

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL RAFAELA**  
**Departamento Ingeniería Electromecánica**

ASIGNATURA

**PROYECTO FINAL**

---

**“EQUIPO ENFRIADOR DE AGUA (8-13 [°C], 1 [BAR], 5000 [L/H]), POR CICLO DE ABSORCIÓN CON LiBr DE UNA ETAPA, CAPACIDAD FRIGORÍFICA 29 [KW], FUENTE CALIENTE: AGUA TRATADA PRODUCTO DEL INTERCAMBIO CON GASES DE ESCAPE DE UNA CALDERA HUMOTUBULAR (96-99 [°C], 1 [BAR], 8900 [L/H]), FUENTE FRÍA: AIRE AMBIENTE BAJO CONDICIONES TPN, TRIFÁSICO DE 1 KVA, PARA REFRIGERAR TABLEROS ELÉCTRICOS (SANTA FE, ARGENTINA)”**

---

Autor

**DELLASANTA, Ezequiel Eugenio – PIANETTI, Tulio Augusto**

Director

**Ing. PAROLA, Germán**

Rafaela (Santa Fe), Argentina

**Noviembre de 2020**



**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL RAFAELA**  
**Departamento Ingeniería Electromecánica**

ASIGNATURA

**PROYECTO FINAL**

---

**“EQUIPO ENFRIADOR DE AGUA (8-13 [°C], 1 [BAR], 5000 [L/H]), POR CICLO DE ABSORCIÓN CON LIBR DE UNA ETAPA, CAPACIDAD FRIGORIFICA 29 [KW], FUENTE CALIENTE: AGUA TRATADA PRODUCTO DEL INTERCAMBIO CON GASES DE ESCAPE DE UNA CALDERA HUMOTUBULAR (96-99 [°C], 1 [BAR], 8900 [L/H]), FUENTE FRIA: AIRE AMBIENTE BAJO CONDICIONES TPN, TRIFASICO DE 1 KVA, PARA REFRIGERAR TABLEROS ELECTRICOS (SANTA FE, ARGENTINA)”**

---

Proyecto Final elaborado por:

**DELLASANTA, Ezequiel Eugenio<sup>1</sup> – PIANETTI, Tulio Augusto<sup>2</sup>**

Correo Electrónico:

<sup>1</sup> ezequieldellasanta@gmail.com.ar – <sup>2</sup> tuliopianetti@gmail.com

Bajo la Dirección de:

**Ing. PAROLA, Germán**

Correo Electrónico:

germanparola23@gmail.com

[www.frra.utn.edu.ar](http://www.frra.utn.edu.ar)

Rafaela (Santa Fe), Argentina

**Noviembre de 2020**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL RAFAELA**  
**Departamento Ingeniería Electromecánica**

ASIGNATURA

**PROYECTO FINAL**

---

**“EQUIPO ENFRIADOR DE AGUA (8-13 [°C], 1 [BAR], 5000 [L/H]), POR CICLO DE ABSORCIÓN CON LIBR DE UNA ETAPA, CAPACIDAD FRIGORIFICA 29 [KW], FUENTE CALIENTE: AGUA TRATADA PRODUCTO DEL INTERCAMBIO CON GASES DE ESCAPE DE UNA CALDERA HUMOTUBULAR (96-99 [°C], 1 [BAR], 8900 [L/H]), FUENTE FRIA: AIRE AMBIENTE BAJO CONDICIONES TPN, TRIFASICO DE 1 KVA, PARA REFRIGERAR TABLEROS ELECTRICOS (SANTA FE, ARGENTINA)”**

---

Proyecto Final elaborado por:

**DELLASANTA, Ezequiel Eugenio<sup>1</sup> – PIANETTI, Tulio Augusto<sup>2</sup>**

Correo Electrónico:

<sup>1</sup> ezequieldellasanta@gmail.com.ar – <sup>2</sup> tuliopianetti@gmail.com

Apellido, Nombre Firma	Apellido, Nombre Firma	Apellido, Nombre Firma
<b>Jurado</b>	<b>Jurado Presidente</b>	<b>Jurado</b>

[www.frra.utn.edu.ar](http://www.frra.utn.edu.ar)

Rafaela (Santa Fe), Argentina

Noviembre de 2020



**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL RAFAELA**  
**Departamento Ingeniería Electromecánica**

ASIGNATURA

**PROYECTO FINAL**

---

**“EQUIPO ENFRIADOR DE AGUA (8-13 [°C], 1 [BAR], 5000 [L/H]), POR CICLO DE ABSORCIÓN CON LiBr DE UNA ETAPA, CAPACIDAD FRIGORIFICA 29 [KW], FUENTE CALIENTE: AGUA TRATADA PRODUCTO DEL INTERCAMBIO CON GASES DE ESCAPE DE UNA CALDERA HUMOTUBULAR (96-99 [°C], 1 [BAR], 8900 [L/H]), FUENTE FRIA: AIRE AMBIENTE BAJO CONDICIONES TPN, TRIFASICO DE 1 KVA, PARA REFRIGERAR TABLEROS ELECTRICOS (SANTA FE, ARGENTINA)”**

---

Proyecto Final elaborado por:

**DELLASANTA, Ezequiel Eugenio<sup>1</sup> – PIANETTI, Tulio Augusto<sup>2</sup>**

Correo Electrónico:

<sup>1</sup> [ezequieldellasanta@gmail.com.ar](mailto:ezequieldellasanta@gmail.com) – <sup>2</sup> [tuliopianetti@gmail.com](mailto:tuliopianetti@gmail.com)

Firma
<b>Ing. PAROLA, Germán</b> <b>Director</b> <a href="mailto:germanparola23@gmail.com">germanparola23@gmail.com</a>

[www.frra.utn.edu.ar](http://www.frra.utn.edu.ar)

Rafaela (Santa Fe), Argentina

**Noviembre de 2020**



## **Agradecimientos**

A nuestras familias por el apoyo incondicional de siempre. A Dios. A los compañeros de la carrera por el compañerismo y por los momentos compartidos, a los profesores por la vocación de enseñar y compartir sus conocimientos. A los amigos por la motivación, apoyo y acompañamiento en estos años. A todos con quien hemos compartido este tiempo de aprendizaje para la profesionalidad y el crecimiento individual.

Ezequiel y Tulio



## **Resumen**

El presente Trabajo Final se centra en el estudio, análisis, cálculo y desarrollo de un equipo de enfriamiento de agua que funciona a través del ciclo de absorción para la refrigeración de una sala industrial.

En estos tiempos de conciencia social por el cuidado del medioambiente, lo que genera grandes oportunidades para que la tecnología apueste al presente y futuro en nuevos desarrollos que permitan la eficiencia energética y aprovechamiento de los recursos.

Los ciclos por absorción han evolucionado en equipos de refrigeración a lo largo de la historia, tomando notoria importancia en estos últimos años. Con los avances tecnológicos, éstos vuelven a tener potencial en aplicaciones industriales y domésticos.

Se plantea entonces un equipo que pueda satisfacer necesidades de refrigeración como alternativa de equipos convencionales con el beneficio de un consumo eléctrico menor.

### **Abstract:**

The present Final Work focuses on the study, analysis, calculation and development of a water cooling equipment that works through the absorption cycle for the cooling of an industrial room.

In these times of social awareness for the care of the environment, great opportunities are generated for technology to bet on the present and future in new developments that allow energy efficiency and use of resources.

Absorption cycles have evolved in refrigeration equipment throughout history, taking notorious importance in recent years. With technological advances, they have potential again in industrial and domestic applications.

Therefore, this work propose an equipment that can satisfy refrigeration like an alternative to conventional equipment with the benefit of lower electrical consumption.



## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN .....	28
1.1. Justificación del tema elegido .....	28
1.2. Fundamentación del tema elegido.....	29
1.3. Objetivo general .....	30
1.4. Objetivos específicos .....	30
1.5. Referencia bibliográfica.....	31
2. CONDICIONES DE MARCO.....	32
2.1. Estado de Arte .....	32
2.1.1. Descubrimiento del principio de Absorción .....	32
2.1.2. Primeras aplicaciones comerciales.....	32
2.1.3. Patentes.....	32
2.1.4. Ventajas respecto a los equipos convencionales .....	33
2.1.5. Definición de enfriadores .....	34
2.1.6. Tipos de aplicaciones de enfriamientos .....	34
2.1.7. Equipos comerciales actuales.....	40
2.1.7.1. Por ciclo de Absorción .....	40
2.1.7.2. Por ciclo mecánico.....	55
2.2. Estudio de mercado.....	62
2.3. Marco legal.....	65
2.3.1. Energías renovables .....	65
2.3.2. Eficiencia energética.....	66
2.3.3. Regulación de ciclos de Absorción .....	67
2.3.4. Regulación de equipos a presión.....	67
2.3.5. Tratados internacionales medioambientales.....	67
2.3.6. Higiene y Seguridad.....	68
2.4. Referencia bibliográfica.....	68
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	70
Alcance del proyecto .....	70
3.1. Evaluación de alternativas.....	72
3.1.1. Refrigeración por compresión.....	73
3.1.2. Refrigeración por absorción .....	75
3.1.2.1. Equipos Principales que conforman el Ciclo de refrigeración por Absorción.....	75
3.1.2.2. Funcionamiento del sistema de absorción.....	77
3.1.2.3. Fluidos de trabajo en un ciclo de refrigeración por absorción.....	78

3.1.2.4. Ciclo de Refrigeración por absorción NH <sub>3</sub> -Agua .....	80
3.1.2.5. Ciclo de Refrigeración por absorción Agua – Bromuro de Litio .....	82
3.1.2.6. Regulación del ciclo .....	86
3.1.2.7. Conceptos de rendimiento .....	86
3.1.2.7. Gráficos del ciclo de Absorción .....	87
3.2 Cálculos termodinámicos .....	91
3.2.1. Balances de energía y masa .....	91
3.2.1.1 Absorbedor .....	92
3.2.1.2. Generador .....	93
3.2.1.3. Condensador .....	93
3.2.1.4. Evaporador .....	93
3.2.1.5. Válvulas.....	93
3.2.1.6. Bomba de la disolución .....	94
3.2.1.7. Recuperador de calor de la disolución .....	94
3.2.2. Refrigeración por absorción de simple efecto condensada por aire. ....	95
3.2.3. Máquina de absorción condensada por aire:.....	96
3.2.3.1. Fuente de calor.....	97
3.2.3.2. Circuito de agua caliente .....	97
3.2.3.3. Circuito de condensación-absorción .....	97
3.2.3.4. Circuito de agua fría .....	97
3.2.4. Potencias de los intercambiadores. ....	109
3.3. Dimensionamiento y selección de partes .....	111
3.3.1. Conceptos de los intercambiadores. ....	111
3.3.1.1. Función .....	111
3.3.1.2. Tipos de intercambiadores .....	111
3.3.2. Elección Morfológica .....	115
3.3.2.1. Condensador .....	115
3.3.2.2. Absorbedor .....	116
3.3.2.3. Recuperador generador – Absorbedor .....	118
3.3.2.4. Generador y Evaporador .....	119
3.3.3. Cálculo de superficie de Intercambio necesario .....	121
3.3.3.1. Diferencia de temperatura media logarítmica.....	121
3.3.3.2. Coeficiente de transferencia global U .....	122
3.4. Cálculo del coeficiente laminar total.....	126

3.4.1. Cálculo del U en el evaporador .....	128
3.4.2. Cálculo del U en el generador .....	139
3.4.3. Cálculo del U en el condensador .....	147
3.4.4. Cálculo del U en el absorbedor .....	153
3.5. Diseño constructivo .....	155
3.5.0. Calidades, espesores y disponibilidad .....	155
3.5.0.1 Norma orientativa de Elaboración – ASME VIII DIV I .....	155
3.5.1. Evaporador .....	161
3.5.2. Generador .....	165
3.5.3. Condensador .....	168
3.5.4. Absorbedor:.....	171
3.5.5. Intercambiador de placa .....	176
3.5.6. Selección válvula termostática / laminadora. ....	179
3.5.7. Selección del ventilador .....	183
3.5.8. Selección de la bomba.....	186
3.5.9. Sistema de Control .....	187
3.5.9.1 Funcionamiento.....	187
3.5.9.2 Componentes Principales. ....	188
3.5.10. Conexiones y accesorios.....	189
3.5.11. Estructura General .....	190
3.6. Cálculos complementarios .....	191
3.6.1. Cálculo de los bulones de las tapas de los cascos y tubos .....	191
3.6.1.1. Sección y cantidad .....	191
3.6.1.2. Cálculo de la precarga .....	194
3.6.2. Cálculo del cáncamo de elevación de estructuras .....	196
3.6.3. Volúmenes de líquido de los intercambiadores.....	197
3.6.3.1. Intercambiadores casco y tubos.....	197
3.6.3.2. Intercambiadores refrigerados por aire .....	198
3.7. Cálculos de la soldadura .....	199
3.7.1. Procedimiento de soldadura .....	204
3.7.2. Calificación de procedimientos de soldadura .....	205
3.7.3. Calificación de soldadores (PQR).....	206
3.7.4. Calidad de soldadura en equipo de refrigeración .....	206
3.8. Referencia bibliográfica.....	206
4. PROCESO DE FABRICACIÓN .....	210

4.1. Planos .....	210
4.2. Diagrama de flujos.....	211
4.3. Hojas de Proceso, Inspección y Ensayo .....	212
4.4. Listados de materiales.....	213
5. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	214
5.1. Introducción .....	214
5.2 Formación de Precio.....	215
5.1.1. Costos Variable.....	216
5.1.1.1. Materia prima, insumos, consumibles. ....	216
5.1.1.2. Mano de Obra: .....	217
5.1.1.3. Energía Eléctricos .....	219
5.1.1.3. Comisión vendedora.....	221
5.1.1.4. Resumen Costos variables.....	221
5.1.2. Gastos Fijos.....	222
5.1.2.1. Depreciación de máquinas existentes.....	222
5.1.2.1. Gastos fijos Varios .....	223
5.1.2.4. Resumen Costos Fijos .....	224
5.2. Costo total .....	225
5.3. Valor final del equipo .....	226
5.4. Punto de equilibrio.....	226
5.4. Evaluación del proyecto .....	228
5.5. Inversión .....	229
5.7. Flujos de caja .....	230
5.8. Valor actual neto (VAN).....	231
5.9. Tasa interna de retorno (TIR) .....	233
5.10 Payback.....	234
5.11 Comparación con competencia en el mercado.....	235
5.12 Conclusiones.....	236
5.13. Referencia bibliográfica.....	237
6. MANUAL DE USUARIO .....	238
Prólogo .....	238
6.1. Descripción y componentes .....	239
6.1.1. Partes.....	239
6.1.2. Características técnicas .....	241
6.1.3. Sistema de circulación de refrigerante.....	242

6.1.4. Sistema de ventilación.....	243
6.2. Principio de funcionamiento .....	244
6.3. Información de seguridad .....	247
6.3.1. Instrucciones de seguridad.....	247
6.3.2. Seguridad de refrigerante Bromuro de Litio diluido .....	247
6.3.2.1. Primeros auxilios .....	247
6.3.2.2. Extinción contra incendios .....	247
6.3.2.3. Vertido accidental .....	247
6.4. Instalación del Equipo .....	249
6.4.1. Condición de entrega .....	249
6.4.2. Izaje del equipo .....	249
6.4.3. Disposición de ubicación .....	250
6.4.4. Montaje de los equipos.....	252
6.4.4.1. Nivelación .....	253
6.4.5. Conexión lado Fan Coil .....	253
6.5. Tablero eléctrico.....	255
6.5.1. Circuito eléctrico .....	255
6.5.2. Tablero de comando.....	256
6.5.2.2. Baliza semáforo .....	258
6.5.3. Sistema de control.....	258
6.5.3.1. Válvula de control modulante .....	259
6.5.3.1.1. Control de Nivel .....	260
6.6. Operación del Equipo .....	261
6.6.1. Inicio de ciclo del Equipo .....	261
6.6.1.1. Modo manual .....	261
6.6.2. Apagado del Equipo.....	261
6.6.3. Fallas del Equipo.....	262
6.7. Requerimientos de Mantenimiento .....	264
6.7.1. Frecuencias de inspección y mantenimiento .....	264
6.7.2. Limpieza general.....	265
6.7.3. Mantenimiento del ventilador .....	266
6.7.4. Mantenimiento de bombas.....	267
6.8. Listado de repuestos comerciales .....	268
7. CONCLUSIÓN .....	272
8. ANEXOS.....	274

ANEXO N° 1: Estudio de mercado – Cuestionarios realizados .....	274
ANEXO N° 2: Cálculo y dimensionamiento – Memorias de cálculo de PV LITE.....	275
ANEXO N° 3: Proceso de Fabricación – Manuales, data sheets y catálogos de componentes. Procedimientos de Soldadura.....	276
ANEXO N° 4: Análisis económico – Cotización de materiales .....	277
ANEXO N° 5: Instrucciones para el Servicio Técnico para Conexión y Llenado.....	278
ANEXO N° 6: Cálculo Riesgo de incendio.....	284
ANEXO N° 7: Cálculo de pérdida de carga – Selección de la bomba.....	290

## FE DE ERRATAS

i- En este apartado se citan y referencian trabajos publicados que fueron tomados para la elaboración del presente Proyecto. Las mismas no fueron nombradas al final de cada capítulo por error involuntario.

ii- Capítulo 3:

- Nomenclatura y Abreviaturas de nuestro trabajo, pertenece a [1]
- Nomenclatura y Abreviaturas del apartado 3.2.1 3.2.2 3.2.3 a [1] [5]...
  
- Figura 3,5 de nuestro trabajo, pertenece a [2]
- Figura 3,6 de nuestro trabajo, pertenece a [3]
- Figura 3,7 de nuestro trabajo, pertenece a [3]
- Figura 3,8 de nuestro trabajo, pertenece a [3]
- Figura 3.9 de nuestro trabajo, pertenece a [6]
- Figura 3.10 de nuestro trabajo, pertenece a [6]
- Figura 3.11 de nuestro trabajo, pertenece a [3]
- Figura 3,12 de nuestro trabajo, pertenece a [5]
- Figura 3,13 de nuestro trabajo, pertenece a [6]
- Figura 3,14 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,15 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,16 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,17 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,18 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,19 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,20 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,21 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,22 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,23 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,24 de nuestro trabajo, pertenece a [1] [5]
- Figura 3,30 de nuestro trabajo, pertenece a [7]
  
- Tabla 3, 2 de nuestro trabajo, pertenece a [5]
  
- Formula 3.2 de nuestro trabajo, pertenece a hasta inclusive de nuestro trabajo, pertenece a [1] 5]
  
- Apartado 3.2.1 de nuestro trabajo se transcribe taxativamente de [1] [5]
- Apartado 3.2.1 de nuestro trabajo se transcribe taxativamente de [1] [5]
- Apartado 3.2.3 de nuestro trabajo se transcribe taxativamente de [1] [5]
- Apartado 3.1.2.4 de nuestro trabajo se transcribe taxativamente de [1]
- Apartado 3.1.2.2 de nuestro trabajo se transcribe taxativamente de [3]
- Apartado 3.1.2.5 de nuestro trabajo se transcribe taxativamente de [3]
- Apartado 3.1.2.6 de nuestro trabajo se transcribe taxativamente de [6]
- Apartado 3.1.2.7 de nuestro trabajo se transcribe taxativamente de [6]
  
- Párrafo: “...Ahora ya es posible calcular los caudales máxicos reales de disolución ( $Md$ ) y refrigerante ( $Mr$ ) que circularan por una máquina real. El

caudal de refrigerante real se obtiene como el cociente entre la carga térmica de la vivienda y el calor de evaporación como se ve en la siguiente ecuación...” pp 95 de nuestro trabajo, pertenece a [1]

- ...

- Desarrollo:

$$Mr = Qe Qe \quad Md = md \times Mr$$

El cálculo de la máquina real se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_{gen} = Mr \times q_{gen}$$

$$Q_{abs} = Mr \times q_{abs}$$

$$Q_{cond} = Mr \times q_{cond}$$

$$Q_{ev} = Mr \times q_{ev}$$

$$W_b = Mr \times W_b$$

$$Q_{rec} = Mr \times q_{rec}$$

pertenece a [1]

## Referencias.

[1] ERAUSKIN, MILLAN (2013). *MÁQUINA FRIGORÍFICA DE ABSORCIÓN DE SIMPLE EFECTO CONDENSADA DIRECTAMENTE POR AIRE: BALANCES DE ENERGÍA Y ESPECIFICACIÓN DE COMPONENTES*. Escuela Politécnica Superior Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos, Universidad Carlos III, Madrid (España)

Máquina frigorífica de absorción de simple efecto condensada directamente por aire

Autor(es): Tremolada Erauskin, Gino

Director(es): Izquierdo Millán, Marcelo

Departamento/Instituto: Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos

Titulación: Ingeniería Industrial

Fecha de edición: 2013

Fecha de defensa: 2013-10-30

Palabras clave: Tecnología de la climatización, Refrigeración, Instalaciones frigoríficas, Máquinas de absorción, Edificios de viviendas

URI: <http://hdl.handle.net/10016/18314>

Derechos: Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 3.0 España

<https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/18314>

<https://core.ac.uk/download/pdf/29405196.pdf>

[2] Cardozo, L (2016). PROCESO DE REFRIGERACION POR ABSORCION. Ingeniería en Mantenimiento Mecánico, Universidad Fermín Toro, Venezuela.

<https://es.slideshare.net/LuisCardozo24/proceso-de-refrigeracion-por-absorcion>

[3] Chávez Bernuy, H. R., Guerra Macho, J. J. (2012). ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN SOLAR POR ABSORCIÓN. INGENIERÍA INDUSTRIAL PROYECTO FIN DE CARRERA. Capítulo 3, Proyecto Fina, de Carrera, Universidad de Sevilla, Sevilla (España).

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5070/direccion/>

[4] Dellasanta, Pianetti (2020). EQUIPO ENFRIADOR DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN CON BROMURO DE LITIO MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE CALOR RESIDUAL DE

LOS GASES DE ESCAPE DE UNA CALDERA HUMOTUBULAR A UNA TEMPERATURA DE 215 °C PARA LA REFRIGERACIÓN DE UNA SALA DE TABLEROS ELÉCTRICOS CON UNA DEMANDA TÉRMICA DE 25 KW, EN UNA INDUSTRIA DE LA PROVINCIA DE SANTA FE. **Capítulo 3**, Proyecto Final de Carrera, Ing Electromecánica, Univ. Tecnológica Nacional, Rafaela (Argentina).

[5] Marcos del Cano, J. D., Izquierdo Millán, M. (2008). *Prototipo de máquina frigorífica de absorción de LiBr/H<sub>2</sub>O de doble efecto condensada por aire*. Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos, ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (España).  
<https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/5096?mode=simple#preview>  
<https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/5096/Tesis%20doctoral%20J.D.%20Marcos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[6] Universidad de Cantabria -Tecnología Energética (G.I.T.I.) .- Otros Ciclos de Producción de Frío (2020)

<https://personales.unican.es/renedoc/Trasperecias%20WEB/Trasp%20Tec%20Ener/100%20Prod%20Frio%20Abs.pdf>

[7] Los valores de la Efectividad y NTU se presentan en forma de gráficos y diagramas (Páginas 694, 695, 697 , "Transferencia de calor" - Autor: Junus A. Çengel - Editorial: McGraw-Hil ) (2020)

[http://pi-dir.com/calor/transferencia\\_de\\_calor\\_07\\_intercambiadores.htm#:~:text=En%20la%20configuraci%C3%B3n%20en%20flujo,y%20fluyen%20en%20sentidos%20opuestos.](http://pi-dir.com/calor/transferencia_de_calor_07_intercambiadores.htm#:~:text=En%20la%20configuraci%C3%B3n%20en%20flujo,y%20fluyen%20en%20sentidos%20opuestos.)

iii- Lamentamos haber obviado el citado de estos trabajos nombrados anteriormente y pedimos disculpas a quien corresponda. Esta acción fue realizada sin intencionalidad alguna.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2-1 - Patentes en Google sobre equipos con Absorción entre 1975 y 1988. ....	33
Fig. 2-2 - Diagrama del enfriamiento individual multicarga.....	35
Fig. 2-3 - Diagrama del enfriamiento individual con doble circuito.....	36
Fig. 2-4 - Diagrama del enfriamiento central. ....	36
Fig. 2-5 - Diagrama del enfriamiento de agua perdida. ....	37
Fig. 2-6 - Diagrama del enfriamiento con desvinculación hidráulica.....	37
Fig. 2-7 - Diagrama del enfriamiento con retorno por gravedad. ....	38
Fig. 2-8 - Diagrama del enfriamiento indirecto. ....	38
Fig. 2-9 - Diagrama del enfriamiento con alta pérdida de carga en proceso - bypass. ....	38
Fig. 2-10 - Diagrama del enfriamiento de agua a alta temperatura. ....	39
Fig. 2-11 - Diagrama del enfriamiento de dos temperaturas de agua con un solo chiller. ....	39
Fig. 2-12 - Diagrama del enfriamiento a través de un módulo de conexión hidráulica. ....	39
Fig. 2-13 - Logo de la empresa Yazaki. ....	40
Fig. 2-14 - Equipo enfriador de líquido por agua caliente de Yazaki. ....	40
Fig. 2-15 - Logo de la empresa Broad Group. ....	42
Fig. 2-16 - Enfriador por absorción con quemador de Broad.....	42
Fig. 2-17 - Logo de la empresa Carrier. ....	43
Fig. 2-18 - Chiller de Carrier simple efecto modelo 16LJ y 16TJ. ....	44
Fig. 2-19 - Chiller de Carrier doble efecto modelo 16NK.....	45
Fig. 2-20 - Logo de la empresa Robur. ....	46
Fig. 2-21 - Chiller de absorción a gas de Robur.....	46
Fig. 2-22 - Equipo de varios módulos de chillers a gas Robur. ....	47
Fig. 2-23 - Logo de la empresa York.....	48
Fig. 2-24 - Chiller por agua caliente York modelo YHAU –CL/CH.....	48
Fig. 2-25 - Chiller por agua caliente York modelo YHAU - C.....	49
Fig. 2-26 - Chiller por agua caliente York modelo YHAU - CW. ....	49
Fig. 2-27 - Logo de la empresa Thermax.....	49
Fig. 2-28 - Chiller por agua caliente Thermax modelo "5G". ....	50
Fig. 2-29 - Chiller por vapor Thermax modelo "2B". ....	51
Fig. 2-30 - Chiller a llama directa de Thermax modelo "2V". ....	53
Fig. 2-31 - Chiller por gases de escape de Thermax modelo "E2". ....	54
Fig. 2-32 - Logo de la empresa OSMI. ....	55
Fig. 2-33 - Enfriadores de agua de OSMI línea EAC. ....	55
Fig. 2-34 - Enfriadores de agua de OSMI línea EAN.....	56
Fig. 2-35 - Enfriadores de agua de OSMI línea EANT enfriados por aire. ....	57
Fig. 2-36 - Enfriadores de agua de OSMI línea EANT enfriados por agua. ....	58
Fig. 2-37 - Logo de la empresa Frio 21.....	59
Fig. 2-38 – Enfriador de agua de Frio 21.....	60
Fig. 2-39 - Logo de la empresa Todo Chiller.....	60
Fig. 2-40 - Chiller Alfaliq modelo HTI de Todochiller.....	61
Fig. 2-41 - Chiller Alfaliq modelo HTS de Todochiller. ....	61
Fig. 2-42 – Porcentaje de industrias con equipos de refrigeración en sus plantas. ....	62
Fig. 2-43 - Tipos de sistema de enfriamiento instalados en las plantas industriales. ....	63
Fig. 2-44 – Proporción de existencia de fuentes de calor tiradas al ambiente en las industrias.....	63
Fig. 2-45 – Proporción de conocimiento que se tiene sobre los ciclos de absorción. ....	64
Fig. 2-46 – Proporción que considera factible instalar un equipo por absorción.....	64
Fig. 2-47 - Evolución de las energías renovables instaladas en Argentina. ....	66
Fig. 3-1 - Sala de tableros eléctricos del cliente.....	70
Fig. 3-2 - Parte frontal con chimenea de la caldera humo tubular del cliente.....	71
Fig. 3-3 - Compresor industrial para R22.....	73
Fig. 3-4 - Ciclo de Refrigeración por absorción de efecto simple.....	77

Fig. 3-5 - Esquema de componentes de un Ciclo de Absorción – NH <sub>3</sub> / AGUA. ....	80
Fig. 3-6 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H <sub>2</sub> O de simple efecto.....	82
Fig. 3-7 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H <sub>2</sub> O de simple efecto (Generador / Absorbedor). ....	83
Fig. 3-8 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H <sub>2</sub> O de simple efecto (Condensador Evaporador). ....	84
Fig. 3-9 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H <sub>2</sub> O de simple efecto. (Evaporador / Absorbedor).....	85
Fig. 3-10 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H <sub>2</sub> O de simple efecto. (Conjunto General) .....	85
Fig. 3-11 - Diagrama que representa la mezcla de trabajo es el Dühring (P-T).....	87
Fig. 3-12 - Entalpia de la Solución (LiBr) / Concentración de Masa .....	88
Fig. 3-13 - Gráfico de presión / Entalpia R718 (Agua) .....	90
Fig. 3-14 - Balances de Masas Ciclo Refrigeración por Absorción .....	91
Fig. 3-15 - Balances de Masas Ciclo Refrigeración por Absorción .....	96
Fig. 3-16 - Diagrama de presión de Saturación / Temperatura Solución (Diagrama de Dühring).....	99
Fig. 3-17 - Diagrama de Dühring con las concentraciones de trabajo.....	100
Fig. 3-18 - Diagrama de Dühring con las concentraciones de trabajo para la temperatura máxima estacional. ....	101
Fig. 3-19 - Diagrama de Merkel de las disoluciones de LiBr – H <sub>2</sub> O .....	102
Fig. 3-20 - Diagrama de Merkel de las disoluciones de LiBr-H <sub>2</sub> O. ....	103
Fig. 3-21 Balance de Masa Generador y Absorbedor .....	104
Fig. 3-22 – Diagrama de densidad de las disoluciones acuosas de bromuro de litio.....	105
Fig. 3-23 - Propiedades termodinámicas del agua .....	107
Fig. 3-24 - Propiedades termodinámicas del Agua - Entalpia Punto 1. ....	108
Fig. 3-25 - Casco y Tubo Standard. ....	112
Fig. 3-26 - Interior Casco y Tubo. ....	112
Fig. 3-27 - Distribución de Fluidos Casco y Tubo.....	112
Fig. 3-28 - Intercambiador de Placas. ....	113
Fig. 3-29 - Placas de intercambiador. ....	113
Fig. 3-30 - Configuraciones de Flujos. ....	114
Fig. 3-31 Configuraciones Térmicas.....	122
Fig. 3-32 - Transmisión de calor entre la cámara de combustión y el agua. ....	123
Fig. 3-33 – Diagrama para el valor base del coeficiente laminar para el caso N° 2. ....	130
Fig. 3-34 - Diagrama de alineación para determinar el diámetro interior equivalente para el flujo paralelo fuera de grupo de tubos. (fig. 29 Stoever, p. 126). ....	135
Fig. 3-35 – Diagrama para la obtención del valor base del coeficiente laminar para el caso N°1. ...	136
Fig. 3-36- Factor de corrección del diámetro para el caso N° 1. ....	138
Fig. 3-37 – Diagrama para la obtención del valor base del coeficiente laminar para el caso N° 1....	140
Fig. 3-38 - Diagrama de alineación para determinar el diámetro interior equivalente para el flujo paralelo fuera de grupo de tubos. (fig. 29 Stoever, p. 126). ....	143
Fig. 3-39 – Diagrama para la obtención del valor base del coeficiente laminar para el caso N°1. ...	144
Fig. 3-40 - Coeficiente Laminar para el caso 22b – Pag 142 - Stoever.....	149
Fig. 3-41 – Diagrama para la obtención del valor base del coeficiente laminar a par el Caso 6 – Pag 121 - Stoever.....	151
Fig. 3-42 - Representación PV ELITE A (Intercambiador) .....	157
Fig. 3-43 - Representación PV ELITE B (Tubo Ø4") .....	157
Fig. 3-44 - Representación PV ELITE (Casquete Ø550mm).....	158
Fig. 3-45 - Representación PV ELITE D (Tubo 16mm).....	158
Fig. 3-46 – Gráfica de temperaturas inicial y final en el Evaporador.....	162
Fig. 3-47 - Diseño de la placa porta tubos del evaporador. ....	164
Fig. 3-48 – Gráfico de variación de temperaturas inicial y final en el generador. ....	166
Fig. 3-49 - Diseño de la placa porta tubo del generador. ....	168
Fig. 3-50 – Gráfica de variación de temperaturas de fluidos participantes en el Condensador .....	170
Fig. 3-51 – Representación de un condensador aletado.....	171
Fig. 3-52 – Variación de temperaturas de fluidos participantes en el Absorbedor.....	173
Fig. 3-53 - Representación de Absorbedor.....	175

<i>Fig. 3-54 – Gráfica de ariación de temperaturas de fluidos participantes en el Recuperador.....</i>	<i>176</i>
<i>Fig. 3-55 - Válvula de Expansión - HECAM.....</i>	<i>180</i>
<i>Fig. 3-56 - Bomba centrífuga monoblock inoxidable de una etapa. ....</i>	<i>187</i>
<i>Fig. 3-57 – Representación del P&amp;ID del equipo desarrollado. ....</i>	<i>188</i>
<i>Fig. 3-58 - Fuerza resultante por a la presión de líquido en el área de los casquetes semielíptico....</i>	<i>192</i>
<i>Fig. 3-59 - Cálculo del área interior total del casquete semielíptico. ....</i>	<i>192</i>
<i>Fig. 3-60 - Cálculo del área de la brida de la tapa del casco y tubo. ....</i>	<i>195</i>
<i>Fig. 3-61 - Dimensiones generales de un cáncamo tipo hembra. ....</i>	<i>196</i>
<i>Fig. 3-62- Dimensiones geométricas del cuerpo del casco del generador. ....</i>	<i>197</i>
<i>Fig. 3-63 - Dimensiones geométricas del cuerpo del casco del evaporador. ....</i>	<i>198</i>
<i>Fig. 3-64- Distribución de fuerzas y soldaduras en el estructural superior. ....</i>	<i>200</i>
<i>Fig. 3-65 - Distribución de fuerzas y soldaduras en el estructural inferior.....</i>	<i>200</i>
<i>Fig. 3-66 – Propiedades de una soldadura considerada como una línea - Schaum.....</i>	<i>202</i>
<i>Fig. 5-1 – Proporción de costos variables .....</i>	<i>222</i>
<i>Fig. 5-2 – Proporción de Costos Fijos .....</i>	<i>224</i>
<i>Fig. 5-3 – Composición del Precio de Venta.....</i>	<i>226</i>
<i>Fig. 5-4 - Flujo de cajas. ....</i>	<i>231</i>
<i>Fig. 6-1 - Partes y componentes del Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción inferior.....</i>	<i>239</i>
<i>Fig. 6-2 - Partes y componentes del Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción superior. ....</i>	<i>240</i>
<i>Fig. 6-3 - Dimensiones generales del Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción inferior. ....</i>	<i>242</i>
<i>Fig. 6-4 - Dimensiones generales del Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción superior. ....</i>	<i>242</i>
<i>Fig. 6-5 - Principio de funcionamiento del ciclo por absorción. ....</i>	<i>244</i>
<i>Fig. 6-6 - Entradas y salidas de los agentes principales para el funcionamiento del Equipo. ....</i>	<i>245</i>
<i>Fig. 6-7 - Esquema del funcionamiento y circulación de las fuentes de frio, de calor y aire. ....</i>	<i>246</i>
<i>Fig. 6-8 - Posición de izaje de la estructura inferior. ....</i>	<i>249</i>
<i>Fig. 6-9 - Posición del izaje de la estructura superior. ....</i>	<i>250</i>
<i>Fig. 6-10 - Distancias mínimas recomendadas para la ubicación del Equipo. ....</i>	<i>252</i>
<i>Fig. 6-11 - Disposición de los equipos y separación entre ellos.....</i>	<i>253</i>
<i>Fig. 6-12 - Conexión de fan coil recomendada.....</i>	<i>254</i>
<i>Fig. 6-13 - Circuito eléctrico de comando y de potencia del Equipo. ....</i>	<i>256</i>
<i>Fig. 6-14 - Partes del tablero eléctrico del Equipo. ....</i>	<i>257</i>
<i>Fig. 6-15 - Representación esquemática del Sistema de Control del Equipo. ....</i>	<i>259</i>
<i>Fig. 6-16 - Válvula de cierre del circuito de aspiración de Bomba. ....</i>	<i>267</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2-1 - Equipos enfriadores por absorción accionadas a llama directa de gas de Yazaki.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 2-2 - Equipos enfriadores por absorción con agua caliente de Yazaki.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 2-3 - Gama de enfriadores por absorción de Broad.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 2-4 - Especificación de equipos Carrier modelo 16LJ.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 2-5 - Especificaciones de equipos Carrer modelo 16TJ.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 2-6 - Especificaciones de equipos Carrier modelo 16NK.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 2-7 - Especificaciones de operación del equipo Robur.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 2-8 - Especificaciones de equipos modulares conectadas de Robur.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 2-9 - Especificaciones de los chillers por agua caliente modelo "5G" de Thermax.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 2-10 - Especificaciones de los chillers por vapor modelo "2B" de Thermax.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 2-11 - Especificaciones de los chillers a llama directa "2V" de Thermax.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 2-12 - Especificaciones de los equipos OSMI línea EAC.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 2-13 - Especificaciones de los equipos OSMI línea EAN.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 2-14 - Especificaciones de los equipos OSMI línea EANT enfriados por aire.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 2-15 - Especificaciones de los equipos OSMI línea EANT enfriados por agua.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 2-16 - Especificaciones técnicas del modelo Alfaliq HTI de Todochiller.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 2-17 - Especificaciones técnicas del modelo Alfaliq HTS de Todochiller.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 3-1 - Comparación de Fluidos de Trabajo.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 3-2 - Presión de Saturación (Libr-H<sub>2</sub>) / Temperatura de Solución.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 3-3 - Temperatura Refrigerante / Entalpia de la Solución (LiBr).....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 3-4 - Características Refrigerante R718 (H<sub>2</sub>O).....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 3-5 - Resumen de las temperaturas y entalpías de los distintos puntos de la máquina.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 3-6 - Coeficientes de Transferencia Global Usuales (A).....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 3-7 - Coeficientes de Transferencia Global Usuales (B).....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 3-8 - Coeficientes de Transferencia Global Usuales (C).....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 3-9 - Casos de convención que no existe cambio de fase en líquidos (Tabla 7, Stoever, p84).....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 3-10 - Casos de convención que no existe cambio de fase en gases (Tabla 7, Stoever, p. 85).....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 3-11 - Casos de condensación de vapores saturados (Tabla 7, Stoever, p. 84).....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 3-12 - Casos de evaporación de líquidos (Tabla 7, Stoever, p. 84).....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 3-13 - Factor de corrección de la temperatura para el caso 2 (tabla 11 p108).....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 3-14 - Cálculo del N° de pasajes según diámetro externo del tubo.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 3-15 - Ponderación por criterios para un tubo de 1/2 pulgada.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 3-16 - Ponderación por criterios para un tubo de 3/4 pulgada.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 3-17 - Ponderación por criterios para un tubo de 1 pulgada.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 3-18 - Factor de corrección del diámetro para el caso 2 (tabla 12 p 109).....</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 3-19 - Factor de corrección del diámetro para el caso 1 (tabla 10 p 106).....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 3-20 - Propiedades físicas del acero inoxidable.....</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 3-21 - Factor de corrección de la temperatura para el caso 2 (tabla 11 p108).....</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 3-22 - Factor de corrección del diámetro para el caso 2 (tabla 12 p 109).....</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 3-23 - Factor de corrección del diámetro para el caso 1 (tabla 10 p 106).....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla 3-24 - Factor de corrección del diámetro para el caso N° 1.....</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 3-25 - Casos de condensación de vapores saturados CASO22 (Tabla 7, Stoever, p. 84).....</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 3-26 - Elección Régimen de condensación Tabla 40, Stoever Pág. 143.....</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 3-27 - Factor de corrección de la temperatura para el Caso 22b – Pág. 141 Stoever.....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 3-28 - Factor de la corrección de la altura de la superficie – Pág. 146 Stoever.....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 3-29 - Casos de convención que no existe cambio de fase en gases (Tabla 7, Stoever, p. 85).....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 3-30 - Factor de corrección de diámetro para el Caso 6 – Tabla 23 Pág. 120 - Stoever.....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 3-31 - Factor de corrección de la temperatura para Caso 6 – Pág. 119 –Tabla 22 -Stoever ...</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 3-32 - Espesores Ø20" Cuerpo / Casquete.....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 3-33 - Espesores Ø550mm Casquete Tabla 0-34 - Espesores Tubo Ø4".....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 3-35 - Espesores Tubo Ø16mm.....</i>	<i>160</i>

<i>Tabla 3-36 – Resumen de temperaturas en el evaporador.</i>	162
<i>Tabla 3-37 – Resumen de temperaturas en el generador.</i>	165
<i>Tabla 3-38 - Temperaturas de fluidos participantes en el Condensador</i>	169
<i>Tabla 3-39 - Temperaturas de fluidos participantes en el Absorbedor</i>	172
<i>Tabla 3-40 - Temperaturas de fluidos participantes en el Recuperador</i>	176
<i>Tabla 3-41 - Datos técnicos del intercambiador.</i>	177
<i>Tabla 3-42 - Forma constructiva y datos recuperador</i>	178
<i>Tabla 3-43 - Forma constructiva de las placas del intercambiador.</i>	179
<i>Tabla 3-44 - Materiales de la válvula de laminación.</i>	181
<i>Tabla 3-45 - Dimensiones, Peso y Conexión de la válvula</i>	183
<i>Tabla 3-46 – Distribución de componentes en equipo de absorción</i>	190
<i>Tabla 3-47 - Resistencia de materiales de los bulones (TAT-7 página 744)</i>	193
<i>Tabla 3-48 - Tabla de secciones de tornillos según el diámetro.</i>	194
<i>Tabla 3-49 - Cáncamos comerciales y sus dimensiones geométricas.</i>	197
<i>Tabla 5-1 Costos Directos – Indirectos / Variables - Fijos</i>	215
<i>Tabla 5-2 – Tiempo de proceso elaboracion del evaporador</i>	217
<i>Tabla 5-3 – Costo de mano de obra directo</i>	219
<i>Tabla 5-4 – Energia empleada por maquina</i>	220
<i>Tabla 5-5 – Cargo de energia</i>	221
<i>Tabla 5-6 – Costos Variables</i>	221
<i>Tabla 5-7 – Depreciación de maquinaria</i>	223
<i>Tabla 5-8 – Gastos Fijos Varios</i>	223
<i>Tabla 5-9 – Resumen Costos Fijos</i>	224
<i>Tabla 5-10 – Costos fijos y totales en la elaboración del evaporador.</i>	225
<i>Tabla 5-11 – Precio de venta</i>	226
<i>Tabla 5-12 – Proyección en 12 meses</i>	227
<i>Tabla 5-13 – Punto de equilibrio</i>	227
<i>Tabla 5-14 – Inversiones</i>	229
<i>Tabla 5-15 – Flujo de Cajas</i>	230
<i>Tabla 5-16 – Flujo de Cajas generados y acumulativos</i>	234
<i>Tabla 5-17 – Precio de competencias</i>	235

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 3-1 - Rendimiento Total Teórico en el ciclo de Absorción .....</i>	<i>87</i>
<i>Ecuación 3-2 - Balance de Energía Absorbedor .....</i>	<i>93</i>
<i>Ecuación 3-3 - Energía Absorbedor.....</i>	<i>93</i>
<i>Ecuación 3-4 - Balance de masa Generador .....</i>	<i>93</i>
<i>Ecuación 3-5 - Energía Generador .....</i>	<i>93</i>
<i>Ecuación 3-6 - Balance de energía Condensador.....</i>	<i>93</i>
<i>Ecuación 3-7 - Energía condensador.....</i>	<i>93</i>
<i>Ecuación 3-8 - Balance de energía Evaporador .....</i>	<i>93</i>
<i>Ecuación 3-9 - Energía Evaporador.....</i>	<i>93</i>
<i>Ecuación 3-10 - Potencia de Bomba de la disolución.....</i>	<i>94</i>
<i>Ecuación 3-11 - Calor de la disolución .....</i>	<i>94</i>
<i>Ecuación 3-12 - Eficiencia del recuperador.....</i>	<i>94</i>
<i>Ecuación 3-13 - Balance de masa de refrigerante en el generador .....</i>	<i>94</i>
<i>Ecuación 3-14 - Relación de caudales Generador y Absorbedor.....</i>	<i>94</i>
<i>Ecuación 3-15 - Potencias Teóricas de los componentes/intercambiadores del ciclo de absorción. ...</i>	<i>95</i>
<i>Ecuación 3-16 - Eficiencia Energética Refrigeración Teórica .....</i>	<i>95</i>
<i>Ecuación 3-17 - Aumento de la concentración .....</i>	<i>99</i>
<i>Ecuación 3-18 - Concentración en el generador .....</i>	<i>99</i>
<i>Ecuación 3-19 - Caudal teórico de Refrigerante .....</i>	<i>99</i>
<i>Ecuación 3-20 - Caudal teórico de disolución .....</i>	<i>100</i>
<i>Ecuación 3-21 - Energías Teóricas de los componentes.....</i>	<i>109</i>
<i>Ecuación 3-22 - Potencias de Intercambiadores.....</i>	<i>110</i>
<i>Ecuación 3-23 - Potencia Genérica de Intercambiadores .....</i>	<i>121</i>
<i>Ecuación 3-24 - Diferencia de temperatura media logarítmica.....</i>	<i>121</i>
<i>Ecuación 3-25 - Coeficiente de transferencia global básico.....</i>	<i>122</i>
<i>Ecuación 3-26 - Coeficiente total U.....</i>	<i>123</i>
<i>Ecuación 3-27 - Coeficiente total U. (Ecuación 27 del Stoever, p. 59). .....</i>	<i>126</i>
<i>Ecuación 3-28 – Coeficiente laminar “h”. .....</i>	<i>129</i>
<i>Ecuación 3-29 - Diámetro equivalente interno "de" (ecuación 46, p.125).....</i>	<i>135</i>
<i>Ecuación 3-30 - Cálculo de la fuerza de tracción que soporta un bulón. ....</i>	<i>191</i>
<i>Ecuación 3-31 - Cálculo de la precarga inicial para ajuste de bulones. ....</i>	<i>195</i>
<i>Ecuación 3-33 - Cálculo de la tensión de trabajo de un material solicitado a tracción. ....</i>	<i>196</i>
<i>Ecuación 3-34 - Volumen de refrigerante en el condensador.....</i>	<i>198</i>
<i>Ecuación 3-35 - Volumen de refrigerante en el condensador.....</i>	<i>199</i>
<i>Ecuación 3-36 – Tensiones normales en la sección de soldadura.....</i>	<i>201</i>
<i>Ecuación 3-37 – Tensiones tangenciales en la sección de soldadura .....</i>	<i>201</i>
<i>Ecuación 5-1 - Valor Actual Neto .....</i>	<i>232</i>
<i>Ecuación 5-2 - Tasa Interna de Retorno.....</i>	<i>233</i>
<i>Ecuación 5-3 - Payback.....</i>	<i>234</i>

## LISTADO DE ABREVIATURAS

<b>Abreviaturas</b>	<b>Descripción</b>
"	Pulgadas
\$	Pesos
%	Porcentaje
(CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub>	Etilenglicol
°C	Grados Centígrados
Abs:	Absorbedor
ASME	American Society of mechanical engineer
ASP	Aparatos Sometidos a Presión ASP
BTU	British thermal unit
CaCl <sub>2</sub>	Cloruro de Sodio
CO <sub>2</sub>	Dioxido de Carbono
Cond:	Condensador.
COP.	Coficiente de Efecto Frigorífico
D	Diámetro
de	Diámetro equivalente
dm <sup>3</sup>	Decímetros cúbicos
EPESF	Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe
Evap:	Evaporador.
F	Faraheid
F	Fuerza
FIg	Figura
FRRA	Facultad Regional Rafaela
G:	Generador
H:	Entalpia.
H <sub>2</sub> O	Agua
HP	Horse Power
hs	horas
IVA	Impuesto al valor agregado

J	Joule
K	Kelvin
k	conductividad térmica de la pared
Kcal	Kilo calorías
Kg	Kilogramos
KJ	KiloJoule
KNO <sub>3</sub>	Nitrato de Potasio
KOH	Hidróxido de Potasio
kPa	KiloPascales
KW	KiloWatts
Kwh	Kilowatts hora
Li <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Cromato de Litio
Li <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	Molibdato de litio
LiBr	Bromuro de Litio
LiNO <sub>3</sub>	Nitrato de litio
lts	Litros
m <sup>2</sup>	metros cuadrados
mA	Miliamperes
MAWP	(Maximum allowable operating pressure)
Md	Caudal masico disolución
MDMT	(Minimal Design Metal Temperature)
Min	Mínimo
<i>k</i>	
mm	Milímetro
Mr	Caudal masico de refrigerante
mts	Metros
N°	Numero
NaOH	Hidróxido de Sodio
NH <sub>3</sub> :	Amoniaco
Ø	Diámetro

P&ID	Piping and instrumentation diagram
PAMI	Programa de Atención Médica Integral
PMI	Identificación positiva de materiales
PQR	Procedure Qualification Records
PSI	Libras por pulgada cuadrada
PWHT	Post Weld Heat treatment
Q	Potencia
QAbs:	Calor de absorbedor
Qcond	Calor de condensación
QEvap:	Calor de evaporador.
QG:	Calor de generador
QR	Calor de recuperador
R22	clorodifluorometano
R-717	Amoniaco
s	segundo
Sol	Solución
TIR	Tasa interna de retorno
U	Coefficiente de transferencia global
UOM	Unión Obrera Metalúrgica
USD	Dólares
VAN	Valor actual neto
W	Régimen de condensación
Wb	Potencia bomba de disolución
WPS	Welding Procedure Specification
Xra	Concentración en refrigerante que circula por el absorbedor
Xrg	Concentración en refrigerante que circula por el generador
$\Delta$	Delta o variación
$\varepsilon$	Eficiencia
$\rho$	Densidad
<i>Pa</i>	Pascales



## **1. INTRODUCCIÓN**

### ***1.1. Justificación del tema elegido***

La escasez de los recursos energéticos a nivel mundial ha establecido un paradigma del uso racional y eficiente de la energía. Asimismo, el nuevo contexto energético y tarifario de la República Argentina y especialmente de nuestra área de influencia obliga a los sectores industriales a trabajar en la gestión eficiente de la energía de sus empresas.

En este marco y a sabiendas que Rafaela y la Región, presenta rasgos industriales distintivos, con un alto porcentaje de industrias que requieren en sus procesos equipos de refrigeración o bien para la climatización de sus oficinas.

El presente proyecto se basa en la generación de agua helada-fría a partir de un equipo de enfriamiento por absorción, es decir, un ciclo de refrigeración que aprovecha la energía de los calores residuales de las industrias con un mínimo consumo eléctrico, los cuales tienen como característica particular la de ser tirados al ambiente sin un aprovechamiento máximo de su energía. El equipo para desarrollar no solo apunta a satisfacer, de manera ecológica, una necesidad de las actividades industriales de la provincia de Santa Fe también busca ganar mercados en otras zonas del país, que reúna industrias con liberación de calores aprovechables. A sabiendas, que los clientes-usuarios de este tipo de equipos desean: i- disponer de agua helada-fría necesaria para sus procesos, ii- con intereses de reducir su demanda eléctrica, iii- de bajo costo de reparación y mantenimiento y, iv- introducirse al interés nacional sobre una matriz de eficiencia energética; se replantea la reingeniería de estos equipos con la premisa de adaptarlos a un consumo eléctrico menor aprovechando un excedente de energía que no tienen un fin directamente útil. El trabajo comprende, realizar estudios de equipos convencionales de enfriamiento de agua para el diseño de un equipo con las mismas prestaciones generada por ciclo de absorción.

Como principal innovación, mencionamos lo novedoso que resulta este tipo de equipos para nuestra región y, la adaptación a requerimientos de las industrias regionales. Además, plantea nuevos paradigmas a las industrias regionales en cuánto a repensar el aprovechamiento de todas las energías que se tienen hoy en día para un aumento de la eficiencia energética.

El ciclo de absorción presenta una alternativa de carácter eficiente, ecológico e innovativa por su bajo consumo eléctrico en comparación a los equipos convencionales de refrigeración.

Este proyecto cuenta con el apoyo de la empresa FRIO-RAF S.A., ubicada en la ciudad de Rafaela, empresa Argentina líder en la instalación de plantas de refrigeración industrial y fabricación de condensadores, compresores, evaporadores, recipientes de intercambio de calor, a través del Ing. Germán Parola, con además una relación estrecha hacia la UTN Farra. La empresa manifiesta su interés en colaborar porque apoya tecnologías en cuestiones de ahorros energéticos y medioambientales. También se cuenta con la colaboración del Ing. Esteban Botta para el planteo de la situación problemática que se aborda.

Debemos mencionar que se apunta a un mercado regional, y en un futuro un producto

con proyección internacional. El estudio de mercado a realizar contempla esta mirada.

El proyecto se enmarca en la normativa reglamentaria de la materia “Proyecto Final”, de la carrera de grado Ingeniería Electromecánica, ya que se aplican contenidos adquiridos durante el cursado de la carrera.

## ***1.2. Fundamentación del tema elegido***

En la actualidad los equipos que generan mayor consumo y facturación de energía eléctrica son aquellos que utilizan sistemas de compresión mecánica activados por fuente de energía eléctrica, los cuales generalmente están presentes en refrigeradores, aires acondicionados, enfriadores de agua, entre otros. En contraparte, la aplicación de equipos de enfriamiento utilizando ciclo de absorción es una alternativa factible para disminuir el consumo y facturación de energía eléctrica.

Un equipo enfriador genera agua helada y son utilizados en diferentes aplicaciones tanto en el aire acondicionado o en la industria, en ambos campos de aplicación se genera calor o lo que se conoce como carga térmica, este calor debe de ser removido. El medio más eficiente para remover este calor es el agua, durante mucho tiempo se utilizó el agua de suministros naturales como son ríos, lagos, cisternas y el agua que llega por medio de tuberías, pero hoy en día este recurso se ha vuelto escaso y caro, además de la contaminación que se le añade durante su uso.

Son principalmente empleados en el enfriamiento de agua para los sistemas de enfriamiento de la maquinaria industrial, en enfriamiento de agua de proceso y para suministro de agua fría en sistemas de aire acondicionado, entre otros. Dentro de las industrias, el empleo de un refrigerante es condición necesaria para los diferentes procesos de fabricación, como ser industrias alimenticias, químicas, de inyección, impresión, bebidas, metalmecánicas, etc.; o por solo el mero hecho de poder climatizar un ambiente que mejore el bienestar de las personas que trabajan allí.

Existe una gran diversidad de métodos de generación de frío, los cuales en su mayoría están basados en la extracción de calor de un cuerpo o un espacio por intermedio de la absorción de este por un fluido (refrigerante).

El ciclo de absorción del equipo de enfriador de líquido se conforma, a diferencia de los equipos convencionales de compresión, por un generador, condensador, válvula de expansión, evaporador y absorbedor.

El ciclo termodinámico de enfriamiento por absorción, al igual que el de compresión, se basa en la necesidad del fluido usado como refrigerante de obtener calor del líquido a enfriar para poder pasar del estado líquido al de vapor al reducirse la presión a la que está sometido. En los equipos de refrigeración, el fluido en estado líquido se encuentra a más alta presión en el condensador y se le hace fluir al evaporador a baja presión donde obtiene de su entorno el calor necesario para poder evaporarse. Este refrigerante en estado vapor se devuelve a alta presión al condensador donde se le sustrae el calor que ha obtenido volviendo al estado líquido para empezar de nuevo el ciclo. Con ello se logra el objetivo de sacar calor de un espacio, el evaporador, enfriándose, para disiparse en otro, el condensador.

Mientras que, en el ciclo de compresión, la circulación del fluido y el efecto de la presión se obtiene con un compresor mecánico, en el ciclo de absorción ello se logra aportando calor al generador donde el refrigerante está mezclado con otro fluido denominado absorbente cuya función es absorber el vapor en la zona de baja presión para poder devolverlo en forma líquida al generador. Este calor aportado al generador es proveniente de las fuentes de calor residuales de la industria para su aprovechamiento y mejora de la eficiencia.

El agua helada generada fluye por la tubería de salida del equipo y puede ser utilizada tanto para refrigerar aceites en máquinas herramientas, para climatizar ambientes laborales, o cualquier otro uso donde se requiera agua helada.

Para nuestro caso de estudio, se plantea el diseño y desarrollo de un equipo enfriador de líquido por absorción utilizando calor residual proveniente de vapor, agua caliente u otras fuentes de calor presentes en la industria, para conducir el ciclo de refrigeración, con el fin de producir agua helada consumiendo un bajo nivel de electricidad para entre otros, hacer funcionar la bomba del equipo.

### ***1.3. Objetivo general***

Proponer un equipo de enfriamiento de líquido por absorción utilizando el calor residual existente en las industrias para conducir el ciclo de refrigeración y que brinde una solución de eficiencia energética en la producción de agua helada consumiendo un bajo nivel de electricidad.

### ***1.4. Objetivos específicos***

- Diseñar un sistema que funcione por ciclo de absorción utilizando calor residual.
- Presentar el ó los modelos de máquinas teóricos obtenidos.
- Diseñar un equipo para funcionar convenientemente en las industrias de la provincia de Santa Fe.
- Respetar la normativa referente a: Higiene, Seguridad y Medio Ambiente: nacionales, regionales e internacionales.
- Respetar toda normativa y reglamentación inherente a esta clase de equipos.
- Realizar un estudio de factibilidad técnico-económica, atendiendo a todos los aspectos relacionados para dicha meta (estudio de mercado, ubicación, proveedores, infraestructura, maquinarias, recursos, etc.).

### **1.5. Referencia bibliográfica**

- Mireles J. Damián U., Herrera S. Manuel, Murillo V. Ismael, León V. Rafael, Oroz G. Gilberto (2010). “Simulación y Comparación Energética de un Sistema de Enfriamiento por Ciclo de Absorción”. *Revista de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación*, Vol. 8 No. 1.
- Kohlenbacha, P.; Zieglerb, F. (2008). “A dynamic simulation model for transient absorption chiller performance. Part I: The model”. *ScienceDirect*, Vol. 31, pp 217-225.
- Kohlenbacha, P.; Zieglerb, F. (2008). “A dynamic simulation model for transient absorption chiller performance. Part II: Numerical results and experimental verification”. *ScienceDirect*, Vol. 31, pp 226-233.
- Sun, J.; Fu, L.; Zhang, S. (2012). “A review of working fluids of absorption cycles”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16, pp. 1899–1906.
- Shin, Y.; Seo, J. A.; Cho, H. W.; Nam, S. C.; Jeong, J. H. (2009). “Simulation of dynamics and control of a double-effect LiBr–H<sub>2</sub>O absorption chiller”. *Applied Thermal Engineering*, Vol. 29 pp. 2718–2725.

## **2. CONDICIONES DE MARCO**

### **2.1. Estado de Arte**

#### **2.1.1. Descubrimiento del principio de Absorción**

El ciclo de absorción no es un descubrimiento reciente. Sus antecedentes pueden situarse en 1755, cuando el escocés William Cullen consiguió obtener una pequeña cantidad de hielo en una campana donde mantenía una presión reducida.

Poco después, en 1777, otro escocés, Gerald Nairne, introducía ácido sulfúrico en la campana de Cullen, de manera que el vapor de agua fuera absorbido por este, dejando espacio para permitir una mayor evaporación de agua.

Algo más tarde, en 1810, John Leslie coloca dentro de la campana bajo vacío, un recipiente con el agua a evaporar y en el fondo otro recipiente con el ácido sulfúrico, logrando una producción de 3 kg de hielo por hora.

Pero es finalmente el francés Ferdinand Carré, quién construye y comercializa la primera máquina de absorción, destinada principalmente a la fabricación de hielo, utilizando amoníaco como refrigerante y agua como absorbente. Esta máquina fue patentada en 1859 y obtuvo el premio de la Exposición Universal de Londres de 1862. En 1875 el buque Paraguay, equipado con máquinas de Carré, transportó por primera vez carne congelada desde Buenos Aires hasta el puerto de Le Havre.

#### **2.1.2. Primeras aplicaciones comerciales**

La refrigeración por absorción es una de las varias tecnologías existentes para hacer frío a partir de una fuente de energía térmica, y es una de las más extendidas. Existen máquinas de refrigeración por absorción desde el siglo XIX y a lo largo del siglo XX se han consolidado varios fabricantes de máquinas de media / gran capacidad (más de 100 kW)

Las primeras aplicaciones industriales de los principios termodinámicos de la absorción de un vapor por un líquido, con el fin de conseguir la refrigeración de otro líquido, datan de los primeros años 30, del pasado siglo. La comercialización a mayor escala de plantas frigoríficas de absorción con ciclo amoníaco-agua comienzan en los 40 y la puesta en el mercado de las primeras plantas con ciclo agua-bromuro de litio tiene lugar a principio de los 50.

