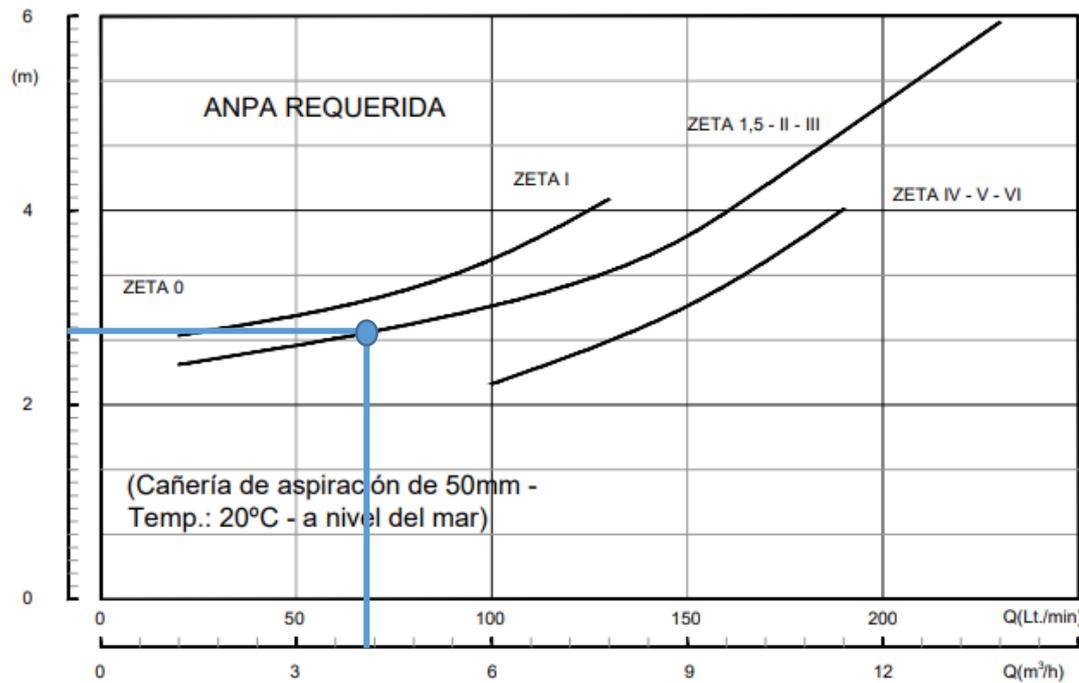


Figura 7 - ANPA Requerido por bombas Zeta/

$$ANPA_{Requerido} = 2,7m$$

El ANPA disponible se determina por la siguiente ecuación:

$$ANPA_{Disponible} = Z + \frac{p_b - p_v}{\rho} \cdot 10 - H_f$$

Z: diferencia de altura entre el pelo del líquido y la succión de la bomba. Es positiva para nuestro caso ya que la bomba está por debajo del nivel del tanque. Se considera 1 m, tomando el caso más desfavorable.

H<sub>f</sub>: Pérdida de carga en la cañería de succión. 1 mca

p<sub>b</sub>: Presión sobre el pelo de líquido. 1 barA.

p<sub>v</sub>: Presión de vapor del líquido a la temperatura de succión. A fines de simplificar el cálculo se considera de agua a 0°C. 0,0061 barA

ρ: Densidad del líquido. 1035 kg/m<sup>3</sup>

$$ANPA_{Disponible} = 1m + \frac{1 \cdot 10^4 \frac{kg}{m^2} - 0,0061 \cdot 10^4 \frac{kg}{m^2}}{1035 \frac{kg}{m^3}} - 1m$$

$$ANPA_{Disponible} = 9,6 m$$

$$ANPA_{Disponible} > ANPA_{Requerido} ; \text{VERIFICA}$$

#### 5.4 Dimensionamiento y selección de un intercambiador a placas

Se procede con el dimensionamiento y selección de un intercambiador a placas que será el encargado de enfriar el mosto, desde la temperatura de salida al final de la cocción, hasta la temperatura de fermentación.

El intercambiador de placas es un equipo de transferencia de calor que consiste en un paquete de placas, comprimido por marcos y tornillos de apriete.

Las placas de transferencia de calor se fabrican a partir de láminas finas de metal resistente a la corrosión, como el acero inoxidable, a las que se añaden juntas alrededor del borde de la placa para sellar el fluido. Cada placa está corrugada siguiendo un patrón para aumentar su resistencia y superficie de transferencia. Entre las placas queda una separación de unos pocos milímetros que permite el flujo de un líquido de forma alternativa por el recorrido formado entre cada placa generando una corriente de líquido caliente y frío entre placas alternas para realizar el intercambio de calor.

La ondulación y la velocidad del flujo debido a la pequeña separación de las placas genera una gran turbulencia logrando así un coeficiente de transferencia de calor alto.

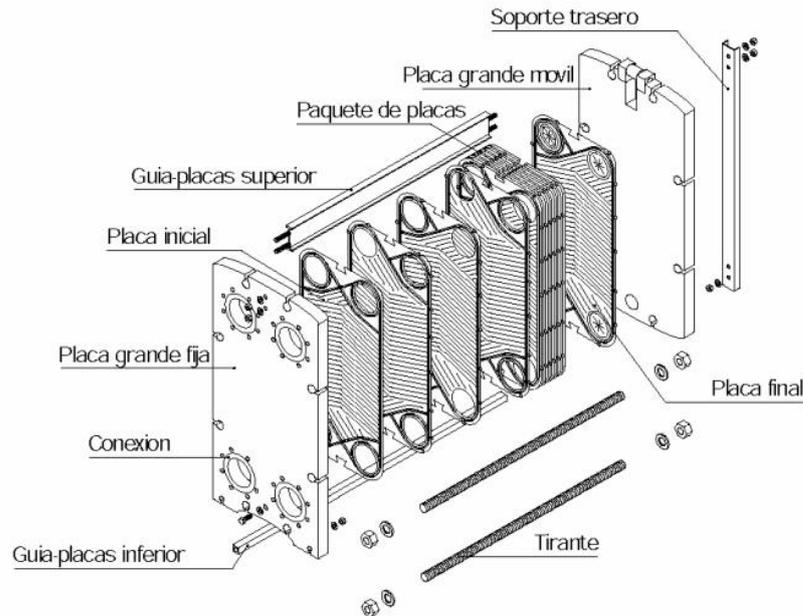


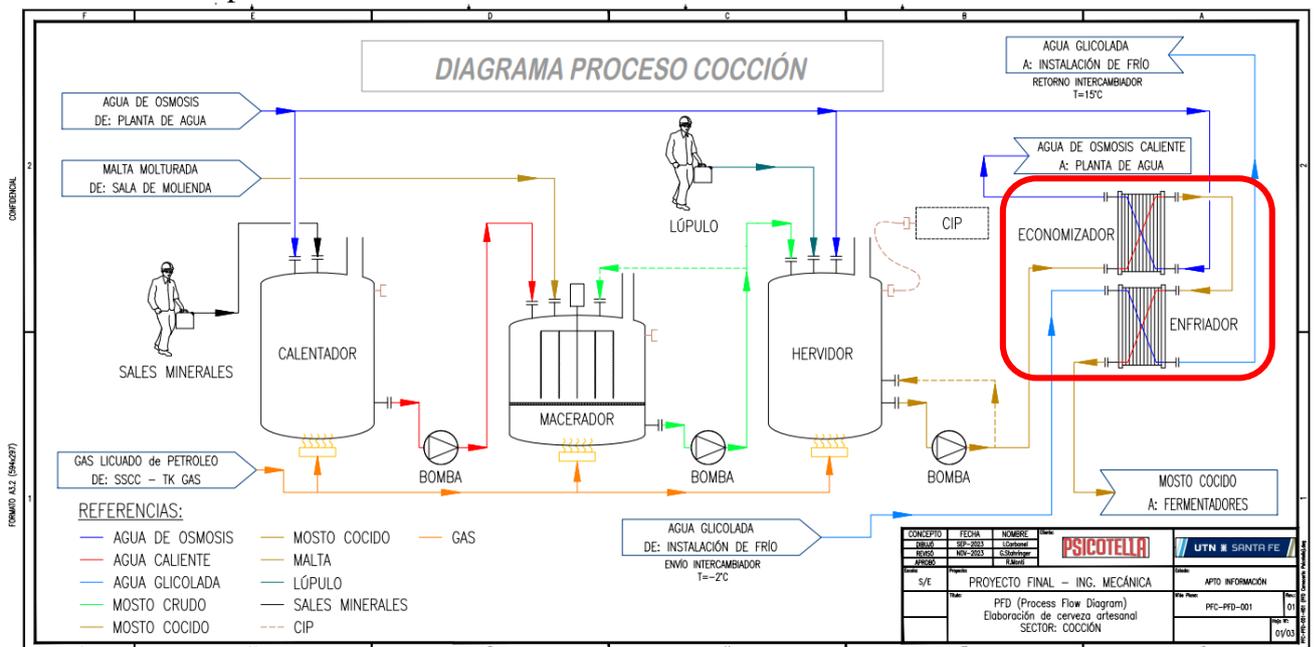
Figura 8 - Esquema intercambiador de placas

El intercambiador de calor de placas es totalmente desarmable para su limpieza y mantenimiento de forma sencilla, lo que lo hace ideal para la industria alimenticia. Presenta además la posibilidad de ajustarse al cambio de capacidad pudiendo agregar o quitar placas cuando se lo requiera.

Por otro lado, los componentes son prácticamente estándar, lo que simplifica la obtención de repuestos y acorta plazos de entrega.

Otra ventaja es que suele tener coeficientes de transferencia mayores que otros intercambiadores, por lo que la superficie de transferencia es menor. Son equipos compactos y ocupan menos espacio que otro tipo de intercambiador de similar capacidad térmica.

A partir del diagrama de flujo PFC-PFD-001 (PFD Psicotella) y el requerimiento de proceso determinado en el punto 4.2 se realizan los cálculos correspondientes que derivan en la selección del intercambiador de placas.



### 5.4.1 Carga térmica

La carga térmica del equipo consiste en el caudal de mosto hervido de 2000 litros en 75 minutos, (27 lts/min) y el salto de temperatura que debe experimentar es de 97°C a 18°C. Es decir, un  $\Delta T$  de 79°C.

A este salto de temperatura el equipo lo realizará en dos etapas. Esta carga térmica es la determinada en el punto 4.2.

Primer enfriamiento		
Carga térmica (Q̇6)	79005	kcal/h
Segundo enfriamiento		
Carga térmica (Q̇7)	31749	kcal/h

Tabla 3 - Carga térmica intercambiador

#### 5.4.2 Dimensionamiento del intercambiador

Dado que el equipo realizará el intercambio en dos etapas, dimensionamos cada una de ellas por separado.

Para determinar la cantidad de placas requeridas en el intercambiador se parte de:

$$N^{\circ} \text{ de placas} = \frac{\text{Area Total Calculada}}{\text{Area de placa}}$$

Se inicia del flujo de calor y las características a definir:

$$\dot{Q} = A_{Total} \cdot U \cdot \Delta T_{ml}$$

$$A_{Total} = \frac{\dot{Q}}{U \cdot \Delta T_{ml}}$$

Donde:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{mosto}} + \frac{1}{h_{agua}} + \frac{e}{K_{AlSi316}} + R_{mosto} + R_{agua}$$

$$\Delta T_{ml1} = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

Para iniciar el dimensionamiento se selecciona una placa comercial. La placa elegida es una M6-316-0,5-H-NBRP, debido a que es compatible con el modelo de intercambiador M6-M de Alfa Laval que por catálogo se adapta a los requerimientos de caudal establecidos.



Figura 9 - Placa intercambiador comercial

La misma cuenta con las siguientes dimensiones:

Lv (Entre ejes Vertical)	640	mm
Lh (Entre ejes Horizontal)	140	mm
Dp (Diámetro )	60	mm
β (ángulo de chevron desde vertical)	60	°
p (profundidad canal)	4	mm
pc (paso canal)	12	mm
e (espesor placa)	0,5	mm
Φ (Factor superficie)	1,125	
b (distancia placas)	3,5	mm

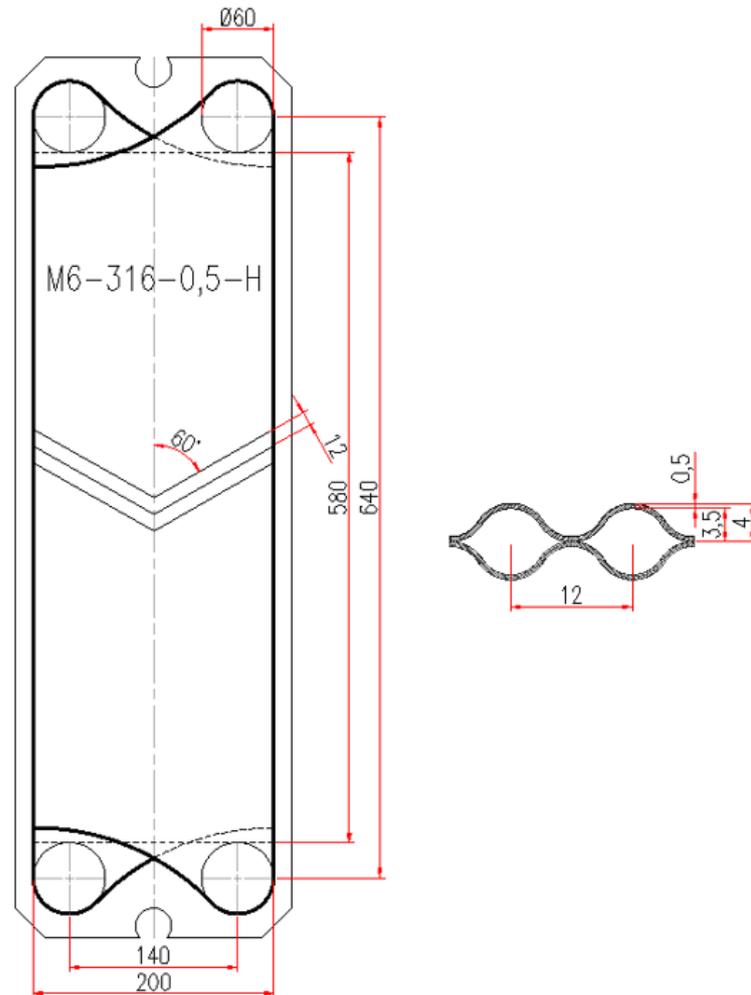


Figura 10 - Dimensiones placa intercambiador

5.4.2.1 Primera etapa - Cálculo térmico

Las condiciones de esta etapa son las obtenidas en el punto 4.2.2 y se ven resumidas en la siguiente tabla:

Primera etapa		
Caudal de mosto ( $\dot{V}_5$ )	27	l/min
Temperatura inicial mosto (T1)	97	°C
Temperatura final mosto (T2)	40	°C
Caudal de agua de enfriamiento 1	35,6	l/min
Temperatura inicial agua enfriamiento (t1)	31	°C
Carga térmica ( $\dot{Q}_6$ )	79005	kcal/h

Tabla 4 - Carga térmica primera etapa

Lo primero es obtener la temperatura media logarítmica:

En 4.2.2 se propuso  $T_2=40^\circ\text{C}$  y con ella se obtuvo  $\dot{Q}_6$ . Con  $\dot{Q}_6$  determinamos  $t_2$ .

$$t_2 = \frac{\dot{Q}_6}{\dot{V}_{\text{agua}} \cdot c_{p\text{agua}} \cdot \rho_{\text{agua}}} + t_1$$

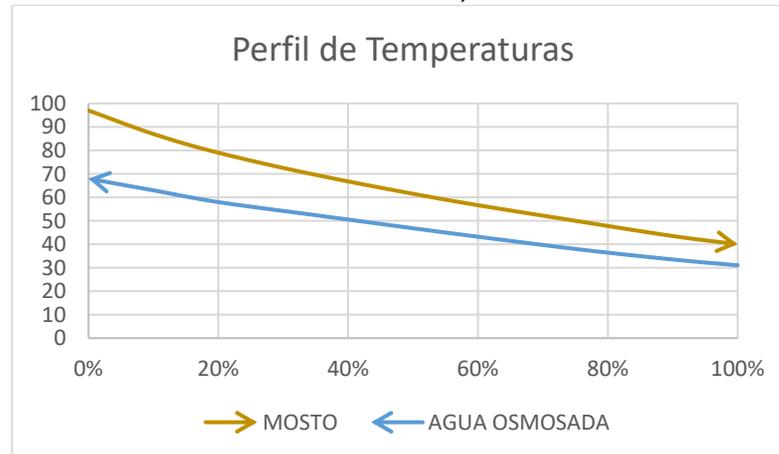
$$t_2 = \frac{1316,75 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}}{35,6 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}}} + 31^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 67,5^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{ml1} = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

$$\Delta T_{ml1} = \frac{(97^\circ\text{C} - 67,5^\circ\text{C}) - (40^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C})}{\ln \frac{(97^\circ\text{C} - 67,5^\circ\text{C})}{(40^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C})}}$$

$$\Delta T_{ml1} = 17,6^\circ\text{C}$$



Luego se determina el coeficiente U (Coeficiente total de transferencia térmica).

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{mosto}} + \frac{1}{h_{agua}} + \frac{e}{K_{AlSi316}} + R_{mosto} + R_{agua}$$

$$h = \frac{Nu \cdot k}{Dh}$$

Para una placa con patrón Chevron con ángulo 60° “Plate heat exchanger” (Wang, L. S.) establece:

*Chevron plates with  $\beta = 60^\circ$*

$$f = \begin{cases} 1.2575 + 188.75/Re & 90 < Re < 400 \\ 6.7Re^{-0.209} & 400 < Re < 16,000 \end{cases} \quad (7.8a)$$

$$Nu = \begin{cases} 1.89Re^{0.46}Pr^{1/2} & 20 < Re < 150 \\ 0.57Re^{0.7}Pr^{1/2} & 150 < Re < 600 \\ 1.12Re^{0.6}Pr^{1/2} & 600 < Re < 16,000 \end{cases} \quad (7.8b)$$

$$Re = \frac{Dh \cdot v \cdot \delta}{\mu}$$

$$Dh = \frac{8 \cdot b}{\Phi}$$

$$\Phi \text{ (factor superficie)} = \frac{\text{Superficie real}}{\text{Superficie proyectada}} = 1,125$$

$$Dh = \frac{8 \cdot 3,5 \text{ mm}}{1,125}$$

$$Dh = 24,88 \text{ mm} = 0,02488 \text{ m}$$

- Para el lado del mosto:

$$v_{mosto} = \frac{\dot{V}_{mosto}}{N^\circ \text{ Canales} \cdot \text{Área paso}}$$

Para determinar la velocidad se debe conocer la cantidad de canales por los que circula el mosto. Para esto se adopta una cantidad determinada de placas, para el caso se propone 20 placas. Así, el intercambiador se divide en 10 canales con circulación de agua y 10 canales de mosto.

$$\text{Área paso} = \text{Ancho real} \cdot \text{Distancia placas} \cdot \Phi$$

$$\text{Área paso} = \text{Ancho real} \cdot b \cdot \Phi$$

$$\begin{aligned} \text{Área paso} &= (0,14\text{m} + 0,06\text{m}) \cdot 0,0035\text{m} \cdot 1,125 \\ \text{Área paso} &= 0,0007875\text{m}^2 \end{aligned}$$

$$v_{\text{mosto}} = \frac{\dot{V}_{\text{mosto}}}{N^{\circ}\text{Canales} \cdot \text{Área paso}}$$

$$v_{\text{mosto}} = \frac{1,60 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{10 \cdot 0,0007875 \text{m}^2}$$

$$v_{\text{mosto}} = 203 \frac{\text{m}}{\text{h}} = 0,05644 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Re_{\text{mosto}} = \frac{0,02488 \text{m} \cdot 0,05644 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1050 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0,000725 \frac{\text{kg}}{\text{ms}}}$$

$$Re_{\text{mosto}} = 2033,5$$

Se determina el número de Prandtl

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr_{\text{mosto}} = \frac{0,904 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 2,61 \frac{\text{kg}}{\text{h m}}}{0,2039 \frac{\text{kcal}}{\text{h m} \cdot ^{\circ}\text{C}}}$$

$$Pr_{\text{mosto}} = 11,57$$

Según lo establecido para  $N^{\circ}$  Reynolds  $600 < 2033,5 < 16000$

*Chevron plates with  $\beta = 60^{\circ}$*

$$f = \begin{cases} 1.2575 + 188.75/Re & 90 < Re < 400 \\ 6.7Re^{-0.209} & 400 < Re < 16,000 \end{cases} \quad (7.8a)$$

$$Nu = \begin{cases} 1.89Re^{0.46}Pr^{1/2} & 20 < Re < 150 \\ 0.57Re^{0.7}Pr^{1/2} & 150 < Re < 600 \\ 1.12Re^{0.6}Pr^{1/2} & 600 < Re < 16,000 \end{cases} \quad (7.8b)$$

$$Nu = 1,12 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,5}$$

$$Nu_{\text{mosto}} = 1,12 \cdot 2033,5^{0,6} \cdot 11,57^{0,5}$$

$$Nu_{\text{mosto}} = 368,1$$

$$f = 6,7 \cdot Re^{-0,209} = 6,7 \cdot 2033,5^{-0,209}$$

$$f = 1,36$$

Finalmente se determina el coeficiente pelicular h:

$$h_{\text{mosto}} = \frac{Nu \cdot k}{Dh}$$

$$h_{\text{mosto}} = \frac{368,1 \cdot 0,2039 \frac{\text{kcal}}{\text{h m} \cdot ^{\circ}\text{C}}}{0,02488\text{m}}$$

$$h_{\text{mosto}} = 3015,5 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

- Para el lado del agua:

$$v_{\text{agua}} = \frac{\dot{V}_{\text{agua}}}{N^{\circ}\text{Canales} \cdot \text{Área paso}}$$

$$v_{agua} = \frac{2,133 \frac{m^3}{h}}{10 \cdot 0,0007875 m^2}$$

$$v_{agua} = 271 \frac{m}{h} = 0,07525 \frac{m}{s}$$

$$Re_{agua} = \frac{0,02488 m \cdot 0,07525 \frac{m}{s} \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{0,0007972 \frac{kg}{ms}}$$

$$Re_{agua} = 2349,3$$

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr_{agua} = \frac{1,00 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 2,869 \frac{kg}{h m}}{0,529 \frac{kcal}{h m \cdot ^\circ C}}$$

$$Pr_{agua} = 5,426$$

$$Nu = 1,12 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,5}$$

$$Nu_{agua} = 1,12 \cdot 2349,3^{0,6} \cdot 5,426^{0,5}$$

$$Nu_{agua} = 274,8$$

Finalmente, el coeficiente pelicular h:

$$h = \frac{Nu \cdot k}{Dh}$$

$$h_{agua} = \frac{274,8 \cdot 0,529 \frac{kcal}{h m \cdot ^\circ C}}{0,02488 m}$$

$$h_{agua} = 5839,8 \frac{kcal}{h m^2 \cdot ^\circ C}$$

Con los coeficientes peliculares obtenidos ahora podemos determinar U:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{mosto}} + \frac{1}{h_{agua}} + \frac{e}{K_{AIS1316}} + R_{mosto} + R_{agua}}$$

Los coeficientes de ensuciamiento para el lado del mosto y del agua son los siguientes:

$$R_{mosto} = 0,0004 \frac{h m^2 \cdot ^\circ C}{kcal}$$

$$R_{agua} = 0,00035 \frac{h m^2 \cdot ^\circ C}{kcal}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{3015,5 \frac{kcal}{h m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{1}{5839,8 \frac{kcal}{h m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{0,0005 m}{14,018 \frac{kcal}{h m \cdot ^\circ C}} + 0,0004 \frac{h m^2 \cdot ^\circ C}{kcal} + 0,00035 \frac{h m^2 \cdot ^\circ C}{kcal}}$$

$$U = 1629,92 \frac{kcal}{h m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$Area\ necesaria = \frac{\dot{Q}}{U \cdot \Delta T_{ml}}$$

$$\text{Area necesaria} = \frac{79005 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{1629,92 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \cdot 17,6^\circ\text{C}}$$

$$\text{Area necesaria} = 2,75 \text{ m}^2$$

$$N^\circ \text{ de placas} = \frac{\text{Area necesaria}}{\text{Area placa}}$$

$$\text{Area placa} = \text{Area proyectada} \cdot \Phi$$

$$\text{Area proyectada} = (Lv - Dp) \cdot (Lh + Dp)$$

$$\text{Area proyectada} = (0,64\text{m} - 0,060\text{m}) \cdot (0,140\text{m} + 0,060\text{m}) = 0,116 \text{ m}^2$$

$$\text{Area placa} = 0,116 \text{ m}^2 \cdot 1,125 = 0,1305 \text{ m}^2$$

$$N^\circ \text{ de placas} = \frac{2,75 \text{ m}^2}{0,1305 \text{ m}^2}$$

$$N^\circ \text{ de placas} = 21,05$$

#### 5.4.2.2 Primera etapa - Cálculo hidráulico

Como último paso se debe verificar que la pérdida de carga para cada circuito del intercambiador se encuentre dentro de los parámetros admisibles, los cuales no están establecidos por una bibliografía específica, sino que es un criterio del diseñador y una relación de compromiso entre el costo del intercambiador, y el costo del bombeo de los fluidos. Para este caso, se adopta una pérdida de carga admisible de  $0,05 \text{ kg/cm}^2 \approx 0,5\text{m}$  para el intercambiador limpio.

La pérdida de carga por fricción en las placas está determinada por:

$$\Delta Pf = 2f \left( \frac{L}{Dh} \right) \left( \frac{\dot{G}^2}{\rho} \right)$$

f es el factor de fricción de Fanning

L es la distancia entre los pasajes de cada placa del intercambiador

Dh es el diámetro hidráulico

$\dot{G}$  es el flujo másico de fluido

$\rho$  es la densidad del fluido

La pérdida de carga en los puertos de ingreso y salida de las placas es:

$$\Delta P_{Ni} = 1,5 \cdot N_{pass} \cdot \left( \frac{\rho U^2}{2} \right)$$

$\rho$  es la densidad del fluido

U es la velocidad en los puertos de ingreso y salida

N<sub>pass</sub> es el número de pasajes del fluido

La pérdida de carga total resulta:

$$\Delta P = \Delta Pf + \Delta P_{Ni}$$

- Para el lado del mosto:

$$\Delta Pf = 2 \cdot 1,36 \cdot \left( \frac{640\text{mm}}{24,88\text{mm}} \right) \left( \frac{\left( 59,26 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{s}} \right)^2}{1050 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right)$$

$$\Delta Pf = 2345,2 \text{ Pa} = 0,024 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta P_{Ni} = 1,5 \cdot 10 \cdot \frac{1050 \frac{kg}{m^3} \left( \frac{27 \frac{l}{min} \cdot \frac{1min}{60seg} \cdot \frac{1m^3}{1000l}}{\pi \cdot \frac{(0,06m)^2}{4}} \right)^2}{2}$$

$$\Delta P_{Ni} = 194,6 Pa = 0,002 kg/cm^2$$

$$\Delta P = 2539,8 Pa = 0,026 kg/cm^2$$

- Para el lado del agua:

$$\Delta P_f = 3852,7 Pa = 0,039 kg/cm^2$$

$$\Delta P_{Ni} = 329,5 Pa = 0,003 kg/cm^2$$

$$\Delta P = 4182,2 Pa = 0,042 kg/cm^2$$

### 5.4.2.3 Primera etapa - Resultados

El número de placas determinadas el cálculo térmico no coincide con el número de placas adoptadas (20). Es necesario modificar el número de placas propuestas e iterar hasta lograr la coincidencia, para esto llevamos las fórmulas utilizadas a una hoja de cálculo y modificamos la cantidad de placas adoptadas hasta coincidir con el número de placas requeridas en nuestro intercambiador. Verificando a la vez que la pérdida de carga se mantenga dentro de lo admisible.

A partir de la hoja de cálculo se obtuvo 25 placas de intercambio para la primera etapa, requiriendo 12 canales de circulación de mosto, y 13 de agua. A estas 25 placas de intercambio debemos sumarle dos (2) placas más, que son las placas de cierre, las cuales no intercambian calor.

A continuación, se muestra la planilla resumen obtenida para la primera etapa:

INTERCAMBIADOR DE CALOR A PLACAS	1er etapa	
	Mosto	Agua
Temp. Entrada [°C]	97	31
Temp. Salida [°C]	40	67,5
Caudal [m3/h]	1,6	2,133
Carga térmica [kcal/h]	79005	
Temp. Media Log. [°C]	17,64	
Área por placa [m2]	0,1305	
N° de placas Propuesto	25	
Diámetro hidráulico Dh [m]	0,02489	
Coefficiente transferencia placas	3,57E-05	
	Mosto	Agua
Densidad [kg/m3]	1050	1000
Viscosidad dinámica [Pa.s]	0,0007253	0,0007972
Poder calorífico Cp [kcal/Kg.°C]	0,904	1
Conductividad térmica k [kcal/h.m.°C]	0,204	0,529
N° de pasos	1	1
N° Canales	12	13
Velocidad de fluido [m/s]	0,04703	0,05788
Reynolds	1694,6	1807,2
Prandtl	11,577	5,426
Nusselt	329,9	234,8
Coefficiente pelicular h [kcal/h.m2.°C]	2703,0	4989,2
Coefficiente ensuciamiento [h.m2.°C/kcal]	4,65E-05	4,07E-05
Pérdida de carga ΔP [kg/cm2]	0,020	0,029
Coefficiente total de transferencia U [kcal/h.m2.°C]	1442,5	
Área necesaria [m2]	3,10	
Área Total obtenida [m2]	3,2625	
Ratio	1,051	

## 5.4.2.4 Segunda etapa

Se procede de igual manera que con la primera etapa. Esta vez las condiciones de la etapa son las obtenidas en el punto 4.2.3 y el líquido enfriador es agua glicolada 30%.

Segundo enfriamiento		
Caudal de mosto	27	l/min
Temperatura final de mosto (T3)	18	°C
Temperatura entrada agua glicolada (t3)	-2	°C
Temperatura salida agua glicolada (t4)	15	°C
Caudal de agua glicolada	32	l/min
Carga térmica ( $\dot{Q}_7$ )	31749	kcal/h

Tabla 5 - Carga térmica segunda etapa

El procedimiento se realiza de igual manera que en la primera etapa, se utiliza una hoja de cálculo para proponer un número de placas y se itera hasta coincidir con el número de placas requeridas en nuestro intercambiador. Verificando a la vez que la pérdida de carga se mantenga dentro de lo admisible.

A continuación, se muestra la planilla resumen obtenida para la segunda etapa:

INTERCAMBIADOR DE CALOR A PLACAS	2da etapa	
	Mosto	Agua Glicolada%
Temp. Entrada [°C]	40	-2
Temp. Salida [°C]	18	15
Caudal [m3/h]	1,6	1,88
Carga térmica [kcal/h]	31749	
Temp. Media Log. [°C]	22,41	
Área por placa [m2]	0,1305	
N° de placas Propuesto	19	
Diámetro hidráulico Dh [m]	0,02489	
Coefficiente transferencia placas	3,57E-05	
	Mosto	Agua Glicolada 30%
Densidad [kg/m3]	1050	1056
Viscosidad dinámica [Pa.s]	0,001025	0,001864
Poder calorífico Cp [kcal/Kg.°C]	0,859	0,94
Conductividad térmica k [kcal/h.m.°C]	0,350	0,421
N° de pasos	1	1
N° Canales	9	10
Velocidad de fluido [m/s]	0,06271	0,06636
Reynolds	1598,8	935,8
Prandtl	9,045	14,969
Nusselt	281,6	262,7
Coefficiente pelicular h [kcal/h.m2.°C]	2307,2	4448,3
Coefficiente ensuciamiento [h.m2.°C/kcal]	4,65E-05	4,07E-05
Pérdida de carga $\Delta P$ [kg/cm2]	0,035	0,043
Coefficiente total de transferencia U [kcal/h.m2.°C]	1300,6	
Área necesaria [m2]	1,09	
Área Total obtenida [m2]	2,4795	
Ratio	2,276	

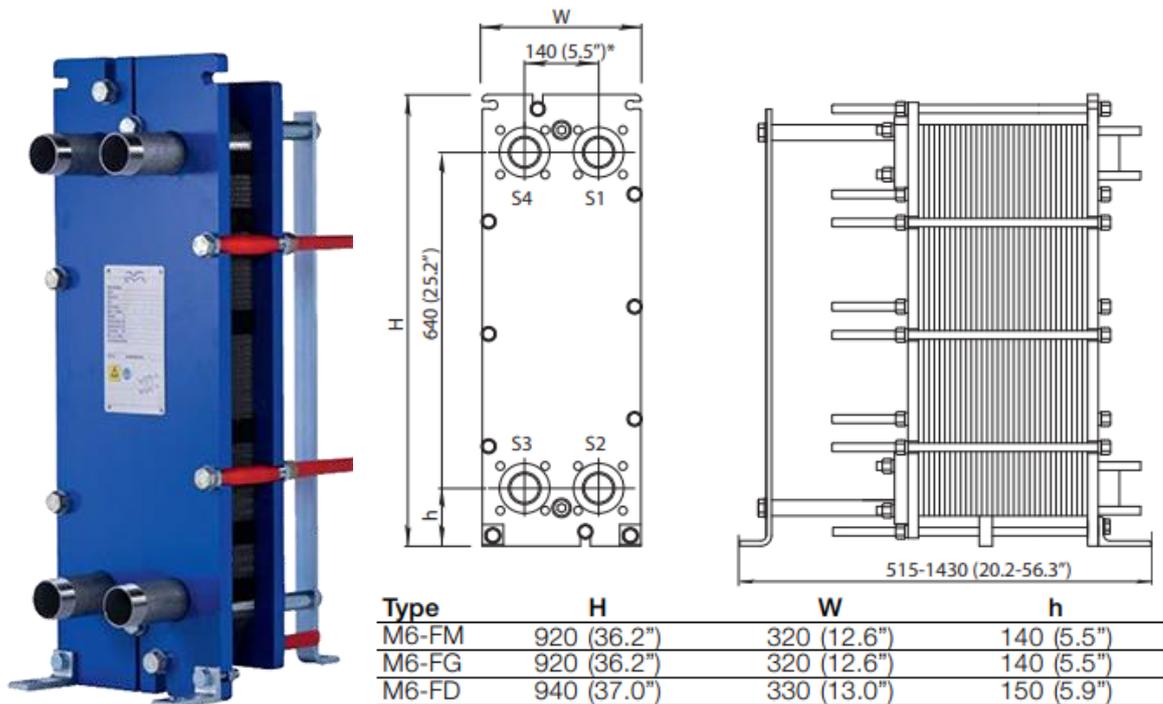


Figura 11 - Representación y dimensiones generales de intercambiador a placas Alfa Laval M6

## 5.5 Cálculo y diseño de fermentador

### 5.5.1 Descripción del equipo

La fermentación de la cerveza se efectúa dentro de tanques cilindro-cónicos. Estos tanques se construyen con una virola cilíndrica y un fondo cónico. Se opta por esta forma a los fines de que la levadura se acumule en la parte inferior y pueda ser extraída con mayor facilidad. También favorece a un mejor vaciado del tanque y su limpieza. El cabezal será de forma toriesférico.

El material seleccionado para la confección del mismo es acero inoxidable AISI 304L, siendo éste apto según lo establecido en el CAA-Cap.III. Debe realizarse un pulido de grado alimenticio en la superficie interior y las soldaduras de este para evitar que se generen fuentes de contaminación.

Para la refrigeración del mismo se lo equipa con una camisa por la parte exterior donde circula una solución de agua-glicol al 30%.

Si bien durante el proceso de fermentación se libera el CO<sub>2</sub> producido generando así un barrido de gases volátiles no deseados; al final del proceso se procura retener cierta cantidad de CO<sub>2</sub> para la gasificación de la cerveza.

Para que se produzca esta gasificación se debe solubilizar el CO<sub>2</sub> en la cerveza, para lo cual tiene un papel fundamental la presión en el interior del tanque, ya que, para una determinada temperatura, a mayor presión, mayor es la solubilidad del CO<sub>2</sub>. Es por esto que se justifica diseñar el tanque para soportar presión interna.

Por otro lado, la limpieza del recipiente se realiza con sistema CIP y agua caliente (entre 80-100°C). Ocasionalmente y por una operación descuidada del equipo durante la limpieza, se pueden generar vapores que al enfriarse pueden condensar y dejar el recipiente sometido a vacío, por lo que se verifica el recipiente también para esta condición.

El rango de temperatura a la cual se somete el fermentador en operación es de 18°C durante la fermentación, 2°C durante la maduración y 100°C durante la limpieza.

El equipo estará soportado mediante 4 patas distribuidas a 90°.

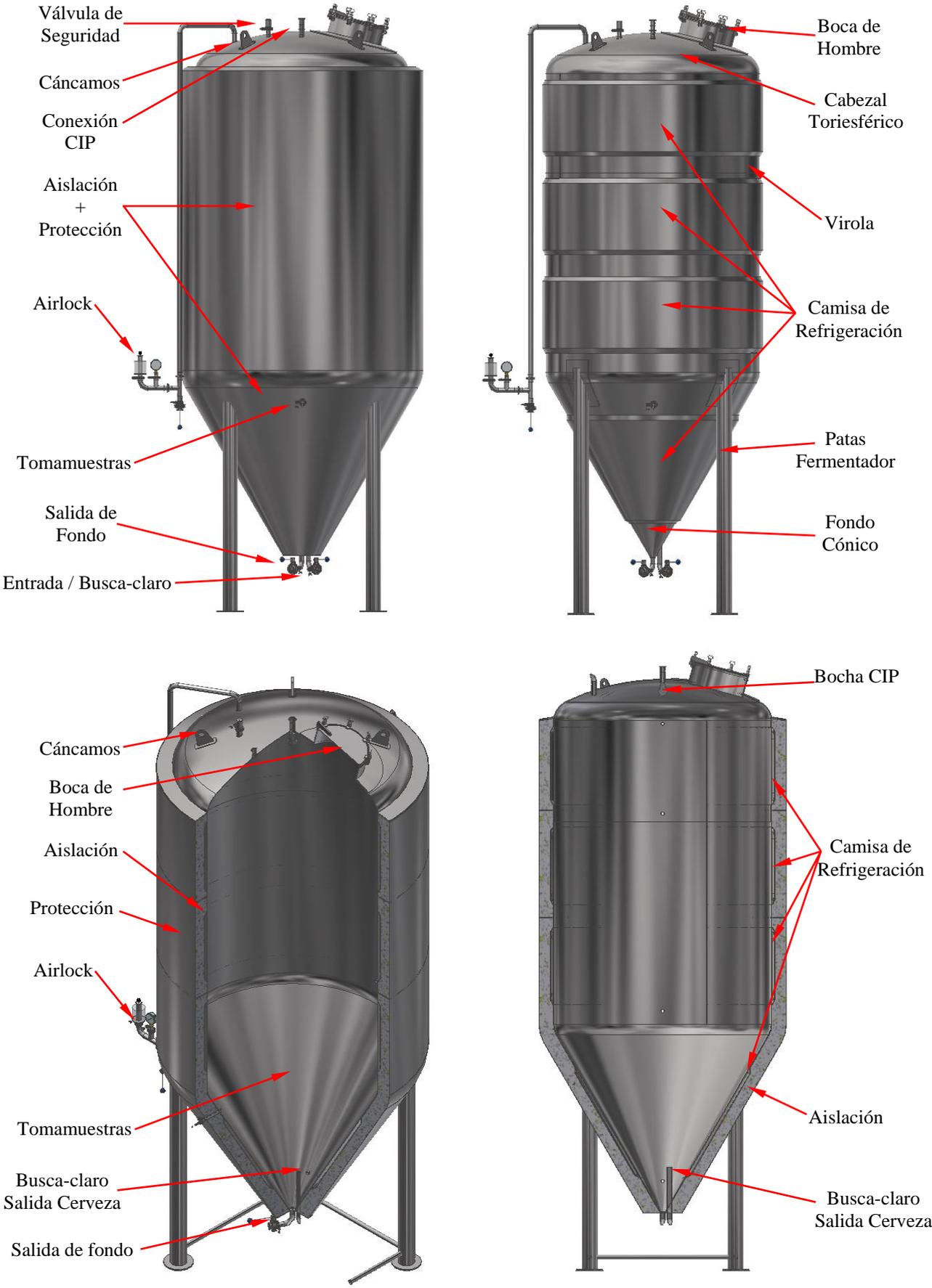


Figura 12 - Representación del fermentador

### 5.5.2 Diseño geométrico

El fermentador se diseña para contener el volumen de dos lotes de cocción, es decir 4000 litros, a esto se debe sumar el volumen que ocupa la levadura agregada (1 litro por cada 100 litros de mosto) y se contempla además el volumen de la capa de espuma generada por el ascenso del CO<sub>2</sub>, lo cual es un 20% aproximadamente.

Resulta:

$$\begin{aligned} \text{Volumen requerido} &= \text{Vol mosto} + \text{Vol levadura} + \text{Vol espuma} \\ \text{Volumen requerido} &= 4000 \text{ l} + (4000 \text{ l}) \cdot 0,01 + (4000 \text{ l}) \cdot 0,2 \\ \text{Volumen requerido} &= 4840 \text{ litros} \end{aligned}$$

La relación entre diámetro y altura total de mosto óptima es 1:2; y la relación entre diámetro y altura de mosto en el cilindro 1:l a 1:1,5.

El ángulo del cono usualmente se encuentra entre 60° y 75°, adoptando para este caso, 60°.

Con estas condiciones geométricas y teniendo en cuenta las dimensiones comerciales de las chapas, se definieron las dimensiones del fermentador, verificando que satisfaga el requerimiento de capacidad.

Cilindro		Chapas	
Diámetro interior	1580 mm	Ancho Chapa	1500mm
Relación altura cilindro / diámetro	1,4	Largo chapa	3000mm
Altura cilindro	2212 mm	Cant. chapa longitudinal Cilindro	1,47
Perímetro	4963,7 mm	Cant. chapa circunferencial Cilindro	1,65
Cono			
Diámetro interior	1580 mm		
α Cono	30°		
Altura cono	1368 mm		
Generatriz cono	1580 mm	Cant. chapas Cono	1
Total			
Altura total	3580 mm		
Relación altura total / diámetro	2,26		
Rel. altura mosto total / diámetro	2,14		
Rel. altura mosto cilindro / diámetro	1,27		

Tabla 6 - Geometría fermentador

$$\begin{aligned} \text{Volumen Fermentador} &= \text{Vol cilindro} + \text{Vol cono} \\ \text{Volumen Fermentador} &= \frac{\pi \cdot D_{int}^2 \cdot h_{cil}}{4} + \frac{\pi \cdot r_{int}^2 \cdot h_{cono}}{3} \\ \text{Volumen Fermentador} &= \frac{\pi \cdot (1,580m)^2 \cdot 2,212m}{4} + \frac{\pi \cdot \left(\frac{1,580m}{2}\right)^2 \cdot 1,368m}{3} \\ \text{Volumen Fermentador} &= 5,2313m^3 = 5231,3 \text{ litros} \end{aligned}$$

La geometría desarrollada responde a las consideraciones de diseño expuestas en el presente documento, y se pueden ver en el plano: PFC-PEQ-001 (Fermentador 4000 litros)

### 5.5.3 Reglamentos aplicados

Para el desarrollo se han considerados los siguientes reglamentos:

- ASME Boiler and Pressure Vessel Code Sección VIII, División 1: "Rules of Construction of Pressure Vessel" – Versión: 2015

### 5.5.4 Condiciones de operación

De acuerdo a la información recabada y detallada anteriormente, se tiene la siguiente caracterización:

- Tipo de recipiente: Recipiente cilíndrico-cónico, montaje vertical.
- Fluido: Mosto de malta / cerveza.
- Temperatura: 2°C / 100°C.
- Presión recipiente: Interna: 20,3 lib/plg<sup>2</sup> (1,4 barA) / Externa: 14,5 lib/plg<sup>2</sup> (1 barA)
- Presión camisa: Interna: 14,5 lib/plg<sup>2</sup> (1 barA)

5.5.5 Condiciones de diseño

De la caracterización anterior y de los reglamentos aplicados, se tiene:

- Tipo de recipiente: Recipiente cilíndrico-cónico, montaje vertical.
- Fluido: Mosto de malta / cerveza.
- Temperatura: 150°C.
- Presión virola: Interna: 30 lib/plg2 (2,07 barA) / Externa: 36,26 lib/plg2 (2,5 barA)
- Presión cono: Interna: 30 lib/plg2 (2,07 barA) / Externa: 36,26 lib/plg2 (2,5 barA)
- Presión casquete: Interna: 30 lib/plg2 (2,07 barA) / Externa: 18,125 lib/plg2 (1,25 barA)
- Presión camisa: Interna: 30 lib/plg2 (2,07 barA)
- Presión de prueba hidráulica a temperatura ambiente (UG-99b): 49,3 lib/plg2 (3,4barA)
- Eficiencia de las juntas: 0,6

5.5.6 Materiales adoptados

Propiedades mecánicas de los materiales						
Material	σ Fluencia			σ Admisible a T Diseño		
	MPa	kg/cm2	psi (lib/plg2)	MPa	kg/cm2	psi (lib/plg2)
ASTM A-240 304L	170	1733,5	24656,8	82,74	843,72	12000
ASTM A-312 TP-304L	170	1733,5	24656,8	-	-	-

Tabla 7 - Propiedades material del fermentador

5.5.7 Determinación de espesores

5.5.7.1 Espesor de virola – Presión interna

La normativa (UG-27) establece que la presión mínima de diseño a emplear debe ser:

$$P_{d-int} = P_{operación} + P_{hidrost.} = 1,47 \text{ barA} < 2,0 \text{ barA} \rightarrow P_{d-int} = 2,0 \text{ barA} = 30 \frac{lb}{plg^2}$$

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P}$$

$$t = \frac{30 \frac{lb}{plg^2} \cdot \frac{62,2plg}{2}}{12000 \frac{lb}{plg^2} \cdot 0,6 - 0,6 \cdot 30 \frac{lb}{plg^2}}$$

$$t = 0,129 \text{ plg} = 3,29 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{3,5 \text{ mm}}$$

5.5.7.2 Espesor de virola – Presión externa

La normativa (UG-28f) establece que la presión mínima de diseño a emplear debe ser:

$$P_{d-ext} = 15 \frac{lb}{plg^2}; \text{ ó } P_{ext.max.} \cdot 1,25 \rightarrow P_{d-ext} = 2,5 \text{ barA} = 36,26 \frac{lb}{plg^2}$$

$$P_a = \frac{4 \cdot B}{3 \cdot \left(\frac{D_o}{t}\right)}$$

B = Coeficiente que depende de la relación diámetro/largo; temperatura de trabajo y módulo de elasticidad del material.

Do = Diámetro exterior del recipiente

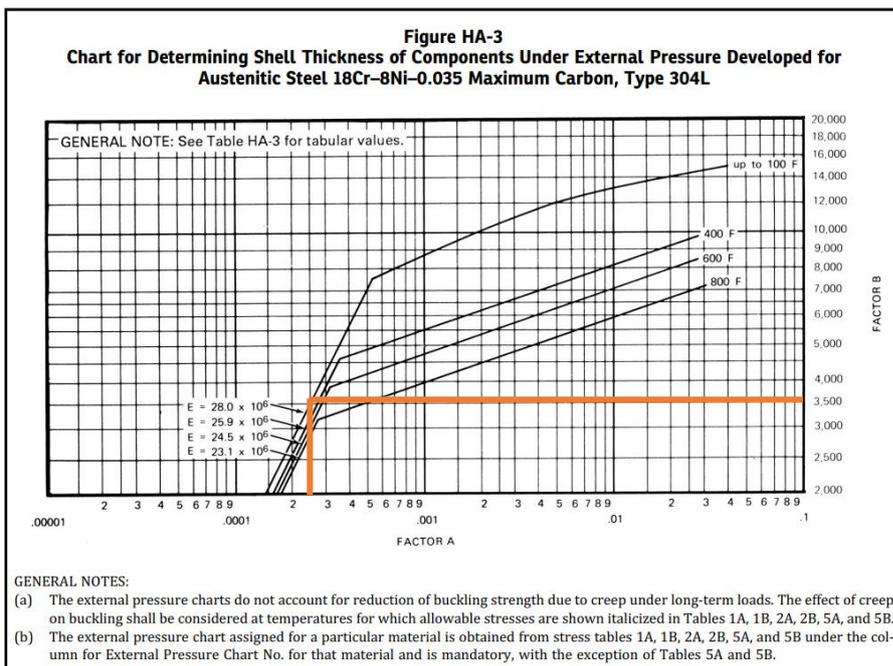
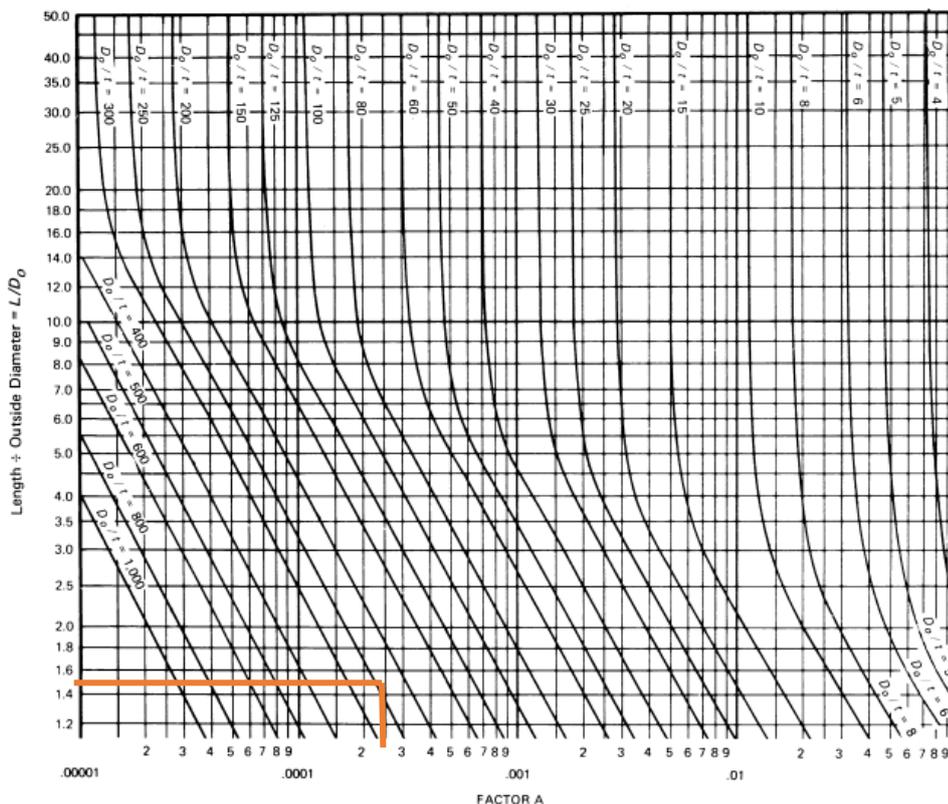
t = Espesor propuesto

Pa = Presión admisible

t propuesto	6,35 mm
Relación L/Do	1,495
Relación Do/t	249
A (Figure G)	0,00025
B (Figure HA-3)	3500

Figure G

Geometric Chart for Components Under External or Compressive Loadings (for All Materials)



$$Pa = \frac{4 \cdot 3500}{3 \cdot (249)}$$

$$Pa = 18,7 \frac{lb}{plg^2} < 36,26 \frac{lb}{plg^2} ; \text{NO VERIFICA}$$

Proponemos anillos rigidizadores para reducir la longitud afectada del recipiente.  
La inercia requerida para que el anillo cumpla función de rigidizador viene dada por:

$$I_r = \frac{D_o^2 \cdot L_s \cdot \left(t + \frac{A_s}{L_s}\right) \cdot A}{14}$$

Do = Diámetro exterior del recipiente

Ls = Suma de la mitad de las distancias a ambos lados del anillo, desde la línea de centro del anillo hasta el siguiente; hasta la línea del cabezal a 1/3 de su altura; o a la unión del cilindro con el cono.

As = Area de sección transversal del anillo

A = Factor determinado en la gráfica "Figure HA-3" para el material del anillo.

t = Espesor mínimo de la pared del recipiente (propuesto).

t mínimo recipiente	4 mm	0,1575 plg
t anillo	7,94 mm	5/16 plg
b anillo	101,6 mm	4 plg
As	1612,9 mm <sup>2</sup>	1 1/4 plg
I Sección	693719 mm <sup>4</sup>	1,66 plg <sup>4</sup>
Cantidad Anillos	2	
Ls	787,3 mm	31 plg
Do	1584 mm	62,36 plg

$$B = \frac{3}{4} \cdot \left( \frac{P \cdot D_o}{t + \frac{A_s}{L_s}} \right) = 8575 \rightarrow \text{"Figure G"} \rightarrow A = 0,0009$$

$$I_r = \frac{D_o^2 \cdot L_s \cdot \left(t + \frac{A_s}{L_s}\right) \cdot A}{14}$$

$$I_r = 1,53 \text{ plg}^4 < 1,66 \text{ plg}^4$$

**EL ANILLO PROPUESTO VERIFICA COMO RIGIDIZADOR**

Recalculo el recipiente con la longitud afectada Ls;

t propuesto	6 mm
Relación L/Do	0,498
Relación Do/t	263
A (Figure G)	0,0007
B (Figure HA-3)	8000

$$P_a = \frac{4 \cdot 8000}{3 \cdot (263)} = 40,5 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

$$P_a = 40,5 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} > 36,26 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}; \text{VERIFICA}$$

### 5.5.7.3 Espesor del cono - Presión interna

La presión mínima de diseño es:  $P_{d-int} = 2,0 \text{ bar} A = 30 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \cos \alpha \cdot (S \cdot E - 0,6 \cdot P)}$$

$$t = \frac{30 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} \cdot 62,2 \text{ plg}}{2 \cdot \cos 30^\circ \cdot (12000 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} \cdot 0,6 - 0,6 \cdot 30 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2})} =$$

$$t = 0,150 \text{ plg} = 3,810 \text{ mm}$$

### 5.5.7.4 Espesor del cono - Presión externa

La normativa (UG-28f) establece que la presión mínima de diseño a emplear debe ser:

$$P_{d-ext} = 15 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}; \text{ ó } P_{ext.max.} \cdot 1,25 \rightarrow P_{d-ext} = 2,5 \text{ bar} A = 36,26 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

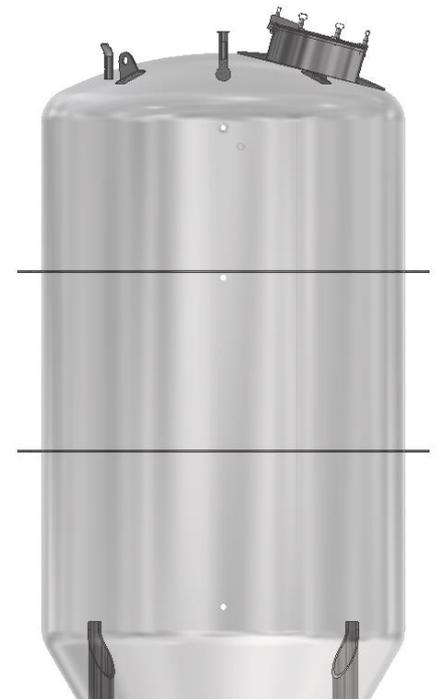


Figura 13 - Anillos rigidizadores

t propuesto	8 mm
Relación L/Do	0,866
Relación Do/t	198
A (Figure G)	0,00055
B (Figure HA-3)	7500

Tabla 8 - Geometría del fondo cónico

$$Pa = \frac{4 \cdot 7500}{3 \cdot (198)} = 50,63 \frac{lb}{plg^2}$$

$$Pa = 50,63 \frac{lb}{plg^2} > 36,25 \frac{lb}{plg^2} ; \text{VERIFICA}$$

5.5.7.5 Espesor del casquete Toriesférico – Presión interna

La presión mínima de diseño es:  $P_{d-int} = 2,0 \text{ bar}A = 30 \frac{lb}{plg^2}$

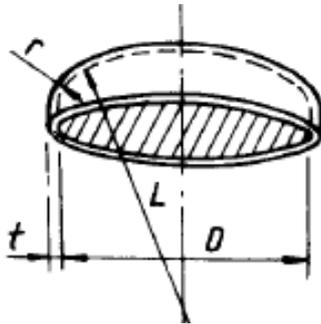


Figura 14 - Esquema casquete toriesférico

Geometría casquete toriesférico	
Diametro Interior	1580 mm
Radio casquete (L)	1580 mm
Radio curvaturas (r)	150 mm
L/r	10,53
M	1,56

Tabla 9 - Geometría casquete del fermentador

VALORES DEL FACTOR "M"																	
L/r	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
M	1.00	1.03	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15	1.17	1.18	1.20	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.36	1.39
L/r	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16.5	*
M	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77	

\* LA MAXIMA RAZON PERMITIDA ES: L = D + 2t (véase la nota 2 de la página opuesta)

$$t = \frac{P \cdot L \cdot M}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P}$$

$$t = \frac{30 \frac{lb}{plg^2} \cdot 62,2plg \cdot 1,56}{2 \cdot 12000 \frac{lb}{plg^2} \cdot 0,6 - 0,2 \cdot 30 \frac{lb}{plg^2}}$$

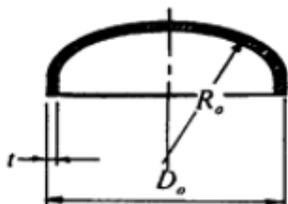
$$t = 0,202 plg = 5,14 \text{ mm} \rightarrow 6 \text{ mm}$$

Se selecciona el espesor de chapa inmediato comercial. Que luego de conformado sufre una reducción y resulta en 5,15mm de espesor del casquete.

5.5.7.6 Espesor casquete Toriesférico – Presión externa

La normativa (UG-28f) establece que la presión mínima de diseño a emplear debe ser:

$$P_{d-ext} = 15 \frac{lb}{plg^2}; \text{ ó } P_{ext.max.} \cdot 1,25 \rightarrow P_{d-ext} = 1,25 \text{ bar}A = 18,125 \frac{lb}{plg^2}$$



t propuesto	5,15 mm
Ro	790
A=0,125/(Ro/t)	0,0008
B	8200

$$Pa = \frac{B}{\left(\frac{Ro}{t}\right)} = \frac{8200}{(153,39)}$$

$$Pa = 53,45 \frac{lb}{plg^2} > 18,125 \frac{lb}{plg^2} ; \text{VERIFICA}$$

5.5.7.7 *Espesor de la camisa – Presión interna*

La presión mínima de diseño es:  $P_{d-int} = 2,0 \text{ bar}A = 30 \frac{lb}{plg^2}$

$$t = \frac{30 \frac{lb}{plg^2} \cdot \frac{64plg}{2}}{12000 \frac{lb}{plg^2} \cdot 0,6 - 0,6 \cdot 30 \frac{lb}{plg^2}}$$

$$t = 0,134 plg = 3,39 \text{ mm} \rightarrow 3,5 \text{ mm}$$

5.5.7.8 *Determinación de espesores - Resumen*

Espesores adoptados		Anillo rigidizador
Espesor virola	6 mm	Rectangular 5/16"x 4"
Espesor cono	8 mm	
Espesor casquete	6 mm → 5,15mm	
Espesor camisa	3,5 mm	

Tabla 10 - Espesores adoptados fermentador

5.5.8 *Encamisado*

5.5.8.1 *Carga térmica*

En primera instancia se dimensiona el encamisado según la necesidad propia de proceso. En el punto 4.3 se determinó el requerimiento en los fermentadores para un batch de cocción (2000 litros). Al dimensionar los fermentadores para 4000 litros, el requerimiento será el doble. La mayor solicitud de refrigeración de los fermentadores se da en la etapa de maduración (4.3.2), por lo que ésta será la condición para dimensionar el encamisado.