Hoy, países como Japón y Estados Unidos han desarrollado este tipo de tecnología para aplicaciones de refrigeración en grandes edificios y salas. Más abajo se detallarán equipos que se comercializan hoy en día por varias empresas multinacionales.

#### **2.1.3. Patentes**

Como se ha visto, desde el siglo XX ya existen máquinas sobre refrigeración por absorción.

Con al avance del tiempo y de la tecnología, y con una sociedad consciente del daño de la capa de ozono y los gases de efecto invernadero, entre los años 1975 y 1990 dos grandes empresas han hecho grandes avances en materia de la absorción: Hitachi Ltd y Yazaki Corporation.

Publication number	Priority date	Publication date	Assignee	Title
US3964273A *	1975-02-13	1976-06-22	Arkla Industries, Inc.	Compact absorption refrigeration apparatus
US4014183A	1974-07-02	1977-03-29	Yazaki Sogyo Kabushiki Kaisha	Absorption refrigerator of natural circulation type
US4563882A	1984-06-20	1986-01-14	Hitachi, Ltd.	Air cooling type absorption cooler
EP0216629A2	1985-09-24	1987-04-01	Yazaki Corporation	Air-cooled absorption type water cooling/heating apparatus
US4655053A	1984-12-19	1987-04-07	Hitachi, Ltd.	Air-cooled absorption refrigeration system
US4691528A	1985-08-15	1987-09-08	Yazaki Corporation	Air-cooled absorption type water cooling/heating apparatus
JPS6365257A	1986-09-05	1988-03-23	Yazaki Corp	Air cooling type absorption water chiller and heater
US4746830A	1986-03-14	1988-05-24	Holland William R	Electronic surveillance and identification
US4748830A	1986-02-28	1988-06-07	Hitachi, Ltd.	Air-cooled absorption heating and cooling system
US4791790A	1987-12-24	1988-12-20	Yazaki Corporation	Air-cooled absorption-type water cooling and heating apparatus
EP0317048A1	1987-11-19	1989-05-24	Yazaki Corporation	Air-cooled absorption type cooling/heating water generating apparatus
US4841744A	1987-01-19	1989-06-27	Hitachi, Ltd.	Double effect air cooled absorption refrigerating machine
JPH02251007A	1989-03-24	1990-10-08	Ricoh Co Ltd	Pyrolysis device for semiconductor manufacturing gas
JPH0391664A	1989-09-01	1991-04-17	Hitachi Ltd	Air-cooled absorption type heating and cooling equipment
JPH03105177A	1989-09-18	1991-05-01	Hitachi Ltd	Air-cooled absorption type water cooling and heating machine
US5027616A	1988-08-09	1991-07-02	Yazaki Corporation	Air-cooled absorption type cooling and heating apparatus

*Fig. 2-1 - Patentes en Google sobre equipos con Absorción entre 1975 y 1988.*

En el año 1999, la empresa ClimateWell ha patentado la “Maquina de absorción de doble efecto enfriada por aire y alimentada por el calor de los gases de escape de motores térmicos y su procedimiento de aplicación para climatización” (Recuperado el 25 de Febrero de 2020, de <https://patents.google.com/patent/ES2159250B1/es>), con el fin de obtener gases de escape de un auto y poder climatizar el habitáculo del mismo a través de éste equipo patentado.

#### **2.1.4. Ventajas respecto a los equipos convencionales**

Los equipos enfriadores de agua por ciclo de absorción tienen algunas ventajas respecto a los equipos convencionales con compresor eléctrico. A continuación, se enumeran las mismas:

1) Máximo ahorro energético.

Estos quipos en vez de electricidad utilizan energía térmica, en forma de agua caliente que puede proceder de fuentes de calor residual o fuentes de calor gratuitas como la captada de la radiación solar.

2) Respetuosos del medio ambiente.

Los grupos de refrigeración por absorción utilizan agua como refrigerante, elemento totalmente inocuo frente a los fluidos fluorados de los sistemas convencionales. Además, al no existir combustión no emiten CO<sub>2</sub> ni ningún elemento contaminante. Dado su escaso consumo eléctrico, evitan la contaminación que se podría emitir en la generación eléctrica necesaria para el funcionamiento de los equipos eléctricos que sustituye.

3) Bajo consumo eléctrico.

Como el ciclo funciona con energía térmica, el consumo eléctrico se reduce exclusivamente al de los dispositivos de circulación y control. Esto lo convierte en un equipo altamente eficiente eléctricamente.

4) Elevada confiabilidad de disponibilidad de máquina.

Dado el reducido número de elementos mecánicos en movimiento que intervienen en estos equipos, les confiere una gran fiabilidad, aumentando su larga vida sin pérdida de eficiencia.

5) Equipos son compactos y puede ser instalados al exterior.

El diseño compacto de estos equipos y el hecho de estar contruidos generalmente para poder ser instalados a la intemperie, facilitan en gran manera su implantación ya que pueden colocarse en espacios pequeños y de escasa utilidad.

6) Son más silenciosos.

Los equipos por ciclo de absorción son extremadamente silenciosos debido a la ausencia de partes mecánicas en movimiento, contrariamente a lo que sucede con los sistemas tradicionales de refrigeración.

#### **2.1.5. Definición de enfriadores**

Un equipo enfriador de líquido también es conocido comercialmente como chiller. La misión de estos equipos es enfriar agua para refrigerar aceites hidráulicos industriales en máquinas, agua de procesos industriales, agua para fan coils destinados a aires acondicionados y otros fines más.

A su vez, los equipos enfriadores o chiller requieren para la generación de agua fría la extracción de calor. Esto puede ser de dos formas: por agua o por aire. Los equipos enfriados por agua suelen tener un tanque de almacenamiento de agua o bien un caudal de agua circulando en circuito cerrado o abierto. A su vez, los equipos por aire poseen uno o más ventiladores para la circulación de aire forzado.

Existen distintos tipos de chiller según su principio de funcionamiento:

1) Compresión mecánica por:

- a. Tornillo,
- b. Pistón,
- c. Scroll,
- d. Centrifugo

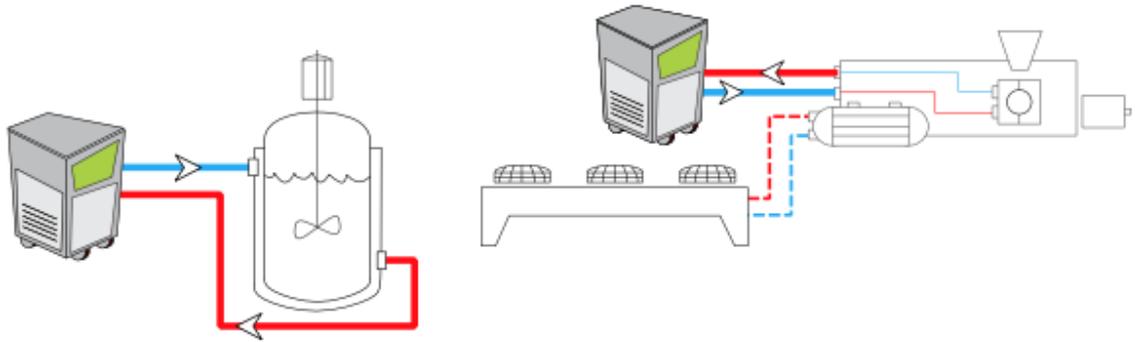
2) Compresión por Absorción.

Éste último tipo de compresión será el motivo de estudio del presente trabajo.

#### **2.1.6. Tipos de aplicaciones de enfriamientos**

Según el tipo de proceso o de necesidad, los chillers pueden estar relacionados a la carga térmica a enfriar de distintas formas, como se enumeran a continuación.

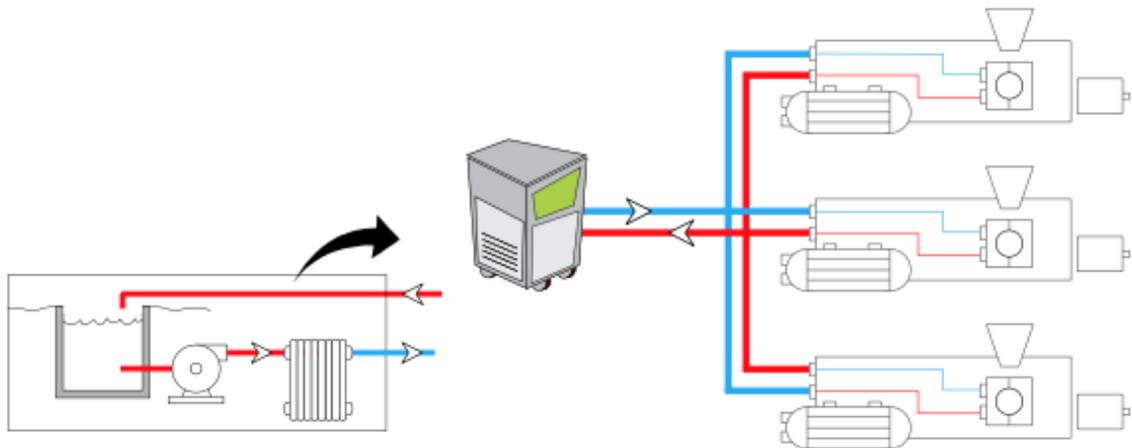
1) Enfriamiento individual monocarga: único chiller con su tanque y su bomba alimentando una única carga térmica.



*Fig. 2-1 - Diagrama del enfriamiento individual monocarga.*

Como ventaja, es uno de los sistemas más económicos para enfriamiento de cargas y de rápida instalación con mangueras en un corto tiempo. Como desventaja, no es un sistema flexible: no puede crecer por conexión en paralelo de más chillers, sino que cada nuevo chiller deberá alimentar a las nuevas cargas térmicas que vayan apareciendo, sin compartir aguas.

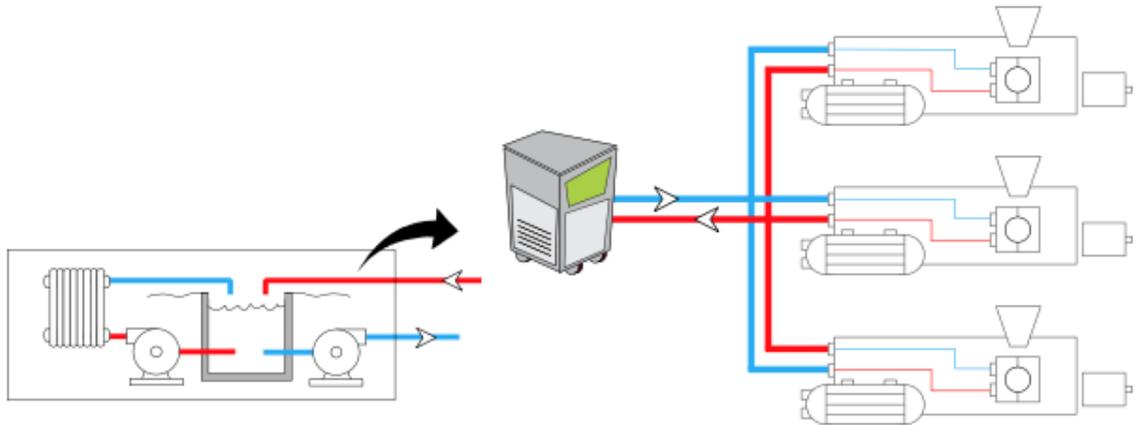
2) Enfriamiento individual multicarga: un único chiller con su tanque y su bomba alimentando varias cargas térmicas a la vez. El caudal a través del chiller puede variar mucho lo que no es conveniente. Resulta necesario instalar un bypass a la salida del chiller.



*Fig. 2-2 - Diagrama del enfriamiento individual multicarga.*

Este sistema comparte mismas ventajas y desventajas que el monocarga, al ser los dos del tipo enfriamiento individual.

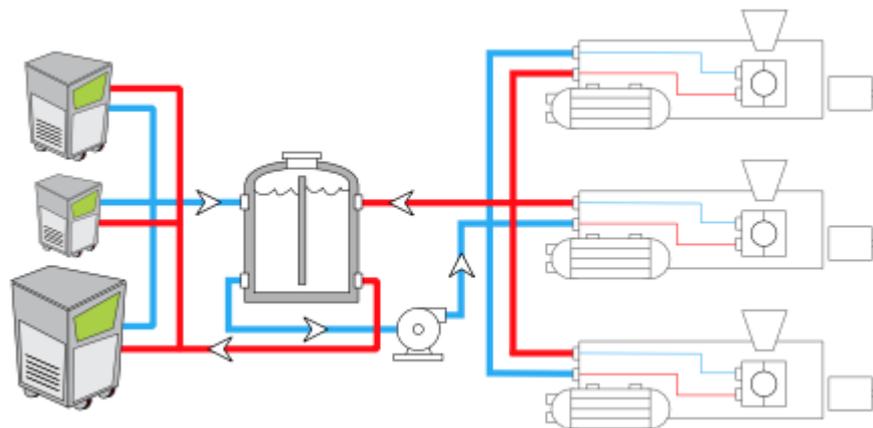
3) Enfriamiento individual con doble circuito: único chiller con su tanque y dos circuitos, uno que recircula el agua por el interior del chiller mediante una bomba interna, y otra bomba externa que envía el agua hacia la carga térmica. Ésta última debería ser diseñada exclusivamente de acuerdo con las características de la carga térmica.



*Fig. 2-3 - Diagrama del enfriamiento individual con doble circuito.*

Como ventaja, el chiller no se ve influenciado por lo que el operador haga sobre el caudal externo. Además, sigue sin ser un sistema flexible debido a que es individual a la carga térmica, pero es una mejor solución que las anteriores.

4) Enfriamiento central: es el mejor de todos los sistemas de enfriamiento.



*Fig. 2-4 - Diagrama del enfriamiento central.*

De esta forma, el o los chillers no se ven influenciados por lo que pase con la carga térmica, por lo que es altamente flexible, es decir, se pueden instalar chillers en paralelo a medida que vaya siendo necesario. La gran desventaja es que es una instalación costosa, aunque se hace una única inversión y luego se van conectando las nuevas cargas térmicas.

5) Enfriamiento de agua perdida: es un circuito abierto, donde el agua se enfría y se usa en el proceso.

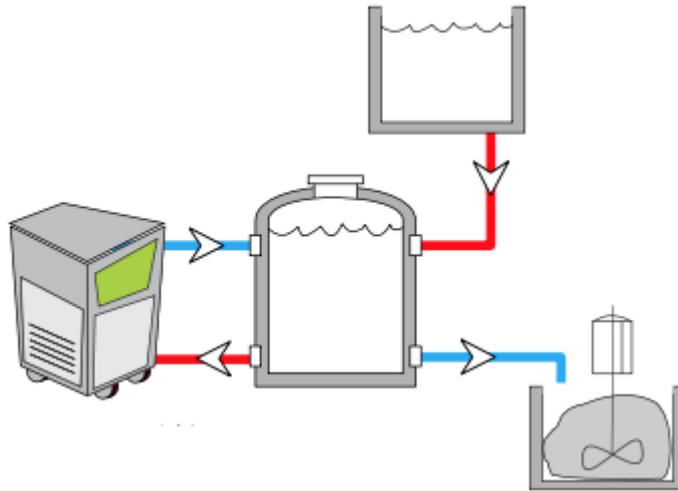


Fig. 2-5 - Diagrama del enfriamiento de agua perdida.

Se utiliza cuando no existe otra forma de enfriar, pero presenta muchas desventajas. Principalmente es necesario una reposición permanente de agua que puede producir incrustaciones en las cañerías del equipo. Además, el chiller siempre debe operar con el tanque lleno, no se puede quedar sin agua, lo que implica una delicada automatización de la operación de ciclo de carga, descarga y enfriamiento.

6) Enfriamiento con desvinculación hidráulica: este esquema de conexión se utiliza cuando se tienen características hidráulicas muy distintas entre el chiller y proceso. Es decir, la hidráulica requerida por el chiller se ve completamente independizada de los requerimientos hidráulicos del proceso como ser muy alta la presión de la bomba de proceso, muy alto caudal o muy bajo, o inclusive bomba de proceso detenida.

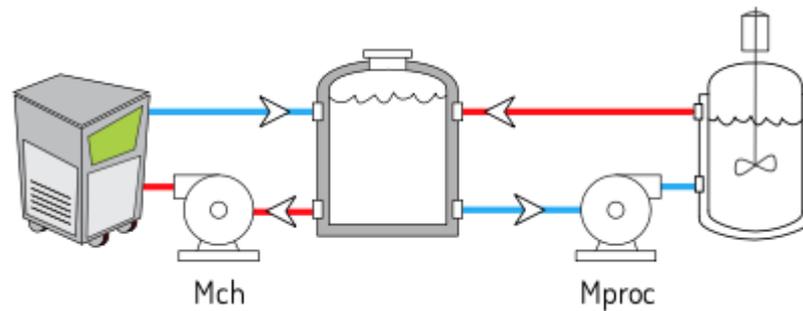


Fig. 2-6 - Diagrama del enfriamiento con desvinculación hidráulica.

7) Enfriamiento con retorno por gravedad: los procesos que se abren a la presión atmosférica necesitan que el agua sea impulsada para recircular. Esto se puede producir con dos bombas, o con una más la gravedad.

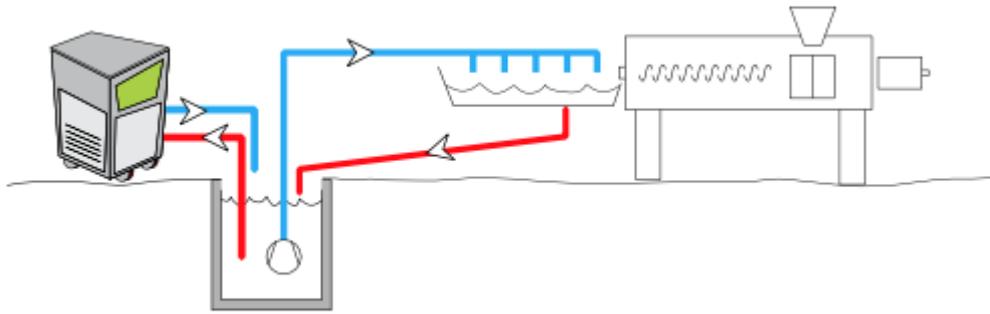


Fig. 2-7 - Diagrama del enfriamiento con retorno por gravedad.

Como ventaja, el chiller no se ve influenciado por el caudal del lado de la carga térmica, aunque el sistema con tanque cisterna podría descebarse si baja el nivel de líquido.

8) Enfriamiento indirecto: es el sistema ideal para los procesos que manejan sustancias que no pueden ser enfriadas directamente por pasaje a través del evaporador del chiller como ser, agua de mar, sustancias químicas, aceites, etc.

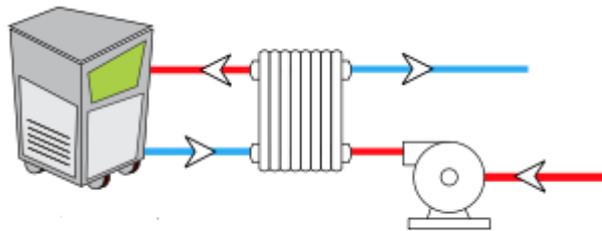


Fig. 2-8 - Diagrama del enfriamiento indirecto.

9) Enfriamiento con alta pérdida de carga en proceso – bypass: cuenta con una modificación en el circuito que deriva el caudal para que el chiller no salga de servicio cuando el proceso tiene una gran pérdida de carga, por ejemplo, por conductos pequeños.

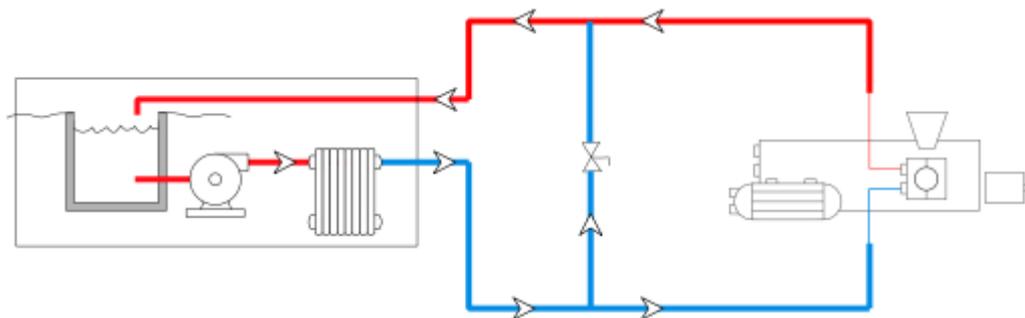


Fig. 2-9 - Diagrama del enfriamiento con alta pérdida de carga en proceso - bypass.

10) Enfriamiento de agua a alta temperatura: para procesos que requieran agua para enfriamiento a temperaturas mayores a 25 °C. Para solucionar esto, se emplea el circuito hidráulico de la ilustración.

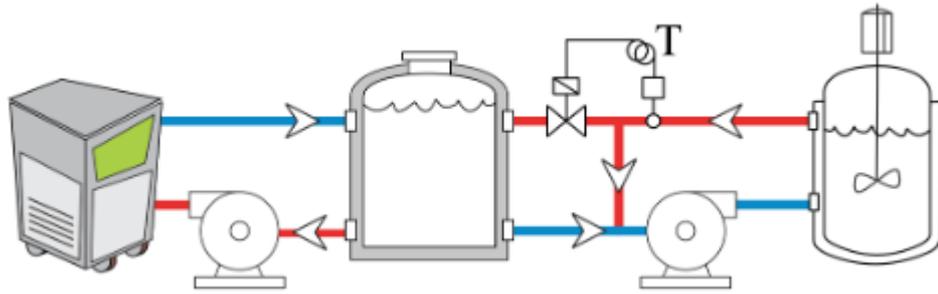


Fig. 2-10 - Diagrama del enfriamiento de agua a alta temperatura.

El principal inconveniente es el costo del sistema por la adición de otros componentes en la conexión.

11) Enfriamiento con dos temperaturas de agua mediante un solo chiller: útil cuando hay que enfriar dos o más procesos a diferentes temperaturas. Se utiliza un chiller que se conoce como “chiller de 2 zonas”, ya que tiene dos salidas a distintas temperaturas de agua.

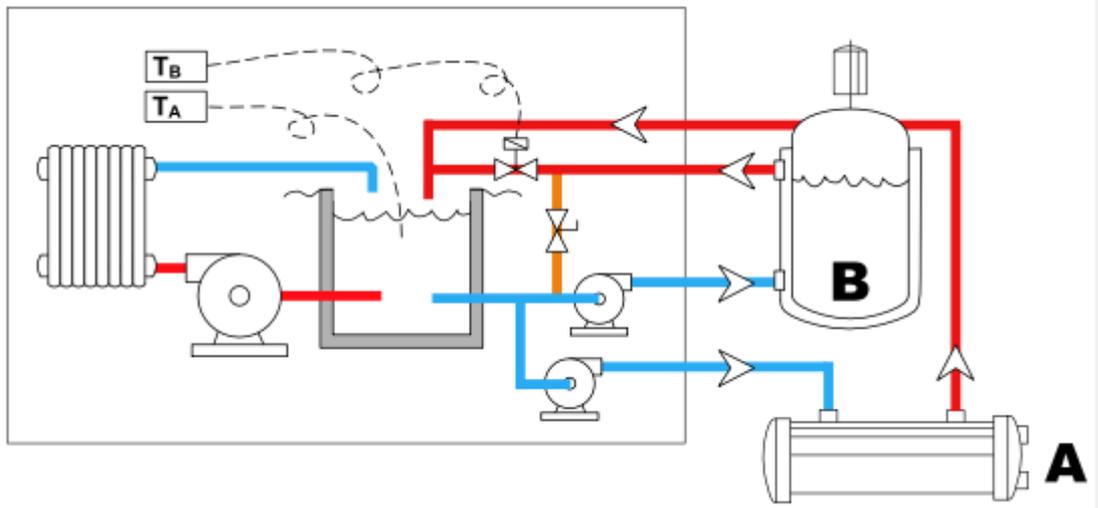


Fig. 2-11 - Diagrama del enfriamiento de dos temperaturas de agua con un solo chiller.

12) Enfriamiento a través de un módulo de conexión hidráulica: utilizado cuando los procesos tienen caudales variables debido a la variación de cargas térmicas, o bien cuando los caudales son distintos a los brindados por los chillers conectados.

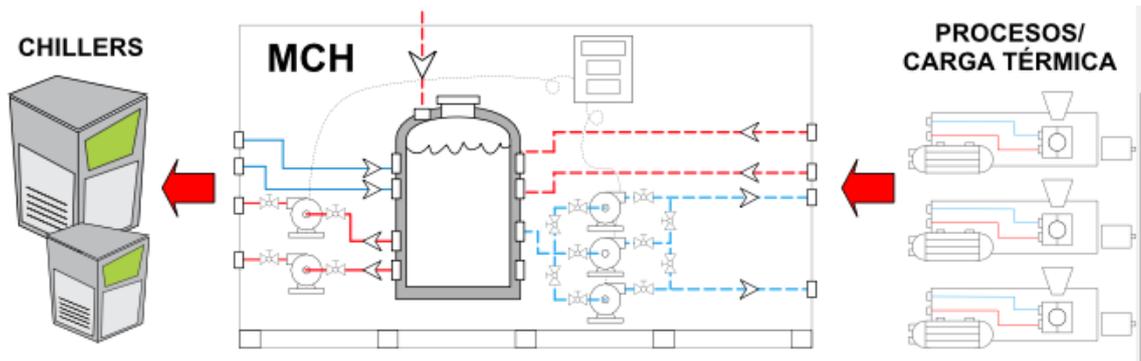


Fig. 2-12 - Diagrama del enfriamiento a través de un módulo de conexión hidráulica.

Este tipo de circuito soluciona completamente la distribución hidráulica, aunque el costo de la instalación es elevado.

### **2.1.7. Equipos comerciales actuales**

En este punto y con el objetivo de estudiar qué se está ofreciendo actualmente en el mercado, se hará una presentación de las diferentes empresas a nivel mundial que ofrecen algún tipo de equipo enfriador de agua por ciclo de Absorción, así como cuáles son las fuentes de energía que utilizan para el funcionamiento del ciclo, rangos de potencias que se comercializan y otras características técnicas como caudales, temperaturas, etc.

#### **2.1.7.1. Por ciclo de Absorción**

- Yazaki

El grupo Yazaki, de origen japonés, es una “compañía reconocida a nivel mundial por haber desarrollado el primer sistema de aire acondicionado con energía solar térmica del mundo en 1974” (Yazaki, recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.yazaki-group.com/global/>).



*Fig. 2-13 - Logo de la empresa Yazaki.*

Yazaki comercializa dos tipos de equipos: los que el cliente le introduce directamente agua caliente para su funcionamiento o bien, con llama directa de gas natural donde genera su propia agua caliente para el ciclo de absorción.



*Fig. 2-14 - Equipo enfriador de líquido por agua caliente de Yazaki.*

Los equipos por llama directa tienen un rango de 105 a 703 kW de capacidad frigorífica, mientras que los de agua caliente son de menor potencia, y van desde 17.6 a 176kW. Ofrecen agua de refrigeración a 7 °C entrando a 12 o 12,5 °C.

A continuación, se muestran las tablas del catálogo de Yazaki:

Tabla 2-1 - Equipos enfriadores por absorción accionados a llama directa de gas de Yazaki.

			Unidad de medida	MODELOS									
				CH-KG30	CH-KG40	CH-KG50	CH-KG60	CH-KG80	CH-KG100	CH-MG150	CH-MG200		
Capacidad frigorífica			kW	105,0	141,0	176,0	211,0	281,0	352,0	527,0	703,0		
Capacidad en calefacción			kW	86,0	115,0	143,0	172,0	229,0	286,0	429,0	572,0		
Agua refrigerada o calentada	Temperatura agua refrigerada	entrada	°C	12,5						12,0			
		salida	°C	7,0									
	Temperatura agua calentada	entrada	°C	50,7						56,0			
		salida	°C	55,0						60,0			
	Pérdida de carga evaporador		kPa	70,1						86,4	97,1	86,0	
	Presión estática máxima		kPa	588,0						785,0			
Caudal de agua		l/s	4,6	6,1	7,6	9,2	12,2	15,3	25,2	33,6			
Volumen de agua contenido		l	69	87	111	127	241	306	180	260			
Calor a disipar			kW	191,0	255,0	319,0	383,0	510,0	638,0	892,0	1190,0		
Agua de enfriamiento (torre)	Temperatura	entrada	°C	29,5						34,6			
		salida	°C	35,5						40,6			
	Pérdida de carga absorb./cond.		kPa	75,5						97,1	70,1	102,6	65,0
	Presión estática máxima		kPa	588,0						785,0			
	Caudal de agua		l/s	7,6	10,2	12,7	15,2	20,3	25,4	41,6	55,4		
Volumen de agua contenido		l	145,0	180,0	235,0	296,0	411,0	534,0	430,0	580,0			
Combustible	Tipo de combustible			Gas Natural o GLP									
	Consumo de combustible	Refriger.	kW	86,0	115,0	144,0	173,0	231,0	345,0	440,0	586,0		
		Calefac.	kW	86,0	115,0	144,0	173,0	231,0	345,0	517,0	689,0		
Electricidad	Alimentación de potencia			400 Vac / 50Hz / 3 Fases + neutro									
	Consumo	Refriger.	W	800	1.200	1.250	1.600	1.800	3.000	3.100	3.400		
		Calefac.	W	800	1.200	1.250	1.600	1.800	3.000	3.100	3.400		
	Control	Refriger.		Alta llama (100%), baja llama (70%), Nada						Control proporcional 25-100%			
Calefac.			Alta llama (100%), baja llama (70%), Nada						Control proporcional 30-100%				
Datos constructivos	Quemador	Tipo		Mecánico de aire forzado									
		Ignición		Chispa eléctrica intermitente									
		Detección de llama		Por electrodo de ionización									
	Dimensiones	Ancho	mm	1.460			1.780		1.840		1.862	1.962	
		Fondo	mm	1.630			1.870		1.990		3.663	3.735	
		Alto	mm	2.045 (2.440)					2.435 (2.820)		2.240 (2.763)	2.480 (3.000)	
Peso en vacío		kg	1.714	1.967	2.506	2.773	3.400	3.900	5.600	6.500			
Color y acabado exterior			Chapa de acero galvanizado pintada en caliente color plateado										
Tubos conexión	Agua refrigerada		DN 50	DN 65		DN 80	DN 80	DN 100		DN 125	DN 125		
	Agua enfriamiento (torre)		DN 65	DN 80		DN 80		DN 125		DN 150	DN 150		
	Alimentación de gas		DN 40	DN 50									

Tabla 2-2 - Equipos enfriadores por absorción con agua caliente de Yazaki.

			Unidad de medida	MODELOS					
				WFC-SC5	WFC-SC10	WFC-SC20	WFC-SC30	WFC-SC50	
Capacidad frigorífica			kW	17,6	35,2	70,3	105,0	176,0	
Agua refrigerada	Temperatura agua refrigerada	entrada	°C	12,5					
		salida	°C	7					
	Pérdida de carga evaporador		kPa	56	51,0	59,8	60,8	35,9	
	Presión estática máxima		kPa	588					
	Caudal de agua		l/s	0,77	1,53	3,06	4,58	7,64	
Volumen de agua contenido		l	8	17	47	73	120		
Calor a disipar			kW	42,7	85,4	171,0	256,0	428,0	
Agua de enfriamiento para disipación calor	Temperatura	entrada	°C	31,0					
		salida	°C	35,0					
	Pérdida de carga absorb./cond.		kPa	41	85,3	45,3	46,4	37,4	
	Factor ensuciamiento		kW/h/K/m <sup>2</sup>	0,086					
	Presión estática máxima		kPa	588					
	Caudal de agua		l/s	2,5	5,1	10,2	15,3	25,6	
Volumen de agua contenido		l	37	66	125	194	335		
Potencia calorífica a la entrada			kW	25,1	50,2	100,0	151,0	252,0	
Energía en forma de agua caliente al generador	Temperatura	entrada	°C	88					
		salida	°C	83					
		rango	°C	70 - 95					
	Pérdida de carga en generador		kPa	88	82,2 + 10%	38,2 + 10%	48,1 + 10%	86,7	
	Presión estática máxima		kPa	588					
Caudal de agua		l/s	1,2	2,4	4,8	7,2	12,0		
Volumen de agua contenido		l	10	21	54	84	170		
Electricidad	Potencia suministro			Mono 220V		380V c.a. - III - 50Hz			
	Consumo	W	48	210	260	310	550		
	Intensidad	A	0,23	0,43	0,92	1,25	4,74		
Control			Refrigeración	Todo - nada					
Dimensiones	Ancho		mm	594	760	1.060	1.380	1.780	
	Fondo		mm	744	970	1.220	1.520	1.960	
	Alto (incluidas placas fijación)		mm	1736	1.920	2.030	2.065	2.135	
Peso	En vacío		kg	365	500	930	1.450	2.400	
	En carga		kg		600	1.155	1.800	3.025	
Acústica			Nivel sonoro	dB(A)		46	49	52	54
Sección tubos agua	Agua refrigerada			DN-32	DN-40	DN-50		DN-80	
	Agua enfriamiento (torre)			DN-40	DN-50		DN 65	DN-80	
	Agua caliente generador			DN-40		DN-50	DN-65	DN-80	

- Broad Group

La empresa BROAD Air Conditioning Co. Ltd. Tiene sede en China, tiene “más de 3.000 empleados y vende productos a más de 80 países. Es fabricante líder a nivel mundial de enfriadoras por absorción de bromuro de Litio, y ofrece soluciones para todo tipo de aplicación tanto de procesos industriales como para climatización de pequeñas y grandes instalaciones” (Broad Group, recuperado el 18 de junio de 2019, de <http://en.broad.com>).



*Fig. 2-15 - Logo de la empresa Broad Group.*

Las fuentes de calor de los equipos que ofrece Broad pueden ser con quemador, vapor, agua caliente o gases de escape. Los equipos pueden ser de simple o doble efecto, es decir, al de simple efecto se le añade otra etapa de ciclo de absorción para mejorar su eficiencia.



*Fig. 2-16 - Enfriador por absorción con quemador de Broad.*

En general, los equipos van desde los 233 kW hasta los 11.630, siendo éstos máquinas de alta potencia. Algunos de ellos incorporan una válvula de cambio que le da la posibilidad de generar tanto agua fría entre 7 a 14 °C, como agua caliente a 65 – 55 °C para calefacción o duchas. Además, ofrecen la alternativa de utilizar una, dos o tres fuentes de calor en el mismo equipo.

Tabla 2-3 - Gama de enfriadores por absorción de Broad.

Número Fuentes de calor	Fuentes de calor	Modelo		Potencia frigorífica (Kw)	
		Simple efecto	Doble efecto		
1	Quemador*	-	BZ	233 – 11.630	
	Vapor	BDS	BS	233 – 6.978 / 233 – 11.630	
	Agua Caliente	BDH	BH	209 – 6.138 / 233 – 11.630	
	Gases de escape	BDE	BE	233 – 11.630	
2	Quemador* + Gases de escape	-	BZE	233 – 11.630	
	Agua caliente + Gases de escape	-	BHE	233 – 11.630	
	Quemador* + Vapor	-	BZS	233 – 11.630	
	Quemador* + Agua caliente	-	BZH	233 – 11.630	
3	Quemador* + Gases de escape + Agua caliente	-	BZHE	233 – 11.630	

\* Nota: posibilidad de gas natural, biogas, gasoil, incluso quemadores mixtos gas-gasoil.

- Carrier

Fundada en 1902 por Willis Carrier, “conocido mundialmente como el “inventor del aire acondicionado moderno”, Carrier es líder mundial en calefacción, refrigeración y aire acondicionado” (Carrier, recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.carrier.com/carrier/en/worldwide/>).

Los pilares del negocio son la preservación del medio ambiente y la protección de los recursos naturales finitos del mundo, haciendo que constantemente estén en la innovación, como por ejemplos los chillers por ciclo de absorción.



Fig. 2-17 - Logo de la empresa Carrier.

Carrier ofrece tres modelos de equipos con rango de capacidades frigoríficas y características diferentes cada uno:

- 1) Equipo de absorción de simple efecto accionado por agua caliente (modelo 16LJ). Tienen una capacidad frigorífica que va desde los 83 kW a 3.956 kW.



Fig. 2-18 - Chiller de Carrier simple efecto modelo 16LJ y 16TJ.

Tabla 2-4 - Especificación de equipos Carrier modelo 16LJ.

16LJ/16LJ-A	LJ						LJ-A						
Size	01	02	03	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32
Capacity kW	83	131	166	264	316	387	475	545	633	738	844	949	1055
<b>Chilled water system*</b>													
Flow rate l/sec	3.58	5.64	7.14	12.6	15.1	18.5	22.7	26	30.3	35.3	40.3	45.3	50.3
Pressure drop kPa	73	60	60	72.2	78.4	48.5	52.9	46.8	50.2	102	105	104	106
Connection(ANSI) inch	2	2 1/2	2 1/2	3	3	4	4	5	5	5	5	6	6
Retention volume m <sup>3</sup>	0.06	0.08	0.08	0.11	0.13	0.15	0.17	0.22	0.25	0.28	0.30	0.35	0.38

16LJ-A	LJ-A												
Size	41	42	51	52	53	61	62	63	71	72	73	81	82
Capacity kW	1 178	1 319	1 477	1 653	1 846	2 110	2 373	2 637	2 901	3 165	3 428	3 692	3 956
<b>Chilled water system*</b>													
Flow rate l/sec	56.4	63.1	70.6	78.9	88.3	100.8	113.3	126.1	138.6	151.1	163.9	176.4	188.9
Pressure drop kPa	102	88.5	74.3	37.4	49.3	95.6	45.9	59.9	114	50.7	62.7	50.8	61.7
Connection(ANSI) inch	8	8	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14
Retention volume m <sup>3</sup>	0.49	0.56	0.70	0.77	0.83	1.06	1.13	1.21	1.43	1.53	1.63	1.82	1.94

- 2) Equipo de absorción de simple efecto accionado por vapor (modelo 16TJ).  
Tienen una capacidad frigorífica que va desde los 352 a 2.461 kW.

Tabla 2-5 - Especificaciones de equipos Carrier modelo 16TJ.

16TJ		11	12	13	14	21	22	23	24
<b>Cooling capacity</b>	kW	352	422	527	633	738	844	985	1125
<b>Chilled water system*</b>									
Flow rate	l/s	15.1	18.2	22.7	27.3	31.7	36.4	42.5	48.3
Pressure drops	kPa	50	51	64	67	60	64	42	45
Connection (ANSI)	in	4	4	4	4	5	5	6	6
Retention volume	m <sup>3</sup>	0.12	0.13	0.15	0.17	0.22	0.25	0.29	0.31

16TJ		31	32	41	42	51	52	53
<b>Cooling capacity</b>	kW	1266	1407	1582	1758	1969	2215	2461
<b>Chilled water system*</b>								
Flow rate	l/s	54.4	60.6	68.1	75.8	84.7	95.3	106.1
Pressure drops	kPa	48	51	44	39	35	47	61
Connection (ANSI)	in	6	6	8	8	8	8	8
Retention volume	m <sup>3</sup>	0.35	0.38	0.49	0.56	0.7	0.77	0.83

- 3) Equipo de absorción de doble efecto accionado por vapor (modelo 16TJ).  
Tienen una capacidad frigorífica que va desde los 345 kW a 4.652 kW.



Fig. 2-19 - Chiller de Carrier doble efecto modelo 16NK.

Tabla 2-6 - Especificaciones de equipos Carrier modelo 16NK.

16NK		51	52	53	61	62	63	71	72	81
<b>Cooling capacity</b>	kW	1723	1927	2170	2412	2757	3101	3446	3963	4652
<b>Chilled water system*</b>										
Flow rate	l/s	74.2	83.1	93.9	103.9	118.6	133.6	148.3	170.6	200.3
Pressure drop	kPa	98	46	61	123	83	78	54	81	84
Connection (ANSI)	in	8	8	8	10	10	10	12	12	14
Retention volume	m <sup>3</sup>	0.65	0.71	0.77	0.99	1.06	1.13	1.41	1.61	1.94

16NK		11	12	13	21	22	31	32	41	42
<b>Cooling capacity</b>	kW	345	447	549	689	861	1034	1238	1378	1551
<b>Chilled water system*</b>										
Flow rate	l/s	14.8	19.2	23.6	29.7	37.2	44.4	53.3	59.4	66.7
Pressure drop	kPa	44	64	64	57	42	41	49	46	41
Connection (ANSI)	in	4	4	4	5	6	6	6	8	8
Retention volume	m <sup>3</sup>	0.13	0.15	0.17	0.24	0.28	0.34	0.36	0.46	0.48

- Robur

Robur fue fundado en 1956, y con sede en Bérgamo, Italia, es hoy un “fabricante líder cuya misión es ofrecer soluciones de calefacción y enfriamiento a gas, eficiente en el consumo de energía, capaz de reducir significativamente el impacto ambiental” (Robur, recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.robur.com>).



*Fig. 2-20 - Logo de la empresa Robur.*

Los equipos de Robur a diferencia de las otras compañías, utiliza gas natural para su funcionamiento. Permiten la refrigeración y producción simultánea de agua caliente sanitaria gratuita hasta 75 °C gracias a la recuperación de calor.



*Fig. 2-21 - Chiller de absorción a gas de Robur.*

Tabla 2-7 - Especificaciones de operación del equipo Robur.

<b>COOLING OPERATION MODE <sup>(1)</sup></b>			
Working point A35/W7	G.U.E. (gas utilization efficiency)	%	72
	cooling capacity with heat recovery	kW	17.93
Nominal water flow rate ( $\Delta T = 5.5$ °C)		m <sup>3</sup> /h	2.77
Nominal water capacity pressure loss		kPa	29
Minimum outlet water temperature		°C	3
Inlet water temperature	max	°C	45
	min	°C	6
Ambient operating temperature	max	°C	45
	min	°C	0
<b>HEAT RECOVERY SYSTEM CHARACTERISTICS</b>			
Heating capacity with heat recovery for free in cooling operation		kW	up to 32
Nominal water flow rate		l/h	up to 1,000
Hot water inlet temperature	max	°C	75
	min	°C	10
<b>BURNER CHARACTERISTICS</b>			
Thermal input (actual)		kW	25.0
Gas consumption (actual)	natural gas G20 <sup>(2)</sup>	m <sup>3</sup> /h	2.65
	LPG G30/G31 <sup>(2)</sup>	kg/h	1.94
<b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b>			
Voltage		230 V - 50 Hz	
Nominal electrical power <sup>(1)(3)</sup>	standard version	kW	0.84
	low noise version	kW	0.87
<b>INSTALLATION DETAILS</b>			
Operational weight	standard version	kg	370
	low noise version	kg	390
Sound pressure Lp at 5 metres <sup>(4)</sup> Free field, at the front, direction factor 2	standard version	dB(A)	57.6
	low noise version	dB(A)	53.0
Connections	water	" F	1/4
	gas	" F	3/4
Electrical degree of protection		IP	X5D
Standard version size	width	mm	850
	depth	mm	1,230
	standard version height	mm	1,290
	low noise version height	mm	1,540

Estos equipos están diseñados para ensamblarse, como indica la imagen, como módulos para aumentar la capacidad frigorífica y garantizar la continuidad del servicio para el enfriamiento solo cuando sea necesario.



Fig. 2-22 - Equipo de varios módulos de chillers a gas Robur.

Tabla 2-8 - Especificaciones de equipos modulares conectadas de Robur.

Units	Cooling capacity kW	Heating capacity with heat recovery up to <sup>(1)</sup> kW	Size w/d/h mm	Weight kg
2 ACF HR	35.86	64.00	2,314/1,245/1,400	916
3 ACF HR	53.79	96.00	3,610/1,245/1,400	1,373
4 ACF HR	71.72	128.00	4,936/1,245/1,400	1,830
5 ACF HR	89.65	160.00	6,490/1,245/1,400	2,297

- York

La firma York se fundó en 1874 en Estados Unidos, y pertenece al grupo Johnson Controls, que adquirió la tecnología de refrigeración y calefacción por absorción que “ha servido con orgullo al mercado global desde la década de 1960 con más de 25,000 unidades enviadas. Durante décadas, nuestros ingenieros han sido los innovadores, dando como resultado una larga lista de "novedades", que incluyen más de 80 patentes, como el primer ciclo de flujo paralelo patentado y la enfriadora de vapor de doble efecto” (York, recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.york.com>).



*Fig. 2-23 - Logo de la empresa York.*

York ofrece tres modelos de equipos con rango de capacidades frigoríficas y características diferentes cada uno:

- 1) Equipo de absorción por agua caliente (modelo YHAU - CL/CH). Tienen una capacidad frigorífica que va desde los 105 kW a 7.034 kW. Impulsado por agua caliente a baja temperatura con agua desionizada como refrigerante.



*Fig. 2-24 - Chiller por agua caliente York modelo YHAU –CL/CH.*

También existe una variante de éstos chiller por agua caliente, que funcionan con doble etapa evaporador-absorbedor modelo YHAU-CL-DXS, que mejora la eficiencia de estos equipos. Tienen una capacidad frigorífica de 176 a 4,395 kW.

- 2) Equipo de absorción simple efecto por vapor baja presión (modelo YHAU - C). Tienen una capacidad frigorífica que va desde los 105 kW a 7.034 kW. Estas unidades son adecuadas para presiones de vapor más bajas que se encuentran comúnmente en aplicaciones de procesos industriales y de refrigeración comercial.



*Fig. 2-25 - Chiller por agua caliente York modelo YHAU - C.*

- 3) Equipo de absorción de doble efecto por vapor de alta presión (modelo YHAU - CW). Tienen una capacidad frigorífica que va desde los 422 a 14,067 kW.



*Fig. 2-26 - Chiller por agua caliente York modelo YHAU - CW.*

- Thermax

Con sede en Pune, India, es una “compañía global líder que se especializa en las áreas de conservación de energía y preservación del medio ambiente. La compañía proporciona soluciones integradas como por ejemplo, en refrigeración por absorción” (Thermax, recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.thermaxglobal.com/>).



*Fig. 2-27 - Logo de la empresa Thermax.*

Thermax tiene cuatro tipos de chillers según la fuente de calor:

Equipo de absorción por agua (modelos "5G"). Tienen una capacidad frigorífica en un rango de 35 a 6.000 kW para equipos de simple efecto con temperatura del agua caliente entre los 70 y 140 °C; y de 200 a 12.000 kW para equipos de doble efecto para aguas con temperatura superior a 140 °C.



Fig. 2-28 - Chiller por agua caliente Thermax modelo "5G".

Model Number	UNIT	5G 3L C	5G 3M C	5G 4K C	5G 4L C	5G 5M C	5G 5K C	5G 5L C	5G 5M C	5G 5N C	
Cooling Capacity	TR	207	248	278	316	345	389	429	484	527	
Chilled Water Circuit	Flow Rate	m <sup>3</sup> /hr	124.9	149.6	167.7	190.6	208.1	234.7	258.8	292.0	317.9
	Pressure loss	m LC	2.2	3.6	3.6	3.7	4.0	3.5	3.5	6.6	6.9
	Connection Diameter	mmNB	150				200				
Cooling Water Circuit	Flow Rate	m <sup>3</sup> /hr	207	248	278	316	345	389	429	484	527
	Pressure loss	m LC	4.9	7.6	8.1	8.5	9.1	7.8	8.1	6.9	7
	Connection Diameter	mmNB	200				250				
Hot Water Circuit	Flow Rate	m <sup>3</sup> /hr	83	100	112	127	139	157	174	195	213
	Pressure loss	m LC	0.5	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	1.4	1.5
	Connection Diameter	mmNB	150				200				
Overall Dimensions	Length (L)	mm	4005	4615	4660			4750		5920	
	Width (W)	mm	1925	1925	2090			2270		2350	
	Height (H)	mm	2755	2755	3045			3210		3310	
Dry weight	ton	8.5	9.4	10.9	11.2	11.5	13	13.3	15.7	16.1	
Max Shipping weight	ton	9.9	11	12.7	13.1	13.5	15.2	15.6	18.5	19.1	
Operating weight	ton	11.8	13.1	15.2	15.8	16.3	18.8	19.4	23.0	23.7	
Flooded weight	ton	16.4	18.6	22.8	23.2	23.4	27.2	27.5	33.9	34.3	
Clearance for Tube Removal	mm	3500			4300				5340		
Electrical data	Absorbent Pump	kW (A)	1.5 (5.0)			3.7 (11.0)		3.7 (11.0)		5.5 (14.0)	
	Refrigerant Pump	kW (A)	0.3 (1.4)								
	Purge Pump	kW (A)	0.75 (1.8)								
	Total power consumption	kVA	6.9			11.2		11.2		13.4	
	Power Supply		415 V (±10%), 50 Hz (±5%), 3 Phase+N								

Tabla 2-9 - Especificaciones de los chillers por agua caliente modelo "5G" de Thermax.

Model Number	UNIT	5G 6K C	5G 6L C	5G 7K C	5G 7L C	5G 7M C	5G 8K C	5G 8L C	5G 8M C	5G 8N C	
Cooling Capacity	TR	631	689	815	879	960	1078	1163	1295	1398	
Chilled Water Circuit	Flow Rate	m <sup>3</sup> /hr	380.6	415.6	491.6	530.2	579.1	650.3	701.5	781.2	843.3
	Pressure loss	m LC	5.0	5.3	4.6	4.7	4.9	4.6	4.8	7.7	8.0
	Connection Diameter	mmNB	250		300			350			
Cooling Water Circuit	Flow Rate	m <sup>3</sup> /hr	631	689	815	879	960	1078	1163	1295	1398
	Pressure loss	m LC	5.3	5.6	8.4	8.9	9.2	7.6	8	11.9	12.4
	Connection Diameter	mmNB	300	350			400				
Hot Water Circuit	Flow Rate	m <sup>3</sup> /hr	253	277	328	354	388	434	487	519	560
	Pressure loss	m LC	2.7	2.7	3.4	3.4	3.6	3.6	3.7	2.2	2.2
	Connection Diameter	mmNB	250			300					
Overall Dimensions	Length (L)	mm	7375		7380			7510		8760	
	Width (W)	mm	2425		2845			3160		3160	
	Height (H)	mm	3500		3870			4080		4080	
Dry weight	ton	19.8	20.3	26.9	27.5	28.3	32.5	33.3	36.2	37.2	
Max Shipping weight	ton	23.6	24.3	31.8	32.5	33.5	38.9	40	43.7	45.1	
Operating weight	ton	29.0	30.0	39.8	40.8	42.3	49.7	51.4	55.8	57.8	
Flooded weight	ton	43.6	44.2	60.0	60.5	61.4	73.9	74.9	85.1	86.2	
Clearance for Tube Removal	mm	6700			6910			8220			
Electrical data	Absorbent Pump	kW (A)	6.6 (17)		4.5 (13.0)			5.5 (17.0)			
	Refrigerant Pump	kW (A)	1.5 (5.0)					1.5 (5.0)			
	Purge Pump	kW (A)	0.75 (1.8)								
	Total power consumption	kVA	18.1		15.2			18.1			
	Power Supply		415 V (±10%), 50 Hz (±5%), 3 Phase+N								

- 1) Equipo de absorción por vapor (modelos "2B"). Tienen una capacidad frigorífica en un rango de 350 a 6.000 kW para equipos de simple efecto con presión de vapor entre 0,5 a 3,5 bar; y de 200 a 12.000 kW para equipos de doble efecto con presiones de vapor entre 4 a 10 bar.



Fig. 2-29- Chiller por vapor Thermax modelo "2B".

Tabla 2-10 - Especificaciones de los chillers por vapor modelo "2B" de Thermax.

MODEL NUMBER		UNITS	2B 2K C	2B 2L C	2B 2M C	2B 2N C	2B 3K C	2B 3L C	2B 3M C	2B 4K C	2B 4L C	2B 4M C		
Chilled Water Circuit	Cooling Capacity	TR	120	143	182	217	270	304	361	401	454	503		
	Flow rate	m <sup>3</sup> /hr	72.4	86.3	109.8	130.9	162.9	183.4	217.8	241.9	273.9	303.4		
	Pressure loss	m LC	1.2	1.4	3.7	4.4	4.2	4.5	7.4	6.4	6.5	6.9		
	Connection Diameter	mmNB	125				150				200			
Cooling Water Circuit	Flow rate	m <sup>3</sup> /hr	120	143	182	217	270	304	361	401	454	503		
	Pressure loss	m LC	2.3	2.5	6.4	6.7	6.2	6.4	5.1	4.2	4.4	4.7		
	Connection Diameter	mmNB	150				200				250			
Steam Circuit	Steam Consumption	Kg/hr	456	543	692	825	1026	1155	1372	1524	1725	1911		
	Connection Diameter (Steam)	mmNB	65				80				100			
	Connection Diameter (Drain)	mmNB	40				40				40			
Overall Dimensions	Length	mm	2850			3870			3990			4590		
	Width	mm	2050			1890			1960			2010		
	Height	mm	2680			2680			2790			2790		
Weight	Maximum Shipping	x 1000 kg	6.0	6.1	7.2	7.5	8.9	9.1	10.2	12.1	12.5	12.8		
	Operating	x 1000 kg	6.6	6.8	8.0	8.3	10.0	10.3	11.5	13.8	14.4	14.7		
Clearance	Tube Cleaning/ Removal	mm	2500			3500			3600			4200		
Electric Supply	Absorbent Pump Motor Rating	kW (A)	2.2 (6)				3.0 (8)				3.7 (11)			
	Refrigerant Pump Motor Rating	kW (A)	0.3 (1.4)											
	Vacuum Pump Motor Rating	kW (A)												
	Total Electric Input	kVA	7.6				9.1				11.2			
	Power Supply													

2B 5K C	2B 5L C	2B 5M C	2B 5N C	2B 6K C	2B 6L C	2B 7K C	2B 7L C	2B 7M C	2B 8K C	2B 8L C	2B 8M C	2B 8N C	2B 9K C	2B 9L C
553	613	717	802	903	1010	1180	1307	1439	1664	1800	2009	2160	2350	2500
333.6	369.8	432.5	483.8	544.7	609.2	711.8	788.4	868.0	1003.7	1085.8	1211.9	1302.9	1417.6	1508.0
6.7	6.8	5.2	5.3	9.8	10.0	4.3	4.6	4.9	4.8	5.0	7.8	8	12.0	12.1
200			250			350			400					
553	613	717	802	903	1010	1180	1307	1439	1664	1800	2009	2160	2350	2500
4.1	4.3	5.5	5.7	7.7	8	7.2	7.8	8.4	7.3	7.8	9.9	10.6	11.1	11.5
300			350			400			450					
2101	2329	2725	3048	3432	3839	4484	4967	5468	6324	6840	7634	8208	8930	9500
100			125			150			200					
50			50			65			65			80		
4810			5870			7340			7480			7520		
2370			2470			2460			2950			3190		
3250			3350			3400			3760			4150		
14.9	15.3	18.7	19.2	24.1	24.7	34.5	35.3	36.2	42.0	42.9	49.1	50.2	67.2	71.5
17.3	17.8	21.6	22.3	27.7	28.6	40.5	41.6	42.9	50.0	51.2	58.1	59.5	78.4	84.0
4350			5400			6860			6900			8220		
5.5 (14)			6.6 (17)			7.5 (20)			9.0 (27)			11.0 (28)		
						1.5 (5)						2.2 (8.5)		
0.75 (1.8)														
13.4			15.5			20.3			25.3			26.0		
415 V (±10%), 50 Hz (±5%), 3 Phase + N														

- 2) Equipo de absorción a llama directa (modelos "2B"). Utilizan el gas o combustible líquido para iniciar la llama, y tienen una capacidad frigorífica en un rango de 160 a 4.000 kW.



Fig. 2-30 - Chiller a llama directa de Thermax modelo "2V".

MODEL NUMBER		UNITS	2V 2K C	2V 2L C	2V 2M C	2V 2N C	2V 3K C	2V 3L C	2V 3M C	
Cooling Capacity		TR	120	143	182	217	269	304	360	
Chilled Water Circuit	Flow rate	m <sup>3</sup> /hr	72.4	86.3	109.8	130.9	162.3	183.4	217.2	
	Pressure loss	m LC	1.2	1.4	3.7	4.4	4.1	4.5	7.3	
	Connection Diameter	mm NB	125				150			
Cooling Water Circuit	Flow rate	m <sup>3</sup> /hr	120	143	182	217	269	304	360	
	Pressure loss	m LC	2.3	2.5	6.4	6.7	6.2	6.4	5	
	Connection Diameter	mm NB	150				200			
Fuel Circuit	Oil Consumption	kg/hr	27.5	32.6	41.6	49.4	61.2	68.9	81.9	
	Gas Consumption	kW	350.5	415.3	530.7	629.1	779.9	878.6	1043.7	
	Exhaust duct Diameter	mm NB	150		200		250			
Overall Dimensions	Length	mm	2905		3925		3985		4590	
	Width	mm	2640		2545		2760		2795	
	Height	mm	2785		2785		2890		2890	
Weight	Maximum Shipping	x 1000 kg	8.5	8.6	10.4	10.8	12.1	12.4	14.0	
	Operating	x 1000 kg	9.1	9.3	11.2	11.6	13.2	13.6	15.3	
Clearance	Tube Cleaning / Removal	mm	3500				4100	4200		
Electric Supply	Absorbent Pump Motor Rating	kW (A)	2.2 (6.0)				3.0 (8.0)			
	Refrigerant Pump Motor Rating	kW (A)								
	Vacuum Pump Motor Rating	kW (A)								
	Burner Rating	kW (A)	2.2 (5)				3.0 (6.1)	4.0 (8.0)		
	Total Electric Input	kVA	11.2				13.4	14.8	15.3	
	Power Supply									

Tabla 2-11 - Especificaciones de los chillers a llama directa "2V" de Thermax.

2V 4K C	2V 4L C	2V 4M C	2V 5K C	2V 5L C	2V 5M C	2V 5N C	2V 6K C	2V 6L C	2V 7K C	2V 7L C	2V 7M C
397	451	502	550	610	717	802	904	1010	1180	1307	1439
239.5	272.0	302.8	331.8	368.0	432.5	483.8	545.3	609.2	711.8	788.4	868.0
6.3	6.4	6.9	6.7	6.8	5.2	5.3	9.8	10.0	4.3	4.6	4.9
200			200			250			350		
397	451	502	550	610	717	802	904	1010	1180	1307	1439
4.1	4.4	4.7	4.1	4.3	5.5	5.7	7.7	8	7.2	7.8	8.4
250			300			350			400		
90.7	102.7	114.3	125.3	139.0	163.0	182.2	205.7	229.6	268.9	298.5	328.6
1155.9	1308.8	1456.7	1596.8	1771.4	2077.4	2322.0	2621.5	2926.1	3427.0	3804.3	4187.7
300			350			400			500		
4700			4805			5855			7340		
3065			3295			3395			3585		
3150			3345			3440			3530		
16.9	17.4	17.7	19.9	20.4	24.9	26.0	31.0	31.9	42.7	43.7	44.6
18.7	19.3	19.6	22.3	22.9	27.9	29.0	34.6	35.7	48.7	49.9	51.0
4200			4300			5300			5340		
3.7(11.0)			5.5(14.0)			6.6(17.0)			7.5(20.0)		
0.3(1.4)									1.5(5)		
0.75(1.8)											
4.0(8.7)			7.5(14.7)			7.5(15.2)			11.0(22.8)		
17.5			23.9			26.1			26.4		
									36.7		
									41.6		
									46.6		
415 V(±10%), 50 Hz(±5%), 3 Phase+N											

- 3) Equipo de absorción accionados por gases de escape (modelos "E2"). Accionadas por gases de escape o bien, por medio de gases de escape y quemador de gas suplementario. Tienen una capacidad frigorífica en un rango de 100 a 12.000 kW.



Fig. 2-31 - Chiller por gases de escape de Thermax modelo "E2".

### 2.1.7.2. Por ciclo mecánico

- OSMI

Fundada en 1977, OSMI es “una empresa de origen en Argentina que se dedica a la fabricación de equipos secadores de aire comprimido y enfriadores de agua.” (OSMI, recuperado el 19 de junio de 2019, de <https://www.osmi.com.ar>).



*Fig. 2-32 - Logo de la empresa OSMI.*

Los equipos enfriadores OSMI funcionan por ciclo frigorífico convencional a través de un compresor. Dependiendo del modelo, éste último puede ser alternativo o a tornillo.

- 1) Equipo enfriador de agua a compresor alternativo línea EAC. Tienen 3 modelos con una capacidad frigorífica de 13, 26 a 41 kW funcionando con entrega de agua a 7 °C. Incluyen bomba, tanque de acero inoxidable, indicador de cortes de seguridad y alarmas. También agregan la opción de equipos sin tanque y sin bomba para circuitos abiertos.



*Fig. 2-33 - Enfriadores de agua de OSMI línea EAC.*

Tabla 2-12 - Especificaciones de los equipos OSMI línea EAC.

MODELO	CAP. Frig/hora	CAP. Frig/hora	CAP. Frig/hora	Potencia HP		CAUDAL Lts/hora
	7°C	10°C	15°C	Compresor	Bomba	
EAC117ALX	11097	11930	13428	5	0,75	2220
EAC233ALX	22192	23857	26852	5 x 2	1	4440
EAC373ALX	35501	38164	42956	8 x 2	2	7100

MODELO	CONEX.	VOLUMEN	DIMENSIONES EN mm			PESO
		Tanque Lts	Prof.	Ancho	Altura	Kg
EAC117ALX	1"	35	1140	560	1040	175
EAC233ALX	1 1/2"	100	1530	780	1470	450
EAC373ALX	2"	172	1800	990	1680	750

- 2) Equipo enfriador de agua a compresor alternativo línea EAN. Tienen varios modelos con una capacidad frigorífica que va desde los 30 a 815 kW.



Fig. 2-34- Enfriadores de agua de OSMI línea EAN.

Tabla 2-13 - Especificaciones de los equipos OSMI línea EAN.

Modelo	Capacidad Frig/h			Compr. HP	Caudal agua M3/h	Dimensiones Mts		
	7 °C	10 °C	15 °C			Base		Alt
EAN 258 AC	25800	27864	31218	11	5,57	1,04	1,68	1,50
EAN 584 AC	58480	63158	70761	24	12,63	1,08	2,11	1,87
EAN 1168 AC	116800	126317	141522	48	25,26	2,11	2,66	1,87
EAN 1752 AC	175200	189475	212283	72	37,90	2,11	4,24	1,87
EAN 2336 AC	233600	252634	283044	96	50,53	4,72	2,66	1,87
EAN 2920 AC	292000	315792	353805	120	63,16	4,72	3,74	1,87
EAN 3504 AC	350400	378950	424566	144	75,79	4,72	3,74	1,87
EAN 4088 AC	408800	442109	495327	168	88,42	4,72	4,82	1,87
EAN 4672 AC	467200	505267	566088	192	101,05	4,72	4,82	1,87
EAN 5256 AC	525600	568426	636849	216	113,69	4,72	5,90	1,87
EAN 5840 AC	584000	631584	707610	240	126,32	4,72	5,90	1,87
EAN 6424 AC	642400	694742	778371	264	138,95	4,72	6,98	1,87
EAN 7008 AC	700800	757901	849132	288	151,58	4,72	6,98	1,87

- 3) Equipo enfriador de agua a compresor a tornillo línea EANT. Tienen varios modelos que se difieren en: i) enfriados por aire, ii) enfriados por agua. Los equipos enfriados por agua tienen una capacidad frigorífica que va desde los 220 a 3.100 kW, mientras que los enfriados por aire van desde los 67.1 a 143 kW.



Fig. 2-35 - Enfriadores de agua de OSMI línea EANT enfriados por aire.

Tabla 2-14 - Especificaciones de los equipos OSMI línea EANT enfriados por aire.

Modelo	Capacidad frigorífica a 7 °C		Total	Potencia KW	
	Kcal/h	TR	KW	Compresor	Forzador
EANT180AC	154800	51.2	67,1	1 x 59,9	4 x 1,8
EANT250AC	215000	71.1	87,6	1 x 76,8	6 x 1,8
EANT320AC	275200	91.0	114,0	1 x 103,2	6 x 1,8
EANT380AC	326800	108.1	135,8	1 x 121,4	8 x 1,8
EANT430AC	369800	122.3	143,0	1 x 128,6	8 x 1,8

Modelo	Caudal	Conexión	Dimensiones mm		
	M3/h	E y S agua fría	Base		Altura
EANT180AC	31,5	DN80	2290	2190	2480
EANT250AC	43,7	DN80	3270	2190	2480
EANT320AC	55,9	DN100	4020	2190	2480
EANT380AC	66,4	DN100	4750	2190	2480
EANT430AC	75,1	DN100	5250	2190	2480



Fig. 2-36 - Enfriadores de agua de OSMI línea EANT enfriados por agua.

Tabla 2-15 - Especificaciones de los equipos OSMI línea EANT enfriados por agua.

MODELO	Capacidad frigorífica a 7 °C			Consumo KW
	TR	KW	Kcal/h	
EANT220WC	62.6	220	189200	44
EANT260WC	73.9	260	223600	53
EANT340WC	96.7	340	292400	70
EANT380WC	108.1	380	326800	76
EANT430WC	122.3	430	369800	88
EANT480WC	136.5	480	412800	96
EANT560WC	159.3	560	481600	112
EANT660WC	187.7	660	567600	132
EANT760WC	216.2	760	653600	152
EANT900WC	256.0	900	774000	180
EANT960WC	273.0	960	825600	192
EANT1120WC	318.5	1120	963200	224
EANT1320WC	375.4	1320	1135200	264
EANT1520WC	432.3	1520	1307200	308
EANT1660WC	472.1	1660	1427600	336
EANT1800WC	511.9	1800	1548000	362
EANT1920WC	546.1	1920	1651200	388
EANT2080WC	591.6	2080	1788800	420
EANT2240WC	637.1	2240	1926400	459
EANT2480WC	705.3	2480	2132800	498
EANT2720WC	773.6	2720	2339200	548
EANT3100WC	881.7	3100	2666000	624

- Frío 21

Empresa Argentina que se dedica “hace más de 15 años en asesoramiento, fabricación y mantenimiento de sistemas y equipos de refrigeración industrial y comercial” (Frio 21, recuperado el 19 de junio de 2019, de <https://frio21.com.ar/>).



Fig. 2-37 - Logo de la empresa Frio 21.

Tienen seis modelos de enfriadores de agua según la aplicación, que son:

- 1) Enfriadores de agua con tanque incorporado (FAT).
- 2) Enfriadores de agua para circuitos cerrados (FB).
- 3) Enfriadores de agua para bateas o tanques (FA).
- 4) Enfriadores de agua para uso hospitalario (FH).
- 5) Enfriadores de agua para panificadoras (FP).

6) Dispenser de agua fría para consumo (FD).



*Fig. 2-38 – Enfriador de agua de Frio 21.*

Estos equipos tienen capacidades frigoríficas que van desde las 200 kcal/h (0,25 kW) hasta las 500.000 kcal/h (581 kW).

Tienen incorporado bomba de agua y tanque de almacenamiento de ser necesario según tipo de circuito y aplicación. Además, tienen un control preciso de la temperatura de salida de agua +/- 1 °C.

Utilizan como refrigerante el R-404 o R-407.

- **Todo Chiller**

Empresa radicada en Buenos Aires, Argentina. “Desde 1978 se dedica a la comercialización, alquiler y reparación de Chillers” (Todo Chiller, recuperado el 19 de junio de 2019, de <https://www.todochiller.com>).



*Fig. 2-39 - Logo de la empresa Todo Chiller.*

Los modelos son llamados Alfaliq HTI para potencias del compresor entre 3 y 50 HP que son equipos individuales y pequeñas centrales, y Alfaliq HTS para potencias entre 40 y 300 HP que son equipos centrales enfriadores.



Fig. 2-40 - Chiller Alfaliq modelo HTI de Todochiller.

Tabla 2-16 - Especificaciones técnicas del modelo Alfaliq HTI de Todochiller.

3-50 hp		Alfaliq HTI (compresores Herméticos Scroll)															
		1x Scroll						2x scroll									
SPECS		Modelo -->	0.5-A	1-A	2-A	3-A	5-A	6-A	8-AD	10-AD	12-AD	15-AD	20-AD	25-AD	30-AD	40-AF	50-AF
Energía	Q Capacidad de transferencia [Mcal/h]	@ xx°C	Q [Mcal/h @ xx °C]														
		-10	0.7	0.9	1.9	2.5	4.5	5.6	7	9	11	12	18	21	24	36	42
		-5	0.8	1.2	2.4	3.3	5.8	7.2	10	12	14	16	24	28	32	48	56
		0	0.9	1.5	3.0	4.1	7.2	9	12	14	18	20	28	34	40	56	68
		5	1.1	1.8	3.8	5.1	9	11	15	18	22	25	36	43	50	72	86
		10	1.4	2.3	4.6	6.3	11	14	18	22	28	31	44	53	62	88	106
		15	1.7	2.7	5.6	8	13	17	22	27	33	37	54	64	74	108	128
	20	2.0	3.3	6.7	9	16	20	27	32	40	45	64	77	90	128	154	
P Compresor	kW avge	0.4	0.9	1.5	2.2	3.7	4.4	5.9	7.4	8.8	10.3	14.7	18.4	22.1	29.4	36.8	
	HP avge	0.5	1.2	2.0	3	5	6	8	10	12	14	20	25	30	40	50	
P total (1)	kW	0.4	1.0	1.6	2.5	4.0	4.8	6.4	8.3	9.8	11.5	16.9	20.6	26.2	33.8	45.8	
COP Compr.	@10°C	>3.0															
Alimentación		220V/50HZ						3x380V/50HZ									
Refrigerante	Tipo	R22 / R407C						R22 / R407C									
	Carga aprox.	kg	0.3	0.7	1.3	2.1	3.5	4.0	5.3	7	8	11	13	15	20	26	30
Circ. Hidrául.	Control	TXV - Válvula de Expansión Termostática															
	Tipo	Simple con tanque interno propio						DUAL. Permite el uso de tanque interno propio o externo						Operación solo con tanque externo			
Compresor	Tipo	Alternativo Hermético						Scroll. Hermético									
	Compresores	#	1						2								



Fig. 2-41 - Chiller Alfaliq modelo HTS de Todochiller.

Tabla 2-17 - Especificaciones técnicas del modelo Alfaliq HTS de Todochiller.

40-300 hp		Alfaliq HTS (compresores Semiherméticos Tornillo)																
		1x Tornillo, 1x Circuito de Refrigeración							2x Tornillos, 2x Circuitos de Refrigeración									
SPECs	Modelo	50-A	60-A	75-A	85-A	100-A	120-A	150-A	80-AD	100-AD	120-AD	150-AD	170-AD	200-AD	240-AD	300-AD		
Energía	@ xx°C	Q [Mcal/h @ xx °C]																
	-10	53	54	70	81	92	114	140	81	92	114	140	162	185	228	281		
	-5	64	69	90	104	119	147	180	104	119	147	180	208	237	293	361		
	0	77	87	113	130	149	183	225	130	149	183	225	261	297	367	451		
	5	93	108	141	162	185	228	281	162	185	228	281	324	369	456	561		
	10	112	133	173	199	228	281	346	199	228	281	346	400	455	562	691		
	15	134	160	208	240	274	338	416	240	274	338	416	481	547	676	832		
	20	162	193	251	289	330	407	501	289	330	407	501	579	659	815	1,002		
	P Compresor	kW avge	35	40	54	62	72	87	105	60	72	80	108	124	144	160	216	
		HP avge	48	54	73	84	98	118	143	82	98	109	147	169	196	217	294	
	P total (2)	kW	39	46	63	72	82	99	69	81	111	119	139	162	183	246		
	COP Compr.	@10°C	>3.75															
	Alimentación		3x380V/50HZ															
	Tipo		R-407c															
Refrigerante	Carga	kg	35	42	52	60	70	84	105	2x28	2x35	2x42	2x52	2x60	2x70	2x84	2x105	
	Control		TXV - Válvula de Expansión Termostática															
Compresor	Tipo		1x Tornillo Semihermético							2x Tornillo Semihermético								
	Arranque		Estrella - Triángulo															
	Ctri. Capacidad	%	0-25-50-75-100															
Estructura	Módulo		1 Cabina								2 Cabinas independientes							

## 2.2. Estudio de mercado

Se ha realizado encuestas a distintas industrias de Rafaela y zona, dentro de la provincia de Santa Fe, para obtener información de estas y del conocimiento e interés por un equipo enfriador por ciclo de Absorción.

Del total de cuestionarios realizados, se ha obtenido una cantidad de nueve respuestas de varias empresas de distintos rumbos, lo que permite obtener un panorama amplio. A continuación, se presenta un resumen:

- Se consultó si en la empresa contaban con equipos de refrigeración para los procesos industriales y casi el 90% contestó que sí.

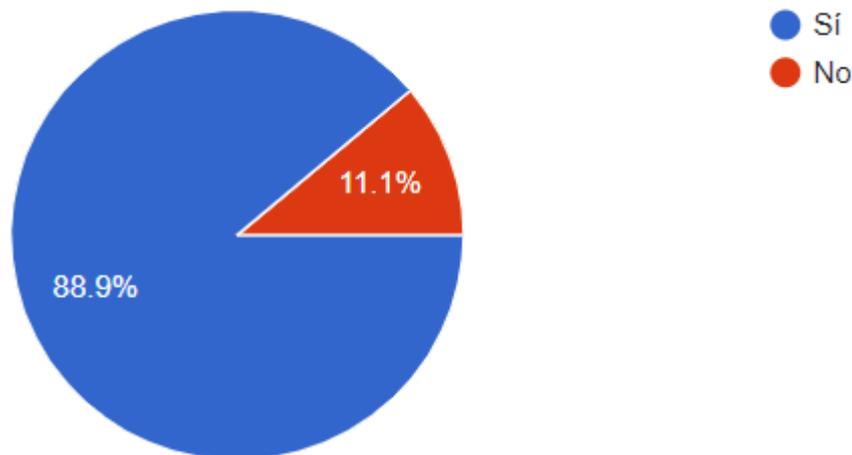


Fig. 2-42 – Porcentaje de industrias con equipos de refrigeración en sus plantas.

- De los que contestaron que sí tenían equipos de refrigeración, se les consultó con qué tipo de sistema contaban, si equipos individuales con una carga, equipos multicarga o un equipo central.

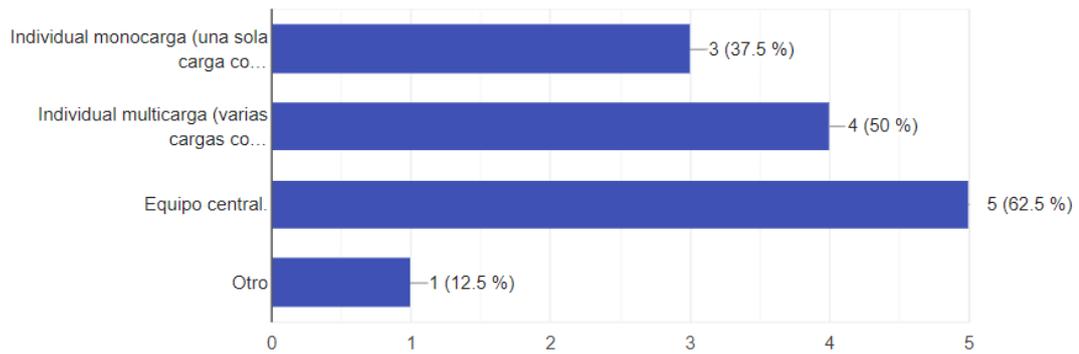


Fig. 2-43 - Tipos de sistema de enfriamiento instalados en las plantas industriales.

Quien contestó por otro, indica que tiene necesidades de distintas temperaturas de evaporación, eficiencia de instalación por distancias y aislaciones.

- Los equipos de refrigeración, en qué sector de la planta estaban dispuestos:
  - Refrigeración de moto husillos.
  - Refrigeración de tableros eléctricos.
  - Refrigeración de agua destilada para procesos de inducción, otros.
  - Climatización de oficinas.
  - Plantas frigoríficas.
  - Cámaras de congelado
  - Refrigeración en procesos de secado.
  - Sala de compresores.
  
- Un factor importante que se necesitaba saber era si contaban con fuentes de calor “tiradas” al ambiente. Casi el 90% contestó que sí tenía.

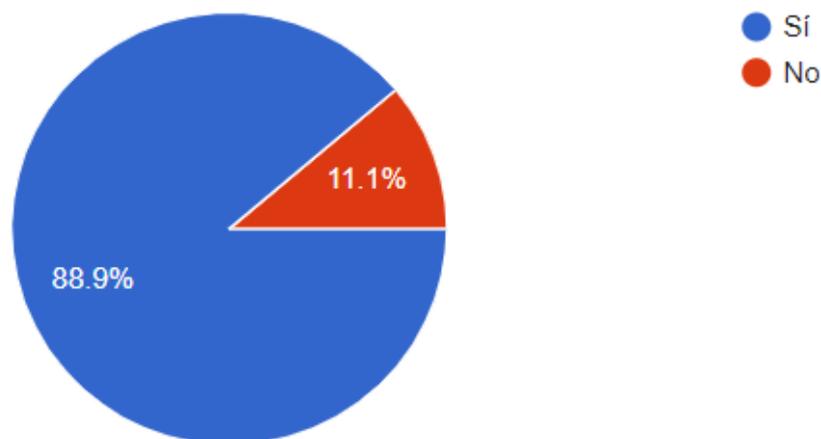


Fig. 2-44 – Proporción de existencia de fuentes de calor tiradas al ambiente en las industrias.

La mayoría de los encuestados responde que estas fuentes de calor proceden mayormente de dos fuentes:

- Gases de combustión de la caldera.
- Agua de condensados.

- Se ha consultado también si tenían conocimiento acerca de los ciclos de absorción. Más de la mitad señala que no los conoce.

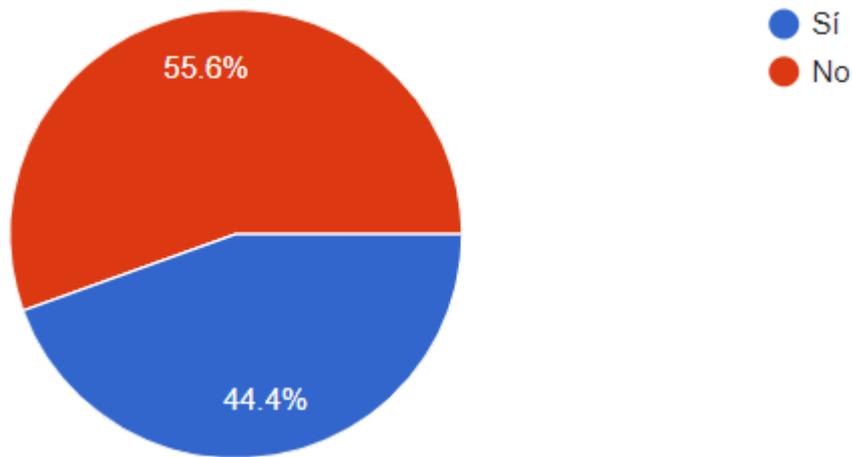


Fig. 2-45 – Proporción de conocimiento que se tiene sobre los ciclos de absorción.

Se preguntó, además, si ven factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción. El 55% indica que lo ve viable, mientras que el restante no sabe.

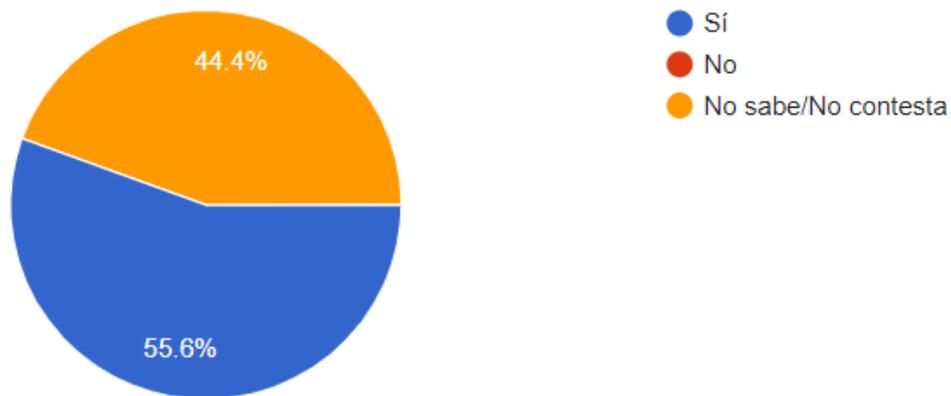


Fig. 2-46 – Proporción que considera factible instalar un equipo por absorción.

Se extendió la pregunta a dónde lo ven aplicable, donde recopilamos distintas opciones, como ser:

- Enfriamiento de tableros eléctricos.
- Enfriamiento de intercambiadores de calor de aceites hidráulicos.
- Climatización de oficinas.
- Agua potable caliente de planta.
- Salas de elaboración o expedición (8 a 10 °C).
- Sistemas de almacenado de materia primas y/o productos terminados (2 a 4 °C).

A modo de resumen de este apartado, se puede decir que:

La mayoría de las empresas consultadas cuentan con equipos de frío y también, concretamente cuentan con fuentes de calor que arrojan energía al ambiente y que puede ser aprovechada. Además, estas fuentes en su mayoría son gases de la salida de la caldera.

También se puede concluir que, si bien el ciclo por absorción es conocido, no todos lo hacen. Y quien sí lo conoce, lo ve viable para algún uso dentro de su empresa. Como aplicación de generación de agua fría se puede encontrar la refrigeración de salas y oficinas.

### ***2.3. Marco legal***

#### **2.3.1. Energías renovables**

Desde el año 1998, en el país existe un marco jurídico que busca promover las energías renovables. La primera ley sancionada es la ley N° 25.019/1998, que propone un régimen de promoción para la energía eólica y solar. Luego en el año 2017 se buscó complementar la normativa anterior mediante la ley N° 26.190/2007, incluyendo otros tipos de energías renovables (como son la geotérmica, la mareomotriz, la hidráulica, la biomasa y el biogás).

Finalmente, en el año 2015 mediante la ley N° 27.191/2015 se genera el fomento para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica, que propone alcanzar para fines de 2025 una participación del 20% de estas fuentes en la generación de toda la energía eléctrica consumida localmente.

Así mismo, y para cumplir con los objetivos planteados en esta última ley, el Ministerio de Energía y Minería (MINEM) lanzó en 2016 el programa RenovAr, que consistió en una serie de llamados a licitación para adicionar nuevas fuentes de generación de energía limpia a la matriz eléctrica nacional y, en paralelo, fomentar la competencia y una caída en los costos y precios de estas.

Se ve entonces un fuerte interés del poder político y social en buscar el aumento de la generación de energías renovables para solventar los problemas de potencia instalada que sufre el país. Se puede observar en la gráfica siguiente la variación de la producción de energía renovable:

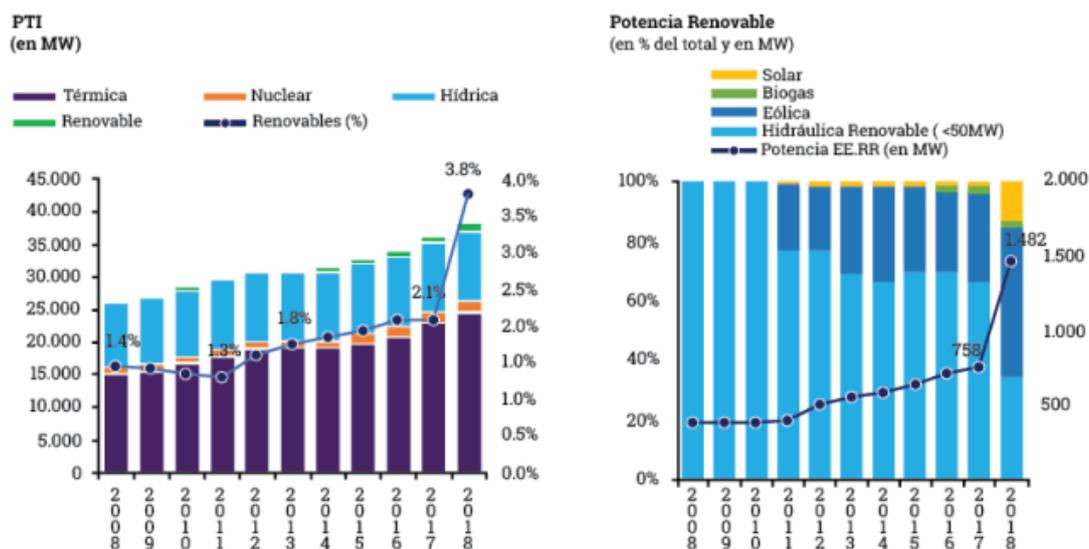


Fig. 2-47 - Evolución de las energías renovables instaladas en Argentina.

### 2.3.2. Eficiencia energética

Según indica el Ministerio de Energía y Minería de la Presidencia de la Nación, la Eficiencia Energética “es una práctica/forma de gestionar el crecimiento de la energía, obteniendo un resultado igual con menor consumo o un resultado mayor consumiendo lo mismo”.

Está asociada a la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en particular, con el fin de desarrollar de manera óptima las tecnologías de productos, procesos y servicios que consumen energía para contribuir a la reducción de su demanda. Estas tecnologías y servicios utilizarían menos energía realizando la misma tarea y obteniendo los mismos beneficios finales.

Entre sus beneficios principales se encuentra la reducción de importaciones de energía, de gastos de energía en los hogares, de costos de operaciones de las empresas y del consumo de combustible en el transporte. Además, contribuye a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Cambio Climático) y a la seguridad energética del país.

En cuanto al marco legal, si bien existen programas que tienen por objetivo la implementación de medidas de Eficiencia Energética en los edificios de la Administración Pública Nacional e iluminación pública, aún no se cuenta con ningún marco legal sobre los consumos privados.

En el año 2019, fue presentado ante el Poder Legislativo un Proyecto de Ley que entre ellas busca:

“... Crear condiciones propicias para incentivar el uso racional y eficiente de la energía; e) alentar cambios de hábito y adopción de conductas para el uso racional y eficiente de la energía por parte de la población; f) fomentar el uso eficiente de los recursos energéticos, tanto en la oferta de fuentes primarias, como en las etapas de transformación, transporte, distribución y en los distintos sectores de consumo.”

Se puede concluir que a nivel Nacional se está incentivando fuertemente a la generación renovable de energía y también al uso racional de energía y la eficiencia energética tanto en espacios públicos como a los consumidores.

El costo inicial de un equipo de refrigeración por ciclo de absorción resulta, en la mayoría de los casos, superior al de un equipo de compresión mecánica de la misma capacidad. La razón para esta diferencia está en los costos de fabricación de distintos intercambiadores de calor que intervienen en el proceso. Sin embargo, cuando se analizan los costos a partir del valor de las energías de consumo, la balanza puede inclinarse a favor de los equipos de absorción contra los equipos de compresión mecánica.

Por eso, en cuanto a energía, hay dos grandes tipos utilizados en la industria que son: gas y electricidad. En ello se buscará trabajar en el presente trabajo: lograr un equipo que el consumo energético sea bajo o nulo, sacando máximo provecho a la energía utilizada.

### **2.3.3. Regulación de ciclos de Absorción**

La normativa internacional es escasa, ya que sólo existe una norma N° ARI 560/1992 la cual su título es “Absorption water chilling and water heating packages”, que establece criterios de diseño y de aplicación para equipos de refrigeración por ciclos de absorción, así como para la realización de ensayos de prestaciones térmicas, esta norma es prácticamente la única específica de aplicación general para estos equipos.

En conclusión, no se puede decir que la reglamentación aplicable a la maquinaria frigorífica de absorción y a su utilización sea extensa, lo cual no es beneficioso, en absoluto, ya que la falta de definición en muchos aspectos dificulta, o cuando menos limita, la especificación de este tipo de sistemas salvo en aplicaciones en las que su efectividad económica es evidente.

### **2.3.4. Regulación de equipos a presión**

Dentro del marco legal en la provincia de Santa Fe, existe el Decreto N° 605 en el cual se regula todo lo referido a los Aparatos Sometidos a Presión (ASP), en lo cual se define:

“se consideran Aparatos Sometidos a Presión (ASP) todos aquellos recipientes que presten servicio estático destinados a contener fluidos, incluidos los elementos de montaje directo hasta el dispositivo previsto para la conexión con otro equipo o tuberías, que estén sometidos a una presión efectiva interior superior a 100 kPa. y posean un volumen superior a 50 dm<sup>3</sup>.”

En el caso de que el equipo a diseñar supere la presión de 100 kPa, equivalente a 1 bar, el decreto indica también que para el uso de este se deberá solicitar antes de su puesta en funcionamiento, una habilitación e inscripción que encabeza la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe (EPESF), con su correspondiente verificación periódica.

### **2.3.5. Tratados internacionales medioambientales**

El Acuerdo de París es un tratado firmado por la mayoría de los gobiernos del mundo con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mantener por

debajo de dos grados centígrados el incremento de temperatura global causado por el calentamiento global

Antes del Acuerdo de París, en 1997 los gobiernos acordaron llegar a un acuerdo menos ambicioso conocido el Protocolo de Kioto, un paquete de medidas con el fin de reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero. Éste finaliza en el año 2020, entrando en vigor el nuevo Acuerdo de París.

Se ve entonces cómo a nivel mundial, los gobiernos de las grandes potencias están trabajando en políticas contra el cambio climático y el cuidado del medioambiente.

### **2.3.6. Higiene y Seguridad**

A nivel nacional, existe la ley de Higiene y Seguridad N.º 19.587, aprobada por Decreto N.º 351/79. Se deberá tener en cuenta varios puntos de la ley para la instalación y operación del equipo.

Para el servicio eléctrico y tablero de operación, se deberá tener en cuenta los puntos que refieren a los riesgos eléctricos, e identificar los potenciales riesgos, pulsadores de emergencia, comandos, etc.

También dado a que el equipo utilizará una sustancia para el funcionamiento, se deberá detallar los pasos y acciones a realizar en caso de cualquier accidente con el producto, dentro del manual de operación.

La reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) nos indicará por ejemplo secciones de cable a utilizar en casa caso, color, protecciones, etc.

## **2.4. Referencia bibliográfica**

- *Aplicaciones de enfriadores*. [En línea]. Recuperado el día 18 de junio de 2019, de [https://www.todochiller.com/aplicaciones\\_enfriadores.html](https://www.todochiller.com/aplicaciones_enfriadores.html)
- *Matriz Energética Argentina, presente y proyección*. [En línea]. Recupero el día 27 de noviembre de 2019 de <https://megavatios.com.ar/matriz-energetica-argentina-presente-y-proyeccion/>
- *Eficiencia Energética*. [En línea]. Recuperado el día 04 de octubre de 2019, de <https://www.minem.gob.ar/www/835/25538/eficiencia-energetica>.
- *Proyecto de Ley Nacional, “Ley de Eficiencia Energética” de Esteban Bullrich*. Presentado al Senado de la República Argentina el 21 de noviembre de 2019, recuperado de <http://www.senado.gov.ar/parlamentario/comisiones/verExp/3290.19/S/PL>
- *Boletín oficial de la Provincia de Santa Fe*. Decreto N° 605, publicada el 01 de abril de 2016, recuperada de <https://www.santafe.gob.ar/boletinoficial/ver.php?seccion=13-04-2016decreto605-2016.html>
- Cano Marco J. M. “Refrigeración por absorción. Interés energético e impacto ambiental”. Artículo técnico de Energía.
- *Ley de Higiene y Seguridad N° 19.587. Decreto N° 351/79*. [En línea]. Recuperada el día 03 de octubre de 2019 de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32030/dto351-1979-anexo1.htm>



### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

En el capítulo anterior se ha podido definir todas las consideraciones necesarias en base a proyectos anteriores y existentes sobre ciclos de Refrigeración por Absorción. También, se enumeraron normativas y requisitos que se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar el presente proyecto.

En éste nuevo capítulo, se comenzará a definir el diseño del Equipo Enfriador de Agua para resolver la necesidad de refrigerar ciertos componentes de una industria.

En un principio se expondrá la situación problemática determinando el alcance propiamente del proyecto. A raíz de estos se describirán diferentes alternativas y los motivos de elección del ciclo de absorción propiamente dicho.

#### *Alcance del proyecto*

Luego de haberse realizado las encuestas de mercado, se ha contactado a una de las empresas interesadas en un proyecto de equipo enfriamiento de agua por absorción y que disponía de calor residual.

En concreto, el cliente presenta instalados tableros eléctricos de comando dentro de una sala que hoy no dispone de ningún tipo de refrigeración.

El inconveniente que esto conlleva se da a altas temperaturas, en dónde el calor aumenta la posibilidad de daños en los componentes eléctricos que forman parte de los tableros.

La empresa que instaló los tableros determinó que se requería de un equipo de 25 kW para la refrigeración de la sala.



*Fig. 3-1 - Sala de tableros eléctricos del cliente.*

Es por esto por lo que el objetivo principal de este proyecto será diseñar un equipo de tal potencia capaz de refrigerar esta sala. Para poder analizarlo, se hará una

comparativa entre un equipo de refrigeración convencional y un equipo chiller con agua fría a través de fan coils, donde se expondrán las ventajas y desventajas de ambos equipos.

El calor residual del que dispone el cliente viene dado por los gases a la salida de la chimenea de una caldera humotubular la cual se encuentra físicamente al lado de la sala de tableros.



*Fig. 3-2 - Parte frontal con chimenea de la caldera humo tubular del cliente.*

La caldera no cuenta con un economizador que hace de recuperador de calor para precalentar el agua de la caldera. Gracias a esto y que los mismos gases de combustión salen a una temperatura de 215 °C al ambiente: serán objeto de aprovechamiento para el funcionamiento del Ciclo de Absorción.

El cliente solicita disponer también de agua caliente para una parte del proceso productivo. Por lo tanto, el proyecto total del cliente constará de:

- 1) Colocación de un economizador recuperador de calor a la salida de los gases en la chimenea de la caldera, para generar agua caliente.

Este equipo será seleccionado e instalado por el cliente.

- 2) Equipo enfriador de agua (chiller) por ciclo de absorción para la refrigeración de la sala de tableros.

El equipo será objetivo principal de este trabajo final. Por ello a continuación se indicará como se ira subdividiendo el capítulo técnico del proyecto.

Se comenzará por describir las diferentes alternativas ante la finalidad de refrigerar un fluido o sustancia en sí, aplicado a la situación problemática real como la es la necesidad de refrigerar los tableros eléctricos previamente indicados.

En el inicio, se expondrán los ciclos de refrigeración de mayor frecuencia o difusión dentro del mercado industrial como domiciliario.

Se realizarán descripciones detalladas del ciclo de refrigeración por absorción característico de este proyecto, dando a conocer las ventajas y desventajas con respecto a los ciclos convencionales.

Introducidos los sistemas de refrigeración, se explicarán los diversos cálculos termodinámicos característicos en este sistema de refrigeración para esta situación particular, identificando los recursos y las posibilidades de entregar las frigorías necesarias. Estos desarrollos estarán sustentados por una descripción del ciclo en sí.

Además, se expondrán diferentes desarrollos, tablas y diferentes gráficos entálpicos serán materiales de exposición para lograr esta solución eficiente.

El análisis de las potencias requeridas en el sistema comenzará con la necesidad de cubrir la potencia frigorífica necesaria para refrigerar los tableros de control aledaños a la zona de calderas. Como consecuencia de esta potencia a cubrir se calculará el dimensionamiento y morfología del modelo.

Obtenidos estos diseños y cálculos termodinámicos para los distintos componentes del sistema, se esbozarán posibles diseños mecánicos en los cuales se determinarán la distribución de los distintos componentes que conforman este sistema teniendo en cuenta las disponibilidades en el mercado y en función de la factibilidad técnica comercial.

El epílogo de este apartado dará pie en la documentación y referencia de planos de los equipos que conforman el ciclo frigorífico

### ***3.1. Evaluación de alternativas***

La necesidad de un sistema de refrigeración en las industrias siempre estuvo presente a lo largo de la historia. En diversas actividades, ya sean alimenticias, farmacéuticas y/o metalurgias son necesario preservar las materias primas o productos semielaboradas. En otras ocasiones una refrigeración puede ocupar el rol de asegurar el confort en las personas de forma directa o indirecta.

Uno de los mecanismos de refrigeración más usados para satisfacer tales necesidades fue la implementación de la refrigeración por compresión. Este tipo de refrigeración trabaja comprimiendo y entregando energía a un fluido refrigerante que pueda trasladar este calor de la fuente fría para poder expulsar a la fuente caliente. Este tipo de refrigeración tomo un papel predomina mente en la actualidad principalmente por la gran versatilidad y buena eficiencia de este.

Sin embargo, el consumo eléctrico en los equipos de refrigeración por compresión es fundamental para poder lograr tal función.

Comúnmente se conoce que el precio de la energía eléctrica en el mundo fue incrementando sus valores a ritmos exponenciales. A consecuencia de esto se decidió realizar un análisis y optar por una alternativa que pueda lograr una refrigeración sin un uso exhaustivo y significativo de energía eléctrica, aprovechando así las circunstancias o parámetros aledaños a la problemática en sí.

A raíz de esto, y ante la posibilidad de aprovechar la energía residual de una caldera aledaña a la misma sala, se decidió sustituir el método convencional de refrigeración y optar por una opción de consumo reducido eléctrico, tal como la es la refrigeración por absorción de simple efecto

De la igual manera, para poder realizar un análisis más profundo en los equipos de refrigeración por absorción, es necesario entender con mayor profundidad las diferentes variantes de refrigeración, entendiendo sus funcionamientos y elementos que lo componen. Por ello en el siguiente apartado se hará una breve explicación del equipo convencional por compresión para luego exponer el ciclo por absorción.

### 3.1.1 Refrigeración por compresión



*Fig. 3-3 - Compresor industrial para R22*

La refrigeración por compresión transmite la energía térmica desde zonas de alta y baja presión. Los intercambios de energía se producen en los cambios de estados del refrigerante, ya sea pasando de vapor a líquido y viceversa. Tales transferencias se producen en los denominados intercambiadores de calor

El proceso de refrigeración por compresión se puede comenzar describiendo cuando se realiza la evaporación del refrigerante. En este proceso, se absorbe energía o calor latente en un intercambiador de calor denominado Evaporador.

Dependiendo las, dimensiones físicas y potencias del sistema, toda la cantidad de calor contenida en el ambiente, como fuente fría, se transmite como energía térmica, la cual denominamos carga térmica

Una vez absorbida la energía proveniente de la fuente fría, es el compresor el que tiene la misión de aportarle entalpia al refrigerante. En este proceso el refrigerante gana

energía en forma de entalpía, la cual se traduce en un aumento de presión y temperatura en el mismo

En el condensador se produce el cambio de estado de gaseoso a líquido la cual es favorecida por algún fluido externo.

De esta manera, el refrigerante en estado líquido es almacenado para luego de atravesar una válvula de laminación pueda volver a reiniciarse el ciclo de refrigeración por compresión.

Descripto el funcionamiento del ciclo, es necesario distinguirlos en los siguientes grupos:

- Sistemas de compresión simple.

Este tipo de compresión es la más generalizada en equipos de refrigeración simples como los aires acondicionados heladeras y afines. El aumento de presión se hace por medio de una sola etapa o una carrera de compresión.

- Sistemas de compresión múltiple.

Este tipo de compresión es aquella donde las relaciones de compresiones son demasiadas altas y no pueden ser efectuadas en una sola etapa. Generalmente se diferencian en que la compresión es a tornillo y no de tipo alternativa, como así también la combinación de dos tipos de fluidos refrigerantes que se complementan uno a causa de diferentes propiedades fisicoquímicas; denominados así también ciclo en cascada

Este sistema presenta una mayor absorción de carga térmica y por ende una mayor eficiencia térmica

Dentro de estos grupos existen diferentes variantes o tipos de configuraciones de los cuales nombramos a continuación.

- Con enfriador intermedio abierto.

La refrigeración con enfriador intermedio abierto consiste en la existencia de un tanque presurizado que se encuentra entre los compresores de alta y baja. Se produce un enfriamiento y expansión del refrigerante antes de ingresar a la zona de alta presión.

- Con enfriador intermedio cerrado.

En este tipo de refrigeración se logra una inyección parcial del refrigerante al recipiente para lograr un enfriamiento que tendrá como objetivo aumentar la eficiencia o COP.

Sistemas con recirculación de líquido

- Con estanque de recirculado (compresión simple)

La recirculación de líquido cumple la función de alimentar los evaporadores inundados, esto conlleva la posibilidad de poder efectuar grandes refrigeraciones industriales.

- Con estanque de recirculado (compresión múltiple)

El recirculado en una compresión múltiple cumple la función de mantener los evaporadores a una presión y temperatura baja.

### **3.1.2. Refrigeración por absorción**

El sistema de refrigeración por absorción, el cual se desarrollará en este proyecto final, presenta condiciones de operación totalmente distintas a las que son por el método por compresión.

En este tipo de refrigeración, la energía necesaria para su funcionamiento, no se origina por la compresión de un fluido refrigerante. El ciclo se basa y toma ventaja en las propiedades termodinámicas que presenta el refrigerante a ciertas condiciones de presión y temperatura.

Por ello, hay sustancias que absorben calor al cambiar de estado de líquido a gaseoso. La capacidad de absorción entre los agentes que interactúan en el ciclo son características fundamentales para lograr el funcionamiento del ciclo.

Entre las características necesarias de los agentes intervinientes podemos indicar lo siguiente:

- Miscibilidad en un rango de temperaturas específicas entre absorbente y refrigerante.
- Gran diferencia entre el punto de ebullición del refrigerante puro y la mezcla a la misma presión.
- Un calor latente alto en el refrigerante manteniendo así la circulación y el absorbente al mínimo.
- El refrigerante debe ser más volátil que el absorbente de manera que sea fácilmente separable por calentamiento.
- El refrigerante y el absorbente no pueden ser corrosivos, tóxicos, de alto costo ni formar inestabilidad química

Para dar una explicación más concreta del ciclo de refrigeración por absorción es racional enumerar y detallar los diferentes tipos de intercambiadores y componentes que forman este tipo de refrigeración.

#### **3.1.2.1. Equipos Principales que conforman el Ciclo de refrigeración por Absorción**

Entre los principales componentes del ciclo de refrigeración podemos nombrar:

- Generador:

En este tipo de intercambiador, una solución recibe calor de una fuente de alta temperatura, con lo cual, gracias a esta energía, genera la evaporación necesaria en la solución.

La mayor parte de la solución líquida es depositada en el fondo del generador y es conducida hacia el absorbedor a través de una válvula reductora de presión cuyo propósito es garantizar la caída de presión para mantener las diferencias de presión entre el generador y el absorbedor.

El absorbente regenerado normalmente contiene parte del refrigerante. Si el material absorbente tiende a solidificar, debe existir el refrigerante suficiente para mantener el material absorbente en un estado diluido.

Por otra parte, el vapor producido se lleva al condensador, para poder continuar con el proceso de refrigeración

En otras palabras, el generador, es un tipo de intercambiador de calor en el cual transferiremos energía calórica proveniente de una fuente residual de energía, para conferirle calor a una solución.

- Condensador:

En esta parte del sistema se elimina calor por intercambio entre el calor latente de licuefacción del refrigerante a alta presión y temperatura que viene del generador, con el aire exterior o con agua fría de una torre de enfriamiento. El refrigerante licuado se deposita en el fondo del recipiente.

Estructuralmente existen diferentes tipos de condensadores con diferentes morfologías acordes a las situaciones que el equipo este sometido, pero siempre cumpliendo la función de intercambiador de calor. Más adelante se expondrá la morfología de este tipo de intercambiador

- Evaporador:

El fluido refrigerante, producido en estado líquido, entra en el evaporador donde, como consecuencia de la baja presión y baja temperatura presente, evapora inmediatamente (Principio de Dalton) extrayendo del ambiente circundante (agua o aire) cantidades de calor equivalente al calor latente de evaporación.

La función de este es poder trasladar toda esta energía de refrigeración al ambiente a climatizar o al fluido a enfriar para tal propósito.

- Absorbedor:

Este dispositivo permite la mezcla del vapor de refrigerante proveniente del evaporador con la solución débil (al porcentaje de agua) para hacer que la concentración aumente liberando calor de la solución. Este calor debe liberarse al medio ambiente evitando así un aumento de presión.

La solución concentrada producida en la primera fase absorbe el vapor que proviene del evaporador a presión. La absorción es producto de la tendencia a mezclarse de las sustancias miscibles, por la afinidad entre el absorbente y las moléculas de refrigerante. Si ese proceso de absorción fuese ejecutado adiabáticamente la temperatura de la solución aumentaría y eventualmente la absorción de vapor podría cesar, por esto el absorvedor es enfriado por agua o aire que finalmente retorna ese calor para la atmosfera. Energía térmica liberada durante el proceso de absorción proviene del calor de condensación, calor sensible y calor de disolución.

Si analizamos los componentes previamente nombrados podemos identificar termodinámicamente a 4 intercambiadores de calor los cuales tendrán las funciones del condensador, evaporador, absorbedor y generador. Esta evaluación será de suma

importancia ya que, entendiendo el concepto de esta, podrán surgir los diferentes cálculos termodinámicos de intercambio de calor que surgen globalmente en el equipo de refrigeración por absorción.

No obstante, existen distintos tipos de componentes necesarios para poder efectuar y concretar la refrigeración requerida. Entre los mismos podemos nombrar los siguientes.

- Expansión o válvulas de laminación:

Mediante una válvula reguladora de presión pasa el líquido saturado de la región de alta presión del condensador para otra de baja presión del evaporador produciendo el descenso de temperatura como consecuencia de dicha laminación.

- Bomba:

Para poder efectuar el movimiento del fluido en ciertos componentes es necesario tener una fuente de trabajo que pueda impulsar el movimiento de un lado al otro del sistema, por ello se recurrirá al uso de una bomba.

Hay que tener en cuenta que el consumo eléctrico de dicha bomba no presentara grandes potencias considerables que afecten el rendimiento del equipo frigorífico.

Generalmente este tipo de bomba se usa para elevar la impulsar la solución fuerte y llevarla nuevamente al generador.

### 3.1.2.2. Funcionamiento del sistema de absorción

En un ciclo cerrado, el efecto de refrigeración se produce de manera continua, tal como se observa en la siguiente figura.

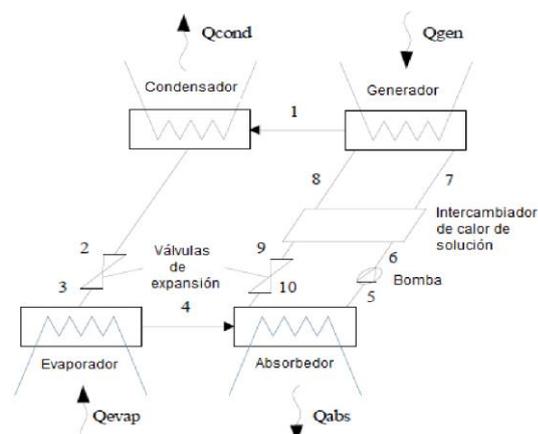


Fig. 3-4 - Ciclo de Refrigeración por absorción de efecto simple

El ciclo de efecto simple es compuesto por cinco intercambiadores de calor (generador, absorbedor intercambiador de calor de la solución, condensador y evaporador), una bomba y dos válvulas de expansión.

Ya nombradas las diferentes partes que componen el ciclo de refrigeración por absorción, es necesario anticipar de simple manera como se desarrolla el sistema de enfriamiento sin importar la clase de refrigerante que interactúa.

Para comenzar a describir el ciclo de refrigeración empezaremos a describir cómo se desarrolla el fluido refrigerante en uno de los componentes, como es el del generador.

En el generador, el calor introducido calienta la solución refrigerante – absorbente. Cuando la solución ingresa al generador, esta es rica en refrigerante (pobre en absorbente), pero debido al calor introducido, parte del refrigerante se evapora (1) y su concentración en la solución disminuye.

El vapor de refrigerante producido se condensa en el condensador, luego el líquido condensado (2) se expande en la válvula de expansión (3) y finalmente, la mezcla líquida – vapor se evapora en su totalidad en el evaporador (4).

Después de evaporar parte del refrigerante, la solución sale del generador (8) y se pre-enfría en el intercambiador de calor de la solución (9). Luego, se expande (10) e ingresa al absorbedor.

El vapor de refrigerante es absorbido en el absorbedor, por la solución rica en absorbente (pobre en refrigerante). Cuando la solución sale del absorbedor, contiene una alta concentración de refrigerante (5), se precalienta en el intercambiador de calor de la solución e ingresa nuevamente al generador (7)

Existen configuraciones más complejas enfocadas en el aprovechamiento de fuentes de calor con altas temperaturas (ciclos de efecto doble) o para alcanzar temperaturas en el evaporador menores que las alcanzadas en el ciclo de efecto simple.

En este trabajo, el objetivo es el de utilizar sistemas de refrigeración por absorción a partir de fuentes de calor de bajas temperaturas (calor de desperdicio), por lo tanto, se enfocará en sistemas de absorción de efecto simple.

### 3.1.2.3. Fluidos de trabajo en un ciclo de refrigeración por absorción

Para determinar las sustancias intervinientes, en el equipo de refrigeración a proyectar, es necesario exponer las diferentes alternativas existentes.

Por ello, a continuación, se observarán las características de soluciones que se pueden encontrar en un ciclo de refrigeración por absorción. Una vez presentadas las mismas, se determinará el fluido necesario para resolver la problemática inicial.

Tabla 3-1 - Comparación de Fluidos de Trabajo

FLUIDOS DE TRABAJO	CARACTERISTICAS
NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O + LiBr	Significativamente menor contenido de H <sub>2</sub> O de vapor que entra en el rectificador; mayor COP que NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O
NH <sub>3</sub> + LiNO <sub>3</sub>	Temperatura de menor generación que NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O
NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O + NaOH	Mejorar la separación de NH <sub>3</sub> y reducir la temperatura de conducción con mayor COP
H <sub>2</sub> O + LiBr + (CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub>	Propiedades térmicas similares a las de LiBr + H <sub>2</sub> O con una solubilidad más alta de alrededor del 80%

LiBr + H <sub>2</sub> N(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> OH + H <sub>2</sub> O	Menor riesgo de cristalización que LiBr + H <sub>2</sub> O en enfriadores de absorción enfriados por aire; alta viscosidad; corrosión
LiBr + HO(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH + H <sub>2</sub> O	Menor riesgo de cristalización que LiBr + H <sub>2</sub> O en enfriadores de absorción enfriados por aire; alto viscosidad; corrosión
H <sub>2</sub> O + KNO <sub>3</sub>	Baja corrosión y mejor transferencia de calor y masa que H <sub>2</sub> O + NH <sub>3</sub>
H <sub>2</sub> O + CaCl <sub>2</sub>	COP alta que H <sub>2</sub> O + LiCl; fácilmente disponible y respetuoso con el medio ambiente; Menos corrosivo que LiBr + H <sub>2</sub> O
NaOH + KOH + H <sub>2</sub> O	Campo de solución significativamente más amplio, elevación de temperatura más alta, mejor COP que LiBr + H <sub>2</sub> O

Si bien los fluidos indicados en la anterior tabla pueden ser una posible variante, se decidió recurrir a aquellas de mayor practicidad y disponibilidad en el mercado. A consecuencia, gracias a diferentes artículos científicos y análisis efectuados en el diseño de este tipo de ciclo de refrigeración podemos identificar entre las principales soluciones las siguientes combinaciones.

#### **Amoniaco (NH<sub>3</sub>) / Agua.**

NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O, requiere en el generador de 120-150°C

##### Ventajas:

- El refrigerante amoniaco tiene una alta capacidad calorífica.
- Aplicaciones de temperaturas muy bajas, hasta -60°C
- Propiedades muy buenas de transferencia de calor y masa

##### Inconvenientes:

- Presión muy alta del refrigerante (tuberías más gruesas)
- Volatilidad del solvente (es necesaria una rectificación)
- Toxicidad del amoniaco
- Ataca el cobre

#### **Agua / Bromuro de Litio (LiBr)**

H<sub>2</sub>O - BrLi, requiere en el generador una temperatura de 100°C o algo inferiores

##### Ventajas:

- La refrigerante agua tiene una alta capacidad calorífica.
- La solución de bromuro de litio no es volátil
- Las sustancias no son tóxicas ni inflamables

##### Inconvenientes:

- El sistema no puede enfriar a temperaturas menores del punto de congelación de agua
- El bromuro de litio es solvente en agua sólo limitadamente.
- El vacío demanda una alta impermeabilidad del sistema

Dado que ambas configuraciones, el agua cumple diferentes tipos de funciones, es necesario describir con mayor profundidad ambos mecanismos y poder determinar el fluido a implementar. En un primer caso se expondrá el amoníaco como refrigerante y posteriormente en una segunda opción, el agua como tal rol.

### 3.1.2.4. Ciclo de Refrigeración por absorción NH<sub>3</sub> -Agua

En este tipo de configuración es el Amoníaco es el refrigerante y el agua pasa a ser el absorbente.

El ciclo aprovecha la gran afinidad del amoníaco con el agua, utilizado aquel como agente frigorífico dado que es fácilmente absorbido por esta. El NH<sub>3</sub> es el más tradicional de los refrigerantes inorgánicos conociéndose como tal con la denominación de R-717

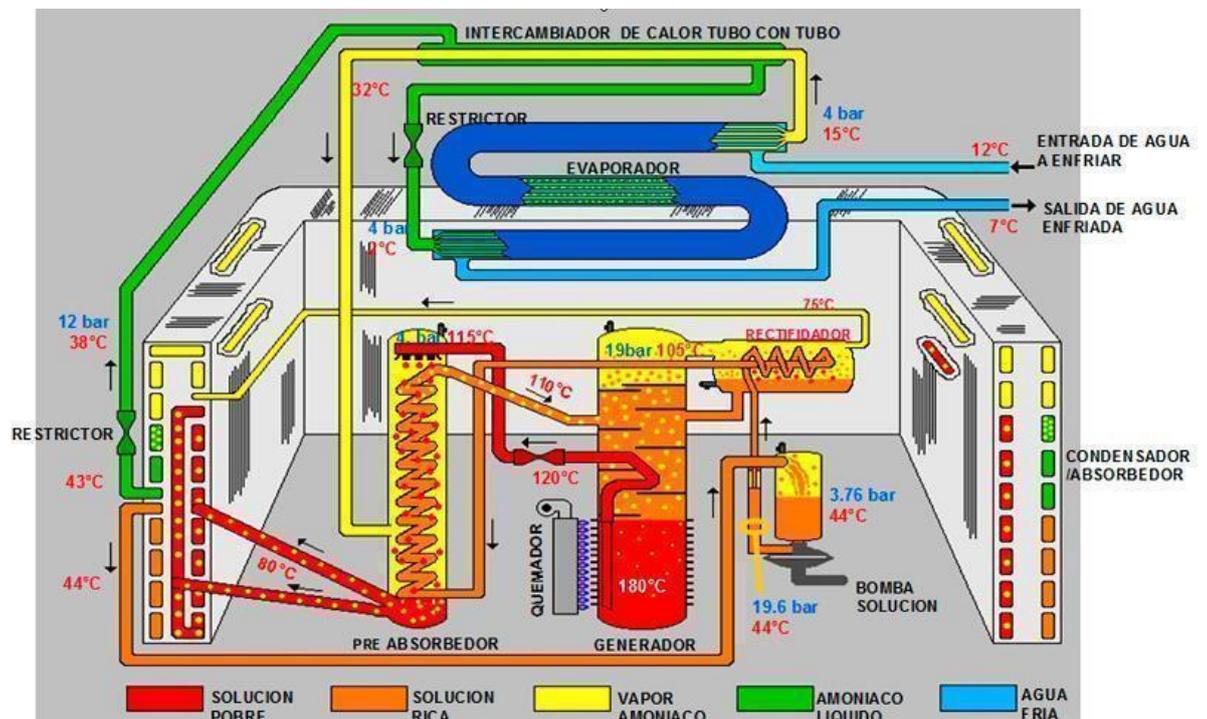


Fig. 3-5 - Esquema de componentes de un Ciclo de Absorción – NH<sub>3</sub> / AGUA.

Para explicar el funcionamiento del ciclo de refrigeración, seguiremos el curso de los fluidos y los cambios de estado del gráfico.

Empezando el análisis en el generador, situado en el centro del gráfico, vemos que la solución de agua y amoníaco se calienta en su interior por una fuente externa de calor por la aportación del quemador de gas, en nuestro caso será la energía residual de algún proceso. La misma tendrá una presión dependiendo de dimensiones y capacidades que oscilan entre 14 y 24 bar, hasta alcanzar una temperatura del orden de 180°C a la que por ebullición se separa, por un lado vapor con una elevada concentración de amoníaco (denominada solución concentrada o fuerte) y por otra

una solución líquida con baja concentración de amoníaco, llamada solución diluida o pobre.

El vapor pasa a través del rectificador donde el contenido de agua es separado por condensación al contacto del serpentín por cuyo interior circula solución a una temperatura inferior al punto de rocío del vapor de agua en estas condiciones.

El vapor de amoníaco depurado del agua sale del rectificador a una temperatura aproximada de 75°C y a una presión de unos 19 bar, entrando en el condensador. Éste lo forma una batería de tubos aleteados por cuyo interior circula el amoníaco y por su cara externa el aire de la atmósfera exterior impulsada por un ventilador. El flujo de aire enfría el amoníaco hasta condensarlo y llevarlo al estado líquido, reduciendo su temperatura a unos 43°C.

A continuación, la presión del amoníaco líquido es reducida a unos 12 bar por un primer restrictor y luego enfriado en un intercambiador de calor del tipo tubo en tubo, para seguidamente reducir todavía más la presión a 4 bar a la cual entra en el evaporador donde, debido a la diferencia de presión, se evapora a 2°C obteniendo el calor latente de vaporización del agua a refrigerar que circula en sentido inverso por el cuerpo del evaporador. Esta agua que es la que circula por la instalación del usuario, sale refrigerada a una temperatura nominal de 7°C entrando a una temperatura de 12°C.

A la salida del evaporador, el vapor de amoníaco circula por el secundario del intercambiador de calor tubo en tubo al que nos hemos referido anteriormente, adquiriendo calor del amoníaco líquido que circula en sentido contrario por el circuito primario, elevando su temperatura a 32°C. En estas condiciones entra en el pre-absorbedor al que llega también la solución acuosa (la que denominamos diluida o pobre) procedente del generador después de atravesar un restrictor de manera a reducir su presión a 4 bar, igual a la del vapor de amoníaco. En este dispositivo, en el cual se halla también un serpentín por el que circula solución rica a una temperatura de unos 105°C como veremos más adelante, el vapor de amoníaco es absorbido por el agua debido a su afinidad y calentado a unos 85°C para dirigirse seguidamente al absorbedor. Este último está formado, al igual que el condensador, por una batería de tubos aleteados por cuyo interior circula la solución rica y por el exterior el aire ambiente forzado por el ventilador.

A lo largo del recorrido por el interior del absorbedor, el amoníaco es íntegramente absorbido por el agua y seguidamente aspirado por la bomba de solución a una temperatura de 44°C. A esta temperatura, es impulsado por la bomba de solución hacia el serpentín del rectificador donde, como hemos visto, provoca la condensación del agua y al mismo tiempo obtiene calor de ella y del vapor de amoníaco caliente que procede del generador aumentando su temperatura hasta 105°C. El próximo paso es circular por el interior del serpentín del pre-absorbedor al que nos hemos referido anteriormente, para volver finalmente al generador donde el ciclo empieza de nuevo.

Conocido el funcionamiento del sistema de refrigeración por absorción más difundido (NH<sub>3</sub> – AGUA) es necesario comprender que para aprovechar con mayor envergadura

las energías residuales en una industria, debemos presentar una menor temperatura de generación.

Por ello a continuación se analizará la solución binaria de bromuro de litio y agua la cual se caracteriza de obtener energía de fuentes de menor temperatura.

### 3.1.2.5. Ciclo de Refrigeración por absorción Agua – Bromuro de Litio

El fluido utilizado en el ciclo de refrigeración es una solución de agua y Bromuro de litio (LiBr), siendo el agua el refrigerante y el LiBr el absorbente. Una primera ventaja es que los agentes utilizados son totalmente inocuos para el medio ambiente.

El LiBr es una sal similar a la sal común (NaCl) que como ella tiene una gran afinidad con el agua, absorbiéndola fácilmente. El otro aspecto importante para entender cómo puede utilizarse el agua como refrigerante es saber que ésta, cuando se encuentra en un espacio en el que la presión absoluta está muy por debajo de la atmosférica y que en este caso es menor a 1 kPa (10 mbar en vez de 1013 que es la presión atmosférica nominal), el agua se evapora (hierve) a temperaturas menores a 6°C

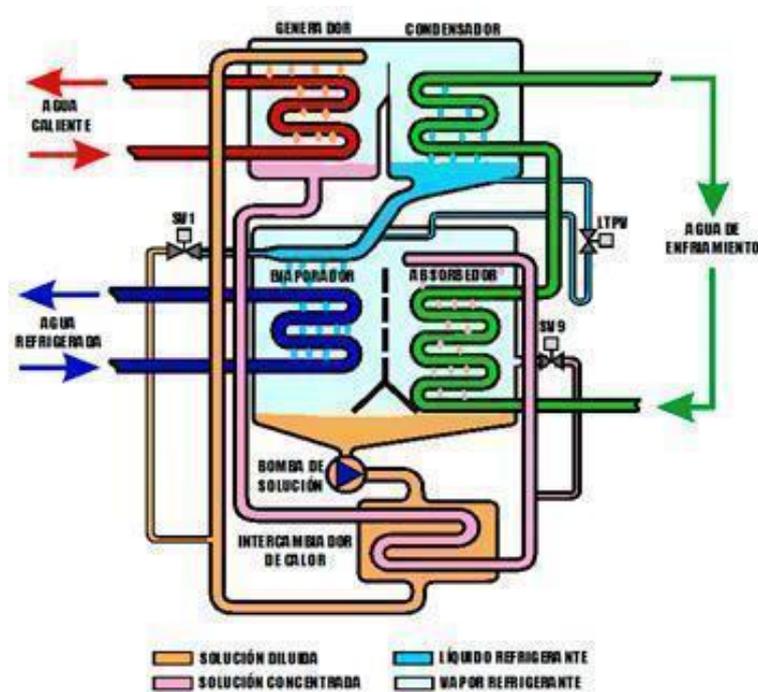


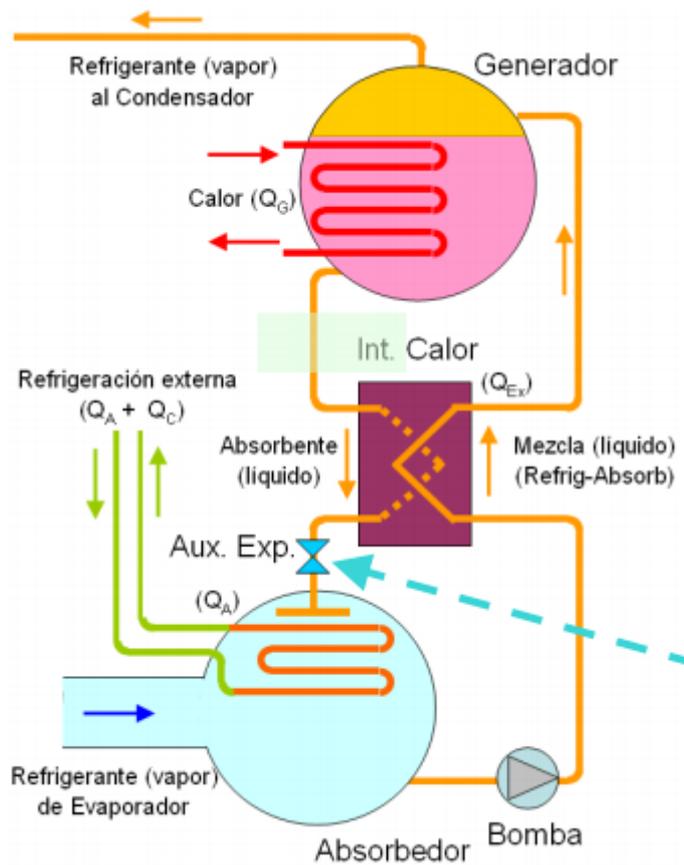
Fig. 3-6 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H<sub>2</sub>O de simple efecto.