Paso a temperatura de Maduración	Q̇9	1203	kcal/h
Maduración	Q̇10	85,5	kcal/h

Tabla 11 - Carga térmica del fermentador en maduración

$$\dot{Q}_{\text{Fermentador}} = (\dot{Q}_9 + \dot{Q}_{10}) \cdot 2$$

$$\dot{Q}_{\text{Fermentador}} = \left(1203 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} + 85,5 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}\right) \cdot 2$$

$$\dot{Q}_{\text{Fermentador}} = 2576 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 42,9 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}$$

5.5.8.2 *Caudal de agua/glicol*

$$\dot{V}_{glicF} = \frac{\dot{Q}_{\text{Ferm}}}{c_{p_{glic}} \cdot \rho_{glic} \cdot (T_{sal} - T_{Ent})}$$

$$\dot{V}_{glicF} = \frac{42,9 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}}{0,94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1,035 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot [0^\circ\text{C} - (-2^\circ\text{C})]}$$

$$\dot{V}_{glicF} = 22,07 \frac{\text{litros}}{\text{min}} = 1324 \frac{\text{litros}}{\text{h}}$$

5.5.8.3 Diferencia de temperatura media logarítmica

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_{cer} - t_{Eglic}) - (T_{cer} - t_{sglic})}{\ln \frac{(T_{cer} - t_{Eglic})}{(T_{cer} - t_{sglic})}}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{(2 - (-2)) - (2 - 0)}{\ln \frac{(2 - (-2))}{(2 - 0)}}$$

$$\Delta T_{ml} = 2,88 \text{ } ^\circ\text{C}$$

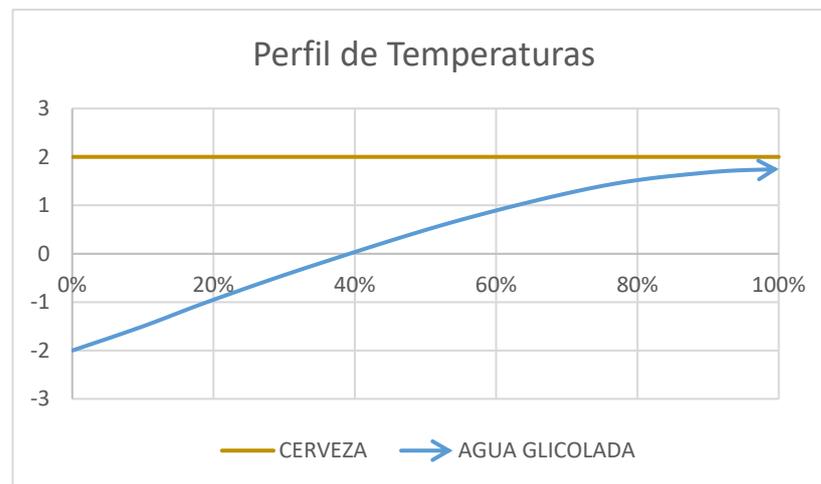


Figura 15 - Diagrama temperaturas camisa fermentador

5.5.8.4 Coeficiente global de transferencia térmica

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{interior}} + \frac{1}{h_{camisa}} + \frac{e}{K_{AISI304}} + R_{cerveza} + R_{agua}}$$

5.5.8.5 h interior fermentador

La transferencia de calor en el interior del tanque se produce por convección natural, por lo que el coeficiente pelicular se determina mediante el número de Nusselt para este caso.

$$h_{interior} = \frac{Nu_{conv.nat} \cdot k_{cerveza}}{D_{int}}$$

El número de Nusselt para convección natural viene dado por la siguiente ecuación que correlaciona el número de Rayleigh y los coeficientes C y n.

$$Nu_{conv.nat} = C \cdot Ra^n$$

$$Ra = Gr \cdot Pr$$

$$Gr = \frac{g\beta}{\nu^2} \Delta T \cdot L^3$$

g es la aceleración de la gravedad

β es el coeficiente de expansión volumétrica

ΔT es la diferencia entre la temperatura del fluido y la temperatura de la superficie.

L es la longitud característica del sistema. En este caso, la longitud vertical del fermentador.

ν es la viscosidad cinemática.

$$Gr = \frac{9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 0,0001722 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot (2^\circ\text{C} - (-1^\circ\text{C})) \cdot (2,212 \text{ m})^3}{\left(0,9762 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}\right)^2}$$

$$Gr = 5,75 \cdot 10^{10}$$

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr = \frac{0,854 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} \cdot 4,7937 \frac{kg}{h \cdot m}}{0,388 \frac{kcal}{h \cdot m \cdot ^{\circ}C}}$$

$$Pr = 10,55$$

$$Ra = Gr \cdot Pr$$

$$Ra = 5,75 \cdot 10^{10} \cdot 10,55$$

$$Ra = 6,066 \cdot 10^{11}$$

	$1700 < Ra < 10^6$	$10^8 < Ra < 10^{10}$	$10^{10} < Ra < 10^{13}$
<i>C</i>	0,59	0,13	0,021
<i>n</i>	0,25	0,33	0,4

Tabla 12 - Valores de las constantes de la ecuación de Nusselt para convección natural Planos verticales y cilindros verticales

$$C = 0,021$$

$$n = 0,4$$

$$Nu_{conv.nat} = C \cdot Ra^n$$

$$Nu_{conv.nat} = 0,021 \cdot (6,066 \cdot 10^{11})^{0,4}$$

$$Nu_{conv.nat} = 1084,8$$

$$h_{interior} = \frac{Nu_{conv.nat} \cdot k_{cerveza}}{D_{int}}$$

$$h_{interior} = \frac{1084,8 \cdot 0,451 \frac{W}{m \cdot ^{\circ}C}}{1,58m}$$

$$h_{interior} = 279,8 \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}C}$$

5.5.8.6 *h* camisa

Para calcular el coeficiente de transmisión de calor del lado de la camisa, *h*camisa, se ha de definir primero el tipo de camisa a instalar. Para este problema, el sistema escogido es una camisa anular con baffles (deflectores) en espiral, con el objetivo de obtener mayores velocidades (que sin deflectores) del fluido refrigerante. Su cálculo, es un caso especial de los sistemas de serpentines.

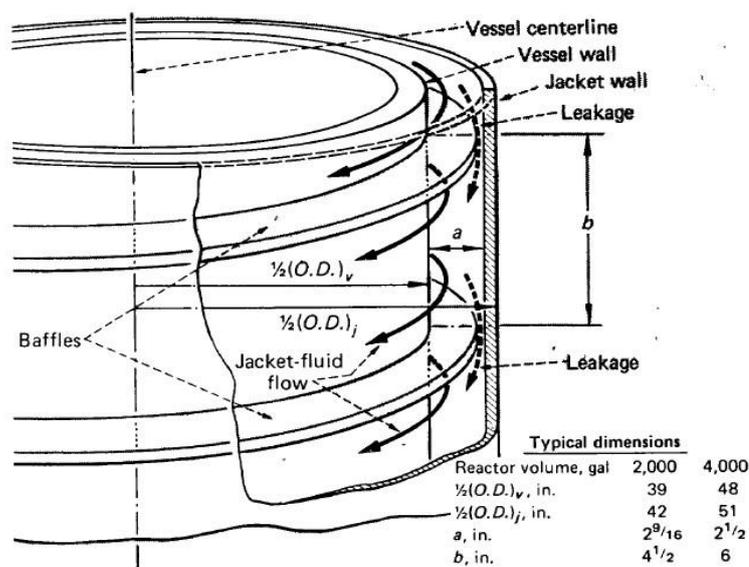


Figura 16 - Esquema camisa anular con deflectores

$$\frac{h_{camisa} \cdot D_{eq}}{k} = 0,027 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14} \cdot \left(1 + 3,5 \cdot \left(\frac{D_{eq}}{D_c}\right)\right) ; Re > 10000$$

$$\frac{h_{camisa} \cdot D_{eq}}{k} = 1,86 \cdot \left(Re \cdot Pr \cdot \left(\frac{D_{eq}}{h}\right)\right)^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14} ; Re < 2100$$

Datos para dimensionar la camisa		
Diámetro exterior fermentador	1592	mm
Altura cilindro	2212	mm
Densidad del agua Glicolada al 30% 0°C	1,035	g/cm <sup>3</sup>
Caudal de agua glicolada	22,07	l/min
a= espesor canal camisa	19,05	mm
Diámetro camisa	1630,1	mm
Velocidad esperada	0,1	m/s

Tabla 13 - Datos para la camisa

Entre los baffles y la camisa quedan intersticios por los cuales circula una considerable cantidad de fluido (entre el 30-50%), por lo que para obtener un coeficiente de película conservativo y evitar iteraciones laboriosas, se considera para el cálculo un caudal efectivo del 60% del total.

$$\dot{V}_{baffles} = \dot{V}_{Total} \cdot 0,6$$

$$\dot{V}_{baffles} = 22,07 \frac{\text{litros}}{\text{min}} \cdot 0,6$$

$$\dot{V}_{baffles} = 13,24 \frac{\text{litros}}{\text{min}} = 0,22 \frac{\text{litros}}{\text{seg}}$$

Distancia entre baffles b:

$$b = \frac{\dot{V}_{glic}}{v_{glic} \cdot a}$$

$$b = \frac{0,22 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{0,1 \frac{m}{seg} \cdot 19,05 \cdot 10^{-3} m} = 0,116 m = 116 mm$$

Diámetro equivalente de transferencia térmica:

$$D_{eq-term} = 4 \cdot a = 4 \cdot 19,05 mm = 76,2 mm = 0,0762 m$$

Diámetro equivalente de flujo:

$$D_{eq-hid.} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} = \frac{2 \cdot 19,05 \cdot 116}{19,05 + 116} = 32,7 mm = 0,0327 m$$

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr = \frac{0,94 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 4184 \frac{Joule}{kcal} \cdot 0,001864 Pa \cdot s}{0,49 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}}$$

$$Pr = 14,96$$

$$Re = \frac{D_{eq-hid.} \cdot v \cdot \delta}{\mu}$$

$$Re = \frac{0,0327 m \cdot 0,1 \frac{m}{s} \cdot 1035 \frac{kg}{m^3}}{0,001864 Pa \cdot s}$$

$$Re = 1816,75$$

Se procede a calcular la camisa como flujo laminar.

$$\frac{h_{camisa} \cdot D_{eq-term}}{k} = 1,86 \cdot \left( Re \cdot Pr \cdot \left( \frac{D_{eq-term}}{h} \right) \right)^{0,33} \cdot \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14} ; Re < 2100$$

$$h_{camisa} = 1,86 \cdot \left( 1816,75 \cdot 14,96 \cdot \left( \frac{76,2mm}{2212mm} \right) \right)^{0,33} \cdot \left( \frac{0,001864}{0,001864} \right)^{0,14} \cdot \frac{0,49 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}}{76,2 \cdot 10^{-3}m}$$

$$h_{camisa} = 347,58 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

5.5.8.7 Coeficientes de ensuciamiento

Coeficiente de ensuciamiento agua glicolada	0,000035	$\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$
Coeficiente de ensuciamiento cerveza	0,00004	$\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$

Tabla 14 - Coeficientes de ensuciamiento en la camisa

5.5.8.8 Coeficiente de pared

Características de la chapa		
Espesor (e)	6	Mm
k AISI-304L	16,3	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

Tabla 15 - Coeficiente de pared fermentador

5.5.8.9 Coeficiente global total

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{interior}} + \frac{1}{h_{camisa}} + \frac{e}{K_{AISI-304L}} + R_{cerveza} + R_{agua}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{279,8 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{1}{347,58 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + \frac{6 \cdot 10^{-3}m}{16,3 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}} + 0,000035 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W} + 0,00004 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}}$$

$$U = 145,05 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} = 124,75 \frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

5.5.8.10 Área de transferencia requerida (no contempla intercambio con el medio)

$$\text{Área requerida} = \frac{\dot{Q}_{Fermentador}}{U \cdot \Delta T_{ml}}$$

$$\text{Área requerida} = \frac{2576 \frac{kcal}{h}}{124,75 \frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C} \cdot 2,88 ^\circ C}$$

$$\text{Área requerida} = 7,16 m^2$$

5.5.8.11 Aislación

Con el objetivo de reducir la energía intercambiada por conducción con el medio se aísla térmicamente el recipiente. Para el cálculo de la aislación se adopta un espesor de aislación y con eso se evalúa el aumento de energía extra que debe evacuar la camisa. Como criterio se establece que esa energía extra no debe ser mayor al 10% de la energía inicial.

Se utiliza como material aislante Espuma de Poliuretano Expandido (PU)

Características aislación					
Espesor Aislante	100	mm			
Espesor protección	2	mm			
Dint. (Exterior camisa)	1630,1	mm	Rint. (Exterior camisa)	815,05	mm
Dext Camisa	1637,1	mm	Rext Camisa	818,55	mm

Dint. Aislante	1637,1	mm	Rint. Aislante	818,55	mm
Dext Aislante	1837,1	mm	Rext Aislante	918,55	mm
Dint Protección	1837,1	mm	Rint Protección	918,55	mm
Dext Protección	1841,1	mm	Rext Protección	920,55	mm
L (altura cil. + altura cono)	3580,3	mm			
Tamb	40	°C			
Tint Ferm (T maduración)	2	°C			
k AISI 304	14,018	kcal/(h · m · °C)			
k Espuma Poliuretano	0,0172	kcal/(h · m · °C)			

Tabla 16 - Geometría y características aislación

$$\dot{Q}_{Aisl} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (T_{cal} - T_{fri})}{\frac{\ln\left(\frac{R_{ext}}{R_{int}}\right)}{K_{AISI\ 304}} + \frac{\ln\left(\frac{R_{ext\ Aisl}}{R_{int\ Aisl}}\right)}{K_{aisl}} + \frac{\ln\left(\frac{R_{ext\ Protec}}{R_{int\ Protec}}\right)}{K_{AISI\ 304}}}$$

$$\dot{Q}_{Aisl} = 127,56 \frac{kcal}{h}$$

$$\% \dot{Q}_{Aisl} = 4,95\% < 10\% \rightarrow \text{Verifica la condición}$$

El encamisado deberá ser capaz de evacuar también este calor ganado por conducción con el medio por lo que se redimensionará teniéndolo en cuenta.

#### 5.5.8.12 Área de transferencia final (contempla intercambio con el medio)

$$\text{Area requerida final} = \frac{\dot{Q}_{Fermentador} + \dot{Q}_{Aisl}}{U \cdot \Delta T_{ml}}$$

$$\text{Área requerida final} = \frac{(2576 + 127,56) \frac{kcal}{h}}{124,75 \frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C} \cdot 2,88 \text{ } ^\circ C}$$

$$\text{Área requerida final} = 7,5 \text{ m}^2$$

#### 5.5.8.13 Área de transferencia disponible

$$A_{cilindro} = \pi \cdot D_{int\ cil} \cdot h_{cil}$$

$$A_{cilindro} = \pi \cdot 1,580m \cdot 2,212m$$

$$A_{cilindro} = 10,98 \text{ m}^2$$

$$A_{cono} = \pi \cdot r_{gen\ cono} \cdot r_{int\ cono}$$

$$A_{cono} = \pi \cdot 1,580m \cdot 0,790m$$

$$A_{cono} = 3,92 \text{ m}^2$$

$$A_{disponible} = A_{cilindro} + A_{cono}$$

$$\text{Área disponible} = 14,90 \text{ m}^2$$

#### 5.5.8.14 Perdida de carga en la camisa

$$\Delta P = 4 \cdot f \cdot \left(\frac{v^2}{2g}\right) \cdot \left(\frac{L'}{D_{eq-hid.}}\right) \rho$$

f es el factor de fricción = 0,06

v es la velocidad del fluido refrigerante en la camisa = 0,1 m/s

g es la aceleración de la gravedad = 9,8 m/s<sup>2</sup>

L' es la longitud de la hélice formada por los deflectores

D<sub>eq-hid.</sub> es el diámetro equivalente hidráulico = 32,72 mm

ρ es la densidad del fluido = 1,035 g/cm<sup>3</sup>

$$L' = N^{\circ} \text{vueltas-Def} \cdot \sqrt{b^2 + \text{perimetro}^2}$$

$$L' = 9,19 \cdot \sqrt{(116mm)^2 + (\pi \cdot 1580mm)^2} = 45621mm = 45,62m$$

$$\Delta P = 4 \cdot 0,06 \cdot \left( \frac{(0,1 \frac{m}{s})^2}{9,8 \frac{m}{s^2}} \right) \cdot \left( \frac{45,62 m}{0,0327 m} \right) \cdot 1,035 \frac{g}{cm^3} \cdot \frac{100 cm}{1 m} \cdot \frac{1 kg}{1000 g}$$

$$\Delta P = 0,018 \frac{kg}{cm^2}$$

### 5.5.9 Distribución del encamisado

El área disponible en el cilindro es superior al área requerida por el encamisado. Se distribuirá sobre esta sección la totalidad del área requerida, y se agregará un encamisado “extra” al cono procurando mantener uniformidad en la distribución de la refrigeración. Quedando finalmente un sobredimensionamiento del encamisado.

En el cono se dejarán libres 300 mm desde la parte inferior y superior para facilitar la fabricación y soldadura de las partes.

En el cilindro se dejará libre 200 mm desde la parte inferior y se calculará la altura necesaria para satisfacer el área requerida.

#### 5.5.9.1 Encamisado en el cono

Radio del cono a 300 mm desde borde inferior (R1)	173,2
Radio del cono a 300 mm desde borde superior (R2)	616,8
Generatriz (g)	887,2

Tabla 17 - Geometría de camisa en cono

$$A_{Camisa-Cono} = \pi g'(r1 + r2)$$

$$A_{Camisa-Cono} = \pi \cdot 0,887 m \cdot (0,173 m + 0,617 m)$$

$$A_{Camisa-Cono} = 2,20 m^2$$

#### 5.5.9.2 Encamisado en el cilindro

$$A_{Camisa-Cil} = A_{Requerida\ final}$$

$$A_{Camisa-Cil} = 7,5 m^2$$

$$Altura_{Camisa-Cil} = \frac{A_{Camisa-Cil}}{\pi \cdot D_{exterior\ ferm}}$$

$$Altura_{Camisa-Cil} = \frac{7,5 m^2}{\pi \cdot 1,592 m}$$

$$Altura_{Camisa-Cil} = 1,50 m = 1500 mm$$

$$N^{\circ} \text{ Vueltas Deflectores} = \frac{h \text{ camisa cilindro}}{b} = 9,19$$

El encamisado del cilindro se distribuye segmentándolo en 3 tramos, de manera de repartirlo en toda la altura del cilindro, para así mejorar la distribución de la refrigeración, y a la vez evitar interferencias con los anillos rigidizadores del equipo.

La altura de cada tramo de encamisado resulta:

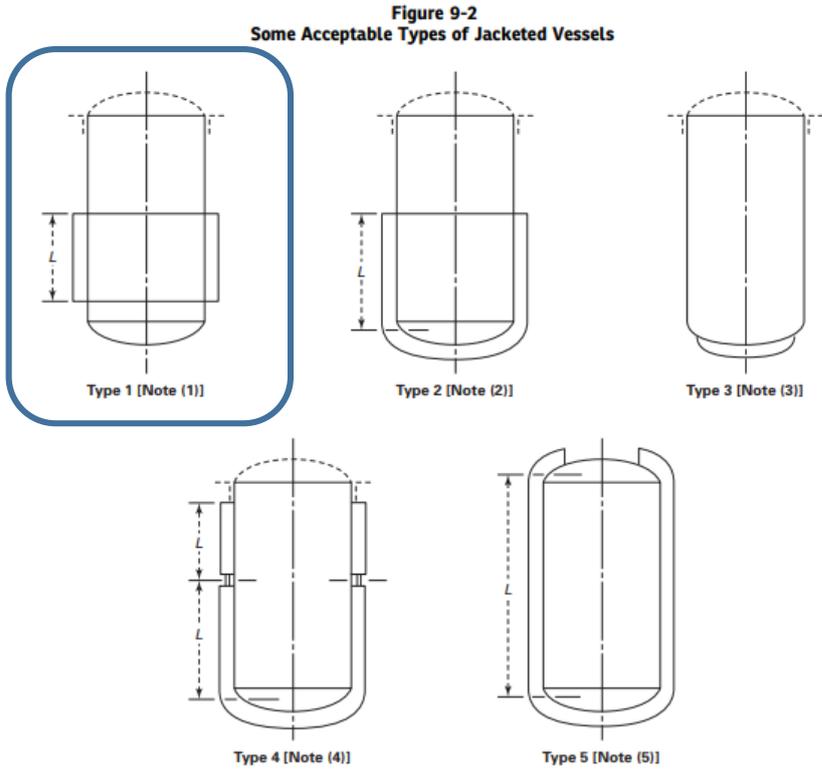
$$Altura_{Trazos\ Camisa-Cil} = \frac{Altura_{Camisa-Cil}}{3}$$

$$Altura_{Trazos\ Camisa-Cil} = 0,50 m = 500 mm$$



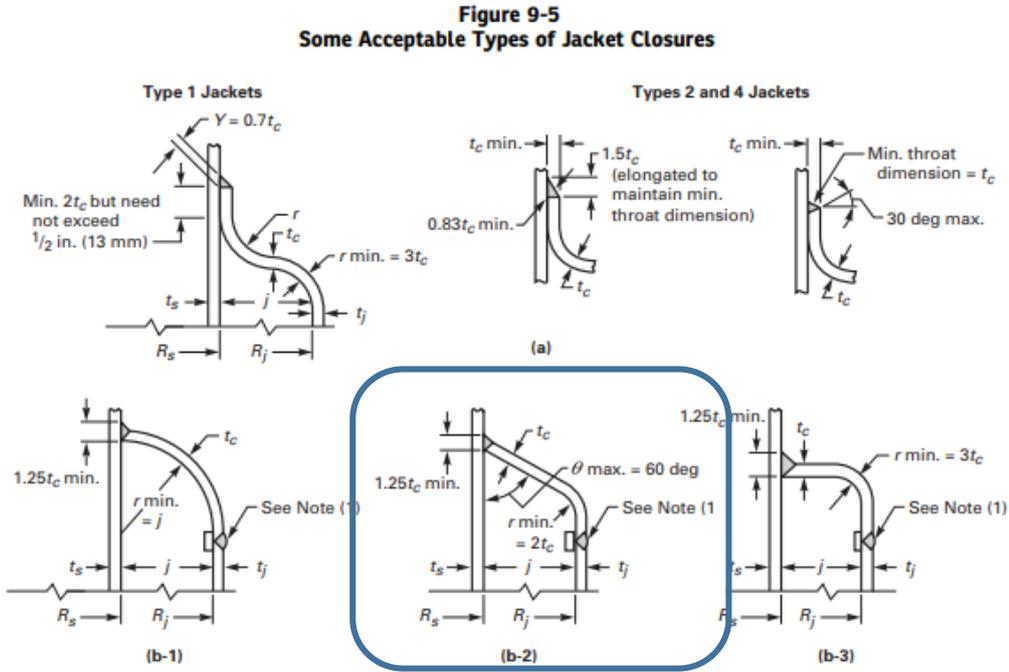
Figura 17 - Distribución encamisado

El tipo de camisa a utilizar es el tipo 1 de la fig. 9-2 (ASME BPVC Section VIII Div I – App. 9)



5.5.10 Soldaduras de la camisa

Las reglas para el diseño de cierre de camisas al recipiente se describen en ASME BPVC Section VIII Div I – App. 9-5. Para el tipo de camisa a utilizar, se selecciona el esquema b-2 de la fig. 9-5.



Donde se debe cumplir que el espesor requerido mínimo del elemento de cierre ( $t_{rc}$ ) debe ser al menos, igual a  $t_{rj}$  (espesor mínimo requerido de la camisa).

El elemento de cierre y la camisa deben ser una sola pieza o estar unidos por soldadura a tope de penetración total. Para este caso se propone que sean 3 piezas: una virola cilíndrica central y 2 extremos de cierre, inferior y superior; unidos a tope por soldadura de penetración total.

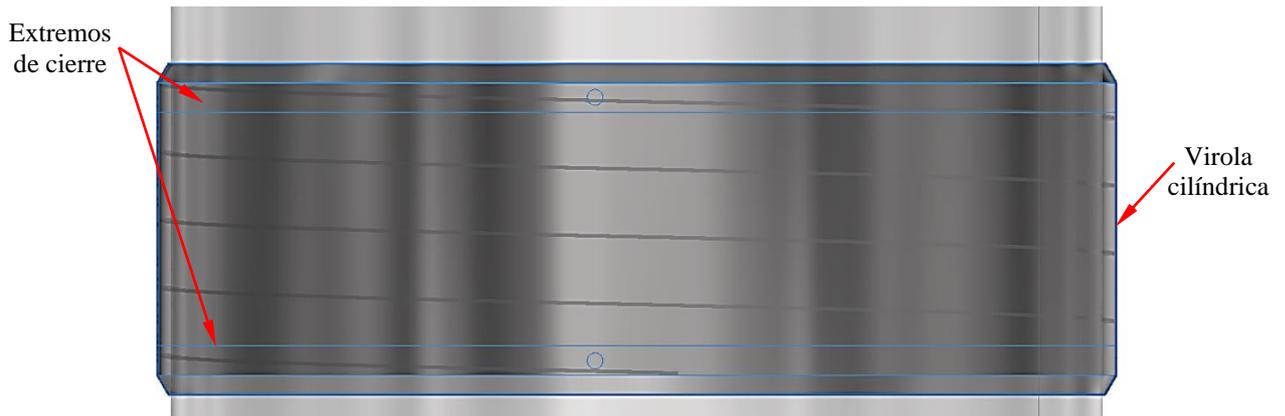


Figura 18 - Corte/Sección camisa de refrigeración

### 5.5.11 Conexiones

Todas las conexiones en contacto directo con el producto se realizarán soldadas con cuello (caño ASTM A-269 304L) y manguito para unión clamp (ISO 2852-304L). Tanto las conexiones de proceso como las de instrumentos. Las conexiones de la camisa se realizan roscadas DIN 2999.



Figura 19 - Conexiones clamp

#### 5.5.11.1 Listado de conexiones

Ø [plg.]	DENOMINACIÓN	CANT.	TIPO DE CONEXIÓN		ALTURA [mm]
			Exterior	Interior	
1 1/2	Ingreso mosto	1	MARIPOSA 2 VÍAS CLAMP 304L	ASTM A-269 304L	FONDO
1 1/2	Salida Cerveza	1	MARIPOSA 2 VÍAS CLAMP 304L	ASTM A-269 304L	FONDO
1	Ingreso camisa	1	NIPLE DIN 2999	MEDIACUPLA DIN 2999	700
1	Salida camisa	1	NIPLE DIN 2999	MEDIACUPLA DIN 2999	3900
1 1/2	Conexión CIP	1	CLAMP ISO 2852 304L	ASTM A-269 304L + Bocha CIP	TECHO
1 1/2	Venteo CO2 (Airlock)	1	Conjunto Airlock	ASTM A-269 304L + CLAMP ISO 2852	TECHO
1 1/2	Válvula alivio	1	CLAMP ISO 2852-304L	ASTM A-269 304L	TECHO
1 1/2	Vaciado Levadura/Sedimentos	1	MARIPOSA 2 VÍAS CLAMP 304L	ASTM A-269 304L	FONDO
1 1/2	Toma muestra	1	Válvula Tomamuestra 304L	ASTM A-269 304L + Mang. CLAMP ISO 2852-304L	1500
1 1/2	Reserva	1	CLAMP ISO 2852-304L	ASTM A-269 304L	TECHO

1 1/2	Reserva Exterior	1	MARIPOSA 2 VÍAS CLAMP 304L	Conjunto Airlock	1400
1	Reserva Instrumentos	1	CLAMP ISO 2852- 304L	ASTM A-269 304L	3360
1	Switch nivel inferior	1	CLAMP ISO 2852- 304L	ASTM A-269 304L	
1	Switch nivel superior	1	CLAMP ISO 2852- 304L	ASTM A-269 304L	
1	Indicador temperatura	1	CLAMP ISO 2852- 304L	ASTM A-269 304L	

5.5.11.2 Bocha CIP

Se utiliza un sistema CIP con bocha fija en la parte superior del recipiente, para la limpieza de las partes internas. El funcionamiento de la bocha consiste en un flujo líquido que es dirigido a través de las perforaciones de la misma, generando chorros que producen el impacto adecuado para la remoción de restos de producto de la superficie del depósito, cubriendo dicha superficie en su totalidad y asegurando una correcta higiene.

Se selecciona de “FAMIQ” una bocha tipo T que distribuye el fluido de limpieza en todas las direcciones (360°). Se adopta una bocha cuyo radio de limpieza cubra las dimensiones internas del recipiente. Teniendo en cuenta que el diámetro interno del recipiente es 1,58m se selecciona una bocha Ø38 que posee un radio de limpieza máximo de 1,75m. Se la selecciona contemplando además homogeneidad en el tamaño de las conexiones del recipiente.

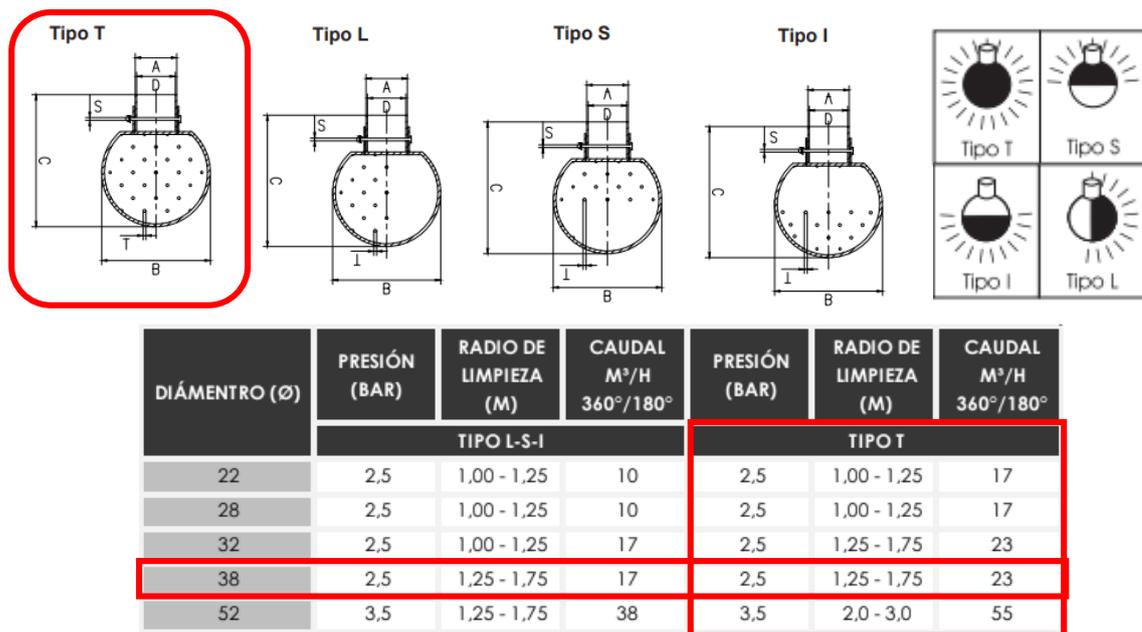


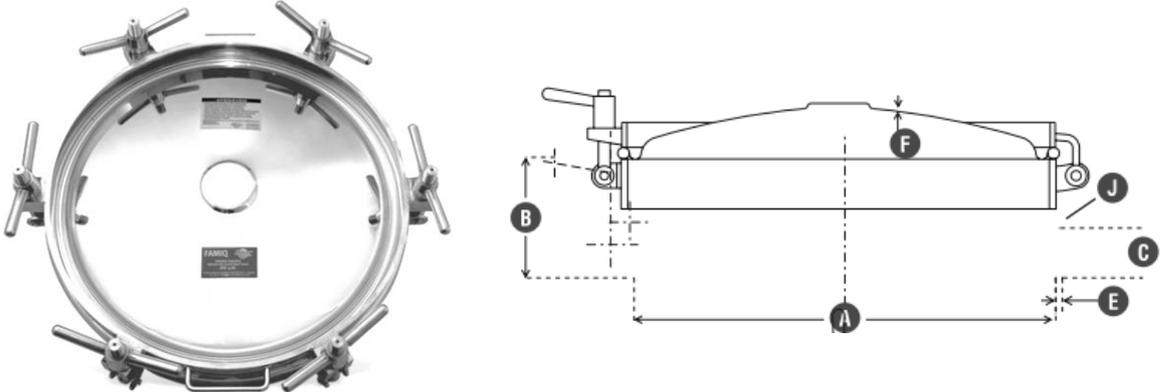
Figura 20 - Selección Bocha CIP



Figura 21 - Ubicación bocha CIP

5.5.11.3 Boca de hombre

Para permitir el ingreso al interior del equipo por requerimiento de limpieza, inspección o mantenimiento se lo equipará con una tapa redonda de apertura exterior modelo P22-264 de diámetro útil 400mm de marca “FAMIQ” en el techo del recipiente.



Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	♻️	BAR 150C			KG
	(mm)							PS	PP	PV	
P22-264	400	200	60	625	8	2,5	6	2	3	0,2	7
P22-265	500	200	60	725	8	2	6	1	1,5	0,2	19
P22-266	600	180	60	825	8	1,5	6	0,9	1,3	0,5	21
P22-286	600	180	60	825	8	1,5	8	1,2	1,6	0,5	22

Figura 22 - Selección Boca de Hombre

5.5.11.4 Refuerzos para aberturas / conexiones

Las aberturas en recipientes no sujetos a rápidas fluctuaciones de presión no requieren de refuerzo si no son mayores que: el diámetro de un caño de 3” en recipientes de hasta 9,5 mm (3/8”) de espesor; y el diámetro de un caño de 2” en recipientes de espesor mayor a 9,5 mm. (ASME BPVC Section VIII Div I – UG-36 (c)(3)).

Las aberturas mayores a lo anteriormente mencionado se deben reforzar según lo establecido por UG-36 a UG-44, aplicables cuando no excedan las siguientes dimensiones:

Para recipientes hasta 60” de diámetro, la mitad del diámetro del recipiente, sin exceder 20” (500 mm).  
Para recipientes mayores a 60” de diámetro, 1/3 del diámetro del recipiente, sin exceder 40” (1000 mm).

El requisito fundamental es reforzar en torno a la abertura, con la misma cantidad de material que la que se retiró para realizar dicha abertura.

Para el caso particular del fermentador la única abertura que requiere refuerzo es la realizada para la tapa en el casquete del recipiente.

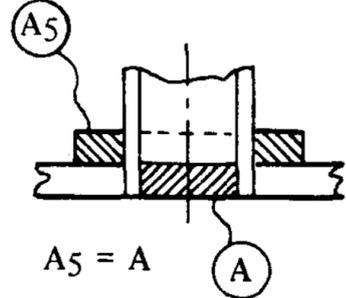
Para determinar las dimensiones del refuerzo se procede de la siguiente manera:

Si bien, el cuello de la tapa y el material de la soldadura aportan como material de refuerzo, para simplificar los cálculos se contempla directamente el área del material de refuerzo igual al área retirado ( $A_5 = A$ ).

$$A = D_{abertura} \cdot e_{casquete}$$

$$A_5 = (D_{ext-Refuerzo} - D_{abertura}) \cdot e_{Refuerzo}$$

$$D_{ext-Refuerzo} = \frac{(A_5 + D_{abertura} \cdot e_{Refuerzo})}{e_{Refuerzo}}$$



De los datos técnicos de la tapa se tiene el diámetro de la abertura siendo el diámetro útil de la tapa más dos veces el espesor del cuello.  $D_{abertura} = 416 \text{ mm}$   
El espesor del casquete se considera previo al conformado del mismo  $e_{casquete} = 6 \text{ mm}$   
Se considera el espesor de refuerzo igual al del casquete.  $e_{Refuerzo} = 6 \text{ mm}$

$$A = 416 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm} = 2496 \text{ mm}^2 = A5$$

$$D_{\text{ext-Refuerzo}} = \frac{(2496 \text{ mm}^2 + 416 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm})}{6 \text{ mm}}$$

$$D_{\text{ext-Refuerzo}} = 832 \text{ mm}$$

Con estas dimensiones el poncho es demasiado grande para ubicarlo de manera correcta en el casquete del recipiente, por lo que se verifica con mayor espesor para reducir el diámetro exterior del mismo.

$$D_{\text{ext-Refuerzo}} = \frac{(2496 \text{ mm}^2 + 416 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm})}{10 \text{ mm}}$$

$$D_{\text{ext-Refuerzo}} = 666 \text{ mm}$$



Figura 23 - Poncho de refuerzo Boca de Hombre

#### 5.5.11.5 Válvula de alivio para sobrepresión y vacío regulable.

Para proteger la integridad del equipo ante variaciones de presión se utiliza una válvula de alivio de doble acción para evitar sobrepresión e implosión en caso de vacío.

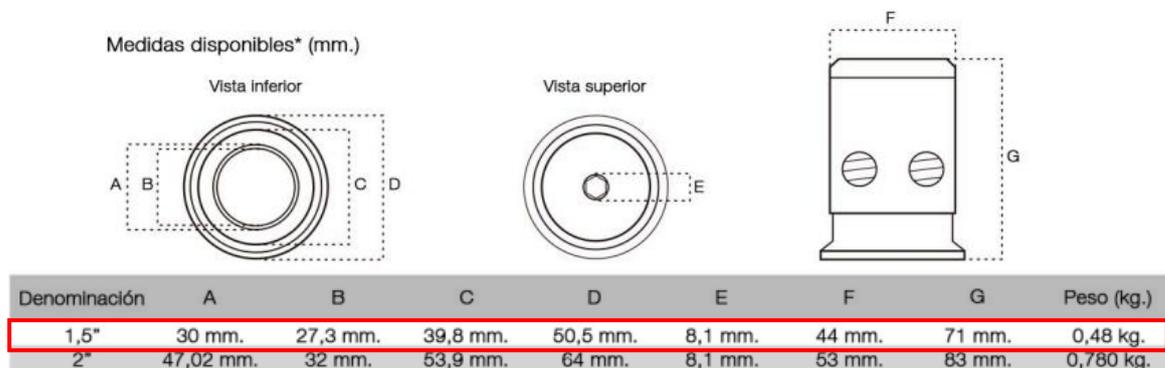


Figura 24 - Selección válvula de alivio

La válvula se acciona cuando la presión en el interior sobrepasa la presión seteadada, permitiendo que se ventee el exceso de presión. Una vez que la presión interna desciende por debajo de la presión de apertura, la válvula se cierra. Las válvulas doble acción permiten el ingreso de aire exterior si la presión desciende por debajo de la presión de vacío seteadada; una vez compensada la presión la válvula vuelve a cerrarse.

Se selecciona una válvula doble acción marca JEKLO de 1 1/2" AISI 304 y conexión clamp, con una presión de accionamiento en vacío mínima de 0,041 kg/cm<sup>2</sup> y un rango de regulación en presión positiva de 0,5 a 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. No posee accionamiento manual.

#### 5.5.11.6 Válvula Airlock

Para el venteo controlado de CO<sub>2</sub>, y con ello regular la presión del fermentador, se utiliza una válvula "airlock". La misma consiste en una válvula regulable que permite calibrar la presión de fermentación deseada, junto con un vaso contenedor de líquido que evita el ingreso de aire desde el exterior.

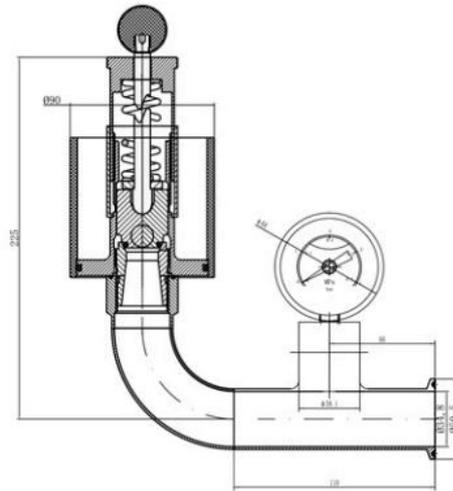


Figura 25 - Esquema Airlock

La utilización de esta válvula reduce el riesgo de contaminación durante la fermentación y maduración y reduce el consumo de CO<sub>2</sub> para carbonatación.

Se selecciona una válvula airlock marca JEKLO de 1 1/2" AISI 304 y conexión clamp, con un rango de regulación de 0,2 a 2,5 kg/cm<sup>2</sup> manométrico. Cuenta con accionamiento manual.

#### 5.5.12 Patas del fermentador

El equipo estará soportado mediante 4 patas distribuidas a 90° en el perímetro del recipiente, Vinculadas entre ellas, excepto en el frente del fermentador para no entorpecer las operaciones diarias.



Figura 26 - Patas del fermentador

Para dimensionar dichas patas se modela y discretiza en software de elementos finitos y se las considera simplemente apoyada en la base. Se propone una sección circular  $\varnothing_n=4''$  Sch 80 ( $e=8,56\text{mm}$ ).

#### 5.5.12.1 Solicitaciones

Cargas permanentes:

- PP: Peso propio: Se considera una densidad aparente del acero de 7850 kg/m<sup>3</sup>. Para el caso de la pata en sí, se introduce en el programa de cálculo con la herramienta Selfweight (peso propio), dirección (-Y).
- PEQ: Peso del equipo lleno (~ 6500 kg). Se considera la posibilidad de que el equipo quede mal apoyado, descargando 3/4 del peso sobre una sola pata. Carga = 0.75x6500 kg = 4875 kg.

Sobrecargas de uso - SC:

- De uso por operarios en tareas de producción o mantenimiento, excéntrica, en el perímetro del recipiente. (300 kg)
- Cargas accidentales, por golpes de maquinarias o en transporte. (400 kg)

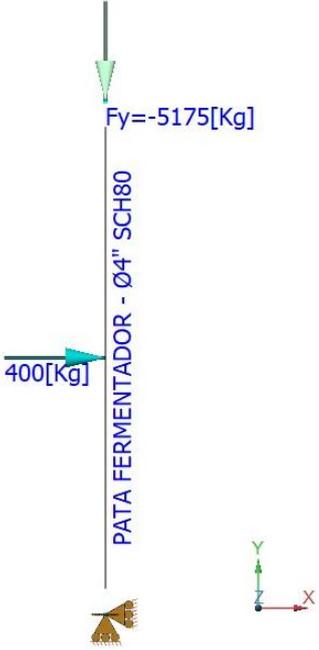


Figura 27 - Diagrama de patas para cálculo

5.5.12.2 Combinaciones de acciones consideradas y método de verificación

Para el cálculo se emplea el método de Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD, por sus siglas en inglés). Es un método en el cual las cargas de diseño se mayoran y las resistencias de diseño se minoran multiplicando por factores mayores y menores que la unidad, respectivamente.

Resumen de combinaciones consideradas:

- $D1=1.4PP+1.4PEQ$
- $D2=1.2PP+1.2PEQ+1.6SC$

La implementación metodológica de la verificación se realizó de manera automática mediante el software de cálculo.

Load conditions to be included in design :

D1=1.4PP+1.4PEQ  
D2=1.2PP+1.2PEQ+1.6SC

Description	Section	Member	Ctrl Eq.	Ratio	Status
PATA FERMENTADOR ...	_HSS_RND 4.000X0.313	1	D2 at 0.00%	0.89	OK

Para la sección propuesta (Caño circular Øn=4" SCH 80), la demanda no supera la capacidad, es decir, el ratio < 1.0 para todas las combinaciones de carga, por lo tanto, el elemento estructural **VERIFICA**.

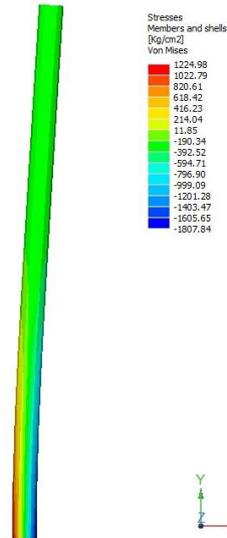


Figura 28 - Esquema de tensiones simulación de pata fermentador

Se verifica también que las tensiones de Von Mises para la peor combinación de cargas se encuentren por debajo de la tensión de comparación admisible establecido por el LRFD (0,9 x Fy).

$$F_{VM} < 0,9 \cdot F_y$$

$$1225 \frac{kg}{cm^2} < 0,9 \cdot 1733 \frac{kg}{cm^2}$$

$$1225 \frac{kg}{cm^2} < 1560 \frac{kg}{cm^2}; \text{VERIFICA}$$

Por último, se verifica que la sección no falle por pandeo, para la cual se toma como criterio lo sugerido por AISC 360 para un miembro estructural: “Para miembros diseñados bajo compresión, la esbeltez  $\frac{K \cdot L}{r}$  preferentemente no debe ser superior a 200”. AISC 360-05 Capítulo E.

K = Factor de longitud efectiva, en concordancia a los vínculos del elemento.

L = Longitud del elemento.

r = Radio de giro de la sección del elemento.

El análisis es simétrico para los 2 ejes del perfil, y para ambos casos **VERIFICA**.

**Compression in the major axis 33**

Ratio	: 0.23	Reference	: Sec. E1
Capacity	: 29717.83 [Kg]	Ctrl Eq.	: D1 at 0.00%
Demand	: 6876.14 [Kg]		

Intermediate results	Unit	Value	Reference
<u>Section classification</u>			
Unstiffened element classification	--	Non slender	
Unstiffened element slenderness ( λ )	--	13.75	
Unstiffened element limiting slenderness ( λ <sub>r</sub> )	--	133.26	T.B4.1-15a
Stiffened element classification	--	Non slender	
Stiffened element slenderness ( λ )	--	13.75	
Stiffened element limiting slenderness ( λ <sub>r</sub> )	--	133.26	T.B4.1-15a
Factored flexural buckling strength ( φP <sub>n33</sub> )	[Kg]	29717.83	Sec. E1
Required second-order compressive strength ( P <sub>r</sub> )	[Kg]	6876.14	
Effective length factor ( K <sub>33</sub> )	--	1.00	
Unbraced length ( L <sub>33</sub> )	[m]	2.10	
Effective slenderness ( (KL/r) <sub>33</sub> )	--	62.83	Eq. E3-4
Elastic critical buckling stress ( F <sub>e33</sub> )	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	5250.33	Eq. E3-4
Reduction factor for slender unstiffened elements ( Q <sub>s33</sub> )	--	1.00	
Effective area of the cross section based on the effective width ( A <sub>e33</sub> )	[cm <sup>2</sup> ]	21.87	T.B4.1-15a
Reduction factor for slender stiffened elements ( Q <sub>a33</sub> )	--	1.00	
Full reduction factor for slender elements ( Q <sub>33</sub> )	--	1.00	Sec. E7
Critical stress for flexural buckling ( F <sub>cr33</sub> )	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	1509.76	Eq. E3-2
Nominal flexural buckling strength ( P <sub>n33</sub> )	[Kg]	33019.81	Eq. E3-1

5.5.13 Cáncamos de Izaje

Para manipular, trasladar y/o elevar el recipiente ya sea en maniobras de montaje o posteriores se provee al equipo de cáncamos de izaje.

El diseño de los mismos se inicia tomando como referencia las geometrías que brinda el libro “Diseño y cálculo de recipientes a presión – J.M.L. Estrada (2001)”, y se verifica la sollicitación para el material adoptado.

Se utiliza acero inoxidable ASTM SA-240 304L y se verifica la adopción para una carga de 1500 kg considerando que solo un cáncamo quede soportando la totalidad del equipo en vacío.

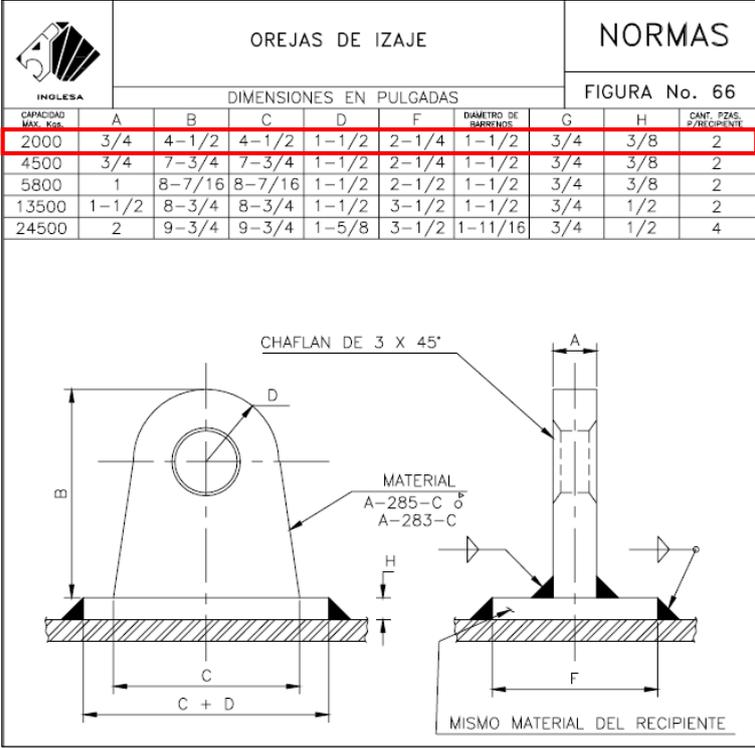


Figura 29 - Predimensionado de cáncamos

Se verifica el cáncamo y la placa de respaldo según las siguientes ecuaciones:

$$\sigma_{max} = \frac{W}{A \cdot D} ; \text{Cáncamos}$$

$$\sigma_{max} = \frac{W}{H \cdot (C + A) \cdot 2} ; \text{Placa Respaldo}$$

W: Carga máxima sobre el cáncamo – En este caso, peso del equipo vacío = 1500 kg

- A: Espesor del cáncamo = 19,05 mm (3/4")
- D: Radio de curvatura del cáncamo = 38,1 mm (1 1/2")
- H: Espesor de la placa de respaldo = 9,52 mm (3/8")
- C: Ancho de la base del cáncamo = 114,3 mm (4 1/2")

$\sigma_{max}$ : Esfuerzo máximo actuante sobre el cáncamo.  
 $\sigma_{304L}$ : Tensión admisible de ASTM SA-240 304L = 1733,5 kg/cm<sup>2</sup>

Resulta:

$$\sigma_{max} = \frac{1500 \text{ kg}}{1,905 \text{ cm} \cdot 3,81 \text{ cm}} = 206,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} ; \text{Cáncamos}$$

$$\sigma_{max} = \frac{1500 \text{ kg}}{0,952 \text{ cm} \cdot (11,43 \text{ cm} + 1,905 \text{ cm}) \cdot 2} = 59,1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} ; \text{Placa Respaldo}$$

Los esfuerzos resultan muy por debajo de lo admisible por el material (están sobredimensionados) por lo que reducimos los espesores y volvemos a verificar.

- A: Espesor del cáncamo = 10 mm
- H: Espesor de la placa de respaldo = 5 mm

$$\sigma_{max} = \frac{1500 \text{ kg}}{1 \text{ cm} \cdot 3,81 \text{ cm}} = 393,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} ; \text{Cáncamos}$$

$$\sigma_{max} = \frac{1500 \text{ kg}}{0,5 \text{ cm} \cdot (11,43 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) \cdot 2} = 120,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} ; \text{Placa Respaldo}$$

Finalmente se verifica la soldadura aplicada para fijar los cáncamos. Debiéndose cumplir:

$$As \geq Ar$$

$$As = 1,4142 \cdot A \cdot C$$

$$Ar = \frac{W}{\sigma_{304L}}$$

Resulta:

$$As = 1,4142 \cdot 1 \text{ cm} \cdot 11,43 \text{ cm} = 16,2 \text{ cm}^2$$

$$Ar = \frac{1500 \text{ kg}}{1733,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0,86 \text{ cm}^2$$

$$As \geq Ar ; \text{Verifica}$$



Figura 30 - Cáncamos de Izaje

### 5.6 Cálculo y dimensionamiento de instalación de frío

Para realizar el enfriamiento del mosto en la segunda etapa del intercambiador y para enfriar los fermentadores utilizamos una mezcla agua-glicol 30% en un circuito cerrado, como se muestra en el Plano PFC-PFD-001 (PFD Psicotella). Se procede a dimensionar dicha instalación, lo cual consiste en definir el tamaño de un pulmón de agua fría y la potencia frigorífica de un chiller.

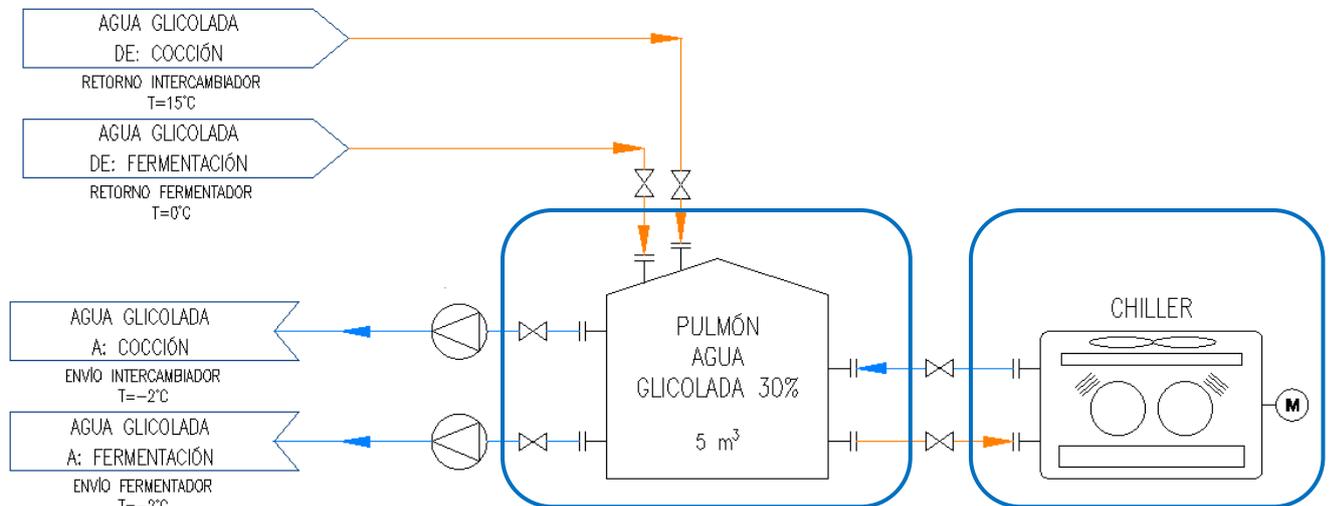


Figura 31 - Esquema instalación de Frío

#### 5.6.1 Carga térmica

La carga térmica de la instalación es la correspondiente a la segunda etapa del intercambiador y la totalidad de la requerida en los fermentadores.

Carga térmica en intercambiador	Primer etapa de intercambio	$\dot{Q}_6$	79005	kcal/h
	Segunda etapa de intercambio	$\dot{Q}_7$	31749	kcal/h
Carga térmica en fermentadores	Fermentación	$\dot{Q}_8$	321	kcal/h
	Paso a temperatura de Maduración	$\dot{Q}_9$	1203	kcal/h
	Maduración	$\dot{Q}_{10}$	85,5	kcal/h
	Conducción con el medio	$\dot{Q}_{Aisl}$	128	kcal/h

Tabla 18 - Carga térmica general para 2000 litros

##### 5.6.1.1 Carga térmica intercambiador

Para el dimensionamiento de la instalación de frío no tendremos en cuenta la carga térmica de la primera etapa del intercambiador porque esta se realiza con agua de proceso.

$$\dot{Q}_{Intercambiador} = \dot{Q}_7$$

$$\dot{Q}_{Intercambiador} = 31749 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 529,15 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 10,5 \text{ Tn Refrigeración}$$

$$\dot{Q}_{Intercambiador} = \dot{V}_{glicol} \cdot c_{p_{glic}} \cdot \rho_{glic} \cdot (T_{Sal} - T_{Ent})$$

$$\dot{V}_{glicol} = \frac{\dot{Q}_{Intercambiador}}{c_{p_{glic}} \cdot \rho_{glic} \cdot (T_{Sal} - T_{Ent})}$$

$$\dot{V}_{glicol} = 32 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 1919,6 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

5.6.1.2 Carga térmica fermentadores

Para lograr la producción de 80000 litros/mes se precisan 11 fermentadores de 4000 litros útiles, haciendo 2 rotaciones por mes. Esto lo determinamos mediante un gráfico de operaciones y simultaneidad.

	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4							SEMANA 5						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
FERMENTADOR 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
FERMENTADOR 2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
FERMENTADOR 3			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
FERMENTADOR 4				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
FERMENTADOR 5					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FERMENTADOR 6						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FERMENTADOR 7							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FERMENTADOR 8								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FERMENTADOR 9									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FERMENTADOR 10										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FERMENTADOR 11														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
SIMULTANEIDAD	1	2	3	4	5	5	5	6	7	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		

Figura 32 - Simultaneidad en fermentadores

- Cocción y carga de fermentador (18°C)
- Fermentación (18°C)
- Pasaje a temperatura de maduración (18°C → 2°C)
- Maduración (2°C)
- Vaciado de fermentador

La carga térmica en los fermentadores está determinada según la cantidad de fermentadores en etapa de fermentación, maduración y enfriado. Esta se ilustra en el gráfico de ocupación de fermentadores para un proceso de fermentación y maduración 7+7 días. La máxima simultaneidad que se tiene es de 10 fermentadores, por lo que se calcula para esa condición.

$$\dot{Q}_{Total\ Fermentadores} = [\dot{Q}_8 \cdot 5 + \dot{Q}_9 + \dot{Q}_{10} \cdot 5] \cdot 2 + \dot{Q}_{Aisl} \cdot 10$$

Cada fermentador tiene capacidad para ser llenado con dos cocciones, es decir para 4000 lt de mosto. Las potencias caloríficas en fermentadores fueron calculadas para 2000 litros (un lote), por lo que se las multiplica por 2.

$$\dot{Q}_{Total\ Fermentadores} = 7741 \frac{kcal}{h} = 129 \frac{kcal}{min} = 2,56\ Tn\ Refrigeración$$

$$\dot{Q}_{Total\ Fermentadores} = \dot{V}_{Total\ glicF} \cdot cp_{glic} \cdot \rho_{glic} \cdot (T_{Sal} - T_{Ent})$$

$$\dot{V}_{Total\ glicF} = \frac{\dot{Q}_{Total\ Fermentadores}}{cp_{glic} \cdot \rho_{glic} \cdot (T_{Sal} - T_{Ent})}$$

$$\dot{V}_{glicF} = \frac{129 \frac{kcal}{min}}{0,94 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} \cdot 1,03 \frac{kg}{l} \cdot (0^{\circ}C - (-2^{\circ}C))}$$

$$\dot{V}_{Total\ glicF} = 66,3 \frac{l}{min} = 3978 \frac{l}{h}$$

5.6.1.3 Distribución carga térmica total

Siguiendo el diagrama de tiempos de operaciones (provisto por el comitente) para un día de trabajo en la planta y el gráfico de ocupación de fermentadores se obtuvo la distribución de la carga térmica total y los picos de consumo que se ven representados en el siguiente gráfico de barras:

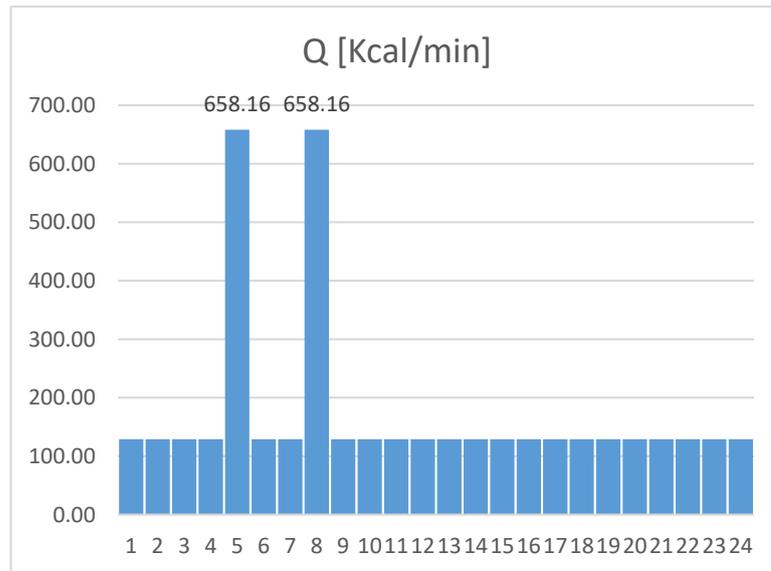


Figura 33 - Distribución de carga térmica durante un día

#### 5.6.1.4 Carga térmica por cubrir por el chiller:

El máximo requerimiento ocurre durante 75 minutos, en 2 momentos del día, que es cuando se realiza el enfriamiento de cada lote.

$$\dot{Q}_{\text{máximo}} = \dot{Q}_{\text{Total Fermentadores}} + \dot{Q}_{\text{Intercambiador}}$$

$$\dot{Q}_{\text{máximo}} = 658 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 39489,8 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 13,06 \text{ Tn Refrigeración}$$

#### 5.6.2 Dimensionamiento y selección del chiller

Para la selección del chiller es una práctica habitual, basada en la experiencia de diferentes procesistas, seleccionar un equipo con una capacidad un 40% (aproximadamente) mayor a la requerida por cálculo. Esto se justifica debido a que las condiciones ambientes pueden ser muy cambiantes, las temperaturas pueden modificarse respecto a lo considerado, el equipo puede quedar expuesto al sol directo, entre otros factores. Y, por otro lado, da lugar a ampliaciones o agregado de equipos no contemplados en un inicio.

$$\dot{Q}_{\text{Req.Chiller}} \geq 1,4 \cdot \dot{Q}_{\text{máximo}}$$

$$\dot{Q}_{\text{Req.Chiller}} \geq 1,4 \cdot 658 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}$$

$$\dot{Q}_{\text{Req.Chiller}} \geq 921,5 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 18,28 \text{ Tn Refrigeración}$$

El equipo seleccionado es el modelo **EL-025** de la marca **WESTRIC**, el cual se puede conseguir con proveedores de la zona. Se presentan debajo los principales datos y se adjunta catálogo.