Para explicar el funcionamiento seguiremos el esquema simplificado de la Figura 3-6.

Empezamos en el generador que está situado en la parte superior izquierda del gráfico, donde la solución acuosa (denominada solución diluida) contiene aproximadamente entre un 55% y un 65% de LiBr. Por el circuito primario del generador circula el agua caliente que aporta la energía necesaria para hacer funcionar el sistema.

Esta agua caliente entra nominalmente a una temperatura de 99°C en el circuito primario del generador. Mientras, en el circuito secundario del generador, o sea en el circuito de refrigeración, la presión absoluta es de aproximadamente 10 kPa.

Como efecto del calor aportado por el circuito primario de agua caliente, el agua de la solución diluida entra en ebullición y el vapor formado se encamina hacia el recipiente contiguo que es el condensador. Debido a esta separación de vapor, la solución restante, denominada solución concentrada, aumenta su proporción entre un 3% y un 5% de LiBr dirigiéndose en estas condiciones hacia el intercambiador de calor situado en la parte inferior del esquema.



Se puede instalar una expansión auxiliar en el absorbente que retorna del generador

Fig. 3-7 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H<sub>2</sub>O de simple efecto (Generador / Absorbedor).

Para mejorar la eficiencia se instala un intercambiador de calor que cumple las siguientes funciones:

- precalentar la mezcla que va al generador
- refrigerar el absorbente que retorna al absorbedor

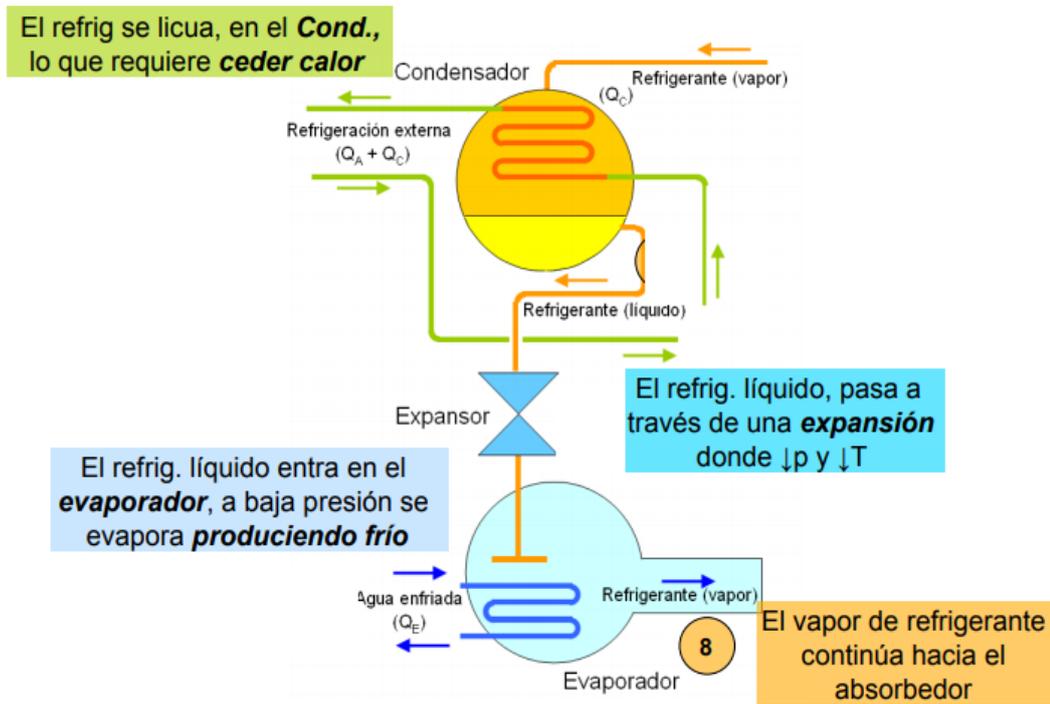


Fig. 3-8 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H<sub>2</sub>O de simple efecto (Condensador Evaporador).

Mientras, en el condensador, el vapor de agua es enfriado hasta temperaturas cercanas al ambiente, para lograr el condensado del vapor de agua y convertirlo en líquido. Esta misma operación puede realizarse por medio de una torre de enfriamiento o aire a través del intercambiador.

Este líquido refrigerante, es introducido por diferencia de presión en el evaporador, donde se mantiene a una presión absoluta de aproximadamente 0,6 kPa, por lo que se evapora a 5°C. De esta forma adquiere el calor necesario desde el circuito de agua a refrigerar para evaporarse.

La temperatura del agua a enfriar desciende aproximadamente 5°C respecto al ingreso, dependiendo de la superficie de intercambio del equipo. Al mismo tiempo, la solución concentrada de LiBr procedente del generador fluye en el absorbedor que comparte espacio y presión con el evaporador, siendo el vapor de agua contenido en este absorbido por el LiBr debido a su afinidad con el agua, diluyendo a la concentración inicial de la solución de LiBr

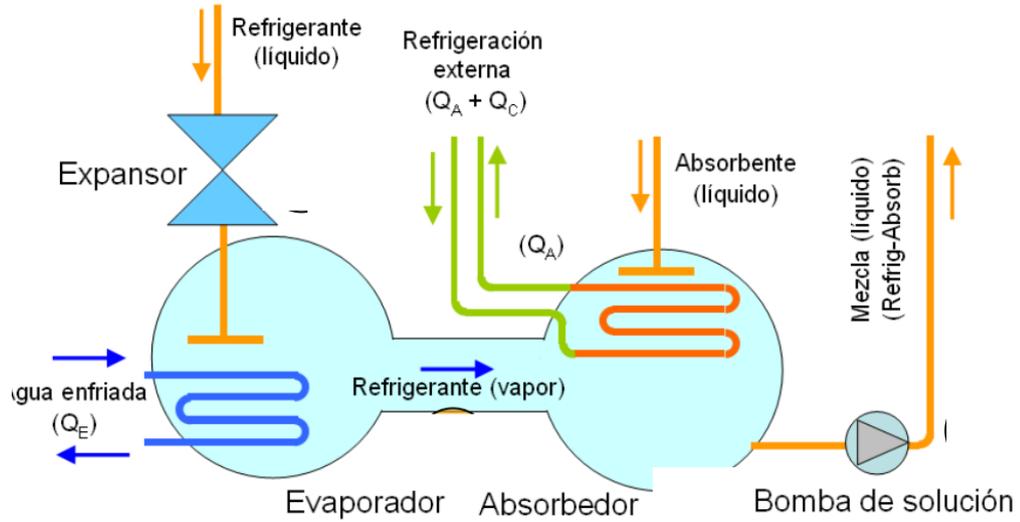


Fig. 3-9 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H<sub>2</sub>O de simple efecto. (Evaporador / Absorbedor)

Ello permite eliminar el vapor a medida que se produce y continuar manteniendo la presión de 0,6 kPa en el espacio compartido por el evaporador y el absorbedor. El fenómeno de la absorción produce calor que a su vez es eliminado por el mismo circuito de enfriamiento antes de dirigirse al condensador.

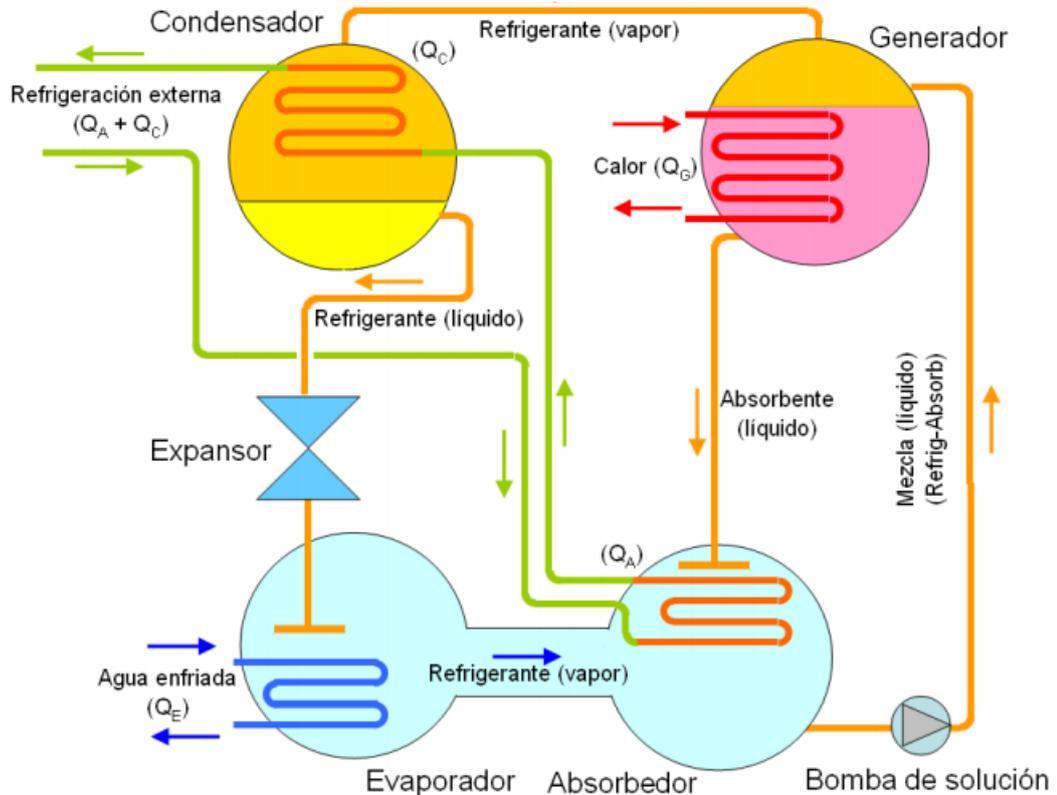


Fig. 3-10 - Esquema del ciclo de absorción LiBr-H<sub>2</sub>O de simple efecto. (Conjunto General)

Finalmente, la solución diluida de LiBr por la absorción del vapor, es aspirada por la bomba de solución (SP) para enviarla de nuevo al generador donde se reinicia el proceso, pasando previamente por un intercambiador de calor que permite aumentar el rendimiento del ciclo.

Como conclusión, ante la situación particular de aprovechar energías residuales, usualmente a temperaturas bajas, se optó por la incorporación de la solución de bromuro de litio con agua. Los mismos agentes intervinientes en este tipo de disposición son fundamentados por su capacidad de operar a temperaturas menores de los que fueran con una solución de NH<sub>3</sub>-agua.

### 3.1.2.6. Regulación del ciclo

El suministro térmico en los arranques debe ser mayor que en régimen

La capacidad se controla con la concentración el absorbedor:

- Estrangulando la alimentación de calor en el generador
- Disminuyendo la refrigeración del condensador
- Regulando el caudal que le llega al hervidor
- Bypasseando la solución con una válvula de tres vías en el hervidor (las dos conexiones con el absorbedor)

### 3.1.2.7. Conceptos de rendimiento

El calor que se debe eliminar será igual a ( $Q_{abs} + Q_{cond}$ )

Como referencia, en máquinas de absorción:

$$(Q_{abs} + Q_{cond}) \cong 2,6 \text{ Potencia}$$

Comparando con el ciclo convencional de compresión:

$$Q_{cond} \cong 1.25 \text{ Potencia maquina compresor}$$

Por otra parte, el calor a desprender tendrá esta equivalencia:

$$Q_{eliminado en absorcion} \cong 2 Q_{eliminado en compresion}$$

En el rendimiento del ciclo hay que considerar el aporte de calor en el generador. Al presentar pequeño consumo eléctrico, la energía mecánica (bombas y ventiladores) puede despreciarse dando como COP típico de las máquinas comerciales de LiBr-H<sub>2</sub>O, un valor de 0,7

En cambio, El COP de los ciclos que trabajan con NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O puede arrojar un valor cercano 0,5, dado que los mismos trabajan a menores T evap).

Resumiendo, el rendimiento total es el de la producción del frío por el de la de calor la cual se refleja de la siguiente manera.

$$\eta_{FrioAbs} = \frac{T_{evaporador}}{T_{condensador} - T_{evaporador}}$$

$$= \frac{T_{generador} - T_{condensacion}}{T_{generador}} T (K)$$

Ecuación 3-1 - Rendimiento Total Teórico en el ciclo de Absorción

Para lograr una mejor apreciación en los conceptos de presión, rendimientos y temperaturas se expondrán una serie de gráficos relacionados.

### 3.1.2.7. Gráficos del ciclo de Absorción

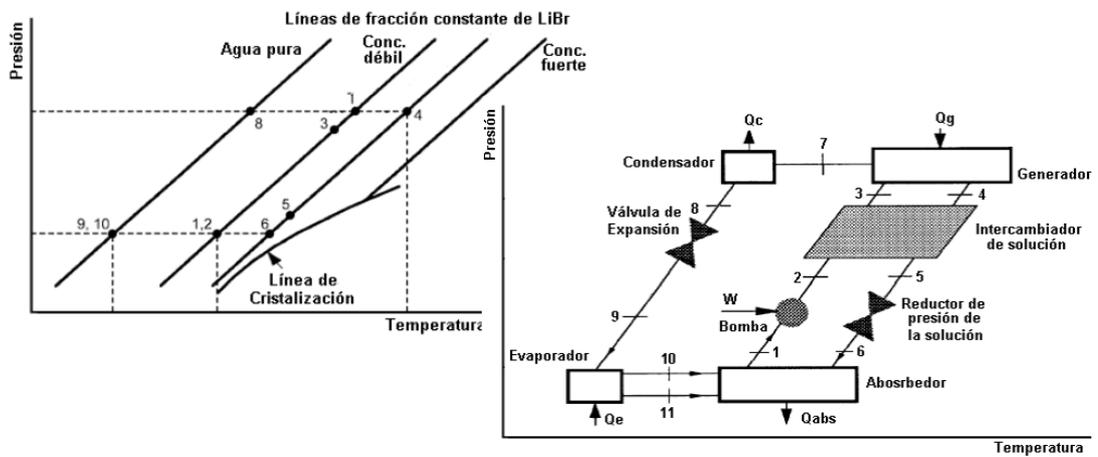
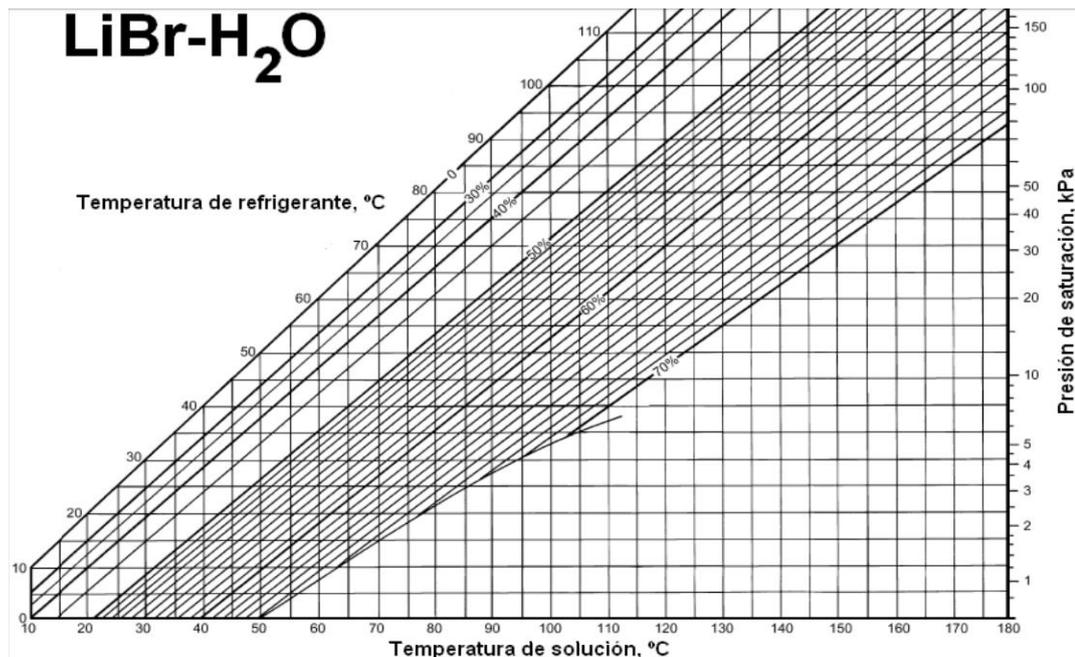


Fig. 3-11 - Diagrama que representa la mezcla de trabajo es el Dühring (P-T)

Tabla 3-2 - Presión de Saturación (LiBr-H<sub>2</sub>O) / Temperatura de Solución



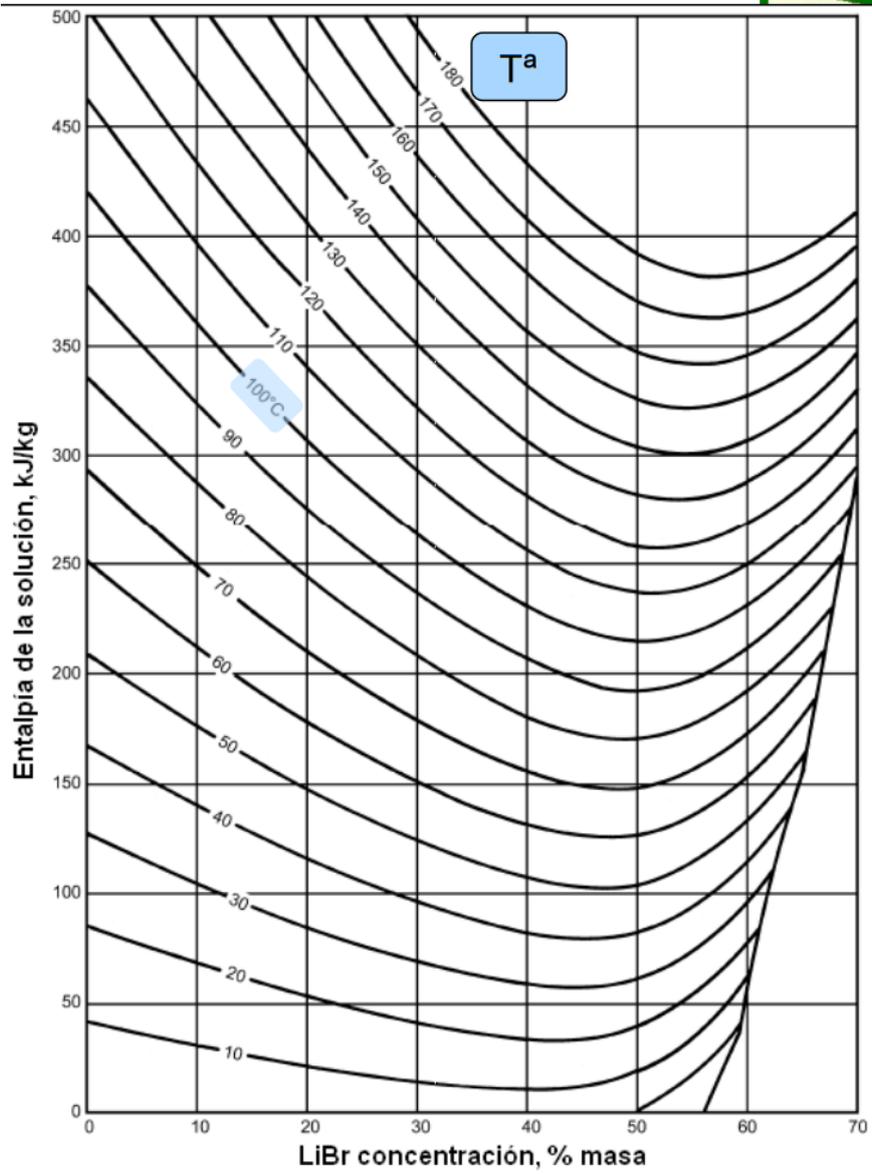


Fig. 3-12 - Entalpia de la Solución (LiBr) / Concentración de Masa

Tabla 3-3 - Temperatura Refrigerante / Entalpia de la Solución (LiBr)

Temp., (t=°C)		T Refrigerante(°C) y Entalpia de la Solución LiBr(kJ/kg)										
		% LiBr										
		0	10	20	30	40	45	50	55	60	65	70
20	t'	20	19.1	17.7	15.0	9.8	5.8	-0.4	-7.7	-15.8	-23.4#	-29.3#
	h	84.0	67.4	52.6	40.4	33.5	33.5	38.9	53.2	78.0	111.0#	145.0#
30	t'	30.0	29.0	27.5	24.6	19.2	15.0	8.6	1.0	-7.3	-15.2#	-21.6#
	h	125.8	103.3	84.0	68.6	58.3	56.8	60.5	73.5	96.8	128.4#	161.7#
40	t'	40.0	38.9	37.3	34.3	28.5	24.1	17.5	9.8	1.3	-7.0#	-14.0#
	h	167.6	139.5	115.8	96.0	82.5	79.7	82.2	93.5	115.4	146.0#	178.3#
50	t'	50.0	48.8	47.2	44.0	37.9	33.3	26.5	18.5	9.9	1.3	-6.3#
	h	209.3	175.2	147.0	123.4	106.7	102.6	103.8	114.0	134.5	163.5	195.0#
60	t'	60.0	58.8	57.0	53.6	47.3	42.5	35.5	27.3	18.4	9.5	1.4#
	h	251.1	211.7	179.1	151.4	131.7	125.8	125.8	134.7	153.7	181.4	211.9#
70	t'	70.0	68.7	66.8	63.3	56.6	51.6	44.4	36.1	27.0	17.7	9.0#
	h	293.0	247.7	210.5	178.8	155.7	148.9	148.0	155.6	173.2	199.4	228.8#
80	t'	80.0	78.6	76.7	73.0	66.0	60.8	53.4	44.8	35.6	26.0	16.7#
	h	334.9	287.8	243.6	207.3	181.0	172.8	170.0	176.2	192.6	217.2	245.7#
90	t'	90.0	88.6	86.5	82.6	75.4	70.0	62.3	53.6	44.1	34.2	24.3#
	h	376.9	321.1	275.6	235.4	206.1	195.8	192.3	197.1	212.2	235.6	262.9#
100	t'	100.0	98.5	96.3	92.3	84.7	79.1	71.3	62.4	52.7	42.4	32.0
	h	419.0	357.6	307.9	263.8	231.0	219.9	214.6	218.2	231.5	253.5	279.7
110	t'	110.0	108.4	106.2	101.9	94.1	88.3	80.2	71.1	61.3	50.6	39.7
	h	461.3	394.3	340.1	292.4	255.9	243.3	236.8	239.1	251.0	271.4	296.3
120	t'	120.0*	118.3*	116.0*	111.6	103.4	97.5	89.2	79.9	69.8	58.9	47.3
	h	503.7*	431.0*	372.5*	320.9	281.0	267.0	259.0	260.0	270.2	289.5	313.4
130	t'	130.0*	128.3*	125.8*	121.3*	112.8	106.7	92.8	88.7	78.4	67.1	55.0
	h	546.5*	468.4*	404.5*	349.6*	306.2	290.7	281.0	280.4	289.1	306.9	330.2
140	t'	140.0*	138.2*	135.7*	130.9*	122.2*	115.8	107.1	97.4	87.0	75.3	62.7
	h	589.1*	505.6*	437.8*	377.9*	331.3*	314.2	303.2	301.1	308.1	324.7	346.9
150	t'	150.0*	148.1*	145.5*	140.6*	131.5*	125.0*	116.1*	106.2	95.5	83.5	70.3
	h	632.2*	542.7*	470.5*	406.8*	356.6*	337.8*	325.5*	321.6	327.3	342.7	363.6
160	t'	160.0*	158.1*	155.3*	150.3*	140.9*	134.2*	125.0*	115.0	104.1	91.8	78.9
	h	675.6*	580.8*	503.1*	435.4*	381.9*	361.2*	347.7*	342.2	346.1	360.3	380.1
170	t'	170.0*	168.0*	165.2*	159.9*	150.3*	143.3*	134.0*	123.7	112.7	100.0	85.7
	h	719.2*	618.9*	536.1*	464.3*	406.8*	384.9*	369.9*	362.9	365.4	378.3	396.0
180	t'	180.0*	177.9*	175.0*	169.6*	159.6*	152.5*	142.9*	132.5*	121.2*	108.2	93.3
	h	763.2*	657.1*	569.4*	493.4*	432.1*	408.8*	392.1*	383.4*	384.3*	395.8	411.3

\*Extensions of data above 115°C are well above the original data and should be used with care.

#Supersaturated solution.

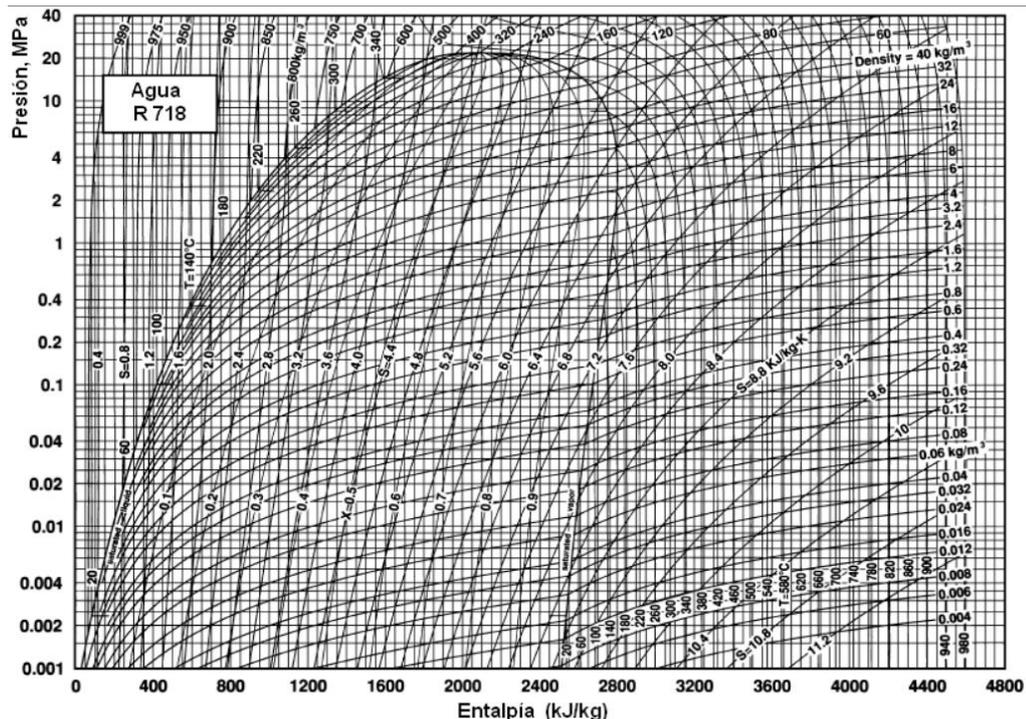


Fig. 3-13 - Gráfico de presión / Entalpia R718 (Agua)

Tabla 3-4 - Características Refrigerante R718 (H2O)

### Refrigerante R718 (agua)

T °C	P MPa	H kJ/kg		S kJ/(kg·K)	
		Liquid	Vapor	Liquid	Vapor
0.01a	0.00061	0.00	2500.92	0.0000	9.1555
5.00	0.00087	21.02	2510.06	0.0763	9.0248
10.00	0.00123	42.02	2519.21	0.1511	8.8998
15.00	0.00171	62.98	2528.33	0.2245	8.7803
20.00	0.00234	83.91	2537.43	0.2965	8.6660
25.00	0.00317	104.83	2546.51	0.3672	8.5566
30.00	0.00425	125.73	2555.55	0.4368	8.4520
35.00	0.00563	146.63	2564.55	0.5051	8.3517
40.00	0.00738	167.53	2573.51	0.5724	8.2555
45.00	0.00959	188.43	2582.43	0.6386	8.1633
50.00	0.01235	209.34	2591.29	0.7038	8.0748
55.00	0.01576	230.26	2600.09	0.7680	7.9898
60.00	0.01995	251.18	2608.83	0.8313	7.9081
65.00	0.02504	272.12	2617.50	0.8937	7.8296
70.00	0.03120	293.07	2626.10	0.9551	7.7540
75.00	0.03860	314.03	2634.60	1.0158	7.6812
80.00	0.04741	335.01	2643.02	1.0756	7.6111
85.00	0.05787	356.01	2651.33	1.1346	7.5434
90.00	0.07018	377.04	2659.53	1.1929	7.4781
95.00	0.08461	398.09	2667.61	1.2504	7.4151
99.97b	0.10133	419.06	2675.53	1.3069	7.3544
100.00	0.10142	419.17	2675.57	1.3072	7.3541

### 3.2 Cálculos termodinámicos

#### 3.2.1. Balances de energía y masa

Balances generales

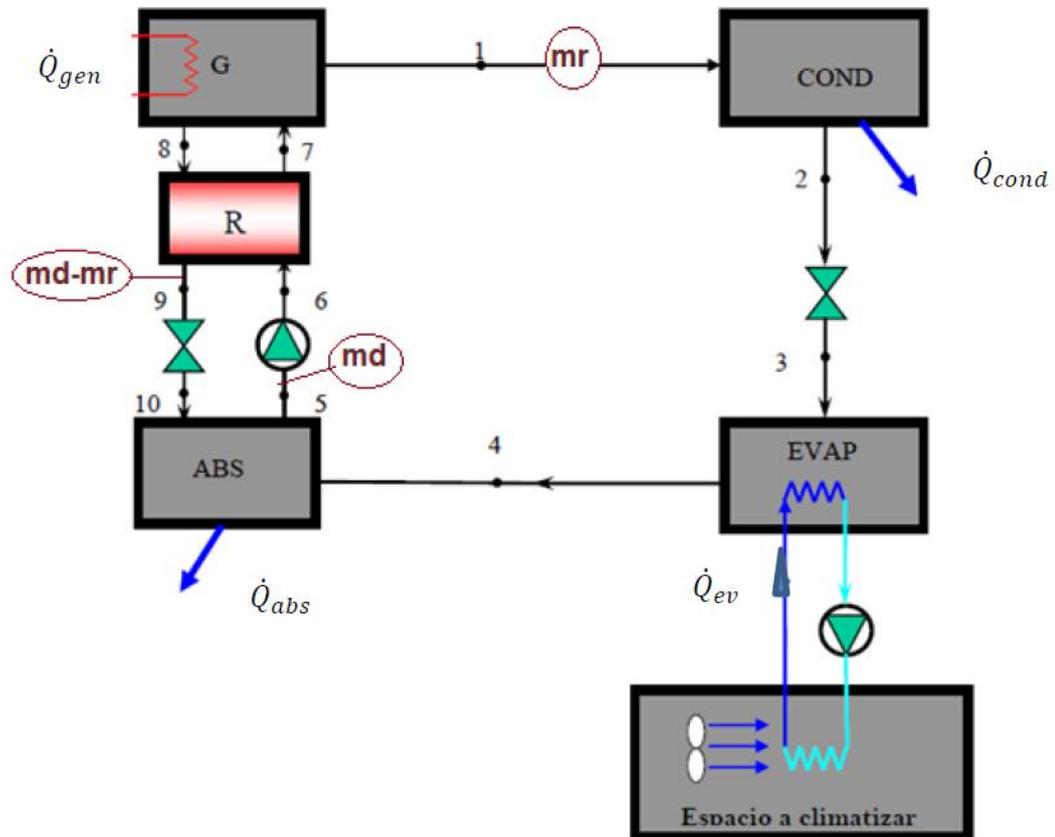


Fig. 3-14 - Balances de Masas Ciclo Refrigeración por Absorción

Éste diagrama muestra el esquema de una máquina de absorción de simple efecto. Los componentes representados son los siguientes: un generador (representado con la letra **(G)**), un condensador (**(COND)**), un evaporador (**(EVAP)**), un absorbedor (**(ABS)**), el recuperador de calor de la disolución (**(R)**), dos válvulas y una bomba.

El fluido de trabajo es una disolución acuosa de bromuro-litio (cuyo caudal másico se representa en la figura 3-14 como **md**) y el refrigerante, agua (representado como **mr**). El funcionamiento es el siguiente: la disolución que contiene el absorbedor es aspirada por la bomba, pasando del punto 5 al 6.

A continuación, la disolución se dirige al recuperador de calor, cuya finalidad es precalentar la disolución dirigida al generador, aprovechando el calor de la disolución procedente de este.

Tras pasar por el recuperador, la disolución entra en el generador donde se calentará. El generador está siendo constantemente alimentado por calor ( $\dot{Q}_{gen}$ ) procedente del agua caliente de la salida de los gases de una caldera de gas natural, por lo que la disolución será calentada hasta alcanzar su temperatura de ebullición.

Debido a este cambio de estado, parte del agua de la disolución Br-Li se convertirá en refrigerante a temperatura **T1** que alimentará el condensador.

Como resulta lógico al perder parte del agua, la disolución que abandona el condensador a temperatura **T8** y entra en recuperador, tendrá una mayor concentración en bromuro-litio (y caudal **md - mr**).

El refrigerante circula constantemente por el condensador, la válvula de expansión y el evaporador. En el condensador, el refrigerante llega en estado gaseoso, resultado de la ebullición alcanzada en el generador. Sufrirá aquí un nuevo cambio de estado, transformándose en refrigerante líquido a temperatura **T2**, cediendo un calor **Qcond** al foco que se encuentra a temperatura **Tc** (representado en la figura 3-15). A continuación, el refrigerante líquido atraviesa la válvula de expansión isoentálpica, donde reduce su presión, evaporándose parcialmente y reduciendo su temperatura hasta la de evaporación.

El refrigerante entra en el evaporador como una mezcla bifásica de vapor y líquido. El agua líquida recibe calor **qe** de la zona a aclimatar a temperatura **Te**, transformándose en vapor saturado que pasa al absorbedor. La disolución de caudal **md - mr** procedente de la válvula retorna al absorbedor poniéndose en contacto con el vapor procedente del evaporador. La disolución absorbe el calor del refrigerante transformándose este en refrigerante líquido.

Se puede decir que todo el sistema está compuesto por dos ciclos: el ciclo de disolución y el de refrigerante. El ciclo de disolución tiene lugar entre el generador (donde la disolución se enriquece en Br-Li) y el absorbedor (donde se diluye). El ciclo de refrigerante va desde el generador, atraviesa condensador y evaporador y termina en el absorbedor.

El absorbedor y el evaporador constituyen la zona de baja presión, mientras que el generador y el condensador constituyen la zona de alta presión. A continuación, se va a realizar un balance energía para cada uno de los componentes.

### 3.2.1.1 Absorbedor

El absorbedor se alimenta de un caudal **md - mr** de entalpía **h10** procedente del recuperador y con un caudal **mr** de entalpía **h4** procedente del evaporador. El absorbedor es el componente crítico de la máquina, ya que el correcto funcionamiento de la máquina depende de su buena capacidad para absorber el vapor refrigerante procedente del evaporador.

Para ello debe lograrse la transferencia óptima de masa y de calor, puesto que la capacidad de absorción de refrigerante está estrechamente ligada a la temperatura de absorción. Se supondrá que el caudal másico de refrigerante es **mr = 1 Kg/s**.

Para esta nomenclatura **q** representará el calor por unidad de masa intercambiado por cada componente y sus unidades serán:

$$\frac{J}{\text{Kg de Refrigerante}}$$

$Q$  representa la potencia de cada componente medida en  $W$ .

$$-Mr \times q_{abs} - md \times h5 + mr \times h4 + (md - mr) \times h10 = 0$$

*Ecuación 3-2 - Balance de Energía Absorbedor*

Despejando  $q_{abs}$ :

$$Q_{abs} = \frac{md}{mr} \times (h10 - h5) + (h4 - h10)$$

*Ecuación 3-3 - Energía Absorbedor*

A continuación, repetimos este sencillo balance para los demás componentes:

### 3.2.1.2. Generador

$$mr \times Q_{gen} + md \times h7 - mr \times h1 - (md - mr) \times h8 = 0$$

*Ecuación 3-4 - Balance de masa Generador*

$$Q_{gen} = \frac{md}{mr} \times (h8 - h7) + (h1 - h8)$$

*Ecuación 3-5 - Energía Generador*

### 3.2.1.3. Condensador

$$-mr \times q_{cond} + mr \times h1 - mr \times h2 = 0$$

*Ecuación 3-6 - Balance de energía Condensador*

$$q_{cond} = (h1 - h2)$$

*Ecuación 3-7 - Energía condensador*

### 3.2.1.4. Evaporador

$$mr \times q_{ev} + mr \times h3 - mr \times h4 = 0$$

*Ecuación 3-8 - Balance de energía Evaporador*

$$q_{ev} = (h4 - h3)$$

*Ecuación 3-9 - Energía Evaporador*

### 3.2.1.5. Válvulas

Ambas válvulas se consideran isoentálpicas:

$$(h2 = h3)$$

$$(h9 = h10)$$

### 3.2.1.6. Bomba de la disolución

$$Wb = \frac{(Pcond - Pev) \frac{md}{\rho d}}{\eta_d}$$

*Ecuación 3-10 - Potencia de Bomba de la disolución*

$$-Wb \times mr + md \times h5 - md \times h6 = 0$$

$$Wb = \frac{md}{mr} (h5 - h6)$$

### 3.2.1.7. Recuperador de calor de la disolución

$$mr \times q_{rec} = (md - mr) \times (h8 - h9) = md \times (h7 - h6)$$

*Ecuación 3-11 - Calor de la disolución*

La eficiencia del recuperador se define como:

$$\varepsilon = \frac{h7 - h6}{h8 - h6}$$

*Ecuación 3-12 - Eficiencia del recuperador*

Para poder aplicar estas ecuaciones se requiere realizar un balance de masa y obtener los caudales máxicos de disolución y refrigerante que entran en juego en el ciclo. Como se muestra en figura 3-14, suponemos que por el condensador circula refrigerante puro.

Haciendo un balance de masa de refrigerante en el generador se obtiene:

$$m_d \times X_{ra} = (md - mr) \times X_{rg} + mr$$

*Ecuación 3-13 - Balance de masa de refrigerante en el generador*

En esta expresión **X<sub>ra</sub>** es la concentración en refrigerante que circula por el absorbedor y **X<sub>rg</sub>** la concentración de refrigerante en el generador. A partir de ahora en lo que resta de proyecto se representará con el símbolo X a la concentración de bromuro-litio de la disolución. Por lo tanto, **X<sub>gen</sub>** será la concentración en disolución BrLi a la salida del generador (con caudal **m<sub>r</sub>**) y **x<sub>abs</sub>** la concentración a la salida del absorbedor (con caudal **m<sub>a</sub>**).

Se debe tener presente que:

$$X_{rg} + X_g = 1$$

Sustituyendo la expresión anterior en la ecuación 3-13 se obtiene la razón entra caudales en función de las concentraciones de generador y absorbedor:

$$\frac{md}{mr} = \frac{X_{gen} - X_{abs}}{X_{gen}}$$

*Ecuación 3-14 - Relación de caudales Generador y Absorbedor*

Ahora ya es posible calcular los caudales máxicos reales de disolución ( $M_d$ ) y refrigerante ( $M_r$ ) que circularan por una máquina real. El caudal de refrigerante real se obtiene como el cociente entre la carga térmica de la vivienda y el calor de evaporación como se ve en la siguiente ecuación.

$$M_r = \frac{Q_e}{Q_e}$$

$$M_d = m_d \times M_r$$

El cálculo de la máquina real se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_{gen} = M_r \times q_{gen}$$

$$Q_{abs} = M_r \times q_{abs}$$

$$Q_{cond} = M_r \times q_{cond}$$

$$Q_{ev} = M_r \times q_{ev}$$

$$W_b = M_r \times W_b$$

$$Q_{rec} = M_r \times q_{rec}$$

*Ecuación 3-15 - Potencias Teóricas de los componentes/intercambiadores del ciclo de absorción.*

La eficiencia energética de refrigeración de la máquina o COP vendrá dada por la siguiente

$$COP = \frac{Q_{ev}}{Q_{gen} + W_b} = \frac{M_r (h_4 - h_2)}{M_r \times (h_1 - h_7) - M_d \times (h_7 - h_6) + W_b}$$

*Ecuación 3-16 - Eficiencia Energética Refrigeración Teórica*

Todas estas ecuaciones que aquí únicamente se exponen de manera teórica se utilizarán para el apartado 4 de este proyecto, donde se hará un análisis de los resultados obtenidos.

### **3.2.2. Refrigeración por absorción de simple efecto condensada por aire.**

La siguiente figura muestra un esquema de la máquina estudiada en este proyecto. Como puede observarse está compuesta por un generador, un condensador, un evaporador y un absorbedor como componentes principales. También dispone de un recuperador de calor, dos bombas (la bomba de disolución entre el recuperador y el absorbedor, la bomba del generador al absorbedor pasando nuevamente por el recuperador), dos válvulas de expansión, un ventilador para el conjunto absorbedor-condensador.

Las máquinas de absorción de simple efecto condensadas por agua presentan una serie de problemas como un mayor consumo de agua, la necesidad de una torre de refrigeración, entre otras. Como ya se ha dicho, en este proyecto trabajaremos con una máquina de absorción cuya principal innovación será su condensación directa por aire, dicha mejora solventa los problemas anteriormente citados.

No obstante, el aire presenta una serie de inconvenientes, pues posee una conductividad térmica muy baja, lo que requiere el uso de intercambiadores de calor de mayor área.

### 3.2.3. Máquina de absorción condensada por aire:

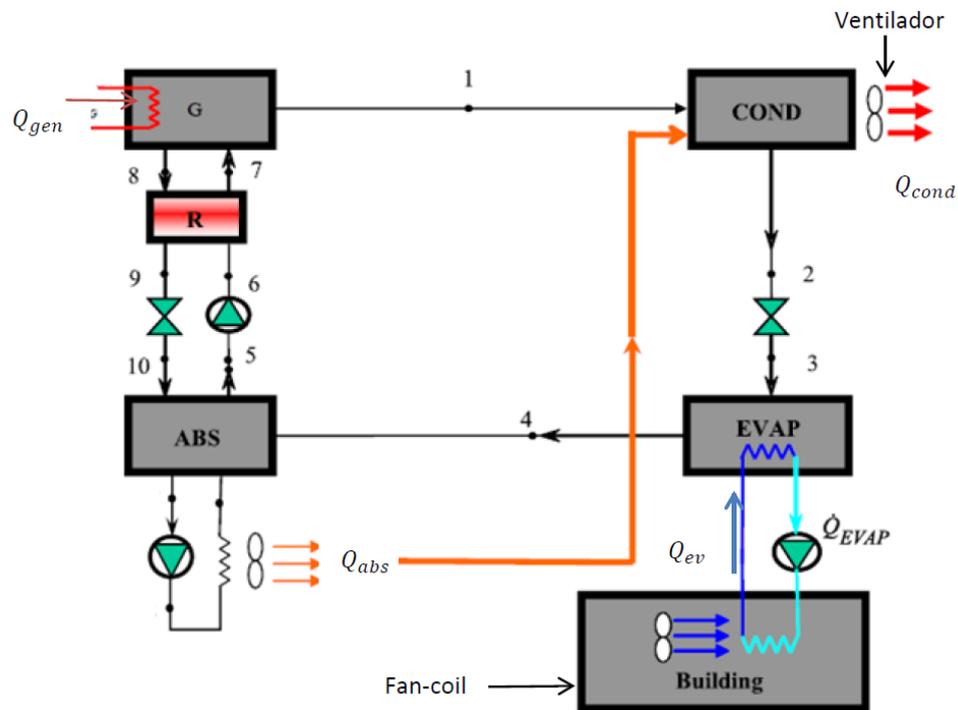


Fig. 3-15 - Balances de Masas Ciclo Refrigeración por Absorción

La temperatura de condensación del sistema aumenta cuando el fluido refrigerador es aire, lo que tiene como consecuencia una mayor temperatura de ebullición en el generador. Esto se debe a que los sistemas condensados por aire operan a la temperatura de bulbo seco mientras que los condensados por agua utilizan torres de refrigeración para el intercambio de calor, dependientes de la temperatura de bulbo húmedo.

El ciclo de operación se ve desplazado hacia una zona de mayores temperaturas y concentraciones de disolución, acercándose a la zona de cristalización de BrLi. Si se pretende evaporar refrigerante a una temperatura aumentando la temperatura de absorción, la concentración de la disolución aumenta y aparece riesgo de cristalización. Este problema es el mayor inconveniente en la tecnología de la absorción condensada por aire.

Los sistemas condensados por agua operan con temperaturas máximas de condensación de 40°C, mientras que el sistema condensado por aire puede trabajar con temperaturas mayores. Como la temperatura de bulbo húmedo siempre es inferior a la de bulbo seco, el sistema que condensa por aire tiene unas temperaturas de absorción y condensación mayores.

Esto influirá sobre el COP de forma negativa, y en la capacidad de producir frío en el evaporador cuando las condiciones ambientales sean extremas. La disolución aumentará su temperatura por lo que el absorbedor no podrá trabajar con la misma cantidad de vapor refrigerante. Si el refrigerante no es absorbido la temperatura de evaporación aumenta por lo que la eficiencia o COP disminuirá.

Una ventaja aportada por la condensación por aire es la ausencia de la torre de refrigeración, que reduce el coste de inversión de la máquina notablemente (entre un 25-30%). Los componentes de la máquina serán los mismos que los de las máquinas condensadas por agua a excepción de las torres de enfriamiento. En vez de esta, se utiliza un intercambiador de calor con ventilador.

La máquina de absorción utiliza tres circuitos:

- Agua caliente de alimentación al generador.
- Agua fría de efecto útil
- Aire de enfriamiento del conjunto condensador-absorbedor.

#### **3.2.3.1. Fuente de calor**

Se usará una caldera de gas natural para producir calor que se transmitirá al generador a través de agua caliente.

Recuérdese que como se mencionó en el primer apartado la máquina es de tipo directo.

#### **3.2.3.2. Circuito de agua caliente**

El agua calentada en el intercambiador de placas llega al generador impulsada por la bomba donde transfiere el calor a la disolución. Esta se irá calentando hasta alcanzar la ebullición, lo que separará una masa de refrigerante que fluirá hacia el condensador.

#### **3.2.3.3. Circuito de condensación-absorción**

El flujo de calor tendrá lugar a través de un intercambiador agua-aire. El agua se moverá por este intercambiador en un circuito cerrado, siendo enfriada por aire exterior que es empujado por el ventilador, pudiendo a su vez esta, refrigerar el absorbedor y el condensador. El calor de absorción y condensación se transfieren primero al agua del circuito cerrado y luego al aire.

#### **3.2.3.4. Circuito de agua fría**

El refrigerante en estado líquido transfiere su calor latente al agua que se encuentra en el evaporador

A continuación, se procederá a evaluar los distintos parámetros con los que funcionaría la máquina de absorción para una temperatura exterior de 35°C. Téngase en cuenta que la potencia alcanzada en el evaporador se usará como parámetro de diseño para la máquina pues será igual al valor de la carga térmica necesaria para la sala de tableros eléctricos.

A continuación, se calcularán los valores de entalpía y temperatura para cada uno de los puntos del ciclo mostrados en la figura 3-15, así como caudales de disolución y refrigerante, concentraciones a la salida de generador y refrigerador, y las potencias generadas por cada componente.

Los datos de entrada para el análisis son los siguientes:

Temperatura exterior:  $T_e = 33^\circ\text{C} = 308\text{K}$

- Potencia nominal del evaporador:  $Q_{ev} = 29\text{KW}$
- Temperatura alcanzada en el evaporador:  $T_{evap} = 5^\circ\text{C} = 278\text{K}$
- Temperatura alcanzada en el condensador:  $T_{cond} = T_{ext.} + 12 = 45^\circ\text{C} = 318\text{K}$

La temperatura del condensador oscilará entre 10 y 13 °C por encima de la temperatura exterior. Para temperaturas externas muy elevadas, cercanas a los 40 °C, el condensador operará unos 10 °C por encima de esta. Cuando la temperatura exterior sea más moderada este incremento de temperatura rondará los 13 °C.

Para calcular la concentración de la disolución en los distintos puntos del sistema, recurrimos al siguiente diagrama conocido como diagrama de Dühring.

Este diagrama, representa las propiedades físicas de la disolución. El ciclo de absorción quedará definido por la presión de saturación, la concentración y las temperaturas de la disolución de LiBr / H<sub>2</sub>O. Se denomina así puesto que ha sido diseñado siguiendo la llamada regla de Dühring, la cual afirma que, si el punto de ebullición de una disolución lo representamos frente al punto de ebullición del disolvente puro, los puntos correspondientes a distintas presiones se aproximan a una recta. Dichas rectas se observan en el centro del diagrama. Cabe destacar, que como se aprecia la concentración máxima es de un 70%, ya que superada esta pueden aparecer problemas de cristalización.

Los ciclos de simple efecto condensados por aire para temperaturas cercanas a los 40°C operan muy cerca del límite de cristalización y la concentración en el generador sólo podría incrementarse un 3%.

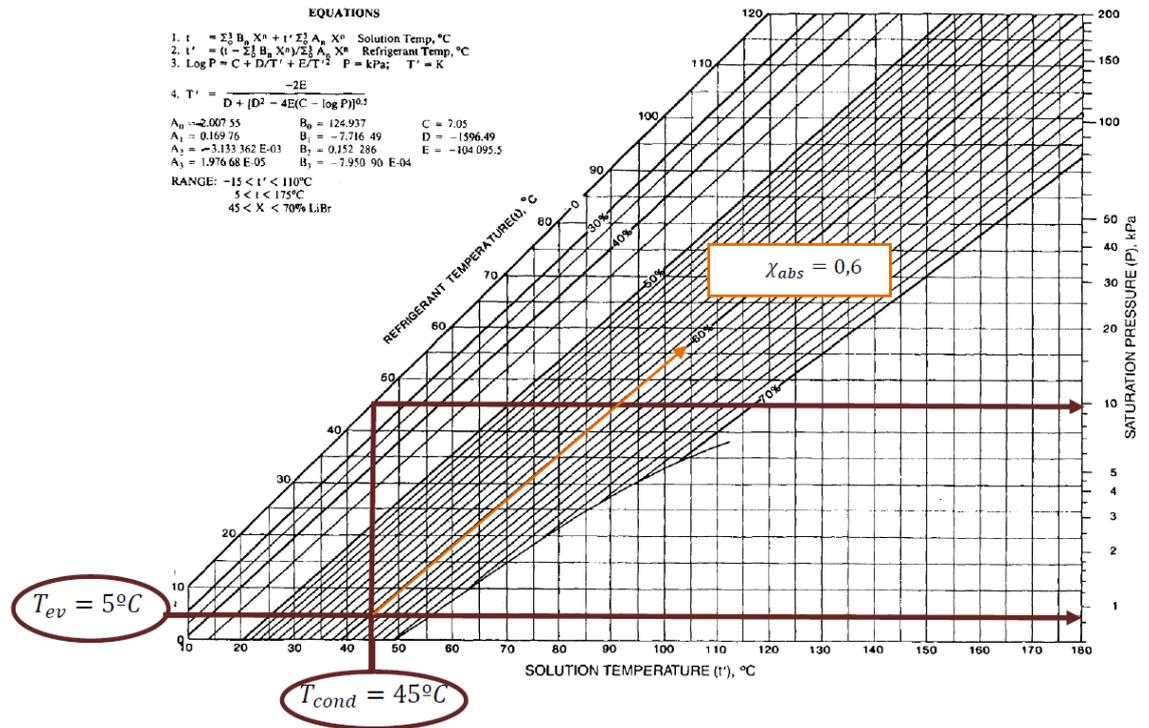


Fig. 3-16 - Diagrama de presión de Saturación / Temperatura Solución (Diagrama de Dühring)

Trazando rectas en función de la temperatura del evaporador y del condensador, como muestra la figura anterior se hallan los siguientes datos:

- $X_{abs} = 0,6$
- $P_{ev} = 650 \text{ Pa}$
- $P_{gen} = 10000 \text{ Pa}$

Con esto ya podemos calcular como aumenta la concentración de refrigerante. Estimamos el óptimo en un 6%, es decir en 0,06. A su vez supondremos un caudal másico de refrigerante de un kilogramo por segundo.

$$\Delta = P \times 0,06 = 0.052$$

Ecuación 3-17 - Aumento de la concentración

En el generador:

$$X_{gen} = (1 + \Delta) X_{abs}$$

Ecuación 3-18 - Concentración en el generador

$$X_{gen} = (1 + 0.052) \times 0.6 = 0.63$$

$$m_r = 1 \frac{kg}{s}$$

Ecuación 3-19 - Caudal teórico de Refrigerante

$$md = \frac{X_{gen} x m_r}{X_{gen} - X_{abs}} = 21 \frac{kg}{s}$$

Ecuación 3-20 - Caudal teórico de disolución

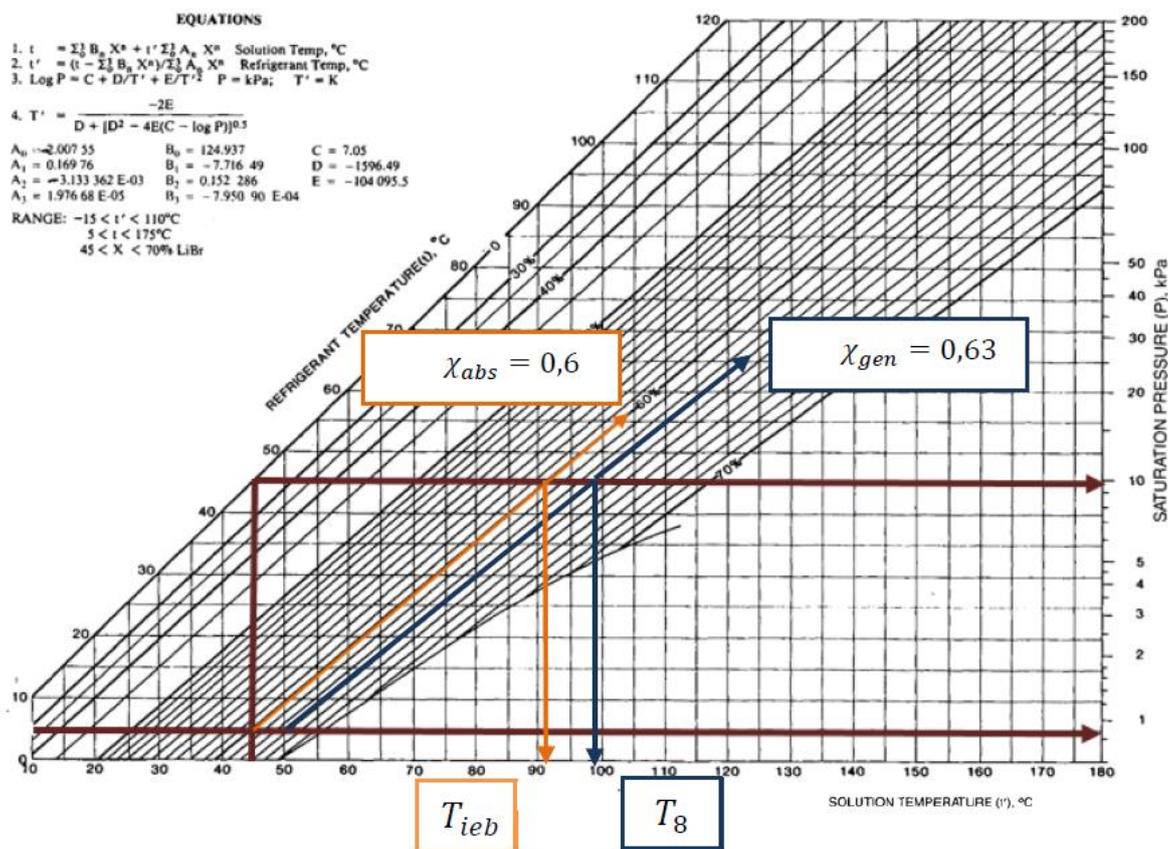


Fig. 3-17 - Diagrama de Dühring con las concentraciones de trabajo

Se observa cómo se ha mencionado, que para temperaturas muy elevadas (cercanas a 40 °C, como en un caso desfavorable del cual se está proyectando 33°C) la diferencia entre la concentración a la salida del generador y a la salida del absorbedor no debe superar el 3%.

$$\Delta x = (X_{gen} - X_{abs}) \times 100\% = (0.63 - 0.6) \times 100\% = 3\%$$

Este ciclo ha sido diseñado para no entrar en zona de cristalización. Se fija el límite de seguridad en una concentración máxima en el generador del 65%. La temperatura del condensador alcanzaría un valor de 10 °C por encima de esta temperatura, siendo la temperatura de evaporación constante e igual a 5°C. El régimen de carga tendría valor unidad, pues se está trabajando con la carga térmica máxima, siendo  $\Delta = 0,06$ . Utilizando el diagrama de Dühring como muestra la tabla 3-10 y aplicando la ecuación 3.19 se pueden calcular las concentraciones a la salida del generador y del absorbedor.

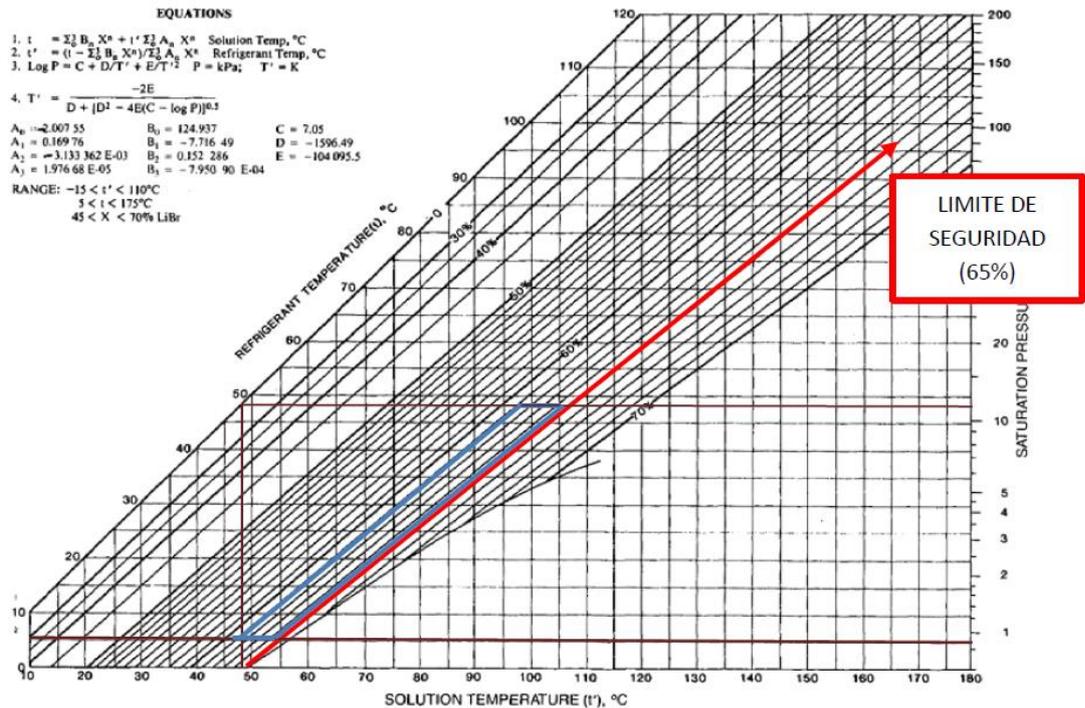


Fig. 3-18 - Diagrama de Dühring con las concentraciones de trabajo para la temperatura máxima estacional.

$$X_{abs} = 0.613$$

$$X_{gen} = 0.631 \times (1 + 0.06) = 0.649$$

Ambos valores no suponen problemas de cristalización. El ciclo de disolución queda no obstante muy cercano al límite de cristalización. Esto es típico de la absorción condensada por aire. De estar ante un ciclo igual, pero con condensación por agua el ciclo quedaría desplazado a la izquierda del diagrama con concentraciones menores para generador y absorbedor

Volviendo a la tabla 3-9 y conociendo el valor de las concentraciones a la salida del generador y del absorbedor se pueden calcular las temperaturas inicial y final de ebullición en el generador. Por lo tanto, la ebullición se producirá entre  $91^\circ\text{C}$  (temperatura representada como  $T_{ieb}$ ) y  $99^\circ\text{C}$ , temperatura a la salida del generador que tendrán los puntos 1 y 8.

$$T_{ieb} = 91^\circ\text{C}$$

$$T_8 = T_1 = 99^\circ\text{C}$$

Ahora podemos calcular los parámetros termodinámicos de los puntos 8 y 5

Sabiendo que:

$$T_8 = 99^\circ\text{C} \quad X_8 = X_{gen} = 0.63$$

$$T_5 = T_{abs} = 45^\circ\text{C} \quad X_5 = X_{abs} = 0.6$$

La figura 3-19 muestra diagrama de Merkel para la disolución de LiBr-H<sub>2</sub>O. Relaciona las magnitudes de entalpía, temperatura y concentración de refrigerante. Con este diagrama se calcularán las entalpías de los puntos 5 y 8, donde se representan las líneas verticales de concentración constante para estos dos puntos. La intersección de estas con las curvas de temperatura nos dará los valores de entalpía deseados.

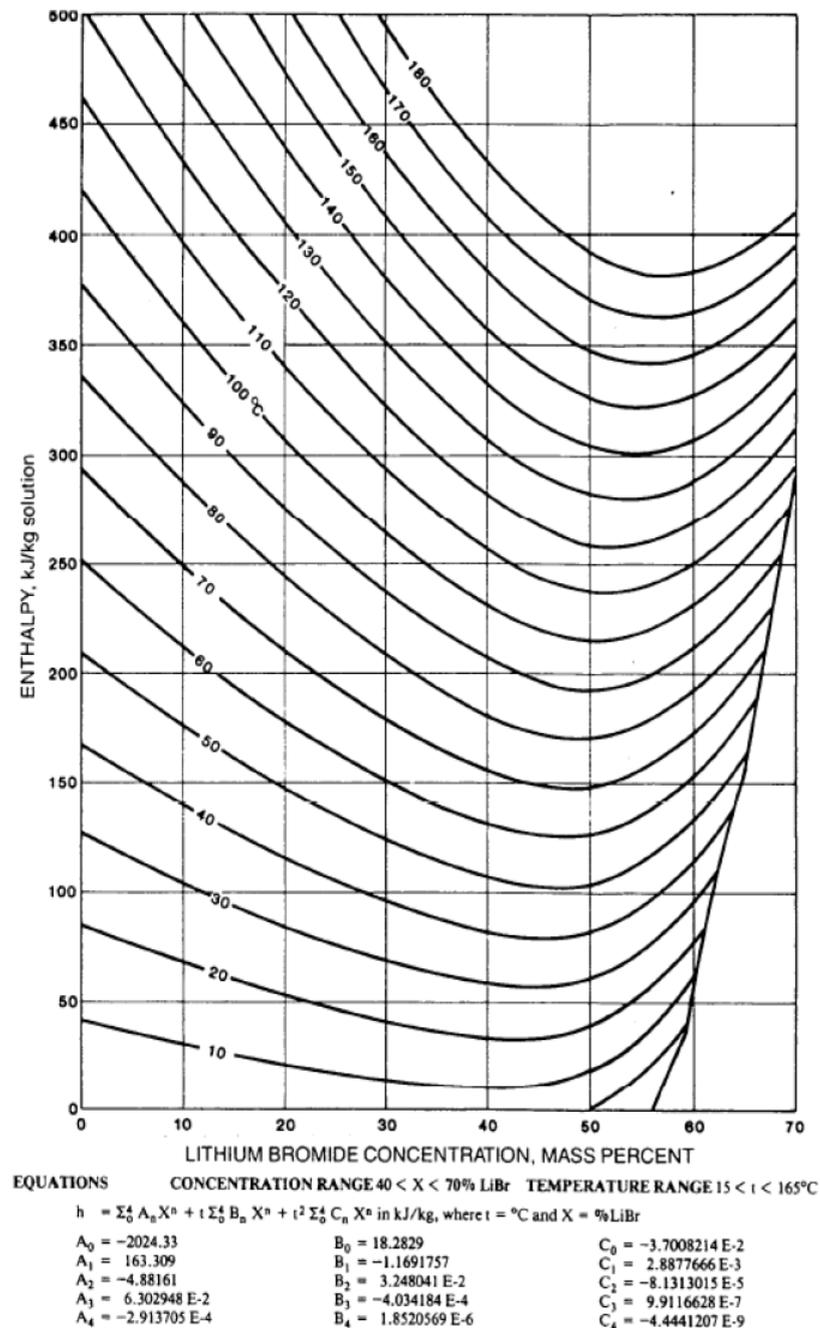


Fig. 3-19 - Diagrama de Merkel de las disoluciones de LiBr - H<sub>2</sub>O

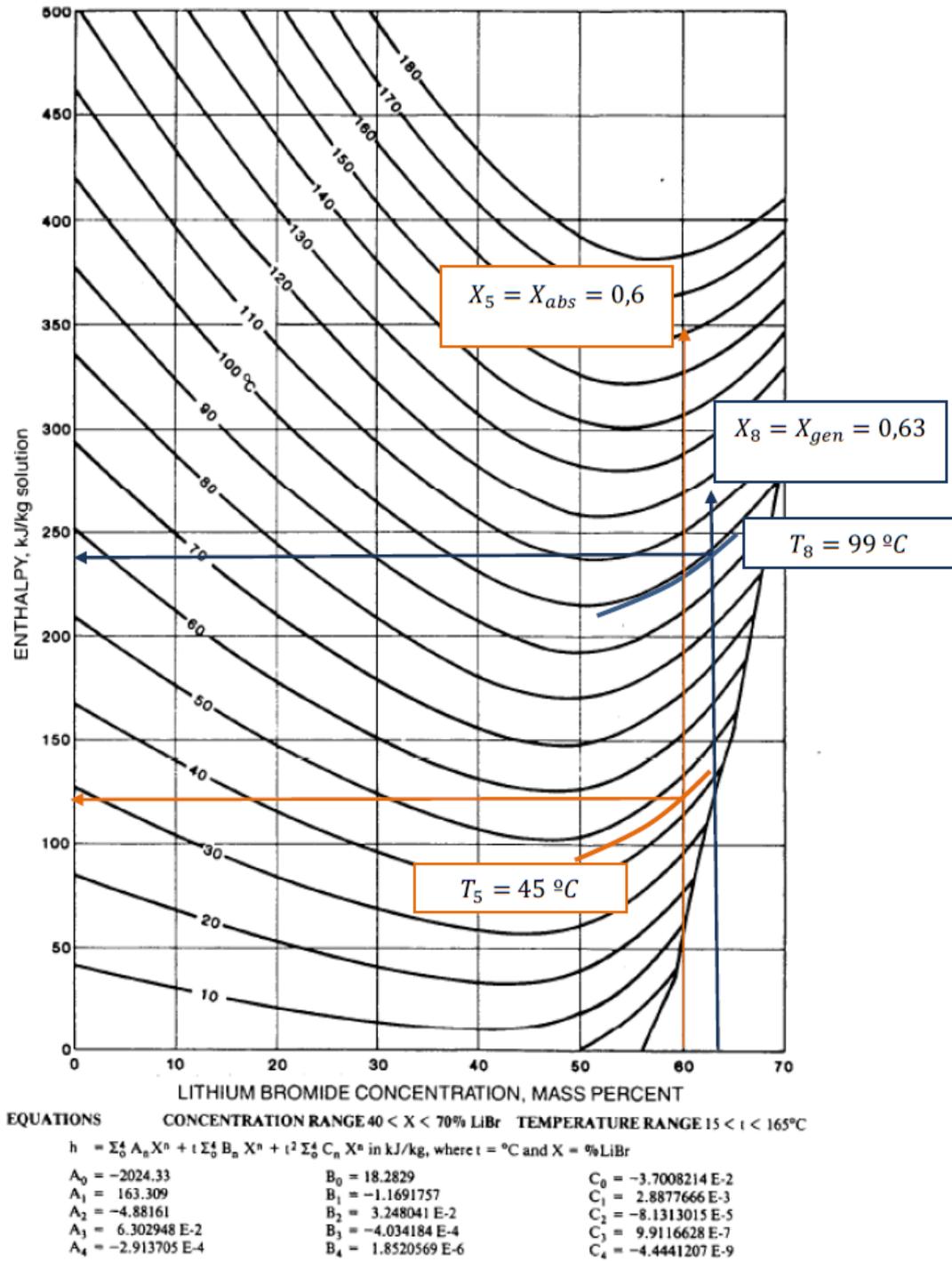


Fig. 3-20 - Diagrama de Merkel de las disoluciones de LiBr-H<sub>2</sub>O.

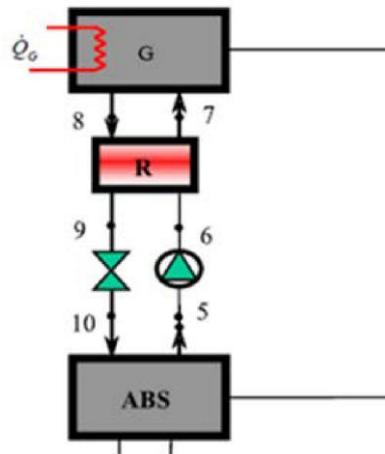
Las entalpías para el punto 5 y 8 serán:

$$h_5 = 120 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$h_8 = 242 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

## PUNTO 6

Necesitamos conocer algunos parámetros de diseño de la bomba. Como se mostró en las ecuaciones de la bomba de disolución, se requiere saber cuál es la densidad de la disolución a la que trabaja la bomba, así como el rendimiento con el que funciona. Suponemos un rendimiento del 50% para la conversión global de electricidad en energía de flujo. Es necesario calcular la densidad de la disolución de bromuro litio, conociendo la concentración en el absorbedor.



*Fig. 3-21 Balance de Masa Generador y Absorbedor*

La tabla 3-22 representa la variación de la densidad de la disolución en función de la concentración y de la temperatura. Conociendo que la concentración de la disolución a la salida del absorbedor es de 0,6 se puede calcular la densidad de esta.

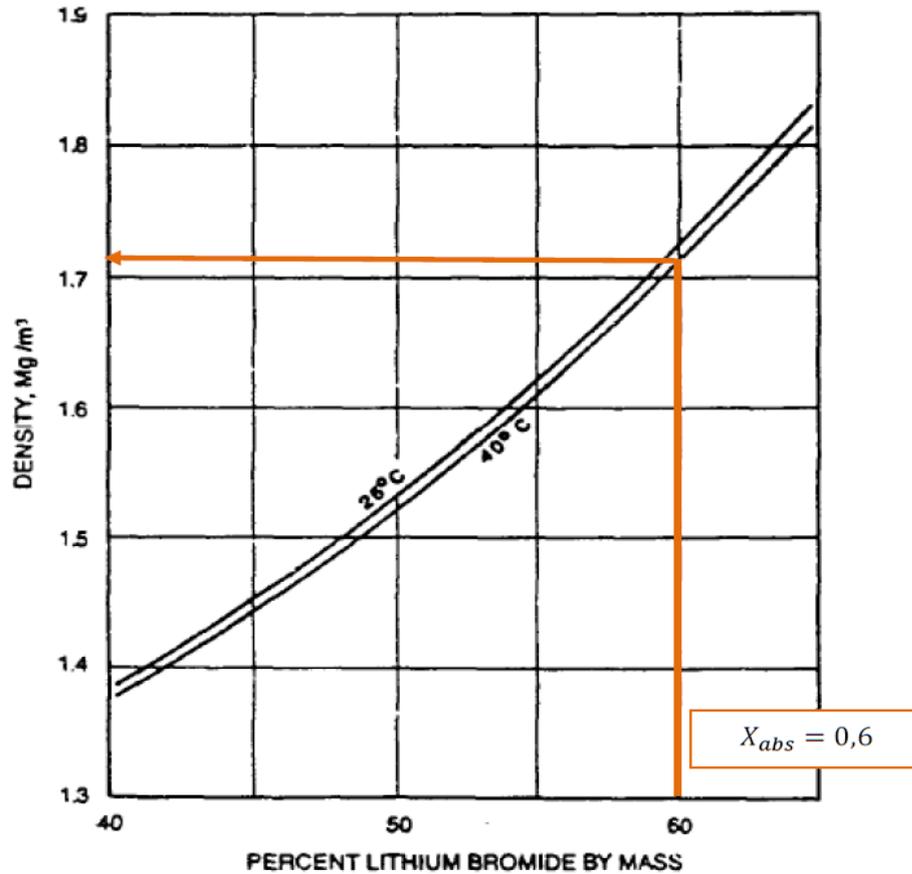


Fig. 3-22 – Diagrama de densidad de las disoluciones acuosas de bromuro de litio

$$\rho d = 1710 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\eta b = 0.5$$

$$welb_n = (P_{cond} - P_{ev})x \frac{md}{\eta b x \rho d x m_r} = 229.64 \frac{J}{Kg}$$

$$h6: = \left( \frac{Welb}{md} \right) + h5 = 1.2 \times 10^5 \frac{J}{Kg}$$

### PUNTO 7

Suponemos la eficiencia del recuperador de un 60%. Despejando en la ecuación de eficiencia del recuperador previamente nombrada 3-12 se obtiene la entalpía del punto 7:

$$h7: = \varepsilon_R \times (h8 - h6) + h6 = 1.93 \times 10^5 \frac{J}{Kg}$$

### PUNTO 9

Calculamos el calor recuperado por la disolución fría, que será útil para cálculos posteriores,

así como la entalpía en el punto 9 a partir de la ecuación 3-12.

$$q_{rec} = \frac{md}{mr}(h7 - h6) = 1.533 \times 10^6 \frac{J}{Kg}$$

$$h9 = h8 - \frac{q_{rec}}{md} = 1.69 \times 10^5 \frac{J}{Kg}$$

### PUNTO 10

Puesto que la válvula se considera isoentálpica la entalpía en los puntos 9 y 10 será la misma. Esta igualdad ya se manifestó en la ecuación de válvulas del primer apartado de este proyecto.

$$h10 = h9 = 1.69 \times 10^5 \frac{J}{Kg}$$

### PUNTO 1

La entalpía del punto 1 es la del vapor obtenido a la temperatura media de:

$$T1 = \frac{T8 + T_{ieb}}{2} = 368 K$$

Conociendo que la presión de este punto equivale a la del generador (10000Pa) se calcula la entalpía en 1 del siguiente diagrama y obteniéndose:

$$h1 = 2655 \frac{KJ}{KG}$$

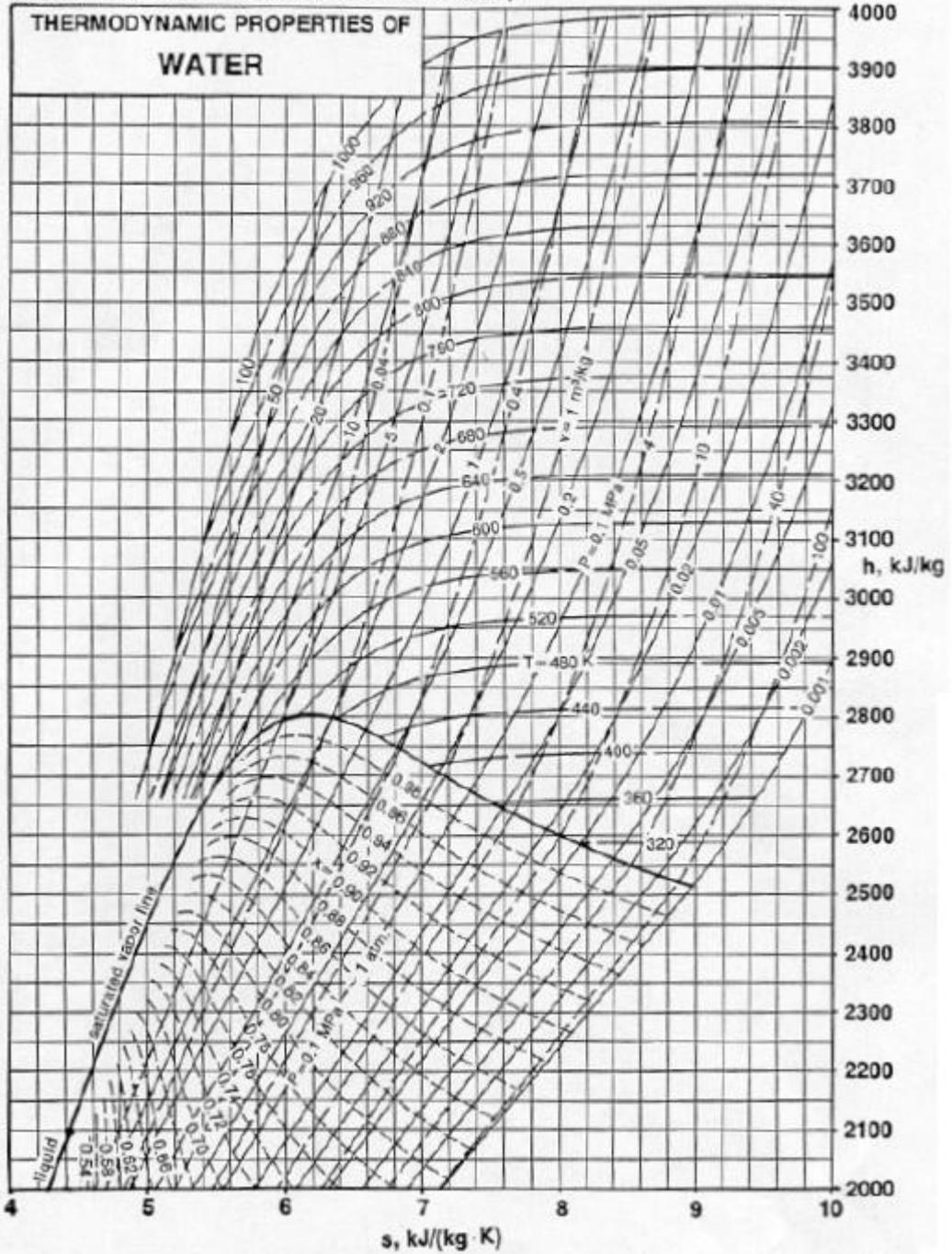


Fig. 3-23 - Propiedades termodinámicas del agua

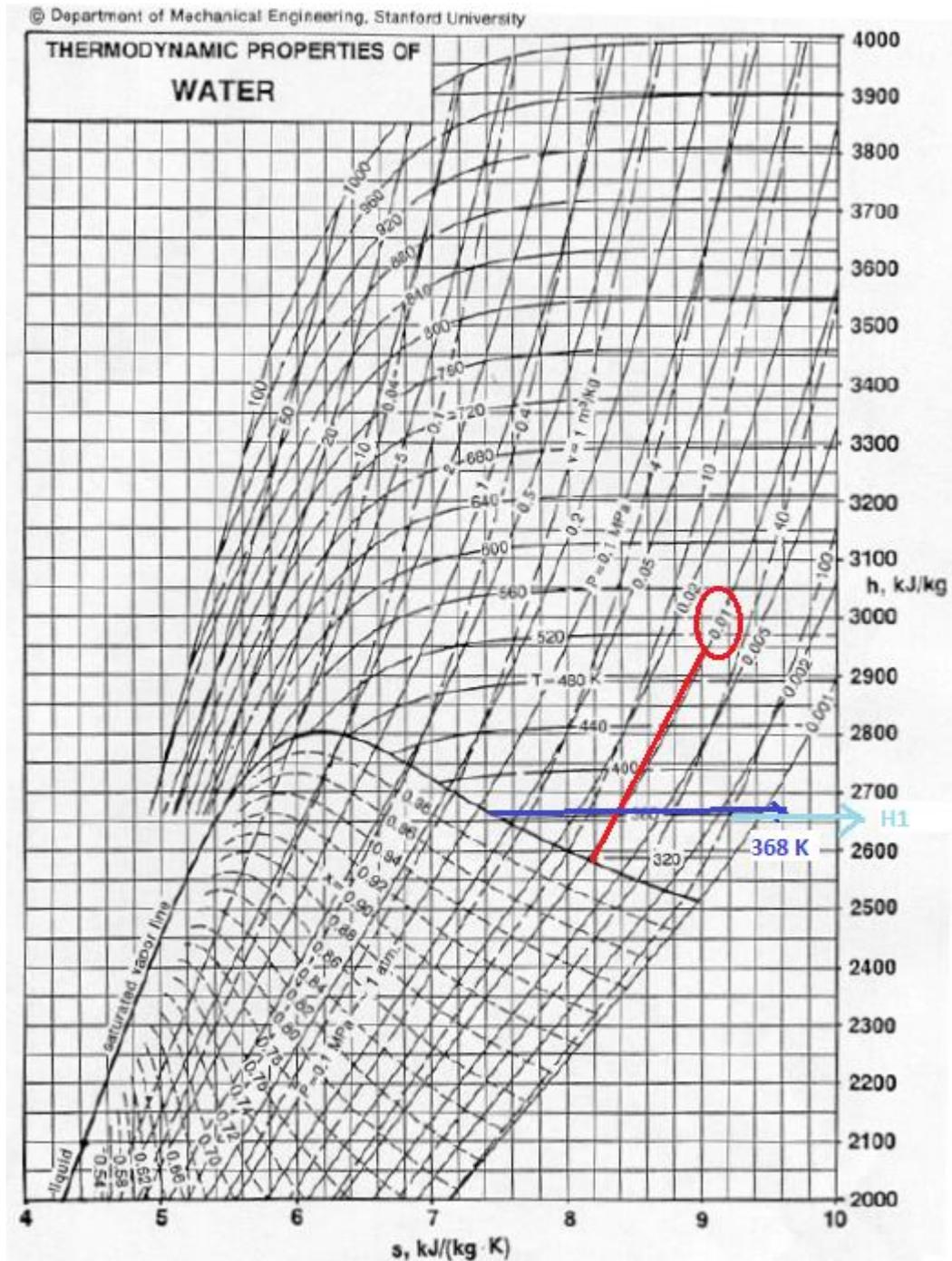


Fig. 3-24 - Propiedades termodinámicas del Agua - Entalpia Punto 1.

PUNTO 4

$$T_4 = T_{ev} = 278 \text{ K}$$

$$P_4 = P_{abs} = 650 \text{ Pa}$$

Con estos datos, vamos a una tabla de vapor saturado,

$$h_4 = 2600000 \frac{\text{J}}{\text{KG}}$$

## PUNTO 2

$$T2 = T_{cond} = 318K$$

$$C_{p_{agua}} := 4180 \frac{J}{KGK}$$

$$h2 := C_{p_{aguas}}(T2 - 273K) = 1.88 \times 10^5 \frac{J}{KG}$$

## PUNTO 3

La entalpía del punto 3 coincide con la del punto 2 puesto que la válvula es isoentálpica.

$$h3 := h2 = 1.88 \times 10^5 \frac{J}{KG}$$

Podemos concluir que la energía teórica por cada intercambiador será la siguiente:

$$EFECTOUTILq_e := (h4 - h3) = 2.412 \times 10^6 \frac{J}{KG}$$

$$GENERADORq_{gen} := (h1 - h8) + \frac{md}{mr}(h8 - h7) = 3.442 \times 10^6 \frac{J}{KG}$$

$$ABSORBEDORq_{abs} := (h4 - h10) + \frac{md}{mr}(h10 - h5) = 3.46 \times 10^6 \frac{J}{KG}$$

$$CONDENSADORq_{cond} := (h1 - h2) = 2.467 \times 10^6 \frac{J}{KG}$$

$$BOMBAq_b := \frac{w_{elb\_h}}{\eta_b} = 459.29 \frac{J}{KG}$$

$$CALORRECUPERADOq_r := \frac{md}{mr}(h7 - h6) = 1.113 \times 10^6 \frac{J}{KG}$$

$$EFICIENCIAENERGETICACOP := \frac{h4 - h2}{(h1 - h7) + (h7 - h6) \frac{md}{mr} + q_b} \\ = 0.64$$

*Ecuación 3-21 - Energías Teóricas de los componentes*

El valor del COP obtenido es de 0,64, valor que no oscilará demasiado para este tipo de máquinas condensadas por aire.

### 3.2.4. Potencias de los intercambiadores.

Entendiendo el funcionamiento y calculados los parámetros o balances de energía genéricos, se hallan los valores reales de caudal de disolución y refrigerante, así como las potencias reales a las que trabajará cada componente de esta máquina de refrigeración por absorción en particular.

Considerando un coeficiente de seguridad del 15% o determinando un rendimiento del 85% de nuestro equipo, y sabiendo que se necesitan 25 kW, se tiene entonces que:

$$\alpha = \frac{\text{Potencia real}}{\text{Potencia de diseño}}$$

$$0,85 = \frac{25 \text{ kW}}{\text{Potencia de diseño}}$$

$$\text{Potencia de diseño} = \frac{25 \text{ kW}}{0,85} = 29,41 \text{ kW}$$

$$Q_{ev} := 29 \text{ Kw}$$

#### CAUDAL DE REFRIGERANTE EVAPORADO

$$\text{CAUDAL DE REFRIGERANTE EVAPORADO} := Mr := \frac{Q_{ev}}{q_e} = 12,02 \times 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

$$\text{CAUDAL DE ISOLUCION} := \frac{m d Mr}{m r} = 0,2524 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

$$\text{POTENCIA DEL GENERADOR} Q_{gen} := Mr \times q_{gen} = 41,38 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\text{POTENCIA DEL CONDENSADOR} Q_{cond} := Mr \times q_{cond} = 29,66 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\text{POTENCIA DEL ABSORBEDOR} Q_{abs} := Mr \times q_{abs} = 41,6 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\text{POTENCIA DEL RECUPERADOR} Q_{rec} := Mr \times q_r = 18,43 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\text{POTENCIA DEL MOTOR DE LA BOMBA} Q_b := Mr w_{elb\_h} = 0,512 \text{ W}$$

*Ecuación 3-22 - Potencias de Intercambiadores*

La tabla que se muestra a continuación, recopila los valores de temperatura y entalpía para los 10 puntos principales del ciclo. Las temperaturas de los puntos 7, 9 y 10 se calculan a partir del diagrama de Merkel ya que se conocen sus valores de entalpía y concentración en BrLi.

*Tabla 3-5 - Resumen de las temperaturas y entalpías de los distintos puntos de la máquina*

Puntos	Temperatura °C	Entalpía (J/Kg)	Presión Aprox
1	95	$2,655 \times 10^6$	10.000 Pa
2	45	$1,88 \times 10^5$	10.000 Pa
3	5	$1,88 \times 10^5$	650 Pa
4	5	$2,6 \times 10^6$	650 Pa
5	45	$1,2 \times 10^5$	650 Pa
6	45	$1,2 \times 10^5$	10.000 Pa
7	82	$1,93 \times 10^5$	10.000 Pa
8	99	$2,42 \times 10^5$	10.000 Pa
9	64	$1,69 \times 10^5$	10.000 Pa
10	64	$1,69 \times 10^5$	650 Pa

Descripto las principales funciones y clasificaciones de los intercambiadores de calor, se iniciará el cálculo de las distintas superficies de calefacciones necesarias para realizar llevar a cabo las potencias requeridas en el apartado previo.

### ***3.3. Dimensionamiento y selección de partes***

#### **3.3.1. Conceptos de los intercambiadores.**

Para poder dimensionar los distintos intercambiadores que conforman el sistema de refrigeración es necesario comprender que existen diferentes variables que permiten conocer el tamaño de estos equipos. Hay que entender que el tamaño de los equipos irá solidario al tamaño de superficie de calefacción que presentan los mismos.

Vale aclarar que cada superficie de calefacción estará presente en distintas formas y/o disposiciones que pueden ser estos intercambiadores. Por ello a continuación se expondrá de forma breve los distintos tipos de intercambiadores de calor que se presentan en la actualidad.

##### **3.3.1.1. Función**

Para comprender la morfología y disposición debemos recordar que los intercambiadores son dispositivos diseñados para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto.

La función básica de los intercambiadores es la transferencia de energía térmica entre dos o más fluidos a diferente temperatura •

El calor fluye, como resultado del gradiente de temperatura, desde el fluido caliente hacia el frío a través de una pared de separación

##### **3.3.1.2. Tipos de intercambiadores**

Si bien existen diferentes clasificaciones de los intercambiadores de calor, a continuación, se expondrán los de mayor carácter y/o propagación dentro de los intercambios térmicos más usuales en la industria.

Por ello se expondrán los distintos tipos morfológicos.

##### Casco y tubo

Este tipo de intercambiador consiste en un conjunto de tubos en un contenedor llamado carcasa.

El flujo de fluido dentro de los tubos se le denomina comúnmente flujo interno y aquel que fluye en el interior del contenedor como fluido de carcasa o fluido externo. En sistemas donde los dos fluidos presentan una gran diferencia entre sus presiones, el líquido con mayor presión se hace circular típicamente a través de los tubos y el líquido con una presión más baja se circula del lado de la cáscara



Fig. 3-25 - Casco y Tubo Standard.



Fig. 3-26 - Interior Casco y Tubo.

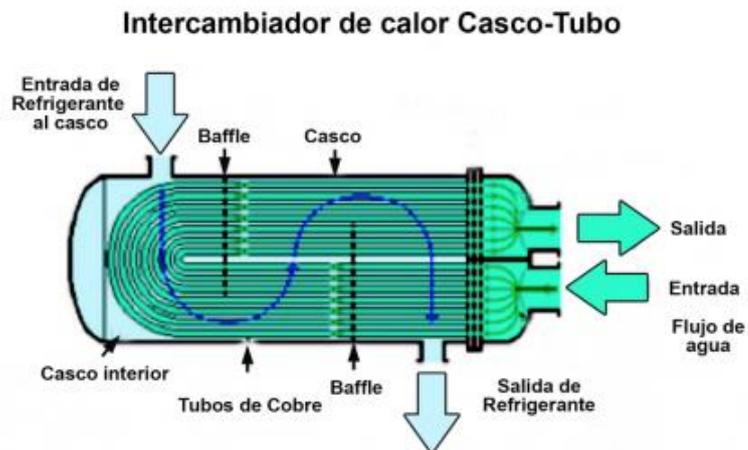
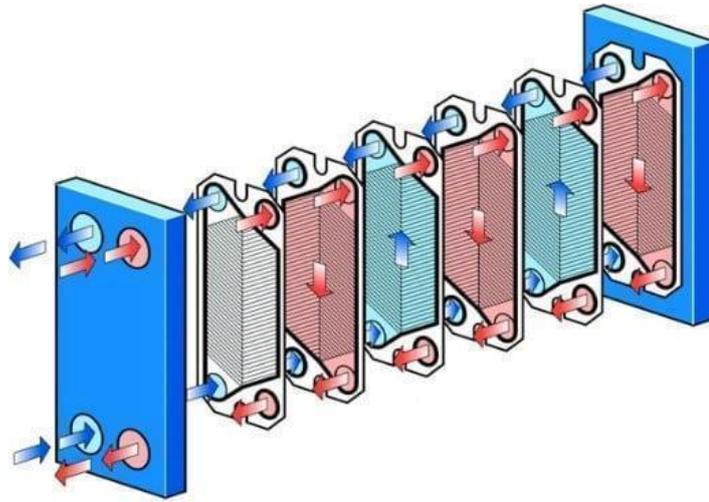


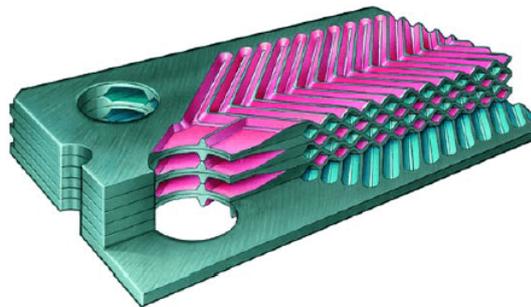
Fig. 3-27 - Distribución de Fluidos Casco y Tubo

### Intercambiador de Placas

Este tipo de intercambiador consiste en placas en lugar de tubos para separar a los dos fluidos caliente y frío. Los líquidos calientes y fríos se alternan entre las placas del intercambiador. De este modo es capaz de transferir mucho más calor con respecto a un intercambiador de carcasa y tubos con volumen semejante, dado que las placas proporcionan una mayor área que la de los tubos



*Fig. 3-28 - Intercambiador de Placas.*



*Fig. 3-29 - Placas de intercambiador.*

Sabiendo que existen más tipos de intercambiadores según su disposición física, es necesario aclarar que existen clasificaciones según la dirección del flujo en la que se presenta el intercambio de energía.

Podemos también nombrar las categorías según las tres categorías son: Flujo paralelo, Contraflujo y Flujo cruzado

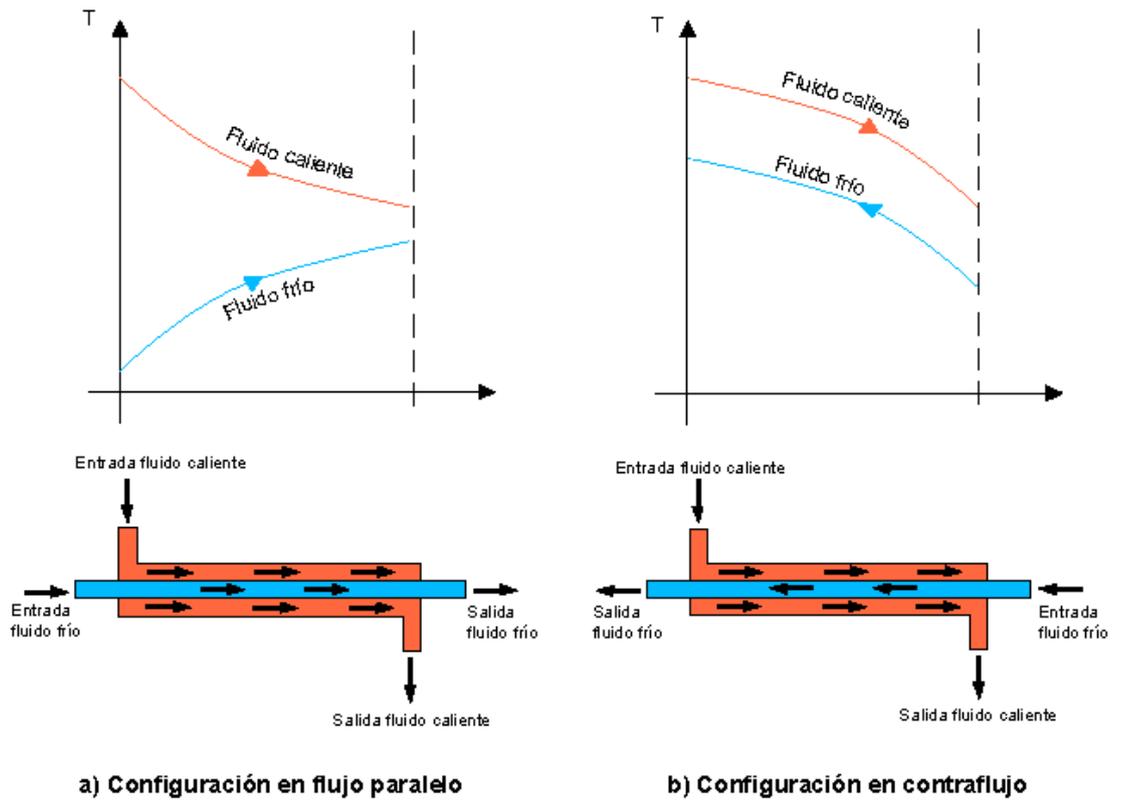


Fig. 3-30 - Configuraciones de Flujos.

### 3.3.2. Elección Morfológica

En este apartado se identificará por cada tipo de intercambiador, un análisis morfológico identificando los ventajas y desventajas de cada uno. A mayor numero mayores dificultades en el tipo de intercambiador.

#### 3.3.2.1. Condensador

Para evaluar las diferentes opciones que podremos presentar en nuestro condensador, hay que tener en cuenta que el mismo equipo deberá ser enfriado por aire. Además, el mismo condensador deberá estar sujeto a la posibilidad de ir acumulando líquido condensado previo a su laminación.

A continuación, se observan tales comparaciones

	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Criterios Condensador Casco y Tubo</b>										
Necesidad de mantenimiento				X						
Cantidad de materiales							X			
Problemas en los estados de los fluidos Participantes								X		
Inconvenientes en la fabricación						X				
Dificultad en la instalación y reemplazo						X				
Situación particular (inconvenientes)				X						

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de 35

	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Criterios Condensador Aletados</b>										
Necesidad de mantenimiento				X						
Cantidad de materiales					X					
Problemas en los estados de los fluidos Participantes		X								
Inconvenientes en la fabricación				X						
Dificultad en la instalación y reemplazo					X					
Situación particular (inconvenientes)				X						

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de **24 (ELECCION)**

Criterios Condensador de placas	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidad de mantenimiento							X			
Cantidad de materiales							X			
Problemas en los estados de los fluidos Participantes									X	
Inconvenientes en la fabricación				X						
Dificultad en la instalación y reemplazo				X						
Situación particular (inconvenientes)							X			

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de 38

Tal como se observa en los cuadros, la opción más efectiva para este tipo de intercambiador será un serpentín aletado. El mismo se fundamenta en los escasos problemas en los fluidos intervinientes como una fabricación sencilla.

### 3.3.2.2. Absorbedor

En este intercambiador en particular, al cumplir con ciertas operaciones funcionales específicas, se decidió recopilar información en diferentes papers, para poder determinar su estructura mecánica. Por ello a continuación se expondrá un resumen de las conclusiones obtenidas.

En un principio, cabe destacar que se encuentran tres tipos de absorbedores:

- absorbedor de película descendente,
- absorbedor de burbujas y
- el absorbedor de aspersion.

El absorbedor de película descendente consiste en superficies enfriadas en donde una película delgada de solución débil cae bajo el efecto de gravedad, mientras el vapor del absorbato fluye al lado de la película de solución.

El absorbedor de burbujas inyecta vapor de absorbato presurizado en forma de burbujas a una piscina de solución débil.

El absorbedor de aspersion funciona de manera análoga al absorbedor de burbujas excepción de inyectar la solución débil en forma de niebla en una piscina de vapor.

Ciertos diseños basados en absorbedores de película descendente y de burbuja se han estudiado de manera exhaustiva. El objetivo de estos estudios ha sido el de reducir el tamaño del absorbedor manteniendo buenas características de transferencia de calor y masa.

Los absorbedores de película descendente son estables durante la operación y ofrecen coeficientes de transferencia de calor altos. Por otra parte. los absorbedores de burbuja ofrecen coeficientes de transferencia de masa relativamente altos al distribuir

pequeñas burbujas de vapor, aumentando el área superficial disponible para la transferencia de masa.

Estas conclusiones podemos plasmarlas en los siguientes cuadros comparativos:

	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Criterios Absorbedor de película descendente</b>										
Necesidad de mantenimiento				X						
Cantidad de materiales						X				
Problemas en los estados de los fluidos Participantes		X								
Inconvenientes en la fabricación					X					
Dificultad en la instalación y reemplazo							X			
Situación particular (inconvenientes)		X								

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de **26 (ELECCION)**

	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Criterios absorbedor de burbujas</b>										
Necesidad de mantenimiento						X				
Cantidad de materiales				X						
Problemas en los estados de los fluidos Participantes								X		
Inconvenientes en la fabricación						X				
Dificultad en la instalación y reemplazo						X				
Situación particular (inconvenientes)					X					

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de 35

	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Criterios absorbedor de aspersion.</b>										
Necesidad de mantenimiento								X		
Cantidad de materiales						X				

Problemas en los estados de los fluidos Participantes							X			
Inconvenientes en la fabricación								X		
Dificultad en la instalación y reemplazo						X				
Situación particular (inconvenientes)								X		

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de 43

En el presente equipo por absorción se utilizará un absorbedor de película descendente sobre tubos verticales, ya que según autores como Aphornratana et. al. (2007) y Darwish et. al. (2008) se obtienen buenos coeficientes de calor y masa a diferencias de temperatura bajas. Además, la caída de presión dentro del absorbedor se minimiza debido a que la fuerza impulsora es la gravedad.

### 3.3.2.3. Recuperador generador – Absorbedor

En este tipo de intercambiador los fluidos intervinientes serán en estado líquido,

A continuación, se observan las diferentes variables:

Criterios Recuperador Casco y Tubo	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidad de mantenimiento				X						
Cantidad de materiales						X				
Problemas en los estados de los fluidos Participantes					X					
Inconvenientes en la fabricación				X						
Dificultad en la instalación y reemplazo						X				
Situación particular (inconvenientes)					X					

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de 30

Criterios Recuperador Aletados	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidad de mantenimiento				X						
Cantidad de materiales						X				

Problemas en los estados de los fluidos Participantes										X
Inconvenientes en la fabricación							X			
Dificultad en la instalación y reemplazo						X				
Situación particular (inconvenientes)										X

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de 43

Criterios Recuperador de placas	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidad de mantenimiento				X						
Cantidad de materiales					X					
Problemas en los estados de los fluidos Participantes			X							
Inconvenientes en la fabricación					X					
Dificultad en la instalación y reemplazo					X					
Situación particular (inconvenientes)				X						

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de **26 (ELECCION)** por la cual al ser menor es la elegida.

Este último cuadro podemos observar que, a pesar de presentar un costo elevado, la implementación de un intercambiador de placas estará justificado por su pequeño tamaño a la superficie de calor necesaria a transferir. Además, no serán tantos los materiales y los problemas a llevar.

Ante esta situación se realizará una búsqueda entre diferentes fabricantes de intercambiadores de placas para poder cumplir con las potencias requeridas.

#### 3.3.2.4. Generador y Evaporador

El generador es un intercambiador de calor por el cual, a través de un líquido caliente, por ejemplo, agua, debe evaporarse la solución de Bromuro de Litio para separar la solución del vapor de refrigerante.

Mientras que el evaporador, debe cumplir una función similar pero solamente con el refrigerante, que llega en estado líquido y se evapora.

Para la elección del tipo de intercambiador, se hace un análisis comparando el un casco y tubo con uno de placas.

- Intercambiador tipo casco y tubos

Criterios	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidad de mantenimiento				X						
Materiales requeridos para fabricación							X			
Variación del rendimiento debido a los fluidos intervinientes			X							
Dificultad para la fabricación					X					
Dificultad para la instalación y reemplazo del equipo					X					
Costo total						X				

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de 30.

- Intercambiador de placas

Criterios	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidad de mantenimiento								X		
Materiales requeridos para fabricación					X					
Variación del rendimiento debido a los fluidos intervinientes							X			
Dificultad para la fabricación				X						
Dificultad para la instalación y reemplazo del equipo						X				
Costo total				X						

Esta evaluación según los criterios establecidos nos da un total de 34.

Como conclusión, realizadas las evaluaciones en cuanto al tipo de intercambiador para el generador y el evaporador (misma elección dado su similitud en lo que es el principio del ciclo de absorción) se seleccionará casco y tubos, principalmente dado la facilidad de mantenimiento y la afinidad con el funcionamiento dado que uno de los fluidos intervinientes debe separarse, evaporándose una parte y debiendo concentrar el resto.

### 3.3.3. Cálculo de superficie de Intercambio necesario

Para poder introducir las superficies de intercambio necesarias, debemos repasar algunos conceptos de energía y potencia que se interrelacionan con la magnitud de los equipos a elaborar.

Es lógico pensar que la superficie de intercambio será directamente proporcional a la potencia necesaria de nuestro equipo. Sin embargo, existen otros tipos de factores para tener en cuenta para lograr un cálculo de mayor aproximación. Estas variables, que se expondrán a continuación, dependen de las situaciones particulares que se pueden tener.

Sabiendo que la potencia  $Q$  necesaria de los intercambiadores se determina de la siguiente forma:

$$Q = \Delta T_m \times Superficie \times U$$

*Ecuación 3-23 - Potencia Genérica de Intercambiadores*

$$Q = \text{Calor a transferir} \left( \frac{BTU}{H} \right)$$

$A = \text{Área requerida de transferencia de calor (pie}^2\text{)}(m^2)$

$\Delta T_m = \text{Diferencia de temperatura media logarítmica}$

Para poder realizar un análisis minucioso debemos expandir y describir estas variables previamente nombradas.

#### 3.3.3.1. Diferencia de temperatura media logarítmica

Como se observa en la Fórmula anterior, una variable fundamental en el cálculo de las potencias de los intercambiadores es la diferencia de temperatura que hay entre los fluidos que interactúan.

Por ello:

$$\Delta T_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln (\Delta T_1 / \Delta T_2)}$$

*Ecuación 3-24 - Diferencia de temperatura media logarítmica*

Dependiendo de las direcciones de los fluidos y temperaturas, se presentan en la siguiente imagen cuatro casos. Las mismas tendrán como  $\Delta T_1$  la diferencia entre las temperaturas que se reflejan a la izquierda de cada gráfico y  $\Delta T_2$  la diferencia en la parte derecha

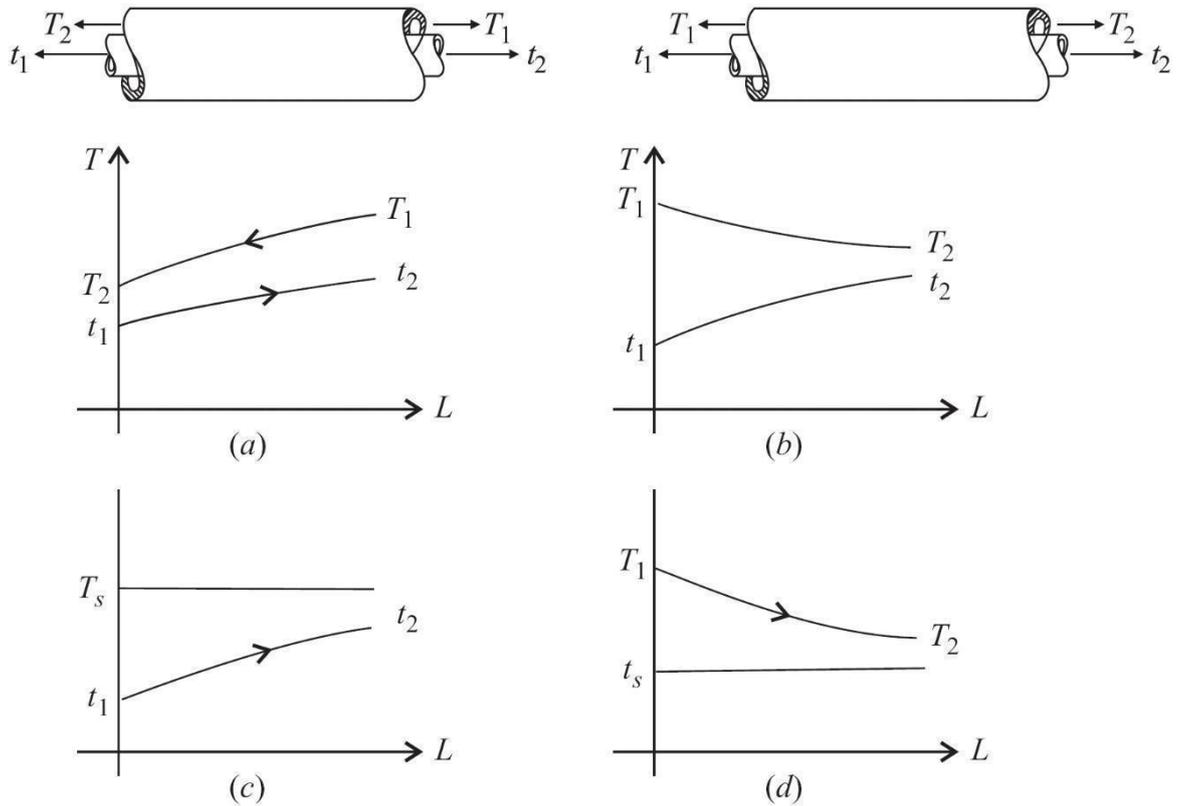


Fig. 3-31 Configuraciones Térmicas.

Estos cuatro arreglos básicos para los cuales la diferencia de temperatura media logarítmica se puede determinar a partir de la ecuación:

- (a) Contraflujo;
- (b) flujo paralelo;
- (c) fuente con temperatura constante y receptor con incremento de temperatura;
- (d) temperatura constante en el receptor y fuente con temperatura en decremento.

Explicado la variable correspondiente a la diferencia de temperatura podemos empezar a comenzar a explicar el valor de coeficiente de transferencia que tendrá nuestros intercambiadores.

### 3.3.3.2. Coeficiente de transferencia global U

Este tipo de coeficiente está formado por otros coeficientes los cuales se detallarán a continuación.

Donde U:

$$\text{Coeficiente de transferencia global } U = \left( \frac{BTU}{pie^2 Hr ^\circ F} \right)$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_1} + \frac{L}{K} + \frac{1}{h_2}$$

Ecuación 3-25 - Coeficiente de transferencia global básico

O con un modelo más preciso donde:

$$U_{func} = \frac{1}{\frac{1}{h_{ce}} + R_e + R_{equiv} + \frac{R_i A_e}{A_i} + \frac{A_e}{h_{ci} A_i}}$$

$U_{limpio}$  es el coeficiente global de transmisión de calor del intercambiador limpio, respecto a la sección exterior

$U_{suc}$  es el coeficiente global de transmisión de calor del intercambiador después de producirse el depósito

$h_{ce}$  es el coeficiente de convección medio del fluido en el exterior del tubo

$h_{ci}$  es el coeficiente de convección medio del fluido en el interior del tubo

$R_e$  es la resistencia unitaria del depósito de suciedad en el exterior del tubo

$R_i$  es la resistencia unitaria del depósito de suciedad en el interior del tubo

$R_{equiv}$  es la resistencia unitaria del tubo, en la que no se han considerado los depósitos de suciedad interior y exterior, y el material del tubo, en  $m^2K/W$ , basada en el área de la superficie exterior del tubo

$A_e/A_i$  es la relación entre la superficie exterior y la interior del tubo

Ecuación 3-26 - Coeficiente total U.

$H1$  = el coeficiente laminar para un lado de la pared  $\left(\frac{BTU}{pie^2 Hr ^\circ F}\right)$

$H2$  = el coeficiente laminar para el otro lado de la pared  $\left(\frac{BTU}{pie^2 Hr ^\circ F}\right)$

$L$  = El espesor de la pared (pies)

$k$  = la conductividad térmica de la pared en  $\frac{BTU}{pieHr ^\circ F}$

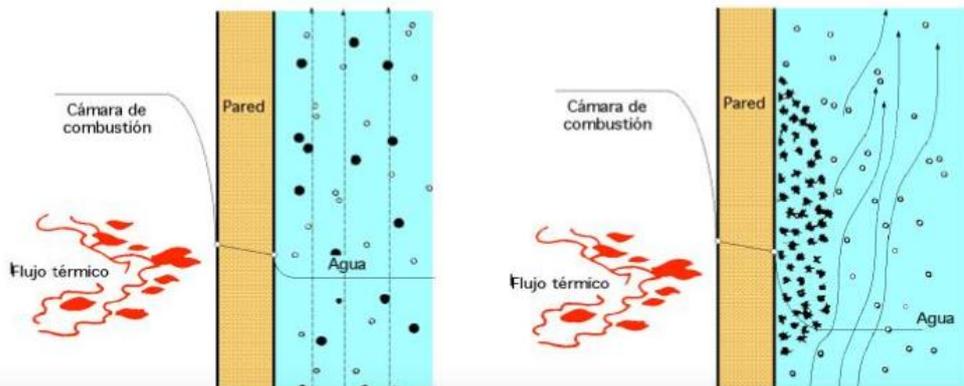


Fig V.1.- Transmisión de calor entre la cámara de combustión y el agua de una caldera con incrustaciones calcáreas

Fig. 3-32 - Transmisión de calor entre la cámara de combustión y el agua.

Es necesario describir estos factores que afectan el coeficiente U, que hacen la cuantificación de este. Dado que el mismo está directamente relacionado con el coeficiente H que lo compone informaremos la relación en el mismo.

- Características del fluido. Por ejemplo. Viscosidad
- Presión y temperatura. Dependiendo la fase del mismo fluido tendrán más relevancia uno y otro. En el caso que la misma sustancia esté en estado gaseoso, la variable de presión presenta mayor relevancia.
- Forma y posición de la superficie.
- Otros factores, según los siguientes cambios de estado que presenta el fluido

Para fluidos sin cambio de fase podemos asociar los diferentes fenómenos que presentan los fluidos con el valor de H

- A mayor turbulencia mayor h
- A mayor gradiente de temperatura mayor h.
- A mayor velocidad mayor h
- A menor diámetro mayor h
- A mayor densidad mayor h
- A mayor viscosidad menor h
- A mayor rugosidad de la superficie mayor h
- A dirección perpendicular del flujo mayor h

Para vapores que se condensan podemos asociar las diferentes formas de condensación que presentan los fluidos con el valor de H

#### Condensado en Gotas - En forma de película o gotas

Este tipo de condensación depende del tipo de rugosidad que se da en la superficie de intercambio. Para superficies rugosas la condensación se dará en forma de película. En cambio, en superficies pulidas la misma responderá a una condensación por gotas debido a la tensión superficial característica.

La condensación en forma de película es menos ventajosa que la de gotas dado que la película funcionara como una capa aislante. A su vez podemos concluir que:

- A mayor velocidad del vapor mayor condensación
- Mayor rugosidad menor condensación.
- Cuando los fluidos son líquidos que se evaporan

En este tipo de intercambios de energía, el mismo dependerá de otros factores.

El caso del tamaño de las burbujas será un factor para considerar dado que al ir aumentando mejorará la convección hasta un cierto límite dado que la misma burbuja al tener un tamaño considerado funciona como aislante.

- La velocidad de evacuación de burbujas es otro factor
- Diferencia de temperatura. A mayor diferencia mayor convección (H) - (hasta un cierto límite)

#### Valores cuantitativos de U

Es importante saber que, para cada situación en particular, habrá un coeficiente de transferencia único. No obstante gracias a distintos tipos de bibliografías, experiencias

en equipos podemos determinar un rango de valores dependiendo las sustancias que interactúan, como también las sustancias protagonistas y estados.

Tabla 3-6 - Coeficientes de Transferencia Global Usuales (A)

COMPONENTE FÍSICO	Btu/ft <sup>2</sup> h °F	W/m <sup>2</sup> °K
Ventana de cristal plano	1,1	6,2
Ventana de doble cristal plano	0,4	2,3
Condensador de vapor	20 a 1000	1100 a 5700
Calentador de agua del ciclo	200 a 1500	1100 a 8500
Termopermutador agua-agua	150 a 300	850 a 1700
Termopermutador tubo aleteado (agua interior a tubos)	5 a 10	30 a 300
Termopermutador tubo aleteado (aire exterior a tubos)	5 a 10	30 a 300
Termopermutador agua-aceite	20 a 60	110 a 340
Vapor a gas	5 a 50	30 a 300
Agua a gas	10 a 20	55 a 200

Tabla 3-7 - Coeficientes de Transferencia Global Usuales (B)

COMBINACIÓN DE FLUIDOS	U [W/m <sup>2</sup> °K]
Agua con agua	850 – 1700
Agua con aceite	110 – 350
Condensador de vapor (agua en tubos)	1000 – 6000
Condensador de amoníaco (agua en tubos)	800 – 1400
Condensador de alcohol (agua en tubos)	250 – 700
Intercambiador de calor de tubos con aletas (agua en tubos, aire en flujo cruzado)	25 – 50

Tabla 3-8 - Coeficientes de Transferencia Global Usuales (C)

Tipo	Aplicación	Rango de Valores de coeficiente global.	
		W/(m <sup>2</sup> · °K)	BTU/h · ft <sup>2</sup> · °F
Calentamiento y Enfriamiento tubular	Gases a presión atmosférica dentro y fuera de los tubos	5-35	1-6
	Gases a alta presión dentro y fuera de los tubos	150 -520	25-90
	Líquido afuera (adentro) y gas a presión atmosférica dentro (fuera) de los tubos	15-70	3-15

	Gas a alta presión y liquido afuera de los tubos	200-400	35-70
	Liquido afuera y adentro de los tubos	150-1200	25-200
	Vapor fuera de los tubos y líquido dentro	300-1200	50-200
Condensación tubular	Vapor afuera y liquido de refrigeración adentro	1500-4000	250-700
	Vapores orgánicos o amoniaco afuera de los tubos y agua de refrigeración dentro	350-1500	50-200

Una vez descritos las variables fundamentales para el dimensionamiento de los intercambiadores y teniendo en cuenta las potencias descritas en el apartado anterior podremos determinar todos los valores necesarios para determinar la superficie en cuestión.,

### 3.4. Cálculo del coeficiente laminar total

En este punto se calcularán los valores de U para cada intercambiador. Para ello, usaremos un método del libro “Transmisión del calor y sus aplicaciones” del autor Herman J. Stoever (Buenos Aires, Sudamericana, 2da Edición, 1961).

El cálculo del U se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{U} = \frac{D_2}{D_1 h_1} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h_2}$$

*Ecuación 3-27 - Coeficiente total U. (Ecuación 27 del Stoever, p. 59).*

En donde:

U: coeficiente laminar total basado en el área externa del tubo, en BTU/pie<sup>2</sup>hs °F

D<sub>1</sub>: diámetro interno del tubo en pies o pulgadas.

D<sub>2</sub>: diámetro externo del tubo en pies o pulgadas.

h<sub>1</sub>: coeficiente laminar para la superficie interna del tubo en BTU/pie<sup>2</sup>hs °F.

h<sub>2</sub>: coeficiente laminar para la superficie externa del tubo en BTU/pie<sup>2</sup>hs °F.

L: espesor de la pared del tubo en pies o pulgadas.

k: conductividad térmica de la pared del tubo, en BTU/pie hs °F.

Para obtener los coeficientes laminares “h<sub>1</sub>” y “h<sub>2</sub>”, se debe buscar el caso según las condiciones de trabajo del fluido y los tubos. Para ello, se tiene una tabla en la que indica el caso para cada situación:

Tabla 3-9 - Casos de convención que no existe cambio de fase en líquidos (Tabla 7, Stoeber, p. 84).

Clase de fluido	Clase de superficie	Posición de la sup. horizontal o vertical	Clase de mov. del fluido	Fluido calentado o enfriado	Caso N°
Líquidos	Dentro de tubos	Horizontal	Turbulento	Calentados Enfriados	1 2
			Continuo (sólo aceites de petr.)	Calentados Enfriados	19 20
		Vertical	Turbulento	Calentado Enfriado	1 2
			Continuo (sólo aceites de petr.)	Calentado Enfriado	19 20
			Convección nat.	Calentado	13
		Fuera de tubos únicos	Horizontal	Normal al tubo Conv. natural	Una u otra Calentado
	Vertical		Normal al tubo Conv. natural	Una u otra Calentado	5 13
	Fuera de grupos de tubos	Horizontal	Normal al tubo Paral. a los tub.	Una u otra Una u otra	8 9
			Vertical	Normal al tubo Paral. a los tub. Conv. natural	Una u otra Una u otra Calentado
		Espacios anulares	Una u otra	Turbulento	Una u otra
	Dentro de serpentines	Una u otra	Turbulento	Una u otra	15
	Fuera de serpentines	Una u otra	Conv. forzada Conv. natural	Una u otra Calentada	17 17
	Placas planas	Vertical	Conv. natural	Calentada	13
	Dentro de tubos	Horizontal	Turbulento	Una u otra	304
		Vertical	Turbulento Conv. natural	Una u otra Calentado	304 14
Fuera de tubos únicos	Horizontal	Normal al tubo Conv. natural	Una u otra Calentado	607 12	
	Vertical	Normal al tubo Conv. natural	Una u otra Calentado	607 14	
	Horizontal	Normal a los tub. Par. a los tub.	Una u otra Una u otra	8 9	

Tabla 3-10 - Casos de convención que no existe cambio de fase en gases (Tabla 7, Stoever, p. 85).

Clase de fluido	Clase de superficie	Posición de la sup. horizontal o vertical	Clase de mov. del fluido	Fluido calentado o enfriado	Caso N°
Gases	Fuera de grupos de tubos	Vertical	Normal a los tub.	Una u otra	8
			Par. a los tub.	Una u otra	9
			Conv. natural	Calentado	14
	Espacios anulares	Una u otra	Turbulento	Una u otra	10
	Dentro de serpentines	Una u otra	Turbulento	Una u otra	16
	Fuera de serpentines	Una u otra	Conv. forzada Conv. natural	Una u otra Calentado	17 17
Placas planas	Horizontal (aire solo)	Horizontal	Conv. natural	Calentado	18
		Vertical	Conv. natural	Calentado	14

Tabla 3-11 - Casos de condensación de vapores saturados (Tabla 7, Stoever, p. 84).

Clase de superficie	Posición de la superficie horizontal o vertical	Caso N°
Dentro de tubos .....	Vertical	22
Fuera de tubos .....	Horizontal	21
		Vertical
Placas planas .....	Vertical	22

Tabla 3-12 - Casos de evaporación de líquidos (Tabla 7, Stoever, p. 84).