Figura 34 - Chiller Westric EL-025

**ENFRIADORA DE AGUA**

**MODELOS: EL-025 (Condensada por Aire y con Evaporadores de Placas Soldadas)**

Características Técnicas – Dimensiones:

MODELO		EL-025
Capacidad Nominal	TR	25
Capacidad Efectiva	7 °C – 12 °C	20,4 TR
Consumo	Kw / h	21,6
Ancho	mm.	2360
Alto	mm.	1257
Profundidad	mm.	1128
Peso	Kgs.	530
Compresor	Tipo	Scroll
	Alimentación	380 V - 50 Hz - 3 F
	Corriente	18,3 A (x2)
	Potencia	10,2 kw (x2)
Refrigerante	Tipo	R-410 A
	Carga (Kgs)	8 (por circuito)
Motor	Tipo	Monofásico
	Cantidad	2
	Alimentación	220 V – 50 Hz – 1 F
	Corriente	2,7 A (x2)
	Potencia	570 W (x2)
<b>SECCION EVAPORADORA</b>		
Evaporador	Cantidad	1 Doble Circuito
	Caudal de agua	12.300 lts / h
	Perdida de Carga	3,5 m.ca
<b>SECCION CONDENSADORA</b>		
Condensador	Tubos	∅3/8"
	Hileras	3
	Area	1,4 m <sup>2</sup> (x2)

Figura 35 - Selección Chiller enfriador de Agua

$$\dot{Q}_{chiller} = 20,4 \text{ Tn Refrigeración} = 1028 \frac{\text{kcal}}{\text{min}}$$

Obteniendo finalmente una capacidad un 56% mayor a la requerida originalmente por cálculo.

5.6.3 Dimensionamiento y selección del pulmón de agua fría

Para disponer de agua-glicol en todo momento y además amortiguar picos de demandas, se definió colocar un pulmón de agua fría en el circuito, como se ilustra debajo.

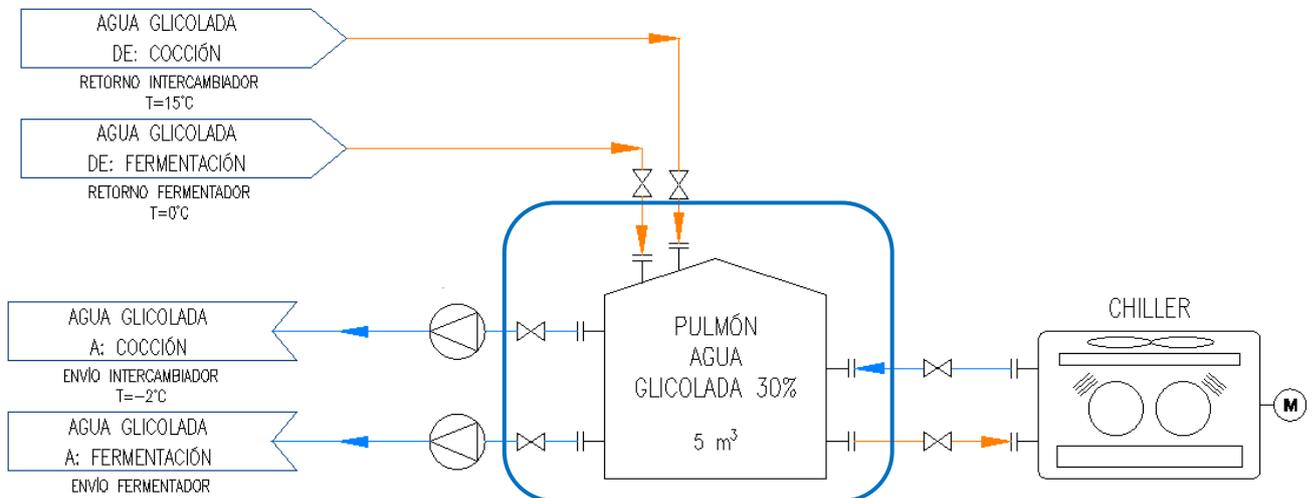


Figura 36 - Esquema instalación de Frío - Pulmón

Para dimensionar el pulmón de agua fría se procedió de manera iterativa (en hojas de cálculo), a evaluar el balance energético del recipiente en intervalos de 5 minutos, para la condición de mayor demanda y para diferentes tamaños de tanque. Uno de 2800 litros, otro de 5000 litros y otro de 10000 litros.

Se requiere que la temperatura del tanque de agua fría se mantenga a  $-2^{\circ}\text{C}$ . Los criterios evaluados fueron, la fluctuación respecto de la temperatura requerida y los tiempos de marcha y parada del chiller. Se considera que inicialmente el tanque se encuentra a la temperatura establecida ( $-2^{\circ}\text{C}$ ) y comienza a ingresar agua-glicol de los retornos, es decir agua-glicol calentada. Al cabo de 5 minutos se evalúa la temperatura del tanque y si es superior a la establecida, entra en funcionamiento el chiller. Se mantiene en ese estado hasta alcanzar la temperatura establecida evaluando a intervalos de 5 minutos. Se obtuvo la siguiente gráfica para cada tanque.

Expresado en las ecuaciones del balance resulta:

$$\begin{aligned} \text{Si } T_{\theta} \leq -2^{\circ}\text{C} ; \Delta\dot{Q}_{\text{Pulmón}} &= \dot{Q}_{\text{máximo}} \\ \text{Si } T_{\theta} \leq -2^{\circ}\text{C} ; \Delta\dot{Q}_{\text{Pulmón}} &= 658 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} \\ \text{Si } T_{\theta} > -2^{\circ}\text{C} ; \Delta\dot{Q}_{\text{Pulmón}} &= \dot{Q}_{\text{máximo}} - \dot{Q}_{\text{Chiller}} \\ \text{Si } T_{\theta} > -2^{\circ}\text{C} ; \Delta\dot{Q}_{\text{Pulmón}} &= 658 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} - 1028 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = -370 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} \\ T_0 &= -2^{\circ}\text{C} \\ T_{\theta} &= \frac{\Delta\dot{Q}_{\text{Pulmón}} \cdot \theta}{V_{\text{Pulmón}} \cdot c_{p_{\text{glic}}} \cdot \rho_{\text{glic}}} + T_{\theta-5\text{min}} \end{aligned}$$

$$\text{Si } T_{\theta} \leq -2^{\circ}\text{C} \rightarrow T_{\theta} = \frac{658 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} \cdot 5 \text{ min}}{V_{\text{Pulmón}} \cdot 0,94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \cdot 1,035 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} + T_{\theta-5\text{min}}$$

$$\text{Si } T_{\theta} > -2^{\circ}\text{C} \rightarrow T_{\theta} = \frac{-370 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} \cdot 5 \text{ min}}{V_{\text{Pulmón}} \cdot 0,94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \cdot 1,035 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} + T_{\theta-5\text{min}}$$

Iterando a intervalos de  $\theta=5\text{min}$ , durante el tiempo de mayor sollicitación, se obtuvo la siguiente tabla:

$\theta$ [min]	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	2800 [dm <sup>3</sup> ]		5000 [dm <sup>3</sup> ]		10000 [dm <sup>3</sup> ]	
	T [°C]	Q [kcal]	T [°C]	Q [kcal]	T [°C]	Q [kcal]
0	-2	0	-2	0	-2	0
5	-0,86	3290,81	-1,36	3290,81	-1,68	3290,81
10	-1,50	-1849,90	-1,72	-1849,90	-1,86	-1849,90
15	-2,14	-1849,90	-2,08	-1849,90	-2,04	-1849,90
20	-1,00	3290,81	-1,44	3290,81	-1,72	3290,81
25	-1,64	-1849,90	-1,80	-1849,90	-1,90	-1849,90
30	-2,28	-1849,90	-2,16	-1849,90	-2,08	-1849,90
35	-1,14	3290,81	-1,52	3290,81	-1,76	3290,81
40	-1,78	-1849,90	-1,88	-1849,90	-1,94	-1849,90
45	-2,43	-1849,90	-2,24	-1849,90	-2,12	-1849,90
50	-1,28	3290,81	-1,60	3290,81	-1,80	3290,81
55	-1,93	-1849,90	-1,96	-1849,90	-1,98	-1849,90
60	-2,57	-1849,90	-2,32	-1849,90	-2,16	-1849,90
65	-1,42	3290,81	-1,68	3290,81	-1,84	3290,81
70	-2,07	-1849,90	-2,04	-1849,90	-2,02	-1849,90
75	-0,92	3290,81	-1,40	3290,81	-1,70	3290,81
80	-1,57	-1849,90	-1,76	-1849,90	-1,88	-1849,90

De las mismas se obtienen las siguientes gráficas que representan el comportamiento del sistema:

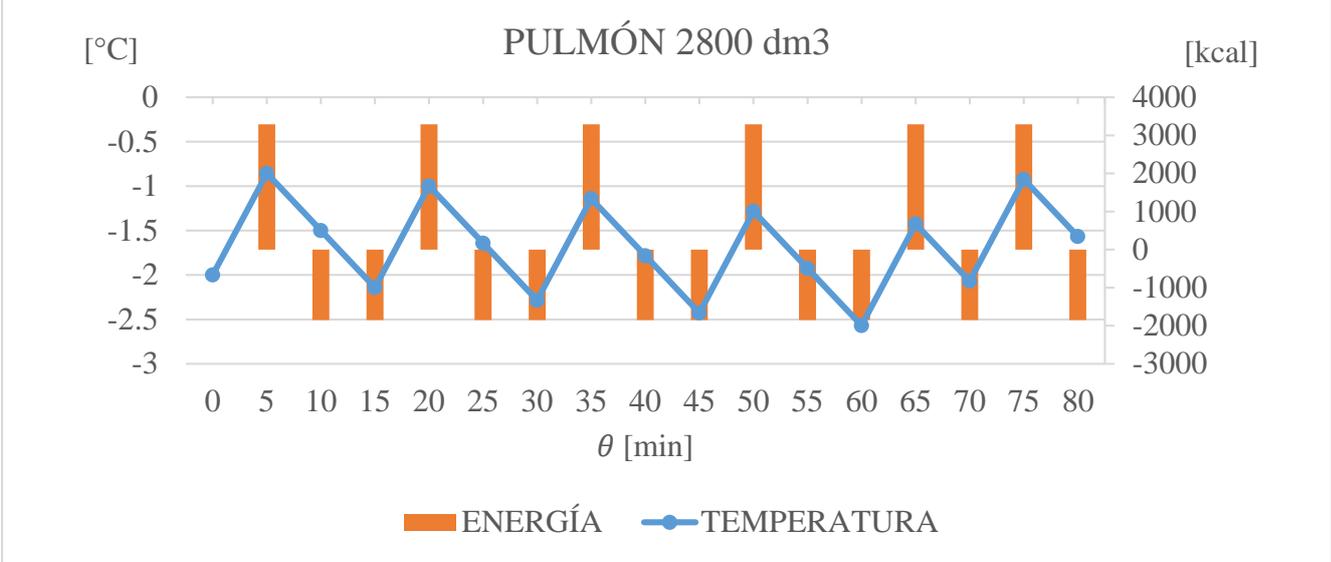


Figura 37 - Alternativa pulmón 1

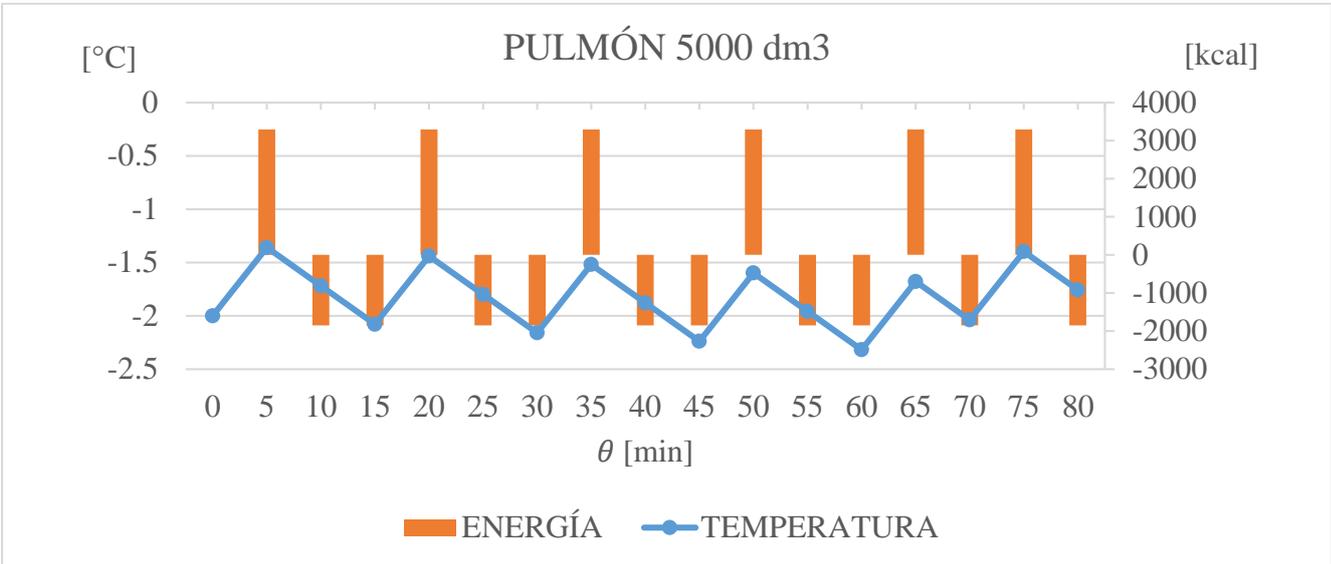


Figura 38 - Alternativa pulmón 2

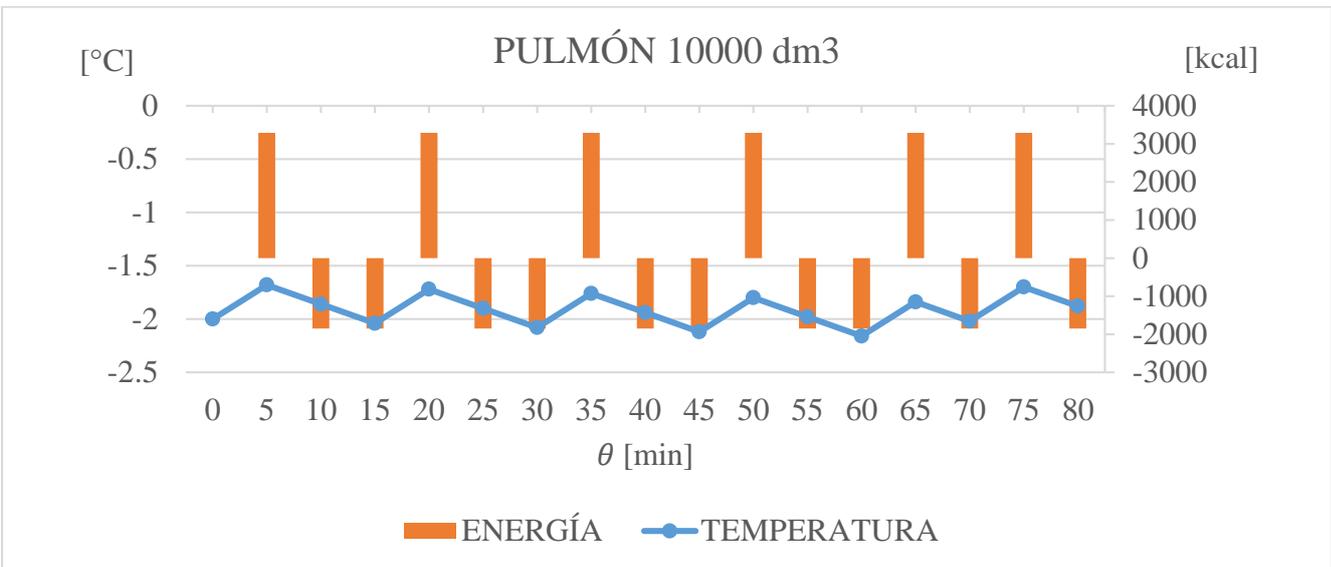


Figura 39 - Alternativa pulmón 3

De los gráficos anteriores se puede apreciar que el tiempo de marcha del chiller es idéntico para cualquiera de las alternativas, lo que varía de uno a otro es la variación de la temperatura del tanque.

Para comparar cada alternativa se determina, para la temperatura del tanque, el promedio y la desviación estándar. Resultando:

$$\text{Temperatura promedio} \rightarrow \bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

$$\text{Desviación estándar} \rightarrow \delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n}}$$

	Alternativa 1 2800 dm <sup>3</sup>	<b>Alternativa 2</b> <b>5000 dm<sup>3</sup></b>	Alternativa 3 10000 dm <sup>3</sup>
$\bar{T}$	-1,68	<b>-1,82</b>	-1,91
$\delta$	0,53	<b>0,30</b>	0,15

Tabla 19 - Comparación alternativas pulmón de agua fría

Se selecciona el tanque de la alternativa 2, de 5000 dm<sup>3</sup>, es decir 5000 litros, ya que se ajusta de manera aceptable a los requerimientos sin incurrir en costos extremadamente altos.

El recipiente seleccionado es un tanque de polietileno de alta densidad de la marca ROTOPLAST en su línea para agroindustria.

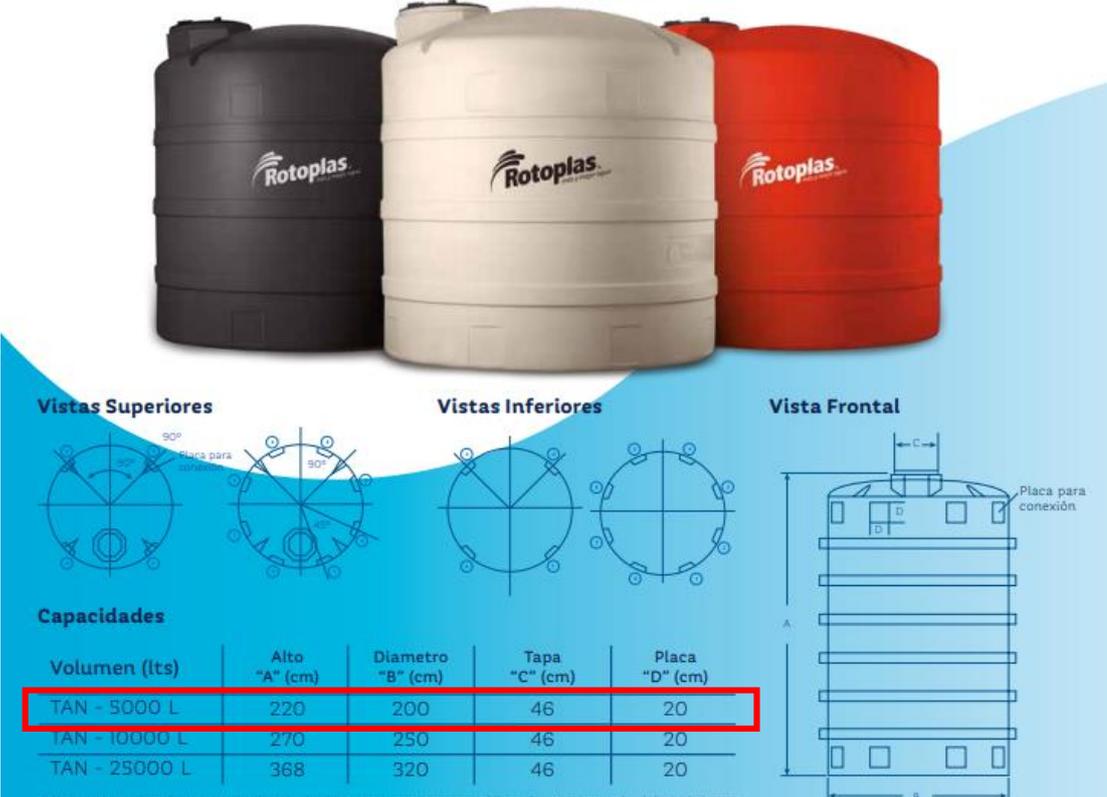


Figura 40 - Tanque seleccionado para pulmón de agua fría

5.6.4 Aislación tanque pulmón

Para reducir a valores mínimos la energía que el tanque intercambia con el ambiente, se debe proveer aislación al mismo. Se propone aislar con espuma poliuretano, y proteger la misma de golpes, de humedad y de la radiación solar con chapa galvanizada calibre #25. El espesor del tanque de polietileno se desprecia para el cálculo.

Características aislación					
Espesor Aislante	25	mm			
Espesor protección	0,5	mm			
Dint Aislante	2000	mm	Rint Aislante	1000	mm
Dext Aislante	2050	mm	Rext Aislante	1025	mm

Dint Protección	2050	mm	Rint Protección	1025	mm
Dext Protección	2051	mm	Rext Protección	1025,5	mm
L = Altura tanque	2200	mm			
Tamb	40	°C			
Tint Ferm (T maduración)	-2	°C			
k Acero galvanizado	34,4	kcal/(h · m · °C)			
k Espuma Poliuretano	0,0172	kcal/(h · m · °C)			

Tabla 20 - Características aislación tanque pulmón

$$\dot{Q}_{Aisl} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (T_{cal} - T_{fri})}{\frac{\ln\left(\frac{R_{ext Aisl}}{R_{int Aisl}}\right)}{K_{aisl}} + \frac{\ln\left(\frac{R_{ext Protec}}{R_{Protec}}\right)}{K_{Acero Galv.}}}$$

$$\dot{Q}_{Aisl} = 404,4 \frac{kcal}{h}$$

El calor intercambiado con el ambiente representa un 1% de la carga térmica total de la instalación, lo cual es aceptable por lo que se asegura que cumple de manera adecuada su función.

## 6. Hallazgos, propuestas de mejoras y conclusiones

### 6.1 Hallazgos y propuestas de mejoras

#### 6.1.1 Hallazgos en la evaluación de equipos de cocción

Los quemadores actuales no cumplen satisfactoriamente con el requerimiento de proceso para lograr los tiempos pretendidos, por lo que una alternativa es utilizar quemadores de mayor potencia o agregar más quemadores a los existentes. Esta solución no es la óptima ya que la utilización de llama directa sobre el equipo de cocción pone en riesgo de quemar el producto por una temperatura de las paredes de los recipientes (ollas) demasiado elevada; además que la transferencia de calor hacia el producto es altamente ineficiente.

La utilización de equipos de cocción con vapor como medio de calefacción es una alternativa óptima desde el punto de vista técnico, ya que la transferencia es más eficiente y permite un control más preciso de las variables de proceso, reduciendo las posibilidades de dañar el producto. Habilita también a procesos de cocción en rampas de temperatura lo cual es una práctica habitual en cervecerías para activar o desactivar enzimas según se desee.

Para utilizar equipos con vapor es necesaria la adquisición de los equipos e instalaciones asociadas (caldera, instalación de vapor), y el reemplazo o reconfiguración de los equipos de cocción actual.

#### 6.1.2 Hallazgos en la evaluación de cañerías

Las cañerías evaluadas no se adecúan exactamente a las velocidades pretendidas, pero igualmente se encuentran dentro de rangos de trabajo admisibles.

Un punto a marcar en las cañerías de la instalación de frío existente es que se observan inconsistencias y cambios de sección excesivos (principalmente en los ramales principales), propios de una instalación que se fue expandiendo y desarrollando en base a los materiales que se disponían en la planta. Esto produce pérdidas de energía que no se cuantificaron en el presente trabajo debido a la imposibilidad de detectar la totalidad de inconsistencias por estar las cañerías aisladas. Sin embargo, se debe tener presente, al momento de realizar la instalación para la ampliación la consistencia tanto en las cañerías como en los accesorios que se utilicen a los fines de conocer con certeza la capacidad de la instalación y su coherencia con los requerimientos.

#### 6.1.3 Necesidad de nueva instalación de frío

Los equipos actuales no se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento y están muy por debajo de la potencia requerida. Es por ello que el dimensionamiento de la instalación de frío en el punto 5.6 se realizó contemplando una nueva instalación (justificada por el traslado de planta) y la adquisición de un nuevo equipo de refrigeración de agua (chiller), partiendo prácticamente de cero.

Se propone dejar uno de los chillers actuales como respaldo ante alguna avería o salida de funcionamiento del nuevo equipo.

#### 6.1.4 Necesidad de ampliación almacenes

Para la capacidad de producción actual el volumen de almacenamiento de materias primas, envases y productos terminados no es el mayor inconveniente. De todos modos, un aumento en la producción si implica la necesidad de mayores espacios de almacenes, sobre todo si se logra aumentar x4 como se proyecta. Se requerirá una ampliación del almacén de producto terminado (cámara frigorífica), del almacén de maltas y de envases; además de un régimen de abastecimiento de materias primas y logística con clientes bien coordinados.

#### 6.1.5 Reordenamiento de planta - Layout

Para alcanzar la capacidad proyectada se debe trabajar sobre la productividad de la planta. Para esto es sumamente importante la óptima utilización del tiempo y la energía insumida tanto por los equipos como por los operarios, por lo cual es imperioso reordenar la planta de modo de secuenciar las operaciones y actividades, evitando manipuleos innecesarios o duplicados y esfuerzos físicos evitables; como así también es necesario generar pasillos y áreas transitables seguras.

A modo de ejemplo, con foco en la reducción de esfuerzos y realización de actividades de forma segura, se propone la implementación de una plataforma, fija o móvil, para el acceso a los fermentadores ya que las bocas de inspección de los mismos se encuentran en altura (superior a 4 metros) y actualmente se accede mediante escalera común.

#### 6.1.6 Oportunidad de mejora: Control de variables de procesos

Se presenta también la oportunidad de implementar instrumentación y control de las variables de proceso claves para asegurar la constancia de calidad del producto, en un plan de implementación gradual, para asegurar la repetitividad y trazabilidad de proceso.

Los equipos de cocción actuales cuentan con instrumentación acorde a las variables a controlar en dicha etapa. En cambio, las operaciones de fermentación no poseen la instrumentación para asegurar el control de proceso, por lo que se propone que la implementación se inicie por aquí.

#### 6.1.7 Plan Director

En vista de las diferentes oportunidades de mejora y la implicancia para los diferentes sectores de la planta se propone el desarrollo de un Plan Director que contemple el traslado de la planta, prevea ampliaciones de las instalaciones a futuro y que reúna los aportes y expectativas de todas las partes involucradas, de modo que se pueda considerar un manual donde se especifica cómo se ejecutarán y llevarán adelante las ampliaciones / modificaciones, cómo se dará seguimiento y supervisará los resultados, y cómo se controlará el proyecto.

## 6.2 Conclusiones

Desde el punto de vista académico y profesional el desarrollo del presente proyecto permitió poner en práctica conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera relacionados con: las instalaciones industriales, termodinámica, estabilidad, diseño mecánico, entre otras; como así también la aplicación de Reglamentos relacionados a la industria alimenticia como ser el Código Alimentario Argentino, y de Normas Internacionales como el Código ASME, para recipientes sometidos a presión.

A la vez, presentó la oportunidad de capacitación en aspectos complementarios, como ser la comunicación con dueños y operarios de la fábrica, la gestión de tiempos y actividades, y la redacción de informes técnicos y memorias de cálculo.

Permitió también conocer la dinámica de los proyectos industriales, los constantes cambios que sufren mientras se desarrollan y la necesidad plantear conceptos de soluciones versátiles, sin por ello cambiar el objetivo ni el alcance del proyecto.

Son muchas las pequeñas y medianas empresas que presentan panoramas similares al actual de Psicotella S.A. El aporte del conocimiento, formado en la universidad pública y articulado con el sector privado y las economías regionales, es clave para el desarrollo de soluciones concretas y profesionales para el agregado de valor.

## 7. Bibliografía

- AISC-360/05. (2005). *Specifications for Structural Steel Buildings*. EEUU.
- ANMAT. (s.f.). *Código Alimentario Argentino*. Argentina.
- ASME. (2015). *Boiler & Pressure Vessel Code - Section VIII*. EEUU.
- ASTM. (2007). *A967*. EEUU.
- ASTM. (2013). *A380/380M*. EEUU.
- AWS. (1996). *Manual de Soldadura Tomo 1 (8va Ed.)*. México.
- Bultynch, J. P. (2012). *PFC - Chiller Refrigerador*. Santa Fe, Argentina.
- Cao, E. (1983). *Intercambiadores de Calor*. Buenos Aires.
- Estrada, J. M. (2001). *Diseño y cálculo de recipientes a presión*. México.
- Fernandez Diez, P. (1992). *Ingeniería térmica y de fluidos*. Santander, España.
- Kern, D. (1999). *Procesos de Transferencia de Calor*. México.
- Kunze, W. (2006). *Tecnología para Cerveceros y Malteros*. Berlín, Alemania.
- McKetta, J. (1992). *Heat transfer design methods*. Texas, EEUU.
- Megyesy, E. (1992). *Manual de recipientes a presión - Diseño y cálculo*. México.
- Oddone, S. (2018). *Matemática de la cerveza*. Buenos Aires, Argentina.
- Scheer, F. (2014). *Thermal Process Engineering for Brewers - Basics in Theory and Practice*. EEUU.
- Universidad Nacional de San Martín, & INTI Energía. (2018). *¿Cuáles son artefactos de cocción más eficientes en Argentina?* Buenos Aires.
- Walter Surface Technologies. (s.f.). *Acero Inoxidable - Guía Práctica paso a paso para acabados*. México.
- Wang, L. S. (2007). *Plate Heat Exchangers - Design, Applications and Performance*. EEUU.

## 8. Anexos

### 8.1 Documentación técnica

- 8.1.1 *Diagrama de bloques*
- 8.1.2 *PFD (Diagrama de Flujo de Proceso)*
- 8.1.3 *Layout y trazas de cañerías.*
- 8.1.4 *Hoja de datos bomba de agua/glicol*
- 8.1.5 *Plano de fermentador*

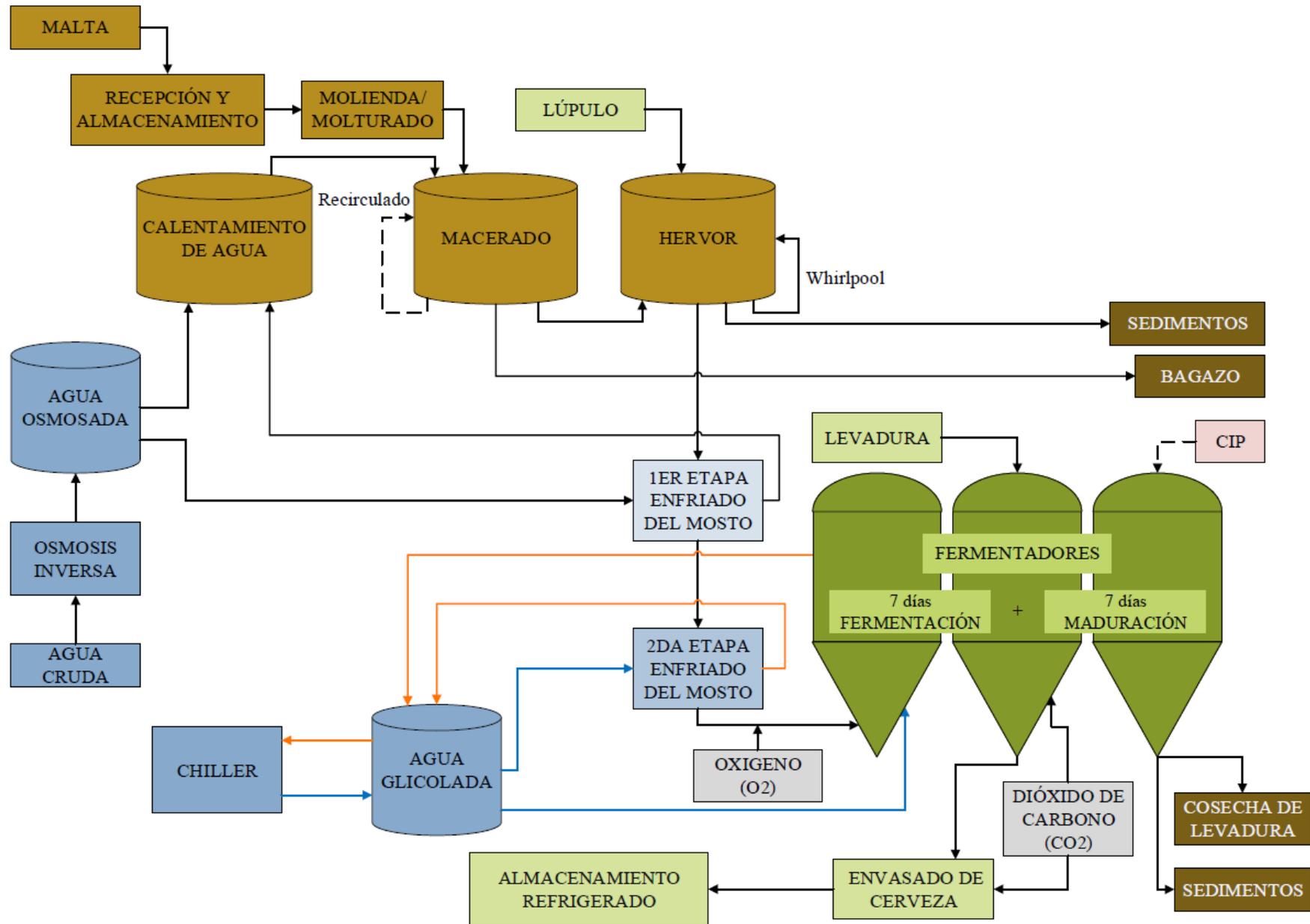
### 8.2 Documentos, tablas y gráficos utilizados en cálculos

- 8.2.1 *Diagrama de tiempos*
- 8.2.2 *Tablas reológicas de mezclas agua/glicol*
- 8.2.3 *Propiedades mecánicas chapas ASTM A-240*
- 8.2.4 *Propiedades mecánicas acero inoxidable a diferentes temperaturas*
- 8.2.5 *Tablas y gráficas para determinación de espesores por presión externa*

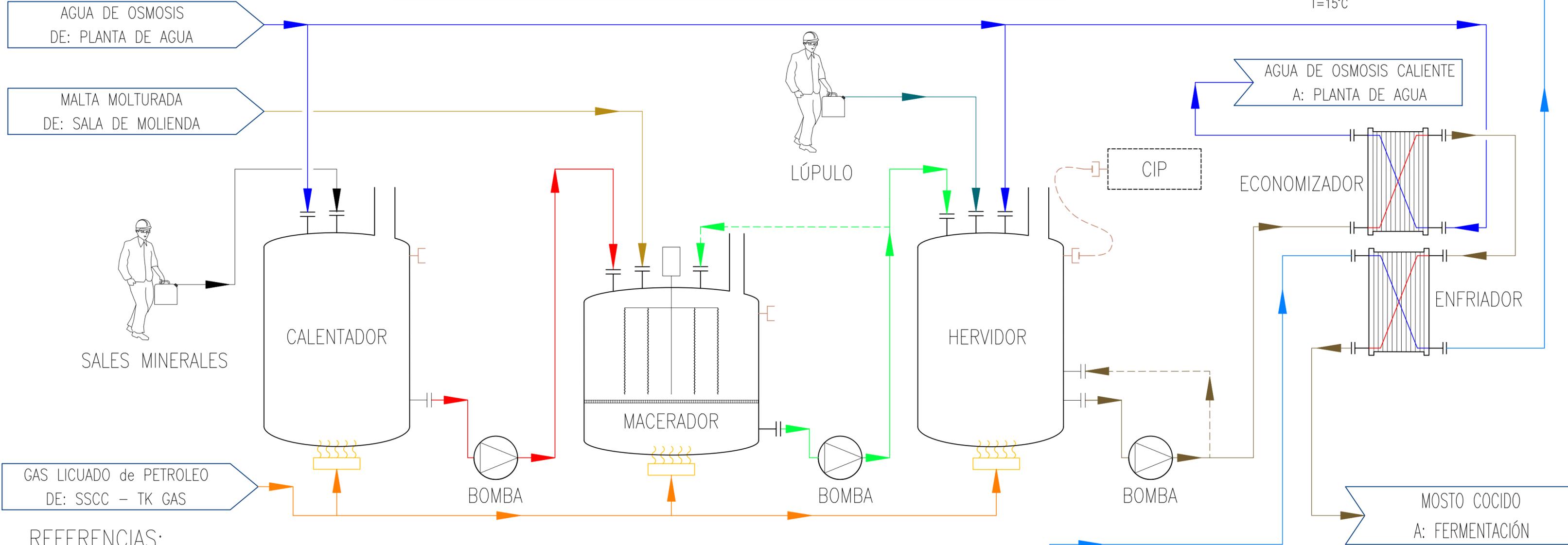
### 8.3 Catálogos

- 8.3.1 *Catálogo bombas Czerweny linea Zeta*
- 8.3.2 *Catálogo Alfa Laval M6*
- 8.3.3 *Catálogo placas intercambiador*
- 8.3.4 *Catálogos de accesorios comerciales para tanques y tuberías*
- 8.3.5 *Catálogo chapas y tuberías de acero inoxidable*
- 8.3.6 *Catálogo cañerías termofusión PPCR-3*
- 8.3.7 *Manual técnico Chillers Westric línea EL*
- 8.3.8 *Catálogo tanques Rotoplast*

## **8.1 Documentación técnica**



# DIAGRAMA PROCESO COCCIÓN



## REFERENCIAS:

- AGUA DE OSMOSIS
- AGUA CALIENTE
- AGUA GLICOLADA
- MOSTO CRUDO
- MOSTO COCIDO
- GAS
- MALTA
- LÚPULO
- SALES MINERALES
- CIP

CONCEPTO	FECHA	NOMBRE	Cliente:	<b>PSICOTELLA</b>	<b>UTN * SANTA FE</b>
DIBUJÓ	SEP-2023	I.Carbonel			
REVISÓ	NOV-2023	G.Stahringer			
APROBÓ		R.Monti			
Escola:	Proyecto:		Estado:		
S/E	PROYECTO FINAL - ING. MECÁNICA		APTO INFORMACIÓN		
Titulo:			Nº de Plano:	Rev.:	
PFD (Process Flow Diagram) Elaboración de cerveza artesanal SECTOR: COCCIÓN			PFC-PFD-001	01	
				Hoja N°:	
				01/03	

CONFIDENCIAL

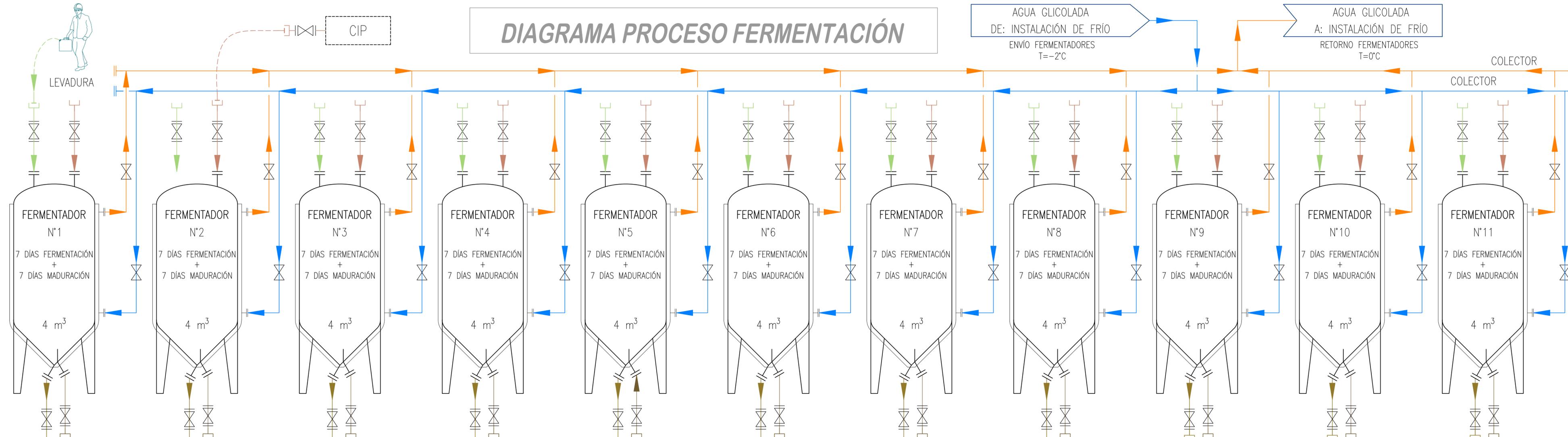
FORMATO A3.2 (594x297)

2

1

PFC-PFD-001-R01 (PFD Cervecería Psicotella).org

# DIAGRAMA PROCESO FERMENTACIÓN



## REFERENCIAS:

- AGUA GLICOLADA RETORNO
- AGUA GLICOLADA ENVÍO
- MOSTO COCIDO
- - - CERVEZA
- - - LEVADURA
- - - OXIGENO
- - - CIP
- - - SEDIMENTOS

CONCEPTO	FECHA	NOMBRE	Cliente:
DIBUJÓ	SEP-2023	I.Carbonel	<b>PSICOTELLA</b>
REVISÓ	NOV-2023	G.Stahinger	
APROBÓ		R.Monti	
Estado:	PROYECTO FINAL - ING. MECÁNICA		APTO INFORMACIÓN
Título:	PFD (Process Flow Diagram) Elaboración de cerveza artesanal SECTOR: FERMENTACIÓN		N° de Plano: PFC-PFD-001
Hoja N°:	02/03		Rev.: 01

CONFIDENCIAL

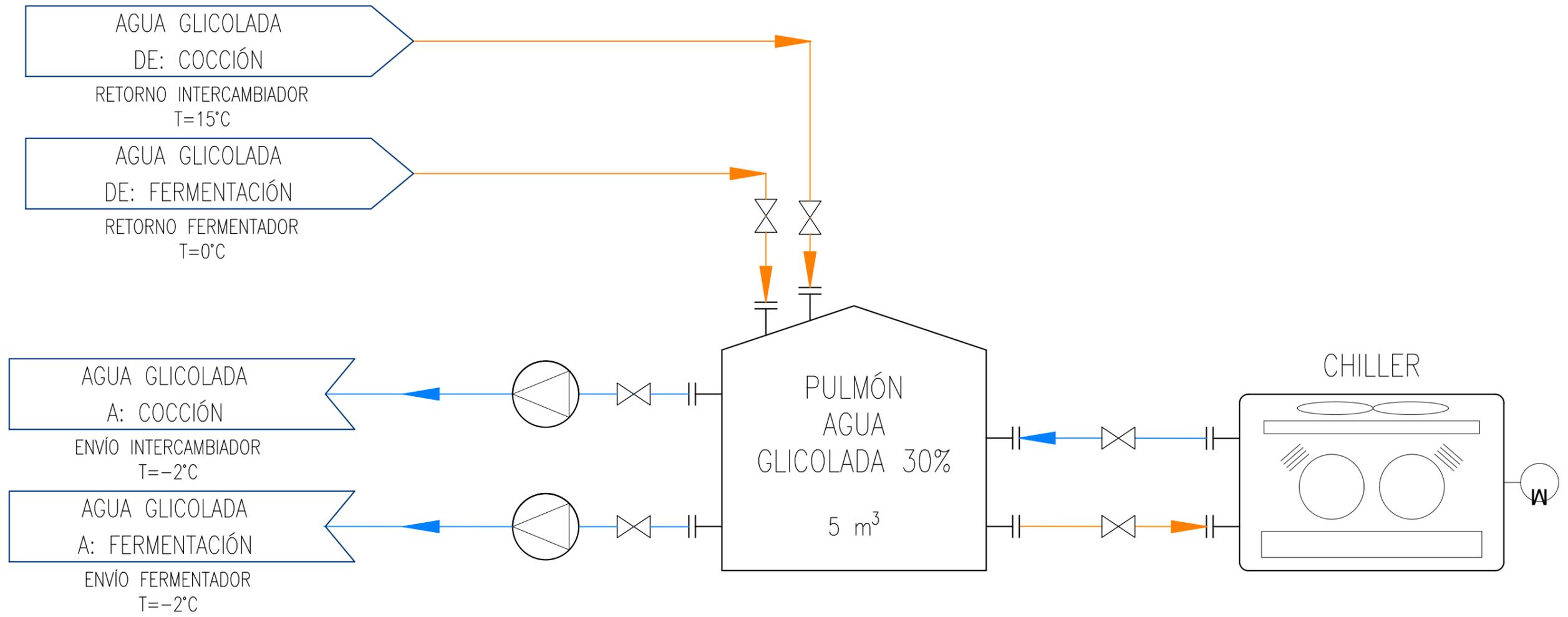
FORMATO A3.1 (841x297)

2

1

PFC-PFD-001-R01 (PFD\_Cerveceria\_Psicotella).dwg

# DIAGRAMA PROCESO INSTALACIÓN DE FRÍO



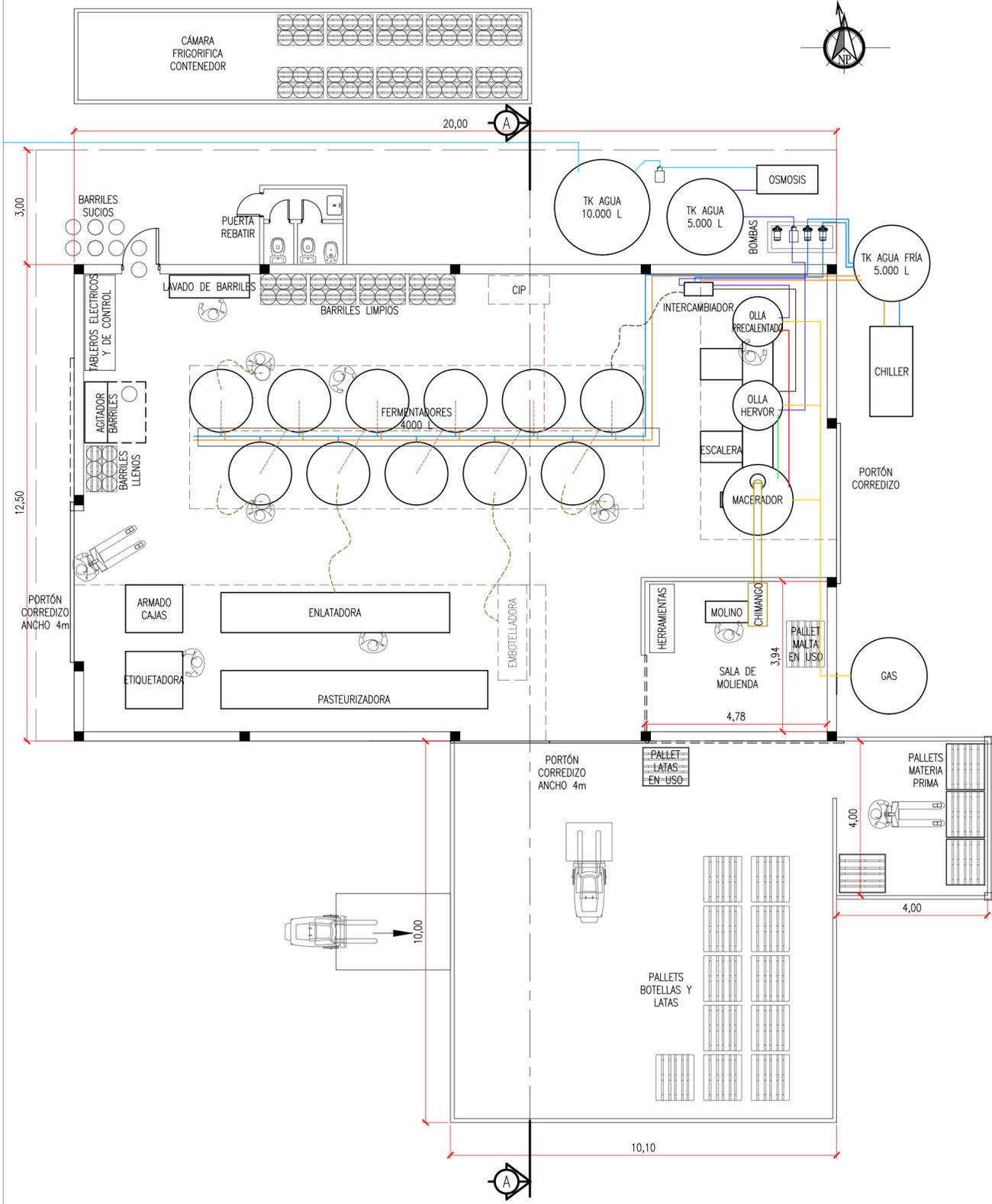
## REFERENCIAS:

- AGUA GLICOLADA RETORNO
- AGUA GLICOLADA ENVÍO

CONCEPTO	FECHA	NOMBRE	Ciente:
DIBUJÓ	SEP-2023	I.Carbonel	<b>PSICOTELLA</b>
REVISÓ	NOV-2023	G.Stahringer	
APROBÓ		R.Monti	
Estado:	APTO INFORMACIÓN		
Escala:	S/E	Proyecto:	PROYECTO FINAL – ING. MECÁNICA
Título:	PFD (Process Flow Diagram) Elaboración de cerveza artesanal SECTOR: INSTALACIÓN DE FRÍO		N° de Plano: PFC-PFD-001 Rev.: 01
			Hoja N°: 03/03

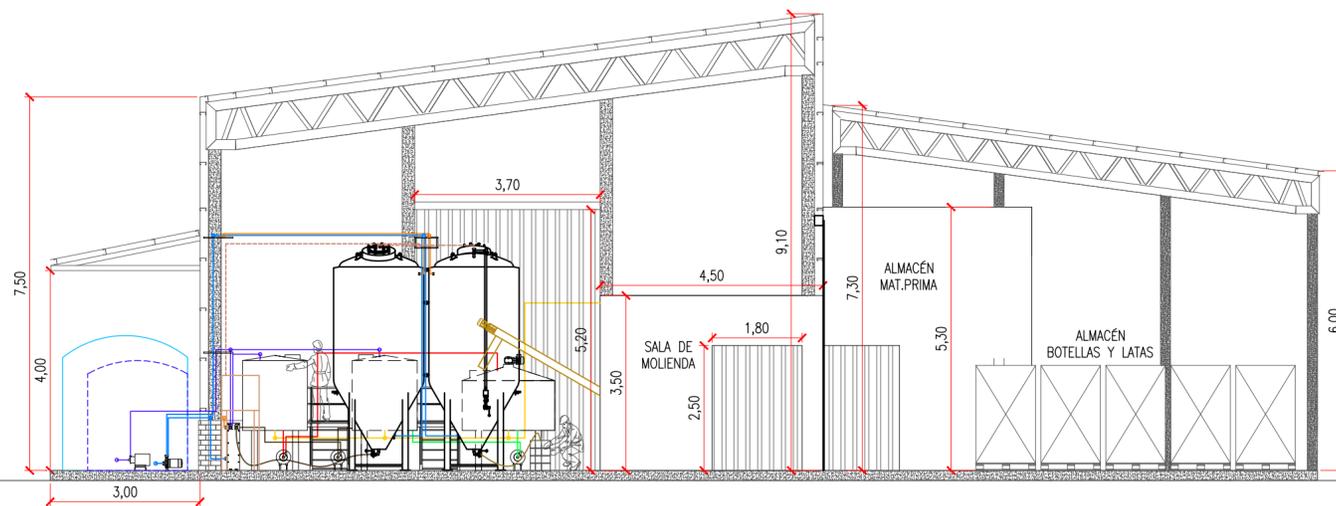
# TRAZAS DE CAÑERÍAS – VISTA EN PLANTA

Esc: 1:100



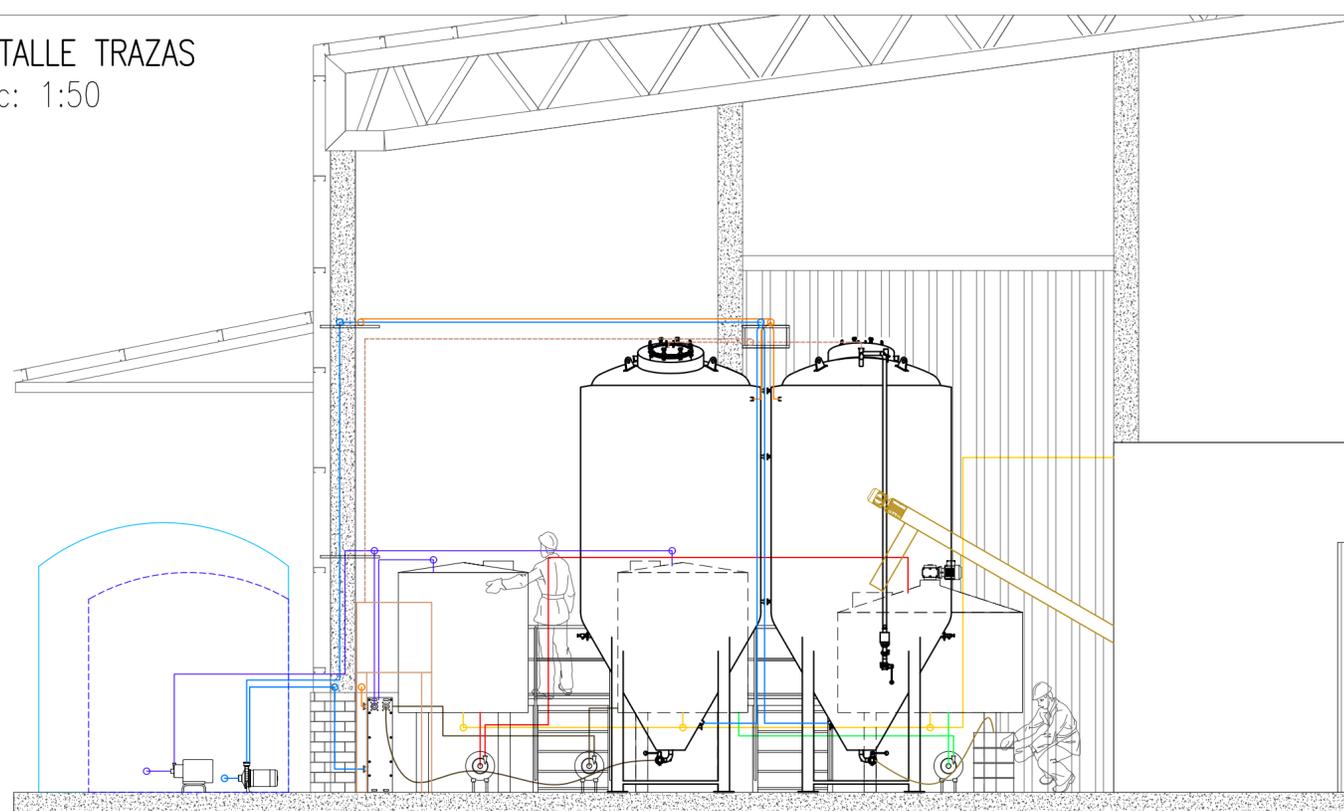
# CORTE A-A

Esc: 1:100



# DETALLE TRAZAS

Esc: 1:50



## REFERENCIAS:

- AGUA DE OSMOSIS
- AGUA CALIENTE
- AGUA CRUDA
- MOSTO CRUDO
- MOSTO COCIDO
- AGUA GLICOLADA RETORNO
- AGUA GLICOLADA ENVÍO
- GAS
- MALTA
- LÚPULO
- SALES MINERALES
- CIP
- CAÑERÍA DIRECCIÓN TRANSVERSAL

CONCEPTO	FECHA	NOMBRE	Cliente:
DIBUJO	NOV-2023	I.Carbonel	<b>PSICOTELLA</b>
REVISÓ	NOV-2023	G.Stahinger	
APROBÓ		R.Monti	
Escala:	Proyecto:		Estado:
INDICADAS	PROYECTO FINAL – ING. MECÁNICA		APTO INFORMACIÓN
Medidas:	Título:		Nº de Plano:
mts	Layout Trazas de cañerías		PFC-PLO-001
			Hoja Nº:
			02
			01/01

UTN * SANTA FE	
Estado: APTO INFORMACIÓN	
Nº de Plano: PFC-PLO-001	Hoja Nº: 02
01/01	

CONFIDENCIAL

FORMATO A2 (594x420)

PFC-PLO-001-R02 (Layout Nueva Planta Psicotella).dwg



## HOJA DE DATOS PARA SELECCION DE BOMBAS INDUSTRIALES

Referencia del cliente	
PSICOTELLA S.A.	
Fecha elaboración	Responsable
26/11/2023	I.CARBONEL

## Servicio

Cantidad de bomba	2	
Tag Nros		
Fabricante	CZERWENY	
Tipo de bomba <small>(seleccionar correspondiente)</small>	<input checked="" type="checkbox"/>	Centrifuga
	<input type="checkbox"/>	Centrifuga autocebante
	<input type="checkbox"/>	Desplazamiento positivo
	<input type="checkbox"/>	Neumática (utilizar otra planilla)

## Materiales de construcción\*

Voluta / cuerpo	FUNDICIÓN GRIS	
Impulsor / Rotor	NORYL	
Sellado	MEC. CERÁMICA/GRAFITO	
Otro 1	EJE AC. INOXIDABLE	
Otro 2		
Notas		
Normas a cumplir		

## Notas adicionales

## Condiciones de operación

Líquido	AGUA / GLICOL 30%	
Temperatura °C	-2	
Densidad	1,035	
Viscosidad (cP)	1,86	
Agentes corrosivos	N.A.	
Altura de bombeo (m)	17	
ANPA disponible (m)	9,6	
Caudal m3/h	4	
Presión succión kg/cm2	1.1	
Presión Desc kg/cm2	1	

## Datos del fabricante

Marca	CZERWENY	
Modelo seleccionado	ZETA III	
Presión max diseño kg/cm2 (g)	2,6	
Capacidad max m3/h	13,8	
Rango de presión operativa	1 / 2,6	
Tamaño máx. de solidos (mm)	N.E.	
	1HP	
Características constructivas		

## Características de construcción

Conexiones	Tamaño	Serie	Cara	Ubicación
Succión	1"	NPT		
Descarga	1"	NPT		
Alimentación	220 V			
<input checked="" type="checkbox"/> Elec.				
<input type="checkbox"/> Diésel				

## Ensayos

	Requerido	Testificado
Hidrostático	N.A.	N.A.
Funcionamiento	N.A.	N.A.
Poder de succión	N.A.	N.A.
Otros (confirmar)	N.A.	N.A.

Nota todas las bombas vienen con prueba estándar del fabricante

## Condiciones del sitio

	Max	Min
Temperatura C	40	2
Humedad relativo	100	30
Ubicación <small>(marcar todas las que corresponde)</small>	<input type="checkbox"/> Interior	
	<input checked="" type="checkbox"/> Exterior	
	<input type="checkbox"/> Calefaccionado	
	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo techo	
Altura sobre nivel de mar	40 m	

## Información equipo seleccionado

Peso (kg)	15	LxHxW (mm)	300x240x205
-----------	----	------------	-------------

## Controles

Señal de control	Electroválvula
	24VCC / 24VCA

## Accesorios a proveer con la bomba

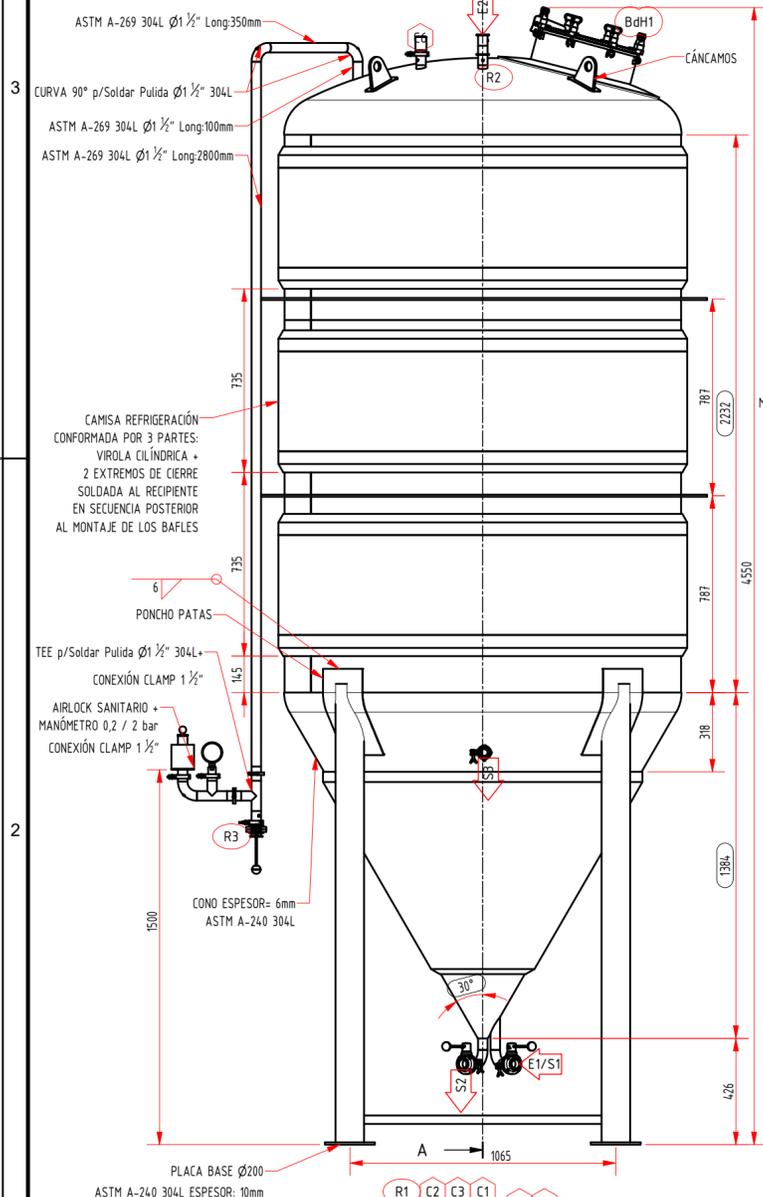
Especificar tipo / conexiones / material			
Manguera succ.	NO	Largo (m)	-
Manguera desc.	NO	Largo (m)	-
Amortiguador de vibraciones			SI
Variador de frecuencia			NO
Base metálica (confirmar material)			NO
Notas			

## Observaciones

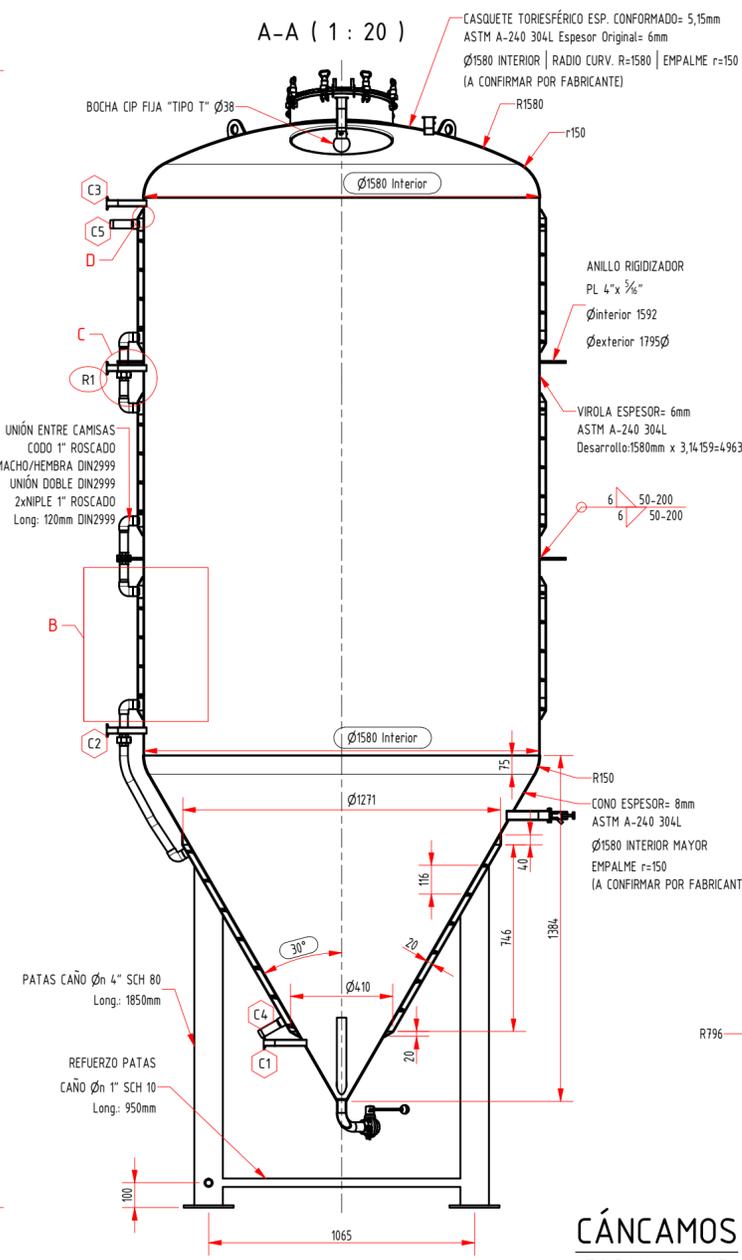
--

# FERMENTADOR - SIN AISLACIÓN

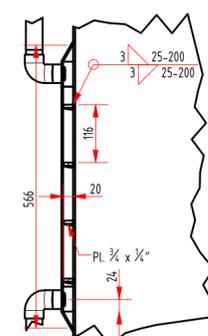
ESCALA: 1 : 20



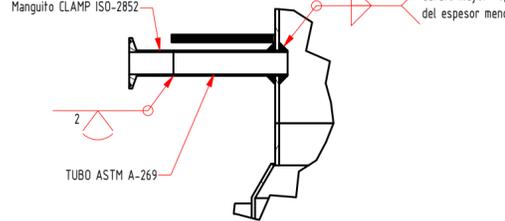
## A-A (1 : 20)



## B (1 : 10)



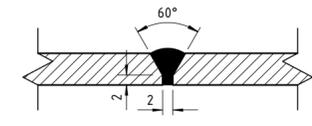
## C (1 : 5)



SOLDADURA TÍPICA CONEXIONES

## DETALLE TÍPICO DE SOLDADURA DW-1

PARA TODAS LAS UNIONES A TOPE ENTRE CHAPAS DE CUERPO CILÍNDRICO / CASQUETE / CONO SOLDADURA INOXIDABLE CON APORTE (VER NOTA 06)

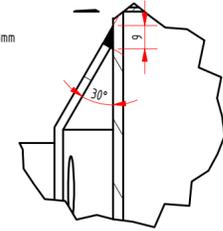


## DETALLE TÍPICO DE SOLDADURA DW-2

PARA TODAS LAS UNIONES ENTRE CUERPO CILÍNDRICO Y CASQUETE CUERPO CILÍNDRICO Y CONO CUANDO EXISTA DIFERENCIA DE ESPESORES SOLDADURA INOXIDABLE CON APORTE (VER NOTA 06)

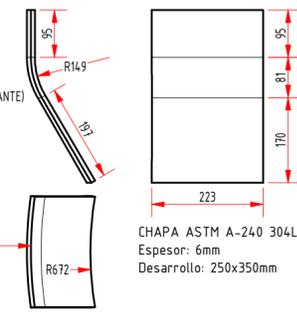


## D (1 : 2)

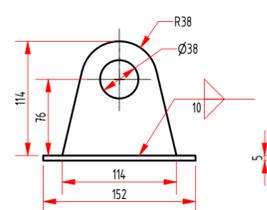


SOLDADURA CAMISA-CUERPO

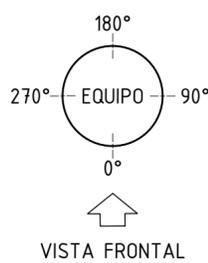
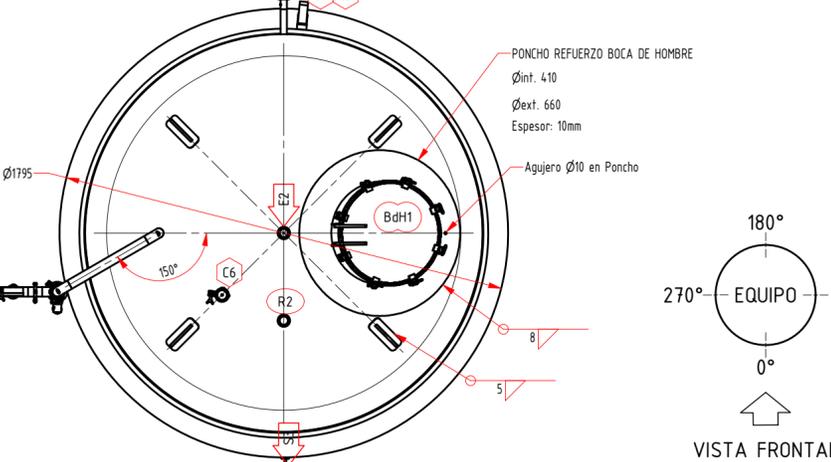
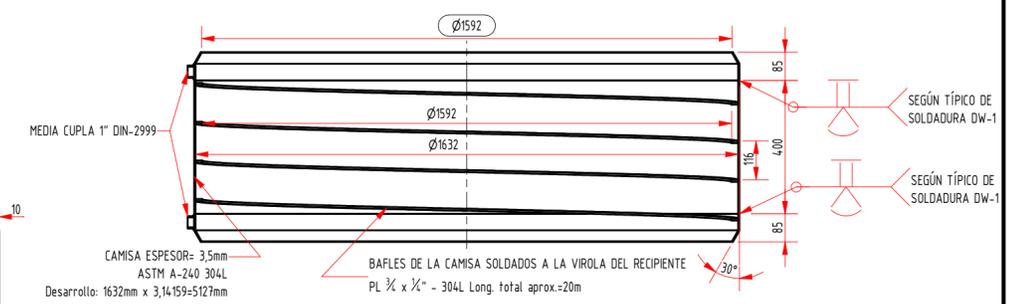
## PONCHO PATAS ESCALA: 1 : 10



## CÁNCAMOS ESCALA: 1 : 5



## CAMISA REFRIGERACIÓN ESCALA: 1:15



NOTA	REALIZÓ	DESCRIPCIÓN
01	I.C.	No medir sobre el plano
02	I.C.	Todas las medidas están expresadas en milímetros, salvo indicación contraria.
03	I.C.	Las conexiones de reserva deberán contar con su correspondiente tapón y/o brida ciega.
04	I.C.	Proteger las caras de las bridas y colocar tapones en las cuplas para el embalaje del equipo.
05	I.C.	Terminación superficies internas calidad sanitaria - Acabado #4 (Ra=0,25µm)
06	I.C.	Proceso de Soldadura: TIG - Material de aporte: AWS ER 308L
07	I.C.	Todas las superficies y soldaduras Decapadas y Pasivadas según ASTM A-380 y A-967

CONDICIONES DE TRABAJO				CARACTERÍSTICAS		
CONDICIONES DE DISEÑO				CONDICIONES DE TRABAJO		
FLUIDO		CUERPO	MOSTO/CERVEZA	CAMISA	AGUA - GLICOL 30%	
PESO	5080 (kg)					
VOLUMEN DE SERVICIO	4 (m³)					
TEMPERATURA	290 (°C)					
PRESION	2 / 18 / 80					
TEMPERATURA	150 (°C)					
PRESION	1,4 barA / Vacío absoluto					
TEMPERATURA	2 barA / Vacío absoluto					
PRESION	150 (°C)					
VOLUMEN DE DISEÑO	5,2 (m³)					
PESO VACIO	1130 (kg)					
PESO TOTAL	6500 (kg)					
CARGA SOBRE CADA SOPORTE	4875 (kg)					
EFICIENCIA DE LA JUNTA	0.6					
TEMPERATURA	Ambiente					
PRESION DE PRUEBA HIDRAULICA	UG-99b [3,4 barA]					
INSPECCION POR:	--					
ENSAYO NO DESTRUCTIVO	--					
TERMINACION EXTERNA	INOXIDABLE: Decapadas y pasivadas según ASTM A380 y A967					
REVESTIMIENTO	ESPUMA POLIURETANO CON PROTECCIÓN MECÁNICA					
AISLACION	SUPERFICIE (m²)		15			
	ESPESOR (mm)		100			
	CUERPO		--			
PINTURA	PATAS, ZAPATAS, ETC.		--			
			--			
ESPESOR	REQUERIDO (mm)	Virola:5,5 / Cono:6,8 / Cabezal:5,14		3,4		
	NOMINAL (mm)	Virola:6 / Cono:8 / Cabezal:5,15		3,5		
	CORROSION BASICA	0		0		

BdH1	400mm	1	Boca de Hombre	Boca de Hombre Comercial (FAMIQ P22-264)	90	TECHO	425
R3	1 1/2"	1	Reserva Exterior	MARIPOSA 2 VÍAS CLAMP	Conjunto Airlock	--	TECHO --
R2	1 1/2"	1	Reserva	CLAMP ISO 2852 304L	ASTM A-269 Long=120mm	0	TECHO 350
R1	1"	1	Reserva Instrumentos	CLAMP ISO 2852 304L	ASTM A-269 Long=120mm	180	3360 VIROLA
C6	1 1/2"	1	Válvula Alivio	CLAMP ISO 2852 304L	ASMT A-269 Long=150mm	330	FONDO 350
C5	1"	1	Salida Agua Glicolada	NIPLA DIN-2999 Long=100mm	MEDIACUPLA DIN-2999	175	3935 CAMISA
C4	1"	1	Ingreso Agua Glicolada	NIPLA DIN-2999 Long=100mm	MEDIACUPLA DIN-2999	175	700 CAMISA
C3	1"	1	Transmisor Nivel Superior	CLAMP ISO 2852 304L	ASTM A-269 Long=120mm	180	4020 VIROLA
C2	1"	1	Transmisor Temperatura	CLAMP ISO 2852 304L	ASTM A-269 Long=120mm	180	1900 VIROLA
C1	1"	1	Transmisor Nivel Inferior	CLAMP ISO 2852 304L	ASTM A-269 Long=120mm	180	660 VIROLA
S3	1 1/2"	1	Tomamuestra	VÁLV. TOMAMUESTRA 304	ASMT A-269 Long=120mm	0	1500 VIROLA
S2	1 1/2"	1	Vaciado-Purga	MARIPOSA 2 VÍAS CLAMP	ASMT A-269 Long=50mm	330	FONDO --
S1	1 1/2"	1	Busca-Claro Cerveza	MARIPOSA 2 VÍAS CLAMP	ASTM A-269 Long=400mm	30	FONDO 50
E2	1 1/2"	1	Limpieza CIP	CLAMP ISO 2852 304L	ASTM A-269 + BOCHA CIP	--	TECHO 0
E1	1 1/2"	1	Ingreso Mosto	MARIPOSA 2 VÍAS CLAMP	ASTM A-269 Long=400mm	30	FONDO 50
POS.	Ø	CANT.	DENOMINACIÓN	BRIDA	CUELLO	ÁNGULO	ALTURA RADIO

LISTA DE CONEXIONES			
CONCEPTO	NOMBRE	FECHA	CLIENTE
DIBUJÓ:	I.Carbonel	Nov-2023	PSICOTELLA
REVISÓ:	G.Stahringher	Nov-2023	UTN * SANTA FE
APROBÓ:	R.Monti		
ESCALA:	INDICADAS	PROYECTO:	ESTADO:
mm		PROYECTO FINAL - ING. MECÁNICA	APTO COTIZACIÓN / FABRICACIÓN
		TÍTULO:	Nº PLANO:
		FERMENTADOR ARTESANAL	PFC-EN-001
			HOJA Nº:
			01
			TOLERANCIAS GENERALES
			ISO 2768-mK
			01/01

CONFIDENCIAL

FORMATO A2 (594x420)

PFC-EN-001-Fermentador

## **8.2 Documentos, tablas y gráficos utilizados en cálculos**



## TABLAS

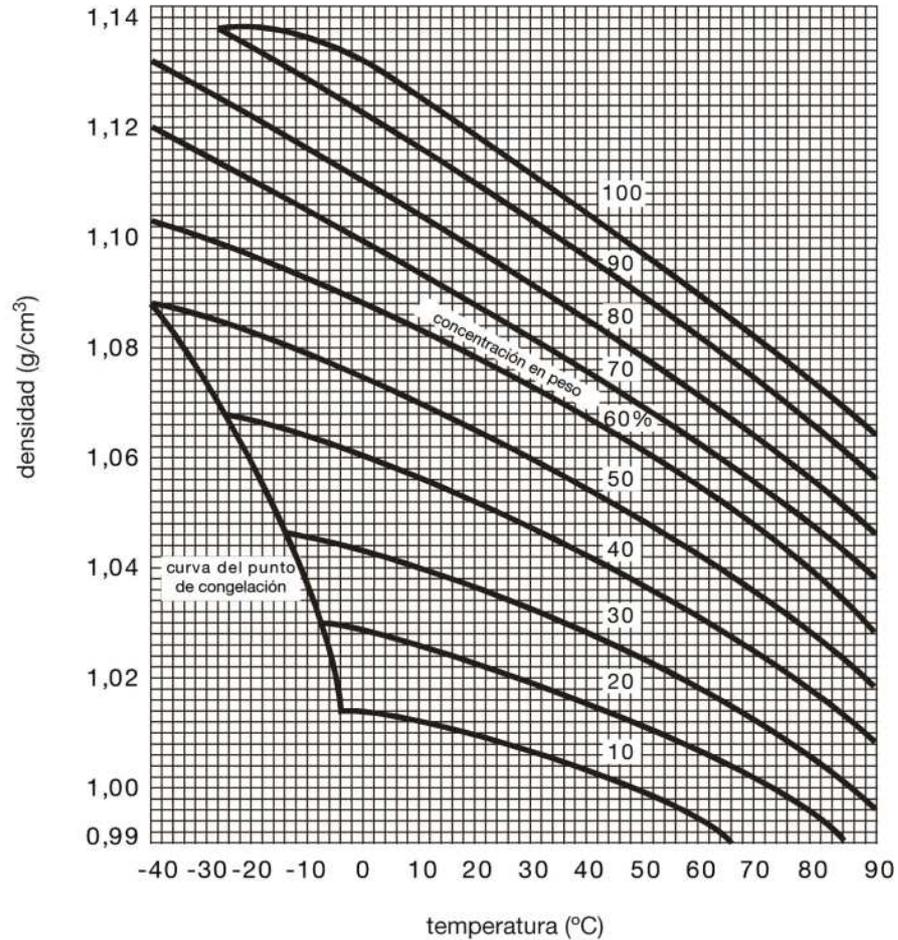


Figura 20. Densidad de una disolución de etilenglicol, en función de la temperatura

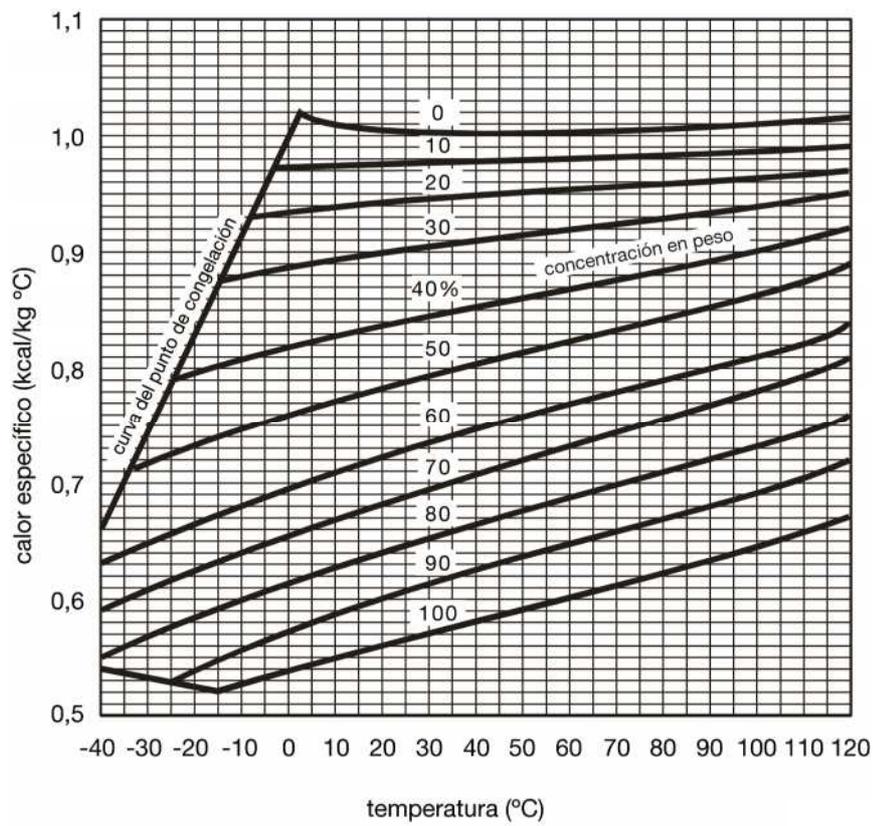
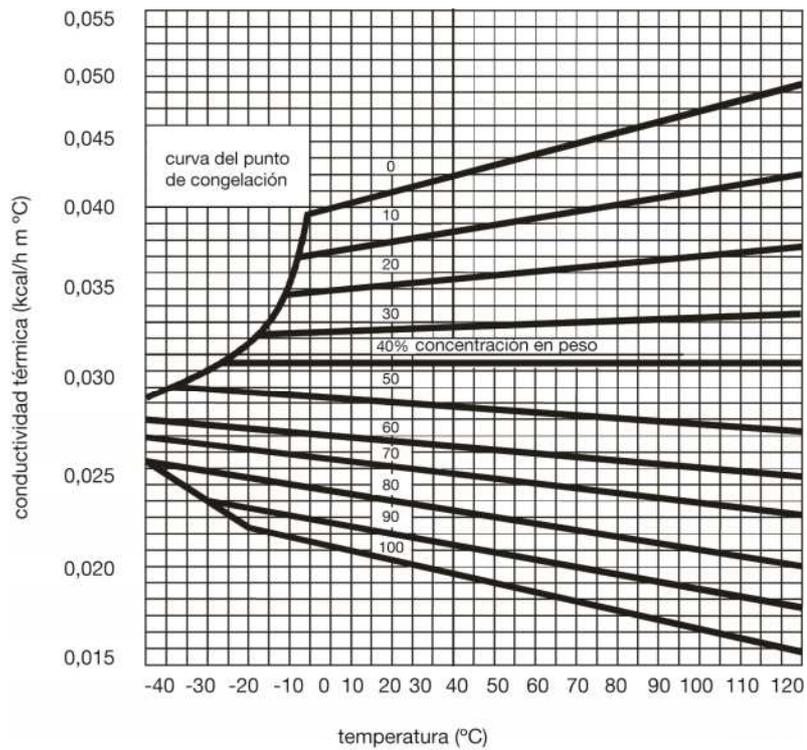
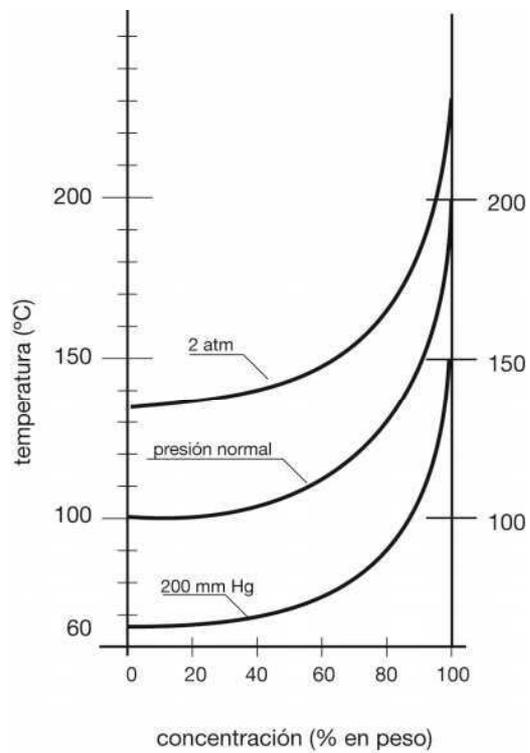


Figura 21. Calor específico de una disolución de etilenglicol, en función de la temperatura

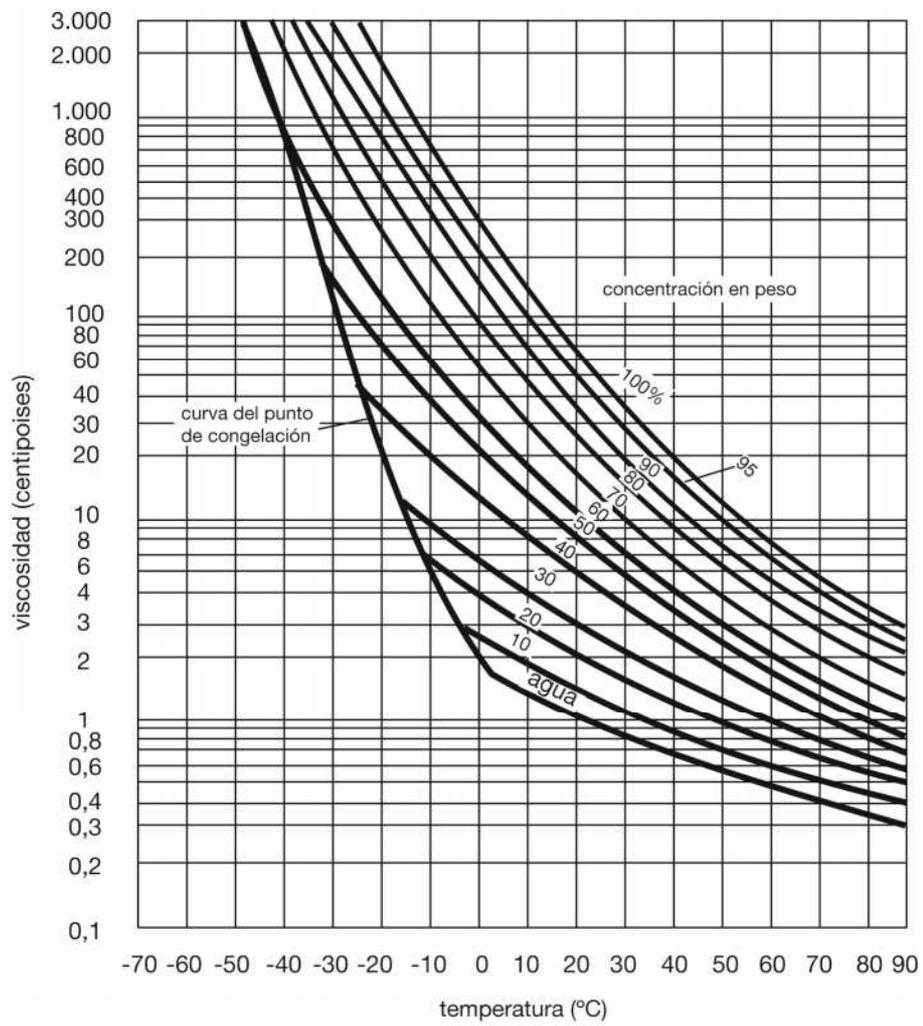
Figura 22.



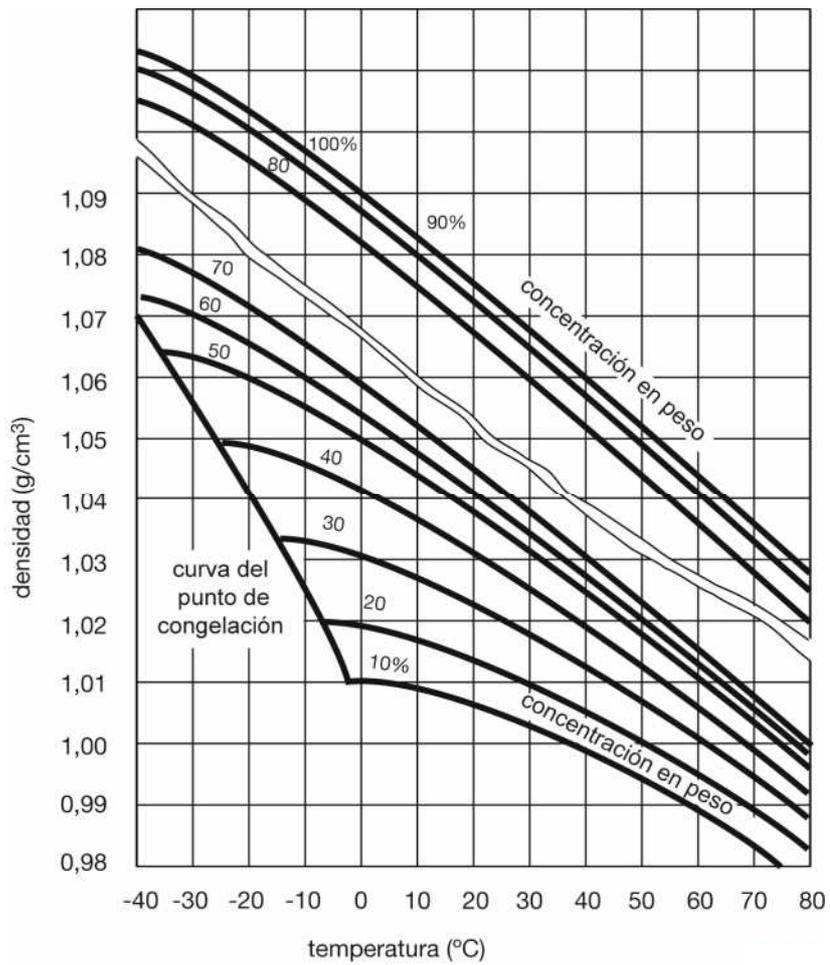
**Figura 23.** Conductividad térmica de una disolución de etilenglicol, en función de la temperatura



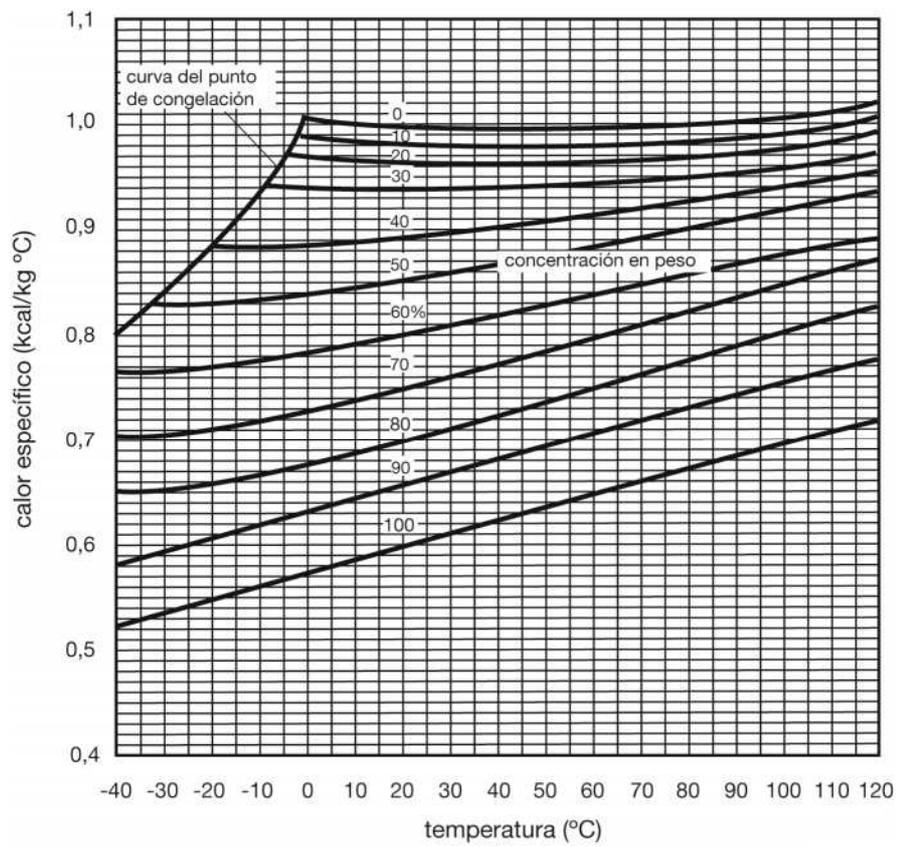
**Figura 24.** Punto de ebullición de una disolución de etilenglicol, en función de la temperatura



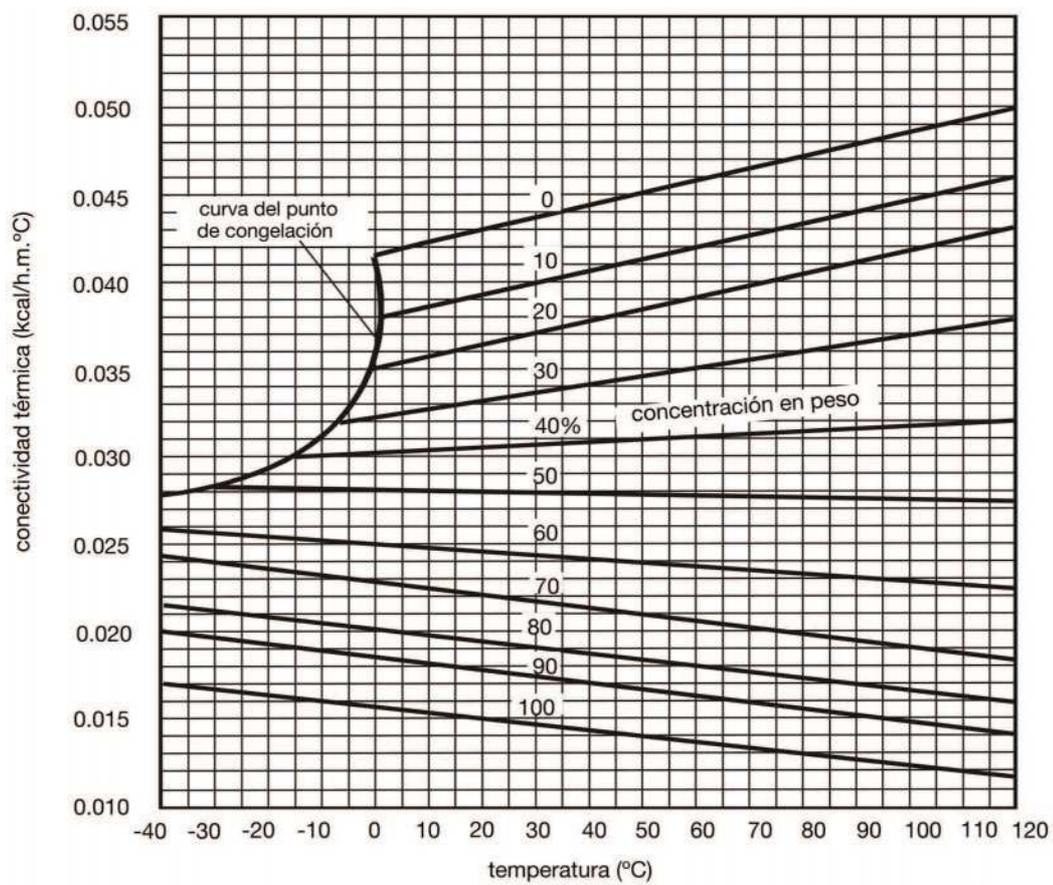
**Figura 25.** Viscosidad de una disolución de propilenglicol, en función de la temperatura. La unidad de viscosidad en el SI es el pascal · segundo, que equivale a 1.000 centipoises



**Figura 26.** Densidad de una disolución de propilenglicol, en función de la temperatura



**Figura 27.** Calor específico de una disolución de propilenglicol, en función de la temperatura



**Figura 28.** Conductividad térmica de una disolución de propilenglicol, en función de la temperatura

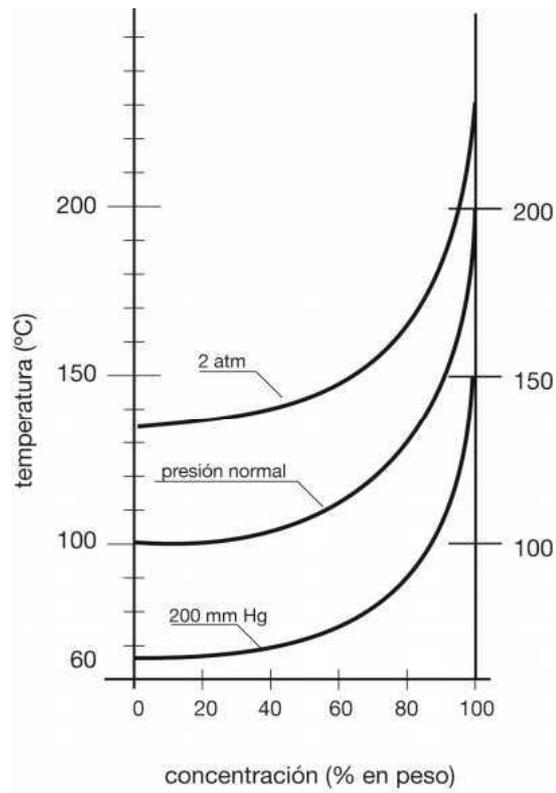


Figura 29. Punto de ebullición de una disolución de propilenglicol, en función de su concentración

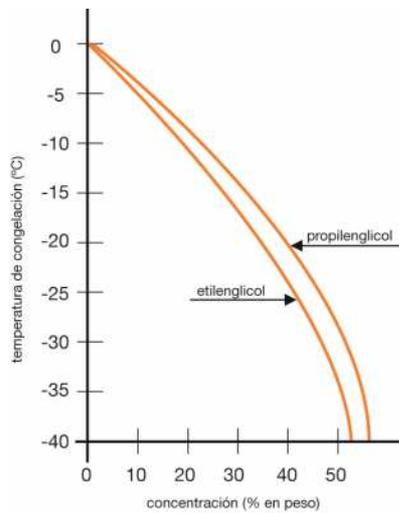


Figura 30. Curvas de congelación de dos preparados de etilenglicol y propilenglicol, en función de la concentración

TABLE 2 Mechanical Test Requirements

UNS Designation	Type <sup>A</sup>	Tensile Strength, min		Yield Strength, <sup>B</sup> min		Elongation in 2 in. or 50 mm, min, %	Hardness, max <sup>C</sup>		Cold Bend <sup>D</sup>
		ksi	MPa	ksi	MPa		Brinell	Rockwell B	
Austenitic (Chromium-Nickel) (Chromium-Manganese-Nickel)									
S30435	...	65	450	23	155	45	187	90	...
N08020	...	80	550	35	240	30 <sup>E</sup>	217	95	not required
N08367		100	690	45	310	30	...	100	not required
Sheet and Strip		95	655	45	310	30	241	...	not required
Plate		80	550	35	240	30	192	90	not required
N08700	...	75	520	30 <sup>G</sup>	205 <sup>G</sup>	30 <sup>H</sup>	...	...	not required
N08800	800 <sup>F</sup>	65	450	25 <sup>G</sup>	170 <sup>G</sup>	30	...	...	not required
N08810	800H <sup>F</sup>	65	450	25	170	30	...	...	not required
N08811	...	71	490	31	220	35	...	...	not required
N08904	904L <sup>F</sup>	94	650	43	295	35	...	...	not required
N08926	...	75	515	38	260	40	217	95	...
S20100	201-1 <sup>I</sup>	95	655	45	310	40	241	100	...
S20100	201-2 <sup>I</sup>	95	655	45	310	40	241	100	...
S20103	201L <sup>F</sup>	95	655	38	260	40	217	95	not required
S20153	201LN <sup>F</sup>	95	655	45	310	45	241	100	not required
S20161	...	125	860	50	345	40	255	25 <sup>J</sup>	not required
S20200	202	90	620	38	260	40	241	...	...
S20400	...	95	655	48	330	35	241	100	not required
S20431	...	90	620	45	310	40	241	100	not required
S20432	...	75	515	30	205	40	201	92	not required
S20433	...	80	550	35	240	40	217	95	not required
S20910	XM-19 <sup>K</sup>	105	725	60	415	30	241	100	not required
Sheet and Strip		100	690	55	380	35	241	100	not required
Plate		100	690	55	380	35	241	100	not required
S21600	XM-17 <sup>K</sup>	100	690	60	415	40	241	100	not required
Sheet and Strip		90	620	50	345	40	241	100	not required
Plate		100	690	60	415	40	241	100	not required
S21603	XM-18 <sup>K</sup>	100	690	60	415	40	241	100	not required
Sheet and Strip		90	620	50	345	40	241	100	not required
Plate		95	650	45	310	40	...	...	not required
S21640	...	95	655	50	345	35	241	100	not required
S21800	...	100	690	60	415	40	241	100	not required
S21904	XM-11 <sup>K</sup>	90	620	50	345	45	241	100	not required
Sheet and Strip		100	690	60	415	40	241	100	not required
Plate		90	620	50	345	45	241	100	not required
S24000	XM-29 <sup>K</sup>	100	690	60	415	40	241	100	not required
Sheet and Strip		100	690	55	380	40	241	100	not required
Plate		75	515	30	205	40	217	95	not required
S30100	301	80	550	32	220	45	241	100	not required
S30103	301L <sup>F</sup>	80	550	35	240	45	241	100	not required
S30153	301LN <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	201	92	not required
S30200	302	70	485	25	170	40	201	92	not required
S30400	304	70	485	25	170	40	201	92	not required
S30403	304L	75	515	30	205	40	201	92	not required
S30409	304H	87	600	42	290	40	217	95	not required
S30415	...	80	550	35	240	30	217	95	not required
S30451	304N	90	620	50	345	30	241	100	not required
S30452	XM-21 <sup>K</sup>	85	585	40	275	30	241	100	not required
Sheet and Strip		75	515	30	205	40	217	95	not required
Plate		90	620	50	345	30	241	100	not required
S30453	304LN	75	515	30	205	40	217	95	not required

**TABLE 2 Continued**

UNS Designation	Type <sup>A</sup>	Tensile Strength, min		Yield Strength, <sup>B</sup> min		Elongation in 2 in. or 50 mm, min, %	Hardness, max <sup>C</sup>		Cold Bend <sup>D</sup>
		ksi	MPa	ksi	MPa		Brinell	Rockwell B	
S30500	305	70	485	25	170	40	183	88	not required
S30530	...	75	515	30	205	40	201	92	not required
S30600	...	78	540	35	240	40	...	...	...
S30601	...	78	540	37	255	30	...	...	not required
S30615	...	90	620	40	275	35	217	95	not required
S30815	...	87	600	45	310	40	217	95	...
S30908	309S	75	515	30	205	40	217	95	not required
S30909	309H <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S30940	309Cb <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S30941	309HCb <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31008	310S	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31009	310H <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31040	310Cb <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31041	310HCb <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31050	310 MoLN <sup>F</sup>	84	580	39	270	25	217	95	not required
S31060	t ≤ 0.25 in.	78	540	37	255	25	217	95	not required
S31060	t > 0.25 in.	87	600	41	280	40	217	95	not required
S31254	...	100	690	45	310	35	223	96	not required
S31266	Sheet and Strip	95	655	45	310	35	223	96	not required
S31277	Plate	109	750	61	420	35	...	...	not required
S31600	...	112	770	52	360	40	...	...	not required
S31603	316	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31609	316L	70	485	25	170	40	217	95	not required
S31635	316H	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31635	316T <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31640	316Cb <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31651	316N	80	550	35	240	35	217	95	not required
S31653	316LN	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31700	317	75	515	30	205	35	217	95	not required
S31703	317L	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31725	317LM <sup>F</sup>	75	515	30	205	40	217	95	not required
S31726	317LMN <sup>F</sup>	80	550	35	240	40	223	96	not required
S31727	...	80	550	36	245	35	217	96	not required
S31753	317LN	80	550	35	240	40	217	95	not required
S32050	...	98	675	48	330	40	250	...	not required
S32053	...	93	640	43	295	40	217	96	not required
S32100	321	75	515	30	205	40	217	95	not required
S32109	321H	75	515	30	205	40	217	95	not required
S32615 <sup>L</sup>	...	80	550	32	220	25	...	...	not required
S32654	...	109	750	62	430	40	250	...	not required
S33228	...	73	500	27	185	30	217	95	not required
S33400	334 <sup>F</sup>	70	485	25	170	30	...	92	not required
S34565	...	115	795	60	415	35	...	100	not required
S34700	347	75	515	30	205	40	201	92	not required
S34709	347H	75	515	30	205	40	201	92	not required
S34800	348	75	515	30	205	40	201	92	not required
S34809	348H	75	515	30	205	40	201	92	not required
S35045	...	70	485	25	170	35	...	...	not required
S35115	...	85	585	40	275	40	241	100	not required
S35125	...	70	485	30	205	35	...	...	not required
S35135	Sheet and Strip	80	550	30	205	30	...	...	not required
Plate	...	75	515	30	205	30	...	...	not required

## PROPIEDADES DE LOS MATERIALES - ACERO INOXIDABLE P-No. 8 Grupo No. 1

TABLA 1					TABLA 3								
COMPOSICION NOMINAL, 18 Cr - 8 Ni	Cedencia mín. 30 000 lb/pulg <sup>2</sup> Tensión mín. 75 000 lb/pulg <sup>2</sup>	Producto	No. de Espec.	Grado	Notas	COMPOSICION NOMINAL, 16 Cr - 12 Ni - 2Mo.	Cedencia mín. 30 000 lb/pulg <sup>2</sup> Tensión mín. 75 000 lb/pulg <sup>2</sup>	Producto	No. de Espec.	Grado	Notas		
		Placa	SA-240	304	2 3				Placa	SA-240	316	2 3	
		Tubo s/c	SA-213	TP304	2				Placa	SA-240	317	2 3	
		Tubo s/c	SA-213	TP304H	—				Tubo s/c	SA-213	TP316	2	
		Tubo s/c	SA-312	TP304	—				Tubo s/c	SA-213	TP316H	—	
		Tubo s/c	SA-312	TP304H	—				Tubo s/c	SA-312	TP316	2	
		Tubo s/c	SA-376	TP304	2				Tubo s/c	SA-312	TP316H	—	
		Tubo s/c	SA-376	TP304H	—				Tubo s/c	SA-312	317	2	
		Tubo vaciado	SA-452	TP304H	—				Tubo s/c	SA-376	TP316	2	
		Forj.	SA-182	F304	2				Tubo s/c	SA-376	TP316H	—	
Forj.	SA-182	F304H	—		Tubo vaciado	SA-452	TP316H	—					
Barra	SA-479	304	2 3 5		Forj.	SA-182	F316	2					
					Forj.	SA-182	F316H	—					
					Barra	SA-479	316	2 3 5					

TABLA 2					TABLA 4								
COMPOSICION NOMINAL, 18 Cr - 8 Ni	Cedencia 25 000 Tensión 70 000	Producto	No. de Espec.	Grado	Notas	COMPOSICION NOMINAL, 16 Cr - 12 Ni - 2Mo.	Cedencia 25 000 Tensión 70 000	Producto	No. de Espec.	Grado	Notas		
		Placa	SA-240	304L	—				Placa	SA-240	316L	—	
		Tubo s/c	SA-213	TP304L	—				Tubo s/c	SA-213	TP316L	—	
		Tubo s/c	SA-312	TP304L	—				Tubo s/c	SA-312	TP316L	—	
		Forj.	SA-182	F304L	—				Forj.	SA-182	F316L	4	
		Barra	SA-479	304L	5				Barra	SA-479	316L	5	

### VALORES MAXIMOS DE ESFUERZO PERMITIDO, 1 000 lb/pulg<sup>2</sup>

MATERIALES DE LA TABLA	PARA TEMPERATURAS DEL METAL NO MAYORES DE, GRADOS F												NOTAS
	-20-100	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	
<b>1</b>	18.8	17.8	16.6	16.2	15.9	15.9	15.9	15.9	15.5	15.2	14.9	14.7	3
	18.8	15.7	14.1	12.9	12.1	11.4	11.2	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	
<b>2</b>	15.7	15.7	15.3	14.7	14.4	14.0	13.7	13.5	13.3	13.0	—	—	1
	15.7	13.4	12.0	11.0	10.3	9.7	9.5	9.4	9.2	9.1	—	—	
<b>3</b>	18.8	18.8	18.4	18.1	18.0	17.0	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	1
	18.8	16.2	14.6	13.4	12.5	11.8	11.6	11.3	11.2	11.0	10.9	10.8	
<b>4</b>	15.7	15.7	15.7	15.5	14.4	13.5	13.2	12.9	12.6	12.4	12.1	—	1
	15.7	13.3	11.9	10.8	10.0	9.4	9.2	9.0	8.8	8.6	8.4	—	
MATERIALES DE LA TABLA	PARA TEMPERATURAS DEL METAL NO MAYORES DE, GRADOS F												
	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	
<b>1</b>	14.4	13.8	12.2	9.8	7.7	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	1
	10.0	9.8	9.5	8.9	7.7	6.1	4.7	3.7	2.9	2.3	1.8	1.4	
<b>3</b>	15.4	15.3	14.5	12.4	9.8	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.3	1
	10.7	10.6	10.5	10.3	9.3	7.4	5.5	4.1	3.1	2.3	1.7	1.2	

**NOTAS:**

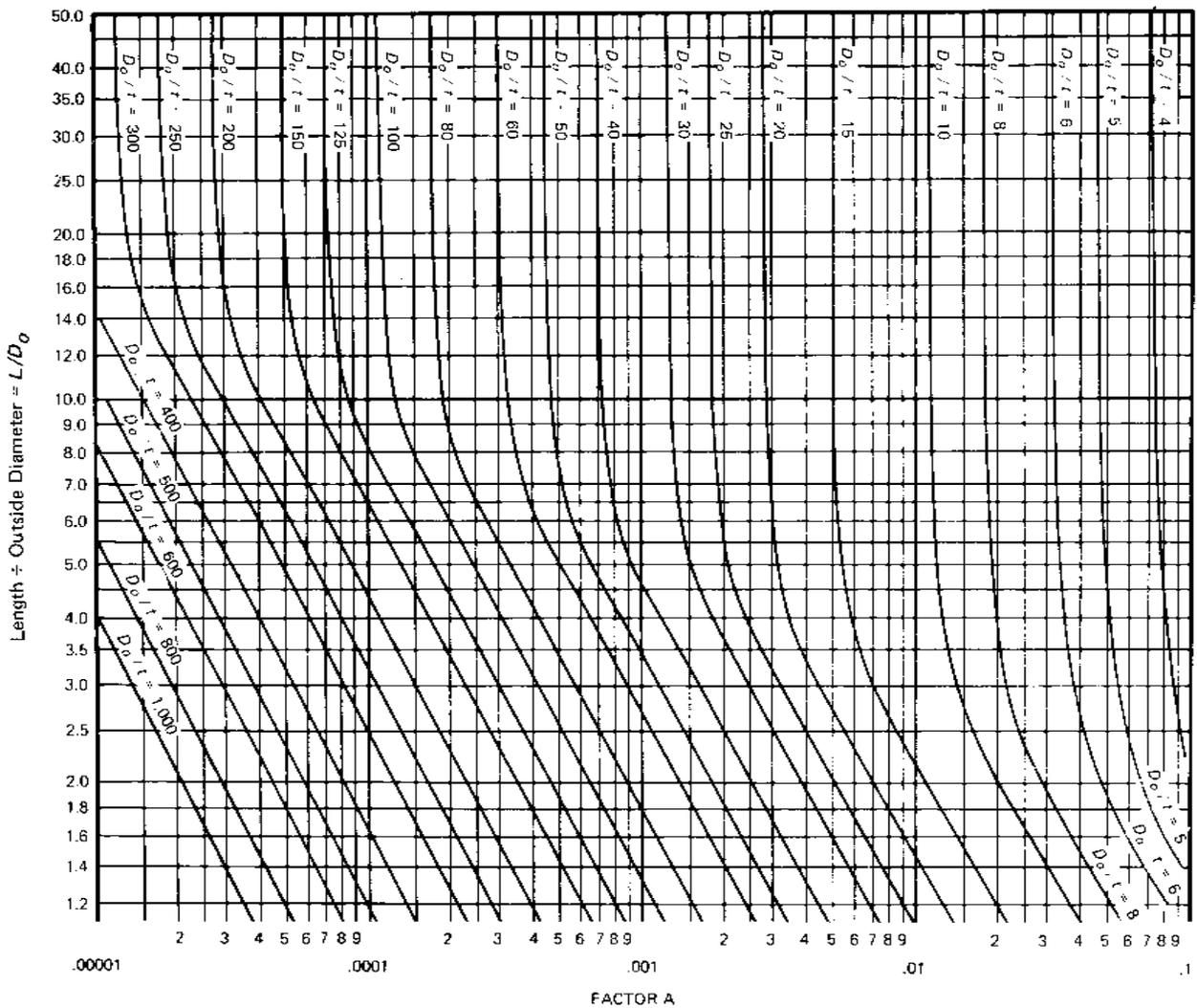
1. Estos valores de esfuerzo mayores exceden en 2/3, pero no exceden del 90% de la resistencia a la cedencia a tal temperatura. El uso de estos valores puede producir cambios dimensionales debidos a la deformacion permanente. No se recomiendan estos valores de esfuerzo para bridas ni juntas empacadas ni en otras aplicaciones en las que una deformación ligera pueda ocasionar fuga o mal funcionamiento.
2. A temperaturas superiores a 100°F, estos valores de esfuerzo se aplican solamente cuando se tiene 0.04% de carbono o más.
3. Para temperaturas superiores a 100°F, estos valores de esfuerzo pueden usarse sólo si el material se trata térmicamente, calentándolo a una temperatura mínima de 1 900°F y enfriándolo rápidamente en agua o por algún otro medio.
4. Resistencia mínima especificada a tensión, 65.0 lb/pulg<sup>2</sup>.
5. El uso de tablas de presión externa para el material en forma de barra de medidas estándares se permite únicamente para atornillos atadores.

# **SUBPART 3 CHARTS AND TABLES FOR DETERMINING SHELL THICKNESS OF COMPONENTS UNDER EXTERNAL PRESSURE**

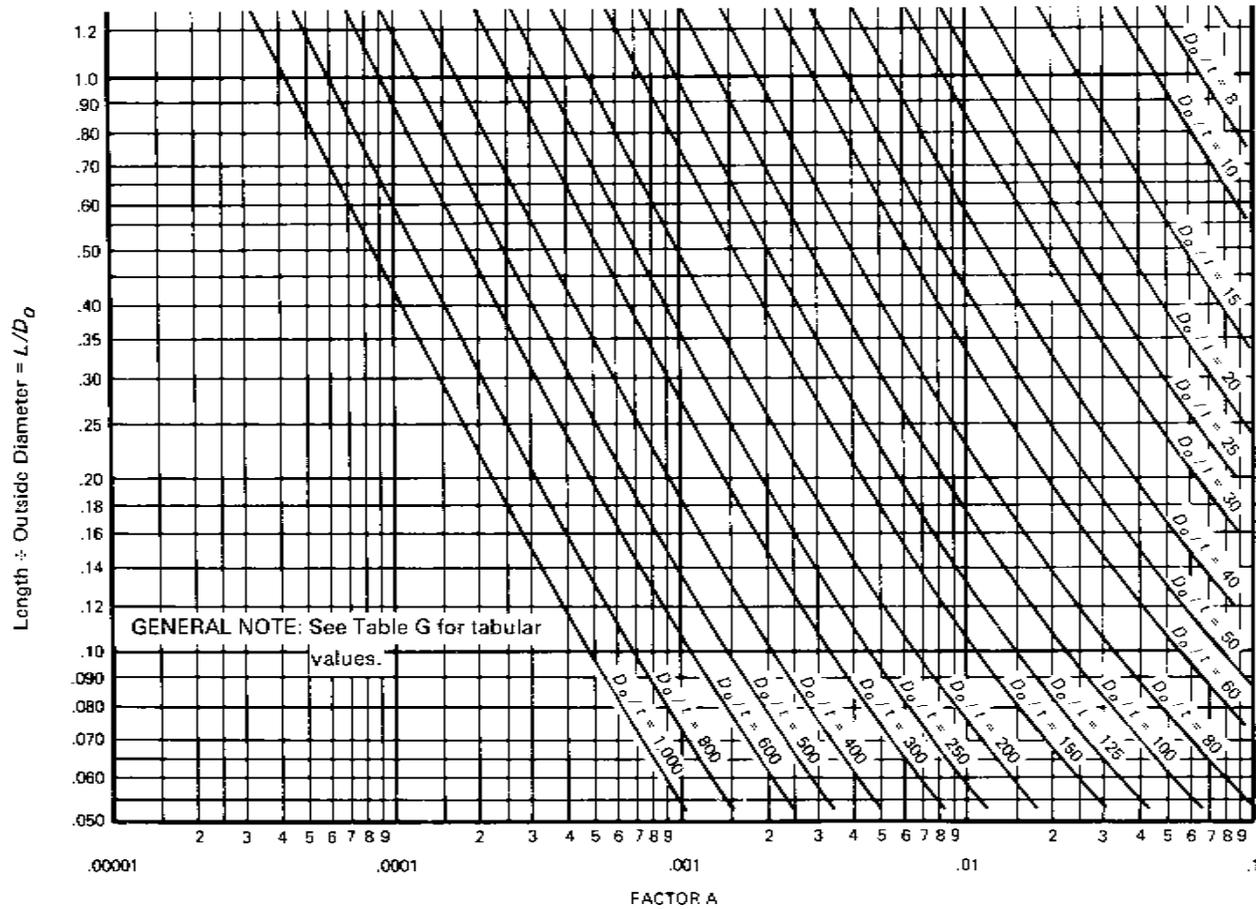
---

Figure G

Geometric Chart for Components Under External or Compressive Loadings (for All Materials)

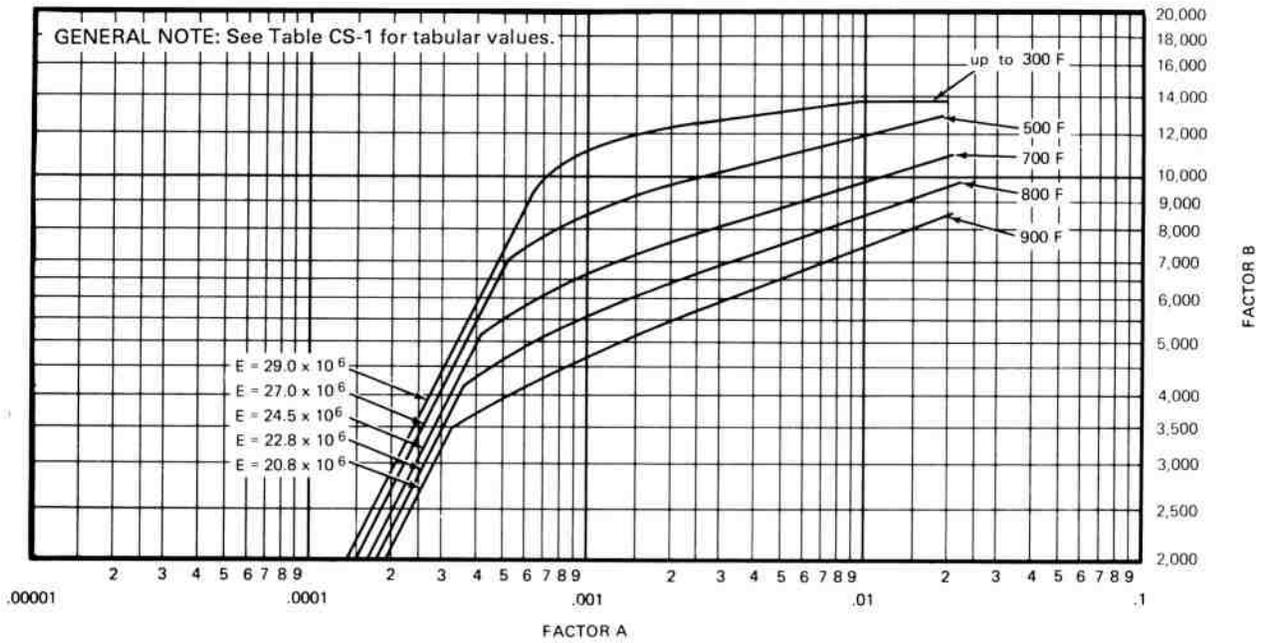


**Figure G**  
**Geometric Chart for Components Under External or Compressive Loadings (for All Materials) (Cont'd)**



GENERAL NOTE: Extrapolation is not permitted except as explicitly allowed by the Construction Code.