Clase de superficie	Posición de la superficie horizontal o vertical	Caso N°
Dentro de tubos .....	Vertical	24
Placas planas .....	Una u otra	23

### 3.4.1. Cálculo del U en el evaporador

En el caso del evaporador, para calcular los coeficientes laminares "h1" y "h2", se tendrá dos casos:

- 1) El agua que deseamos obtener como producto, que se enfría de 13 a 8 °C, pasando por adentro de los tubos, horizontal en régimen turbulento para favorecer el intercambio, por lo tanto, se aplicará el caso N°2 para el "h1".

Para este caso, según Stoever, se calcula el coeficiente laminar mediante la siguiente fórmula:

$$h = h_0 \times F_t \times F_d$$

*Ecuación 3-28 – Coeficiente laminar “h”.*

dónde:

h: coeficiente laminar BTU/pie<sup>2</sup> hs °F

h<sub>0</sub>: valor base del coeficiente laminar.

F<sub>t</sub>: valor de corrección de temperatura.

F<sub>d</sub>: valor de corrección de diámetro.

El valor de base del coeficiente laminar “h<sub>0</sub>” se obtiene en la siguiente gráfica, donde se entra con los siguientes datos:

- Se determina la velocidad deseada del fluido de 1,2 m/s, el equivalente es 4 ft/seg.
- Dado que el líquido es agua, ingresamos por la recta 2.

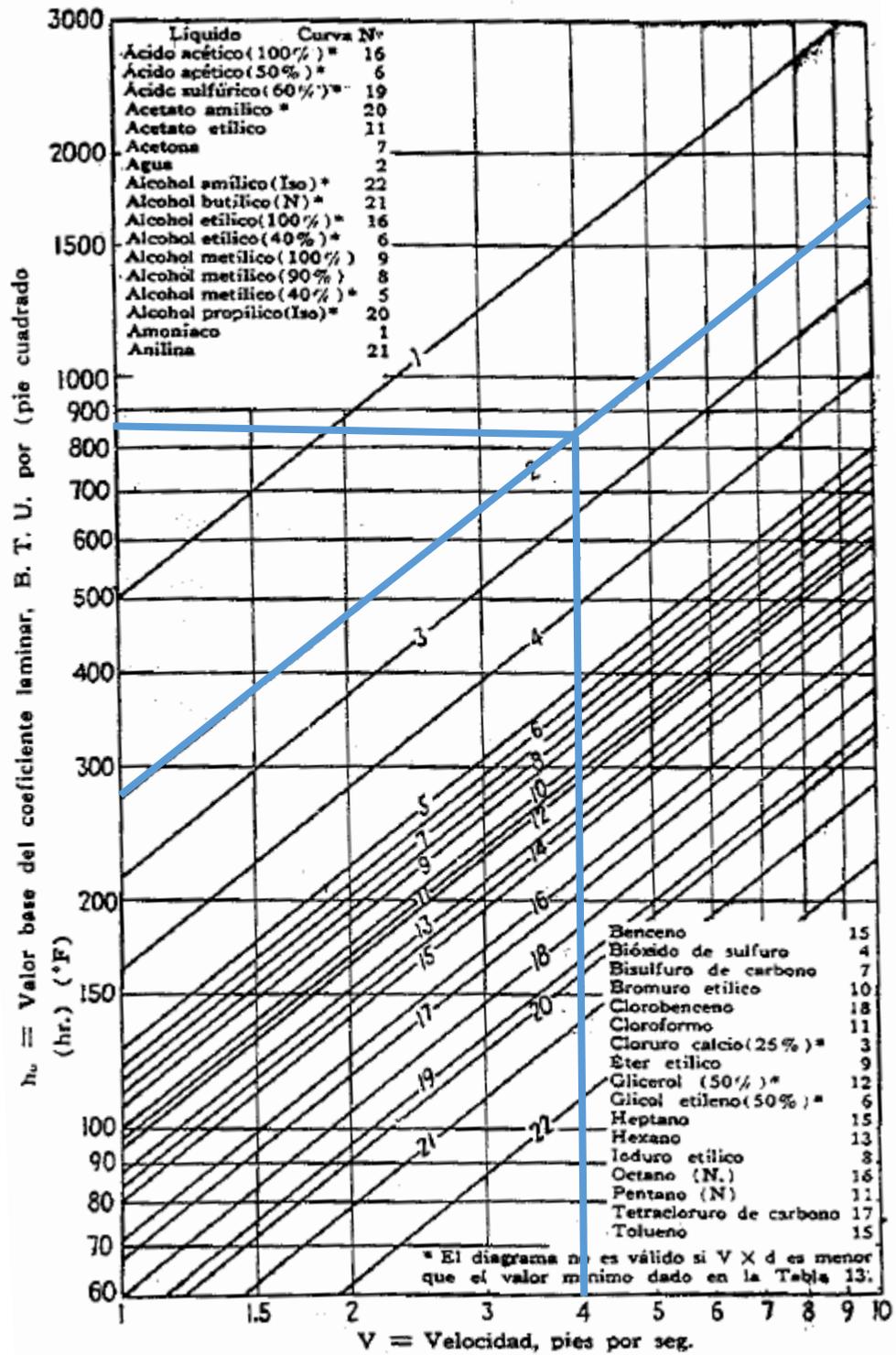


Fig. 3-33 – Diagrama para el valor base del coeficiente laminar para el caso N° 2.

Se obtiene que el “ $h_0$ ” es de 850 BTU/pie<sup>2</sup>hs °F.

El factor de corrección de temperatura  $F_t$  lo obtenemos de la tabla siguiente. Como dentro de los tubos tenemos agua que se enfría de 13 a 8 °C, la temperatura media del líquido es de 10,5 °C, equivalente a 51°F.

Tabla 3-13 - Factor de corrección de la temperatura para el caso 2 (tabla 11 p108).

Líquido	Temperatura media del líquido					
	0°F	50°F	100°F	150°F	200°F	250°F
	$F_t$ *					
Ácido acético (100 %)	...	...	1,00	1,04	1,09	1,13
Ácido acético (50 %)	...	0,70	1,00	1,26	1,47	1,65
Ácido sulfúrico (60 %)	...	0,65	1,00	1,23	1,36	1,43
Acetato amílico	0,92	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06
Acetato etílico	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98
Acetona	0,75	0,89	1,00	1,11	1,20	1,27
<b>Agua</b>	...	<b>0,88</b>	<b>1,00</b>	<b>1,11</b>	<b>1,24</b>	<b>1,37</b>
Alcohol amílico (iso)	...	0,63	1,00	1,47	1,27	2,00
Alcohol butílico (n)	0,42	0,69	1,00	1,40	1,86	2,35
Alcohol etílico (100 %)	0,58	0,77	1,00	1,25	1,80	1,80
Alcohol etílico (40 %)	...	0,58	1,00	1,46	1,57	2,35
Alcohol metílico (100 %)	0,62	0,84	1,00	1,12	1,92	1,36
Alcohol metílico (90 %)	0,61	0,82	1,00	1,14	1,35	1,39
Alcohol metílico (40 %)	0,30	0,63	1,00	1,39	1,07	2,30
Alcohol propílico (iso)	...	0,63	1,00	1,39	1,08	2,23
Amoníaco	0,62	0,75	1,00	1,28	1,12	1,35
Anilina	...	0,70	1,00	1,40	1,07	2,43
Bencina	...	0,78	1,00	1,18	1,21	1,52
Bióxido de sulfuro	0,93	0,96	1,00	1,03	1,83	1,10
Bisulfuro de carbono	0,89	0,95	1,00	1,04	1,16	1,10
Bromuro etílico	0,95	0,93	1,00	1,06	1,90	1,16
Clorobenceno	0,90	0,95	1,00	1,03	1,20	1,08
Cloroformo	0,79	0,89	1,00	1,11	1,20	1,32
Cloruro de calcio (25 %)	0,43	0,70	1,00	1,33	2,01	2,35
Éter etílico	0,79	0,91	1,00	1,08	1,86	1,24
Glicerol (50 %)	0,57	0,68	1,00	1,45	1,52	2,35
Glicol etileno (50 %)	0,57	0,60	1,00	1,53	2,18	
Heptano	0,82	0,91	1,00	1,09	1,19	1,28
Hexano	0,81	0,90	1,00	1,09	1,14	1,23
Ioduro etílico	0,69	0,95	1,00	1,15	1,30	1,45
Octano (n)	0,79	0,90	1,00	1,09	1,16	1,24
Pentano (n)	0,86	0,93	1,00	1,06	1,10	1,14
Tetracloruro de carbono	0,60	0,83	1,00	1,07	1,13	1,17
Tolueno	0,78	0,88	1,00	1,11	1,20	1,27

Por lo tanto,  $F_t$  para 50°F del agua es de 0,88.

El valor de corrección de diámetro “ $F_d$ ” se obtiene con el diámetro interno del tubo en pulgadas. Para la selección del diámetro de tubo es necesario tener en cuenta que, dado un caudal Q, una velocidad V y un área de tubo A, se tiene que:

$$N^{\circ} \text{ de pasajes} = \frac{\text{Área total pasaje}}{\text{Área tubo}}$$

Dónde el área de pasaje total está dada por:

$$\text{Area total pasaje} = \frac{Q}{Vel}$$

Es decir, para diferentes áreas de tubo, y por lo tanto para diferentes diámetros, se tendrán distintos números de pasaje. Esto lleva entonces a un mayor o menor número de tubos y su consecuente diámetro de casco, para un mismo largo de tubo.

Dado tres diámetros de tubos comerciales, ½ pulgada, ¾ pulgada y 1 pulgada, para una velocidad de 1 m/s y un caudal Q, se tendrá que:

$$\text{Area total pasaje} = \frac{Q}{1 \text{ m/s}} = Q$$

Entonces, como número de pasajes para los distintos diámetros será según la siguiente tabla:

Tabla 3-14 - Cálculo del N° de pasajes según diámetro externo del tubo.

	½ pulgada	¾ pulgada	1 pulgada
Área del tubo	$A_{tubo} = 0,196 \text{ in}^2$	$A_{tubo} = 0,441 \text{ in}^2$	$A_{tubo} = 0,785 \text{ in}^2$
Área total del pasaje	$N^\circ \text{ pasajes} = 5 Q$	$N^\circ \text{ pasajes} = 2,27 Q$	$N^\circ \text{ pasajes} = 1,27 Q$

Se ponderará el nivel de acuerdo para cada uno de los siguientes criterios indicado con una “X” en el casillero correspondiente, para cada diámetro de tubo, en la siguiente tabla.

La ponderación “P” será el promedio de los puntajes que se obtenga de cada tabla según diámetro de tubo.

Para el caso del tubo de ½ pulgada, el resultado de la ponderación será:

Tabla 3-15 - Ponderación por criterios para un tubo de 1/2 pulgada

Criterios	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Resultado del coeficiente de laminación “U” a una diferencia de temperatura cte.								X		
Aprovechamiento del calor debido a la superficie exterior.				X						
Beneficio en lo económico según la relación cantidad de tubos-diámetro de casco.				X						

Tiempo de proceso de fabricación debido a la cantidad de tubos (perforaciones de placa portatubos, soldado de tubos, etc.).			X							
---	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

$$P_{1/2} = \frac{8 + 4 + 4 + 3}{4} = 4,75$$

Para el caso del tubo de 3/4 pulgada, el resultado de la ponderación será:

Tabla 3-16 - Ponderación por criterios para un tubo de 3/4 pulgada

Criterios	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Resultado del coeficiente de laminación "U" a una diferencia de temperatura cte.							X			
Aprovechamiento del calor debido a la superficie exterior.						X				
Beneficio en lo económico según la relación cantidad de tubos-diámetro de casco.						X				
Tiempo de proceso de fabricación debido a la cantidad de tubos (perforaciones de placa portatubos, soldado de tubos, etc.).						X				

$$P_{3/4} = \frac{7 + 6 + 6 + 6}{4} = 6,25$$

Para el caso del tubo de 1 pulgada, el resultado de la ponderación será:

Tabla 3-17 - Ponderación por criterios para un tubo de 1 pulgada.

Criterios	Bajo				Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Resultado del coeficiente de laminación "U" a una diferencia de temperatura cte.					X					
Aprovechamiento del calor debido a la superficie exterior.								X		
Beneficio en lo económico según la relación cantidad de tubos-diámetro de casco.							X			

Tiempo de proceso de fabricación debido a la cantidad de tubos (perforaciones de placa portatubos, soldado de tubos, etc).								X			
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--

$$P_1 = \frac{5 + 8 + 7 + 7}{4} = 6,75$$

Para nuestro caso entonces y dada su prestación, se selecciona un tubo de diámetro exterior 1 pulgada con espesor.

El espesor mínimo según lo que arroja la memoria de cálculo es de 1,4 mm. Como comercialmente el espesor más cercano mayor es de 1,5 mm, se selecciona este último.

El diámetro interno entonces del tubo es de 22,4 mm, o 0,88 pulgadas. Entrando en la siguiente tabla, se obtiene el factor  $F_d$ :

Tabla 3-18 - Factor de corrección del diámetro para el caso 2 (tabla 12 p 109).

Diámetro interno del tubo, en pulgadas	$F_d$	Diámetro interno del tubo, en pulgadas	$F_d$
0,20	1,38	1,20	0,97
0,30	1,27	1,30	0,95
0,40	1,20	1,40	0,94
0,50	1,15	1,50	0,92
0,60	1,11		
0,70	1,08	2,00	0,87
0,80	1,05	2,50	0,83
0,90	1,02	3,00	0,80
1,00	1,00	3,50	0,78
1,10	0,98	4,00	0,76

Interpolando entre ambos valores, para un diámetro interno de 0,92 pulgadas se tiene un  $F_d$  de 1,02.

Con la ecuación 3-2, se calcula el coeficiente laminar para la superficie interna del tubo en  $\text{BTU}/\text{pie}^2\text{hs } ^\circ\text{F}$ :

$$h_1 = h_0 \times F_t \times F_d$$

$$h_1 = 850 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}} \times 0,88 \times 1,02 = 762,96 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}$$

- 2) El agua que procede del condensador pasa por afuera de grupos de tubos, horizontales paralelos a los mismos, por lo que se usará el caso N° 9 para el "h2".

Este caso habla que se puede utilizar otros casos anteriores si se usa un diámetro interno equivalente que ayuda a calcular el factor de corrección del diámetro  $F_d$ . Este diámetro interno equivalente "d<sub>e</sub>" se calcula como:

$$d_e = 4 x \frac{A}{P}$$

Ecuación 3-29 - Diámetro equivalente interno "de" (ecuación 46, p.125)

Donde:

$d_e$ : diámetro interno equivalente en pulgadas.

A: área de la sección transversal del espacio entre los tubos en pulgadas cuadradas.

P: número de tubos por el perímetro de cada tubo, en pulgadas.

O bien, utilizando la siguiente gráfica tipo "ábaco", donde con dos datos podemos obtener el diámetro interior equivalente " $d_e$ ".

Como todavía no tenemos el diámetro del casco, utilizaremos el segundo caso. Para nuestro caso, se tienen tubos de  $\frac{1}{2}$  pulgada de diámetro externo. La separación que se le dará entre centros es de una relación de 1,5 veces el diámetro del tubo. Por lo tanto:

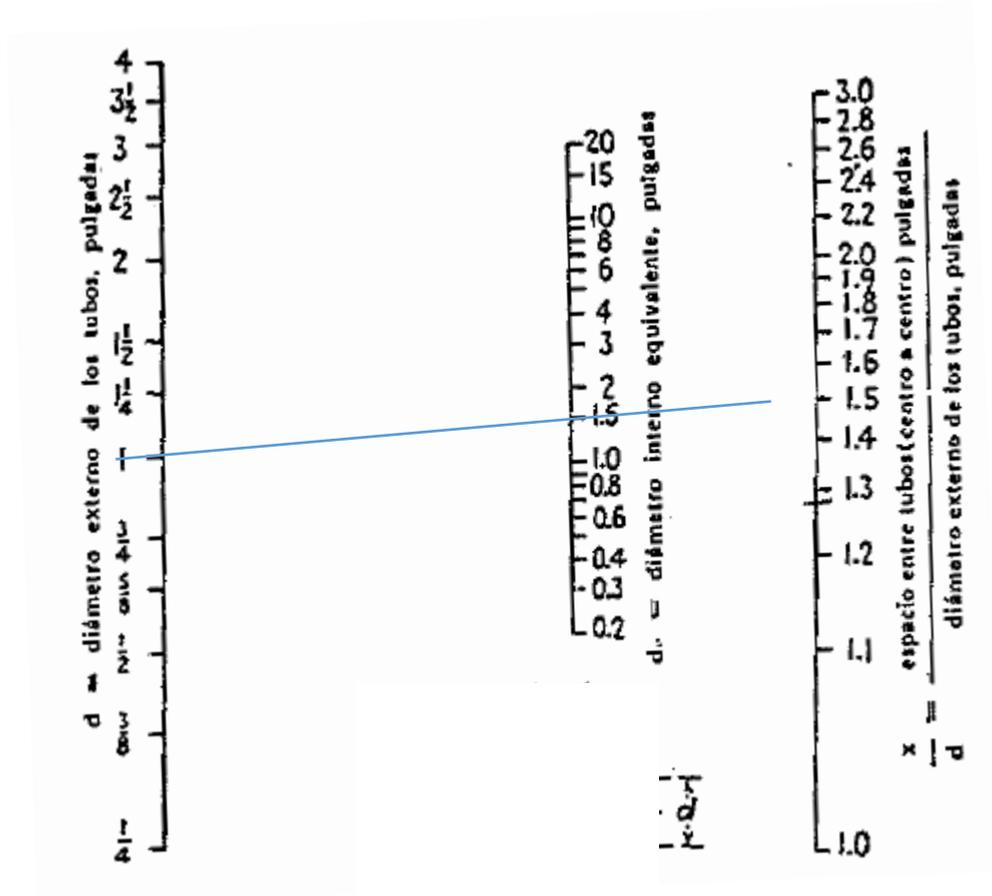


Fig. 3-34 - Diagrama de alineación para determinar el diámetro interno equivalente para el flujo paralelo fuera de grupo de tubos. (fig. 29 Stoever, p. 126).

Se determina entonces por la gráfica que, para nuestro caso, el diámetro interno equivalente " $d_e$ " es de 1,5 pulgadas.

Ahora ya se está en condiciones de elegir algunos de los casos que nos indica el libro. Se tomará el caso N° 1, que habla de líquidos calentados dentro de tubos horizontales, con flujo turbulento. Es de los casos nombrados el que más se asemeja.

El caso N° 1 habla de calcular los coeficientes laminares “h” como la ecuación 3-2:

- Se define que la velocidad del refrigerante será de 0,35 m/s, igual a 1,15 ft/s.
- Como el refrigerante es agua, ingresamos en la curva 2.

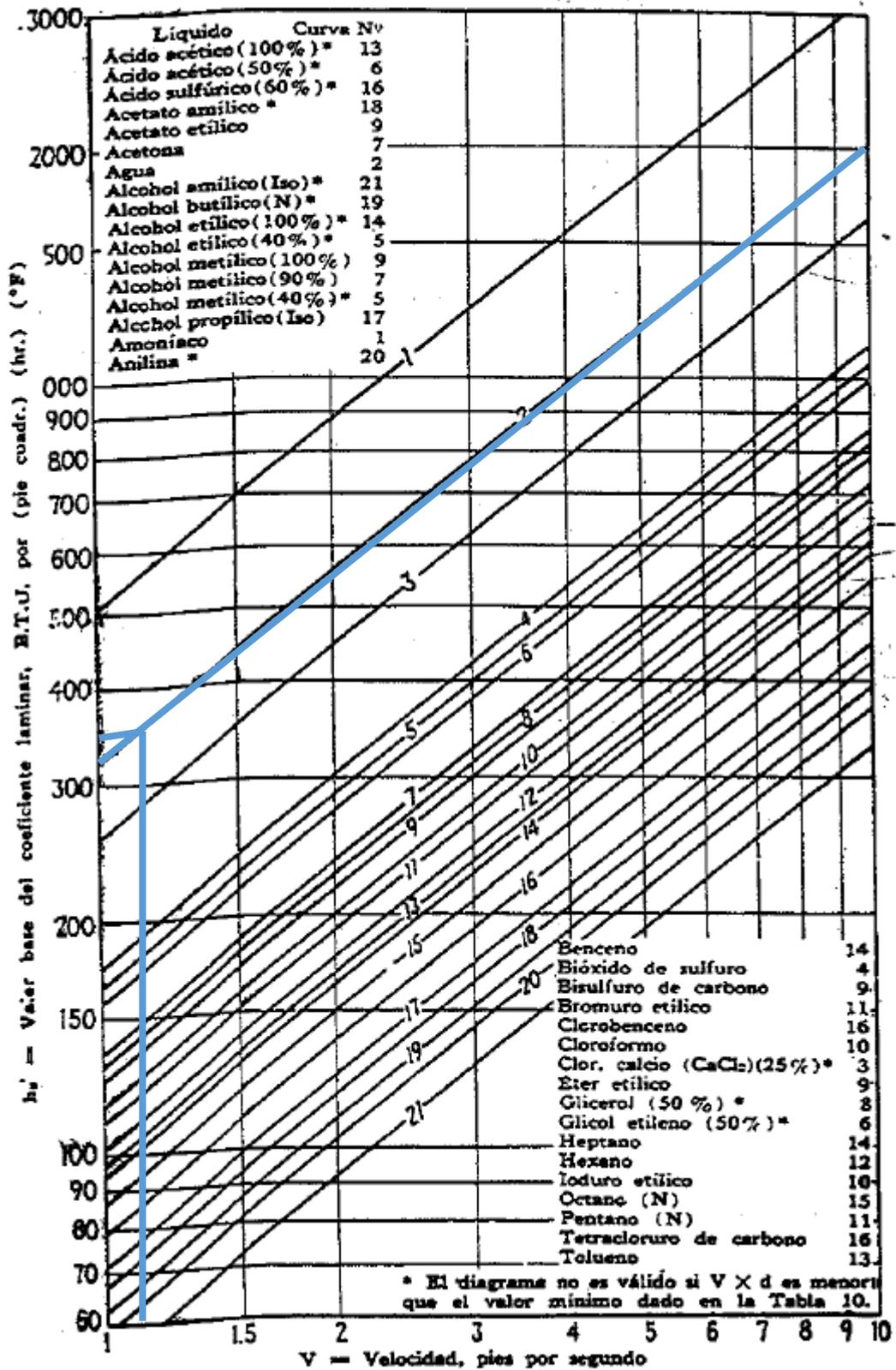


Fig. 3-35 – Diagrama para la obtención del valor base del coeficiente laminar para el caso N°1.

Se obtiene que el “ $h_0$ ” es de 350 BTU/pie<sup>2</sup>hs °F.

El factor de corrección de temperatura  $F_t$  lo obtenemos de la tabla siguiente. Como fuera de los tubos tenemos agua que se calienta con una temperatura media del líquido de 5 °C, equivalente a 41°F.

Tabla 3-19 - Factor de corrección del diámetro para el caso 1 (tabla 10 p 106).

Líquido	Temperatura media del líquido					
	0 °F	50 °F	100 °F	150 °F	200 °F	250 °F
	$F_t^*$					
Ácido acético (100 %)	...	...	1,00	1,04	1,08	1,12
Ácido acético (50 %)	...	0,75	1,00	1,15	1,30	1,46
Ácido sulfúrico (60 %)	...	0,83	1,00	1,19	1,39	1,62
Acetato amílico	0,96	0,98	1,00	1,06	1,16	1,27
Acetato etílico	1,01	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97
Acetona	0,73	0,91	1,00	1,02	1,04	1,06
Agua	...	0,70	1,00	1,22	1,41	1,58
Alcohol amílico (iso)	0,41	0,68	1,00	1,39	1,82	2,25
Alcohol butílico (n)	0,50	0,73	1,00	1,33	1,72	2,13
Alcohol etílico (100 %)	0,63	0,80	1,00	1,21	1,43	1,64
Alcohol etílico (40 %)	0,38	0,54	1,00	1,41	1,80	2,40
Alcohol metílico (100 %)	0,66	0,87	1,00	1,10	1,19	1,29
Alcohol metílico (90 %)	0,63	0,84	1,00	1,13	1,26	1,38
Alcohol metílico (40 %)	0,39	0,67	1,00	1,30	1,61	1,91
Alcohol propílico (iso)	0,36	0,69	1,00	1,32	1,64	1,95
Amoníaco	0,69	0,84	1,00	1,18	1,36	1,56
Anilina	...	0,75	1,00	1,31	1,70	2,10
Benceno	...	0,80	1,00	1,14	1,28	1,48
Dióxido de sulfuro	0,98	0,98	1,00	1,03	1,07	1,11
Bisulfuro de carbono	0,91	0,95	1,00	1,03	1,05	1,06
Bromuro etílico	0,89	0,95	1,00	1,04	1,08	1,11
Clorobenceno	0,82	0,93	1,00	1,02	1,04	1,05
Cloroformo	0,72	0,86	1,00	1,14	1,28	1,42
Cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> ) (25 %)	0,54	0,74	1,00	1,29	1,63	2,01
Éter etílico	0,82	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18
Glicerol (50 %)	0,45	0,69	1,00	1,39	1,85	2,30
Glicol etileno (50 %)	0,45	0,66	1,00	1,40	1,80	2,40
Heptano	0,56	0,92	1,00	1,08	1,18	1,29
Hexano	0,54	0,92	1,00	1,07	1,12	1,15
Ioduro etílico	0,70	0,85	1,00	1,14	1,29	1,44
Octano (n)	0,84	0,92	1,00	1,07	1,13	1,10
Pentano (n)	0,88	0,95	1,00	1,04	1,07	1,10
Tetracloruro de carbono	0,73	0,88	1,00	1,05	1,09	1,12
Tolueno	0,60	0,90	1,00	1,08	1,16	1,23

Tomamos un valor menor al de 50 °F, con entonces un “ $F_t$ ” de 0,65.

Entrando en la siguiente tabla, se obtiene el factor  $F_d$  con el diámetro interno equivalente calculado anteriormente, “ $d_e$ ” de 1,5 pulgadas:

Diámetro interno del tubo, en pulgadas	$F_s$	Diámetro interno del tubo, en pulgadas	$F_s$
0,20	1,38	1,20	0,95
0,30	1,27	1,30	0,95
0,40	1,20	1,40	0,94
0,50	1,15	1,50	0,92
0,60	1,11	2,00	0,87
0,70	1,08	2,50	0,83
0,80	1,05	3,00	0,80
0,90	1,02	3,50	0,78
1,00	1,00	4,00	0,76
1,10	0,98		

Fig. 3-36- Factor de corrección del diámetro para el caso N° 1.

Interpolando entre ambos valores, para un diámetro interno de 1,5 pulgadas se tiene un  $F_d$  de 0,92.

Con la ecuación 3-2, se calcula el coeficiente laminar para la superficie interna del tubo en  $\text{BTU}/\text{pie}^2\text{hs } ^\circ\text{F}$ :

$$h_1 = h_0 \times F_t \times F_d$$

$$h_1 = 350 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}} \times 0,65 \times 0,92 = 209,3 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}$$

Retomando la ecuación 3-1 de U, se tiene que:

$$\frac{1}{U} = \frac{25,4 \text{ mm}}{22,4 \text{ mm} \cdot 762,96 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}} + \frac{1,5 \text{ mm}}{k} + \frac{1}{209,3 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}}$$

El valor de K, que es la conductividad térmica de la pared del tubo, en  $\text{BTU}/\text{pie hs } ^\circ\text{F}$ , es una propiedad física del material. En catálogo de un proveedor se tiene la siguiente tabla:

Tabla 3-20 - Propiedades físicas del acero inoxidable.

PROPIEDADES FÍSICAS	A 20°C presenta una densidad de 8 kg/dm <sup>3</sup> y un calor específico de 500 J/kg·K					
	20°C	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C
Mod.elasticidad(GPa)	200	194	186	179	172	165
Coefficiente medio dilatación térmica entre 20°C ( $10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ )	-	16	16,5	17	17,5	18
Conductividad térmica (W / m K)	15	16	17,5	19	21	22,5
Resistividad eléctrica ( $\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$ )	0,75	0,82	0,95	1,05	1,12	1,19

Si se toma el valor a 20 °C, tenemos una conductividad térmica de 15 W/m K. Su equivalente es de 8.67 BTU/pie<sup>2</sup>hs °F.

$$\frac{1}{U} = \frac{25,4 \text{ mm}}{22,4 \text{ mm} \cdot 762,96 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}} + \frac{0,0492126 \text{ pie}}{8,67 \frac{\text{BTU}}{\text{pie hs } ^\circ\text{F}}} + \frac{1}{209,3 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}}$$

$$\frac{1}{U} = 0,0119 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}^{-1}$$

$$U = 83,75 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}$$

### 3.4.2. Cálculo del U en el generador

Para el generador, se deberá calcular los coeficientes laminares “h1” y “h2”, en dos casos:

- 1) El agua caliente que tenemos producto del intercambiador en la chimenea de la caldera, que está a 99 °C y se enfría hasta los 96 °C, pasando por adentro de los tubos, horizontal en régimen turbulento para favorecer el intercambio, por lo tanto, se aplicará el caso N°2 para el “h1”.

Es el mismo caso aplicado para el cálculo del U en el evaporador para el agua a enfriar adentro de los tubos. Según Stoever, se calcula el coeficiente laminar también mediante la ecuación 3-2.

El valor de base del coeficiente laminar “h<sub>0</sub>” se obtiene en la siguiente gráfica, donde se entra con los siguientes datos:

- Se determina la velocidad deseada del fluido de 1,2 m/2, el equivalente es 4 ft/seg.
- Dado que el líquido es agua, ingresamos por la recta 2.

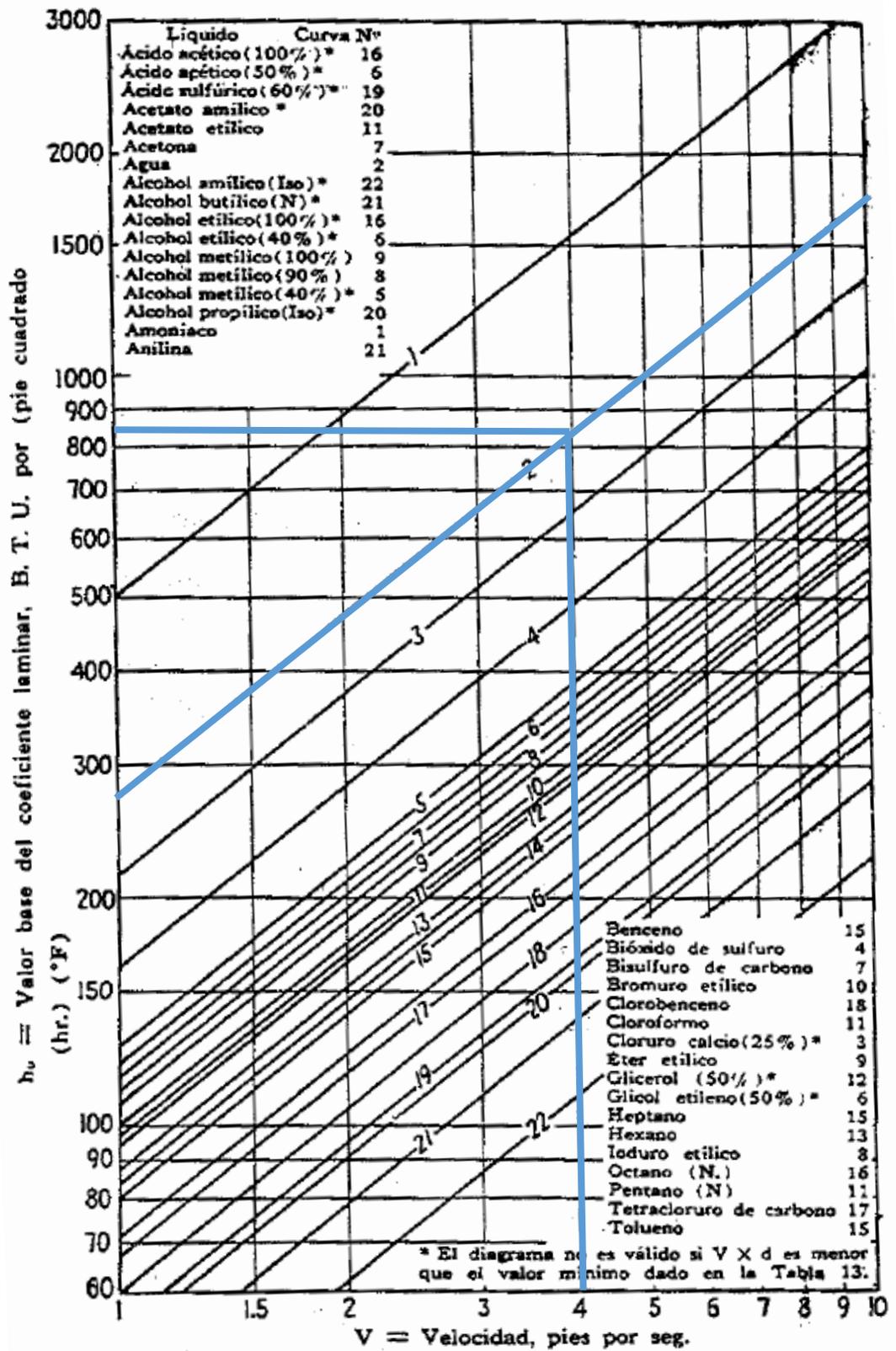


Fig. 3-37 – Diagrama para la obtención del valor base del coeficiente laminar para el caso N° 1.

Se obtiene que el “ $h_0$ ” es de 840 BTU/pie<sup>2</sup>hs °F.

El factor de corrección de temperatura  $F_t$  lo obtenemos de la tabla siguiente. Como dentro de los tubos tenemos agua que se enfría de 99 a 96 °C, se tiene una temperatura media del líquido de 97,5 °C, equivalente a 205 °F.

Tabla 3-21 - Factor de corrección de la temperatura para el caso 2 (tabla 11 p108).

Líquido	Temperatura media del líquido					
	0°F	50°F	100°F	150°F	200°F	250°F
	$F_t$ *					
Ácido acético (100 %)	...	...	1,00	1,04	1,09	1,13
Ácido acético (50 %)	...	0,70	1,00	1,26	1,47	1,65
Ácido sulfúrico (60 %)	...	0,65	1,00	1,23	1,36	1,43
Acetato amílico	0,92	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06
Acetato etílico	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98
Acetona	0,75	0,89	1,00	1,11	1,20	1,27
Agua	...	0,88	1,00	1,11	1,24	1,27
Alcohol amílico (iso)	...	0,63	1,00	1,47	1,27	2,55
Alcohol butílico (n)	0,42	0,69	1,00	1,40	1,86	2,35
Alcohol etílico (100 %)	0,58	0,77	1,00	1,25	1,80	1,80
Alcohol etílico (40 %)	...	0,58	1,00	1,45	1,57	2,35
Alcohol metílico (100 %)	0,62	0,84	1,00	1,12	1,92	1,36
Alcohol metílico (90 %)	0,61	0,82	1,00	1,14	1,35	1,39
Alcohol metílico (40 %)	0,30	0,63	1,00	1,39	1,07	2,30
Alcohol propílico (iso)	...	0,63	1,00	1,39	1,08	2,25
Amoniaco	0,62	0,75	1,00	1,26	1,12	1,85
Anilina	...	0,70	1,00	1,40	1,07	2,43
Bencina	...	0,78	1,00	1,18	1,21	1,52
Bióxido de sulfuro	0,93	0,98	1,00	1,03	1,83	1,10
Bisulfuro de carbono	0,89	0,95	1,00	1,04	1,16	1,10
Bromuro etílico	0,95	0,93	1,00	1,06	1,90	1,16
Clorobenceno	0,90	0,95	1,00	1,03	1,20	1,08
Cloroformo	0,79	0,89	1,00	1,11	1,20	1,32
Cloruro de calcio (25 %)	0,48	0,70	1,00	1,33	2,01	2,35
Éter etílico	0,79	0,91	1,00	1,08	1,86	1,24
Glicerol (50 %)	0,97	0,68	2,00	1,45	1,52	2,35
Glicol etileno (50 %)	0,97	0,80	1,00	1,52	2,18	
Heptano	0,82	0,91	1,00	1,09	1,19	1,28
Hexano	0,81	0,90	1,00	1,09	1,14	1,23
Ioduro etílico	0,69	0,95	1,00	1,15	1,30	1,45
Octano (n)	0,79	0,90	1,00	1,09	1,16	1,24
Pentano (n)	0,86	0,93	1,00	1,05	1,10	1,14
Tetracloruro de carbono	0,60	0,83	1,00	1,07	1,13	1,17
Tolueno	0,78	0,88	1,00	1,11	1,20	1,27

Tomamos un valor menor al de 200 °F, con entonces un " $F_t$ " de 1,24.

Entrando en la siguiente tabla, se obtiene el factor  $F_d$  con el diámetro interno del tubo. Se selecciona para este intercambiador, al igual que en el evaporador, tubos de 1 pulgada de diámetro exterior, con espesor (debido al requerimiento de espesor mínimo) de 1,5 mm; es decir el diámetro interior en pulgadas es de 0,88.

Tabla 3-22 - Factor de corrección del diámetro para el caso 2 (tabla 12 p 109).

Diámetro interno del tubo, en pulgadas	$F_d$	Diámetro interno del tubo, en pulgadas	$F_d$
0,20	1,38	1,20	0,97
0,30	1,27	1,30	0,95
0,40	1,20	1,40	0,94
0,50	1,15	1,50	0,92
0,60	1,11		
0,70	1,08	2,00	0,87
0,80	1,05	2,50	0,83
0,90	1,02	3,00	0,80
1,00	1,00	3,50	0,78
1,10	0,98	4,00	0,76

Se tiene para 0,90 pulgadas de diámetro interior, por tabla un  $F_d$  de 1,02.

Con la ecuación 3-2, se calcula el coeficiente laminar para la superficie interna del tubo en  $\text{BTU}/\text{pie}^2\text{hs } ^\circ\text{F}$ :

$$h_1 = h_0 \times F_t \times F_d$$

$$h_1 = 840 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}} \times 1,24 \times 1,02 = 1062,43 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs } ^\circ\text{F}}$$

- 2) El Bromuro de Litio concentrado que proviene del recuperador de calor de placas post absorbedor, pasa por afuera de grupos de tubos, horizontales paralelos a los mismos, por lo que se usará el caso N° 9 para el “h2”.

También es el mismo caso aplicado para el cálculo del U en el evaporador, esta vez para el agua que se calienta fuera de los tubos.

Recordando que este caso Stoever habla que se puede utilizar otros casos anteriores si se usa un diámetro interno equivalente que ayuda a calcular el factor de corrección del diámetro  $F_d$ . Este diámetro interno equivalente “ $d_e$ ” se puede calcular mediante la ecuación 3-3, o bien mediante el gráfico.

Habiendo seleccionado un tubo de 1 pulgada de diámetro exterior, y determinado una separación que se le dará entre centros es de una relación de 1,5 veces el diámetro del tubo. Por lo tanto:

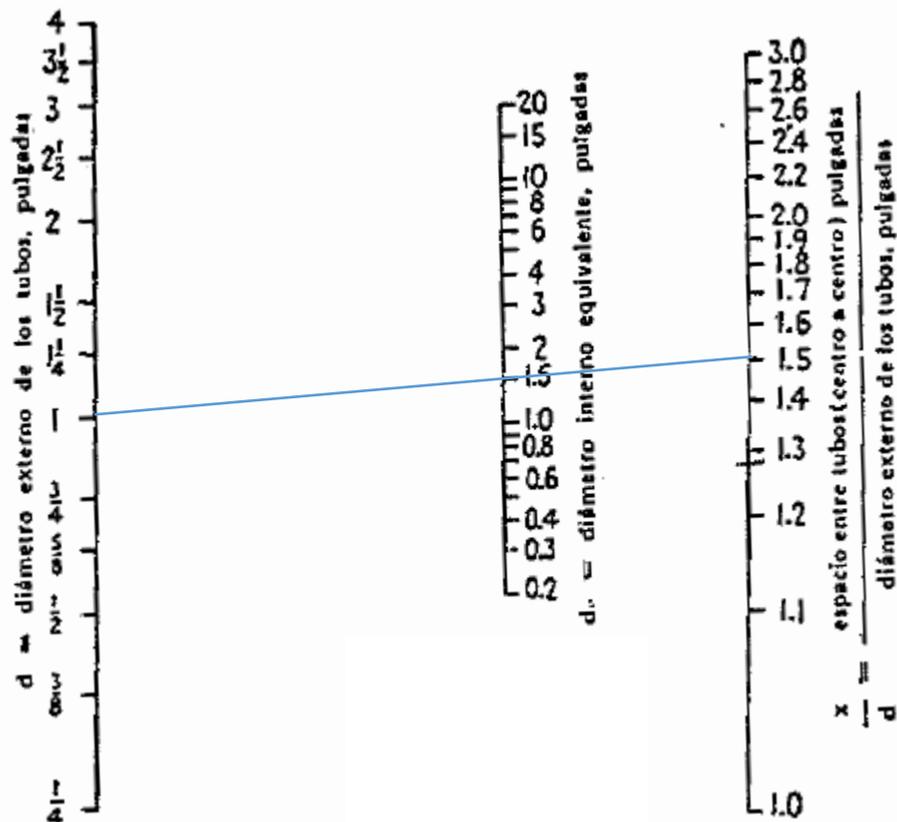


Fig. 3-38 - Diagrama de alineación para determinar el diámetro interno equivalente para el flujo paralelo fuera de grupo de tubos. (fig. 29 Stoeber, p. 126).

Se determina entonces por la gráfica que, para nuestro caso, el diámetro interno equivalente " $d_e$ " es de 1,5 pulgadas.

Ahora se debe elegir algunos de los casos que nos indica el libro. Se tomará el caso N° 1, que habla de líquidos calentados dentro de tubos horizontales, con flujo turbulento. Es de los casos nombrados el que más se asemeja, y habla de calcular los coeficientes laminares " $h$ " como la ecuación 3-2.

- Se define que la velocidad del refrigerante será de 0,35 m/s, igual a 1,15 ft/s.
- Como el líquido que se calienta es Bromuro de Litio y no está tabulada, se tomará una sal de similares características. En este caso, se toma el cloruro de calcio, ingresamos en la curva 3.

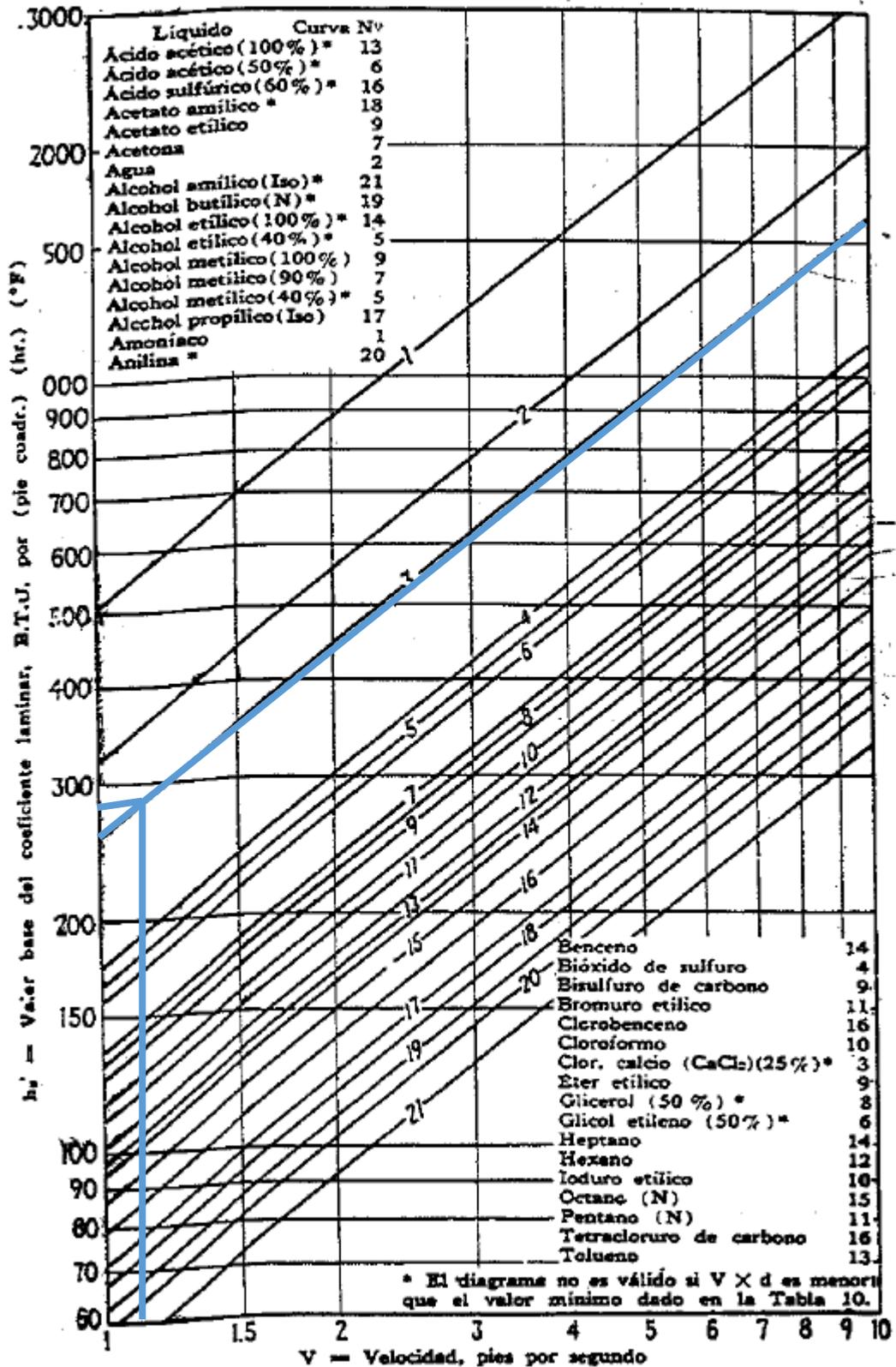


Fig. 3-39 – Diagrama para la obtención del valor base del coeficiente laminar para el caso N°1.

Se obtiene que el “ $h_0$ ” es de 290 BTU/pie<sup>2</sup>hs °F.

El factor de corrección de temperatura  $F_t$  lo obtenemos de la tabla siguiente. Como fuera de los tubos tenemos la sal diluida que se calienta de 82 a 95 °C, con una temperatura media del líquido de 88,55 °C, equivalente a 191,4 °F.

Tabla 3-23 - Factor de corrección del diámetro para el caso 1 (tabla 10 p 106).

Líquido	Temperatura media del líquido					
	0 °F	50 °F	100 °F	150 °F	200 °F	250 °F
	$F_t^*$					
Ácido acético (100 %)	...	...	1,00	1,04	1,08	1,12
Ácido acético (50 %)	...	0,75	1,00	1,15	1,30	1,46
Ácido sulfúrico (60 %)	...	0,83	1,00	1,19	1,39	1,62
Acetato amílico	0,96	0,98	1,00	1,06	1,16	1,27
Acetato etílico	1,01	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97
Acetona	0,73	0,91	1,00	1,02	1,04	1,06
Agua	...	0,70	1,00	1,22	1,41	1,58
Alcohol amílico (iso)	0,41	0,58	1,00	1,39	1,82	2,25
Alcohol butílico (n)	0,50	0,73	1,00	1,33	1,72	2,13
Alcohol etílico (100 %)	0,63	0,80	1,00	1,21	1,43	1,64
Alcohol etílico (40 %)	0,33	0,54	1,00	1,41	1,80	2,40
Alcohol metílico (100 %)	0,66	0,87	1,00	1,19	1,19	1,29
Alcohol metílico (90 %)	0,63	0,84	1,00	1,13	1,26	1,38
Alcohol metílico (40 %)	0,39	0,67	1,00	1,30	1,61	1,91
Alcohol propílico (iso)	0,36	0,69	1,00	1,32	1,64	1,95
Amoniaco	0,69	0,84	1,00	1,18	1,36	1,56
Anilina	...	0,75	1,00	1,31	1,70	2,10
Benceno	...	0,80	1,00	1,14	1,28	1,48
Dióxido de sulfuro	0,98	0,98	1,00	1,03	1,07	1,11
Bisulfuro de carbono	0,91	0,95	1,00	1,03	1,05	1,06
Bromuro etílico	0,89	0,95	1,00	1,04	1,08	1,11
Clorobenceno	0,82	0,93	1,00	1,02	1,04	1,05
Cloroformo	0,72	0,86	1,00	1,14	1,28	1,42
Cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> ) (25 %)	0,54	0,74	1,00	1,29	1,63	2,01
Etanol etílico	0,32	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18
Glicerol (50 %)	0,45	0,69	1,00	1,39	1,85	2,30
Glicol etileno (50 %)	0,45	0,66	1,00	1,40	1,80	2,40
Heptano	0,66	0,92	1,00	1,08	1,18	1,29
Hexano	0,54	0,92	1,00	1,07	1,12	1,15
Ioduro etílico	0,70	0,85	1,00	1,14	1,29	1,44
Octano (n)	0,84	0,92	1,00	1,07	1,13	1,19
Pentano (n)	0,88	0,95	1,00	1,04	1,07	1,10
Tetracloruro de carbono	0,73	0,88	1,00	1,05	1,09	1,12
Tolueno	0,60	0,90	1,00	1,08	1,16	1,23

Interpolando entre los valores a 150 y 200 °F, entonces se tener un “ $F_t$ ” aproximado de 1,91.

Entrando en la siguiente tabla, se obtiene el factor  $F_d$  con el diámetro interno equivalente calculado anteriormente, “ $d_e$ ” de 2,75 pulgadas:

Tabla 3-24 - Factor de corrección del diámetro para el caso N° 1.

Diámetro interno del tubo, en pulgadas	$F_d$	Diámetro interno del tubo, en pulgadas	$F_d$
0,20	1,38	1,20	0,95
0,30	1,27	1,30	0,95
0,40	1,20	1,40	0,94
0,50	1,15	1,50	0,92
0,60	1,11	2,00	0,87
0,70	1,08	2,50	0,83
0,80	1,05	3,00	0,80
0,90	1,02	3,50	0,78
1,00	1,00	4,00	0,76
1,10	0,98		

Interpolando entre ambos valores, para un diámetro interno de 1,5 pulgadas se tiene un  $F_d$  de 0,92.

Con la ecuación 3-2, se calcula el coeficiente laminar para la superficie interna del tubo en  $\text{BTU}/\text{pie}^2\text{hs}^\circ\text{F}$ :

$$h_1 = 290 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs}^\circ\text{F}} \times 1,91 \times 0,92 = 509,6 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs}^\circ\text{F}}$$

Retomando la ecuación 3-1 de U, se tiene que:

$$\frac{1}{U} = \frac{25,4 \text{ mm}}{22,4 \text{ mm} \cdot 1062,43 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs}^\circ\text{F}}} + \frac{1,5 \text{ mm}}{k} + \frac{1}{509,6 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs}^\circ\text{F}}}$$

El valor de K, si se toma el valor a  $100^\circ\text{C}$ , tenemos una conductividad térmica de  $16 \text{ W/m K}$ . Su equivalente es de  $9,25 \text{ BTU}/\text{pie}^2\text{hs}^\circ\text{F}$ .

Entonces:

$$\frac{1}{U} = \frac{25,4 \text{ mm}}{22,4 \text{ mm} \cdot 1062,43 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs}^\circ\text{F}}} + \frac{0,0492126 \text{ pie}}{9,25 \frac{\text{BTU}}{\text{pie} \text{hs}^\circ\text{F}}} + \frac{1}{509,6 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs}^\circ\text{F}}}$$

$$\frac{1}{U} = 0,00836 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs}^\circ\text{F}}^{-1}$$

$$U = 119,6 \frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \text{hs}^\circ\text{F}}$$

### 3.4.3. Cálculo del U en el condensador

Teniendo en cuenta los tipos de estados y fluidos practicantes en este tipo de intercambiador se determinó que los caso 9 y 22 serán los de tener en cuenta para la determinación del coeficiente de transferencia global.

Recordando que el coeficiente de transferencia global se expresa:

$$\frac{1}{U} = \frac{D2}{h1 D1} + \frac{L}{K} + \frac{1}{h2}$$

Remplazando:

$$\frac{1}{U} = \frac{0.0574147 \text{ pies}}{h1 \cdot 0.0524934 \text{ pies}} + \frac{0.00492126 \text{ pies}}{8.68 \frac{\text{Btu}}{\text{h f pies}}} + \frac{1}{h2}$$

Para H1 tomaremos el caso que implícita la condensación de los vapores saturados dentro de tubos, dando como resultado el caso N°22:

Tabla 3-25 - Casos de condensación de vapores saturados CASO22 (Tabla 7, Stoever, p. 84).

Clase de superficie	Posición de la superficie horizontal o vertical	Caso N°
Dentro de tubos .....	Vertical	22
Fuera de tubos .....	Horizontal	21
	Vertical	22
Placas planas .....	Vertical	22

El caso 22 nos solicita el cálculo del Régimen de condensación (W x N) necesario para compararlo con la tabla 3-32 respectiva y evaluar entre dos alternativas dependiendo de las resultas.

Por ello es necesario sacar el valor crítico del producto de W y N donde

$$W = \text{Regimen de condensacion} = \frac{\text{lbs}}{\text{ft}^2 \text{ Hs}}$$

$$W = \text{Regimen de condensacion} = \frac{\text{Masa circulante}}{\text{superficie condensador}}$$

$$W = \frac{43 \text{ kg/h}}{50,73 \text{ m}^2} = \frac{0,86 \text{ kg/h}}{\text{m}^2} = 0,17 \frac{\text{lbs}}{\text{ft}^2 \text{ Hs}}$$

$$N = \text{Altura de la superficie} = 22,5 \text{ m} = 72,17 \text{ ft}$$

Tabla 40. - Valor crítico del producto  $W \times N$  para el Caso 22.

$W$  = régimen de condensación por pie cuadrado de la superficie de transmisión del calor, en libras/(pie cuadrado) (hr.).  $N$  = altura de la superficie, en pies.

Vapor	Temperatura de la película condensada <sup>1</sup>					
	50°F	100°F	150°F	200°F	250°F	300°F
	( $W \times N$ ) crítico					
Acetato de etilo .....	420	300	220	170	140	110
Acetona .....	290	220	170	140	110	90
Acido acético .....	1150	770	550	390	270	200
Alcohol etílico .....	1080	690	430	280	190	130
Alcohol metílico .....	540	360	260	190	140	110
Alcohol propílico (iso) .....	...	1080	550	340	230	170
Amoníaco .....	80	50	30	20	10	10
Anilina .....	...	2300	1100	620	370	220
Benceno .....	580	410	290	210	160	120
Bióxido de sulfuro .....	280	230	190	150	120	100
Bisulfuro de carbono .....	310	260	220	190	170	140
Cloroformo .....	500	380	290	230	190	160
Eter etílico .....	200	160	120	100	80	70
Heptano .....	360	270	200	160	130	110
Hexano .....	270	210	170	130	110	90
Octano .....	500	360	270	210	160	130
Tetracloruro de carbono .....	900	630	450	310	220	170
Vapor .....	1030	540	340	230	180	150

<sup>1</sup> Puede suponerse igual a la temperatura de la pared del tubo.

$$W \times N = 0,17 \frac{lbs}{ft^2 Hs} \times 72,17 ft = 12,76 < 540 \text{ (valor de grafica a } 100^\circ F)$$

El régimen de condensación calculado es menor al expuesto en la tabla 3-37 por lo que se procede por la alternativa b) según la bibliografía.

Esta alternativa b) expone que el cálculo de  $H_1$  se determinara de la siguiente forma

$$\text{Donde } h_1 = 0,29 \times h_0 \times Ft \times Fn''$$

Siendo:

- $H_0$  = El valor del coeficiente laminar según la figura 36 del libro Stoever

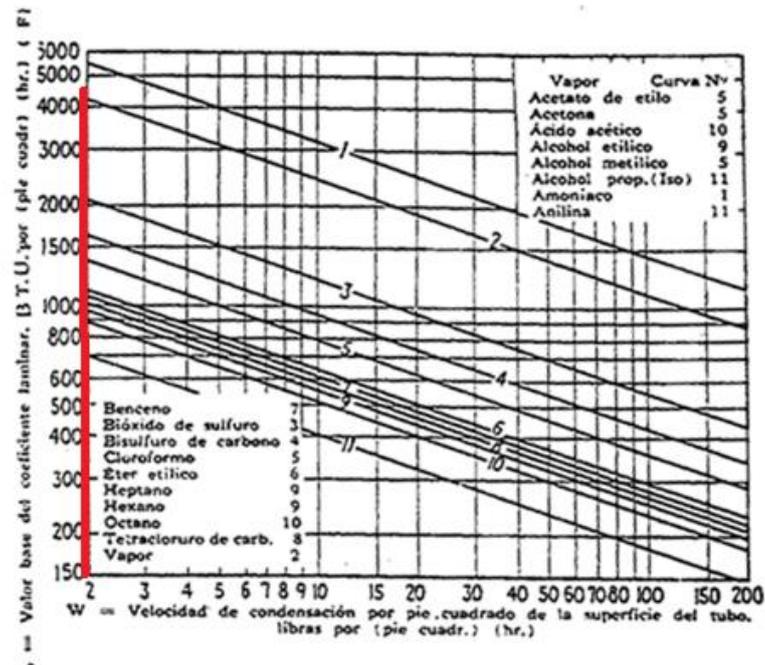


Fig. 38. — Valor base del coeficiente laminar para los Casos 21 y 22b.

Fig. 3-40 - Coeficiente Laminar para el caso 22b – Pag 142 - Stoever

- Siendo  $F_t$  el factor de corrección de la temperatura para el caso 22b

Tabla 3-27 - Factor de corrección de la temperatura para el Caso 22b – Pág. 141 Stoever

TABLA 37. — Factor de corrección de la temperatura para los Casos 21 y 22b.

Vapor	Temperatura de la película condensada <sup>1</sup>					
	50°F	100°F	150°F	200°F	250°F	300°F
$F_t$ *						
Acetato de etilo	0,91	1,00	1,08	1,15	1,21	1,28
Acetona	0,98	1,00	1,02	1,02	1,01	0,99
Ácido acético	...	1,00	0,97	0,92	0,83	0,73
Alcohol etílico	0,89	1,00	1,11	1,22	1,34	1,45
Alcohol metílico	0,90	1,00	1,10	1,19	1,26	1,33
Alcohol propílico (iso)	0,71	1,00	1,22	1,37	1,49	1,58
Amoníaco	0,88	1,00	1,10	1,18	1,23	1,26
Anilina	0,68	1,00	1,34	1,69	2,05	2,41
Benceno	0,91	1,00	1,08	1,16	1,24	1,31
Bióxido de sulfuro	1,05	1,00	0,93	0,84	0,75	0,65
Bisulfuro de carbono	0,99	1,00	1,00	0,99	0,97	0,93
Cloroformo	0,93	1,00	1,07	1,13	1,20	1,26
Éter etílico	0,96	1,00	1,03	1,05	1,07	1,09
Heptano	0,91	1,00	1,08	1,13	1,17	1,20
Hexano	0,95	1,00	1,04	1,07	1,10	1,11
Octano	0,94	1,00	1,05	1,08	1,12	1,14
Tetracloruro de carbono	0,95	1,00	0,98	0,82		
Vapor	0,75	1,00	1,24	1,47	1,69	1,91

- Siendo  $F_n$  el factor de la corrección de la altura de la superficie de la tabla 43 de Stoever:

Tabla 3-28 - Factor de la corrección de la altura de la superficie – Pág. 146 Stoever

$F_n''$  = el factor de corrección para la altura de la superficie de la Tabla 43.

TABLA 43. – Factor de corrección para la altura de la superficie Caso 22b.

Altura de la superficie en pies	$F_n''$	Altura de la superficie en pies	$F_n''$
12	0,94	2	1,71
14	0,89	4	1,36
16	0,85	6	1,19
18	0,82	8	1,08
20	0,79	10	1,00



Teniendo estos valores se puede deducir que:

$$\text{Donde } h_1 = 0,29 \times h_0 \times F_t \times F_n''$$

$$H_1 = 0,29 \times 4500 \times 1 \times 0,5$$

$$\text{Donde } h_1 = 652 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \text{Hs } F}$$

Obtenidos el valor de  $h_1$  procedemos a seguir con el valor de  $h_2$  por ello recurrimos al caso número 8 el cual tenemos al fluido del aire el cual ira absorbiendo calor: Recordando:

Tabla 3-29 - Casos de convención que no existe cambio de fase en gases (Tabla 7, Stoever, p. 85).