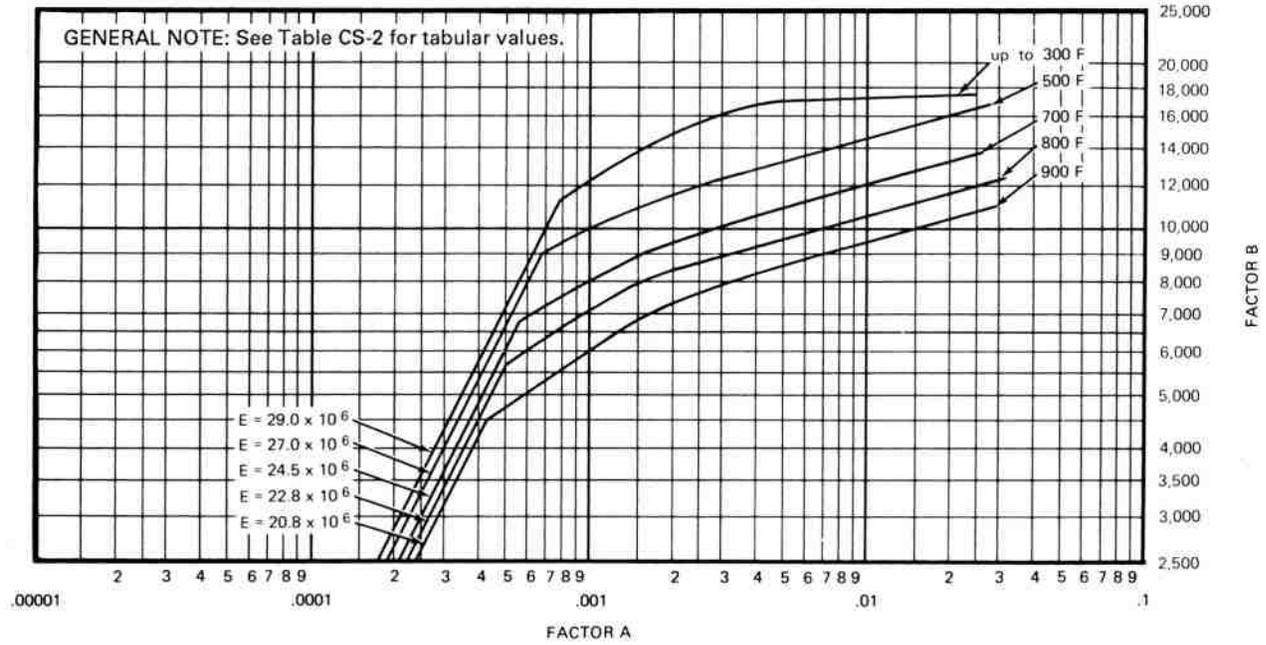
**Figure CS-1**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Carbon or Low Alloy Steels With Specified Minimum Yield Strength Less Than 30,000 psi**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

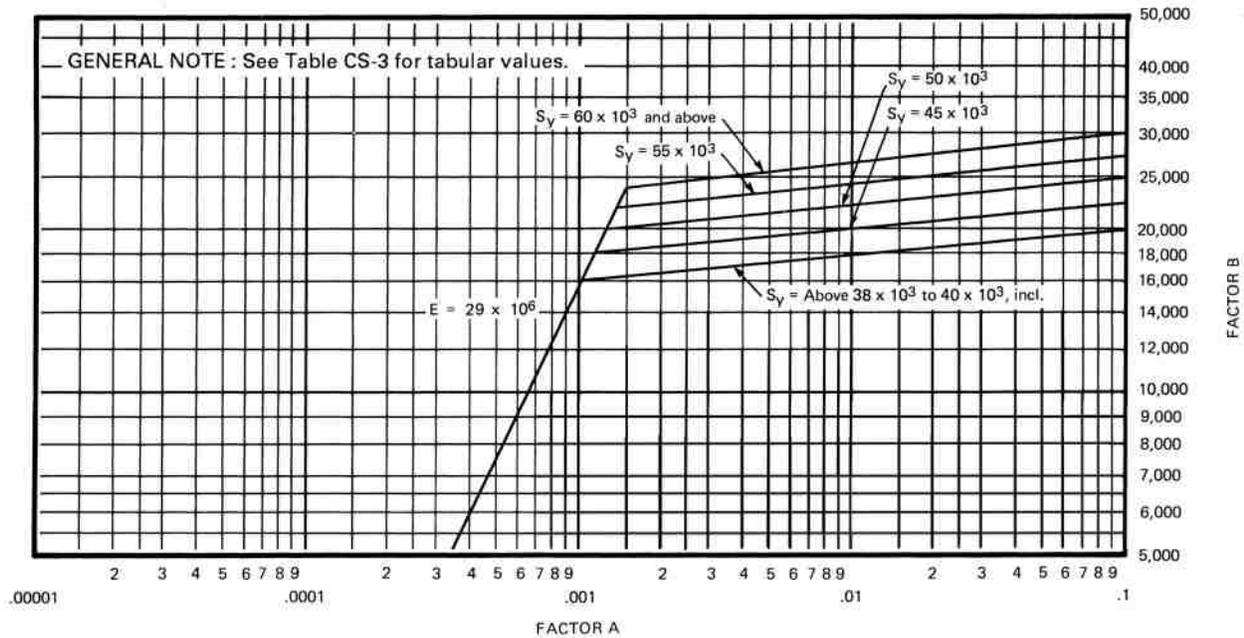
**Figure CS-2**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Carbon or Low Alloy Steels With Specified Minimum Yield Strength 30,000 psi and Higher**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

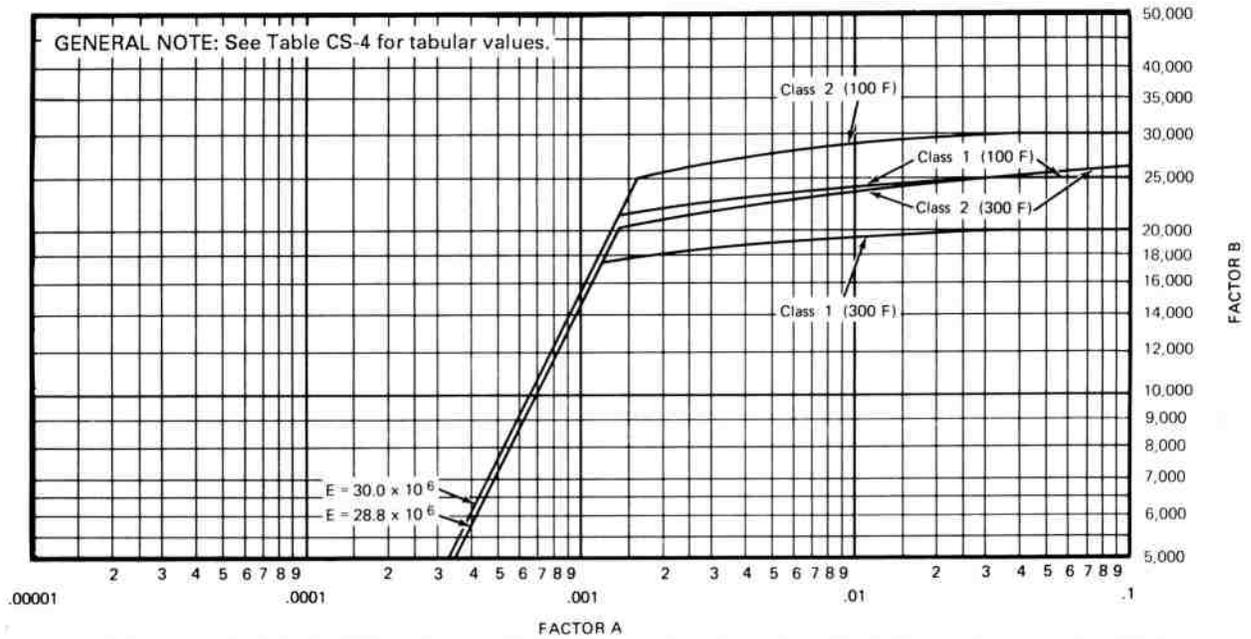
**Figure CS-3**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Carbon Steel and Low Alloy Steels With Specified Minimum Yield Strength 38,000 psi and Higher for Temperatures 300°F and Less**



GENERAL NOTES:

- The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.
- See Table Y-1 for values of yield strength at design temperature.
- When Table Y-1 yield strength values at design temperature are less than 38,000 psi for the material covered by this chart, [Figure CS-2](#) shall be used.
- These curves shall not be used for design temperature above 300°F. Above 300°F, use the appropriate temperature curve shown in [Figure CS-2](#).

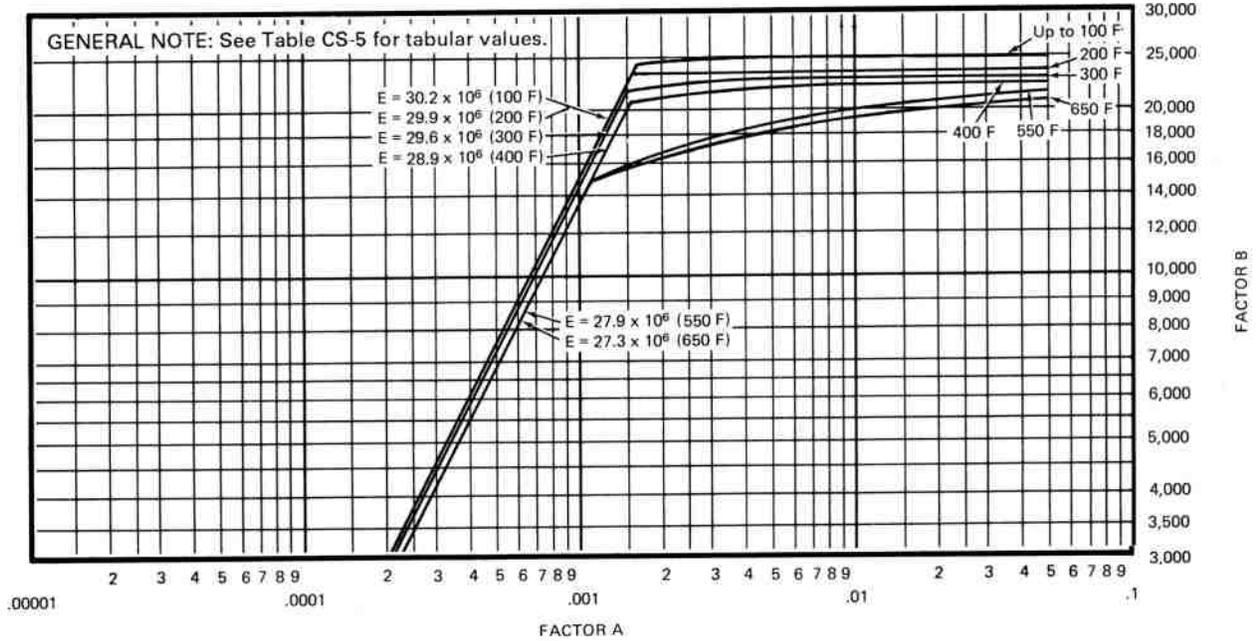
**Figure CS-4**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for SA-537**  
**Thickness  $2\frac{1}{2}$  in. and Less**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

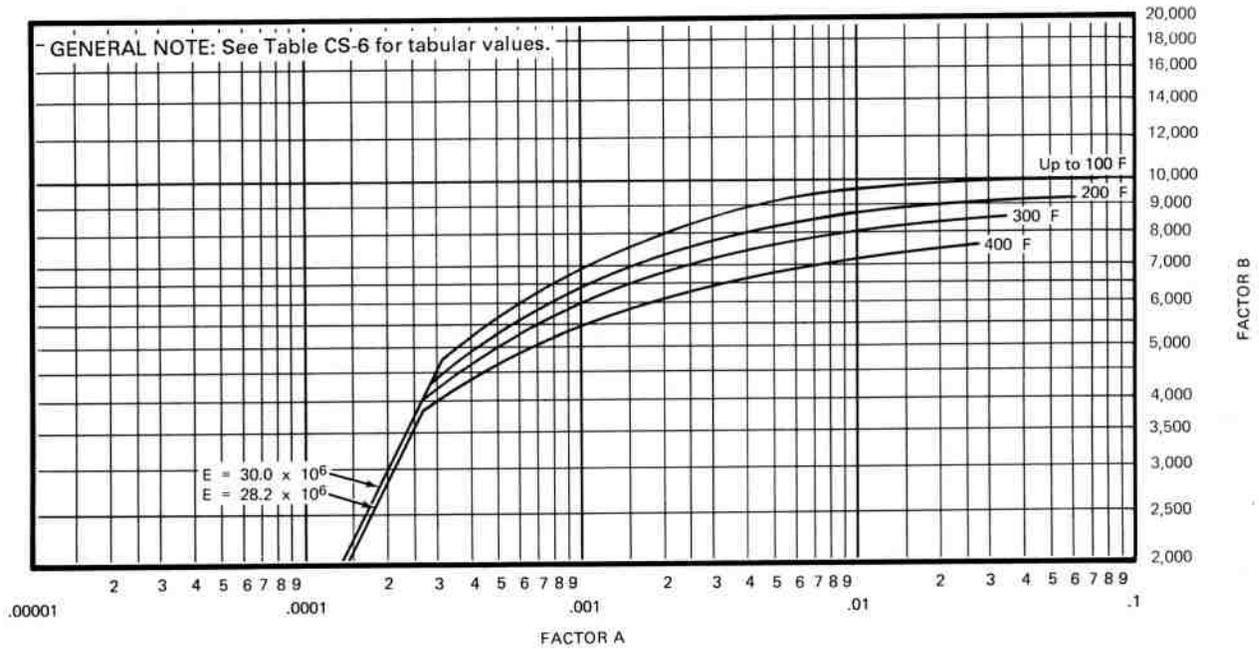
**Figure CS-5**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for SA-508 Class 1, Grades 2 and 3; SA-508 Class 2, Grade 2; SA-533 Class 1, Grades A, B, C, and D; SA-533 Class 2, Grades A, B, C, and D; or SA-541 Grades 2 and 3**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

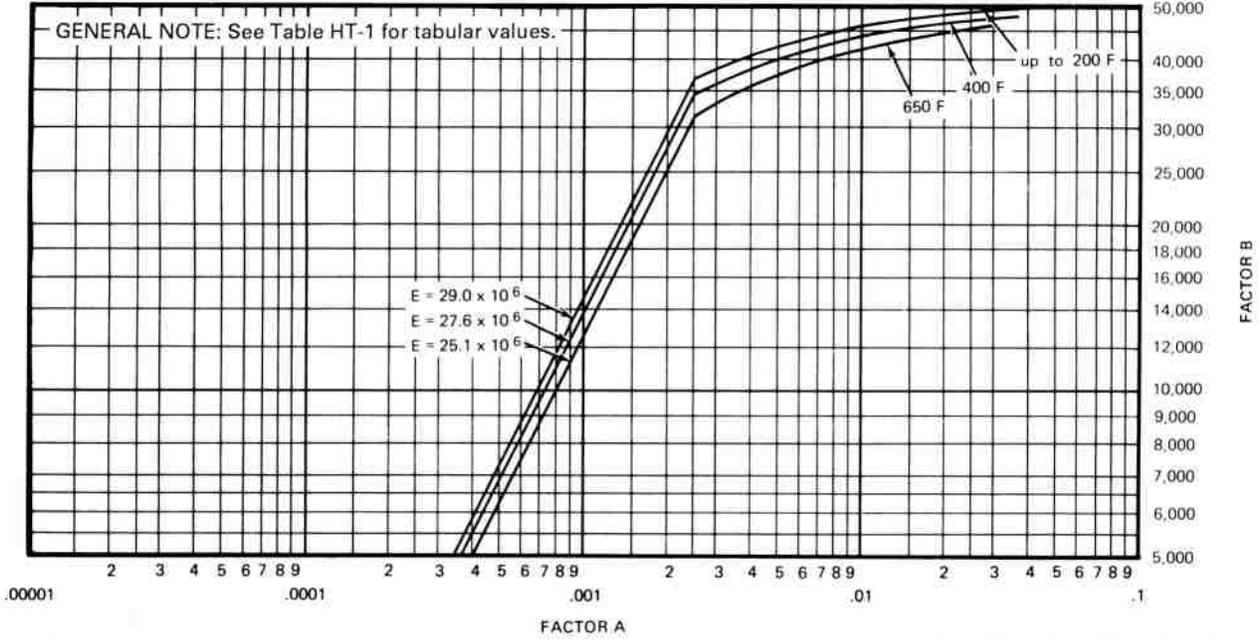
**Figure CS-6**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Carbon Steel With Specified Minimum Yield Strength of 20,000 psi**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

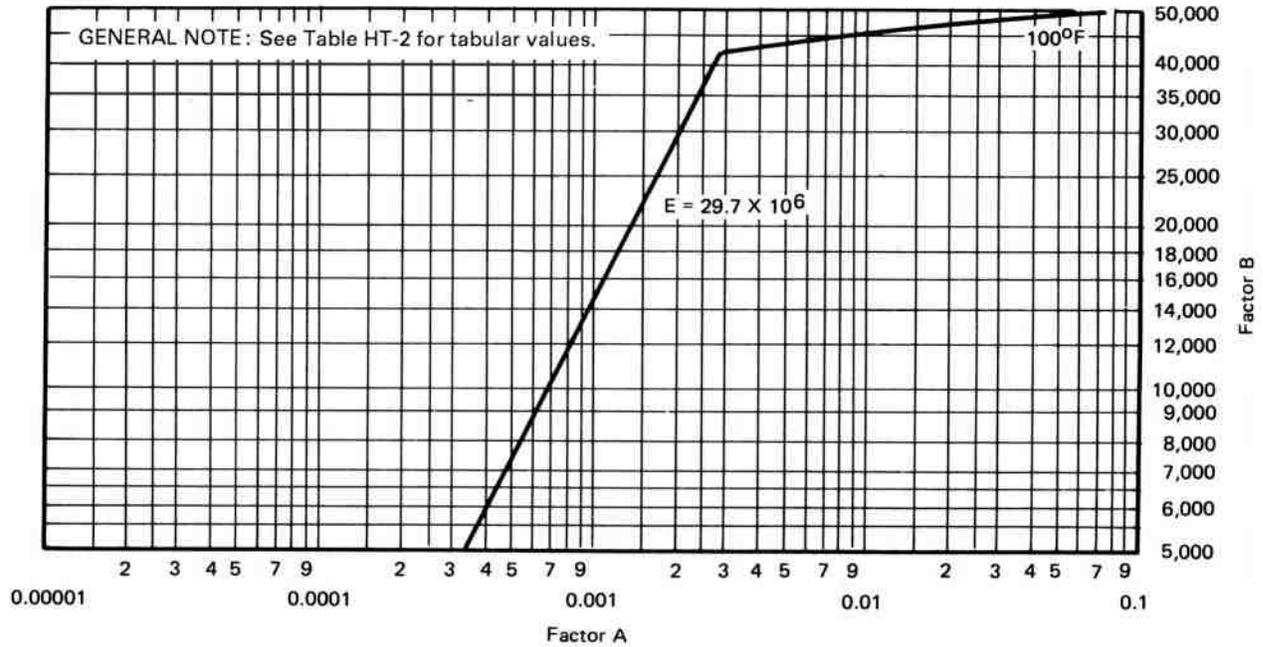
**Figure HT-1**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Quenched and Tempered Low Alloy Steel With Specified Minimum Yield Strength of 100,000 psi and Thickness  $2\frac{1}{2}$  in. and Less**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

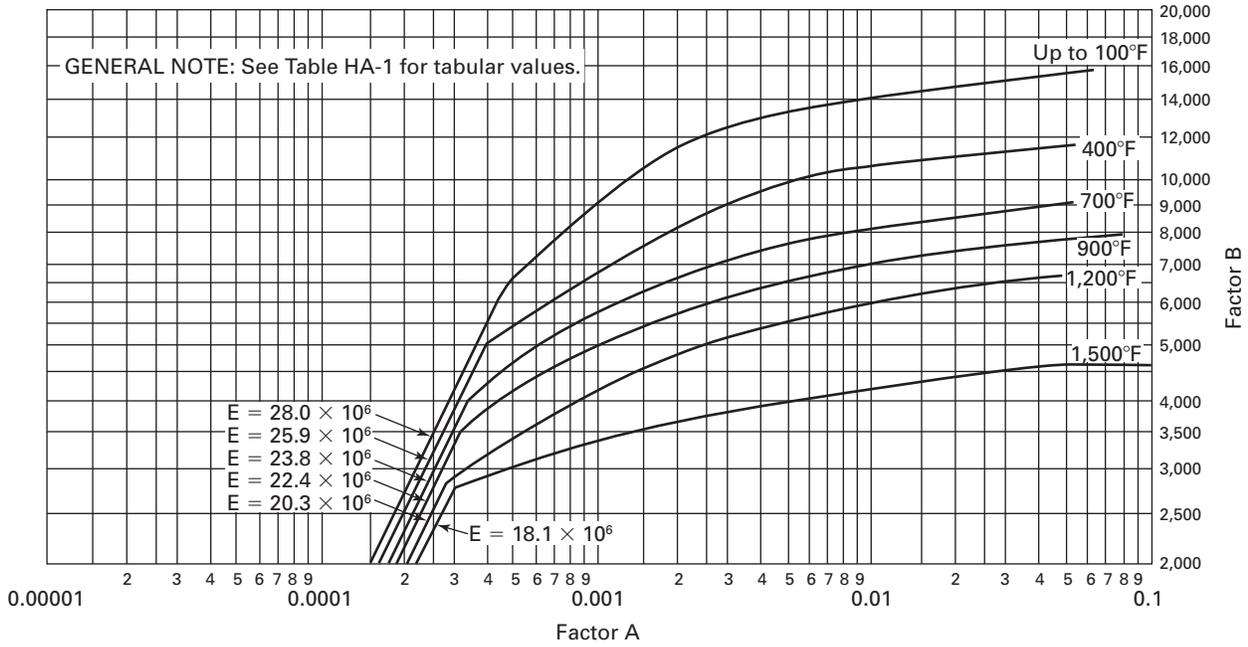
**Figure HT-2**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for SA-508 Grade 4N, Class 2 or SA-543 Types B and C, Class 2 With Specified Minimum Yield Strength of 100,000 psi**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.
- (c) For temperatures over 100°F, use [Figure CS-2](#).

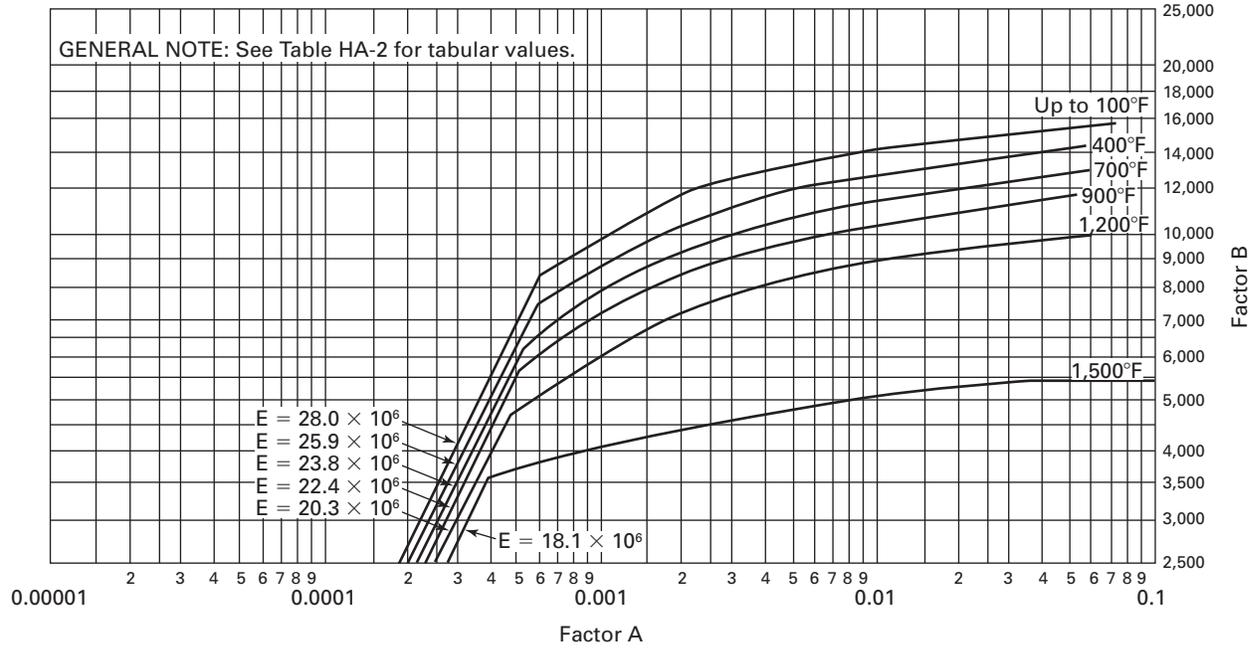
**Figure HA-1**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Austenitic Steel 18Cr-8Ni, Type 304**



**GENERAL NOTES:**

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

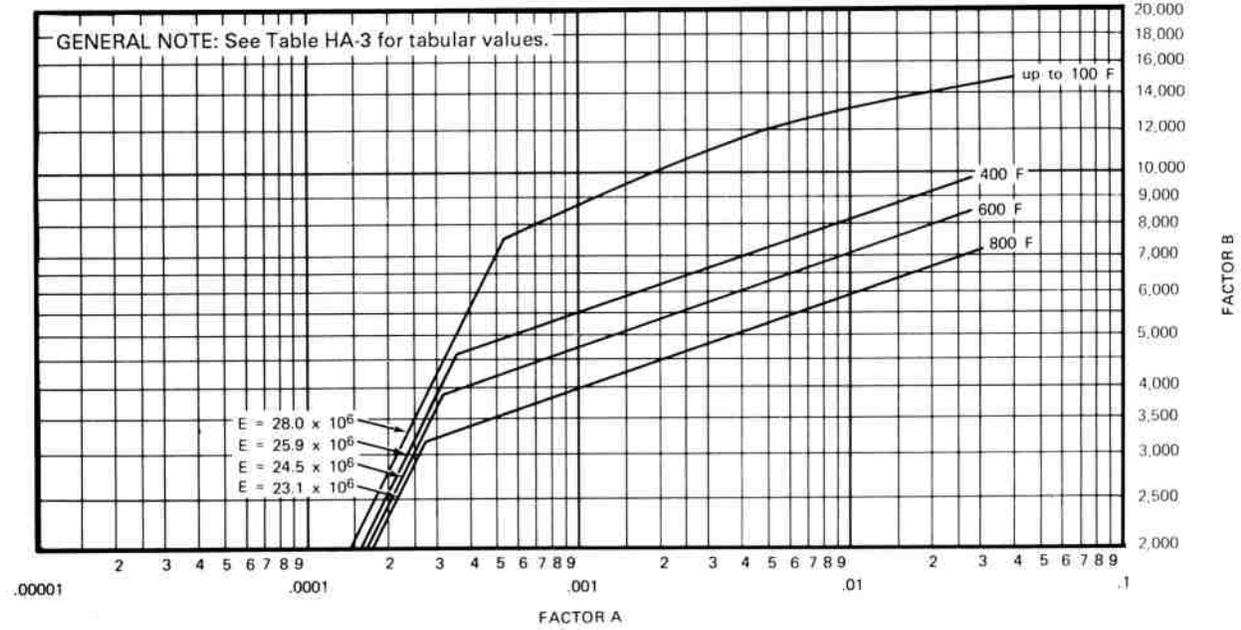
**Figure HA-2**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Austenitic Steel 16Cr-12Ni-2Mo, Type 316**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

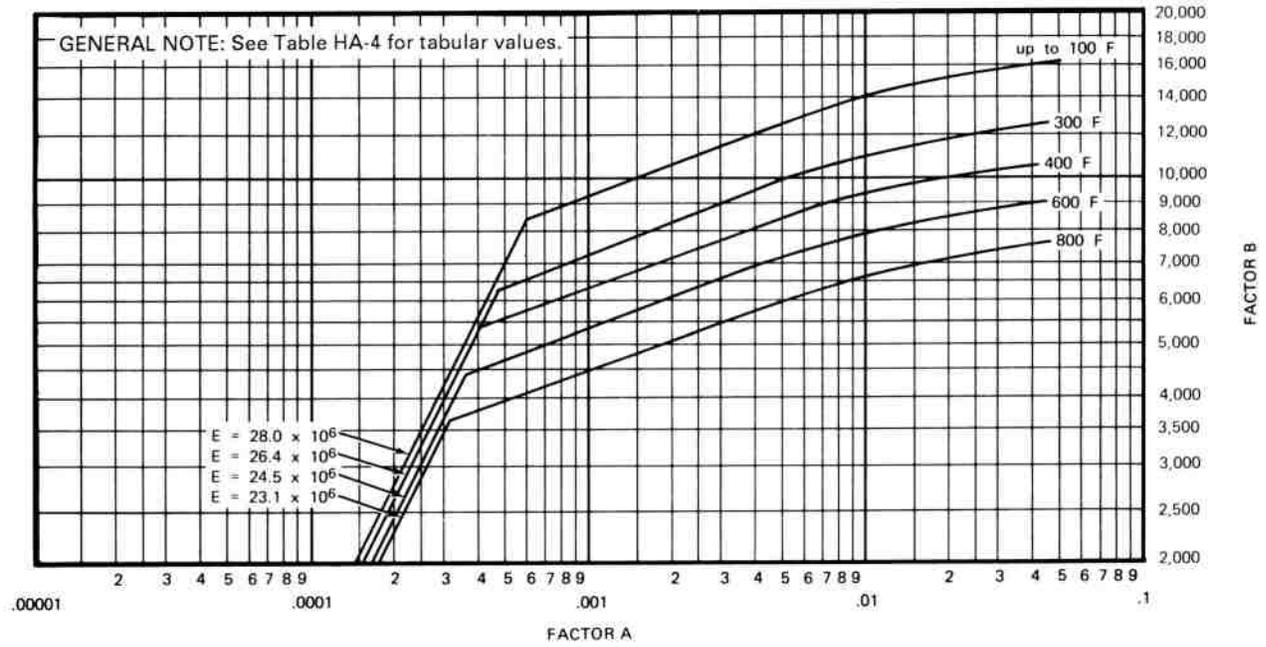
**Figure HA-3**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Austenitic Steel 18Cr-8Ni-0.035 Maximum Carbon, Type 304L**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

**Figure HA-4**  
**Chart for Determining Shell Thickness of Components Under External Pressure Developed for Austenitic Steel 18Cr-8Ni-Mo-0.035 Maximum Carbon, Type 316L**



GENERAL NOTES:

- (a) The external pressure charts do not account for reduction of buckling strength due to creep under long-term loads. The effect of creep on buckling shall be considered at temperatures for which allowable stresses are shown italicized in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B.
- (b) The external pressure chart assigned for a particular material is obtained from stress tables 1A, 1B, 2A, 2B, 5A, and 5B under the column for External Pressure Chart No. for that material and is mandatory, with the exception of Tables 5A and 5B.

### 8.3 Catálogos



LÍNEA  
**ZETA**  
**BOMBAS**

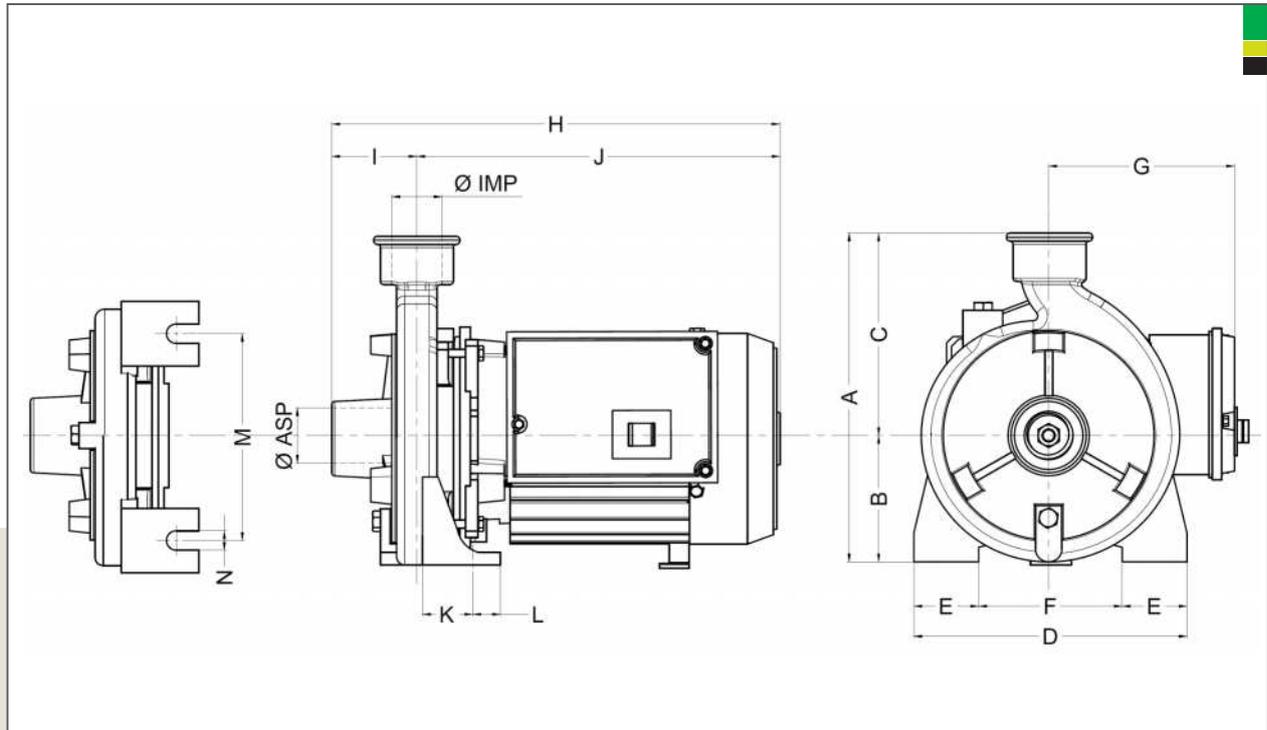
### **BOMBAS CENTRÍFUGAS CON MOTOR INCORPORADO**

- › Extremadamente confiables, simples de usar, silenciosas y libres de mantenimiento.
- › Aplicación en instalaciones domésticas, civiles, distribución de agua en tanques elevados, presurización de instalaciones, suministro de agua para riego.
- › Cuerpo de fundición de hierro gris.
- › Impulsores de Noryl o bronce.
- › Motor cerrado monofásico IP44 o trifásico IP54.
- › Sello mecánico de cerámica y grafito.
- › Eje de acero inoxidable.
- › Protector térmico incorporado, llave bipolar y cable con ficha\*

\* Hasta versión monofásica de 1 HP



**CARACTERÍSTICAS Y MEDIDAS PRINCIPALES**



MODELO		Potencia	Diámetros		Medidas (en mm)														Peso
MONOFÁSICA	TRIFÁSICA	HP	ASP.	IMP.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Kg
Zeta 0		1/4	1"	1"	210	85	125	170	40	90	100	270	50	220	35	15	125	11	8,6
Zeta I	Zeta IT	1/2	1"	1"	210	85	125	170	40	90	100	295	50	245	35	15	125	11	10,3
Zeta 1,5		3/4	1"	1"	240	100	140	190	50	90	100	300	55	245	35	15	140	14	13,4
Zeta II	Zeta IIT	1	1"	1"	240	100	140	190	50	90	110	305	55	250	35	15	140	14	14,5
Zeta III	Zeta IIIT	1	1"	1"	240	100	140	190	50	90	110	305	55	250	35	15	140	14	14,5
Zeta 4		1,5	1 1/4"	1"	304	142	162	240	50	140	124	409	82	327	35	15	190	14	23,4
	Zeta 4T										130	388		306					22,0
Zeta 5		2,5	1 1/4"	1"	304	142	162	240	50	140	134	450	82	368	35	15	190	14	28,0
	Zeta 5T										140	388		306					25,7
	Zeta 6T	3,5	1 1/4"	1"	304	142	162	240	50	140	140	450	82	368	35	15	190	14	29,3

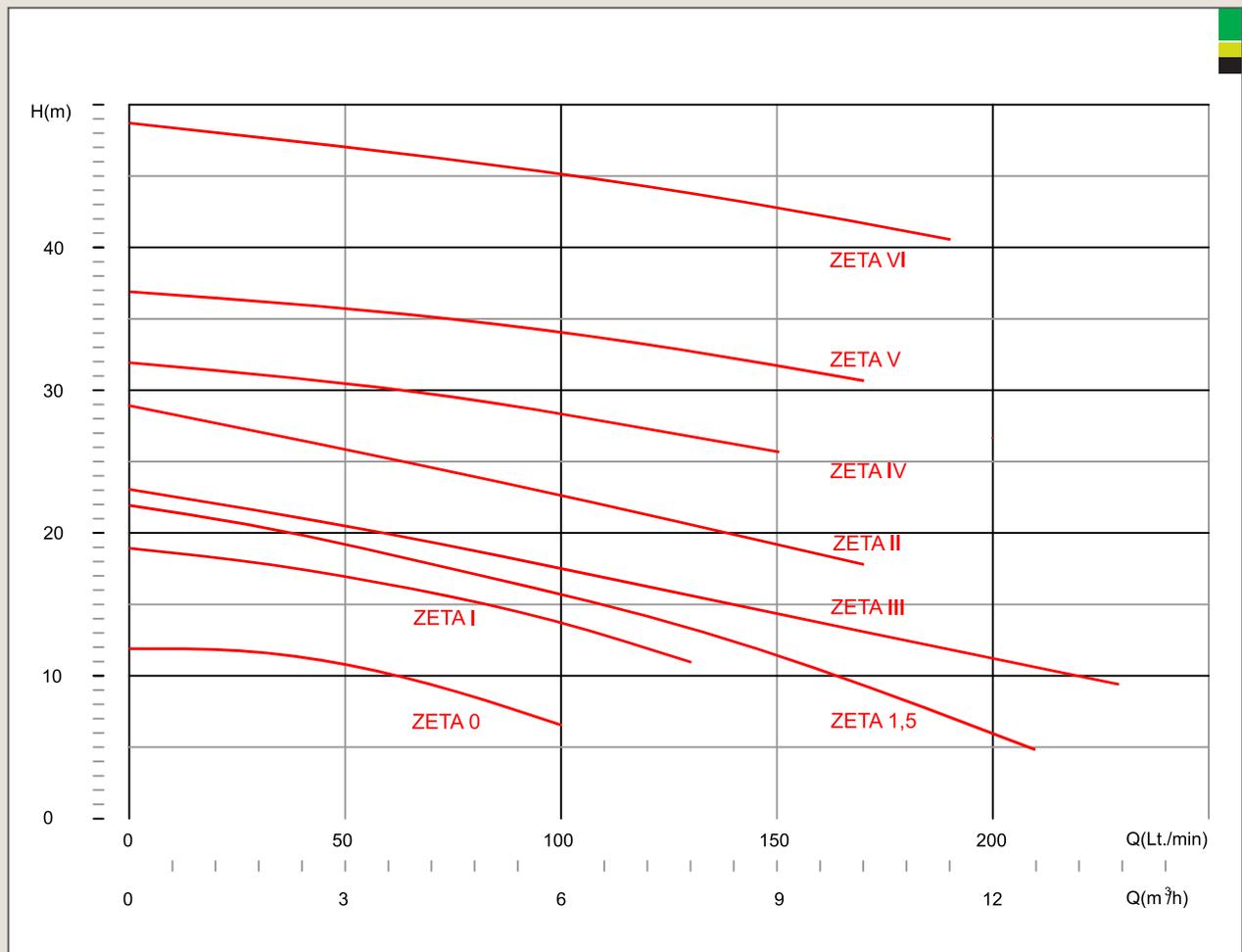
**Tabla de performance hidráulica a 50Hz**

Alturas expresadas en m.c.a.

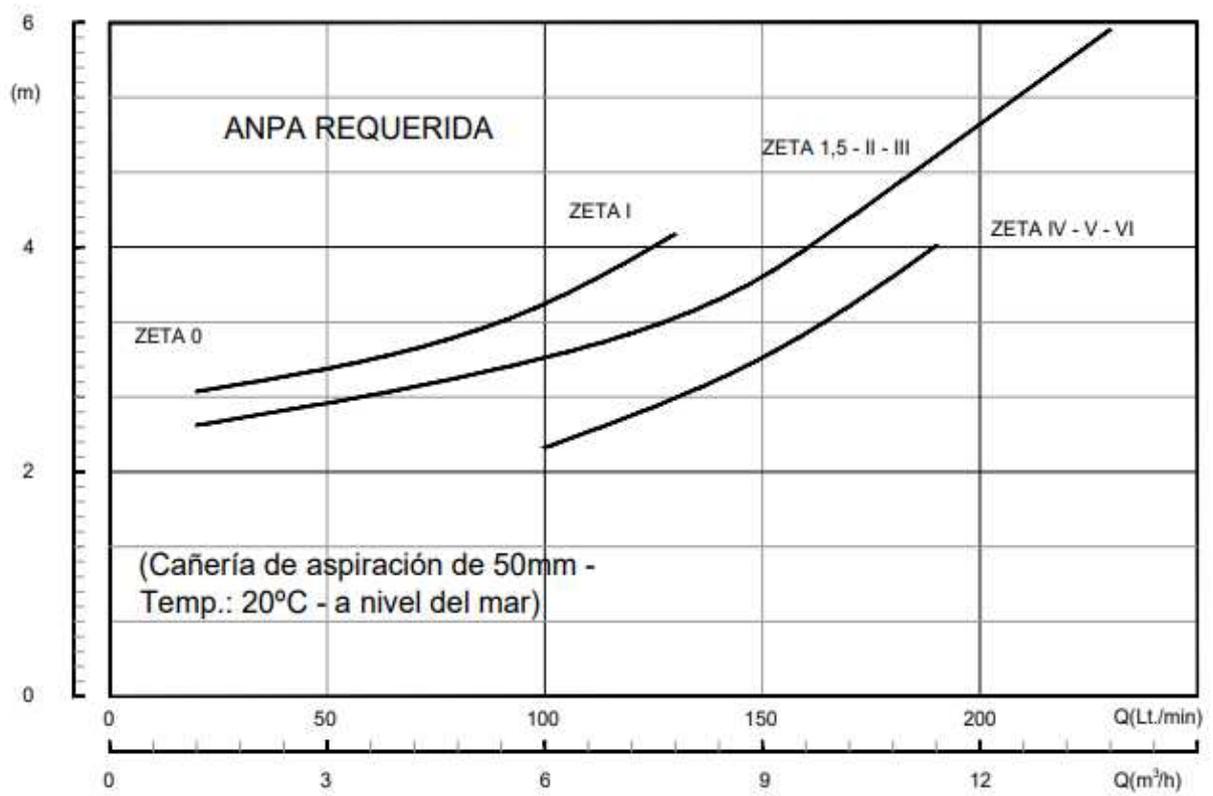


MODELO	HP	Lts/min m³/h	Q-Caudal								
			20 1,2	50 3	80 4,8	100 6	120 7,2	150 9	180 10,8	200 12	230 13,8
Zeta 0	0,25	H	11,9	10,6	8,2	6,6					
Zeta 1	0,50		18,3	16,8	15,0	13,5	11,8				
Zeta 1,5	0,75		21,2	19,0	17,2	15,4	13,8	11,7	8,0	5,4	
Zeta 2	1,00		27,6	25,6	23,8	22,8	21,2	19,0			
Zeta 3	1,00		22,2	20,3	18,7	17,5	16,5	14,4	12,5	11,4	9,5
Zeta 4	1,50		31,2	30,2	29,3	28,3	27,3	25,5			
Zeta 5	2,50		36,2	35,5	34,8	33,8	33,0	32,0	28,8	27,1	
Zeta 6	3,50		47,9	47,0	46,0	45,0	44,2	42,7	41,5		

**Curva de performance hidráulica a 50 Hz**

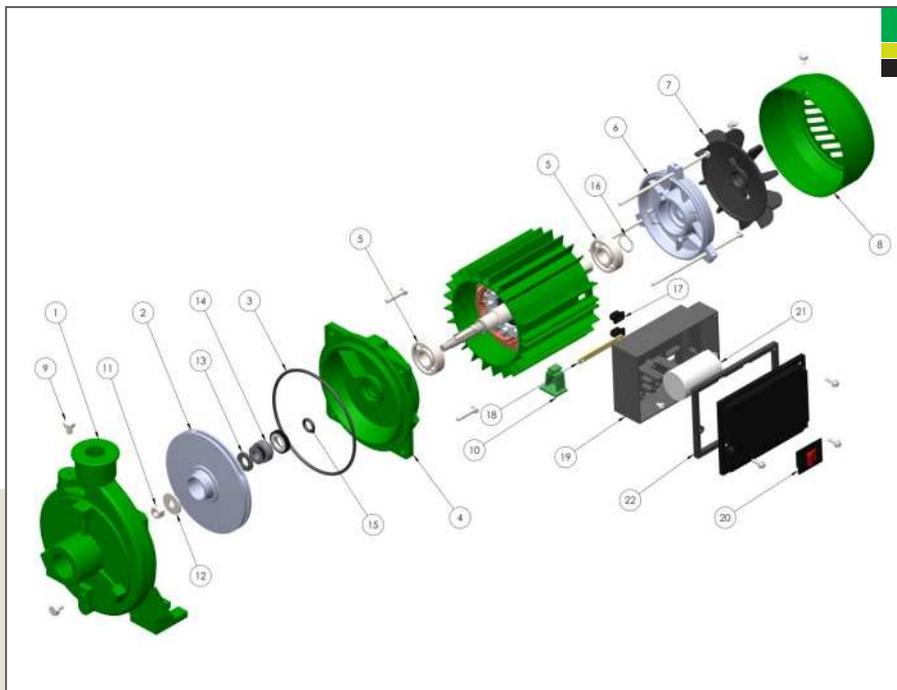


Curva ANPA Requerida a 50 Hz



**Componentes y repuestos**

*Modelos monofásicos*

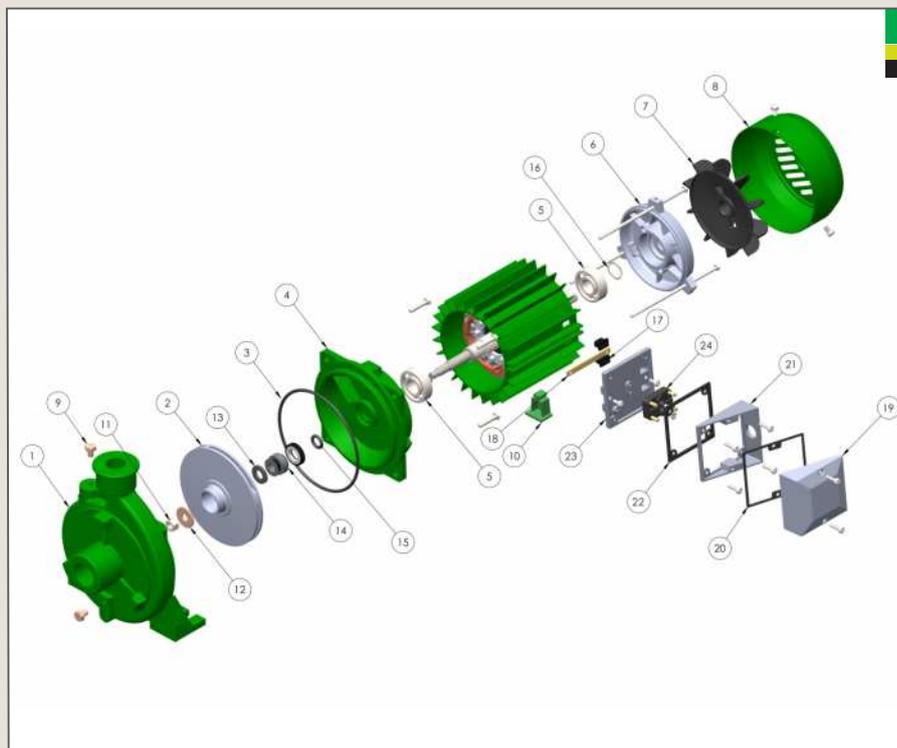


**Designación de componentes**

Nº	DESCRIPCIÓN
1	Cuerpo de bomba
2	Disco impulsor
3	O-Ring cuerpo
4	Escudo brida
5	Rodamiento
6	Escudo trasero
7	Ventilador
8	Capuchón ventilador
9	Tapón de bronce - cebado
10	Pie plástico
11	Tuerca del eje
12	Arandela plana de bronce
13	Distanciador sello mec.
14	Sello mecánico
15	Anillo goma contra goteo
16	Arandela elástica
17	Goma pasacable
18	Sujetador caja de conex.
19	Caja de conexiones
20	Interruptor bipolar
21	Capacitor tipo permanente
22	Guarnición caja conexión

**Componentes y repuestos**

*Modelos trifásicos*



**Designación de componentes**

Nº	DESCRIPCIÓN
1	Cuerpo de bomba
2	Disco impulsor
3	O-Ring cuerpo
4	Escudo brida
5	Rodamiento
6	Escudo trasero
7	Ventilador
8	Capuchón ventilador
9	Tapón de bronce - cebado
10	Pie plástico
11	Tuerca del eje
12	Arandela plana de bronce
13	Distanciador sello mec.
14	Sello mecánico
15	Anillo goma contra goteo
16	Arandela elástica
17	Goma pasacable
18	Sujetador caja de conex.
19	Tapa caja de conexión
20	Guarnición tapa caja conexión
21	Caja de conexiones
22	Guarnición caja de conexión
23	Adaptador caja conexión
24	Bomera

Tel/Fax: +54 3404 - 480715 / Av. Jorge Newbery 372 (S2252 BMQ)  
 Gálvez, S.F. Argentina / ventas@motoresczerweny.com.ar  
 www.motoresczerweny.com.ar





# Alfa Laval M6

## Gasketed plate-and-frame heat exchanger for a wide range of applications

Alfa Laval Industrial line is a wide product range that is used in virtually all types of industry.

Suitable for a wide range applications, this model is available with a large selection of plate and gasket types.

In addition to normal single plate configuration, this model is also available with double wall plates. Double wall plates are used as an extra precaution to avoid intermixing of fluids.

### Applications

- Biotech and Pharmaceutical
- Chemicals
- Energy and Utilities
- Food and Beverages
- Home and Personal care
- HVAC and Refrigeration
- Machinery and Manufacturing
- Marine and Transportation
- Mining, Minerals and Pigments
- Pulp and Paper
- Semiconductor and Electronics
- Steel
- Water and Waste treatment

### Benefits

- High energy efficiency – low operating cost
- Flexible configuration – heat transfer area can be modified
- Easy to install – compact design
- High serviceability – easy to open for inspection and cleaning and easy to clean by CIP
- Access to Alfa Laval's global service network

### Features

Every detail is carefully designed to ensure optimal performance, maximum uptime and easy maintenance. Selection of available features:

- Corner guided alignment system
- Chocolate pattern distribution area
- Glued gasket
- Clip-on gasket
- Leak chamber
- Fixed bolt head
- Key hole bolt opening
- Lifting lug
- Lining
- Lock washer
- Tightening bolt cover



### Extending performance

#### with Alfa Laval 360° Service Portfolio

Our extensive services ensure top performance from your Alfa Laval equipment throughout its life cycle. The availability of parts and our team's commitment and expertise bring you peace of mind.

#### Start-up

- Installation
- Installation Supervision
- Commissioning

#### Maintenance

- Cleaning Services
- Reconditioning
- Repair
- Service Tools
- Spare Parts

#### Support

- Exclusive Stock
- Technical Documentation
- Telephone Support
- Training
- Troubleshooting

#### Improvements

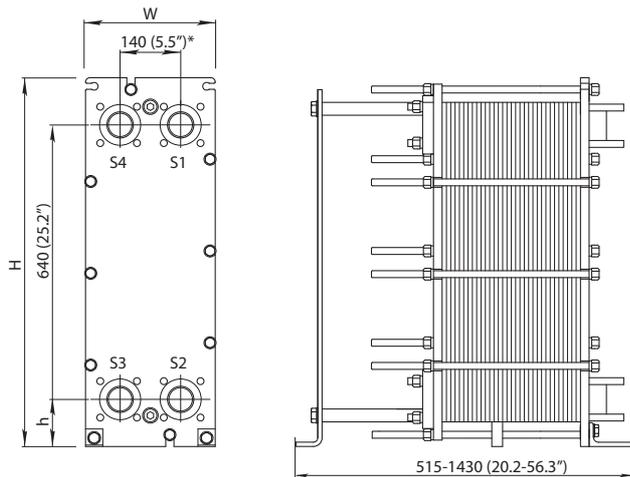
- Equipment Upgrades
- Redesign
- Replacement and Retrofit

#### Monitoring

- Condition Audit
- Performance Audit

## Dimensional drawing

Measurements mm (inches)



Type	H	W	h
M6-FM	920 (36.2")	320 (12.6")	140 (5.5")
M6-FG	920 (36.2")	320 (12.6")	140 (5.5")
M6-FD	940 (37.0")	330 (13.0")	150 (5.9")

The number of tightening bolts may vary depending on pressure rating.

## Technical data

### Plates

Name	Type	Free channel, mm (inches)
M6	Single plate	2.0 (0.079)
M6-M	Single plate	3.0 (0.12)
M6-MX	Single plate Diagonal flow	3.0 (0.12)
M6-MD	Double wall plate	3.0 (0.12)
M6-MG	Gemini (hygienic) Double wall	3.0 (0.12)

### Materials

Heat transfer plates	304/304L, 316/316L, 904L, 254 C-22, C-276, C-2000, 59 G-30, 825 Ni, Ti, TiPd
Field gaskets	NBR, EPDM, FKM, CR
Flange connections	Carbon steel Metal lined: stainless steel, Alloy 254, Alloy C-276, titanium Rubber lined: NBR, EPDM
Pipe connections	Stainless steel, titanium, Alloy 254, Alloy C-276 Rubber lined: NBR, EPDM
Frame and pressure plate	Carbon steel, epoxy painted

Other materials may be available on request.

All option combinations may not be configurable.

## Operational data

Frame, PV-code	Max. design pressure (barg/psig)	Max. design temperature (°C/°F)
FM, pvcALS	10.0/145	180/356
FG, pvcALS	16.0/232	180/356
FG, ASME	11.2/162	210/410
FG, PED	16.0/232	180/356
FD, pvcALS	25.0/363	180/356
FD, ASME	20.7/351	250/482
FD, PED	25.0/362	180/356

Extended pressure and temperature rating may be available on request.

## Pipe connections

Threaded port	ISO 228 - G 2
External parallel threaded	ISO 228 - G 2 B
External tapered threaded	ISO 7 - R 2 1 1/4 - 11.5 NPT 2 - 11.5 NPT
Straight welded	NPS 2 (50 mm)
Radial grooved pipe	NPS 2

Other connection types may be available on request.

## Flange connections

FM, pvcALS	EN 1092-1 DN50 PN10 ASME B16.5 Class 150 NPS 2 JIS B2220 10K 50A
FG, pvcALS	EN 1092-1 DN50/DN65 PN16 ASME B16.5 Class 150 NPS 2 JIS B2220 16K 50A
FG, ASME	ASME B16.5 Class 150 NPS 2
FG, PED	EN 1092-1 DN50 PN16 ASME B16.5 Class 150 NPS 2
FD, pvcALS	EN 1092-1 DN50 PN25 JIS B2220 20K 50A
FD, ASME	ASME B16.5 Class 300 NPS 2
FD, PED	EN 1092-1 DN50 PN25 ASME B16.5 Class 300 NPS 2

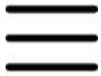
Standard EN1092-1 corresponds to GOST 12815-80 and GB/T 9115.

CHE00071EN 2016-04

Alfa Laval reserves the right to change specifications without prior notification.

## How to contact Alfa Laval

Contact details for all countries are continually updated on our website. Please visit [www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com) to access the information direct.



# ALFA GEA PHE

## ENGINEERING & SERVICES

Phone  
+91-9650473463

Mail  
infoalfagea@gmail.com

Whatsapp  
+91-9650473463

[HOME](#)

[ABOUT US](#)

[PRODUCTS](#)

[GALLERY](#)

[CLIENTS](#)

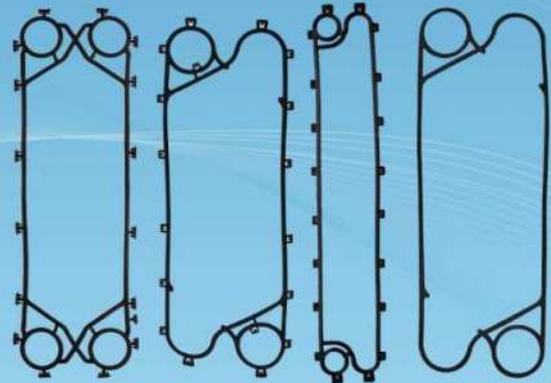
[CONTACT US](#)

Phone  
+91-9650473463

Mail  
infoalfagea@gmail.com

Whatsapp  
+91-9650473463

# PHE RUBBER GASKETS



[Home](#) » [Our Products](#) » [AG Phe Gasket & Plates](#)

[Plate Heat Exchanger Gaskets](#)

[Plate Heat Exchanger Plate](#)

[AG Phe Gasket & Plates](#)

[Gea Phe Gasket & Plates](#)

[Kelvion Phe Gasket & Plates](#)

[APV Phe Gasket & Plates](#)

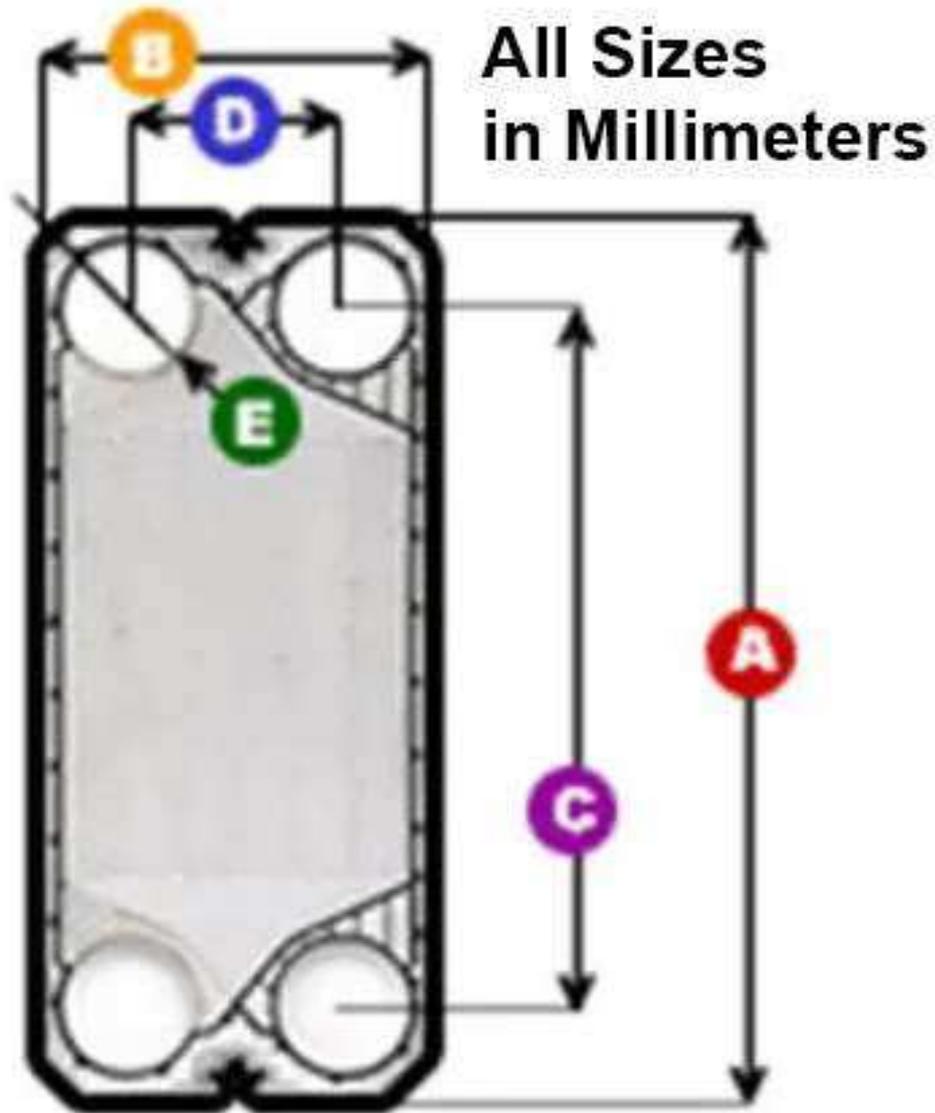
[Sondex Phe Gasket & Plates](#)

[Tranter Phe Gasket & Plates](#)

[Funke Phe Gasket & Plates](#)

[Cetetherm Phe Gasket & Plates](#)

[Fischer Phe Gasket & Plates](#)



## AG PHE GASKET & PLATES

ALFA GEA PHE ENGINEERING & SERVICES is a stocking distributor of Plate Heat Exchanger (Phe) Gaskets, Plate and Frame Heat Exchangers or for Plates for Plate and Frame Heat Exchangers. We also engineer, thermal rate, expand, clean, and sell plate and frame heat exchangers. We have been stocking and selling plate heat exchanger gaskets and heat exchangers for nearly 15 years.

All sizes shown below are in millimeters for use on the chart to the right.

For any aspect related to gaskets or plate and frame heat exchangers, as well as modifications or new equipment.

[ENQUIRE NOW >](#)



Model	Area	Size A	Size B	Size C	Size D	Size E
AG A10	-	-	-	-	-	-
AG A10-B	0,24	873	388,5	703	234	100
AG A15-B	0,75	1558	588,5	1315	350	160

Model	Area	Size A	Size B	Size C	Size D	Size E
AG A15-BW	0,75	1550	585	1315	350	160
AG A20	-	-	-	-	-	-
AG A20-B	1,07	1843	718,5	1550	430	210
AG A20-HBM	1,07	1835	715	1550	430	200
AG A3						
AG A30-HBM		2190	890	1845	540	300
AG A35	2	2303	1220	1850	765	350
AG AC400	-	-	-	-	-	-
AG AK20	0,5	1220	669	930	365	210
AG AL35	-	-	-	-	-	-
AG ALFAVAP 350	-	-	-	-	-	-
AG ALFAVAP 500	-	-	-	-	-	-
AG AM10	0,43	1247	487	1046	290	100
AG AM20	0,79	1754	669	1450	365	200
AG AM20-B	0,89	1754	669	1450	365	210
AG AM20-S	-	-	-	-	-	-
AG AM20-W	-	-	-	-	-	-
AG AQ1	-	-	-	-	-	-
AG AQ10	-	-	-	-	-	-
AG AQ10-M	-	-	-	-	-	-
AG AQ14-L	-	-	-	-	-	-
AG AQ1-L	-	-	-	-	-	-
AG AQ1-LP	-	-	-	-	-	-
AG AQ2	-	-	-	-	-	-
AG AQ20-M	-	-	-	-	-	-
AG AQ20-SM	-	-	-	-	-	-
AG AQ2-L	-	-	-	-	-	-
AG AQ2-M	-	-	-	-	-	-
AG AQ2-MD	-	-	-	-	-	-

Model	Area	Size A	Size B	Size C	Size D	Size E
AG AQ2-S	-	-	-	-	-	-
AG AQ4	-	-	-	-	-	-
AG AQ4-D	-	-	-	-	-	-
AG AQ4-L	-	-	-	-	-	-
AG AQ4-LP	-	-	-	-	-	-
AG AQ4-M	-	-	-	-	-	-
AG AQ6	-	-	-	-	-	-
AG AQ6-L	-	-	-	-	-	-
AG AQ6-M	-	-	-	-	-	-
AG AQ8	-	-	-	-	-	-
AG AQ8-M	-	-	-	-	-	-
AG AQ8-P	-	-	-	-	-	-
AG AQ8-S	-	-	-	-	-	-
AG AX30	1,58	2208,5	909	1836	540	285
AG AX30-B	-	-	-	-	-	-
AG AX30-BW	-	-	-	-	-	-
AG CLIP10	0,62	1500	500	1324	324	100
AG CLIP3	-	-	-	-	-	-
AG CLIP6	0,18	1000	250	859	130	51
AG CLIP8	0,38	1250	375	1095	220	78
AG EC500	1,32	2000	1000	1576		0
AG EC700	-	-	-	-	-	-
AG H10	0,65	1482	533,5	1221	348	100
AG H7	0,4	1233	425,5	1054	254	80
AG I100B	-	-	-	-	-	-
AG I100M	-	-	-	-	-	-
AG I10-B	-	-	-	-	-	-
AG I10-M	-	-	-	-	-	-
AG I150B	-	-	-	-	-	-

Model	Area	Size A	Size B	Size C	Size D	Size E
AG I150M	-	-	-	-	-	-
AG I30	-	-	-	-	-	-
AG I6	-	-	-	-	-	-
AG I60	-	-	-	-	-	-
AG I60-M	-	-	-	-	-	-
AG I6-M	-	-	-	-	-	-
AG M10-B	0,24	879	375	719	223	100
AG M10-BW	0,24	879	375	179	223	100
AG M10-BW-REF	-	-	-	-	-	-
AG M10-M	0,22	879	375	719	223	100
AG M15-B	0,62	1500	500	1294	298	140
AG M15-F	0,62	1500	500	1294	298	140
AG M15-M	-	-	-	-	-	-
AG M20-M	0,85	1750	625	1478	365	205
AG M20-MW	-	-	-	-	-	-
AG M3	0,032	431	125,5	357	60	25
AG M30	-	-	-	-	-	-
AG M30-FM		2245	995	1845	595	325
AG M3-X	-	-	-	-	-	-
AG M6	-	-	-	-	-	-
AG M6F	0,15	750	250	640	140	60
AG M6-M	0,13	750	250	640	140	60
AG M6-MW	-	-	-	-	-	-
AG M6-MX	-	-	-	-	-	-
AG MA30-M	1,5	2250	1000	1811	561	332
AG MA30-S		2232	970	1815	555	295
AG MA30-W	-	-	-	-	-	-
AG MK15-BW	-	-	-	-	-	-
AG MX25-B	1,5	2250	750	1939	439	230

Model	Area	Size A	Size B	Size C	Size D	Size E
AG MX25-M	1,5	2250	750	1939	439	230
AG P-01	431	431	126,5	357	60	32
AG P02/P22	0,2	710	248	593	135	65
AG P13	0,18	920	290	800	165	60
AG P132	0,18	920	290	800	165	60
AG P135	-	-	-	-	-	-
AG P14	0,38	1200	460	1032	264	82
AG P15	0,53	1372	500	1200	324	115
AG P16	0,8	1360	795	1200	530	175
AG P17/P171	1,41	2080	795	1865	530	175
AG P2	-	-	-	-	-	-
AG P20	-	-	-	-	-	-
AG P21	0,12	715	250	591	135	70
AG P22 / P26	0,12	715	250	591	135	70
AG P22 Clip	0,12	715	250	591	135	70
AG P225	-	-	-	-	-	-
AG P25	-	-	-	-	-	-
AG P252	-	-	-	-	-	-
AG P26	-	-	-	-	-	-
AG P30	0,058	629,5	124	570	72	0
AG P30 / A3		630	122	570	50	25
AG P31	0,32	1154	430	945	230	120
AG P32	0,32	1154	430	945	230	120
AG P36	0,32	1154	430	945	230	120
AG P41	-	-	-	-	-	-
AG P45	0,55	1362	500	1200	324	110
AG P-5	0,14	800	325			55
AG T200	-	-	-	-	-	-
AG T20-B	-	-	-	-	-	-

Model	Area	Size A	Size B	Size C	Size D	Size E
AG T20-BW	-	-	-	-	-	-
AG T20-M	-	-	-	-	-	-
AG T20-MW	-	-	-	-	-	-
AG T20-P	-	-	-	-	-	-
AG T20-S	-	-	-	-	-	-
AG T35-P	-	-	-	-	-	-
AG T50-M	-	-	-	-	-	-
AG T50-ML	-	-	-	-	-	-
AG TL10-B	-	-	-	-	-	-
AG TL10-P	-	-	-	-	-	-
AG TL15-B	-	-	-	-	-	-
AG TL35-S	-	-	-	-	-	-
AG TL3-B	-	-	-	-	-	-
AG TL3-B	-	-	-	-	-	-
AG TL3-P	-	-	-	-	-	-
AG TL3-P	-	-	-	-	-	-
AG TS20-M	0,283	900	625	698	363	195
AG TS20-M	-	-	-	-	-	-
AG TS6		505	327	380	200	80
AG TS6-M	-	-	-	-	-	-
AG WIDE GAP 200S	-	-	-	-	-	-
AG WIDE GAP 350S	-	-	-	-	-	-

## OVERVIEW

- [▶ Home](#)
- [▶ About Us](#)
- [▶ Gallery](#)
- [▶ Clients](#)
- [▶ Contact Us](#)

## OUR PRODUCTS

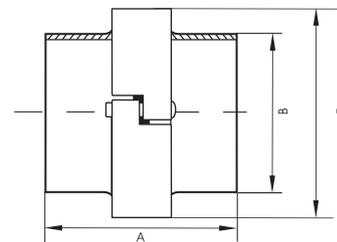
## Aplicación

Conexión para todo tipo de instalación alimenticia, láctea, bebidas, cosmética y biotecnología.

Permite desarmar partes de instalaciones en forma rápida y sencilla.

## Características

- Diseñado y construido con precisión dimensional.
- Paso total (caudal de plena corriente).
- Acabado sanitario con rugosidad  $Ra < 0,8 \mu m$ .
- Cuenta con una abrazadera que sirve de cierre para ambas piezas.



## Elementos que la componen



▶ Abrazadera



▶ Abrazadera alta presión



▶ Manguito liso



▶ Tapa



▶ Junta

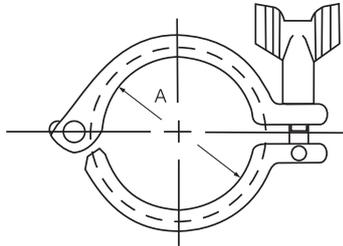
DN	A (mm)	B (mm)	C (mm)	KG / UN
1/2"	38	12,7	34,3	-
3/4"	38	19,05	34,3	-
1"	58	25,4	56,4	-
1 1/4"	58	31,7	56,4	-
1 1/2"	58	38,1	56,4	--
2"	58	50,8	67	-
2 1/2"	58	63,5	81,3	-
3"	58	76,2	98,2	-
4"	58	101,6	122,2	-
5"	58	127	151,2	--
6"	58	152,4	175,2	-
8"	58	203,2	229	-

## Funcionamiento

Soldada en sus extremos a la tubería de otros accesorios, válvulas, bombas, intercambiadores u otros equipos.

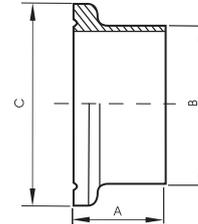
Consultar por la versión alternativa para mandrilar.

## Abrazadera clamp 3a-13MHH



DN	A (mm)
1/2" (12,7)	53,9
1" (25,4)	53,9
1 1/2" (38,1)	53,9
2" (50,8)	66,5
2 1/2" (63,5)	80,9
3" (76,2)	94,4
4" (101,6)	122,4
5" (127)	145
6" (152,4)	170
8" (203,3)	217,7

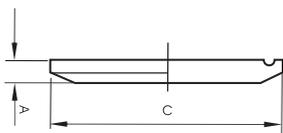
## Manguito liso para soldar 3A-14AM



DN	B (mm)	A (mm)	C (mm)
1/2"	12,7	18	50,4
3/4"	19,05	18	50,4
1"	25,4	28,6	50,4
1 1/4"	31,7	28,6	50,4
1 1/2"	38,1	28,6	50,4
2"	50,8	28,6	64
2 1/2"	63,5	28,6	77,4
3"	76,2	28,6	91
4"	101,6	28,6	119
5"	127	28,6	144
6"	152,4	28,6	167
8"	203,2	28,8	218,5

De Ø1/2" a Ø1 1/2" se utiliza la abrazadera de Ø1 1/2"

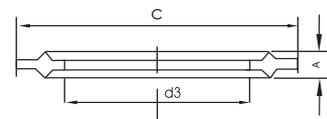
## Tapa 3A-16AMP



DN	B (mm)	A (mm)	C (mm)
1 1/2" (*)	38,1	5,5	50,4
2"	50,8	5,5	64
2 1/2"	63,5	5,5	77,4
3"	76,2	5,5	91
4"	101,6	5,5	119
5"	127	7,9	144
6"	152,4	7,9	167
8"	203,2	11,2	218,5

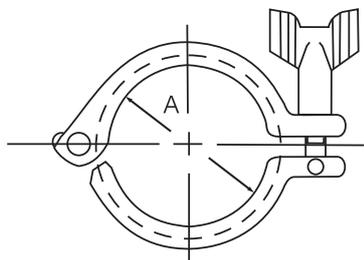
\*Utilizada en medidas inferiores a 1 1/2".

## Junta de silicona



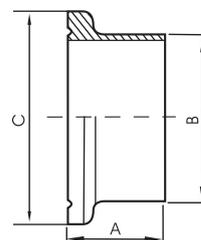
DN	(mm)	d3 (mm)	C (mm)
1"	25,4	22,8	-
1 1/2"	38,1	35,8	50,4
2"	50,8	48,8	64
2 1/2"	63,5	60,5	77,4
3"	76,2	73,1	91
4"	101,6	97,8	119
5"	127	122,8	144
6"	152,4	147	167
8"	207	197,2	218,5

## Abrazadera mini clamp 3A - 13MHHS



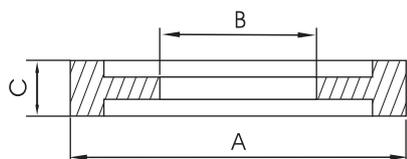
DN	(mm)	A (mm)
1/2"	12,7	28,6
3/4"	19,05	28,6

## Manguito mini clamp para soldar 3A-14AM



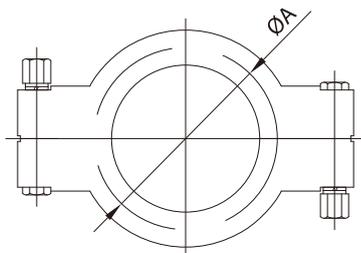
DN	A (mm)	B (mm)	C (mm)
1/2"	28,6	12,7	25,2
3/4"	28,6	19,05	25,2

## Junta de silicona miniclamp



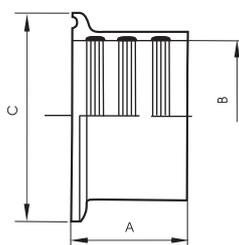
DN	A (mm)	B (mm)	C (mm)
1/2"	21,8	9,5	4,8
3/4"	21,8	16	4,8

## Abrazadera alta presión



DN	(mm)	21°/70°F	121°C/250°F	ØA (mm)
1"	25,4	1500PSI	1200PSI	52
1 1/2"	38,1	1000PSI	800PSI	52
2"	50,8	1000PSI	800PSI	65,5
2 1/2"	63,5	1000PSI	800PSI	79
3"	76,2	1000PSI	800PSI	92,5
4"	101,6	1000PSI	800PSI	120,3
6"	152,4	300PSI	200PSI	168,4

## Manguito clamp para mandrilar



DN	A (mm)	B (mm)	C (mm)
1"	19	25,4	50,4
1 1/4"	20	31,7	50,4
1 1/2"	28,6	38,1	50,4
2"	28,6	50,8	64
2 1/2"	34,9	63,5	77,4
3"	36,5	76,2	91
4"	38,1	101,6	119

## Aplicación

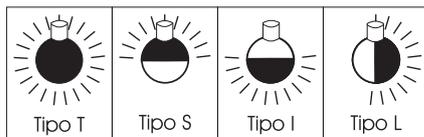
La alternativa mas económica para la limpieza de las paredes internas de tanques y depósitos. Se suministra en variados diámetros y configuraciones para una amplia gama de limpieza.

## Características

- Baja presión de uso.
- Bajo mantenimiento y alta eficiencia de limpieza.
- Cuerpo inoxidable AISI 316.
- Diseñado y construido con precisión dimensional.
- Paso total (caudal de plena corriente).
- Acabado sanitario con rugosidad  $Ra < 0,8 \mu m$ .
- Extremos p/soldar en 2 versiones:
  - A) Diámetros DIN 11850.
  - B) Diámetros en pulgadas reales.
- Conexiones mediante clip.

## Datos técnicos

- **Max. temperatura funcionamiento:** 95°C.
- **Max. temperatura ambiente:** 140°C.



Ver tabla técnica (hoja 2)



## Funcionamiento

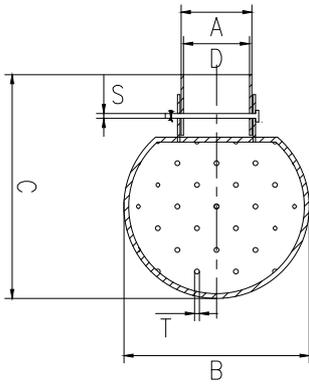
El flujo líquido es dirigido a través de las aberturas de la bocha, generando chorros que producen el impacto adecuado para la remoción de restos de producto de la superficie del depósito, cubriendo dicha superficie en su totalidad.

No se necesitan repuestos ni requiere mantenimiento.

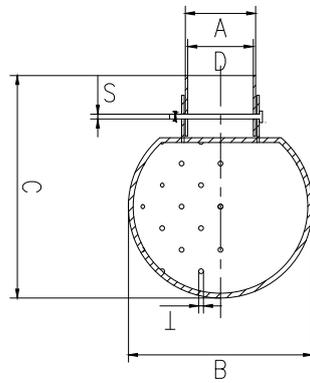
Solo deben ser inspeccionados periódicamente para corroborar su correcto funcionamiento.

DIÁMETRO (Ø)	PRESIÓN (BAR)	RADIO DE LIMPIEZA (M)	CAUDAL M <sup>3</sup> /H 360°/180°	TIPO L-S-I			TIPO T		
				PRESIÓN (BAR)	RADIO DE LIMPIEZA (M)	CAUDAL M <sup>3</sup> /H 360°/180°	PRESIÓN (BAR)	RADIO DE LIMPIEZA (M)	CAUDAL M <sup>3</sup> /H 360°/180°
22	2,5	1,00 - 1,25	10	2,5	1,00 - 1,25	17	2,5	1,00 - 1,25	17
28	2,5	1,00 - 1,25	10	2,5	1,00 - 1,25	17	2,5	1,25 - 1,75	23
32	2,5	1,00 - 1,25	17	2,5	1,25 - 1,75	23	2,5	1,25 - 1,75	23
38	2,5	1,25 - 1,75	17	3,5	2,0 - 3,0	55	3,5	2,0 - 3,0	55

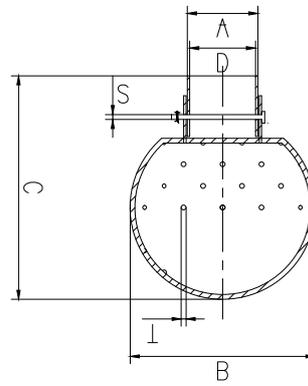
**Tipo T**



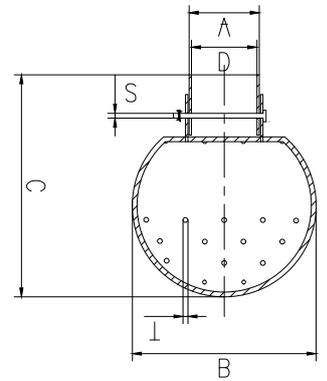
**Tipo L**



**Tipo S**



**Tipo I**



**TIPO T**

DIÁMETRO (Ø)	A	B	C	D	T	S
22	22	38	68	19	1,6x66	4,5
28	28	50	79	25	2,0x76	6
32	32	65	95	29	2,5x91	6
38	38	65	98	35	2,5x91	6
52	52	90	125	49	3x103	6,5

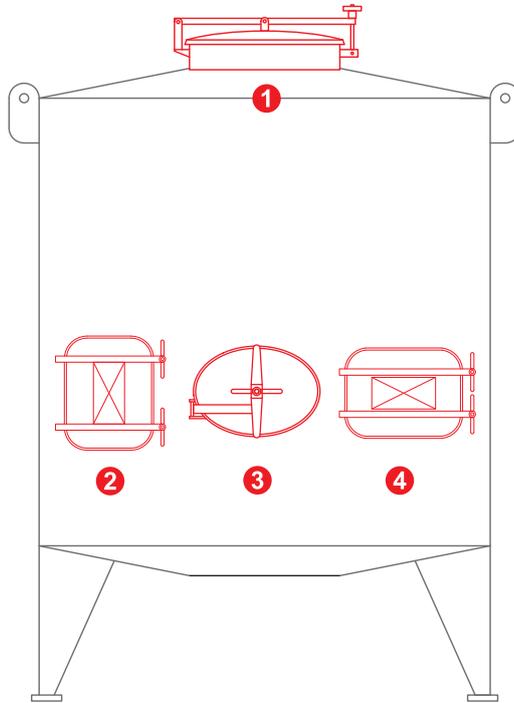
**TIPO L-S-I**

DIÁMETRO (Ø)	A	B	C	D	T	S
22	22	38	68	19	1,6x33	4,5
28	28	50	79	25	2x38	6
32	32	65	95	29	2,5x46	6
38	38	65	98	35	2,5x46	6
52	52	90	125	49	3x52	6,5

## Aplicación

Existen diferentes tipos de aplicación, dependiendo de las características del tanque, estas pueden ser:

**Acero inoxidable, acero al carbono, PVC, cubas de madera y piletas de cemento.**



- 1 Tapa Superior**  
Posición superior  
Aplicación horizontal
- 2 Puerta Oval Autoclave**  
Posición inferior  
Aplicación vertical
- 3 Puerta Rectangular**  
Posición inferior  
Aplicación vertical
- 4 Puerta Rectangular**  
Posición inferior  
Formato horizontal  
Aplicación vertical
- 5 Modelos especiales**  
Su posición y aplicación puede variar de acuerdo a su prestación

## Modos de apertura

### Autoclave

La apertura de la puerta se produce dentro del recipiente.

El cierre obtenido por el apriete manual de la manecilla asegura la estanqueidad principal.



Apertura interna  
(Autoclave)

### Apertura exterior

La apertura de la puerta se produce fuera del recipiente.

La estanqueidad se logra por apriete.



Apertura externa

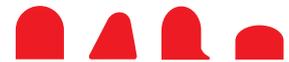
## Tipos de juntas

Los modelos de juntas pueden variar de acuerdo a la morfología de la tapa, como así también a su material de fabricación:

Acrílico Nitrilo, Silicona, EPDM o Vitón®.

En todos los casos Famiq suministra los repuestos independientemente de la tapa o de la puerta.

DP



Junta media ronda

TP



Junta tórica

RP



Junta rectangular

CP



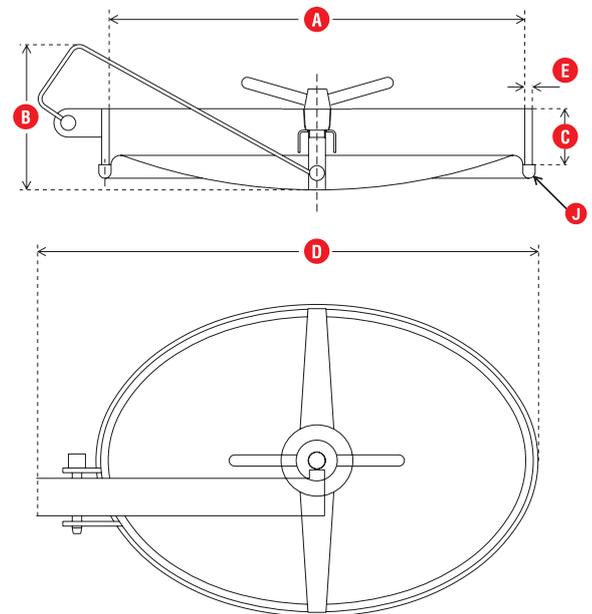
Junta cavalier

## Aplicación

Utilizadas habitualmente en la industria alimenticia. Se aplica en la industria láctea, vitivinícola, aceitera, aguas, glucosas y otras.

## Características

- Paso útil de 307 x 442 mm.
- De aplicación exclusiva en forma vertical.
- El modelo P11 102 permite desmontar la piel y el brazo extrayendolo del tanque.
- Bajo mantenimiento.
- Alta hermeticidad.
- Junta montada en la piel.
- Pulido sanitario.
- **Autoclave:** La apertura de la puerta se produce dentro del recipiente. El cierre obtenido por el apriete manual de la manecilla asegura la estanqueidad principal.
- La presión creada por la altura del líquido aumenta esta estanqueidad.



## Funcionamiento

Al girar la manecilla central, permite desajustar la traviesa, esto libera la piel y permite la apertura total a 90° hacia el interior del tanque.

El modelo P11 102 cuenta también con un **pasador** extraíble, pudiendo desmontar tanto el brazo bisagra como la piel.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	PS BAR 150C			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P11-102	307 x 442	156	60	531	8	1,6	2,4	-	10



Cantidad de perillas

Otras medidas cota C: 80, 100, 120, 150mm



PS: Presión de servicios

PP: Presión de prueba

PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TP	J	APLIC.
328057	ACRILLO MEDIA RONDA I		CC
328058	CAUCHO MEDIA RONDA I		CC
328059	EPDM MEDIA RONDA I		CC
328060	SILICONA MEDIA RONDA I		AS
332153	VITON® MEDIA RONDA I		CC

TP: Tipo de junta

J: Modelo de junta

CC: Cemento de contacto

AS: Adhesivo silicona

SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

Utilizadas habitualmente en la industria alimenticia.

Se aplica en la industria láctea, vitivinícola, aceitera, aguas, glucosas y otras.

Es paso hombre y tiene la virtud de tolerar presiones moderadas a medias.

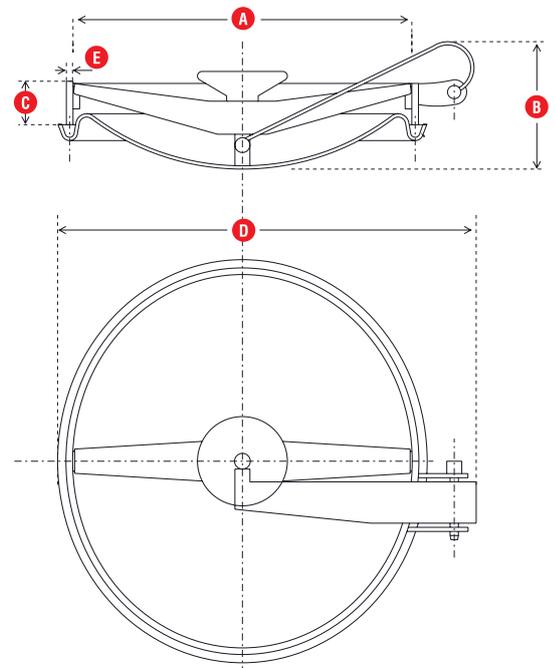
## Características

- Paso útil de 411 x 455 mm.
- De aplicación exclusiva en forma vertical.
- Bajo mantenimiento.
- Permite desmontar la piel y el brazo.
- Alta hermeticidad.
- Junta montada en la piel.
- Pulido sanitario.
- **Autoclave:** La apertura de la puerta se produce dentro del recipiente. El cierre obtenido por el apriete manual de la manecilla, más la presión hidrostática de la columna de líquido sita en el recipiente.
- La presión creada por la altura del líquido aumenta esta estanqueidad.

## Funcionamiento

Al girar la manecilla central en sentido anti horario se libera la traviesa permitiendo soltar la piel.

El brazo traslada la piel 90° hacia el interior del tanque.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	150C BAR			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P11-129	407 x 452	174	60	568	12	5	7,5	-	18



Cantidad de perillas

Otras medidas cota C: 80, 100, 120, 150mm



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TIPO	APLIC.
328082	ACRILLO MEDIA RONDA II	CC
328083	CAUCHOMEDIA RONDA II	CC
328084	EPDMMEDIA RONDA II	CC
328085	SILICONA MEDIA RONDA II	AS
331685	VITON® MEDIA RONDA II	CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

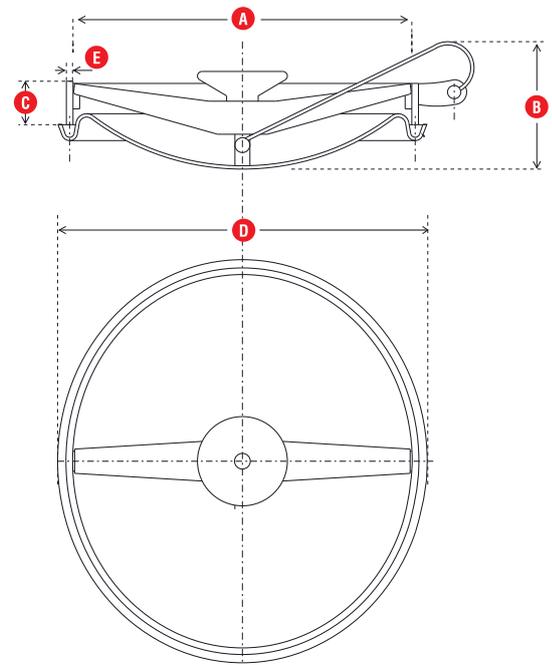
## Aplicación

Utilizadas habitualmente en la industria vitivinícola, en recipientes que elaboran espumantes como champagne.

El modelo es paso hombre y tolera presiones medias - altas.

## Características

- Paso útil de 411 x 455 mm.
- De aplicación exclusiva en forma vertical.
- Bajo mantenimiento.
- Una vez abierta permite desmontar la piel y retirarla fuera del tanque.
- Alta hermeticidad.
- Junta montada en la piel.
- Pulido sanitario.
- **Autoclave:** La apertura de la puerta se produce hacia el interior del recipiente.
- El cierre se logra por el apriete manual de la manecilla, más la presión hidrostática de la columna líquida.



## Funcionamiento

Al girar la manecilla central en sentido anti horario se libera la traviesa permitiendo soltar la piel que se traslada hacia adentro del tanque girando en torno a la bisagra interna.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	H BAR 150C			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P11-130	407 x 452	174	100	-	12	7	-	-	30



Cantidad de perillas



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TIPO	APLIC.
328082	ACRILLO MEDIA RONDA II	CC
328083	CAUCHOMEDIA RONDA II	CC
328084	EPDMMEDIA RONDA II	CC
328085	SILICONA MEDIA RONDA II	AS
331685	VITON® MEDIA RONDA II	CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

Utilizadas habitualmente en la industria alimenticia.  
Se aplica en la industria láctea, vitivinícola, aceitera, aguas, glucosas y otras.



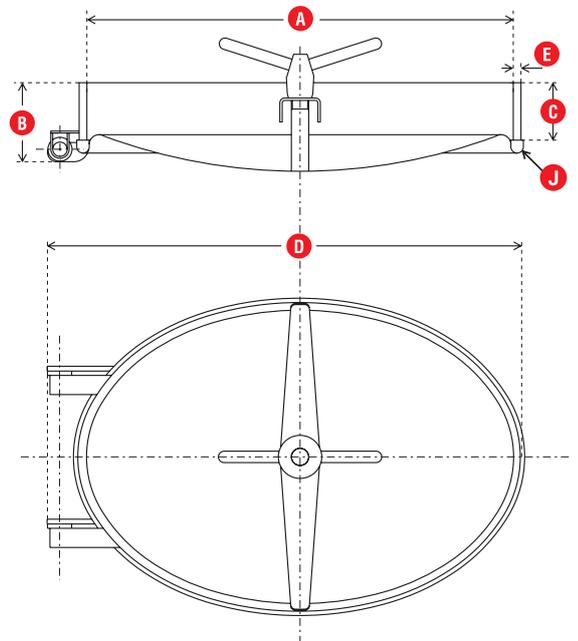
## Características

- Paso útil de 307 x 442 mm.
- De aplicación exclusiva en forma vertical.
- Bajo mantenimiento.
- Alta hermeticidad.
- Junta montada en la piel.
- Pulido sanitario.
- **Autoclave:** La apertura de la puerta se produce dentro del recipiente. El cierre obtenido por el apriete manual de la manecilla asegura la estanqueidad principal.
- La presión creada por la altura del líquido aumenta esta estanqueidad.

## Funcionamiento

Al girar la manecilla central, permite desajustar la travesa, esto libera la piel y permite la apertura total a 90° hacia el interior del tanque.

Luego se puede retirar la piel fuera, si lo desea.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	PS BAR 150C			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P11-302	307 x 442	82	60	495	8	1,6	2,4	-	8



Cantidad de perillas

Otras medidas cota C: 80, 100, 120, 150mm



PS: Presión de servicios

PP: Presión de prueba

PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TP	J	APLIC.
328057	ACRILIO MEDIA RONDA I		CC
328058	CAUCHO MEDIA RONDA I		CC
328059	EPDM MEDIA RONDA I		CC
328060	SILICONA MEDIA RONDA I		AS
332153	VITON® MEDIA RONDA I		CC

TP: Tipo de junta

J: Modelo de junta

CC: Cemento de contacto

AS: Adhesivo silicona

SA: Sin adhesivos (manual)

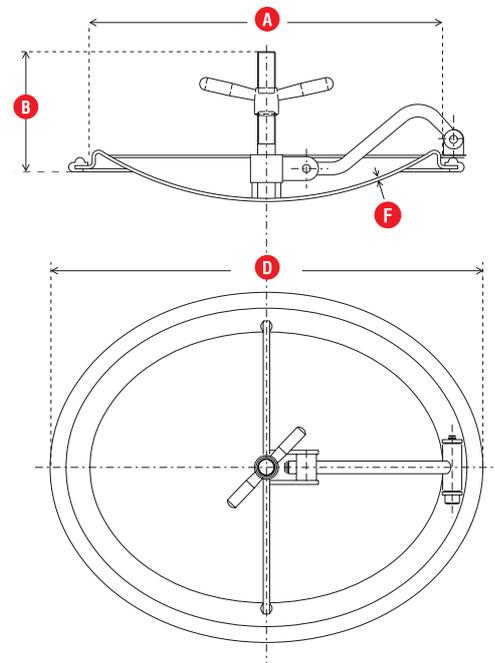
## Aplicación

Aplicable a distintos tipos de tanques y silos, en especial en tanques de transporte de productos líquidos.



## Características

- Paso útil de 340 x 440 mm.
- Permite la apertura total a 90° hacia el interior del tanque (autoclave).
- Por su brazo extractor, permite girar la bisagra exterior sobre si misma, extrayendo la piel al exterior sin desmontar.
- Junta montada en piel.
- Juntas desmontables para lavado o reposición.
- Pulido sanitario.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	PS	KG
	(mm)							
P11-340-440 P	340 x 440	64	-	400 x 500	30	-	3,5	11

Cantidad de perillas

PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío

Peso en kilogramos

## Opciones de juntas

Apertura interna (autoclave)

CÓDIGO	TIPO	APLIC.
325001	ACRILIO CAVALIER	CC
328069	CAUCHO CAVALIER	CC
325004	EPDM CAVALIER	CC
325005	SILICONA CAVALIER	AS
325003	VITON® CAVALIER	CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

Aplicable a distintos tipos de tanques y silos, en especial en tanques de transporte de productos líquidos.

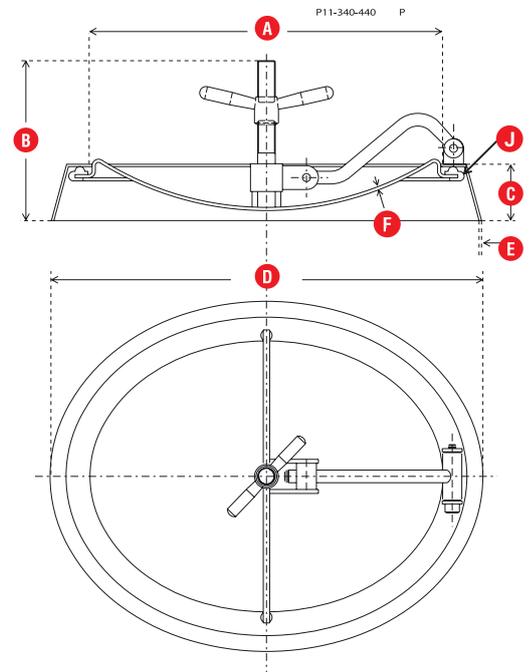
## Características

- Paso útil de 340 x 440 mm.
- Permite la apertura total a 90° hacia el interior del tanque (autoclave).
- Por su brazo extractor, permite girar la bisagra exterior sobre si misma, extrayendo la piel al exterior sin desmontar.
- Junta montada en piel.
- Juntas desmontables para lavado o reposición.
- Pulido sanitario.

## Funcionamiento

### Instalación

Su cuello cónico permite introducirlo en el agujero deformado, asentándose en algún punto del cuello, soldándose al tanque en la zona de contacto.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	PS	KG
	(mm)							
P11-340-440 ED	340 x 440	183	80	450 x 550	4	3	2,5	12

Cantidad de perillas

PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío

Peso en kilogramos

## Opciones de juntas

Apertura interna (autoclave)

CÓDIGO	TIPO	APLIC.
325001	ACRILLO CAVALIER	CC
328069	CAUCHO CAVALIER	CC
325004	EPDM CAVALIER	CC
325005	SILICONA CAVALIER	AS
325003	VITON® CAVALIER	CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

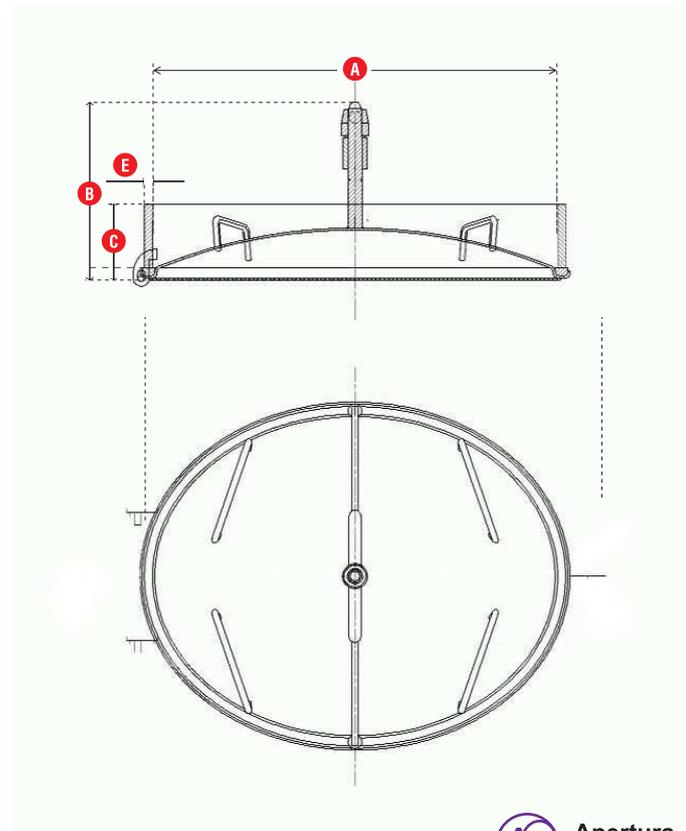
## Aplicación

Se caracterizan principalmente en la posibilidad de acceso al interior del tanque (pasa hombre).

Por sus diseños y presión máxima de trabajo, se aplica en la industria láctea en silos de altura y en la industria vitivinícola, en especial en la elaboración de espumantes.

## Características

- Para uso exclusivo en forma vertical.
- Paso útil de 410 x 510mm (pasa hombre).
- Permite la apertura a 90° hacia el interior del tanque (autoclave).
- Cuatro agarraderas en la piel permiten extraer y centrar la puerta en su cierre (las bisagras internas permiten sacar la piel fuera del interior del recipiente).
- Bajo mantenimiento.
- Junta montada en piel.
- Pulido sanitario.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	BAR 150C			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P11-410-510V	410-510	192	80	-	8	2	2,5	-	16



Cantidad de perillas

Otras medidas cota C: 100 mm



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TIPO	APLIC.
328086	ACRILLO RECTANGULAR	CC
328087	CAUCHO RECTANGULAR	CC
328088	EPDM RECTANGULAR	CC
328089	SILICONA RECTANGULAR	AS
334404	VITON® RECTANGULAR	CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

Los modelos P11-410-510 se utilizan en la industria alimenticia.

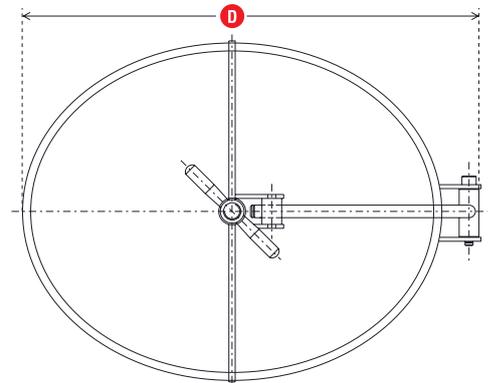
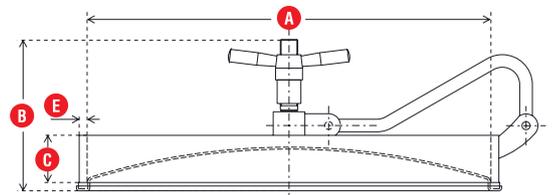
Se caracterizan principalmente en la posibilidad de acceso al interior del tanque (pasa hombre).

Por sus diseños y presión máxima de trabajo, se aplica en la industria láctea en silos de altura y en la industria vitivinícola, en especial en la elaboración de espumantes.



## Características

- Para uso exclusivo en forma vertical.
- Paso útil de 410 x 510mm (pasa hombre).
- Permite la apertura a 90° hacia el interior del tanque (autoclave).
- Cuatro agarraderas en la piel permiten extraer y centrar la puerta en su cierre.
- Bajo mantenimiento (sin desmontar el brazo se puede sacar la piel fuera del tanque, gracias a la presencia de la rotula central).
- Junta montada en piel.
- Pulido sanitario #180.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	BAR 150C			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P11-410-510	410-510	192	60	577	10	2	2,5	-	16



Cantidad de perillas

Otras medidas cota C: 80, 100mm



PS: Presión de servicios

PP: Presión de prueba

PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



Apertura interna (autoclave)

CÓDIGO	TIPO	APLIC.
328086	ACRILIO RECTANGULAR	CC
328087	CAUCHO RECTANGULAR	CC
328088	EPDM RECTANGULAR	CC
328089	SILICONA RECTANGULAR	AS
334404	VITON® RECTANGULAR	CC

TP: Tipo de junta

J: Modelo de junta

CC: Cemento de contacto

AS: Adhesivo silicona

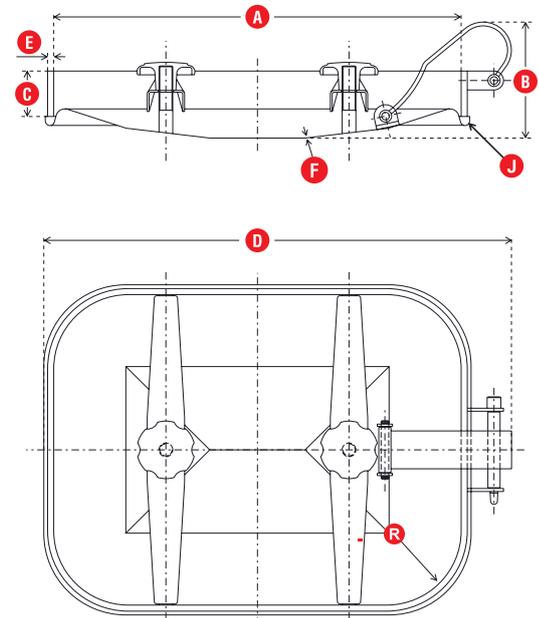
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

- Utilizados como variante de la apertura exterior para tanques de acero, cuando se requiere minimizar el riesgo de **cerrar mal**, ya que la misma abre hacia el interior.
- Habitualmente solicitadas en las industrias lácteas, aceiteras, vitivinícolas y otras, en tanques

## Características

- Paso útil de 410 x 534 mm (P23-409) y 534 x 410 mm (P23-410) (pasa hombre).
- El modelo P13-409 es de uso vertical y el P13-410 horizontal.
- La apertura de la puerta se produce dentro del recipiente (autoclave).
- La estanqueidad esta dada por el apriete manual del volante mas la presión creada por la altura del líquido.
- Bajo mantenimiento.
- Junta montada en piel.
- Pulido sanitario #180.



## Funcionamiento

Al girar la manecilla central, permite desajustar la traviesa, moviéndolo en cualquiera de los sentidos, libera la piel y permite la apertura total a 90° hacia el interior del tanque.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	F	R	BAR 150C		KG
	(mm)						PS	PP	
P13-410	534 x 410	155	60	613	2,5	98	1	1,5	15



Cantidad de perillas



PS: Presión de servicios

PP: Presión de prueba

PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TIPO	APLIC.
328090	ACRILLO MEDIA RONDA I	CC
328091	CAUCHO MEDIA RONDA I	CC
328092	EPDM MEDIA RONDA I	CC
328093	SILICONA MEDIA RONDA I	AS

TP: Tipo de junta

J: Modelo de junta

CC: Cemento de contacto

AS: Adhesivo silicona

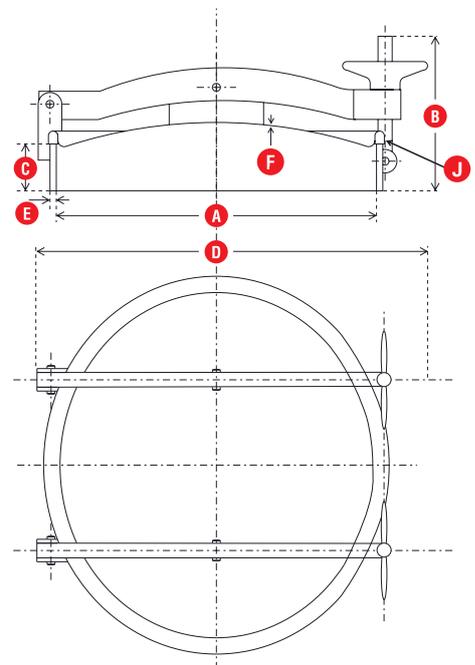
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

- Se especifican cuando un tanque o silo requiere una puerta de inspección pasa hombre.
- Utilizada en variadas industrias, es especialmente requerida en transporte de productos alimenticios.

## Características

- Son sin presión.
- Paso útil de 411 x 455 mm.
- Piel moldeada sin caída de agua y dos brazos de cierre que aseguran la hermeticidad, incluso ante el oleaje producido por los movimientos durante el transporte.
- Se entregan con alturas de cuello de 60-80-100 mm.
- Junta montada en piel.
- Junta desmontable para lavado o reposición.



## Funcionamiento

Al girar las manecillas, se permite desajustar los brazos, moviéndolos en cualquiera de los sentidos, liberando la piel.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	BAR 150C			KG
	(mm)						PS	PP	PV	
P21-116	411 x 455	198	60	498	8	2,5	0,5	-	0,1	14

Cantidad de perillas

PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío

KG Peso en kilogramos

## Opciones de juntas

Apertura externa

CÓDIGO	TIPO	APLIC.
328082	ACRILLO MEDIA RONDA II	CC
328083	CAUCHOMEDIA RONDA II	CC
328084	EPDMMEDIA RONDA II	CC
328085	SILICONA MEDIA RONDA II	AS
331685	VITON® MEDIA RONDA II	CC

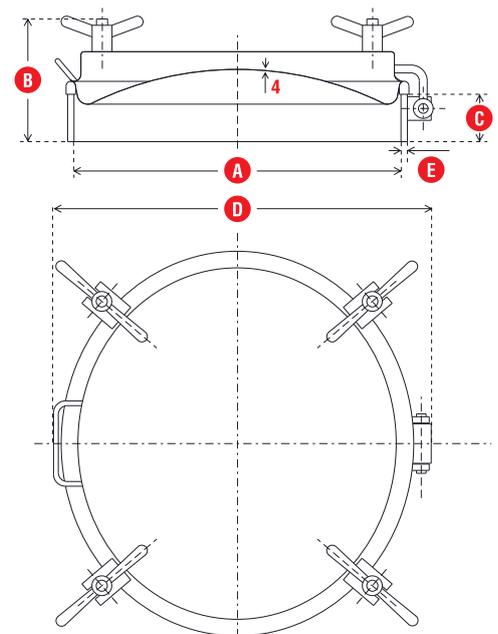
TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

### Aplicación

- Recomendadas para el uso en la industria alimenticia, cuando se requiere soportar presión o vacío).
- También utilizados en la industria de cosmética y en la farmacéutica, en la versión con piel cerrada.

### Características

- Usado en posición horizontal y vertical.
- Paso útil de 411 x 455mm.
- Bajo mantenimiento.
- El marco robusto y las perillas de ajuste múltiples aseguran una alta hermeticidad.
- Puede entregarse con piel moldeable (sin caída del agua) o piel cerrada.
- Junta montada en piel.
- Se entregan con alturas de cuello según necesidad.



### Funcionamiento

Su cierre de perillas múltiples asegura una alta performance en la estanqueidad.  
Resiste vacío.

### Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	150C BAR			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P21-147	411 x 455	155	60	477	8	2	2	1,2	17
P21-167	412 x 455	155	60	520	8	3	3,2	1,8	18



Cantidad de perillas

Otras medidas cota C: 80, 100, 150mm



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

### Opciones de juntas



CÓDIGO	TIPO		APLIC.
328082	ACRILLO MEDIA RONDA II		CC
328083	CAUCHOMEDIA RONDA II		CC
328084	EPDMMEDIA RONDA II		CC
328085	SILICONA MEDIA RONDA II		AS
331685	VITON® MEDIA RONDA II		CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

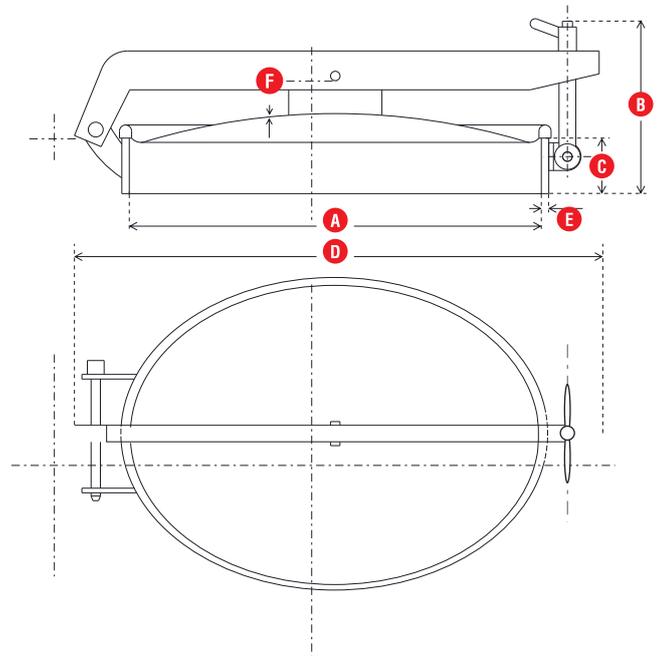
- Estos modelos son utilizados en la industria alimenticia, habitualmente en tanques angostos o tuneles de inspección.
- Se especifican cuando se requiere una puerta de inspección pasa hombre y no se puede colocar una de mayor tamaño.

## Características

- Son sin presión.
- Paso útil de 307 x 442 mm.
- Puede utilizarse en posición vertical u horizontal.
- Se pueden suministrar con alturas de cuello de 60-80-100-150 mm.
- Los modelos de puerta P21-303 y P21-407 tienen la piel moldeada sin caída de agua.

## Funcionamiento

Al girar la manecilla del extremo del brazo, permite la apertura exterior de la piel sujeta al brazo, que de acuerdo al modelo, se abre en el eje mayor o en eje menor.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	BAR 150C			KG
	(mm)						PS	PP	PV	
P21-303	307 x 442	170	60	429	8	2	0,3	-	0,1	10
P21-407	442 x 307	200	60	567	8	2	0,3	-	0,1	11



Cantidad de perillas

Otras medidas cota C: 80, 100, 120, 150mm



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TP	J	APLIC.
328057	ACRILLO MEDIA RONDA I		CC
328058	CAUCHO MEDIA RONDA I		CC
328059	EPDM MEDIA RONDA I		CC
328060	SILICONA MEDIA RONDA I		AS
332153	VITON® MEDIA RONDA I		CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

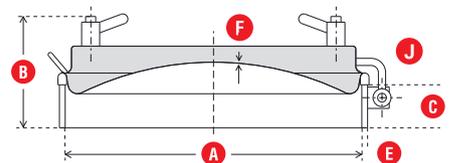
## Aplicación

- Recomendadas para el uso en la industria alimenticia, cuando se requiere soportar presión (ej, leche en polvo y vacío).
- También utilizados en la industria de cosmética y cuidado personal como en la industria farmacéutica, en la versión de piel cerrada.



## Características

- Usado en posición vertical.
- El modelo P21 467 tiene un paso útil de 307 x 442mm.
- Bajo mantenimiento.
- Posee un marco robusto que asegura un ajuste con alta hermeticidad.
- Puede entregarse con piel moldeable (sin caída del agua) o piel cerrada. (alta higiene).
- Junta montada en piel.



## Funcionamiento

Su aperillado (en lugar del brazo) refuerza, asegura un cierre de alta performance en tanques con productos líquidos y sólidos.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	H BAR 150C			KG
	(mm)						PS	PP	PV	
P21-467	307 x 442	155	60	520	8	2	1,5	2,5	0,1	18



Cantidad de perillas

Otras medidas cota C: 80, 100, 120, 150mm



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TIPO		APLIC.
328082	ACRILLO MEDIA RONDA II		CC
328083	CAUCHOMEDIA RONDA II		CC
328084	EPDMMEDIA RONDA II		CC
328085	SILICONA MEDIA RONDA II		AS
331685	VITON® MEDIA RONDA II		CC

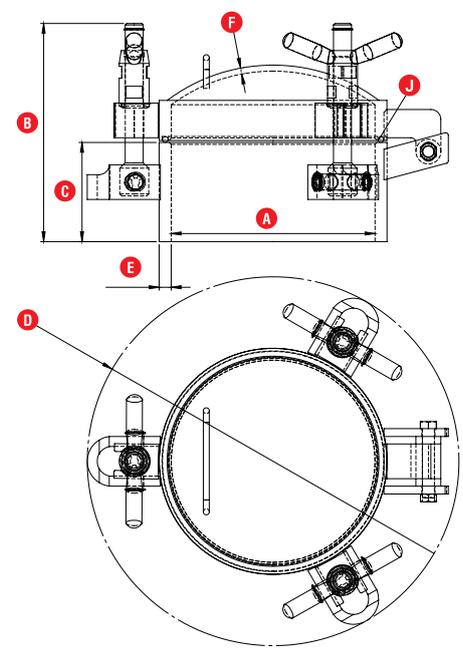
TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

### Aplicación

Se utilizan habitualmente aplicadas a reactores, fermentadores, en la industria de procesos varios.

### Características

Este tipo de tapas se usan básicamente para efectuar inspecciones, muestreos o carga de productos. Son aptas para un servicio de media presión y también para vacío. Es posible solicitarlas con casquete antiretención. (adicional)



### Funcionamiento

Girando en sentido antihorario las manecillas se libera el mecanismo de sujeción de la piel, una bisagra permite el movimiento angular de apertura y cierre.

### Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	Perillas	PS BAR 150C			KG
	(mm)							PS	PP	PV	
P22-238	200	180	60	296	8	2.5	3	7	10.5	0,1	

Variantes de C 80/100 mm

- Cantidad de perillas
- PS: Presión de servicios
- PP: Presión de prueba
- PV: Presión de vacío
- KG: Peso en kilogramos

### Opciones de juntas Apertura externa

CÓDIGO	TP	J	APLIC.
328033	ACRILLO M.ROND V		CC
328035	CAUCHO M.ROND V		CC
328040	EPDM M. ROND V		CC
328034	SILICONA M. ROND V		AS
331403	VITON M. ROND V		CC

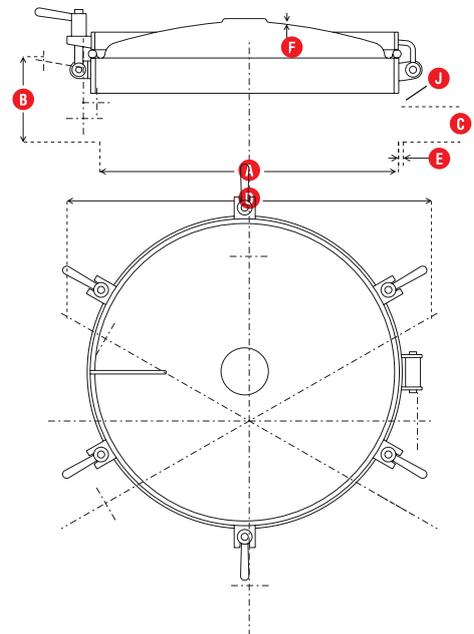
- TP: Tipo de junta
- J: Modelo de junta
- CC: Cemento de contacto
- AS: Adhesivo silicona
- SA: Sin adhesivos (manual)

### Aplicación

Se utilizan normalmente en las industrias alimenticias y del proceso.

### Características

- Aptas para realizar inspecciones varias en el interior de los recipientes y también como boca pasahombre.
- Su aplicación es horizontal.
- Aptas para un servicio de baja presión y vacío.
- Junta montada en la piel.
- Pulido sanitario.



### Funcionamiento

Girando las manecillas en sentido antihorario se libera el mecanismo de sujeción de la piel, una bisagra permite el movimiento angular de apertura y cierre.

### Opciones de juntas



CÓDIGO	TP	J	APLIC.
328098	ACRILLO TORICA		CC
328099	CAUCHO TORICA		CC
328100	EPDM TORICA		CC
328101	SILICONA TORICA		AS
331701	VITON® TORICA	●	CC
328119	ACRILLO TORICA		CC
328120	CAUCHO TORICA		CC
328121	EPDM TORICA		CC
328122	SILICONA TORICA		AS
328023	VITON TORICA		CC
337200	CAUCHO M. ROND.VIII		SA
339611	EPDM M. ROND.VIII	●	SA
337202	SILICONA M. ROND.VIII	●	SA
338647	VITON M. ROND.VIII		SA

TP: Tipo de junta  
 J: Modelo de junta  
 CC: Cemento de contacto  
 AS: Adhesivo silicona  
 SA: Sin adhesivos (manual)

### Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	Perillas	BAR 150C			KG
	(mm)							PS	PP	PV	
P22-264	400	200	60	625	8	2,5	6	2	3	0,2	7
P22-265	500	200	60	725	8	2	6	1	1,5	0,2	19
P22-266	600	180	60	825	8	1,5	6	0,9	1,3	0,5	21
P22-286	600	180	60	825	8	1,5	8	1,2	1,6	0,5	22

- Cantidad de perillas
- PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío
- Peso en kilogramos

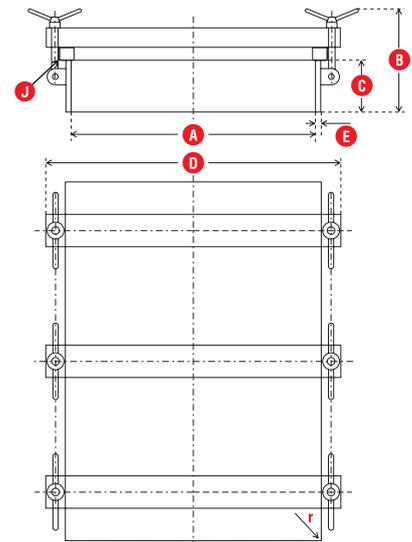
## Aplicación

- Utilizado como puerta pasa hombre para grandes silos y tanques.
- Se recomienda su uso para depositos de sólidos (polvos) y líquidos, puede modificarse para adaptarse a las necesidades de la utilización, ej: agragado de aislación térmica para cámaras frigoríficas.



## Características

- Espesor de la piel 3 mm.
- Paso útil de 600 x 800 mm (P23-680) y 800 x 1000 mm (P23-810).
- Se puede entregar con diferentes alturas de cuello 60-80-100 mm.
- Piel plana.
- Junta montada en piel, de fácil extracción para su lavado o reposición.
- Pulido sanitario #180.



## Funcionamiento

- Las bisagras de uno de sus extremos permiten la extracción de la piel para limpieza o reposición, luego del desgaste de las manecillas de los 2 extremos.

## Datos técnicos



MODELO	A	B	C	D	E	1/2 BAR 150C			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P11-680	600 x 800	141	80	530	10	0,8	1,2	-	54
P11-810	800 x 1000	155	80	613	10	0,8	1,2	-	82



Cantidad de perillas



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas

### P23-810

CÓDIGO	TIPO	J	APLIC.
331673	CAUCHO (RECTANGULAR)		CC
331609	SILICONA (RECTANGULAR)		CC

### P23-680

CÓDIGO	TIPO	J	APLIC.
331674	CAUCHO (RECTANGULAR)		CC
331620	SILICONA (RECTANGULAR)		CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

Se utilizan habitualmente en la industria alimenticia ya sea lactea, vitivinicola, aceitera, aguas y glucosas, entre otras..

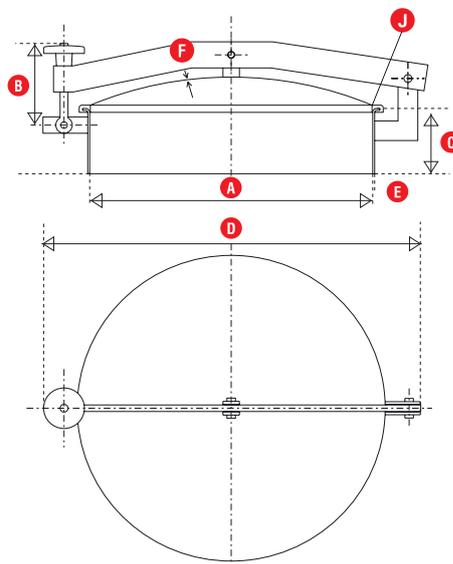
## Características

- Aptas para realizar inspecciones en el interior de los recipientes.
- Aplicación horizontal bajo mantenimiento.
- Junta montada en el cuello.
- Pulido sanitario.
- Para usos en servicios sin presión ni vacío.



## Funcionamiento

Girando la manecilla en sentido antihorario se afloja la piel y también el brazo que permite el movimiento angular de apertura y cierre.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	150C BAR			KG
	(mm)						PS	PP	PV	
P31-200	200	337	100	205	3	3	0,1	-	-	5
P31-300	300	441	100	441	3	3	0,1	-	-	8
P31-400	430	569	100	569	3	3	0,1	-	-	12
P31-500	500	651	100	651	3	3	0,1	-	-	15
P31-600	600	780	100	730	3	3	0,1	-	-	17



Cantidad de perillas



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío (absoluta)



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



CÓDIGO	TP	J	APLIC.
328098	ACRILLO TORICA		CC
328099	CAUCHO TORICA		CC
328100	EPDM TORICA		CC
328101	SILICONA TORICA		AS
331701	VITON® TORICA		CC

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

MODELO	A	B	C	D	ESPESOR CUELLO	ESPESOR PIEL	PS	PP	PV	KG
P31-150	150	215	100	290	2	2	-	-	-	2,7
P31-200	200	210	100	340	2	2	-	-	-	3,4
P31-250	250	210	100	395	2	2	-	-	-	4,1
P31-300	300	220	100	445	2	2	-	-	-	5,5
P31-400	400	220	100	550	2	2,5	-	-	-	8,1
P31-500	500	220	100	655	2	25	-	-	-	10,4
P31-600	600	220	100	750	2	3	-	-	-	14,8

Otras medidas cota C: 150, 200, 250, 300, 400 mm

## Opciones de juntas

MODELO	ACRILIO	CAUCHO	EPDM	SILICONA	VITON
P31-150	336961	-	-	336664	-
P31-200	328036	328037	328038	328039	332688
P31-250	328045	328046	328047	328048	-
P31-300	328049	328050	328051	328052	339545
P31-400	328078	328079	328080	328081	333210
P31-500	328103	328105	328107	328109	331300
P31-600	328123	328124	328125	328126	327983

## Aplicación

Se utilizan habitualmente en recipientes o tanques donde se requiera inspección visual del producto en proceso de elaboración como lácteos, vinos, aceites, aguas, glucosa o cervezas que no sean alterados por el ingreso de la luz.