Clase de fluido	Clase de superficie	Posición de la sup. horizontal o vertical	Clase de mov. del fluido	Fluido calentado o enfriado	Caso N°
Gases	Fuera de grupos de tubos	Vertical	Normal a los tub.	Una u otra	8
			Par. a los tub. Conv. natural	Una u otra Calentado	9 14
	Espacios angulares	Una u otra	Turbulento	Una u otra	10
	Dentro de serpentines	Una u otra	Turbulento	Una u otra	16
	Fuera de serpentines	Una u otra	Conv. forzada	Una u otra	17
			Conv. natural	Calentado	17
	Placas planas	Horizontal (aire solo)	Conv. natural	Calentado	18
		Vertical	Conv. natural	Calentado	14

Al recurrir al caso número 8 de la página 125 – Stoever el mismo nos dice que habrá una cierta proporcionalidad con respecto a los casos 5,6,7, con lo que podemos concluir que:

$$H_2 = 1,3 \times h_0 \text{ (caso 5,6,7)}$$

Por ello nos redirigimos al caso 6 de la página 119 del libro:

El cual nos dice que  $H_2$ :

$$h_2 = 1,3 \times h_0 \times F_t \times F_d$$

- Siendo  $h_0$  el valor del coeficiente laminar para el caso 6:

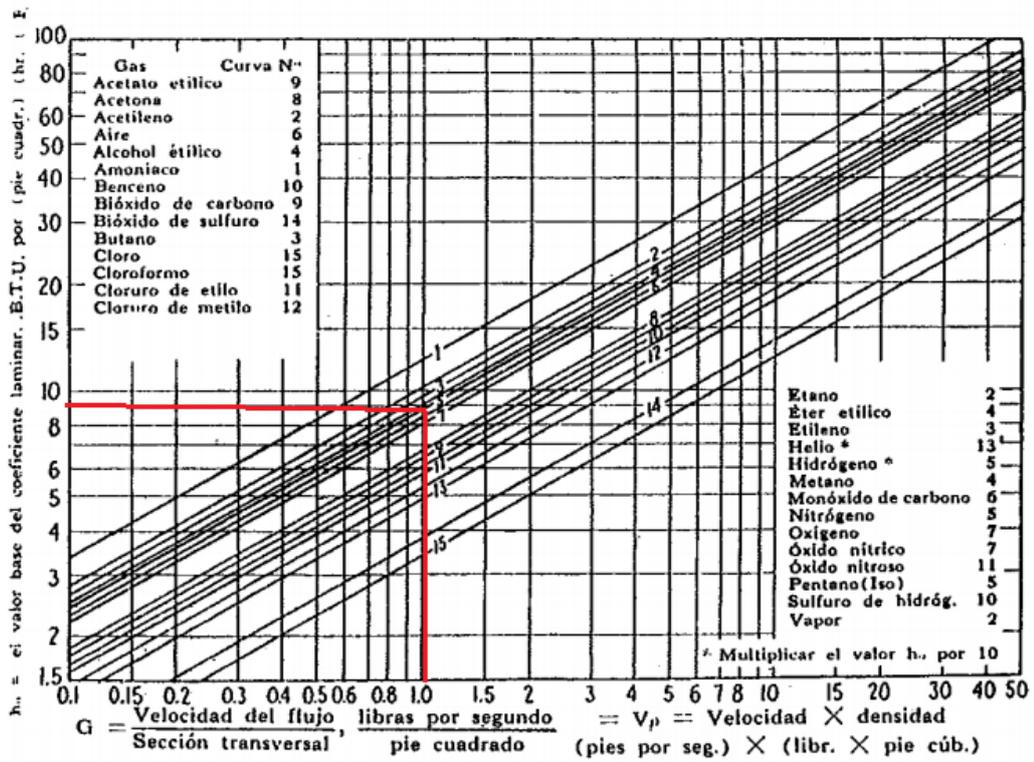


FIG. 27. — Valor base del coeficiente laminar para el Caso 6.

Fig. 3-41 – Diagrama para la obtención del valor base del coeficiente laminar a par el Caso 6 – Pag 121 - Stoever

- Siendo  $F_d$  el factor de corrección del diámetro para el caso 6

TABLA 23. — Factor de corrección del diámetro para el Caso 6.

Diámetro externo del tubo en pulgadas	$F_d$	Diámetro externo del tubo en pulgadas	$F_d$
0,250	1,84	1,50	0,84
0,375	1,54	2,00	0,74
0,500	1,36	2,50	0,67
0,750	1,23	3,00	0,62
1,00	1,00	3,50	0,58
1,25	0,91	4,00	0,54

Tabla 3-30 - Factor de corrección de diámetro para el Caso 6 – Tabla 23 Pág. 120 - Stoever

- Siendo Ft

TABLA 22. — Factor de corrección de la temperatura para el Caso 6.

Gas	Temperatura media de la película <sup>1</sup>						
	-100°F	0°F	100°F	200°F	300°F	400°F	500°F
	F <sub>t</sub> *						
Acetato etílico .....	...	...	1.00	1.22	1.46	1.71	1.98
Acetona .....	...	...	1.00	1.21	1.44	1.70	1.98
Acetileno .....	0.72	0.86	1.00	1.13	1.23	1.37	
Aire .....	0.63	0.92	1.00	1.04	1.17	1.18	1.21
Alcohol etílico .....	...	...	1.00	1.07	1.23	1.32	1.39
Amoniaco .....	0.69	0.86	1.00	1.11	1.21	1.30	1.39
Benceno .....	...	...	1.00	1.25	1.55	1.84	
Bióxido de carbono .....	0.73	0.88	1.00	1.10	1.20	1.29	1.38
Bióxido de sulfuro .....	...	0.89	1.00	1.10	1.16	1.25	1.32
Butano .....	...	0.85	1.00	1.16	1.21	1.27	1.63
Cloro .....	0.84	0.92	1.00	1.07	1.14	1.20	1.26
Cloroformo .....	...	...	1.00	1.14	1.29	1.45	1.60
Cloruro de etilo .....	...	0.86	1.00	1.13	1.25	1.37	1.50
Cloruro de metilo .....	0.57	0.78	1.00	1.20	1.41	1.60	
Etano .....	0.67	0.83	1.00	1.18	1.22		
Eter etílico .....	...	0.87	1.00	1.15	1.24	1.37	1.50
Etileno .....	0.67	0.84	1.00	1.15	1.23	1.46	1.61
Helio .....	0.87	0.94	1.00	1.06	1.11	1.17	1.22
Hidrógeno .....	0.85	0.93	1.00	1.06	1.10	1.14	1.18
Metano .....	0.85	0.93	1.00	1.07	1.13	1.20	1.26
Monóxido de carbono .....	0.82	0.91	1.00	1.06	1.14	1.23	1.30
Nitrógeno .....	0.85	0.93	1.00	1.06	1.10	1.14	1.18
Oxígeno .....	0.84	0.93	1.00	1.06	1.15	1.17	1.22
Óxido nítrico .....	0.83	0.92	1.00	1.07	1.13	1.18	1.23
Óxido nítrico .....	0.93	0.97	1.00	1.03	1.07	1.10	1.13
Pentano (iso) .....	...	0.83	1.00	1.19	1.40	1.61	
Sulfuro de hidrógeno .....	0.81	0.91	1.00	1.08	1.15	1.21	1.27
Vapor .....	...	...	1.00	1.11	1.21	1.31	1.40

<sup>1</sup> Temperatura media de la película = (temperatura de la pared del tubo + temperatura del cuerpo principal del líquido) ÷ 2.

\* Los valores en bastardilla están basados en valores extrapolados de las propiedades físicas de los fluidos.

Tabla 3-31 - Factor de corrección de la temperatura para Caso 6 – Pág. 119 – Tabla 22 -Stoever

Teniendo estos valores se puede deducir que:

$$\text{Donde } h_2 = 1,3 \times h_0 \times Ft \times Fd$$

$$H_2 = 1,3 \times 9 \times 1 \times 1,23$$

$$H_2 = 14,39$$

Dando como resultado el coeficiente global para el condensador:

$$\frac{1}{U} = \frac{0.0574147 \text{ pies}}{652 \frac{\text{Btu}}{h F \text{ pies}} \times 0.052424 \text{ pies}} + \frac{0.00492126 \text{ pies}}{8.68 \frac{\text{Btu}}{h f \text{ pies}}} + \frac{1 \text{ pies}}{14,39 \frac{\text{Btu}}{h f \text{ pies}}}$$

$$U_{\text{condensador calculo}} = 13.99 \frac{\text{Btu}}{h \text{ ft}^2 F} = 63.47 \frac{\text{Kcal}}{H^\circ C m^2}$$

Dado que el sistema de refrigeración presenta variaciones por condiciones climáticas externas se tomará un margen de seguridad el cual se reflejará en un U menor al calculado previamente. Por ello para el equipo a proyectar se tomará lo siguiente

$$U_{\text{condensador estimado}} < U_{\text{condensador STOEVEER}}$$

$$3,8 \frac{BTU}{h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F} = 18,5 \frac{Kcal}{H^\circ C m^2} < 13,99 \frac{Btu}{h ft^2 F} = 68,3 \frac{Kcal}{H^\circ C m^2}$$

#### 3.4.4. Cálculo del U en el absorbedor

En el caso del absorbedor, como bien se dijo anteriormente, presentamos un caso particular en el cual la transmisión de calor se produce entre el refrigerante evaporándose, la película descendente y la refrigeración exterior necesaria ante la reacción exotérmica en la reacción. Por ello ante esta sucesión de estados, gaseoso exterior, líquido interior en las paredes y gaseoso en el interior de los tubos se tomó como parámetro los casos 22 y 6 como en el caso del condensador

Por ello retomamos los cálculos anteriores de la pág. 143 de Stoever donde:

$$W = \text{Regimen de condensacion} = \frac{lbs}{ft^2 Hs}$$

$$W = \text{Regimen de condensacion} = \frac{\text{Masa circulante}}{\text{superficie condensador}}$$

$$W = \frac{900 \text{ kg/h}}{120 \text{ m}^2} = \frac{7,5 \text{ kg/h}}{\text{m}^2} = 1,46 \frac{lbs}{ft^2 Hs}$$

$$N = \text{Altura de la superficie} = 81,32 \text{ m} = 266,79 \text{ ft}$$

$$W \times N = 1,46 \frac{lbs}{ft^2 Hs} \times 266,79 \text{ ft} = 391,50 < 1050 \text{ (valor de grafica a } 50^\circ F)$$

Por ende, al ser menor se tomará el caso b de la pág. 145 de Stoever:

$$\text{Donde } h_1 = 0,29 \times h_0 \times Ft \times Fn''$$

$$H_1 = 0,29 \times 4500 \times 0,75 \times 0,5$$

$$\text{Donde } h_1 = 489,37 \frac{Btu}{ft^2 Hs F}$$

En el caso del aire que eleva su temperatura a causa de refrigerar la reacción exotérmica de la absorción y recordando los casos 8 y 6, de las pág. 119,120,121 y 125 del Stoever.

$$\text{Donde } h_2 = 1,3 \times h_0 \times Ft \times Fd$$

$$H_2 = 1,3 \times 9 \times 1 \times 1,23$$

$$H_2 = 14,39$$

$$\frac{1}{U} = \frac{0.0574147 \text{ pies}}{489,37 \frac{\text{Btu}}{h F \text{ pies}} \times 0.052424 \text{ pies}} + \frac{0.00492126 \text{ pies}}{8.68 \frac{\text{Btu}}{h f \text{ pies}}} + \frac{1 \text{ pies}}{14,39 \frac{\text{Btu}}{h f \text{ pies}}}$$

$$U_{\text{condensador calculo}} = 13,83 \frac{\text{Btu}}{h \text{ ft}^2 F} = 67.523974 \frac{\text{Kcal}}{H^{\circ}C \text{ m}^2}$$

Observando dicho resultado vemos que el valor obtenido de coeficiente global tomado puede estar sujeto a variables externas, por lo que estableceremos un valor menor para el diseño constructivo de este intercambiador

$$U_{\text{condensador estimado}} < U_{\text{condensador Stoever}}$$

$$3,8 \frac{\text{BTU}}{h \cdot \text{ft}^2 \cdot ^{\circ}F} = 18,5, \frac{\text{Kcal}}{H^{\circ}C \text{ m}^2} < 13,83 \frac{\text{Btu}}{h \text{ ft}^2 F} = 67.52 \frac{\text{Kcal}}{H^{\circ}C \text{ m}^2}$$

### **3.5. Diseño constructivo**

Como bien fue aclarado en el capítulo anterior, de las potencias de los elementos del sistema se podrá determinar la magnitud en las superficies de intercambio. Otro de los puntos que deberán ser considerados son los tipos de materiales que podrán cumplir los requisitos constructivos sin faltar a la disponibilidad en los proveedores cercanos.

Obtenidos estas dimensiones se realizarán distintos tipos de cálculos térmicos, mecánicos que respaldarán y darán argumentos al equipo

Como complemento al conjunto final, numerosos elementos serán seleccionados comercialmente para dar el funcionamiento del equipo.

Una vez definido el diseño constructivo se plasmarán en diversos planos, de los cuales se podrán observar en el siguiente capítulo.

#### **3.5.0. Calidades, espesores y disponibilidad**

Es razonable determinar los espesores, calidades y dimensiones de los diferentes componentes de los intercambiadores sin faltar a los distintos factores técnicos/comerciales.

La solución de bromuro de litio, al ser un elemento corrosivo definirá que las superficies en contacto deberán ser de acero inoxidable. Esta calidad de material evitara este fenómeno agresivo. Por lo tanto, chapas, tubos, casquetes que estén en contacto resultaran de Acero AISI 304 / SA 230 304.

Cabe destacar, que de igual manera la solución de bromuro de litio contendrá agentes inhibidores que retardaran esta corrosión. Los mismos serán:

Tipo A: Adición de  $\text{LiNO}_3$  como tratamiento antióxido.

Tipo B: Adición de  $\text{Li}_2\text{MoO}_4$  como tratamiento antióxido.

Tipo C: Adición de  $\text{Li}_2\text{CrO}_4$  como tratamiento antióxido.

Para los elementos en los cuales no presentarán contacto con este agente corrosivo se dispondrán de calidades comerciales como F24, entre otras.

En lo que refiere a la determinación de los espesores, cabe recordar que la mayoría de estos intercambiadores que conforman este sistema, deberán estar sometidos a presiones inferiores a las atmosféricas, cercanas al vacío absoluto. Esta variable estará ligada directamente al espesor de los componentes.

#### **3.5.0.1 Norma orientativa de Elaboración – ASME VIII DIV I**

Para poder establecer las condiciones de diseño de nuestros intercambiadores, se consultó a la Norma que validan ciertos recipientes a presión. Esta norma, ASME VIII DIV 1, es orientativa, por lo cual establece las normas en los equipos en su diseño.

El Código ASME Sección VIII Div. 1, define como Recipiente a Presión, cualquier contenedor cerrado capaz de almacenar un fluido a Presión Manométrica, sea esta interna o externa. Esta Presión puede ser obtenida desde una fuente interna o externa, o por la aplicación de calor desde una fuente directa o indirecta, o cualquier combinación de ellas.

- 1.- Recipientes que contengan agua bajo presión incluyendo aquellos que contengan aire la compresión de los cuales sirva únicamente como amortiguador que excedan: - Una Presión de Diseño mayor a 300 PSI. - Una temperatura de Diseño mayor a 210 ° F.
- 2.- Tanques de agua caliente calentados por vapor u otros medios indirectos que excedan: - Una entrada de calor de 200,000 BTU's/hr. - Una temperatura del agua de 210° F. - Una capacidad nominal de 120 Galones.
- 3.- Recipientes que tengan un Diámetro Interior, Ancho, Altura o Sección Transversal mayor a 6" sin limitación en longitud o Presión.
- 4.- Recipientes que tengan una Presión de Operación interna o externa mayor a 15 PSI. sin limitación en medidas.
- 5.- Recipientes que tengan una Presión de Diseño que no exceda los 3,000

Al ser una norma de consulta y presentar diferentes condicionantes en el diseño de los recipientes a presión se tuvieron en cuenta los siguientes apartados en la norma:

- Requisitos generales para el material
- Alcance de los términos principales empleados
- Material de retención de presión
- Certificación de material
- Material de soldadura
- Requerimientos generales

Entre las condiciones de Diseño

- Criterios de carga
- Esfuerzos sometidos
- Presiones Internas
- Presiones externas
- Grupos de materiales.
- Temperaturas de diseño
- Tipos de Juntas.
- Radiografiados.
- MDMT (Minimal Design Metal Temperature)
- MAWP (Maximum allowable operating pressure)
- Clasificaciones de materiales
- PWHT
- Pruebas Hidráulicas, neumáticas.

Ante esta situación y bajo normas ASME VIII DIV 1 se verifican a través de memorias de cálculo los mínimos espesores mecánicos requeridos, junto con todas las variables previamente nombradas. En este tipo de análisis se utilizó el programa PV ELITE 2019 para obtener dicha memoria de cálculo.

En el mismo se emularon los elementos más críticos; como ser el casco del intercambiador de mayor diámetro, tubos, casquetes y más.

Entre los componentes que se verificaron, fueron:

- Casquete: Ø550mm
- Tubos: Diámetros exteriores Ø4” y 16mm
- Cuerpo: 20” – (Tapa soldada o Casquete)

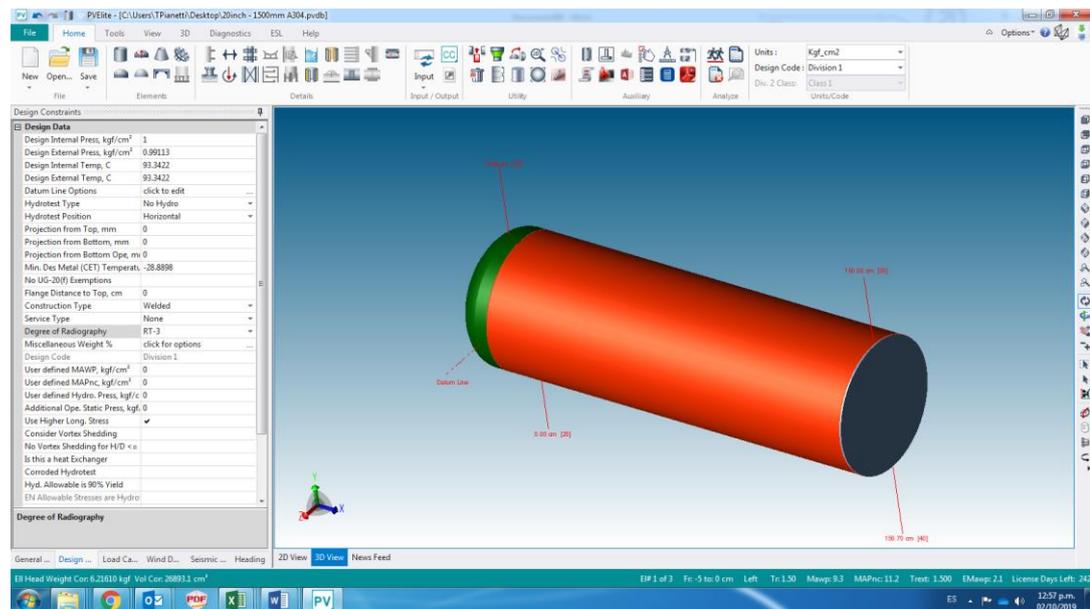


Fig. 3-42 - Representación PV ELITE A (Intercambiador)

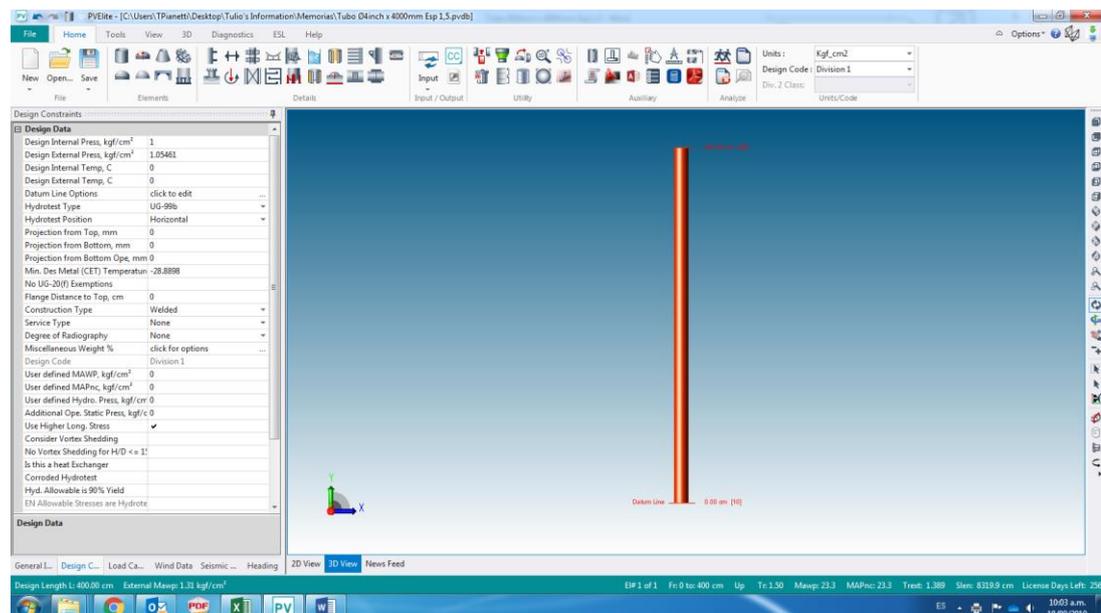


Fig. 3-43 - Representación PV ELITE B (Tubo Ø4”)

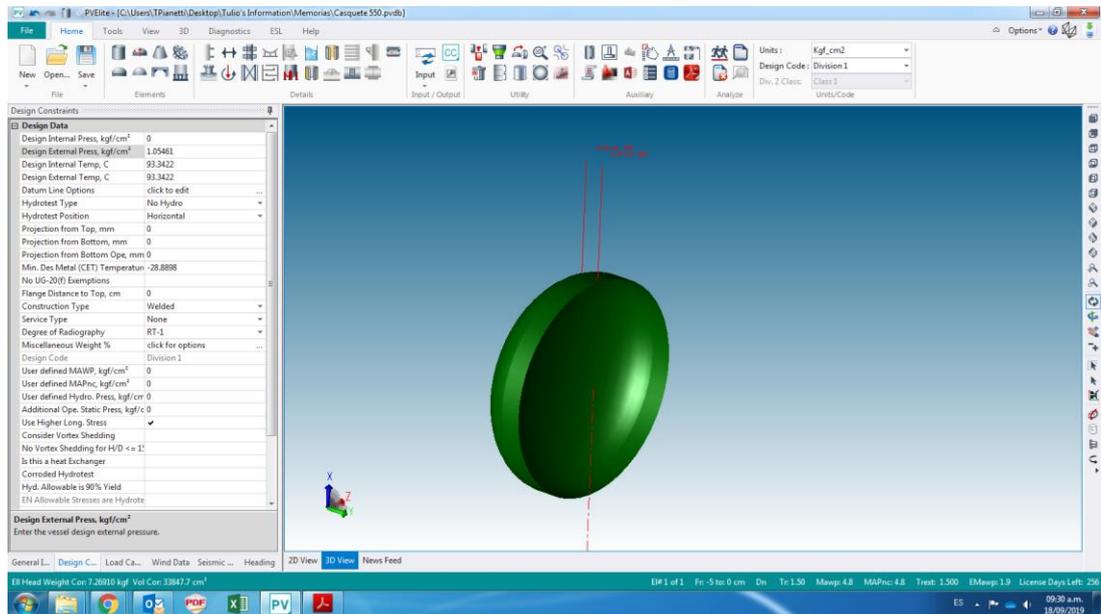


Fig. 3-44 - Representación PV ELITE (Casquete Ø550mm)

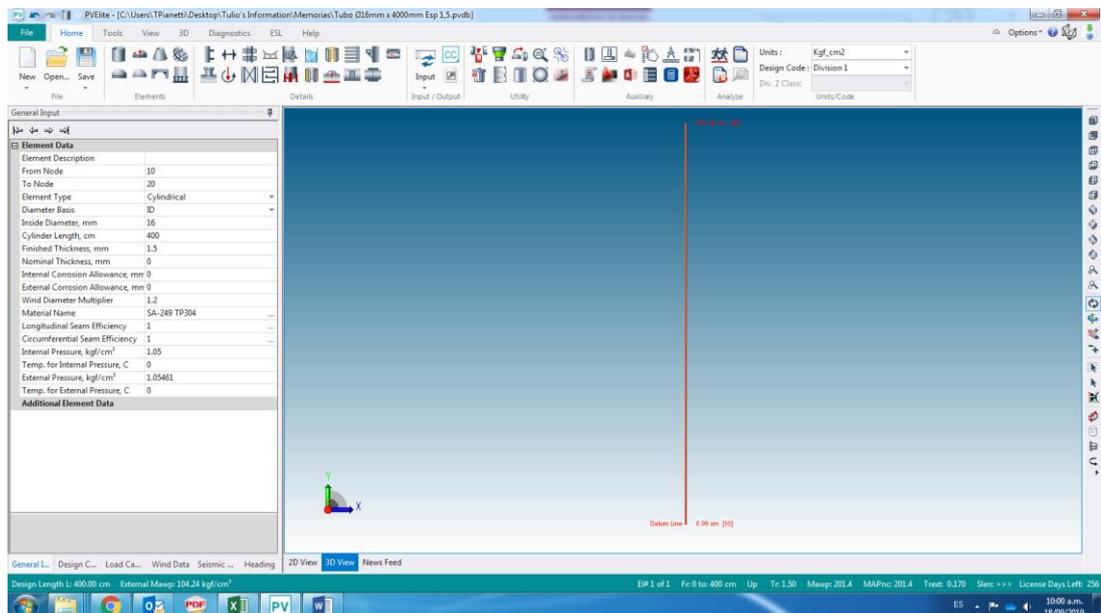


Fig. 3-45 - Representación PV ELITE D (Tubo 16mm)

En los mismos se pudo verificar que ante las presiones, diámetros y calidades las conclusiones para los espesores mínimos eran los siguientes:

- Casquete Ø550mm: ESPESOR MIN: 1.5mm

Por lo cual, para casquetes de menor diámetro, los mismos verificarán con el mismo espesor. De igual manera, comercialmente seleccionamos SA-240 304 Espesor 2mm)

- Tubos: Ø4" y 16mm: espesor min: 1.5mm

Por lo cual para tuberías / conexiones de diámetros menores a 4" los espesores velicaran con 1,5mm. De esta forma, comercialmente seleccionamos 1.5mm

- Cuerpo: 20" el Espesor de envoltente min: 2.6mm

(Comercialmente seleccionamos Chapa SA-240 304 Espesor: 3mm)

A continuación, se muestran los resúmenes de las memorias de cálculo previamente dichas:

Tabla 3-32 - Espesores Ø20" Cuerpo / Casquete

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normal ized	Impact Tested
Shell	SA-240 304	...	...	S30400	No	No
Head	SA-240 304	...	...	S30400	No	No
Cover	SA-240 304	...	...	S30400	No	No

\* Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.  
 \* Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/cm² & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P	Corrosion Allowance	Str. Fig. Gov.	In Creep Range
Ellipse	1.000	0.99	9.274	0.0000	Yes	No
Cylinder	1.000	0.99	13.933	0.0000	N/A	No
Wld Flat	1.000	0.99	1.141	0.0000	N/A	No

**Element Types and Properties:**

Element Type	"To" Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Ellipse	0.0	5.1	...	2.0	1.5	1.5	1.00	1.00
Cylinder	150.0	150.0	...	3.0	1.5	2.6	1.00	1.00
Wld Flat	150.7	0.7	...	7.0	6.6	...	1.00	1.00

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	74.9 kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	398.5 kg

Tabla 3-33 - Espesores Ø550mm Casquete Tabla 3-34 - Espesores Tubo Ø4”

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normalized	Impact Tested
Head	SA-312 TP304	...	...	S30400	No	No

\* Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.  
 \* Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/cm<sup>2</sup> & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P.	Corrosion Allowance	Str. Fig. Gov.	In Creep Range
Ellipse	0.000	1.05	4.760	0.0000	Yes	No

**Element Types and Properties:**

Element Type	*To* Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Ellipse	0.0	5.1	...	2.0	1.5	1.5	0.55	0.45

Note: The Wind and Seismic loads were not load factored in this analysis.

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	7.3 kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	41.1 kg
Shipping - Fab. + Rem. Intls.+ Shipping App.	7.3 kg
Erected - Fab. + Rem. Intls.+ Insul. (etc)	7.3 kg

Tabla 3-35 - Espesores Tubo Ø16mm

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normalized	Impact Tested
Shell	SA-249 TP304	...	...	S30400	No	No

\* Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.  
 \* Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/cm<sup>2</sup> & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P.	Corrosion Allowance	Str. Fig. Gov.	In Creep Range
Cylinder	1.000	1.05	23.253	0.0000	N/A	No

**Element Types and Properties:**

Element Type	*To* Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Cylinder	400.0	400.0	...	1.5	1.5	1.4	1.00	1.00

Note: The Wind and Seismic loads were not load factored in this analysis.

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	23.3 kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	96.2 kg
Shipping - Fab. + Rem. Intls.+ Shipping App.	23.3 kg

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normal ized	Impact Tested
Shell	SA-249 TP304	...	...	S30400	No	No

\* Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.  
 \* Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/cm<sup>2</sup> & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P	Corrosion Allowance	Str. Fig. Gov.	In Creep Range
Cylinder	1.050	1.05	201.438	0.0000	N/A	No

**Element Types and Properties:**

Element Type	*To* Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Cylinder	400.0	400.0	...	1.5	1.5	0.2	1.00	1.00

Note: The Wind and Seismic loads were not load factored in this analysis.

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	2.6 kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	3.5 kg
Shipping - Fab. + Rem. Intls.+ Shipping App.	2.6 kg

Las tablas previamente expuestas conforman una parte de la totalidad del documento de la memoria de cálculo realizada. Estos documentos se podrán visualizar en su totalidad en el capítulo de anexos.

### 3.5.1. Evaporador

El evaporador tendrá la misión de enfriar el agua que será enviada a los fans coils correspondientes para refrigerar los tableros de control del cliente.

Esta potencia deberá ser superior a la requerida, para asegurar que el fluido en cuestión aporte las frigorías necesarias considerando un factor de seguridad que tenga en cuenta la pérdida de carga y pérdida de aislación existente.

Se sabe que:

$$Potencia\ evaporador = Caudal \times Calor\ especifico \times \Delta T.$$

$$Potencia\ evaporador = m \times Ce \times \Delta T.$$

Recordando la potencia determinada para nuestro evaporador, se diseña entonces un equipo de 29 kW de potencia frigorífica.

El evaporador estará formado por un casco y tubo, por donde en el exterior circula el líquido refrigerante y en el interior el agua a refrigerar.

Recordando el coeficiente global calculado anteriormente, se tiene que:

$$U_{evaporador} = 83,75 \frac{BUT}{hs \text{ } ^\circ F \text{ } ft^2}$$

Sabiendo que  $1 \frac{kcal}{hs \text{ } ^\circ C \text{ } m^2}$  es igual a  $0,205 \frac{BUT}{hs \text{ } ^\circ F \text{ } ft^2}$  se tiene que:

$$U_{evaporador} = 408,9 \frac{kcal}{hs \text{ } ^\circ C \text{ } m^2}$$

Dado que se quiere obtener agua a 8 °C, disponiendo de agua a 13 °C, El refrigerante llega al evaporador a una temperatura de 5 °C. Por lo tanto, la variación de temperatura media será:

Tabla 3-36 – Resumen de temperaturas en el evaporador.

	Fluido refrigerante	Agua refrigerada
Temperatura inicial (°C)	5	13
Temperatura final (°C)	5	8

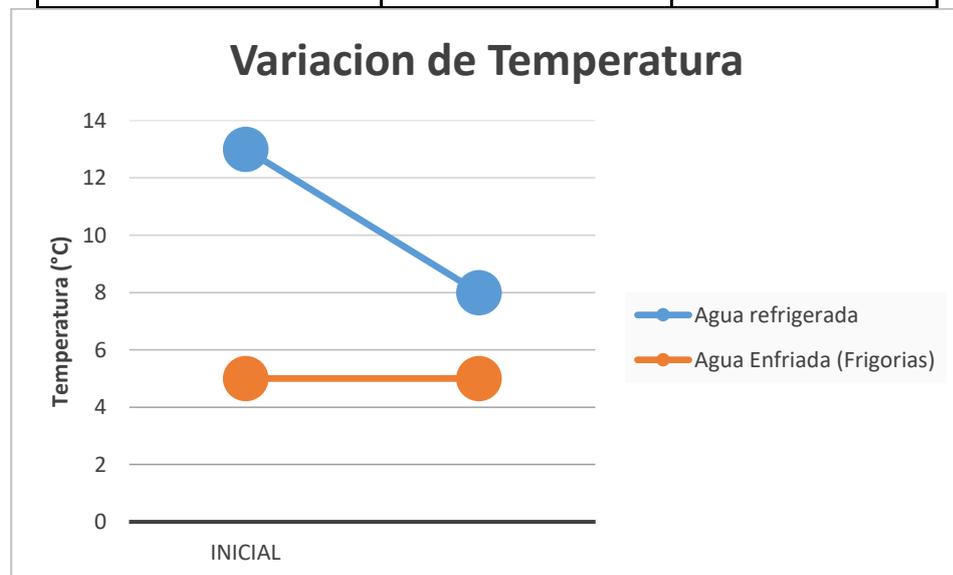


Fig. 3-46 – Gráfica de temperaturas inicial y final en el Evaporador

$$\Delta T_m \text{Evaporador} = 5,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Recordando que la potencia frigorífica del Evaporador es la que se necesita para enfriar el caudal de agua y es requerida por el cliente:

$$\text{Potencia evaporador } Q_{\text{evap}} = 29 \text{ kW}$$

Qué es igual a:

$$\text{Potencia evaporador } Q_{\text{evap}} = 24935,65 \frac{\text{kcal}}{\text{hs}}$$

Y que, a su vez, será:

$$\text{Potencia evaporador} = \Delta T_m \times \text{Superficie} \times U.$$

$$24935,65 \frac{\text{kcal}}{\text{hs}} = 5,1 \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{Superficie} \times 408,90 \frac{\text{kcal}}{\text{hs } ^\circ\text{C m}^2}$$

$$\text{Superficie} = 11,96 \text{ m}^2$$

Esta superficie calculada es la necesaria para realizar el intercambio en las condiciones dadas. La misma está formada por la superficie exterior de los tubos que estará en contacto con el fluido fuera de los mismos.

Para conocer la cantidad de tubos necesarios para dicha superficie se calcula de:

$$A = \text{Perímetro} \times \text{Longitud} \times n$$

Donde “n” es la cantidad de tubos y A, el área de intercambio calculada anteriormente.

Recordando que se determinó un tubo de diámetro exterior de 1 pulgada (25,4 mm), el perímetro será:

$$\text{Per} = \pi D$$

$$\text{Per} = \pi \times 0.0254 \text{ m} = 0,0798 \text{ m}$$

Además, como primer criterio, se determinó realizar un equipo que no ocupe demasiado lugar dentro de la planta industrial y que pueda ser transportado en su totalidad. Por otra parte, teniendo en cuenta que los tubos vienen comercialmente de 6 metros de longitud y para lograr un aprovechamiento máximo de éste, se decidió:

$$\text{Longitud de tubos} = 1,495 \text{ m}$$

Por lo tanto, la cantidad de tubos será de:

$$n = \frac{A}{\text{Per} \times \text{Long}}$$

$$n = \frac{11,96 \text{ m}^2}{0,0798 \text{ m} \times 1,495 \text{ m}} = 100,25 \text{ tubos}$$

Para respetar la velocidad determinada en los calculas, se debe presentar un área determinada, por lo que dado el caudal necesario a enfriar para obtener los 29 kW:

$$24935,65 \frac{\text{Kcal}}{\text{hs}} = m \times 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times (13^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}) .$$

$$m = 4987,13 \text{ Kg/h.}$$

Dado que la densidad del agua es de 997 kg/m<sup>3</sup>, el caudal Q es de 5 m<sup>3</sup> por hora, es decir 5.000 litros por minuto.

$$\text{Area total pasaje} = \frac{Q}{\text{Vel}}$$

$$\text{Area total pasaje} = \frac{5 \text{ m}^3/\text{h}}{1,2 \text{ m/s}}$$

$$\text{Area total pasaje} = 0,00116 \text{ m}^2$$

En cambio, para un tubo en particular:

$$\text{Area tubo} = \frac{\pi \times D_{\text{int}}^2}{4}$$

$$\text{Area tubo} = \frac{\pi \times (0,0234 \text{ m})^2}{4 \text{ m}}$$

$$\text{Area tubo} = 0,000395 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, concluimos:

$$N^{\circ} \text{ de pasajes} = \frac{\text{Area}}{\text{Area tubo}}$$

$$N^{\circ} \text{ de pasajes} = \frac{0,00116 \text{ m}^2}{0,000395 \text{ m}^2}$$

$$N^{\circ} \text{ de pasajes} = 2,93 \text{ tubos por cada grupo de pasajes}$$

Se adopta 3 tubos por grupo para mantener la velocidad del fluido dentro de los mismos. Por ello y para asegurar el caudal, se diseñan 34 grupos de 3 tubos cada uno.

Con este dato, tomando un diámetro exterior de 25,4 mm (1"), y una separación entre centros de 1,5 veces el diámetro exterior, es decir 38,1 mm, se diseñan los pasos y se obtiene el diámetro del casco necesario:

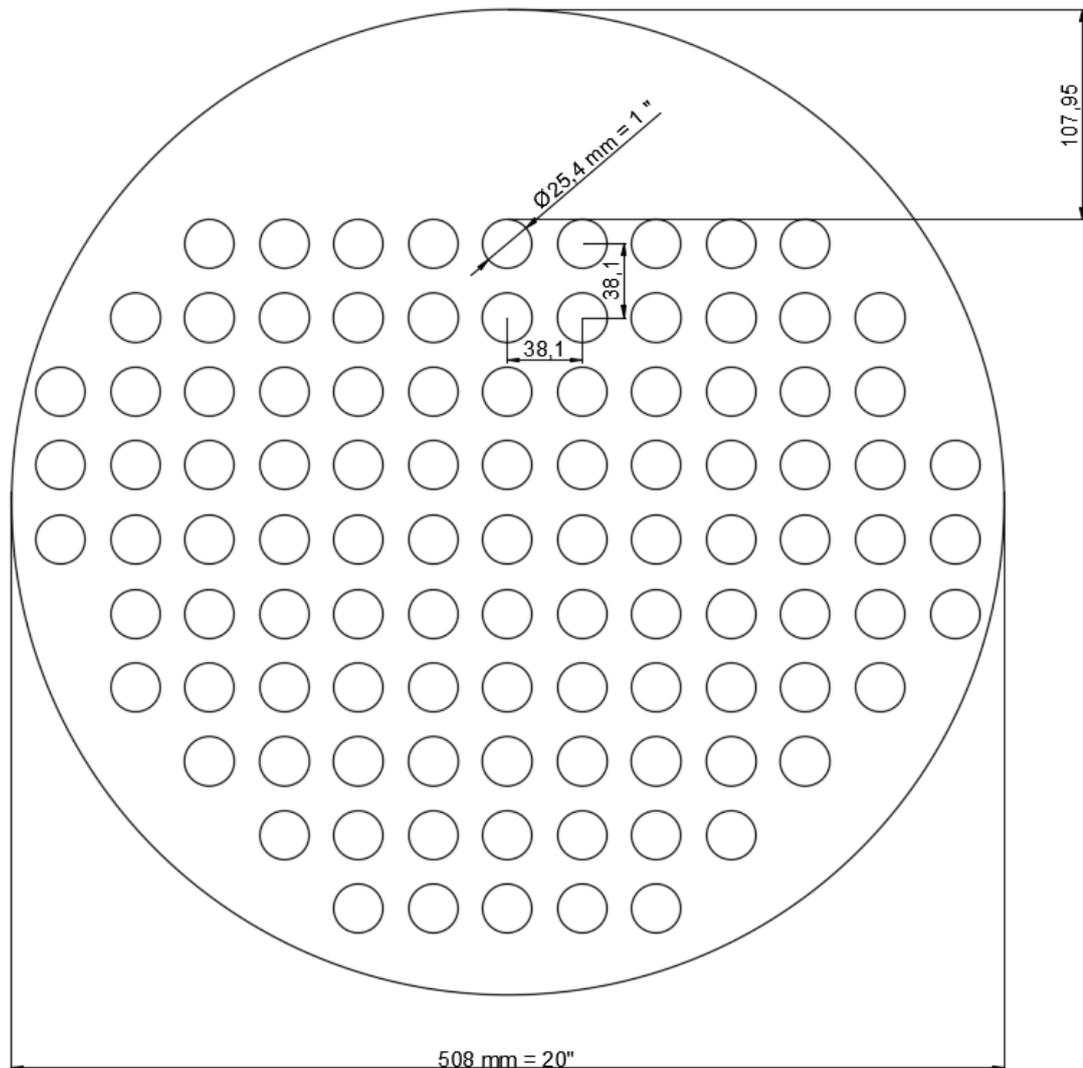


Fig. 3-47 - Diseño de la placa porta tubos del evaporador.

Se ve que por diseño (mediante Software de CAD), se necesita para todos los tubos un casco de diámetro exterior de 508 mm, o 20".

En la parte superior, queda disponible sin tubos un espacio de 107,95 mm que permite juntar el vapor que se genera debido al calentamiento del refrigerante.

### 3.5.2. Generador

Este tipo de intercambiador presenta una particularidad por el proceso que atraviesa. Dado que el mismo se originará una concentración de la solución de bromuro de litio en una de las cavidades, parte de esta se evaporará. Este proceso se origina por el aporte de energía del agua proveniente del intercambiador a la salida de los gases de la caldera

El intercambiador de casco y tubo estará formado por tubos horizontales a lo largo del cuerpo cilíndrico. Dentro de los mismos tubos fluirá el agua calentada por los gases de la chimenea de la caldera.

Por otro lado, para poder efectuar la evaporación de la solución debemos conseguir una presión de aproximadamente 10.000 Pascales en la cavidad exterior de los tubos.

Dado el coeficiente global calculado anteriormente, se tiene que:

$$U_{\text{generador}} = 119,6 \frac{BUT}{hs \text{ } ^\circ F \text{ } ft^2}$$

Sabiendo que  $1 \frac{kcal}{hs \text{ } ^\circ C \text{ } m^2}$  es igual a  $0,205 \frac{BUT}{hs \text{ } ^\circ F \text{ } ft^2}$  se tiene que:

$$U_{\text{generador}} = 583,94 \frac{kcal}{hs \text{ } ^\circ C \text{ } m^2}$$

Recordando que las temperaturas utilizadas para el cálculo son las de la tabla siguiente:

Tabla 3-37 – Resumen de temperaturas en el generador.

	Fluido refrigerante	Agua refrigerada
Temperatura inicial (°C)	99	82
Temperatura final (°C)	96	94

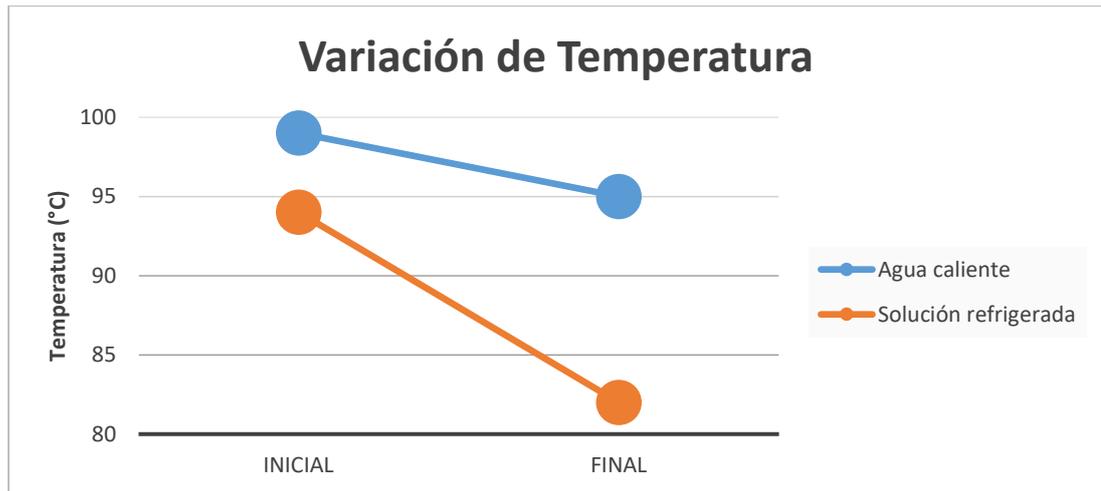


Fig. 3-48 – Gráfico de variación de temperaturas inicial y final en el generador.

$$\Delta T_m \text{ Generador} = 8,37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Recordando que:

$$\text{Potencia frigorífica generador } Q_{gen} = 41,38 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia frigorífica generador } Q_{gen} = 35.583 \frac{\text{kcal}}{\text{hs}}$$

Entonces, se tiene que será igual a:

$$\text{Potencia generador} = \Delta T_m \times \text{Superficie} \times U.$$

$$35.583 \frac{\text{kcal}}{\text{hs}} = 8,37 \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{Superficie} \times 583,94 \frac{\text{kcal}}{\text{hs } ^\circ\text{C m}^2}.$$

$$\text{Superficie} = 7,28 \text{ m}^2$$

Para conocer la cantidad de tubos necesarios para dicha superficie se calcula:

$$A = \text{Perímetro} \times \text{Longitud} \times n$$

Donde “n” es la cantidad de tubos y A, el área de intercambio calculada anteriormente.

Recordando que se determinó un tubo de diámetro exterior de 1 pulgada (25,4 mm), el perímetro será:

$$\text{Per} = \pi D$$

$$\text{Per} = \pi \times 0.0254 \text{ m} = 0,0798 \text{ m}$$

Recordando los criterios que fueron tomados en el evaporador, siendo igual para el generador, se tiene que la longitud de los tubos será:

$$\text{Longitud de tubos} = 1,495 \text{ m}$$

Por lo tanto, la cantidad de tubos será de:

$$n = \frac{A}{\text{Per} \times \text{Long}}$$

$$n = \frac{7,28 \text{ m}^2}{0,0798 \text{ m} \times 1,495 \text{ m}} = 61 \text{ tubos}$$

Para poder conocer la disposición de nuestro intercambiador, debemos conocer el caudal necesario para poder elevar la temperatura de nuestra solución. Con este caudal podremos evaluar una configuración óptima de generador.

Se sabe que:

$$\text{Potencia generador} = \text{Caudal} \times \text{Calor específico} \times \Delta T.$$

$$\text{Potencia generador} = m \times C_e \times \Delta T.$$

$$35.580 \frac{\text{Kcal}}{\text{H}} = m \times 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times (99^\circ\text{C} - 96^\circ\text{C}).$$

$$m = 8895 \text{ Kg/h.}$$

Para respetar la velocidad adoptada de 1 m/s debe existir un área total de:

$$\text{Area} = \frac{Q}{\text{Vel}}$$

$$\text{Area} = \frac{8,9 \text{ m}^3/\text{h}}{1,2 \text{ m/s}}$$

$$\text{Area} = 0,0021 \text{ m}^2$$

En cambio, para un tubo en particular:

$$\text{Area tubo} = \frac{\pi \times D_{\text{int}}^2}{4}$$

$$\text{Area tubo} = \frac{\pi \times (0,0224 \text{ m})^2}{4}$$

$$\text{Area tubo} = 0,00039 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, se concluye que:

$$N^\circ \text{ de pasajes} = \frac{\text{Area}}{\text{Area tubo}}$$

$$N^\circ \text{ de pasajes} = \frac{0,0021 \text{ m}^2}{0,00039 \text{ m}^2}$$

$$N^\circ \text{ de pasajes} = 5,23 \text{ tubos por cada grupo de pasajes}$$

Al disminuir el número de pasajes de tubo, disminuye la velocidad del fluido. Por ello, para asegurar una velocidad de diseño, se aumenta el número de tubos por grupo a seis, lo que produce mayor turbulencia y favorece el intercambio de calor.

Es decir, será un intercambiador de 10 pasos en grupos de 6 tubos.

Con este dato, tomando un diámetro exterior de 25,4 mm (1"), y una separación entre centros de 1,5 veces el diámetro exterior, es decir 38,1 mm, se diseñan los pasos y se obtiene el diámetro del casco necesario:

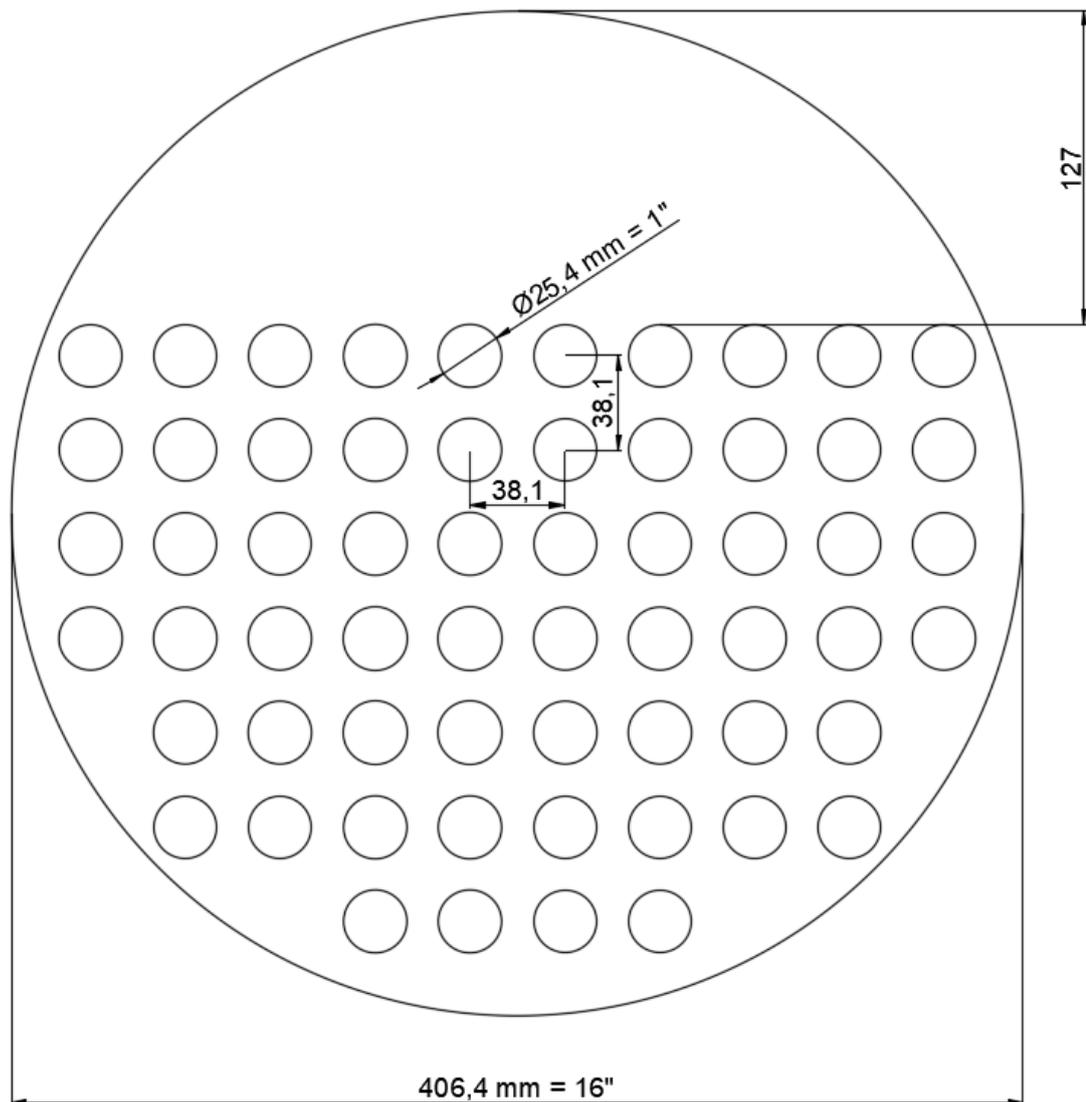


Fig. 3-49 - Diseño de la placa porta tubo del generador.

Se ve que por diseño (mediante Software de CAD), se necesita para todos los tubos un casco de diámetro exterior de 406,4 mm, o 16".

En la parte superior, queda disponible sin tubos un espacio de 127 mm que permite juntar el vapor que se genera debido al calentamiento de la solución.

### 3.5.3. Condensador

Si bien se puede observar en el seguimiento de los esquemas de proceso y estudios térmicos, vale recordar el camino de nuestro agente refrigerante. Como ya se expuso anteriormente, este tipo de intercambiador tiene la misión de lograr el cambio de estado de nuestro refrigerante. En otras palabras, cederemos esta energía calórica al ambiente.

En el condensador, el agua, la cual actúa como refrigerante, deberá pasar del estado gaseoso a líquido. Por ello un ventilador será el encargado de lograr este descenso de temperatura necesario. El mismo deberá estar anexado a la superficie de intercambio para poder lograr esta transmisión de calor necesaria con el ambiente.

Por ello el tipo de intercambiador necesario para efectuar esta operación, teniendo en cuenta la situación y variables que lo rodea, estará formado por un serpentín de aletado para mejorar la eficiencia de este. El mismo estará constituido por un vaivén de cañerías, en la cuales deberá el fluido ingresar en un nivel determinado y a lo largo de su recorrido ir disminuyendo su altura para poder favorecer de este líquido condensado que se irá formando.

Como se comentó, el mismo deberá de ser aletado para aumentar la superficie de intercambio de nuestro intercambiador. Como bien se sabe al ser el aire, un bajo transmisor de energía, presentar un fluido en estado gaseoso dentro de los tubos se determinará un coeficiente global de transferencia bajo.

$$U \text{ condensador} = 18,5 \text{ Kcal} / \text{H}^\circ\text{Cm}^2$$

$$U \text{ condensador} = 3,8 \text{ BTU/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$U \text{ condensador} = 21,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

A su vez en el camino del cálculo de superficie necesaria debemos analizar las temperaturas de entrada y salida para poder evaluar nuestro Atm.

Para poder determinar las temperaturas influyentes en este intercambiador en particular, se decidió determinar un cierto rango de temperaturas donde se producirá, el enfriamiento del vapor sobrecalentado, la condensación y el subenfriamiento. Por ello y gracias a un coeficiente global de temperatura bajo, se aproximó las magnitudes de temperaturas intervinientes para la potencia requerida. De esta forma se asegurará el propósito del intercambiador bajo el mismo criterio de seguridad previamente nombrada.

*Tabla 3-38 - Temperaturas de fluidos participantes en el Condensador*

	Temperatura Fluido refrigerante (°C)	Temperatura Aire de refrigeración (°C)
Tiempo A	95	33
Tiempo B	45	43

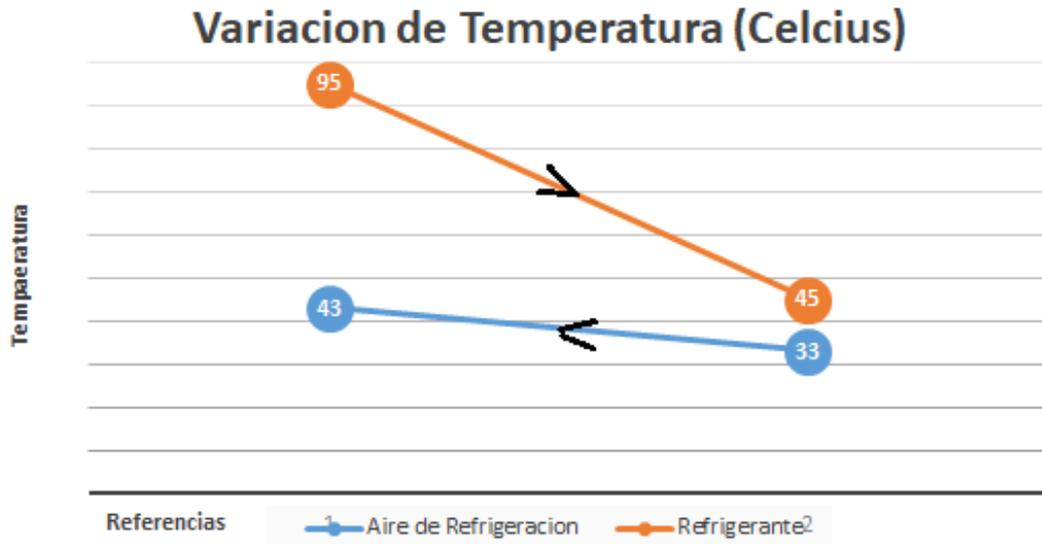


Fig. 3-50 – Gráfica de variación de temperaturas de fluidos participantes en el Condensador

$$\Delta T_m \text{ Condensador} = 27,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Recordando que:

$$\text{Potencia del condensador } Q_{\text{cond}} := M_r q_{\text{cond}} = 29.66 \times 10^3 \text{ W}$$

Llegamos a la conclusión:

$$\text{Potencia Condensador} = \Delta T_m \times \text{Superficie} \times U.$$

$$25504,24 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 27,3^\circ\text{C} \times \text{Superficie} \times 18,5 \text{ Kcal} / \text{H}^\circ\text{Cm}^2.$$

$$\text{Superficie} = 50,5 \text{ m}^2$$

Esta superficie deberá ser la misma que sea de tuberías, incluyendo la superficie de aletada correspondiente.

Las tuberías a nuestro alcance comercial y técnico deberán ser de Ø16mm, Por otra parte, debemos considerar que la aletada deberá ser de chapa N° 24 - reflejando un espesor de 0.55mm.

Con estos datos podemos decir que la superficie de transmisión de calor estará distribuida no solo en la superficie que forma el serpentín, sino de las aletas que toman esta transmisión de calor por conducción.

Para poder determinar la cantidad de aletas, es necesario realizar una iteración que conlleve o demuestre la misma cantidad de m2 requeridos.

Recurriendo a diferentes fuentes y experiencias del fabricante se determinó que las aletas en las que albergara el serpentín contendrán 72 (12x6) perforaciones por las cuales tendrá trayectoria el serpentín.

Por ello, respetando una separación de 76mm entre tubos y una cantidad de 72 perforaciones cada aleta tendrá la siguiente cantidad de superficie útil

$$\text{Superficie por aleta} = \text{Largo} \times \text{ancho} - \text{Area de 72 perforaciones}$$

$$\text{Superficie por aleta} = 0.824\text{m} \times 0.5180\text{m} - 72 \times 0.000201\text{m}^2$$

$$\text{Superficie por aleta} = 0,41\text{m}^2$$

Determinadas la cantidad de m<sup>2</sup> por aleta, podemos estimar la cantidad de aletas que deberá estar constituido nuestro condensador:

$$\text{Cantidad de aletas} = \text{Superficie} / (\text{Superficie por aleta} \times \text{caras de contacto})$$

$$\text{Cantidad de aletas} = 50,72\text{m}^2 / (0.41\text{m}^2 \times 2)$$

$$\text{Cantidad de aletas} = 60$$

Entendiendo esto podemos estimar una dimensión y longitud y cantidad de aletas para condensar nuestro refrigerante, si se considera una separación de 3mm entre aletas a causa del punzonado:

$$\text{Profundidad de conjunto} = \text{Separación} \times \text{cantidad de aletas}$$

$$\text{Profundidad de conjunto} = 3\text{mm} \times 60 \text{ aletas}$$

$$\text{Profundidad de conjunto} = 0.18\text{m}$$

Ahora bien, sabiendo la profundidad de nuestro equipo podremos determinar la cantidad mínima de metros que nuestro serpentín deberá tener.

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de metros de serpentín} &= \text{Profundidad} \times \text{Cantidad de perforaciones} + \\ &+ \text{Longitud de curvas} + \text{margen de error} = \end{aligned}$$

$$C.M.D.S. = 0.18\text{m} \times 72 + \text{Pl} \times 0.076\text{m} / 2 \times 72 + 1\text{m}$$

$$\text{Cantidad de metros de serpentín} = 22.55\text{m}$$

Con todos estos datos podemos suponer la estructura morfológica que posera nuestro condensador, la cual podemos ver a continuación:



Fig. 3-51 – Representación de un condensador aletado

#### 3.5.4. Absorbedor:

El Absorbedor es un tipo de intercambiador particular. Como bien se sabe este debe asegurar que la solución concentrada producida, en la primera fase, absorba el vapor que proviene del evaporador. Recordando que este fenómeno produce calor en la

absorción se necesita refrigerar por aire, para evitar una elevación en la temperatura que aumente a la presión en el recipiente. No obstante, debe asegurarse una buena superficie de intercambio entre el vapor y la solución concentrada proveniente del generador.

Teniendo todos estos conceptos y parámetros de diseños y recordando la elección morfológica podemos establecer una dimensión de este.

En este caso se concretó un coeficiente de transmisión global relativamente bajo. El motivo de este será por la interacción de los fluidos comprendida por:

- *Exterior de los tubos:* Aire con la misión de refrigerar el proceso exotérmico de absorción.
- *Interior de los tubos:* vapor proveniente del evaporador en su parte interior y líquido concentrada proveniente generador en la pared de estos para favorecer la miscibilidad requerida.

El coeficiente global tomado es de:

$$U_{\text{condensador}} = 18,5 \text{ Kcal} / \text{H}^\circ \text{Cm}^2$$

$$U_{\text{condensador}} = 3,8 \text{ BTU} / \text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F}$$

$$U_{\text{condensador}} = 21,5 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

Retomando las temperaturas informadas a la entrada y salida del intercambiador.