## Características generales

- Aptas para realizar inspecciones visuales en el interior del tanque sin la necesidad de abrir la tapa .
- Fabricación estándar en AISI 316L.
- Junta de silicona montada en el cuello.
- Pulido sanitario.
- Vidrio de borosilicato.

### Modelos sin presión:

- P31 210/310/410/510
- Para servicios sin presión ni vacío.
- Aplicación en posición horizontal superior.

### Modelos con presión:

- P22 210/310/410/510
- Aplicación en posición horizontal y vertical.
- Para servicios con presión y/o vacío (ver tabla).



## Funcionamiento

Se procede a girar en sentido anti horario las manecillas liberando el mecanismo de sujeción de la piel. Luego una bisagra con tope permite la apertura de la misma.

## Opciones y repuestos

### O' rings para tapa

CÓDIGO	DN (mm)	O'RING
343653	200	EPDM
343650	200	SILICONA
343654	300	EPDM
343652	300	SILICONA
330360	400	EPDM
332723	400	SILICONA
333949	400	VITON
328102	500	ACRILIO
328104	500	CAUCHO
328106	500	EPDM
328108	500	SILICONA
328110	500	VITON

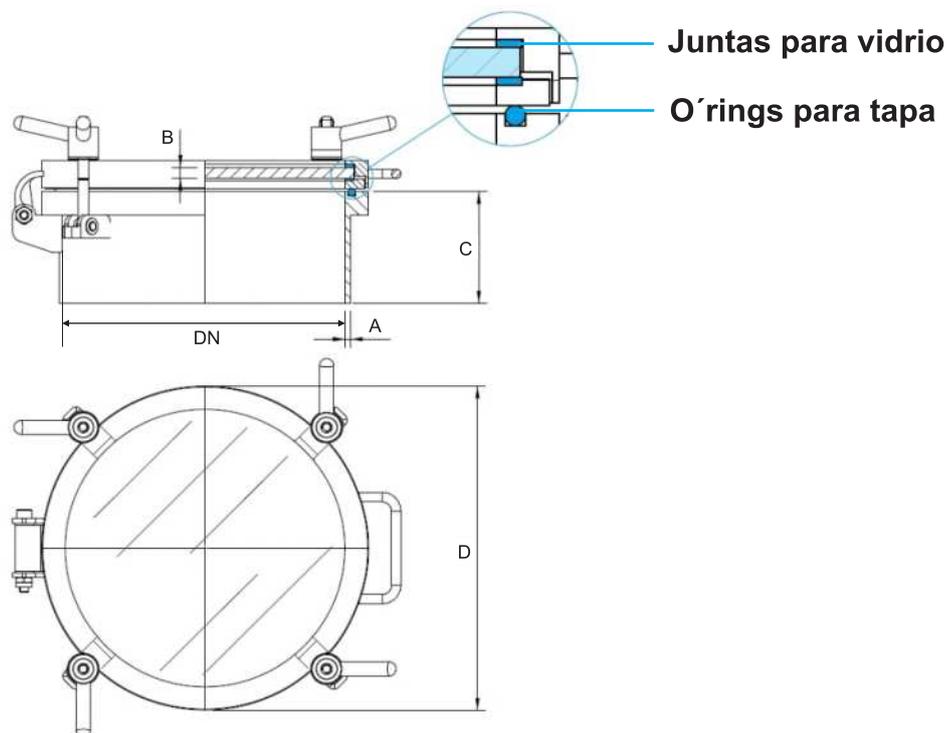
### Juntas para vidrio

CÓDIGO	DN (mm)	JUNTA
343578	200	EPDM
343574	200	SILICONA
343579	300	EPDM
343575	300	SILICONA
343580	400	EPDM
343576	400	SILICONA
343581	500	EPDM
343577	500	SILICONA

### Vidrio para puerta

CÓDIGO	DN / ESP	MODELO DE TAPA
343566	225 x 6	P31 210
343567	325 x 6	P31 310
343568	425 x 6	P31 410
343569	525 x 6	P31 510
343570	225 x 12	P22 210
343571	325 x 12	P22 310
343572	425 x 12	P22 410
343573	525 x 12	P22 510

Datos técnicos



MODELOS P21 CON PRESIÓN											
CÓDIGO	MODELO	DN (mm)	A	B	C	D	BAR 150C			Perillas	KG
			(mm)				PS	PP	PV		
343649	P22210 VIDRIO CON PRESIÓN	200	6	12	100	250	2	3	-1	3	8,7
343690	P22310 VIDRIO CON PRESIÓN	300	6	12	100	350	2	3	-1	4	16
343691	P22410 VIDRIO CON PRESIÓN	400	6	12	100	450	1,5	2,2	-1	6	24,5
343692	P22510 VIDRIO CON PRESIÓN	500	6	12	100	550	1	1,5	-1	6	37,3

MODELOS P31 SIN PRESIÓN											
CÓDIGO	MODELO	DN (mm)	A	B	C	D	BAR 150C			Perillas	KG
			(mm)				PS	PP	PV		
343693	P31210 VIDRIO SIN PRESIÓN	200	3	6	100	250	-	-	-	3	5,2
343694	P31310 VIDRIO SIN PRESIÓN	300	3	6	100	350	-	-	-	4	10,8
343695	P31410 VIDRIO SIN PRESIÓN	400	3	6	100	450	-	-	-	4	18,5
343696	P31510 VIDRIO SIN PRESIÓN	500	3	6	100	550	-	-	-	6	28,2

Cantidad de perillas

PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío

Peso en kilogramos

## Aplicación

Se utilizan habitualmente en la industria alimenticia ya sea láctea, vitivinícola, aceitera, aguas, glucosa y otras.



## Características

- Aptas para realizar inspecciones varias en el interior de recipientes.
- Aplicación horizontal.
- Junta montada en el cuello.
- Pulido sanitario.
- Para usos en servicios sin presión ni vacío.
- Una vez abierta la piel gira.

## Funcionamiento

Girando la manecilla en sentido antihorario se afloja la piel y el brazo que permite el movimiento angular de apertura y cierre.

Un sistema de giro ofrece la posibilidad de girar el conjunto piel y brazo hacia los costados.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	EC	EP	BAR 150C			KG
	(mm)						PS	PP	PV	
P31-230	200	215	100	330	2	2	-	-	-	3,2
P31-330	300	220	100	430	2	2	-	-	-	4,6
P31-430	400	245	100	535	2	2	-	-	-	6,5
P31-530	500	245	100	630	2	2	-	-	-	8,4
P31-630	600	245	100	735	2	2	-	-	-	11

EC: Espesor cuello  
EP: Espesor piel



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



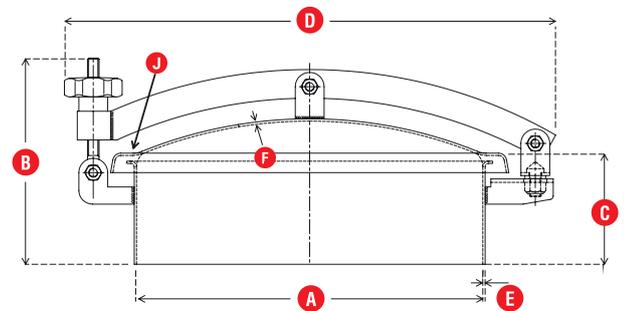
MODELO	ACRILIO	CAUCHO	EPDM	SILICONA	VITON
P31 - 230	328036	328037	328038	328039	332688
P31 - 330	328049	328050	328051	328052	339545
P31 - 430	328078	328079	328080	328081	333210
P31 - 530	328103	328105	328107	328109	331300
P31 - 630	328123	328124	328125	328126	327983

## Aplicación

Se utilizan habitualmente en la industria alimenticia, ya sea láctea, vitivinícola, aceitera, aguas, glucosa y otras.

## Características

- Aptas para realizar inspecciones varias en el interior de los recipientes.
- Aplicación horizontal.
- Junta montada en el cuello.
- Pulido sanitario.
- Para servicios sin presión.



## Funcionamiento

Girando la manecilla en sentido antihorario se afloja la piel y el brazo. Esto permite el movimiento angular de apertura y cierre.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	F	150C BAR			KG
	(mm)						PS	PP	PV	
P31-440	400	245	100	530	2	2	-	-	-	6,5
P31-540	500	245	100	630	2	2	-	-	-	8,3
P31-640	600	240	100	730	2	2	-	-	-	10,6



PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío



Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



MODELO	ACRILO	CAUCHO	EPDM	SILICONA	VITON
P31 - 440	328078	328079	328080	328081	333210
P31 - 540	328103	328105	328107	328109	331300
P31 - 640	328123	328124	328125	328126	327983

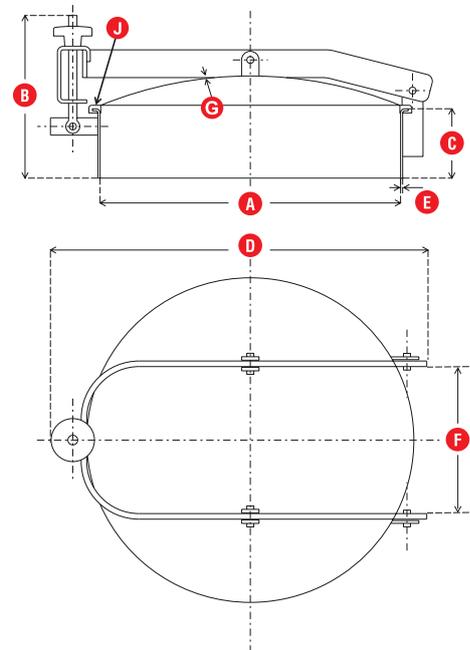
TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

Se utilizan habitualmente en la industria alimenticia y del transporte.

## Características

- Aptas para trabajar como tapa de inspección de recipientes móviles y estacionarios.
- Aplicación horizontal.
- Junta montada en el cuello.
- Pulido sanitario.
- Para servicio de baja presión.



## Funcionamiento

Girando la manecilla en sentido antihorario se afloja la piel y su brazo, esto permite el movimiento angular de apertura y cierre.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	H BAR 150C			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P31-498	400	250	100	510	3	0,2	-	-	11,4
P31-598	500	250	100	610	3	0,1	-	-	14
P31-698	600	250	100	730	3	0,05	-	-	19,2

**H BAR 150C** PS: Presión de servicios  
 PP: Presión de prueba  
 PV: Presión de vacío (absoluta)

**KG** Peso en kilogramos

## Opciones de juntas



MODELO	ACRILLO	CAUCHO	EPDM	SILICONA	VITON
P31 - 498	328078	328079	328080	328081	333210
P31 - 598	328103	328105	328107	328109	331300
P31 - 698	328123	328124	328125	328126	327983

TP: Tipo de junta  
 J: Modelo de junta  
 CC: Cemento de contacto  
 AS: Adhesivo silicona  
 SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

Se utilizan en la industria vitivinícola y otras.

Se pueden soldar a tanques de metal o empotrar a recipientes de mampostería u hormigón.

## Características

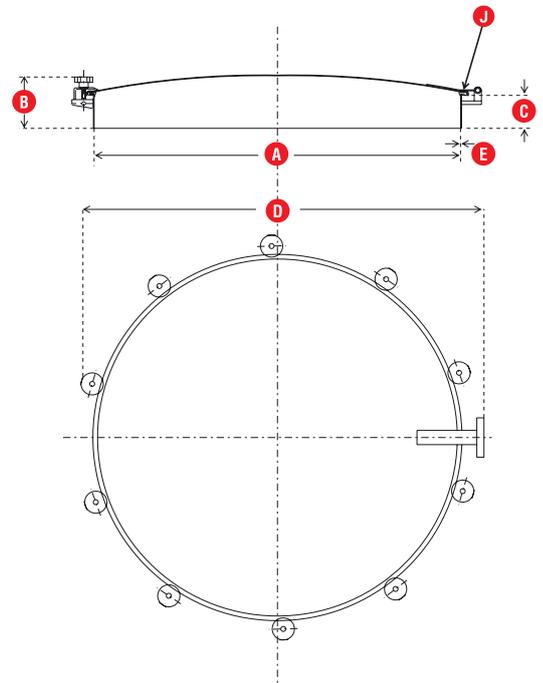
Las dimensiones permiten introducir dentro de los recipientes dispositivos de dimensiones importantes que regulan el proceso de elaboración.

La tapa de inspección permite realizar controles sin necesidad de la apertura de la tapa.

La tapa de inspección puede tener distintos tamaños.

## Funcionamiento

Girando en sentido antihorario las manecillas, se liberan los sujetadores, de esta manera queda libre la piel, la cual se puede desplazar hacia arriba y hacia los costados simultáneamente.



## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	Perillas	PS BAR 150C			KG
	(mm)						PS	PP	PV	
P31-835	800	200	450	900	2	8	-	-	-	25
P31-1035	1000	200	150	1100	2	10	-	-	-	31

Otros C: 200/250/300 mm

Cantidad de perillas

PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío

Peso en kilogramos

## Opciones de juntas

Apertura externa

CÓDIGO	TP	J	APLIC.
328029	ACRILLO CAVALIER		SA
328030	CAUCHO CAVALIER		SA
328031	EPDM CAVALIER		SA
328032	SILICONA CAVALIER		SA
328127	ACRILLO CAVALIER		SA
328129	EPDM CAVALIER		SA
328130	SILICONA CAVALIER		SA

TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

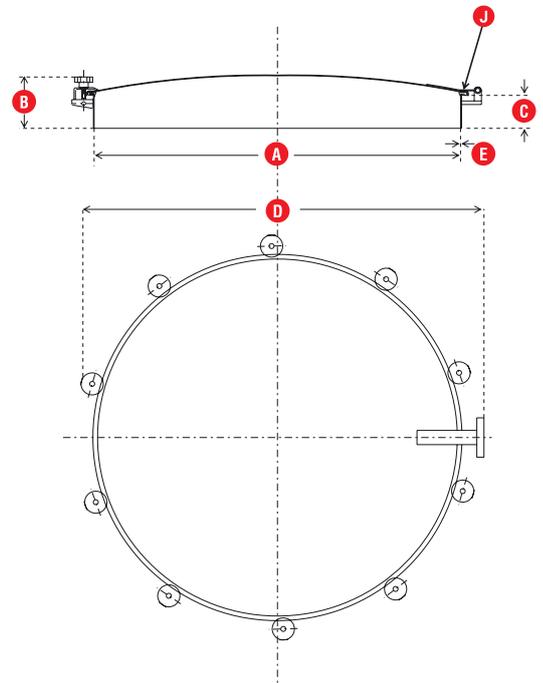
## Aplicación

Se utilizan en la industria vitivinícola y otras.

Se pueden soldar a tanques de metal o empotrar a recipientes de mampostería u hormigón.

## Características

Dadas las dimensiones se puede introducir dentro de los recipientes dispositivos de dimensiones importantes que regulan el proceso de elaboración.



## Funcionamiento

Girando en sentido antihorario las manecillas, se liberan los sujetadores, de esta manera queda libre la piel, la cual se puede desplazar hacia arriba y hacia los costados simultáneamente.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	Perillas	PS BAR 150C			KG
	(mm)						PS	PP	PV	
P31-835	800	200	450	900	2	8	-	-	-	25
P31-1035	1000	200	150	1100	2	10	-	-	-	31

Otros C: 200/250/300 mm

Cantidad de perillas

PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío

Peso en kilogramos

## Opciones de juntas

Apertura externa

CÓDIGO	TP	J	APLIC.
328029	ACRILO CAVALIER		SA
328030	CAUCHO CAVALIER		SA
328031	EPDM CAVALIER		SA
328032	SILICONA CAVALIER		SA
328127	ACRILO CAVALIER		SA
328129	EPDM CAVALIER		SA
328130	SILICONA CAVALIER		SA

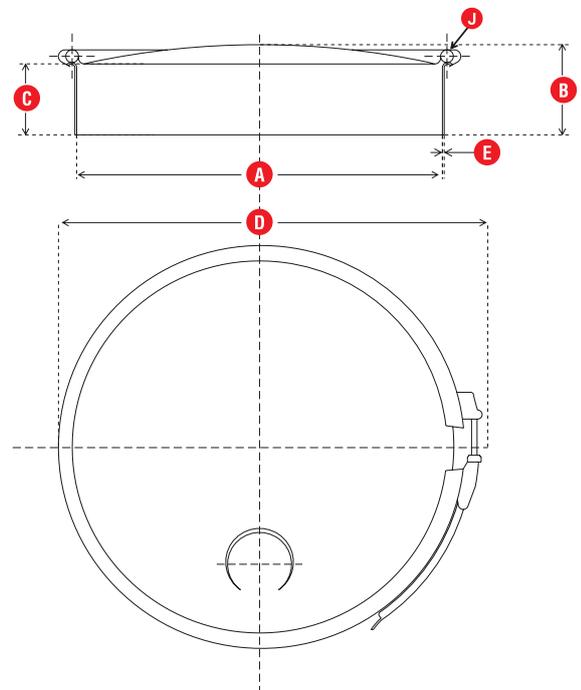
TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

## Aplicación

Se utilizan habitualmente en las industrias alimenticias y del transporte.

## Características

- Aptas para trabajar como tapa de inspección y acceso de recipientes móviles y estacionarios.
- Aplicación horizontal.
- Junta montada en la piel.
- Pulido sanitario.
- Para servicio de baja presión.



## Funcionamiento

Quitando el seguro se puede impulsar la palanca para abrir el aro Clamp y así liberar la piel para poder quitarla.

El proceso inverso es para cerrarla.

## Datos técnicos

MODELO	A	B	C	D	E	BAR 150C			KG
	(mm)					PS	PP	PV	
P32-305	300	135	100	390	2	1,2	-	-	5,4
P32-405	400	150	100	475	3	1	-	-	8,3
P32-705	500	170	100	580	3	1	-	-	10
P32-805	600	160	100	665	3	0,6	-	-	12,5

**BAR 150C** PS: Presión de servicios  
PP: Presión de prueba  
PV: Presión de vacío

**KG** Peso en kilogramos

## Opciones de juntas

**Ae** Apertura externa

APLICACIÓN	CC	CC	CC	AS	CC
MODELO	ACRILLO	CAUCHO	EPDM	SILICONA	VITON
P32 - 305	328053	328054	328055	328056	-
P32 - 405	-	337200	339611	337202	-
P32 - 705	328098	328099	328100	328101	331701
P32 - 805	328119	328099	328121	328122	328023

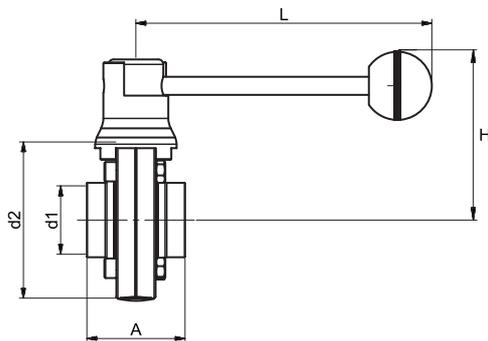
TP: Tipo de junta  
J: Modelo de junta  
CC: Cemento de contacto  
AS: Adhesivo silicona  
SA: Sin adhesivos (manual)

## Características

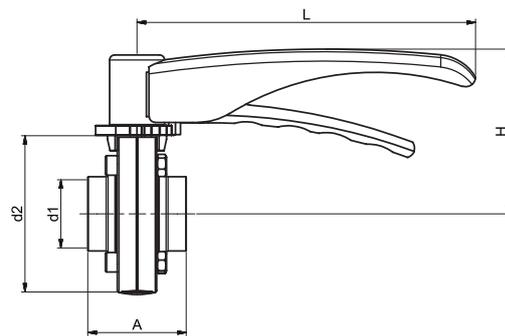
- Económicas y de fácil montaje, ideal para espacios reducidos.
- Diferentes opciones de conexión:
  - P/soldar (estándar), Clamp, DIN, Danesa, Faufer, Sueca y Bridada.
- Múltiples posibilidades de accionamiento:
  - Maneta 2 posiciones.
  - Maneta multiposición.
  - 3 vías con accionamiento simultáneo.
  - Actuador neumático.
- Disponibilidad de los repuestos.



**Maneta 2 posiciones**



**Maneta multiposición**



DN	Ø Ext.	d1	d2	A	L	H
1"	25,4	22,4	62	40	125	80
1 1/4"	31,7	28,5	86	50	178	85
1 1/2"	38,1	35	80	50	178	88
2"	50,8	47,5	92	50	178	103
2 1/2"	63,5	60,5	112	50	178	105
3"	76,2	72,2	125	50	178	118
4"	101,6	97,5	162	59	178	130
*5"	127	125	190	110	270	147
*6"	152,4	150	240	132	300	180

\*5" y 6" solo con maneta 2 posiciones

## Datos técnicos

- **Materiales de construcción:** Acero inoxidable AISI 304L/316L.
- **Opciones de juntas:** Acrilo N, Silicona, EPDM, Vitón (intercambiables con el modelo EURO).
- **Presión max. de trabajo:** 10 bar (10kg/cm<sup>2</sup>).

MODELO: VSPVB

# VÁLVULA DE ALIVIO PARA SOBREPRESIÓN Y VACÍO, REGULABLE

## Aplicación

Ampliamente utilizados en la industria alimenticia para la protección de todo tipo de tanques, principalmente fermentadores.

## Funcionamiento

La válvula se acciona cuando la presión en que está configurada es sobrepasada, liberando el fluido para hacer descender la presión o permitiendo el ingreso de aire para que no se genere vacío dentro del tanque.

## Información técnica

Materiales de construcción disponibles:  
AISI 304

Conexiones disponibles:  
CLAMP

Presión de accionamiento en vacío:  
0,041 kg/cm<sup>2</sup>

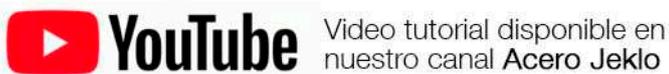
Rango de regulación en presión positiva:  
0,5 a 2,5 bar



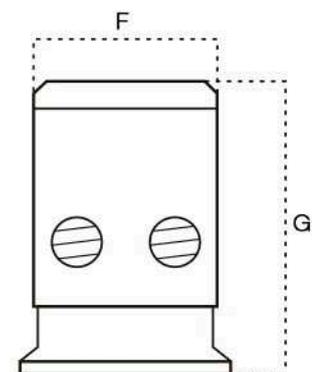
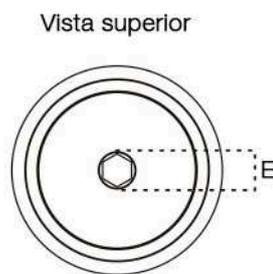
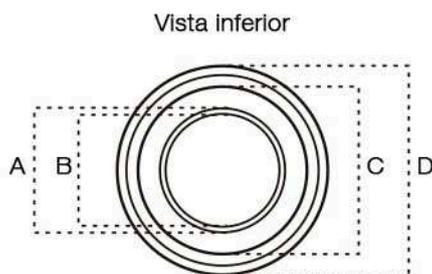
Vista lateral



Vista inferior: clamp



## Medidas disponibles\* (mm.)



Denominación	A	B	C	D	E	F	G	Peso (kg.)
1,5"	30 mm.	27,3 mm.	39,8 mm.	50,5 mm.	8,1 mm.	44 mm.	71 mm.	0,48 kg.
2"	47,02 mm.	32 mm.	53,9 mm.	64 mm.	8,1 mm.	53 mm.	83 mm.	0,780 kg.

\*Por otras medidas, consulte a su asesor de cuenta.



MODELO: ALC

## AIRLOCK SANITARIO CON VÁLVULA DE ALIVIO REGULABLE Y MANÓMETRO

### Aplicación

Ampliamente utilizados en la industria cervecera para la optimización del proceso de fermentación y maduración.

### Ventajas

Alivia la presión del fermentador durante el proceso de fermentación. La válvula regulable permite setear la presión para lograr una óptima fermentación dependiendo del estilo de cerveza que se esté produciendo.

Reduce el riesgo de contaminación durante la fermentación y maduración.

Reducción del consumo CO2 para carbonatación.

Mayor conservación del aroma y gusto del lúpulo.

### Información técnica

Materiales de construcción disponibles:  
AISI 304

Conexiones disponibles:  
CLAMP

Tamaños disponibles:  
1,5"

Rendimiento óptimo en fermentadores:  
<2000 litros

Rango de regulación:  
0,2 - 2 bar



Vista frontal



Válvula regulable 0,2 - 2 bar  
(margen de error +/- 0.2 bar)



Manómetro sanitario



### Aviso importante:

Los Airlock son un producto que se utiliza para regular la presión de fermentador de un tanque, sin embargo, bajo ninguna circunstancia debe obviarse por este motivo la instalación de una válvula de seguridad en el mismo.

MODELO: ALC

## AIRLOCK SANITARIO CON VÁLVULA DE ALIVIO REGULABLE Y MANÓMETRO

### Modo de uso

El airlock debe ser instalado en posición vertical (tal como se muestra en la imagen). Esta posición debe respetarse tanto por el líquido que contendrá el vaso como por el manómetro que está incluido en el producto. El manómetro debe utilizarse siempre en posición vertical.

Una vez instalado, colocar agua dentro del vaso hasta llegar a la mitad del mismo (no es necesario incorporar ningún producto químico) y regular la válvula de alivio según la presión de fermentación deseada. Tener en cuenta que la escala que está impresa tiene un margen de error de +/- 0,2 Bar. Se recomienda siempre calibrar la presión deseada observando el valor indicado por el manómetro.

Para liberación manual de presión, jalar de la esfera (azul o negra) hacia arriba hasta alcanzar la presión deseada.

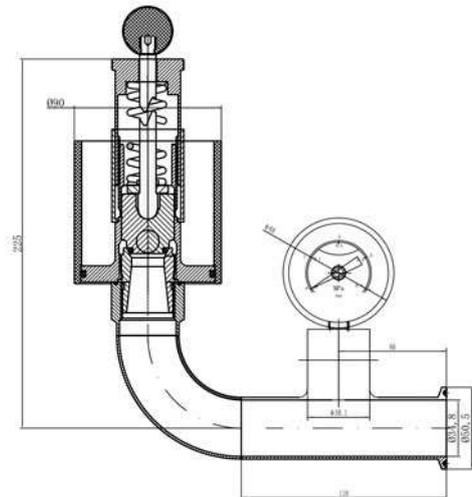


Instalación Airlock en fermentador



Video tutorial disponible en nuestro canal **Acero Jeklo**

REPUESTOS	CODIGO	DESCRIPCION
	RMV/15	Repuesto de visor para airlock marca JEKLO
	JDALC	Junta de vitón para airlock marca JEKLO



# MANÓMETRO SANITARIO

## Aplicación

Los manómetros con sello clamp son utilizados en la industria alimenticia en toda aplicación que requiera un manómetro sanitario.

## Información técnica

### Manómetro:

Rango de medición:

Mpa: 0 – 0.4

PSI: 0 – 58

Material de construcción: AISI 304

Baño de glicerina

Conexión inferior: ¼" NPT

### Sello clamp:

Sello separador de fluidos.

Material de construcción: AISI 304

Conexión del manómetro: ¼" NPT

Proceso: ½" NPTM

Fluido transmisor glicerina

Diámetro de la conexión: 50,5 mm. exterior



Manómetro sanitario



Conexión clamp 50,5 mm.



## Precauciones y cuidados

- Para una mayor precisión en la medición, una vez instalado el manómetro corte con un alicate el pico del botón superior azul.
- Este manómetro debe ser utilizado en **posición vertical** únicamente.
- **No toque la membrana inferior ni la presione.**
- **No separe el manómetro de su sello.** Si lo hace perderá el fluido conductor y no podrá tomar mediciones.
- La presión donde va a instalado no debe superar nunca los 0.4 Mpa. En caso contrario la membrana podría averiarse.
- Ante errores de medición u otros inconvenientes por favor póngase en contacto con su asesor comercial.

Siempre un paso adelante.  
En servicios productivos,  
también **somos potencia.**

### Planchado y corte de chapas

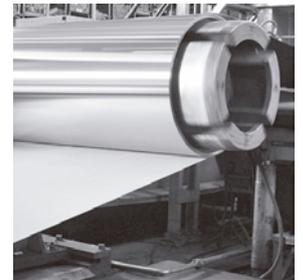
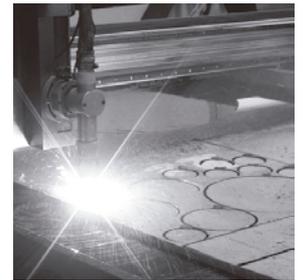
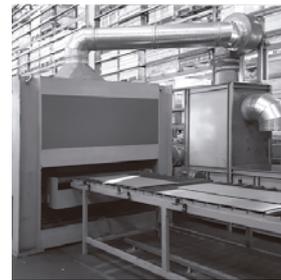
- **Espesores:** de 0.40 a 3.00 mm.
- **Anchos:** de 250 a 1500 mm.
- **Largos:** de 520 a 6000 mm.

### Cortes blanks

- **Espesores:** de 0.40 a 2.00 mm.
- **Anchos:** de 200 a 1500 mm.
- **Largos:** de 200 a 1800 mm.

### Cortes de chapa con pantógrafo CNC

- **Cortes de chapas** según plano provisto.
- **Formas:** cuadrados, rectángulos, discos y anillos.
- **Espesores:** de 2.00 a 50.80 mm.



### Esmerilado de chapas

- **Espesores:** de 0.40 a 3.00 mm.
- **Anchos:** de 700 a 1500 mm.
- **Largos:** de 500 a 5000 mm.



### Calidad para fabricar con estándares de clase mundial.

- Ofrecemos bobinas, chapas, caños y tubos e insumos básicos para el desarrollo de procesos industriales.

#### ■ Industrias abastecidas:

- |                         |                 |                            |
|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| ■ Aceiteras             | ■ Celulosas     | ■ Lácteas                  |
| ■ Aguas y gaseosas      | ■ Cerveceras    | ■ Línea blanca             |
| ■ Arquitectura y afines | ■ Citrícolas    | ■ Máquinas y equipos       |
| ■ Astilleros            | ■ Cosméticas    | ■ Mecanizados              |
| ■ Automotrices          | ■ Farmacéuticas | ■ Petroleras               |
| ■ Azucareras            | ■ Frigoríficas  | ■ Químicas                 |
| ■ Bio combustibles      | ■ Gas           | ■ Refrigeración industrial |
| ■ Carpintería metálica  | ■ Gastronómicas | ■ Vitivinícolas            |

# MATERIAS PRIMAS

## Bobinas

Ofrecemos bobinas por unidad de diferentes terminaciones, anchos y calidades.



**Bobinas de acero inoxidable**  
Terminaciones 2B, BA y N°4

Calidades	1000 (mm)			1250 (mm)			1500 (mm)		
	430	304	316	430	304	316	430	304	316
0.40	•	•		•	•				
0.50	•	•	•	•	•	•			
0.60	•	•	•	•	•	•			
0.70	•	•	•	•	•	•		•	
0.80	•	•	•	•	•	•		•	
0.90	•	•	•	•	•	•		•	•
1.00	•	•	•	•	•	•		•	•
1.20	•	•	•	•	•	•		•	•
1.50	•	•	•	•	•	•		•	•
2.00	•	•	•	•	•	•		•	•
2.50	•	•	•	•	•	•		•	•
3.00	•	•	•	•	•	•		•	•
3.50				•	•			•	•
4.00								•	

Para anchos <1000 mm consultar al área comercial.

## Viniles para chapas



**Vinil blanco (55µm y 70µm)**  
De 55 µm: 1000 y 1250 mm de ancho.  
De 70 µm: 1500 mm de ancho.

**Vinil azul (50 y 80µm)**  
De 50µm: 1250 mm de ancho  
De 80µm: 1000, 1250 y 1500 mm de ancho

**Vinil universal (80µm)**  
De 1000, 1250 y 1500 mm de ancho.

## Chapas

Comercializamos chapas para usos múltiples de diferentes terminaciones, espesores y calidades.



**Laminado en frío**  
Terminación 2B



**Recocido brillante**  
Terminación BA



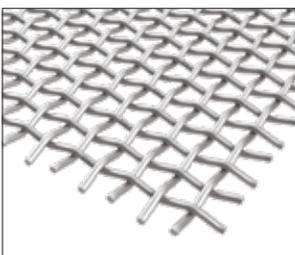
**Esmerilada**  
Terminación N°4

Calidades	1000 (mm)			1250 (mm)			1500 (mm)			2000 (mm)		
	430	304L	316L									
0.40	•			•	•							
0.50	•	•		•	•	•						
0.60	•	•		•	•							
0.70	•	•		•	•			•				
0.80	•	•	•	•	•			•				
0.90	•	•		•	•			•				
1.00	•	•	•	•	•	•		•	•			
1.20	•	•	•	•	•	•		•	•			
1.50	•	•	•	•	•	•		•	•		•	
2.00	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•
2.50	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•
3.00	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•
3.50		•		•	•			•	•		•	•
4.00		•	•	•	•	•		•	•		•	•
4.50		•	•		•	•		•	•			
5.00		•	•		•	•		•	•		•	
6.00		•	•		•	•		•	•		•	
8.00		•	•		•	•		•	•		•	
9.52		•	•		•	•		•	•			
12.70		•			•	•		•	•			
15.80		•			•			•	•			
19.05		•			•			•	•			
22.20		•			•			•	•			
25.40					•			•	•			
31.70					•			•	•			
38.10					•			•	•			
50.00					•	•		•	•			

Consultar por chapas laminado en caliente (N°1) en [www.famiq.com.ar](http://www.famiq.com.ar)

## Mallas metálicas

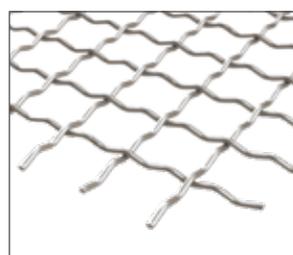
Ofrecemos mallas tejidas de diferentes espesores de alambres, aplicables a múltiples usos.



**Malla**  
Anchos 1000 mm  
Largos desde 1000 mm

**Luz de malla**  
De 0.10 a 11.20 mm

**Espesor del alambre**  
De 0.50 a 2.00 mm



**Malla ondulada**  
Anchos 1000 mm  
Largos desde 1000 mm

**Luz de malla**  
De 7.22 a 11.20 mm

**Espesor del alambre**  
De 1.25 a 2.00 mm

## Tubos y caños

Ofrecemos la más amplia gama de tubos y caños destinados a cubrir las necesidades de todas las industrias, variando sus características de acuerdo a su prestación y norma de fabricación (ASTM).



**Tubos redondos**  
(Con y sin costura)



**Caños redondos**  
(Con y sin costura)



**Caños rectangulares**  
(Con costura)



**Caños cuadrados**  
(Con costura)

Tubos redondos									
Tipo	Norma ASTM	Diámetro	Espesor		Tipos de terminación			Calidad (AISI)	Largo
			Milimétrico	Schedule	Pulido exterior	Mate	Pulido interior		
REDONDO	A554	De 6,35 a 254,00 mm	1,00 a 3,00 mm		●	●	●	304L / 316L	6000 mm
	A554 costura laminada	De 25,40 a 152,40 mm	1,00 a 2,00 mm		●	●	●	304L / 316L	6000 mm
	A554 DIN 11850	De 25,00 a 150 mm	1,00 a 3,00 mm		●	●	●	304L / 316L	6000 mm
	A213 sin costura	De 6,00 a 50,80 mm	0,89 a 2,77 mm		●	●	●	304L / 316L	6000 mm
	A213 - A269 sin costura	De 6,35 a 19,05 mm	0,50 a 1,65 mm		●	●	●	304L / 316L	6000 mm
	A269 sin costura	De 6,35 mm a 50,80 mm	0,80 a 4,00 mm		●	●	●	304L / 316L	6000 mm
	A270	De 25,40 a 101,60 mm	1,00 a 2,00 mm		●	●	●	316L	6000 mm
	A270 ASME BPE	De 12,70 a 101,60 mm	1,65 a 2,11 mm		●	●	●	316L	6000 mm
	A778	De 127 a 609,60 mm	2,00 a 3,00 mm		●	●	●	304 L / 316L	6000 mm

Caños redondos								
Tipo	Norma ASTM	Diámetro	Espesor		Tipos de terminación		Calidad (AISI)	Largo
			Milimétrico	Schedule	Pulido exterior	Mate		
REDONDO	A554	De 21,30 a 355,60 mm	1.00 a 3.00 mm		●	●	304L / 316L	6000 mm
	A312	De 10,35 a 457,20 mm		Sch5 a Sch80	●	●	304L / 316L	6000 mm
	A312 sin costura	De 6,35 a 219,05 mm		Sch5 a Sch80	●	●	304L / 316L	6000 mm
	A778	De 141 a 609,60 mm	2.00 a 3.00 mm		●	●	304L / 316L	6000 mm

Para caños redondos por espesores > a 3mm, consultar al área comercial.

Caños estructurales								
Tipo	Norma ASTM	Diámetro	Espesor		Tipos de terminación		Calidad (AISI)	Largo
			Milimétrico	Schedule	Pulido exterior	Mate		
CUADRADO	A554	De 10x10 a 100x100 mm	1.00 a 3.00 mm		●	●	304L / 316L	6000 mm
RECTANGULAR	A554	De 20x10 a 60x120 mm	1.00 a 3.00 mm		●	●	304L / 316L	6000 mm

En caños cuadrados por lados > a 100x100 mm, consultar al área comercial. Ofrecemos calidades opcionales AISI 304 y AISI 316 para todos los tubos y caños.

## Barras y alambres

Comercializamos barras trefiladas de diferentes diámetros y formas permitiendo utilizarse como materia prima para el mecanizado y conformado de piezas industriales. Además contamos con una gran variedad de alambres blandos y duros para la producción de resortes o confección de mallas metálicas.



Barras redondas



Barras hexagonales



Barras cuadradas



Alambres duros



Alambres blandos

\*Las barras son comercializadas en largos de 3 mts.

Barras												
Calidades	410		420		430		304L		316L		630 (17-4 PH)	
Tipo	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.
REDONDA	6 a 76 mm 77 a 101 mm	H9 H11	3 a 76 mm	H9	4 a 16 mm	H9	3 a 76 mm 77 a 114 mm 115 a 406 mm	H9 H11 DIN1013	3 a 76 mm 77 a 114 mm 115 a 300 mm	H9 H11 DIN1013	15 a 65 mm	H9
HEXAGONAL							6 a 51 mm	H11	11 a 51 mm	H11		
CUADRADA							6 a 51 mm	H11	15 a 25 mm	H11		

Alambres										
Calidades	304			316			302			
Tipo	Diámetro	Resistencia a la tracción	Tol.	Diámetro	Resistencia a la tracción	Tol.	Diámetro	Resistencia a la tracción	Tol.	
DURO	0.5 a 8.35 mm	150 a 200 Kg/mm <sup>2</sup>	H9	0.8 a 8.35 mm	150 a 200 Kg/mm <sup>2</sup>	H9	0.8 a 4.5 mm	150 a 200 Kg/mm <sup>2</sup>	H9	
BLANDO	0.5 a 8.40 mm	60 a 80 Kg/mm <sup>2</sup>	H9	0.5 a 8.40 mm	60 a 80 Kg/mm <sup>2</sup>	H9				

## Perfiles



Planchuela laminada (N°1)  
Largo: 6 mts.



Planchuela cortada de chapa (2B y N°1)  
Largo: 3 mts.

Planchuelas												
Anchos (mm)	11.10	12.70	15.80	19.05	22.20	25.40	31.70	38.10	44.50	50.80	63.50	76.20
Espesores (mm)	2.00		•	•		•	•	•		•		
	3.17	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	4.76		•	•		•	•	•		•	•	•
	6.35		•	•		•	•	•	•	•	•	•
	7.94					•	•	•		•	•	•
	9.52				•	•	•	•	•	•	•	•
	12.70					•	•	•	•	•	•	•
	15.80						•	•	•	•	•	•
	19.00							•	•	•	•	•



Ángulo laminado (N°1)  
Largo: 6 mts.

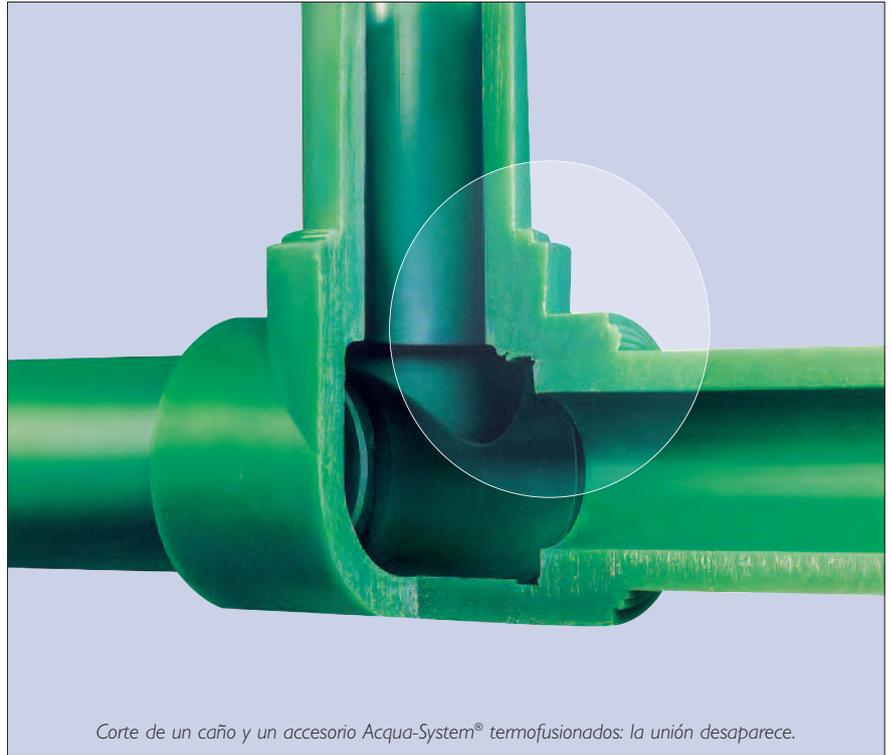


Ángulo cortado de chapa (2B y N°1)  
Largo: 3 mts.

Ángulos												
Anchos de ala (mm)	12.70	15.80	19.05	22.20	25.40	31.70	38.10	44.50	50.80	63.50	76.20	101.6
Espesores (mm)	2.00	•	•		•	•	•					
	3.17		•	•	•	•	•		•		•	
	4.76				•	•	•		•	•	•	
	6.35					•	•	•	•	•	•	
	7.94											•

Los ángulos y las planchuelas se comercializan en AISI 304L y AISI 316L.

# Thermofusión<sup>®</sup>, garantía de seguridad



*Corte de un caño y un accesorio Acqua-System<sup>®</sup> termofusionados: la unión desaparece.*

Entre un caño y un accesorio ACQUA-SYSTEM<sup>®</sup> no hay unión: hay thermofusión<sup>®</sup>.

Esto significa que el material de ambos se ha fusionado molecularmente, a 260°C, pasando a conformar una cañería continua, sin roscas, soldaduras, pegamentos ni aros de goma.

De esta forma, se elimina la principal causa de pérdidas en las cañerías comunes de agua fría y caliente, porque las uniones de esas cañerías están expuestas a errores humanos y a la consecuencia de las tensiones de trabajo y de los diferentes grados de dilatación y resistencia al envejecimiento de los elementos que las componen.

El proceso de la thermofusión<sup>®</sup> es muy simple: el caño y el accesorio se

calientan durante pocos segundos en las boquillas teflonadas del termofusor y luego se unen en escasos segundos más. (Ver instrucciones en páginas 20 y 21)

No hay que roscar ni soldar nada. No hay agregado de material alguno. El sistema es limpio, rápido y sencillo.

Y da como resultado el menor tiempo y costo de instalación, la mayor precisión y la total seguridad de un trabajo bien terminado.



*Termofusor y tijeras corta tubo*

# Polipropileno Copolímero Random (tipo 3)

## Un material de vanguardia

La materia prima de ACQUA-SYSTEM®, de origen alemán, es la única creada especialmente para la conducción de agua a elevadas temperaturas y presiones.

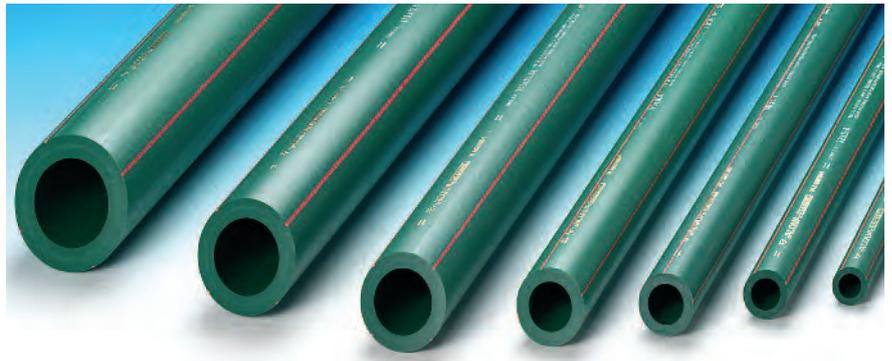
El PPCR posee la cualidad de posibilitar una perfecta Thermofusión® de tubos y accesorios. En presencia de altas temperaturas y presiones de trabajo, supera ampliamente los requisitos de cualquier tipo de instalación residencial y de la mayoría de las instalaciones industriales.

El cuadro siguiente grafica más claramente lo expuesto. La síntesis de su lectura es la siguiente: si una instalación, realizada con caños y accesorios ACQUA-SYSTEM® (PN 25 MAGNUM), condujera agua caliente a 80°C por espacio de 50 años, **en forma ininterrumpida**, podría resistir, durante ese tiempo, una presión de trabajo de 5.12 Kg/cm<sup>2</sup>.



Presiones Máximas Admisibles				
Coeficiente de seguridad - 1,5 - unidades en kg/cm <sup>2</sup>				
Temperatura constante	Años de servicio	Acqua System® serie 5	Acqua System® serie 3,2	Acqua System® serie 2,5 y Acqua Luminum
		Presión nominal		
		PN 12	PN 20	PN 25
20°C	1	15,0	23,8	30,0
	5	14,1	22,3	28,1
	10	13,7	21,7	27,3
	25	13,3	21,1	26,5
	50	12,9	20,4	25,7
	100	12,5	19,8	24,9
30°C	1	12,8	20,2	25,5
	5	12,0	19,0	23,9
	10	11,6	18,3	23,1
	25	11,2	17,7	22,3
	50	10,9	17,3	21,8
	100	10,6	16,9	21,2
40°C	1	10,8	17,1	21,5
	5	10,1	16,0	20,2
	10	9,8	15,6	19,6
	25	9,4	15,0	18,8
	50	9,2	14,5	18,3
	100	8,9	14,1	17,8
50°C	1		14,5	18,3
	5		13,5	17,0
	10		13,1	16,5
	25		12,6	15,9
	50		12,2	15,4
	100		11,8	14,9
60°C	1		12,2	15,4
	5		11,4	14,3
	10		11,0	13,8
	25		10,5	13,3
	50		10,1	12,7
	100		9,7	12,2
70°C	1		10,3	13,0
	5		9,5	11,9
	10		9,3	11,7
	25		8,0	10,1
	50		6,7	8,5
	100		5,4	7,0
80°C	1		8,6	10,9
	5		7,6	9,6
	10		6,3	8,0
	25		5,1	6,4
	50		4,0	5,1
	100		3,0	4,0

## Nueva línea Magnum



PN25 MAGNUM

ACQUA-SYSTEM® ha sido concebido como un sistema integral. Esto significa que abarca todos los tipos y medidas de tubos y todas las piezas, accesorios y herramientas necesarias para cubrir los requerimientos de toda instalación de provisión de agua, en viviendas unifamiliares, edificios de altura, industrias, embarcaciones y otros usos específicos.

### Cuatro tipos de cañerías y la línea más completa de figuras y medidas.

ACQUA-SYSTEM® se provee en medidas de 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 y 110 mm. con una gama de más de 200 accesorios y cuatro tipos de cañerías. Estas se diferencian por su presión nominal de servicio, por su utilidad y por su sección interna.

#### PN25 Magnum®.

##### Máxima presión y temperatura.

La línea ACQUA SYSTEM®, de presión nominal 25 kg/cm<sup>2</sup>, ha sido diseñada para instalaciones de agua caliente con muy alta exigencia de servicio. Se la identifica por su marca en color dorado y cuatro líneas longitudinales en color rojo.

#### PN20 Magnum®.

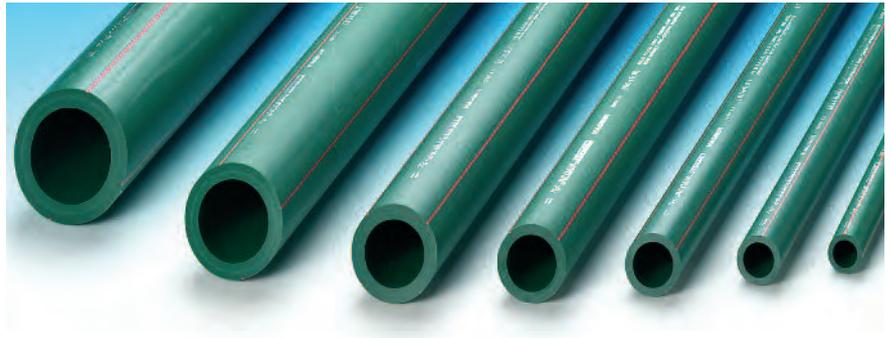
##### Mayor caudal y menor costo.

La línea ACQUA SYSTEM®, presión nominal 20kg/cm<sup>2</sup>, ha sido diseñada para instalaciones de agua caliente y fría en viviendas, hoteles, embarcaciones y construcciones de variado tipo. Aporta mayor caudal y menor costo, lo que permite reducir la inversión total. Se identifica por su marca en color plateado y cuatro líneas longitudinales en color rojo.

#### PN12 Magnum®.

##### Exclusivamente para agua fría.

La línea ACQUA SYSTEM®, de presión



PN20 MAGNUM



PN12 MAGNUM

nominal 12 kg/cm<sup>2</sup>, está destinada exclusivamente a la conducción de agua fría. Y aporta el caudal adecuado para bajadas y distribución interna, a menor costo final. Se identifica por su marca en color blanco y cuatro líneas longitudinales en color azul.

#### ACQUA LÚMINUM®: el caño con alma de aluminio.

ACQUA LÚMINUM es el cuarto tipo de caño. Se trata de un tubo de Polipropileno Copolímero Random recubierto con una lámina de aluminio y una capa exterior del mismo polipropileno.

Su elevada capacidad de carga con un menor coeficiente de dilatación, lo hacen aconsejable para utilizar en cañerías de agua caliente, instaladas a la vista y a la intemperie y en instalaciones de calefacción por radiadores. Se fabrica en diámetros de 20 hasta 90 mm y su presión nominal es de 25kg/cm<sup>2</sup>.

#### Uniones desacoplables de excepcional calidad.

Además de la unión por thermofusión®, Acqua System® incluye uniones con rosca, para terminales y otras conexiones.

Estas uniones cuentan con un inserto de bronce niquelado, empotrado en el P. P. El inserto no es de bronce fundido, sino que proviene del corte de una barra de bronce trefilada. Los accesorios con





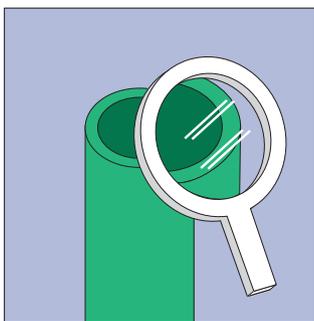
rosca macho son moleteados, para facilitar el agarre del teflón. De esta forma se logran roscas de altísima resistencia, cuya calidad se reafirma en el hecho de ser cilíndricas y no cónicas. Su precisión y mayor superficie de contacto hace innecesario "clavar la rosca", evitando así dañar los accesorios hembra.

ACQUA-SYSTEM® expresa la perfecta conjunción de las mejores cualidades de lo sintético y lo metálico.

Una síntesis revolucionaria que garantiza **MÁS AGUA, MÁS CALIENTE Y MÁS PURA PARA SIEMPRE.**



# Ventajas del sistema



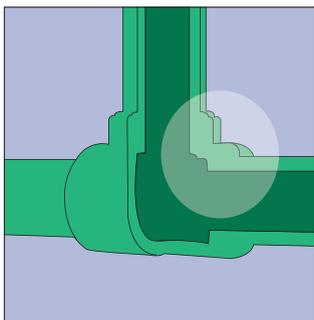
## 1- Ausencia de corrosión.

Los tubos y accesorios ACQUA SYSTEM® tienen mayor resistencia ante la posible agresión de las aguas duras y soportan sustancias químicas con un valor de PH entre 1 y 14, lo que abarca a sustancias ácidas y alcalinas, dentro de un amplio espectro de concentración y temperatura. (ver página 78)



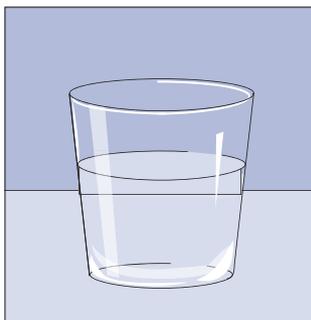
## 2- Mayor resistencia al agua caliente y a la presión de agua.

El P.P.C. Random (Tipo 3) es el material que mejor comportamiento presenta frente a las más altas temperaturas y presiones. Por ello, su vida útil -superior a 50 años- es máxima comparada con otras alternativas sintéticas o metálicas.



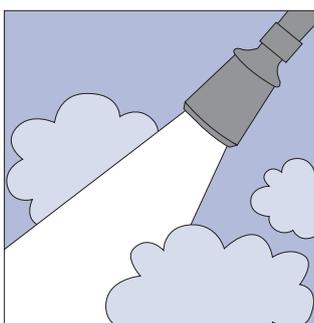
## 3- Seguridad total en las uniones.

En la fusión molecular del material de los caños y accesorios (thermofusión®) la unión desaparece y da lugar a una cañería continua, que garantiza el más alto grado de seguridad en instalaciones de agua fría, caliente y calefacción.



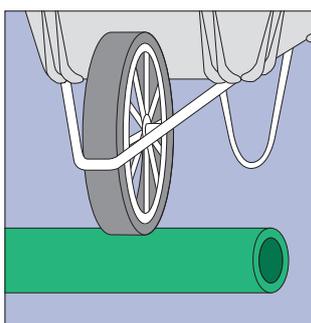
## 4 - Absoluta potabilidad del agua transportada.

La atoxicidad certificada de la materia prima de ACQUA SYSTEM® garantiza en el agua transportada un insuperable nivel de potabilidad.



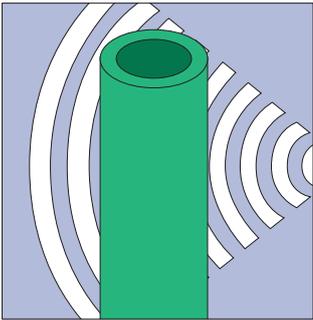
## 5- Agua más caliente en menos tiempo.

El P. P. C. Random (tipo 3) es un excelente aislante térmico, razón por la cual reduce la pérdida calórica del agua transportada. Esto significa que, al llegar al punto de consumo, el agua caliente conserva prácticamente intacta su temperatura de origen. De esa forma se ahorra energía, se gana confort y se evita la condensación en los muros por donde la cañería está embutida.

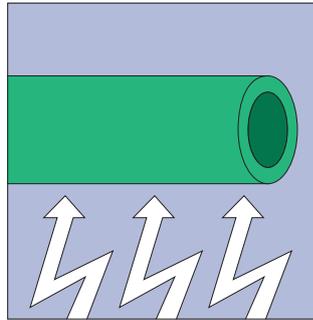


## 6- Excelente resistencia al impacto.

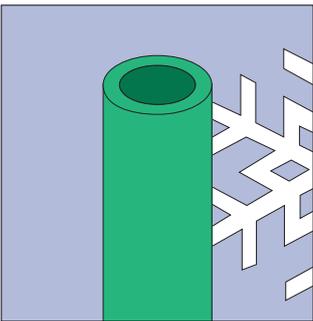
La elasticidad de este excepcional producto determina una resistencia al impacto muy superior a la de los caños de cobre o de materiales plásticos rígidos. Esto vale para preservar a las tuberías tanto en uso (golpe de ariete) como en el transporte, almacenamiento y manejo en obra de las mismas.



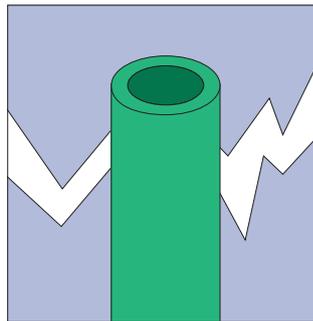
**7- Instalaciones silenciosas.**  
 La fono-absorción y la elasticidad del P. P. C. R., evita la propagación de los ruidos y vibraciones del paso del agua o golpe de ariete, alcanzando así un muy alto grado de aislamiento acústico.



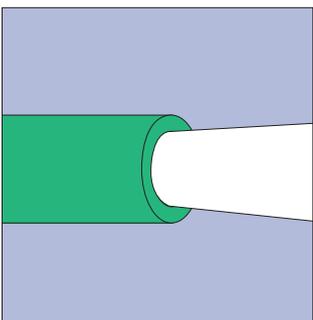
**8- Inatacable por corrientes vagabundas.**  
 El P. P. C. Random (tipo 3) es un mal conductor eléctrico y, por ello, no sufre, como las cañerías metálicas, perforaciones en tubos y accesorios por el ataque de corrientes eléctricas vagabundas. De igual forma, en instalaciones de calefacción por radiadores no atenta contra la integridad física de los mismos.



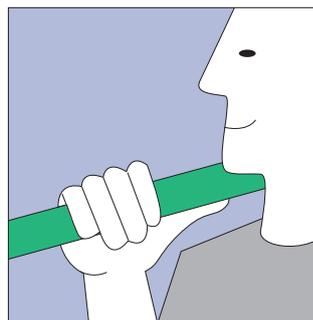
**9- Alta resistencia a las bajas temperaturas.**  
 Las mencionadas elasticidad y resistencia mecánica hacen a ACQUA SYSTEM® altamente resistente a los esfuerzos generados por el posible congelamiento del agua contenida, en el caso en que se dañe la protección térmica que deben llevar este tipo de instalaciones. (ver páginas 34 y 64)



**10- Excelente performance en zonas sísmicas.**  
 La insuperable unión por termofusión sumada al binomio de resistencia mecánica y flexibilidad de ACQUA SYSTEM® otorgan al sistema una mayor aptitud para las instalaciones sanitarias en zonas sísmicas.



**11- Mínima pérdida de carga.**  
 Debido a su perfecto acabado superficial interno y a características del mismo Polipropileno Copolímero Random (tipo 3), que no propicia adherencias, las tuberías y accesorios ACQUA SYSTEM® presentan el menor índice de pérdida de carga.



**12- La mayor facilidad en el trabajo, manipuleo y transporte.**  
 La liviandad y flexibilidad de ACQUA SYSTEM®, sumadas al sencillo proceso de trabajo con herramientas prácticas y precisas, facilitan el trabajo del instalador y disminuyen drásticamente los problemas en obra.

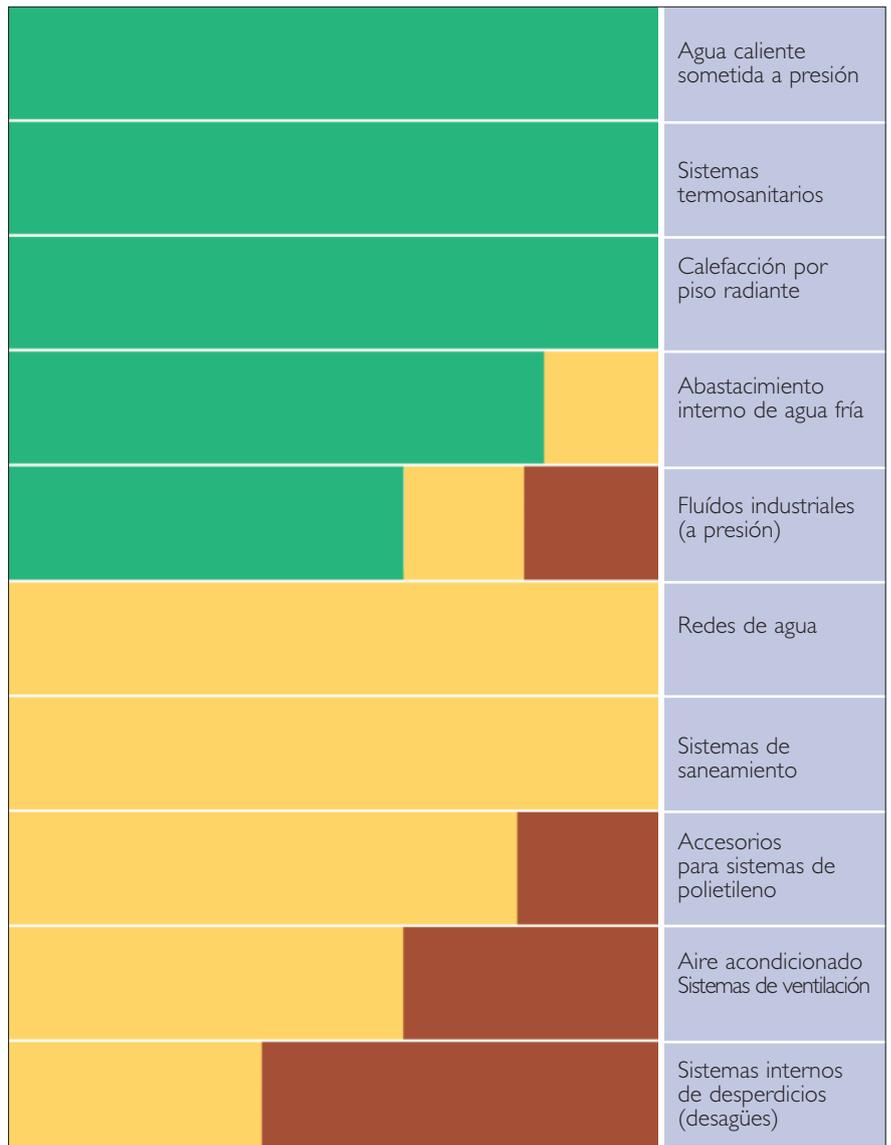
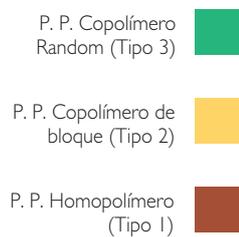
# Diferentes clases de Polipropileno

Dentro del mercado Argentino existen diferentes clases de polipropileno, que pueden agruparse en tres tipos:  
 Tipo 1: P.P. Homopolímero  
 Tipo 2: P.P. Copolímero de bloque  
 Tipo 3: P.P. Copolímero Random.

Cada tipo de polipropileno está destinado a usos específicos, según sus propiedades físico-químicas.

El siguiente cuadro, elaborado por la compañía MONTELL ITALIA SpA, fabricante internacional de polipropilenos, indica los usos correspondientes a cada variedad de los mismos.

Como se puede observar en el cuadro, el Polipropileno Copolímero Random (tipo 3) es el único polipropileno recomendado para conducir agua a elevadas temperaturas y presiones.



# Características mecánicas y térmicas del PPCR (tipo 3)

Características	Método de prueba	Unidad	Valor
Coef. de viscosidad	ISO 1191	cm <sup>3</sup> /g	430
Indice de fluencia MFI 190/5 MFI 230/5 MFI 230/2,16	ISO 1133 Procedimiento 18 Procedimiento 20 Procedimiento 12	g/10min. g/10min. g/10min.	0,5 1,5 0,3
Densidad o masa volumétrica	ISO/R 1183	g/cm <sup>3</sup>	0,896
Zona o campo de fusión	Microscopio de polarización	°C	150 -154
Tensión de rotura Resistencia a la tracción Alargamiento a la rotura	ISO/R 527 Vel. de avance D Probeta N° 2	N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> %	23 40 >50
Dureza a la penetración de esfera	ISO 2039 (H 358/30)	N/mm <sup>2</sup>	43
Solicitación de flexión a 3,5% de alargamiento de la fibra superficial ISO 1191	ISO 178	N/mm <sup>2</sup>	20
Módulo de elasticidad		N/mm <sup>2</sup>	800
Módulo de empuje Tangencial -10° C 0° C 10° C 20° C 30° C 40° C 50° C 60° C	ISO 537 Método A	N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup>	1100 770 500 370 300 240 180 140
Prueba de resistencia mecánica posterior al ensayo de flexión por impacto.	DIN 8078		No se rompe
Resistencia al impacto (charpy) Probeta sin entalla 0° C -10 C	ISO 179 Probeta	kJ/m <sup>2</sup> kJ/m <sup>2</sup> kJ/m <sup>2</sup>	No se rompe No se rompe No se rompe
Resistencia al impacto (charpy) Probeta entallada 0° C -20° C	ISO 179 Probeta	kJ/m <sup>2</sup> kJ/m <sup>2</sup> kJ/m <sup>2</sup>	20 4 3
Coeficiente de dilatación lineal	VDE 0304 Parte I 4	K <sup>-1</sup>	1.5 x 10 <sup>-4</sup>
Conductividad térmica a 20° C	DIN 52612	W/m K	0.24
Calor específico a 20°C	Calorímetro adiabático	kJ/kg K	2.0

# Resistencia química a los fluidos del PP Copolímero Random (tipo 3)

El Polipropileno Copolímero Random (tipo 3) posee una elevada resistencia a los fluidos agresivos y por lo tanto es particularmente indicado para ser utilizado en variados casos. Se deberán aplicar las normas de precaución respecto del uso de productos agresivos.

La compatibilidad indicada en la tabla es válida sólo para el material base (PP Copolímero Random, tipo 3) y no para las partes metálicas. (Consultar con el Departamento Técnico). Las especificaciones de funcionamiento se consideran en base al tipo de fluido.

El uso con productos compuestos o mezclas requiere la conformidad del fabricante, previa consulta con el Departamento Técnico.

## VESTOLEN P RESISTENCIA QUIMICA

La resistencia del PP Copolímero Random Vestolen P a los productos químicos líquidos ha sido determinada de acuerdo con la norma DIN ISO 175, y los valores asignados se rigen por los siguientes parámetros:

+ = **resistente**

Hinchamiento <3% o ausencia de cambios sustanciales en la elongación a la rotura; no hay cambios en la apariencia.

O = **de resistencia limitada**

Hinchamiento 3-8% y disminución en <50% en la elongación a la rotura y/o ligeros cambios en la apariencia.

- = **sin resistencia**

Hinchamiento >8% y/o disminución en >50% en la elongación a la rotura y/o cambios importantes en la apariencia.

Las determinaciones de resistencia se refieren a cambios sin la acción adicional de fuerzas mecánicas y se aplican a material libre de tensiones.

Esta tabla ha sido suministrada por VESTOLEN GmbH Alemania.

### Concentraciones:

s.a. = solución acuosa

sat. = saturado a temperatura ambiente

Hüls = Productos Hüls

VEBA= Productos VEBA OEL AG

GhC = Productos GAF-Hüls CHEMIE GMBH

**NOTA:** Esta información se basa en los conocimientos y experiencia actuales del fabricante de la materia prima. Esto, sin embargo, no implica obligación ni responsabilidad legal alguna de nuestra parte, ni de parte del fabricante de la materia prima, incluso con respecto a derechos de terceros sobre patentes existentes. Nos reservamos el derecho de efectuar cambios de acuerdo con el progreso tecnológico o desarrollos futuros. Los clientes no quedan liberados de su responsabilidad de practicar una cuidadosa inspección y prueba de los artículos recibidos. La mención de nombres comerciales usados por otras compañías no implica recomendación alguna ni sugiere que no se puedan utilizar productos similares. Ante cualquier duda consultar a nuestro departamento técnico.

AGENTES QUIMICOS (FUENTE: INVESTIGACIONES DE VESTOLEN GmbH Alemania.)					
Reactivo o producto	Conc %	20°C	60°C	100°C	
<b>A</b>					
Aceite comestible	100				
Aceite de parafina	100	+	O	-	
Aceite de siliconas	100	+	+		
Aceite mineral	100	+	O	-	
Aceite para motores	100	+	O	-	
Aceite para motores de dos tiempos	100	O	O		
Aceite para transformadores	100	+	O		
Aceites etéreos		+			
Aceites vegetales	100	+	+		
Acetato de butilo <b>Hüls</b>	100	+	O		
Acetato de etilglicol	100	+			
Acetato de etilo <b>Hüls</b>	100	O	O		
Acetato de metilo	100	+	+		
Acetato de metoxilbutilo	100	+	O		
Acetona	100	+	O		
Ácido acético	50	+	+		
Ácido acético	10	+	+	+	
Ácido acético <b>Hüls</b>	100	+	O	-	
Ácido benzoico	s.a.	sat	+	+	+
Ácido bórico	s.a.	sat	+	+	
Ácido clorhídrico	10	+	+	+	
Ácido clorhídrico <b>Hüls</b>	38	+	+		
Ácido clorosulfónico	100	-	-	-	
Ácido crómico	20	+	O		
Ácido crómico/sulfúrico	conc	-	-		
Ácido etil-2-caproico	100	+			
Ácido etilendiamino tetraacético	sat	+	+		
Ácido fluórico	70	+	O		
Ácido fluórico	40	+	+		
Ácido fórmico	98	+	O		
Ácido fórmico	50	+	+		
Ácido fórmico	10	+	+	+	
Ácido fosfórico	85	+	O		
Ácido fosfórico	50	+	+		
Ácido glicólico	70	+	+		
Ácido hexafluosilícico.	s.a.	sat.	+	+	+
Ácido hidrofusosilícico	32	+	+		
Ácido isononánico	100	+	O		



## Tubos Acqua System® Magnum



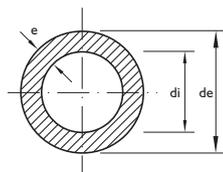
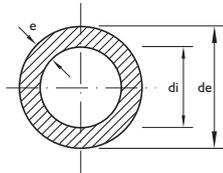
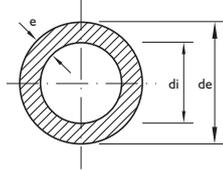
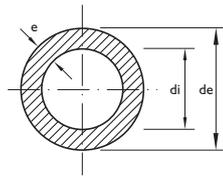
PN25



PN20



PN12



Código	PN	dn(mm)	de	di	e	seccint	Peso
08125020000	25	<b>20</b>	20	13.2	3.4	1.37	0.176
08125025000	25	<b>25</b>	25	16.6	4.2	2.16	0.270
08125032000	25	<b>32</b>	32	21.2	5.4	3.53	0.444
08125040000	25	<b>40</b>	40	26.6	6.7	5.56	0.686
08125050000	25	<b>50</b>	50	33.2	8.4	8.66	1.037
08125063000	25	<b>63</b>	63	42	10.5	13.85	1.689
08125075000	25	<b>75</b>	75	50	12.5	19.63	2.340
08125090000	25	<b>90</b>	90	60	15	28.27	3.400

Código	PN	dn(mm)	de	di	e	seccint	Peso
08120020000	20	<b>20</b>	20	14.40	2.80	1.63	0.147
08120025000	20	<b>25</b>	25	18.00	3.50	2.54	0.228
08120032000	20	<b>32</b>	32	23.20	4.40	4.23	0.366
08120040000	20	<b>40</b>	40	29.00	5.50	6.60	0.568
08120050000	20	<b>50</b>	50	36.20	6.90	10.29	0.885
08120063000	20	<b>63</b>	63	45.80	8.60	16.47	1.391
08120075000	20	<b>75</b>	75	54.40	10.30	23.24	1.98
08120090000	20	<b>90</b>	90	65.40	12.30	33.59	2.85
08120110000	20	<b>110</b>	110	79.80	15.10	49.99	4.27

Código	PN	dn(mm)	de	di	e	seccint	Peso
08112020000	12	<b>* 20</b>	20	16.2	1.9	2.06	0.107
08112025000	12	<b>* 25</b>	25	20.4	2.3	3.27	0.162
08112032000	12	<b>32</b>	32	26	3	5.31	0.267
08112040000	12	<b>40</b>	40	32.6	3.7	8.35	0.415
08112050000	12	<b>50</b>	50	40.8	4.6	13.07	0.643
08112063000	12	<b>63</b>	63	51.4	5.8	20.75	1.016
08112075000	12	<b>75</b>	75	61.2	6.9	29.42	1.451
08112090000	12	<b>90</b>	90	73.6	8.2	42.54	2.068
08112110000	12	<b>110</b>	110	90	10	63.62	2.57

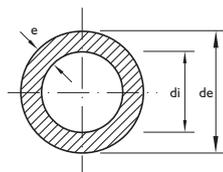
Código	PN	dn(mm)	de	di	e	seccint	Peso
08200020000	25	<b>20</b>	21.6	14.4	3.6	1.63	0.169
08200025000	25	<b>25</b>	26.8	18	4.4	2.54	0.250
08200032000	25	<b>32</b>	33.8	23	5.4	4.15	0.399
08200040000	25	<b>40</b>	42	28.8	6.6	6.51	0.679
08200050000	25	<b>50</b>	52	36.2	7.9	10.29	1.044
08200063000	25	<b>63</b>	65	45.6	9.7	16.33	1.576
08200075000	25	<b>75</b>	77	54.2	11.4	23.07	2.197
08200090000	25	<b>90</b>	92	65	13.5	33.18	3.230

rollos de 25m

08201020000	25	<b>20</b>	21.6	14.4	3.6	1.63	0.169
-------------	----	-----------	------	------	-----	------	-------

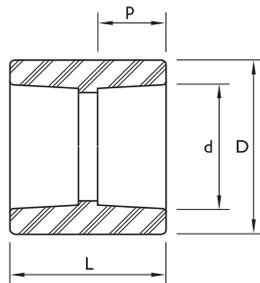
\* Se utiliza con buje soporte termoplástico, atóxico y organoléptico. ver página 22

## Tubos Acqua Luminum



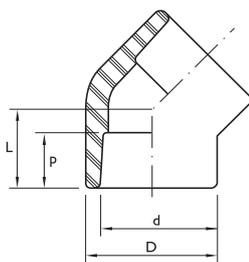
Código	PN	dn(mm)	de	di	e	seccint	Peso
08200020000	25	<b>20</b>	21.6	14.4	3.6	1.63	0.169
08200025000	25	<b>25</b>	26.8	18	4.4	2.54	0.250
08200032000	25	<b>32</b>	33.8	23	5.4	4.15	0.399
08200040000	25	<b>40</b>	42	28.8	6.6	6.51	0.679
08200050000	25	<b>50</b>	52	36.2	7.9	10.29	1.044
08200063000	25	<b>63</b>	65	45.6	9.7	16.33	1.576
08200075000	25	<b>75</b>	77	54.2	11.4	23.07	2.197
08200090000	25	<b>90</b>	92	65	13.5	33.18	3.230

## Unión normal



Código	d	D	p	L	Peso
08340020000	<b>20</b>	30	16	35	12
08340025000	<b>25</b>	34	18	40	15
08340032000	<b>32</b>	42	20	43	24
08340040000	<b>40</b>	54	22	48	44
08340050000	<b>50</b>	69	25	53	78
08340063000	<b>63</b>	84	29	64	141
08340075000	<b>75</b>	100	29	66	236
08340090000	<b>90</b>	120	29	72	380
08340110000	<b>110</b>	148	44	115	820

## Codo a 45°



Código	d	D	p	L	Peso
08090045020	<b>20</b>	30	16	20	14
08090045025	<b>25</b>	34	18	23	19
08090045032	<b>32</b>	42	20	27	31
08090045040	<b>40</b>	54	22	31	54
08090045050	<b>50</b>	66	25	36	96
08090045063	<b>63</b>	84	29	44	178
08090045075	<b>75</b>	100	29	48	345
08090045090	<b>90</b>	120	33	53	565
08090045110	<b>110</b>	149	43.5	72	1.035

Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento

# Línea EL

Enfriadoras de líquido

EL-005/030



GESTION  
DE LA CALIDAD

RI-9000-000000

Multicontrol S.A.  
Austria Norte 1456 (B1608EYA)  
Parque Industrial Tigre- Pcia. de Buenos Aires - Argentina  
Tel/fax : (54-11) 4715-2522 - [www.westric.com](http://www.westric.com)

Identificación del modelo

**X X - X X X**

**X X X X X X X**

**Características especiales**

**S** = Standard **D** = Con control de condensación  
**W** = Condensación por agua

**Refrigerante o Combustible**

**A** = Agua **C** = R-22 **E** = R-407C **N** = Gas Natural  
**F** = R417A **P** = R-410A

**Alimentación eléctrica**

**A** = 220V – 50Hz – 1F **E** = 220V – 50Hz – 3F  
**B** = 380V – 50Hz – 3F **F** = 460V – 60Hz – 3F  
**C** = 220V – 60Hz – 3F **G** = 380V – 60Hz – 3F  
**D** = 220V – 60Hz – 1F **O** = Sin alimentación

**H** = 380V - 50Hz - 3F (sin neutro)

**Numero de Etapas**

**Descarga de Aire**

**A** = Superior **P** = Por pleno a boca libre  
**B** = Horiz. con Vent. Centrifugo **R** = Reversible (Horiz. o Vert)  
**C** = A conductos **S** = Sin economizador  
**E** = Con economizador **V** = A piso  
**H** = Horizontal **U** = Universal Reversible

**Circuito de Control**

**A** = Para termostato de ambiente 24 V **M** = Manual  
**B** = Para termostato de ambiente 220 V **P** = Con PLC  
**C** = Con termostato de retorno **S** = Para Secuenciador  
**D** = Comando 220 V **T** = Para tablero  
**V** = Comando 24 V **W** = Electrónico  
**E** = Para comando manual o termost. de amb. 220V **O** = Sin control  
**R** = Control remoto infrarrojo **U** = S ó V

**Acondicionamiento**

**A** = Con serpentina de agua caliente para calefacc. **F** = Frio solo  
**B** = Calefacción por bomba **G** = Calefacción por gas  
**C** = Calefacción por resistencias  
**D** = Calefacción por bomba y resistencia

**Capacidad nominal**

En Kcal/h x 1000 para calefactores a gas  
En Frig/h x 10 para equipos de menos de 3 TR  
En toneladas para equipos de más de 3 TR

**Denominación de la Línea**

(\*) Excepto para Línea CG, Línea DW, Línea UD, Línea AM y Línea SC.

## Características Generales EL-005

- **Acumulador de Succión.** Colocado en la línea de succión del motocompresor evita que posibles gotas de líquido puedan ingresar al mismo.
- **Calefactor de Cárter.** Evita que el aceite migre del cárter del compresor como consecuencia de su mezcla con el refrigerante cuando el equipo se encuentra sometido a bajas temperaturas exteriores.
- **Condensador:** Los equipos por condensación por aire cuentan con serpentinas que están constituidas por aletas de aluminio y tubos de cobre electrolítico expandidos mecánicamente que aseguran una eficiente transferencia de calor aún en las condiciones más rigurosas. En los cabezales de las mismas se ha reemplazado la chapa de acero galvanizado por aluminio a fin de eliminar los efectos de la corrosión y asegurar una larga vida útil de las unidades libre de mantenimiento.
- **Control Electrónico de Condensación.** Este dispositivo permite que la unidad pueda funcionar con baja temperatura exterior. Un sensor de temperatura controla las condiciones del gas en la serpentina condensadora. De acuerdo a las variaciones de esta temperatura, el sistema electrónico modula la velocidad del ventilador del condensador a fin de evitar la caída de la presión de condensación
- **Controlador.** Estos equipos están comandados por un controlador Danfoss ERC112C  
Mediante este dispositivo es posible:  
Seleccionar las temperaturas de operación del equipo  
Visualizar las temperaturas de entrada y salida de agua al equipo  
Visualizar eventuales fallas
- **Evaporador:** Estos equipos cuentan con un intercambiador de calor de placas el cual posee la cualidad de permitir el flujo en contracorriente entre los dos medios (Freón-Agua) obteniéndose de esta forma un alto coeficiente de transferencia.
- **Filtro Deshidratador:** Las unidades **EL** han sido equipadas en fábrica con filtro de línea de líquido del tipo molecular de primera calidad. Este accesorio elimina toda posibilidad de humedad e impurezas en el circuito de refrigeración asegurando una larga vida útil de todos sus componentes.
- **Robinetes.** Ubicadas en la línea de succión y en la de líquido permiten controlar las presiones, cargar o descargar gas refrigerante etc.
- **Llave exterior de Encendido/Apagado.** Estos equipos cuentan con un interruptor para el encendido y/o apagado del controlador y la bomba de agua desde el exterior de la máquina.
- **Motocompresores Herméticos.** Tipo scroll, de alta eficiencia están provistos de protector térmico interno y válvula de alivio por alta presión.
- **Motores eléctricos para los ventiladores del condensador:** Los motores utilizados en las unidades **WESTRIC** línea **EL**, cuentan con rodamientos y están especialmente diseñados para uso continuo en las condiciones mas rigurosas.
- **Presostato de Alta.** Actúa cuando la presión del condensador alcanza valores elevados. Su reposición es automática.
- **Presostato de Baja.** Actúa cuando la presión del evaporador baja de un determinado valor como consecuencia de falta de gas o de alguna otra anomalía. Su reposición es automática.



- **Tablero eléctrico incorporado:** Las unidades de la línea **EL** se entregan provistas de un completo tablero eléctrico de comando y maniobra constituido por:
  - Sincronismo de fases.
  - Contactora para el motocompresor .
  - Control electrónico de condensación.
  - Interruptor general.
  - Llave Enc./Apag. exterior.
- **Válvula de Expansión:** Ubicada en la línea de líquido antes del evaporador dosifica la cantidad de refrigerante en el evaporador cualquiera sea la condición de carga del mismo. El modelo utilizado en los enfriadoras de líquido Westric incluye bulbo sensor de sobrecalentamiento y ecualizador externo.
- **Válvula solenoide de Líquido.** Se encuentra ubicada en la línea de líquido inmediatamente antes de la válvula de expansión, se cierra y se abre junto con la contactora del compresor, de esta forma se evita un posible golpe de líquido en el momento del arranque del motocompresor
- **Ventiladores:** De tipo axial de gran diámetro y bajas revoluciones, lo que le confiere un muy bajo nivel sonoro. Construidos en aluminio, han sido balanceados estáticamente y dinámicamente para evitar vibraciones en toda la unidad.
- **Visor de líquido.** Permite controlar la carga de gas y la presencia de humedad en el circuito.

#### ATENCIÓN

- ESTE APARATO NO ESTA DISEÑADO PARA EL USO POR PERSONAS, INCLUSIVE NIÑOS, CON REDUCIDAS CAPACIDADES FISICAS, SENSORIALES O MENTALES, O POR FALTA DE EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTO, A MENOS QUE ELLOS HAYAN SIDO SUPERVISADOS O INSTRUIDOS A CERCA DEL USO DEL APARATO POR PERSONAS RESPONSABLES DE SU SEGURIDAD.
- LOS NIÑOS DEBEN SER SUPERVISADOS PARA ASEGURAR QUE NO JUEGEN CON EL APARATO
- El equipo debe ser instalado teniendo en cuenta todas las normas de seguridad nacionales, provinciales y/o municipales
- Los conductores para la alimentación de la unidad exterior deben ser tipo 602245 IEC 57 (H05RN-F) apto para la intemperie.

## Características de las Unidades Enfriadoras de líquido EL-012 a EL-030

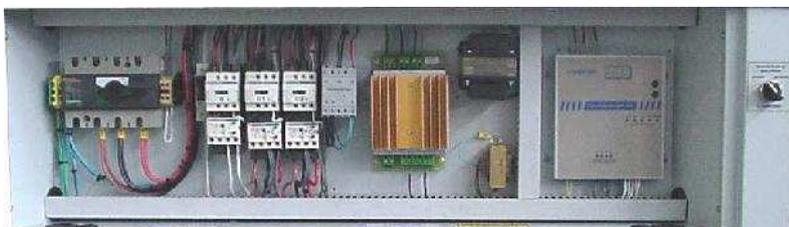
- **Acumulador de Succión.** Colocado en la línea de succión del motocompresor evita que posibles gotas de líquido puedan ingresar al mismo y a su vez terminar de evaporar el gas si fuera necesario.
- **Calefactor de Cárter.** Evita que el aceite migre del cárter del compresor como consecuencia de su mezcla con el refrigerante cuando el equipo se encuentra sometido a bajas temperaturas exteriores.
- **Condensador:** Los equipos por condensación por aire cuentan con serpentinas que están constituidas por aletas de aluminio y tubos de cobre electrolítico expandidos mecánicamente que aseguran una eficiente transferencia de calor aún en las condiciones más rigurosas. En los cabezales de las mismas se ha reemplazado la chapa de acero galvanizado por aluminio a fin de eliminar los efectos de la corrosión y asegurar una larga vida útil de las unidades libre de mantenimiento.
- **Control Electrónico de Condensación.** Este dispositivo permite que la unidad pueda funcionar con baja temperatura exterior. Un sensor de temperatura controla las condiciones del gas en la serpentina condensadora. De acuerdo a las variaciones de esta temperatura, el sistema electrónico modula la velocidad de los ventiladores del condensador a fin de evitar la caída de la presión de condensación
- **Controlador de temperatura del agua.** Estos equipos están comandados por un controlador dedicado WESTRIC serie WP-400.



Mediante este dispositivo es posible:  
 Seleccionar las temperaturas de operación del equipo  
 Visualizar las temperaturas de entrada y salida de agua al equipo  
 Visualizar eventuales fallas

- **Evaporador:** Estos equipos cuentan con un intercambiador de calor de placas el cual posee la cualidad de permitir el flujo en contracorriente entre los dos medios (Freón-Agua) obteniéndose de esta forma un alto coeficiente de transferencia.
- **Filtro Deshidratador:** Las unidades **EL** han sido equipadas en fábrica con filtro de línea de líquido del tipo molecular de primera calidad. Este accesorio elimina toda posibilidad de humedad e impurezas en el circuito de refrigeración asegurando una larga vida útil de todos sus componentes.
- **Robinetes.** Ubicadas en la línea de succión y en la de líquido permiten controlar las presiones, cargar o descargar gas refrigerante etc.
- **Llave exterior de Encendido / Apagado.** Estos equipos cuentan con un interruptor para el encendido y/o apagado del controlador y la bomba de agua desde el exterior de la máquina.
- **Motocompresores Herméticos.** Tipo scroll, de alta eficiencia están provistos de protector térmico interno y válvula de alivio por alta presión.
- **Motores eléctricos para los ventiladores del condensador:** Los motores utilizados en las unidades **WESTRIC** línea **EL**, cuentan con rodamientos y están especialmente diseñados para uso continuo en las condiciones mas rigurosas.

- **Presostato de Alta.** Actúa cuando la presión del condensador alcanza valores elevados. Su reposición es automática.
- **Presostato de Baja.** Actúa cuando la presión del evaporador baja de un determinado valor como consecuencia de falta de gas o de alguna otra anomalía. Su reposición es automática.
- **Tablero eléctrico incorporado:** Las unidades de la línea **EL** se entregan provistas de un completo tablero eléctrico de comando y maniobra constituido por:



Control de Secuencia de fases  
 contactoras de 24 V para el motocompresor  
 y bomba de agua.  
 Control electrónico de condensación  
 Interruptor general.  
 Llave Enc. / Apag. Exterior.  
 Relevos térmicos para la contactora del  
 motocompresor y bomba de agua  
 transformadores.

- **Válvula de Expansión:** Ubicada en la línea de líquido antes del evaporador dosifica la cantidad de refrigerante en el evaporador cualquiera sea la condición de carga del mismo. El modelo utilizado en las enfriadoras de líquido Westric incluye bulbo sensor de sobrecalentamiento y ecualizador externo.
- **Válvula solenoide de Líquido.** Se encuentra ubicada en la línea de líquido inmediatamente antes de la válvula de expansión, su apertura o cierre se hace a través de la contactora del compresor. De esta forma se evita un posible golpe de líquido en el momento del arranque del motocompresor. Esta válvula evita también que una vez detenida la máquina, se siga evaporando el refrigerante líquido alojado en el condensador, a través de la válvula de expansión, haciendo posible el congelamiento de la poca agua que se encuentra en el evaporador, deteriorando al mismo.
- **Ventiladores:** De tipo axial de gran diámetro y bajas revoluciones, lo que le confiere un muy bajo nivel sonoro. Construidos en aluminio, han sido balanceados estáticamente y dinámicamente para evitar vibraciones en toda la unidad.
- **Visor de líquido.** En unidades **EL- 012 a EL-060**, poseen visor de líquido que permite controlar la carga de gas y la presencia de humedad en el circuito.

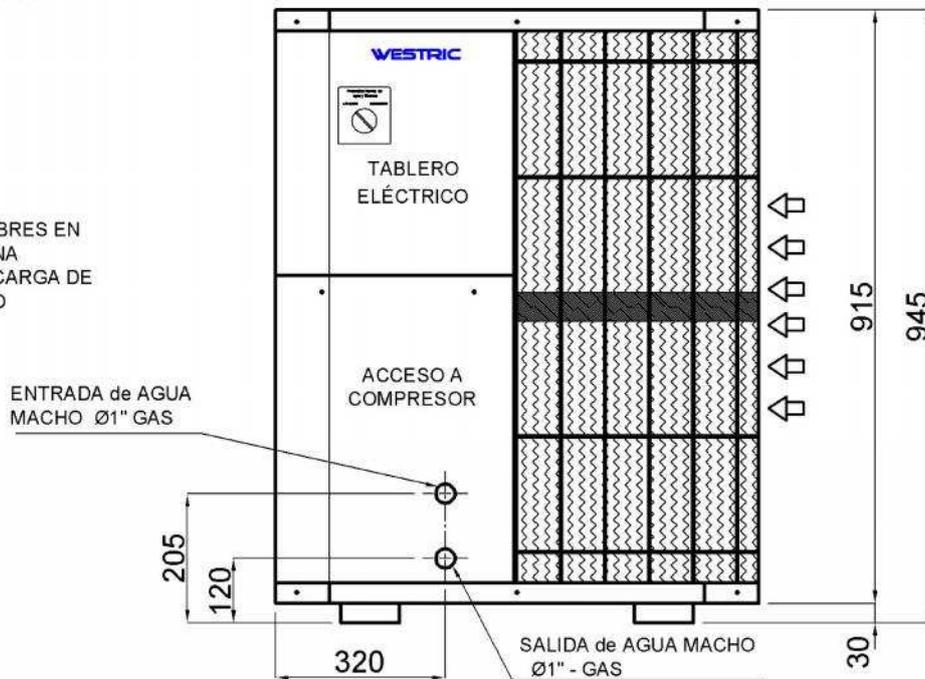
WESTRIC

Línea EL

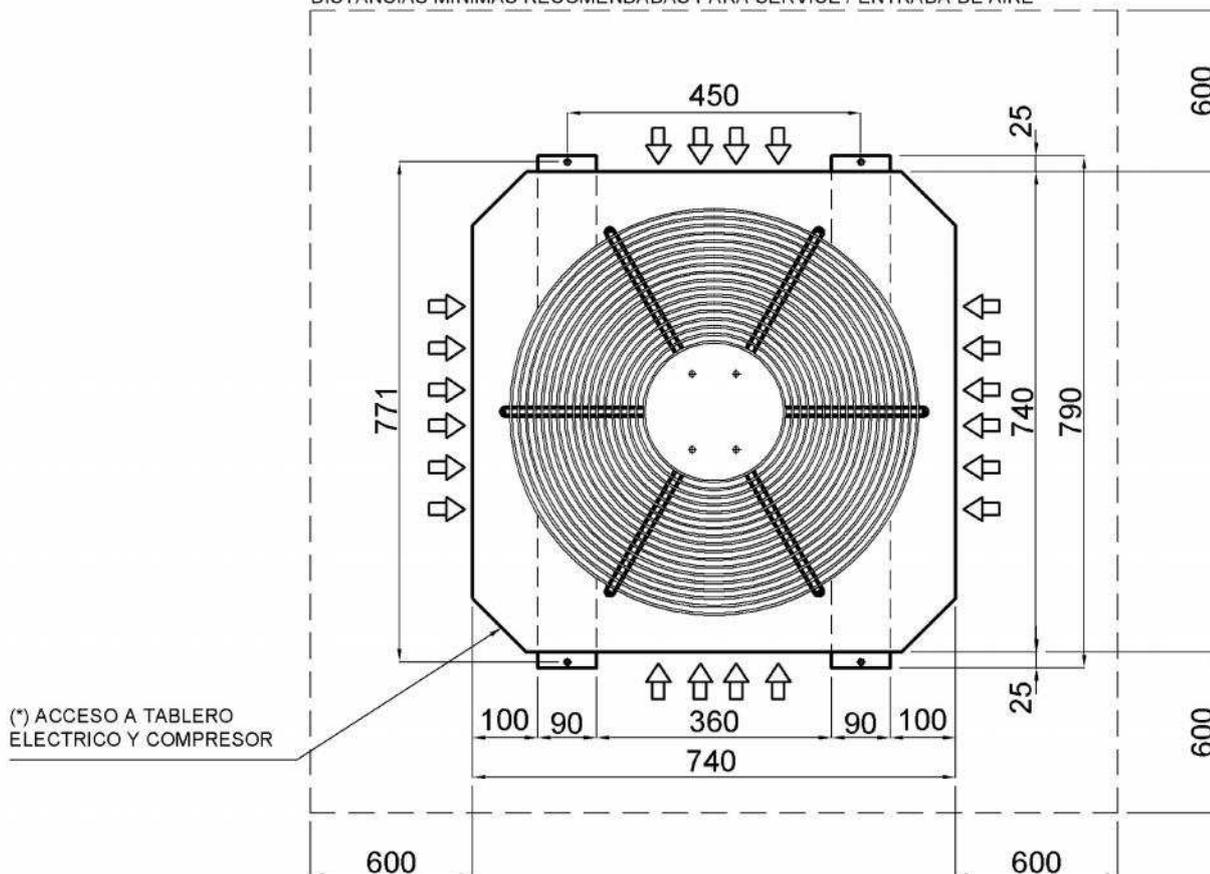
ENFRIADORA DE AGUA  
MODELO: EL-005

↑ ↑ ↑ (\*)

(\*) DEJAR 3tms LIBRES EN ALTURA PARA UNA CORRECTA DESCARGA DE AIRE DEL EQUIPO



DISTANCIAS MINIMAS RECOMENDADAS PARA SERVICE / ENTRADA DE AIRE



## ENFRIADORA DE LIQUIDO

MODELOS: EL-005

Características Técnicas – Dimensiones:

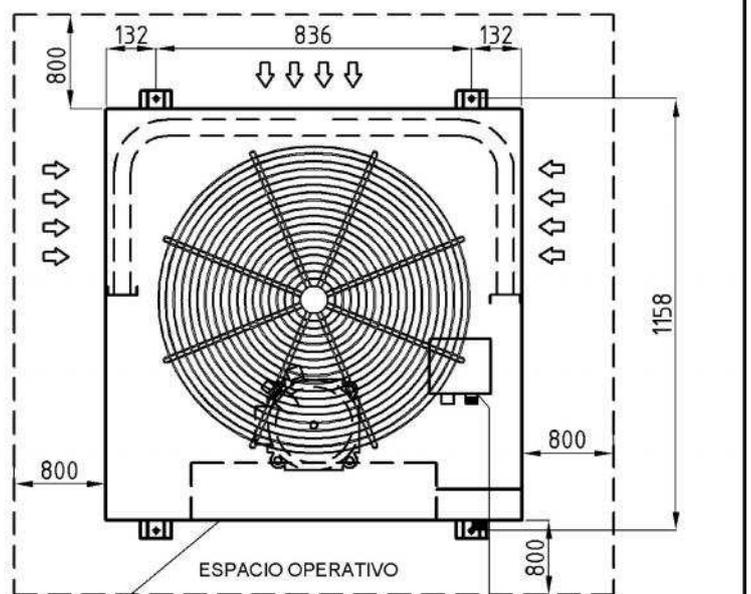
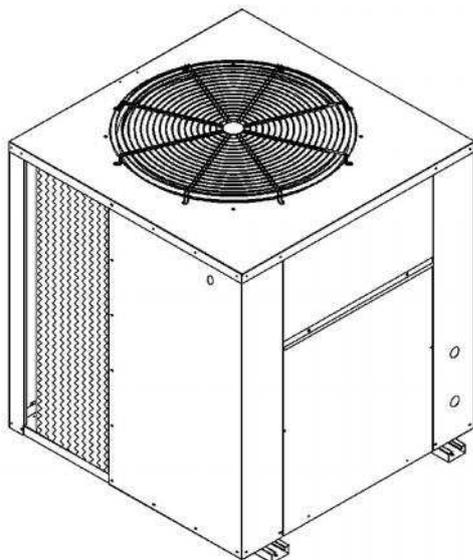
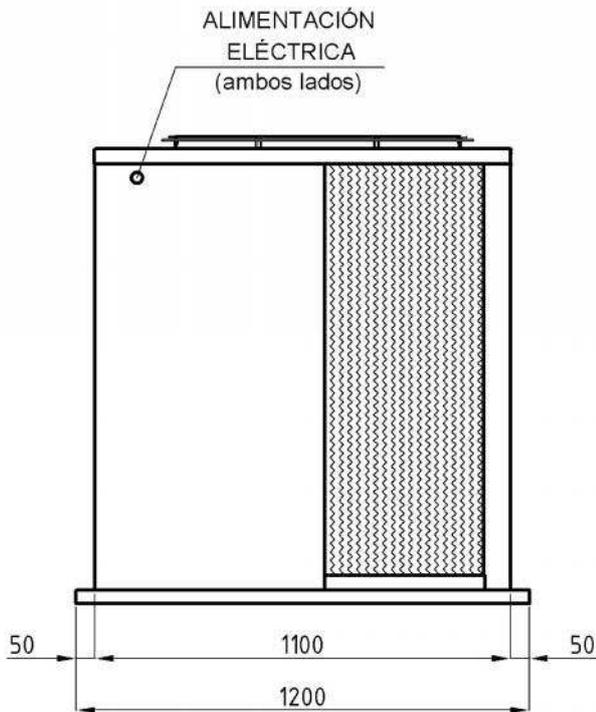
MODELO		EL-005
Cap.Nominal	TR	6
Cap. Efectiva	7 °C – 12 °C	4.5 TR
Entrada - Salida	°C	12 - 7
Consumo	Kw / h	5,4
Peso	Kgs.	120
Ancho	mm.	790
Alto	mm.	945
Profundidad	mm.	740
Compresor	Tipo	Scroll
	Alimentación	380 V – 50 Hz – 3 F
	Corriente (A)	8,4
	Potencia (W)	4780
Refrigerante	Tipo	R-410 A
	Carga (Kgs)	(Según identificación en el equipo)
Motor Ventilador	Tipo	Monofásico
	Alimentación	220 V - 50 Hz - 1 F
	Corriente (A)	1,7
	Consumo (W)	360
	Potencia (HP)	1/4
Ventilador Condensador	Tipo	Axial
	Diámetro (mm.)	550
	Accionamiento	Directo
	Cantidad	1
<b>EVAPORADOR</b>		
Intercambiador	Tipo	DE PLACA
	Caudal (Lts / h)	2.700
	Pérdida de Carga	3,5 m.c.a
<b>CONDENSADOR</b>		
Serpentina Condensadora	Tubos	Ø3/8"
	Hileras	1
	Area	1,79 m <sup>2</sup>
<b>DATOS ADICIONALES</b>		
Conexiones de Agua	Entrada	Ø1" GAS
	Salida	Ø1" GAS
Presostatos	Alta	30 - 43 Kg/cm <sup>2</sup> / 420 – 610 PSI
	Baja	6,3 - 8,4 Kg/cm <sup>2</sup> / 90 – 120 PSI
Flow-Switch	<b>A colocar indefectiblemente por el instalador, por seguridad</b>	
Filtro de Agua	<b>A colocar indefectiblemente por el instalador, por seguridad</b>	
Calefactor de Carter	Si	
Control de Condensación	SI	
Filtro de Línea de líquido	Si	
Interruptor General	Si	
Presostato de Alta (Automático)	Si	
Presostato de Baja (Automático)	Si	
Robinete de Carga	Si	
Sensor electrónico	Para corte por peligro de congelamiento (Bajo caudal de agua)	

- Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

WESTRIC

Línea EL

ENFRIADORA DE AGUA  
 MODELOS: EL-012 TR  
 TIPO: AUTOCONTENIDA CONDENSADA POR AIRE



TAPA DE ACCESO A COMPRESOR Y TABLERO

En caso de ubicar dos unidades enfriadoras próximas, la distancia mínima entre equipos debe ser de 1000 mm.

- Especificaciones sujetas a cambio sin aviso.

75-0172-03

## MODELOS: EL-012

Características Técnicas – Dimensiones:

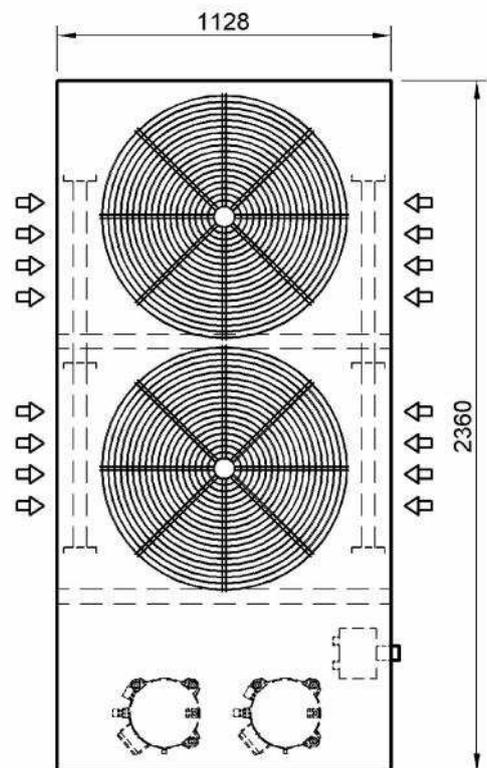
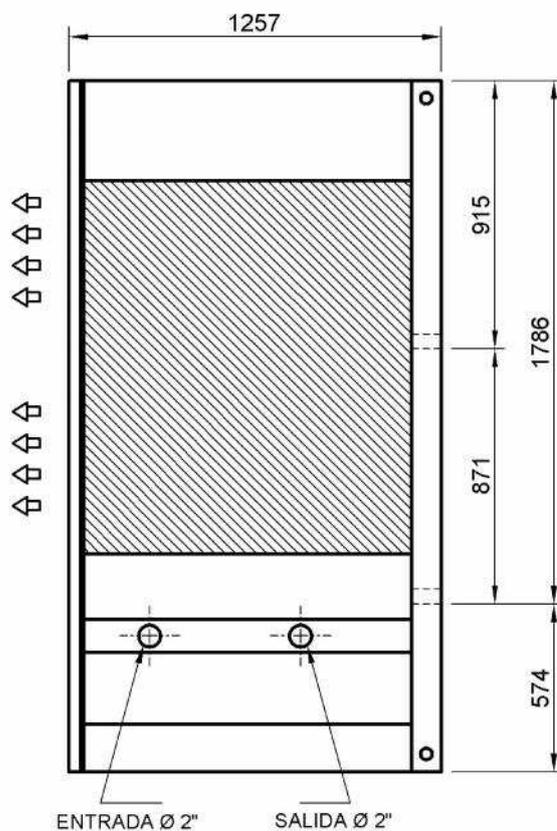
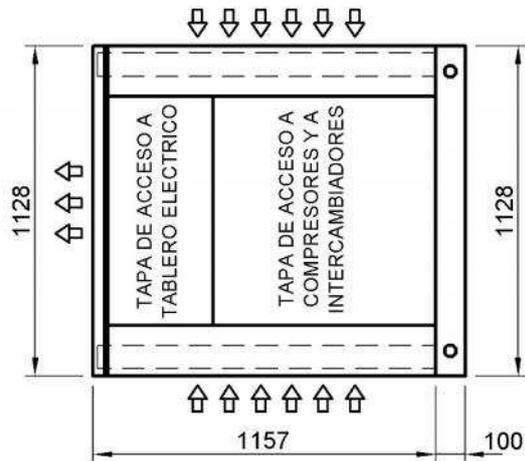
MODELO		EL-012
Cap. Nominal	TR	12
Cap. Efectiva	7 °C – 12 °C	9,3 TR
Consumo	Kw / h	12,6
Peso	Kgs.	260
Ancho	mm.	1004
Alto	mm.	1256
Profundidad	mm.	1515
Compresor	Tipo	Scroll
	Alimentación	380 V - 50 Hz - 3 F
	Corriente	20,8 A
	Potencia	11,6 kw
Refrigerante	Tipo	R-410 A
	Carga (Kgs)	8
Motor Condensador	Tipo	Monofásico
	Alimentación	220 V - 50 Hz - 1 F
	Corriente	2,7 A
	Consumo	570 W
	Potencia	1/2 HP
Ventilador	Tipo	Axial
	Diametro	760 mm.
	Accionamiento	Directo
	Cantidad	1
<b>EVAPORADOR</b>		
Intercambiador	Tipo	DE PLACAS SOLDADAS
	Caudal Agua	5.600 Lts / h
	Pérdida carga	3.8 mca
<b>CONDENSADOR</b>		
Serpentina	Tubos	Ø3/8"
	Hileras	2
	Area	2,15 m <sup>2</sup>
<b>DATOS ADICIONALES</b>		
Conexiones de Agua	Entrada	Ø1 1/4" GAS - BSP
	Salida	Ø1 1/4" GAS - BSP
Presostato	Alta	30 - 43 Kg/cm <sup>2</sup> / 420 – 610 PSI
	Baja	6,3 - 8,4 Kg/cm <sup>2</sup> / 90 - 120 PSI
Control de Condensación		Si
Presostato de Alta (Automático)		Si
Presostato de Baja (Automático)		Si
Calefactor de Carter		Si
Filtro de Línea de líquido		Si
Robinete de Carga		Si
Termostato Mecánico		Para corte por peligro de congelamiento (Bajo caudal de agua)
Sensor electrónico		Para corte por peligro de congelamiento (Bajo caudal de agua)
Flow Switch		A colocar indefectiblemente por el instalador, por seguridad
Interruptor General		Si

- Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

WESTRIC

Línea EL

ENFRIADORA DE AGUA  
 MODELOS: EL-020 / EL-025 TR



- Especificaciones sujetas a cambio sin aviso.

75-0361-00

## ENFRIADORA DE LIQUIDO

MODELOS: EL-020

Características Técnicas – Dimensiones:

MODELO		EL-020
Capacidad Nominal	TR	20
Capacidad efectiva	7 °C – 12 °C	15,4 TR
Consumo	Kw / h	19,5
Ancho	mm.	2360
Alto	mm.	1257
Profundidad	mm.	1128
Peso	Kgs.	500
Compresor	Tipo	Scroll
	Alimentación	380 V – 50 Hz – 3 F
	Corriente	16,6 A (x2)
	Potencia	9,2 kw (x2)
Refrigerante	Tipo	R-410 A
	Carga (kgs)	7 (por circuito)
<b>SECCION CONDENSADORA</b>		
Motor	Tipo	Monofásico
	Alimentación	220 V – 50 Hz – 1 F
	Corriente	2,7 A (x2)
	Consumo	570 W (x2)
	Potencia	1/2 HP (x2)
Ventilador	Tipo	Axial
	Cantidad	2
	Diámetro	760 mm.
	Accionamiento	Directa
Serpentina	Tubos	Ø3/8"
	Hileras	3
	Area	1,44 m <sup>2</sup> (2)
<b>SECCION EVAPORADORA</b>		
Evaporador	Cantidad	1 Doble Circuito
	Caudal de agua	9.300 Lts/h
	Pérdida de Carga	3 m.c.a
<b>DATOS ADICIONALES</b>		
Conexiones de Agua	Entrada	Ø2" GAS
	Salida	Ø2" GAS
Acumulador de Succión		Si
Calefactor de Carter		Si
Control de Condensación		Si
Controlador Westric Línea WP-400		Si
Filtro de Línea de líquido		Si
Flow - Switch		A colocar indefectiblemente por el instalador, por seguridad
Interruptor General		Si
Llave de Encendido Sistema		Si
Presostato de Alta (Automático)		30 - 43 Kg/cm <sup>2</sup> / 420 - 610 PSI
Presostato de Baja (Automático)		6,3 - 8,4 Kg/cm <sup>2</sup> / 90 - 120 PSI
Robinete de Carga		Si
Termostato Mecánico		Para corte por peligro de Congelamiento (Bajo Caudal de Agua)
Válvula solenoide en la línea de Líquido		Si

- Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

## ENFRIADORA DE AGUA

MODELOS: EL-025 (Condensada por Aire y con Evaporadores de Placas Soldadas)

Características Técnicas – Dimensiones:

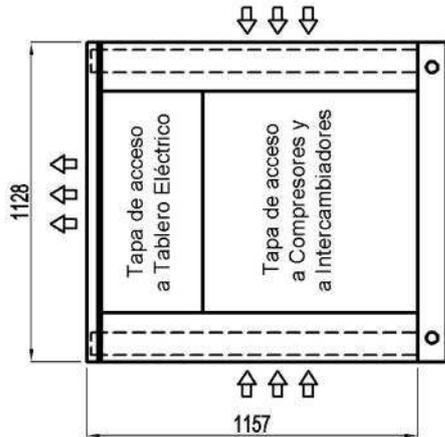
MODELO		EL-025
Capacidad Nominal	TR	25
Capacidad Efectiva	7 °C – 12 °C	20,4 TR
Consumo	Kw / h	21,6
Ancho	mm.	2360
Alto	mm.	1257
Profundidad	mm.	1128
Peso	Kgs.	530
Compresor	Tipo	Scroll
	Alimentación	380 V - 50 Hz - 3 F
	Corriente	18,3 A (x2)
	Potencia	10,2 kw (x2)
Refrigerante	Tipo	R-410 A
	Carga (Kgs)	8 (por circuito)
Motor	Tipo	Monofásico
	Cantidad	2
	Alimentación	220 V – 50 Hz – 1 F
	Corriente	2,7 A (x2)
	Consumo	570 W (x2)
Ventilador	Potencia	1/2 HP (x2)
	Tipo	Axial
	Cantidad	2
	Diametro	760 mm.
	Acción	Directa
	<b>SECCION EVAPORADORA</b>	
Evaporador	Cantidad	1 Doble Circuito
	Caudal de agua	12.300 lts / h
	Perdida de Carga	3,5 m.ca
<b>SECCION CONDENSADORA</b>		
Condensador	Tubos	Ø3/8"
	Hileras	3
	Area	1,4 m <sup>2</sup> (x2)
<b>DATOS ADICIONALES</b>		
Conexiones de Agua	Entrada	Ø2" GAS
	Salida	Ø2" GAS
Acumulador de Succión		Si
Calefactor de Carter		Si
Control de Condensación		Si
Controlador Westric Línea WP-400		Si
Filtro de Línea de líquido		Si
Flow-Switch		A colocar indefectiblemente por el instalador, por seguridad
Interruptor General		Si
Llave de Encendido Sistema		Si
Presostato de Alta (Automático)		30 - 43 Kg/cm <sup>2</sup> / 420 - 610 PSI
Presostato de Baja (Automático)		6,3 - 8,4 Kg/cm <sup>2</sup> / 90 - 120 PSI
Robinete de Carga		Si
Termostato Mecánico		Para corte por peligro de Congelamiento (Bajo Caudal de Agua)
Válvula solenoide en la línea de Líquido		Si

Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

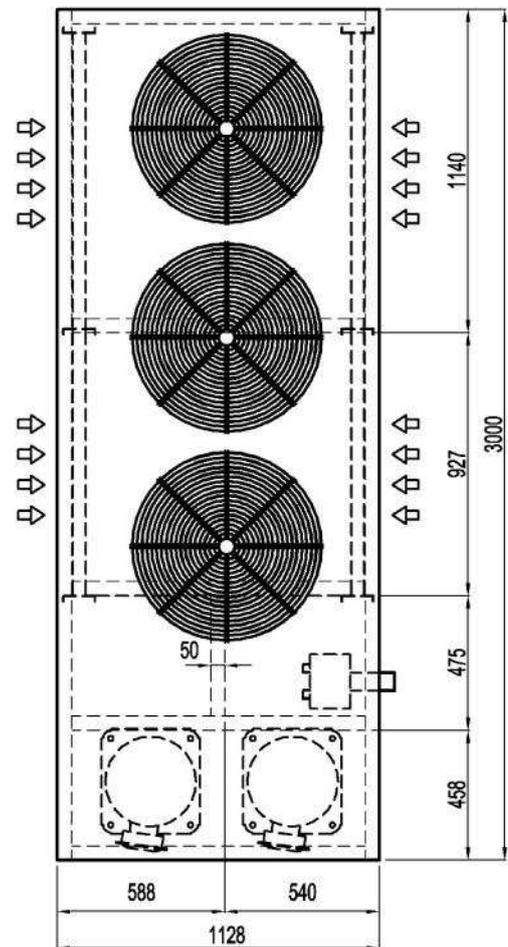
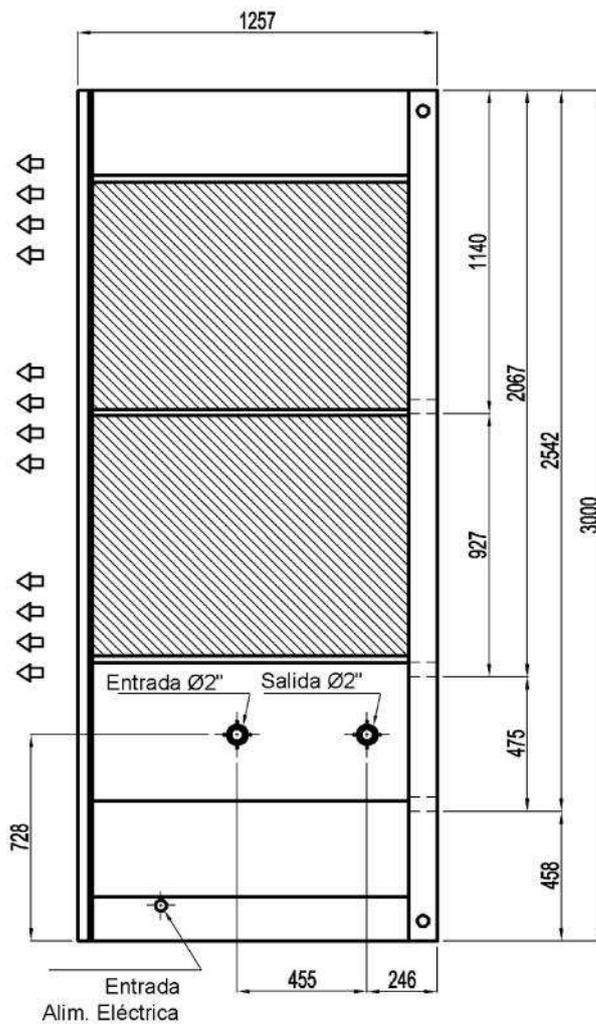
WESTRIC

Línea EL

ENFRIADORA DE LIQUIDO (AGUA)  
 MODELOS: EL-030



3 Ventiladores



- Especificaciones sujetas a cambio sin aviso.

75-0340-03

**ENFRIADORA DE AGUA****MODELOS: EL-030 (Condensada por Aire y con Evaporadores de Placas Soldadas)****Características Técnicas – Dimensiones:**

MODELO		EL-030
Capacidad Nominal para	TR	30
Capacidad efectiva para	7 °C – 12 °C	24,8
Consumo Eléctrico	Kw / h	28,6
Ancho	mm.	3000
Alto	mm.	1257
Profundidad	mm.	1128
Peso	Kgs.	585
Compresor	Tipo	Scroll
	Alimentación	380 V – 50 Hz – 3 F
	Corriente	25,7 A (x2)
	Potencia	13,45 KW (x2)
Refrigerante	Tipo	R-410 A
	Carga (Kgs)	9,3 (por circuito)
Motor	Tipo	Monofásico
	Cantidad	3
	Alimentación	220 V - 50 Hz - 1 F
	Corriente	2,7 A (x3)
	Consumo	570 W (x3)
Ventilador	Potencia	1/2 HP (x3)
	Tipo	Axial
	Cantidad	3
	Diametro	730 mm.
	Acción	Directa
<b>SECCION EVAPORADORA</b>		
Evaporador	Cantidad	1 Doble Circuito
	Caudal de agua	15.000 lts / h
	Perdida de Carga	4 m.c.a
<b>SECCION CONDENSADORA</b>		
Condensador	Tubos	Ø3/8"
	Hileras	3
	Area	1,95 m <sup>2</sup> (2)
<b>DATOS ADICIONALES</b>		
Conexiones de Agua	Entrada	Ø2" GAS
	Salida	Ø2" GAS
Acumulador de Succión		Si
Calefactor de Carter		Si
Control de Condensación		Si
Controlador Westric Línea WP-400		Si
Filtro de Línea de líquido		Si
Flow - Switch		A colocar indefectiblemente por el instalador, por seguridad
Interruptor General		Si
Llave de Encendido Sistema		Si
Presostato de Alta (Automático)		30 - 43 Kg/cm <sup>2</sup> / 420 – 610 PSI
Presostato de Baja (Automático)		6,3 - 8,4 Kg/cm <sup>2</sup> / 90 – 120 PSI
Robinete de Carga		Si
Termostato Mecánico		Para corte por peligro de Congelamiento (Bajo Caudal de Agua)
Tubo receptor de líquido		Si
Válvula solenoide en la línea de Líquido		Si

- Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

## Línea Agroindustria

Nuestra nueva línea atiende necesidades de diversas industrias en captación pluvial, transporte de bebidas y alimentos para consumo humano y/o animal, tareas de riego y almacenamiento.

Esta línea está enfocada en brindar soluciones ideales para todo tipo de líquidos como: agua, fertilizantes, aceites, combustibles y más de 300 tipos de fluidos.

### Soluciones en almacenamiento y/o transporte para:



Agua



Químicos



Fertilizantes



Alimentos para consumo humano



Alimento para Ganado



Granos y Semillas

### Beneficios



Fabricados en una sola pieza, con resina HDPE 100% virgen.



Mejor calidad en conexiones para agua y químicos garantizando alta seguridad.



Los tanques Rotoplas se fabrican utilizando resinas que cumplen con las especificaciones de la FDA\*, ofreciendo un almacenamiento seguro de alimentos y agua potable.



Evitan fisuras gracias a que están realizado en una sola pieza otorgándole alta resistencia a golpes y densidades hasta 1,9 g/cm<sup>3</sup>.



Gracias al polietileno de alta calidad grado alimenticio, mantienen las propiedades físicas y químicas del producto almacenado.



No se oxidan ni corroen, asegurando máxima calidad y disminuyendo el costo de mantenimiento.



Soportan el congelamiento del agua y altas temperaturas hasta de 60 °c.



Tanques reforzados y doblemente reforzados, dependiendo el químico a almacenar.

*\* Food and Drug Administration: permite almacenamiento seguro de agua potable y alimentos sin alterar las propiedades físicas y químicas del producto almacenado.*

# Línea Agroindustria

## Tanques Verticales

Tanque Agroindustria Vertical

### Neutro

- Apto para exterior e interior.
- Permite la visibilidad del nivel del contenido líquido dentro del tanque.
- Tanque estándar (1.00) o reforzado (1.40) según a las necesidades de almacenamiento.
- Tapa Click. Cierre hermético\*\*.
- Aptos para conexiones de 2", 3" y 4".



### Negro

- Apto para exterior e interior.
- Soporta densidades iguales al agua.
- Tapa Click. Cierre hermético\*\*.
- Aptos para conexiones de 2", 3" y 4".

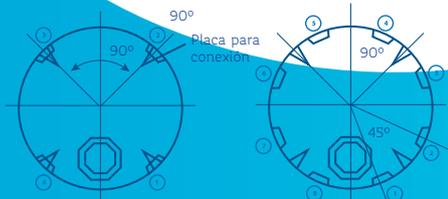


### Rojo

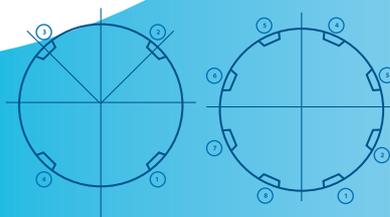
- Apto para exterior e interior.
- Ideales para redes de agua anti incendio.
- Tapa Click. Cierre hermético\*\*.
- Aptos para conexiones de 2", 3" y 4".



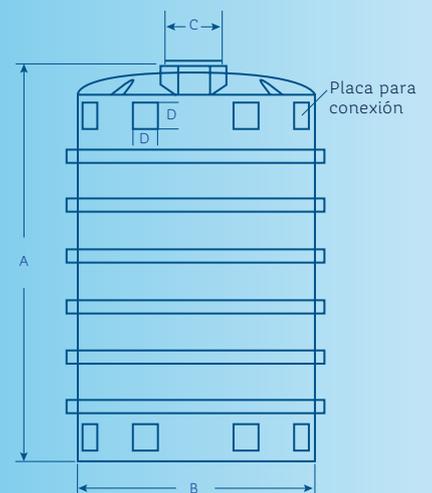
### Vistas Superiores



### Vistas Inferiores



### Vista Frontal



### Capacidades

Volumen (lts)	Alto "A" (cm)	Diametro "B" (cm)	Tapa "C" (cm)	Placa "D" (cm)
TAN - 5000 L	220	200	46	20
TAN - 10000 L	270	250	46	20
TAN - 25000 L	368	320	46	20

\*\* Mantener el tanque cerrado para evitar virus, bacterias, levaduras, esporas, entre otras, que también pueden ser nocivas para la salud animal o humana.