*Tabla 3-39 - Temperaturas de fluidos participantes en el Absorbedor*

	Temperatura Solución concentrada	Temperatura Aire exterior
Tiempo A	64	33
Tiempo B	45	43

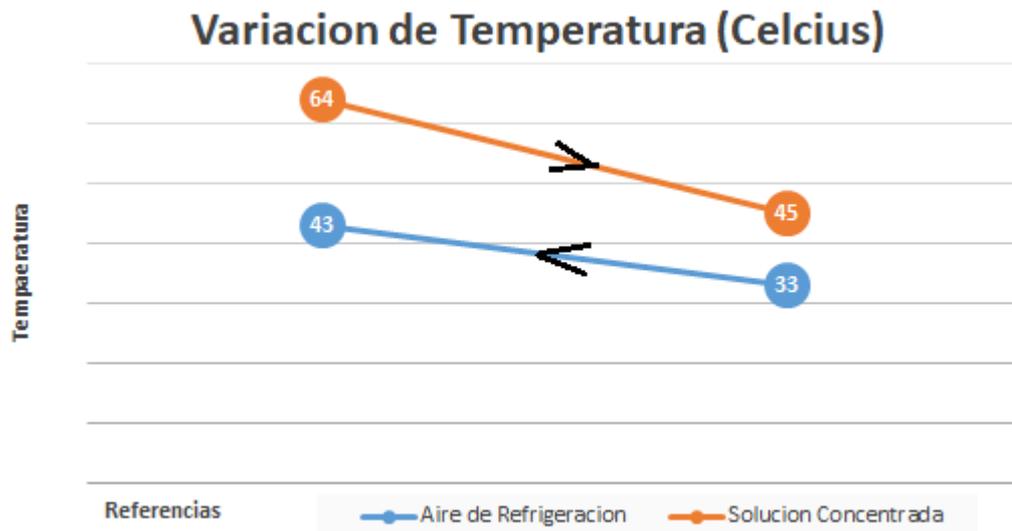


Fig. 3-52 – Variación de temperaturas de fluidos participantes en el Absorbedor

$$\Delta T_m \text{ Absorbedor} = 16,1^\circ$$

Con estos valores podemos calcular la superficie de intercambio.

$$\text{POTENCIA DEL ABSORBEDOR } Q_{abs} := M r q_{abs} = 41.6 \times 10^3 W$$

Llegamos a la conclusión:

$$\text{Potencia Absorbedor} = \Delta T_m \times \text{Superficie} \times U.$$

$$35770,05 \frac{kcal}{h} = 16,1^\circ C \times \text{Superficie} \times 18,5 Kcal / H^\circ C m^2.$$

$$\text{Superficie} = 120 m^2$$

Al conocer la superficie de intercambio y relacionando los conceptos del intercambiador de película descendente, lograremos que la superficie descrita este formado por los tubos en contacto con el aire de refrigeración para evitar este aumento de temperatura característico en la absorción.

Tomando el mismo parámetro de elección de tubos y distribución de aletas que el condensador podemos comenzar a describir nuestro absorbedor. Por una primera instancia la batea superior e inferior deberá estar formada por un casquete semielíptico en el cual albergue los extremos de los tubos.

Por la batea superior ingresara la solución concentrada proveniente del generador y el intercambiador de placas. Es aquí donde comienza la miscibilidad de la solución concentrada en el refrigerante en estado gaseoso. Este contacto con el refrigerante provocará que la solución se vaya empobreciendo o disminuyendo su concentración de bromuro de litio. Además, para favorecer este intercambio de fases y mejorar esta disolución la misma solución caerá en forma de película descendente dentro de los tubos.

La eficiencia del intercambio puede aumentarse si en el interior de los tubos colocamos un resorte o material en espiral que retarde esta decantación.

Por la batea inferior o casquete, dos conexiones se encontrarán presente. Por un lado, el ingreso de vapor o refrigerante proveniente del evaporador y por el lado inferior, el reservorio del líquido diluido o en menor concentración, la cual estará redirigida hacia el generador por medio de una bomba de circulación.

Para tener idea de la longitud de nuestro intercambiador deberemos relacionar la superficie calculada con las características previamente nombradas.

El casquete deberá ser de medidas comerciales. Por ello para albergar una cantidad de 72 perforaciones de Ø16mm con separación de 50 mm tomaremos un casquete de diámetro 550mm.

Las aletas por cuestiones de aprovechamiento de chapa N° 24 = 0,55mm serán cuadradas con 475mm de largo x 475mm de ancho.

A raíz de esto podemos calcular lo siguiente.

$$\text{Superficie por aleta} = \text{Largo} \times \text{ancho} - \text{Area de 72 perforaciones}$$

$$\text{Superficie por aleta} = 0.475m \times 0.475m - 72 \times 0.000201m^2$$

$$\text{Superficie por aleta} = 0,2111m^2$$

Determinadas la cantidad de m2 por aleta, podemos estimar la cantidad de aletas que deberá estar constituido nuestro absorbedor:

$$\text{Cantidad de aletas} = \text{Superficie} / (\text{Superficie por aleta} \times \text{caras de contacto})$$

$$\text{Cantidad de aletas} = 120m^2 / (0,2111m^2 \times 2)$$

$$\text{Cantidad de aletas} = 285$$

Entendiendo esto podemos estimar una dimensión y longitud y cantidad de aletas para condensar nuestro refrigerante, si se considera una separación de 3mm entre aletas a causa del punzonado en su fabricación:

$$\text{Profundidad de conjunto} = \text{Separación} \times \text{cantidad de aletas}$$

$$\text{Profundidad de conjunto} = 3mm \times 285 \text{ aletas}$$

$$\text{Profundidad de conjunto} = 0,855m$$

Ahora bien, sabiendo la profundidad de nuestro equipo podremos determinar la cantidad mínima de metros que nuestro serpentín deberá tener.

$$\text{Cantidad de metros de serpentín}$$

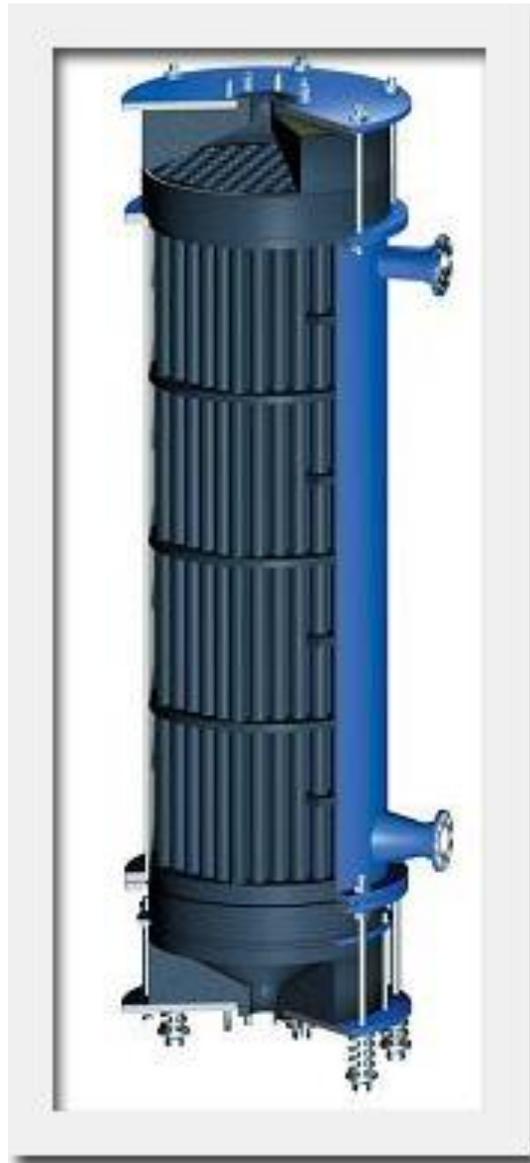
$$= \text{Profundidad} \times \text{Cantidad de perforaciones} +$$

$$+ \text{margen de error} =$$

$$\text{Cantidad de metros de serpentín} = 0,855m \times 72 + 5m$$

$$\text{Cantidad de metros de serpentín} = 66m$$

Ya descriptos los componentes cuantitativos de nuestro absorbedor es necesario plasmar nuestro diseño de intercambiador en la siguiente imagen ilustrativa:



*Fig. 3-53 - Representación de Absorbedor*

### 3.5.5. Intercambiador de placa

Para el estudio del recuperador, al ser un intercambiador entre dos fluidos líquidos se determinó por cuestiones de practicidad y ahorro de espacio físico el uso de un intercambiador de placas. No obstante, si bien es elegido comercialmente este componente, es necesario describir las variables en juego de este:

Recordando las temperaturas que influyen en este tipo de intercambiador.

Tabla 3-40 - Temperaturas de fluidos participantes en el Recuperador

	Temperatura Solución Rica (°C)	Temperatura Solución Pobre (°C)
Tiempo A	94	45
Tiempo B	64	82

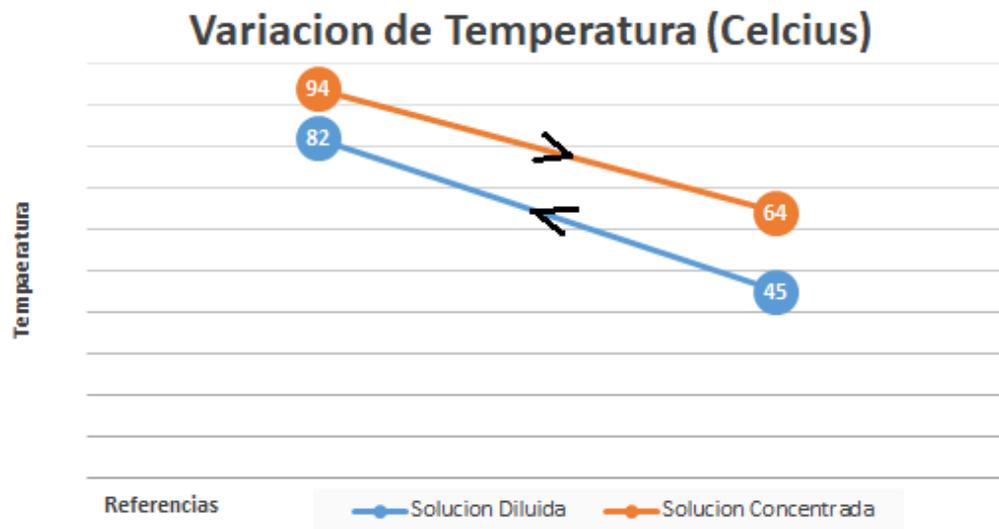


Fig. 3-54 – Gráfica de ariación de temperaturas de fluidos participantes en el Recuperador

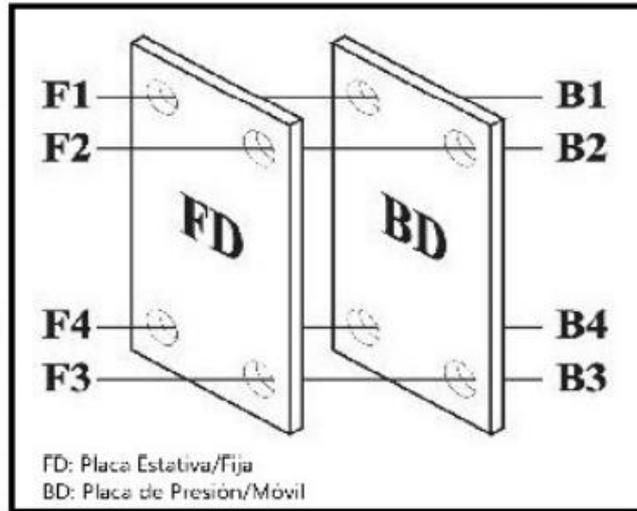
Dicho esto, se recurrió a un fabricante de intercambiadores de placas el cual intercambiando los datos y características de los fluidos pertinentes se pudo obtener una valorización y un equipo dado.

Tabla 3-41 - Datos técnicos del intercambiador.

HAASEN SA / HOJA DE DISEÑO			
Cliente:			
Proyecto:	Economizador Bromuro de Litio		
Modelo de Equipo	HSC4		
		<b>Lado Caliente</b>	<b>Lado Frio</b>
Fluido		Sol. LiBr	Sol. LiBr
Caudal	(l/h)	850,00	900,00
Temp. De entrada	(°C)	99,00	45,00
Temp. de salida	(°C)	64,00	78,06
Caída de presión	(mWG)	1,33	1,23
Calor intercambiador	(Kcal/h)	55606	
<b>Propiedades Termodinámicas</b>			
Densidad	(kg/l)	1,7	1,70
Calor específico	(Kcal/kg*K)	1,1	1,10
Conductividad Térmica	(Kcal/h*m*K)	0,58	0,57
Viscosidad media	(cP)	1	1
Viscosidad de pared	(cP)	1	1
Factor de ensuciamiento	(m <sup>2</sup> *h*K/Mcal)	0,0100	0,0100
Factor de sobredimensionamiento	%	12,18	
Puerto de entrada		B4	F3
Puerto de Salida		F4	B3
<b>Diseño de Bastidor y Placas</b>			
Arreglo de Placas (Pasos x Canal)		1 x 4 + 1 x 5	
Arreglo de Placas (Pasos x Canal)		2 x 5 + 0 x 0	
Cantidad de Placas / Tipo		20	TL
Superficie de Intercambio	(m <sup>2</sup> )	0,76	
Valor K	(Kcal/m <sup>2</sup> *h*K)	3.685,72	4.134,64
Material de las placas		AISI 316L	
Material de las juntas		NBR HT	
Bastidor		Ac. al carbono Pintado Epoxi	
Max. Temp. de diseño	(°C)	110	
Max. Presión de trabajo / prueba	(Kp/cm <sup>2</sup> )	10	13
Max. Presión diferencial	(Kp/cm <sup>2</sup> )	10	
Volumen líquido:	(dm <sup>3</sup> )	3	
Largo de Bastidor (Aprox)	(mm)	270	
Peso neto	(kg)	39	
Conexiones lado caliente		Niple Roscado BSP 1"	
Conexiones lado frío		Niple Roscado BSP 1"	

Tabla 3-42 - Forma constructiva y datos recuperador.

Cliente:	
Proyecto:	Economizador Bromuro de Litio
Modelo de Equipo	HSC4
Cant. de Placas	20
Pasos	1

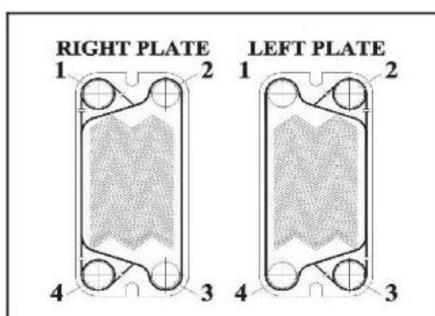


Fluido	Sol. LiBr	Sol. LiBr
Caudal	850 (l/h)	900 (l/h)
Ingreso	B4 / 99°C	F3 / 45°C

Tabla 3-43 - Forma constructiva de las placas del intercambiador.

**HAASEN SA / HOJA DE ARMADO**

Cliente:	FIMACO	Fecha	24 09 2019
Proyecto:	Economizador Bromuro de Litio	Numero de serie	0
Modelo de Equipo	HSC4	Cant. Placas	20



Numero de placa	Cantidad	Codigo de corte	Tipo
FD	0	F0034	P Estativa
1	1	L0034	TL
2	1	R0234	TL
3-7	3	L1234	TL
4-8	3	R1234	TL
9	1	L1230	TL
10	1	R1200	TL
11	1	L1204	TL
12-16	3	R1234	TL
13-17	3	L12034	TL
18	1	R1234	TL
19	1	L0234	TL
20	1	R0034	TL
BD	0	B0034	P Presión

### 3.5.6. Selección válvula termostática / laminadora.

Una válvula de expansión termostática (a menudo abreviado como VET o válvula TX en inglés) es un dispositivo de expansión el cual es un componente clave en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, que tiene la capacidad de generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador en el sistema.

Básicamente su misión, en los equipos de expansión directa (o seca), se restringe a dos funciones: la de controlar el caudal de refrigerante en estado líquido que ingresa al evaporador y la de sostener un sobrecalentamiento constante a la salida de este. Para realizar este cometido dispone de una válvula para así disminuir o aumentar el ingreso de refrigerante y su consecuente evaporación dentro del evaporador, lo que implica una mayor o menor temperatura ambiente, respectivamente.

El refrigerante que ingresa al evaporador de expansión directa lo hace en estado de mezcla líquido/vapor, ya que al salir de la válvula se produce una brusca caída de presión producida por la "expansión directa" del líquido refrigerante, lo que provoca un parcial cambio de estado del fluido a la entrada del evaporador. A este fenómeno producido en válvulas se le conoce como *flash-gas*.

De esta manera se determinará una válvula de laminación a la salida del condensador, como también una válvula entre el intercambiador de placas y el absorbedor.

Teniendo en cuenta los caudales, presiones y temperaturas en juego se recurrió al mercado y a través de diferentes consultas a proveedores como DANFOSS, SPIRAX SARCO, entre otros se determinó el modelo de HECAM



*Fig. 3-55 - Válvula de Expansión - HECAM*

### Características

Apta para uso en sistemas con amoníaco, freón u oxígeno y demás líquidos/gases no corrosivos dependiendo de la compatibilidad del material del sellado.

El sistema de apertura de la válvula puede ser con volante o con capuchón.

Diseñada para una perfecta regulación.

Actúa como válvula de cierre en posición cerrada.

Cada válvula está identificada con un número de serie que permite la correcta trazabilidad del producto.

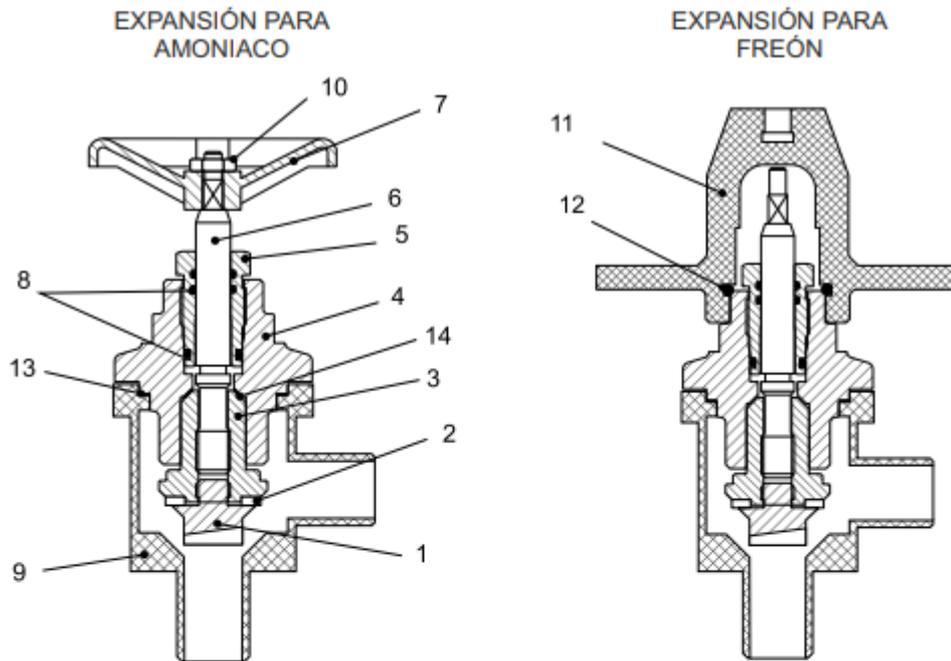
Diseñadas para ser instaladas en líneas horizontales, verticales o en ángulo.

Vástago y prensa con revestimiento Electroless níquel AMS 2404B

Rango de presión: 30 Kg/cm<sup>2</sup>

Rango de temperatura: -40/+140 °C

Tabla 3-44 - Materiales de la válvula de laminación.



Nº	Pieza	Material	Norma	Tratamiento superficial
1	Tapón	Acero	SAE 1212	
2	Asiento	PTFE (teflón)		
3	Guía	Fundición Gris	SAE120 / IA HJ0233	
4	Tapa	Fundición Gris	SAE120 / IA HJ0233	
5	Prensa	Acero laminado	SAE 1212 (hasta 2")	Electroless Níquel
6	Vástago	Acero rectificado y pulido	SAE 1045	Electroless Níquel
7	Volante	Chapa estampada		
8	O´ring	Cloropreno		
9	Cuerpo	Tubo acero s/costura	ASTM-53	
10	Tuerca	Acero		Zincado azul
11	Capuchón	Fundición gris	SAE120 / IA HJ0233	
12	O´ring de capuchón	Nylon		
13	Junta	Fibra libre de asbesto		
14	Contra asiento	PTFE (teflón)		

## Diseño

### Cuerpo

Construido con tubos de acero sin costura ASTM-53 y soldado con alambre ER-705-6 apto para soldado de recipientes y cañerías sometidas a presión.

### Tapón

Diseñado con una ranura calibrada que asegura una mejor regulación. El diseño de ranura es más tolerante con las suciedades que pudiera haber en el circuito que los tapones convencionales.

### Prensa

Construido en acero SAE 1212 con recubrimiento superficial de electroless níquel que previene los efectos corrosivos. Posee dos o´ring interiores y uno exterior lo que asegura una perfecta estanqueidad. Los o´ring son de cloropreno de dureza short 70, resistentes a los refrigerantes y con rangos de temperatura que van desde los -40 a los 140 °C.

### Vástago

Construido en acero SAE 1045 rectificado y pulido con recubrimiento superficial de electroless níquel

### Conexión

Conexión para soldar ANSI (B36.10 schedule 40)

### Pintura:

La válvula se encuentra totalmente pintada con pintura que es anticorrosiva y convertidor de óxido. Las válvulas de expansión se entregan de color azul.

### Identificación:

La válvula se encuentra identificada con una placa adhesiva confeccionada en film mylard en donde se identifica el fabricante y el número de serie que asegura la trazabilidad del producto.

### Embalaje:

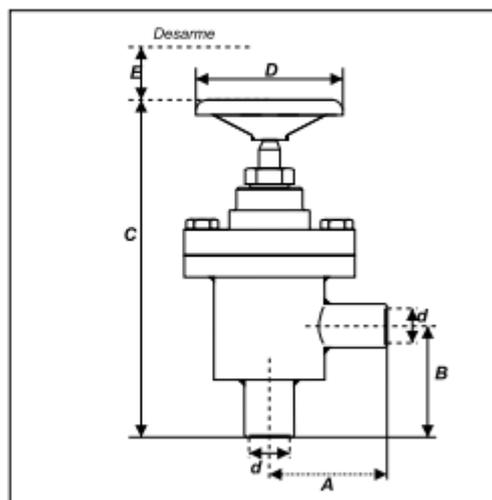
Todas las válvulas se entregan en caja de cartón.

### Instalación:

Se debe instalar la válvula con el vástago hacia arriba o en posición horizontal. El sentido de flujo debe ser el indicado en el cuerpo de la válvula.

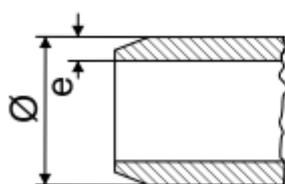
Tabla 3-45 - Dimensiones, Peso y Conexión de la válvula

### Dimensiones y pesos



Tamaño	A	B	C	D	E	Peso en kilogramos
Vex -1/2"	51	51	180	95	85	1.75
Vex -3/4"	51	51	180	95	85	1.75
Vex -1"	80	80	230	114	90	4.50
Vex -1 1/4"	80	80	230	114	90	4.50
Vex -1 1/2"	115	115	265	145	130	7.85
Vex -2"	115	115	310	145	130	7.85

### Conexión



Soldadura ANSI (B 36.10 Schedule 40)

Denominación	Conex. mm	Conex. In.	Ø	e
Vex -1/2"	15	1/2	21.30	2.77
Vex -3/4"	20	3/4	23.70	2.87
Vex -1"	25	1	33.40	3.38
Vex -1 1/4"	32	1 1/4	42.20	3.56
Vex -1 1/2"	40	1 1/2	48.30	3.68
Vex -2"	50	2	60.30	3.56

### 3.5.7. Selección del ventilador

Para evaluar la potencia del ventilador, hay que recordar que el mismo deberá refrigerar tanto el absorbedor como el condensador.

En ventiladores a medida que aumentamos la longitud del conducto acoplado, o sea que incrementamos la dificultad u obstrucción al paso del aire, disminuye el caudal que proporciona el ventilador. Esta disminución de caudal se llama pérdida de carga y es debida al rozamiento del aire con las paredes del conducto, a los cambios de dirección, torbellinos, obstáculos en las canalizaciones.

Este factor nos plantea la necesidad de poder disponer de los distintos caudales con los que es capaz un ventilador de trabajar según sea la pérdida de carga. Se somete a pruebas el aparato variándole la carga desde el caudal máximo al caudal cero. Todos los pares de valores caudales presiones obtenidas se llevan a unos ejes coordenados, obteniéndose la curva característica. La pérdida de carga se extraerá de la curva característica del catálogo de ventiladores.

Por ello estará en análisis del uso de uno o dos ventiladores axiales para dicho fin. Para realizar esta comparación es necesario conocer las variantes de ventiladores en el mercado, observando la potencia de consumos, caudales de aire como caídas de presión.

Para calcular el caudal másico de aire requerimos una nueva ecuación:

$$Q_{cond} + Q_{abs} = m_{aire} \times C_p \times (\Delta T)$$

Donde:

$Q_{cond} + Q_{abs}$  = Suma de las potencias del condensador y absorbedor

$$C_p = \text{el calor específico del aire} = 1012 \frac{J}{Kg \text{ } ^\circ C}$$

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura

Retomando la ecuación

$$Q_{cond} + Q_{abs} = m_{aire} \times C_p \times (\Delta T)$$

$$29,66KW + 41,6KW = m_{aire} \times 1.012 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \times (10^\circ C)$$

$$m_{aire} = 7,04 \frac{KG}{s}$$

Ante estas variables se realizó una búsqueda entre diferentes fabricantes de ventiladores axiales. Después de diferentes comparaciones se eligió uno de los ventiladores de “Chicago Blower ARGENTINA”

Dado que para la elección de estos se necesitan conocer los caudales de aires, debemos tener en cuenta el flujo calculado y la densidad del aire.

$$CAUDAL DE AIRE = \frac{m_{aire}}{\rho_{aire \text{ a } 35^\circ C}} = \frac{7,04 \frac{KG}{s}}{1,15 Kg/m^3}$$

$$CAUDAL DE AIRE = 6,12 \frac{M^3}{s} = 367 \frac{m^3}{min}$$

Dentro de los catálogos del fabricante nos ponemos a seleccionar un ventilador que no solo respete los caudales necesarios, sino que cubran las superficies de contacto del condensador como el absorbedor. Por ello para poder evaluar esta superficie es necesario establecer el área transversal por la cual estarán inscripto ambos intercambiadores.

Siendo que la profundidad del condensador es de X m y tiene un largo de Y m y para el absorbedor contamos con una longitud de X y un ancho de Y m de aletas. Podemos suponer que contamos con un área cuadrada a cubrir de 900mm x 900mm.

Nos dirigimos a las tablas del fabricante donde evaluamos estos ámbitos y seleccionamos el siguiente ventilador,



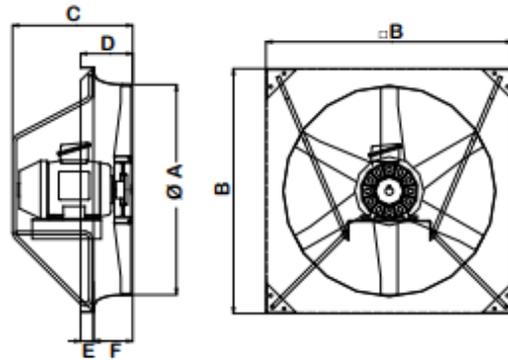
AXP - AXD - AXM

Dimensiones Generales

Axial de Panel

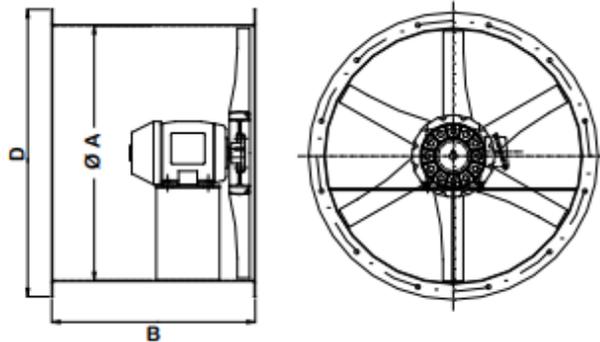
TAMAÑO	SUPERFICIE ORIFICIO (m <sup>2</sup> )	A	B	C*	D	E	F
357	0.100	357	425	291	91	25	66
400	0.126	400	463	291	91	25	66
450	0.159	450	514	291	91	25	66
500	0.196	500	584	349	127	35	66
560	0.247	560	647	349	127	35	92
630	0.312	630	711	349	127	35	92
714	0.400	714	832	414	176	45	131
800	0.503	800	915	414	176	45	131
900	0.636	900	1016	414	176	45	131

\* MEDIDA MÁXIMA (VARIA SEGÚN LA CARCASA DEL MOTOR ELÉCTRICO).



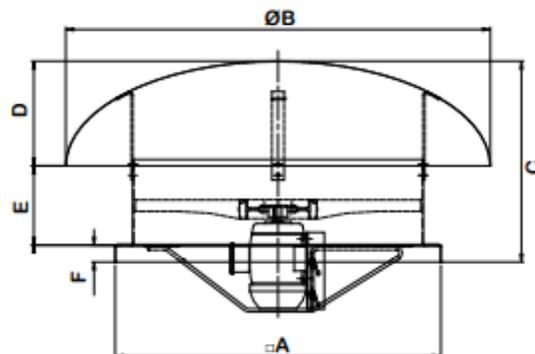
Axial de Conducto

TAMAÑO	SUPERFICIE ORIFICIO (m <sup>2</sup> )	A	B	D
357	0.100	357	400	400
400	0.126	400	400	449
450	0.159	450	400	509
500	0.196	500	500	570
560	0.247	560	500	620
630	0.312	630	500	710
714	0.400	714	600	804
800	0.503	800	600	918
900	0.636	900	600	1020



Axial de Techo

TAMAÑO	SUPERFICIE ORIFICIO (m <sup>2</sup> )	A	B	C	D	E	F
357	0.100	626	776	496	183	275	38
400	0.126	666	776	496	183	275	38
450	0.159	714	776	496	183	275	38
500	0.196	784	1028	601	260	295	46
560	0.247	848	1028	601	260	295	46
630	0.312	912	1028	601	260	295	46
714	0.400	1032	1028	608	260	295	53
800	0.503	1116	1328	693	330	310	53
900	0.636	1220	1328	718	330	335	53



Las medidas son indicativas en mm. y pueden ser modificadas sin previo aviso

1500 RPM		CAUDAL (M <sup>3</sup> /min.) / MODELO DE HELICE									
Tamaño	HP Motor	PRESION ESTÁTICA (mm c.a.)									
		A BOCA LIBRE	5	10	15	20	30	40	50	60	
400	0,25	74 12FA	65 12FA	30 12EE	21 12EE						
450	0,25	95 12EG	75 12EA	51 12DJ	29 12DA						
	0,33	106 12FA	90 12EJ	61 12EI	34 12DI						
	0,5	106 12FA	96 12FA	78 12FA							
500	0,25	107 3EE	80 4DE	51 6CE	26 6CA						
	0,33	114 3EJ	90 4EC	65 6DE	38 9CE						
	0,5	130 4FA	112 6EH	86 9EB	61 12DH	46 12DA					
	0,75	148 9FA	135 9FA	115 12EI	73 12EI	52 12DI					
	1	153 12FA	140 12FA	127 12FA	77 12FA						
560	0,25	126 3DA	85 4CE	56 9BE	29 9BA						
	0,33	141 3EA	105 4DA	79 9CA	42 9BG						
	0,5	156 3EJ	124 4EE	102 9CL	69 12CB	48 12BK					
	0,75	179 4FA	158 6EI	130 9ED	99 12DK	70 12CL					
	1	198 9FA	180 9EL	156 9EK	122 12EG	80 12EE					
630	0,25	138 3CD	94 4BI	59 6BC							
	0,33	155 3CI	113 4CB	81 6BH	46 9BB						
	0,5	181 3DI	146 6CH	115 6CE	83 9BJ	51 12BD					
	0,75	209 4EC	179 6DG	147 9CK	121 9CH	89 12CB					
	1	232 6EE	200 6EB	177 9DI	150 12DB	112 12CK					
	1,5	268 9EK	246 9EJ	221 12EE	194 12EC	150 12EA					
714	0,75	256 3CG	205 3CC	158 3CA	122 4BH	64 4BE					
	1	284 3DB	239 3CK	198 3CJ	160 4CC	128 6BG					
	1,5	332 4DI	298 4DG	260 4DE	227 4DE	189 6CF	108 12BE	66 12BB			
	2	366 4EE	336 4ED	303 4EC	273 6DE	235 6DC	160 12CB	87 12BI			
	3	423 6EJ	398 6EI	371 6EH	341 6EG	307 6EF	247 12DD				
	4	461 9FA	442 9FA	417 9EL	392 9EK	361 9EI	306 12EC				
800	0,75	297 3BL	238 3BI	179 3BG	108 3BF						
	1	339 3CG	285 3CD	221 3CA	162 3BL	107 4BG					
	1,5	394 3DE	345 3DC	292 3DA	230 3CK	190 4CD	106 9BB				
	2	431 3DL	387 3DK	329 3DH	269 3DF	248 4CL	166 9BI	106 12BC			
	3	494 4EF	460 4EE	417 4EC	372 4EB	347 6DD	279 9CI	172 12CB			
	4	537 4FA	518 6EE	480 6EC	447 6EB	410 6EA	337 9DE	252 12CK	112 12CA		
	5,5	609 9EL	583 9EK	556 9EJ	520 9EH	488 9EG	433 12EA	338 12DJ	112 12CA		
900	1	372 3CA	283 3BI	221 3BH	147 3BG						
	1,5	439 3CI	383 3CH	302 3CE	237 3CD	204 6BE					
	2	497 3DD	433 3DB	365 3CL	286 3CJ	259 6BJ	165 9BD				
	3	574 3EA	510 3DK	486 4DG	420 4DE	369 6CI	277 9CA	181 12BH	108 12BD		
	4	620 3EH	606 4ED	558 4EC	488 4DL	439 6DD	360 9CI	251 12CC	152 12BJ		
	5,5	647 3FA	685 6EF	638 6ED	594 6EC	535 6EA	459 9DG	361 12CL	228 12CI	152 12CE	
	7,5	783 6FA	753 6FA	723 6FA	670 6EK	632 9EE	543 9EC	468 12DI	228 12CI	177 12CI	
	10	851 12FA	831 12FA	812 12FA	768 9FA	739 9FA	657 9EL	570 12EF	374 12EE	177 12CI	

900	1	372 3CA	283 3BI	221 3BH	147 3BG					
	1,5	439 3CI	383 3CH	302 3CE	237 3CD	204 6BE				
	2	497 3DD	433 3DB	365 3CL	286 3CJ	259 6BJ	165 9BD			
	3	574 3EA	510 3DK	486 4DG	420 4DE	369 6CI	277 9CA	181 12BH	108 12BD	
	4	620 3EH	606 4ED	558 4EC	488 4DL	439 6DD	360 9CI	251 12CC	152 12BJ	
	5,5	647 3FA	685 6EF	638 6ED	594 6EC	535 6EA	459 9DG	361 12CL	228 12CI	152 12CE
	7,5	783 6FA	753 6FA	723 6FA	670 6EK	632 9EE	543 9EC	468 12DI	228 12CI	177 12CI
	10	851 12FA	831 12FA	812 12FA	768 9FA	739 9FA	657 9EL	570 12EF	374 12EE	177 12CI

El ventilador 3CA de PANEL seleccionado nos dice que presenta un caudal de 372m<sup>3</sup>/h, cubriendo una dimensión de 900 x 900 la cual necesitamos y el caudal calculado.

### 3.5.8. Selección de la bomba

En este apartado se va a determinar la potencia de la bomba necesaria para impulsar la solución, y se seleccionará una bomba comercial. El fluido que debe impulsarse es una disolución de agua y Br-Li.

El fluido a recircular es el BrLi por lo que, al ser altamente corrosivo, la bomba debe tener una carcasa y rotor de acero inoxidable.

La bomba seleccionada para esto es una centrífuga marca Lowara.



*Fig. 3-56 - Bomba centrífuga monoblock inoxidable de una etapa.*

Para la selección de la bomba debemos calcular la pérdida de carga del Absorbedor al Generador con el cálculo de la distancia desde la salida del Abs a la entrada de Recuperador.

Obtenido ese valor, se calcula la pérdida de carga del Generador al Absorbedor donde sí se obtiene los metros columna de agua que debe funcionar la bomba.

Se puede ver en el ANEXO N° 8 – Cálculo pérdida de carga y Selección de la bomba.

### **3.5.9. Sistema de Control**

#### **3.5.9.1 Funcionamiento**

En todo ciclo de refrigeración existen diversas variables internas y externas que provocan una alteración en su funcionamiento. Es por esto, imprescindible el uso de algún sistema que regule la capacidad de refrigeración.

En un principio es necesario indicar el modo de inicio y apagado del equipo, el cual será seleccionado a través de una llave manual/automático. Para lograr este propósito necesitamos contar con algún sistema que asegure un inicio sin faltar en algún funcionamiento del equipo. Por ello se decidió implementar de un tablero con distintas llaves que permitan operar el equipo en ambas alternativas.

Activada la misma ~~se dará~~ energización a los equipos necesarios para el correcto funcionamiento. De los mismos podemos indicar entre los principales la bomba de circulación, la cual trasladara el refrigerante de un sector a otro, la válvula actuada modulante de entrada de agua caliente, que regule el caudal del ingreso de agua caliente al generador y el ventilador de los cuales serán comandados a través de un variador de frecuencia que regule la velocidad de rotación de mismos. A su vez estos serán comandos por una lógica de control por medio de un PLC-

A continuación, se puede visualizar el funcionamiento a través del siguiente esquema P&ID.

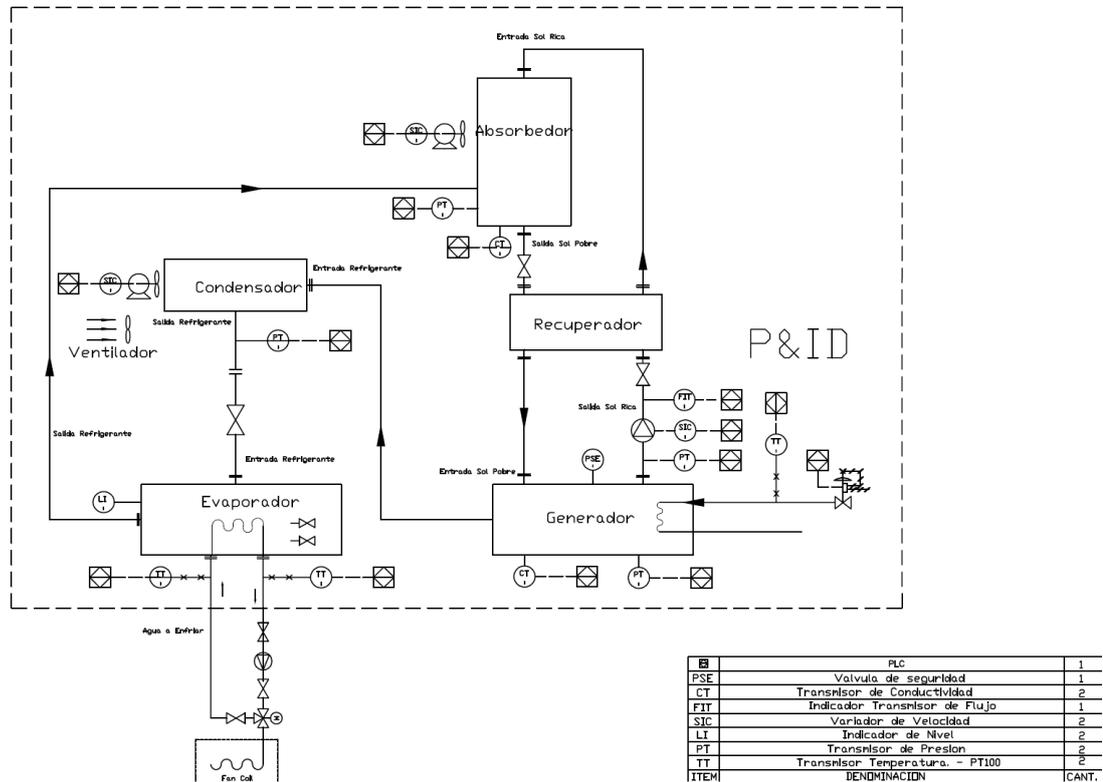


Fig. 3-57 – Representación del P&ID del equipo desarrollado.

La ilustración previamente descrita se plasmará en el apartado de planos eléctricos. Como también en dicho capítulo, se describirá de forma más extensa el conexionado de los equipos de mando y potencia, junto con el diagrama de conexionado del PLC y todos los sensores y variables a controlar para asegurar el correcto funcionamiento.

Una vez explicado el funcionamiento del equipo de refrigeración, es necesario dar detalle de todos estos componentes electromecánicos que dan la capacidad de regulación del equipo. De igual manera, y de forma complementaria, al final del trabajo se anexarán los Datasheets relacionados.

### 3.5.9.2 Componentes Principales.

Dentro de los componentes principales que podemos nombrar para el funcionamiento son los siguientes.

- PLC
- Variadores de Frecuencia
- Válvula Modulante
- Bomba de circulación
- Ventilador
- Sensores (presión, conductímetros, PT100, caudal)
- Válvulas
- Contactores
- Termomagnéticas.

- Seccionador
- Guardamotores.
- Indicadores Leds
- Pulsadores
- Relés
- Cables
- Otros

### **3.5.10. Conexiones y accesorios**

Los intercambiadores que involucran el sistema de refrigeración deberán vincularse a través de diferentes conexiones y cañerías para cumplir su función.

Por ello, es necesario especificar que el Piping entre componentes serán a través de cañerías de acero inoxidable en Ø1”.

El mismo tendrá las siguientes especificaciones:

- Caño sin costura mate (a-312) 304l 33.4 x 2.77 mm (SCH 10s)

Para el caso de los accesorios y acoples necesarios en la vinculación, los mismos serán conexiones de tipo bridada, niples y cuplas de diferentes medidas.

Las conexiones bridadas tendrán una ventaja sobre las roscadas por su facilidad ante el acople y desacople. Las mismas estarán vinculadas por espárragos con tuercas en ambos extremos.

A consecuencia, para estas conexiones bridadas se estandarizo las medidas en todo el sistema de refrigeración diseñado, por lo cual se tomaron las siguientes medidas

- Ø1” SORF Serie 150 AISI 304
- Espárragos en misma calidad de ½” x 4” AISI 304

Existen ciertas válvulas y o elementos que no serán necesarios estar bridadas por lo cual es necesario anexar niples y/o cuplas para su implementación.

Por ello se especificarán las siguientes medidas.

- Media cupla s1 1" 40mm serie 150 rw 304
- Medio niple con costura 304 L 1" x 40 mm
- Medio niple con costura 304l L 1/4" x 40 mm

Todos los componentes de conexionado serán proveídos por FAMIQ la cual se especializa en comercializar en calidad inoxidable.

Otro punto, no menos importante, será indicar que el equipo de refrigeración en sí estará constituido en dos partes. El motivo de esta separación es por la capacidad de ofrecer al cliente la maniobra en la instalación, además de asegurar el traslado a planta por medio de transportes usuales.

Al estar dividido la parte superior e inferior, los elementos que los componen no podrán ser vinculados entre sí. Por ello, el Piping entre dichas partes carecerá de

sentido de elaboración en la fabricación y será el cliente el cual deba realizar dicha conexión.

No obstante, los intercambiadores y componentes que se vinculen dentro de una parte podrán conexionarse desde su fabricación, tal como la parte superior lo hace.

### 3.5.11. Estructura General

Tal como se anticipó en el apartado anterior, el equipo de refrigeración por absorción estará constituido por dos partes.

El primer conjunto estará constituido por el evaporador y generador, dado que los mismos presentan morfologías similares. A este conjunto se le añaden el tablero eléctrico de potencia y control junto con la válvula modulante a regular.

Para el conjunto restante, se encontrarán el absorbedor y el condensador como elementos principales. El motivo de esta disposición estará fundamentado en la necesidad de que ambos equipos puedan refrigerarse para poder cumplir con el funcionamiento del equipo de Absorción. Se le añadirán el intercambiador de placas o recuperador como también elementos secundarios, pero de no menor importancia como bombas, Piping y el ventilador axial.

Para poder darle una versatilidad al cliente en la instalación de ambos conjuntos. Se diseñarán ambos equipos por separado con la opción de poder instalar ambos equipos uno sobre otro o en cercanía.

Se contemplará que la disposición de los intercambiadores de casco y tubo (evaporador y generador) se encuentre en el inferior, dando como lógico al restante en la parte superior del mismo.

Por ello, todos estos componentes irán vinculados a un estructural inferior y superior. Los mismos serán de calidad comercial de la siguiente característica.

Estructural cuadrado de medidas 50 x 50 x 2.5

Estos estructurales irán soldados en diferentes longitudes, de los cuales irán sujetos los diferentes componentes previamente nombrados.

En la siguiente tabla se resumirá la distribución en los estructurales:

*Tabla 3-46 – Distribución de componentes en equipo de absorción*

<b>Estructural Inferior</b>	<b>Estructural Superior</b>
Evaporador	Absorbedor
Generador	Condensador
Tablero eléctrico	Recuperador – Intercambiador de Placa
Válvula de control modulante	Ventilador
Válvulas de Llenado y generación de presión	Válvulas de Laminación
	Bombas
	Piping

### **3.6. Cálculos complementarios**

Para el diseño, a parte de los cálculos térmicos descriptos anteriormente, también son necesarios algunos cálculos complementarios.

En esta sección se desarrollarán estos cálculos.

#### **3.6.1. Cálculo de los bulones de las tapas de los cascos y tubos**

##### **3.6.1.1. Sección y cantidad**

Para poder calcular la cantidad de bulones y la sección de estos que van en las bridas para fijar las tapas lo haremos en base al cálculo que propone Faires (1977), mediante la ecuación:

$$F = \frac{S_y}{15,24} A_{s2}^3$$

*Ecuación 3-30 - Cálculo de la fuerza de tracción que soporta un bulón.*

Dónde:

- F: Fuerza o carga de tracción que soporta cada bulón.
- Sy: Resistencia a la tracción del bulón según material.
- As: área de esfuerzo del bulón.

Para nuestro cálculo, la fuerza o carga total de tracción está dada por la presión del líquido dentro de la tapa y el área de contacto de éste con el líquido. Ésta fuerza de tracción será la que intentará separar la tapa del cuerpo del equipo, y que deberá ser compensada con los bulones de la brida.

Cabe mencionar que se harán los cálculos para el equipo Evaporador ya que presenta el diámetro mayor de cuerpo y tapa, y a modo de simplificación, se usará lo mismo para el caso del Generador.

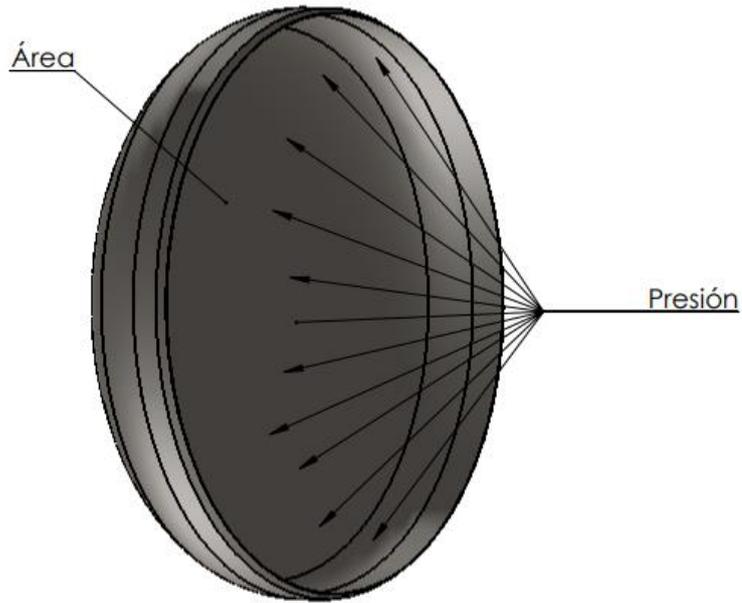


Fig. 3-58 - Fuerza resultante por a la presión de líquido en el área de los casquetes semielíptico

Por lo tanto, para calcular la fuerza debido a la presión del líquido será dada por la ecuación de la definición de presión:

$$P = \frac{F_{total}}{A}$$

Entonces, la fuerza ejercida por el líquido sobre el área de contacto del casquete será:

$$F = P \times A$$

La presión del líquido, en este caso agua a enfriar será impulsada por una bomba, por lo que podemos establecer la presión como  $2 \text{ kg/cm}^2$ . El área del casquete la obtenemos desde el sólido, y será igual a  $3300 \text{ cm}^2$ .

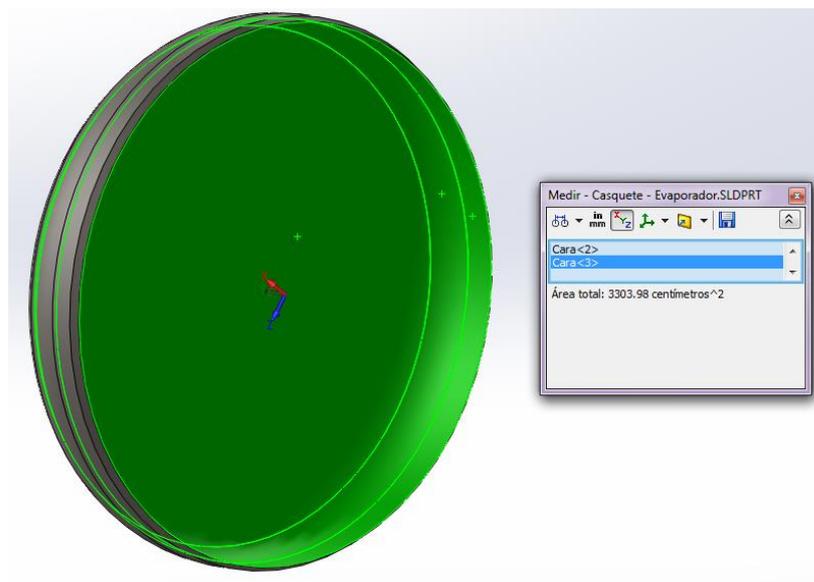


Fig. 3-59 - Cálculo del área interior total del casquete semielíptico.

Entonces, la fuerza ejercida por el líquido y que tratará de separar la tapa del cuerpo del equipo será:

$$F_{total} = 2 \frac{kg}{cm^2} \times 3300 \text{ cm}^2 = 6600 \text{ kg}$$

Retomando la ecuación de Faïres, la resistencia a la tracción depende del material del bulón. Se usarán bulones material SAE y clase 5.5, por lo que tenemos según la tabla siguiente la resistencia a la fluencia "Sy" es 4429 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 3-47 - Resistencia de materiales de los bulones (TAT-7 página 744)

MATERIAL N.º AISI	ESTADO (c)	MÁXIMA RESISTENCIA		RESISTENCIA DE FLUENCIA EN TRACCIÓN S <sub>y</sub>	ALARGA- MIENTO % EN 5,08 cm (2 pulg.)	REDUC- CIÓN ÁREA %	NDB (BHN)	ROCK.	IZOO		MAQUI- NABI- LIDAD (i)	ALGUNOS USOS TÍPICOS OBSERVACIONES			
		S <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup> ksi	S <sub>u</sub> (d) kg/cm <sup>2</sup> ksi						kgm	pie-lb					
Hierro dulce	Laminado simple	3 374(a)48(a)	2 531	36	1 757(a)25(a)	35						50(b) ASTM A85-36, A41-36.			
Acero forjado															
C1010(k)	Estrado en frío	4 710	67	3 515	50	3 867	55	25	57	137		50	Barras, tiras, chapa, placa. Perfiles estrados en frío.		
C1015(k)	Estrado en frío	5 413	77	4 077	58	4 429	63	25	63	170	18,94(j)	137(j)	50	Barras, chapas. Tabla AT 8. Para cementación: tabla AT 11.	
C1020	Laminado simple	4 569	65	3 445	49	3 374	48	36	59	143	8,84		64	Acero estructural; placa, chapa, tira, alambre.	
C1020	Normalizado	4 499	64	3 797*	54*	3 515	50	39	69	131	9,95		72	Calidad de cementación, tabla AT 11.	
C1020	Recocido	4 007	57	3 023	43	2 952	42	36,5	66	111	8,66		80	Aplicaciones generales.	
C1020(k)	Estrado en frío	5 485	78	4 077	58	4 640	66	20	59	156			62	Piezas diversas de máquinas, torzadas en frío; barras.	
C1022	Laminado simple	5 062	72	3 797	54	3 656	52	35	67	149	8,29		60	Aplicaciones generales.	
C1030	Laminado simple	5 624	80	4 218	60	3 586	51	32	56	179	8,88		55	Piezas de maquinaria, Tabla AT 8.	
C1035	Laminado simple	5 976	85	4 499	64	3 867	55	29	58	190	6,22		45	Piezas de máquinas. Pueden ser tratadas térmicamente. Tabla AT 9.	
C1045	Laminado simple	6 749	96	5 062	72	4 148	59	22	45	215	8,96		41	Ejes grandes.	
C1095	Normalizado	9 913	141	7 381	105	5 624	80	8	16	285	0,41		3	Herramientas, muelles. Usualmente, tratadas térmicamente. Tabla AT 9.	
B1113(k)	Acabado en frío	5 835	83	4 359	62	5 062	72	14	40	170			87	Mecanizado fácil; alto contenido de azufre.	
B1113	Laminado simple	4 921	70			3 163	45	25	40	138			87	Mecanizado fácil; alto contenido de azufre.	
C1118	Laminado simple	5 273	75	3 937	56	3 234	46	32	70	149	11,06		80	Mecanizado fácil; ordinariamente sin soldadura. Cementación, tabla AT 11.	
C1118(k)	Estrado en frío	5 624	80	4 218	60	5 273	75	16	57	180	15,20(j)	110(j)	85	Tabla AT 8 para C1117.	
C1144	OQT 1000 (538° C)	8 296	118	6 187	88	5 835	83	19	46	235	C22	4,97	36	65(b) Mecanizado fácil. Alto contenido de azufre. Tablas AT 8 y AT 9 para C1137.	
1340	OQT 1200 (649° C)	7 945	113	5 905	84	6 468	92	21	61	229	C31	13,13	95	45(g) (1,75 % Mn). Acero al manganeso.	
13B45	OQT 800 (427° C)	13 147	187	9 843	140	12 303	175	16	36		C42			1345 con boro para mejorar la templabilidad.	
2317(e)	OQT 1000 (538° C)	7 451	106	5 554	79	4 991	71	27	72	220	B97	11,75	85	55(h) (3 ½ % Ni). Engranajes, forros (camisas) de bomba, etc.	
2340(e)	OQT 1000 (538° C)	9 632	137	7 241	103	8 437	120	22	60	285	C30	6,91	50	31	(3 ½ % Ni). Engranajes, etc.
3130	OQT 1000 (538° C)	10 616	151	7 945	113	9 140	130	16	54	300	C32	6,36	46	65(b)	(1,25 % Ni, 0,8 % Cr). Engranajes, pernos, ejes, etc.
3250(e)	QT 1000 (538° C)	11 670	166	8 577	122	10 264	146	16	52	340	C36,5	4,14	30	55(b)	(1,85 % Ni, 1,05 % Cr). Engranajes, etc.
4063	OQT 1000 (538° C)	12 655	180	9 491	135	11 249	160	14	43	375	C40	8,15	59		(0,25 % Mo). Ejes, barras, etc.
4130	WQT 1100 (593° C)	8 929	127	6 679	95	8 015	114	18	62	260	C25	11,75	85	65(b)	0,95 % Cr, 0,20 % Mo). Ejes, piezas forjadas, pasadores, tubos para aviación.
4130(e)	Estrado en frío	8 577	122	6 398	91	7 381	105	16	45	248			41	45(g)	(1,85 % Ni, 0,8 % Cr, 0,25 % Mo). Aplicaciones generales. Figura AF 3.
4340(e)	Estrado en frío	8 577	122	6 398	91	7 381	105	15	45	248	C33	5,66	41	55(b)	(1,85 % Ni, 0,25 % Mo).
4640(e)	OQT 1000 (538° C)	10 686	152	7 311	104	9 140	130	19	56	310	C32			60(b)	(0,80 % Cr). Engranajes, ejes, pasadores, etc.
5140(e)	OQT 1000 (538° C)	10 546	150	7 945	113	8 999	128	19	55	300				60(g)	
5140(e)	Estrado en frío	7 381	105	5 554	79	6 187	88	18	52	212					(0,55 % Ni, 0,5 % Cr, 0,2 % Mo). Tabla AT 9.
8630	Estrado en frío 10 %	8 085	115	6 046	86	7 030	100	22	53	222	C35	4,97	36	60(b)	(0,55 % Ni, 0,50 % Cr, 0,20 % Mo).
8640	OQT 1000 (538° C)	11 249	160	8 437	120	10 546	150	16	55	330	C46	2,62	19	50(b)	(0,55 % Ni, 0,50 % Cr, 0,25 % Mo). Herramientas, engranajes, pernos.
8760	OQT 800 (427° C)	15 468	220	11 600	165	14 068	200	12	43	429	C36	0,96	7	45(b)	(2,00 % Si, 0,82 % Mn). Muelles, cinceles, herramientas.
9255	OQT 1000 (538° C)	12 655	180	9 491	135	11 249	160	15	32	352	C33	10,09	73	60(b)	(0,45 % Ni, 0,4 % Cr, 0,11 % Mo).
9440	OQT 1000 (538° C)	10 686	152	7 311	104	9 491	135	18	61	311	C37	6,91	50	50(b)	(1 % Ni, 0,8 % Mn, 0,8 % Cr, 0,25 % Mo). Servicio pesado; aplicaciones

Según Faïres, "... la separación o paso P de los bulones debe ser  $P \leq 7 D$  para presiones de fluidos menores a 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, siendo D el diámetro del bulón". De esta forma, se determinará una cantidad de bulones igual a 16. Luego se verificará esta relación.

Por lo tanto, la fuerza total debido a la presión del líquido se dividirá por 16 en cada bulón, siendo la fuerza F en cada bulón:

$$F = \frac{F_{total}}{16} = 412,5 \text{ kg}$$

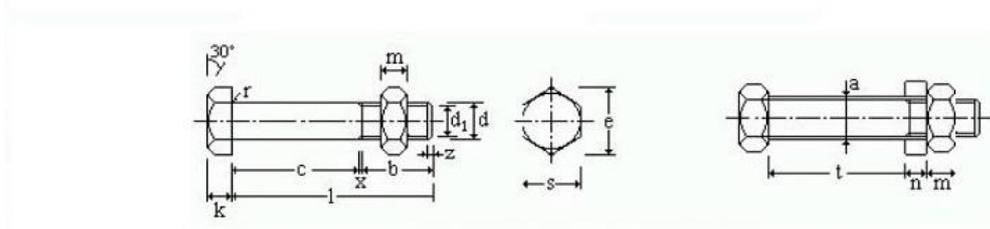
La sección de cada uno de los bulones sometido a esta fuerza será:

$$A_s = \left( F \frac{15,24}{S_y} \right)^{2/3}$$

$$A_s = \left( 412,5 \text{ kg} \frac{15,24}{4429 \frac{kg}{cm^2}} \right)^{2/3} = 1,26 \text{ cm}^2$$

Es decir, la sección requerida por cada bulón es de 1,26 cm<sup>2</sup> o 126 mm<sup>2</sup>. Por tabla seleccionaremos el diámetro de bulón próximo a la sección calculada.

Tabla 3-48 - Tabla de secciones de tornillos según el diámetro.



Tornillo tipo	Vástago					Cabeza				Diámetro del agujero a mm	Area neta del núcleo An cm <sup>2</sup>	Area resistente Ar cm <sup>2</sup>
	Diámetro de la caña d mm	Diámetro interior d <sub>1</sub> mm	Longitud roscada b mm	Longitud de la salida x mm	Longitud del chaflán z mm	Espesor k mm	Medida entre caras s mm	Medida entre aristas e mm	Radio del acuerdo r mm			
T 10	10	8.160	17.5	2.5	1.7	7	17	19.6	0.5	11	0.523	0.580
T 12	12	9.853	19.5	2.5	2.0	8	19	21.9	1.0	13	0.762	0.843
T 16	16	13.546	23.0	3.0	2.5	10	24	27.7	1.0	17	1.440	1.570
T 20	20	16.933	25.0	4.0	3.0	13	30	34.6	1.0	21	2.250	2.750
(T 22)	22	18.933	28.0	4.0	3.3	14	32	36.9	1.0	23	2.820	3.030
T 24	24	20.319	29.5	4.5	4.0	15	36	41.6	1.0	25	3.240	3.530
(T 27)	27	23.319	32.5	4.5	4.0	17	41	47.3	1.0	28	4.270	4.560
T 30	30	25.706	35.0	5.0	5.0	19	46	53.1	1.0	31	5.190	5.610
(T 33)	33	28.706	38.0	5.0	5.0	21	50	57.7	1.0	34	6.470	6.940
T 36	36	31.093	40.0	6.0	6.0	23	55	63.5	1.0	37	7.590	8.170

Se recomienda no utilizar los tornillos cuyo tipo figura entre paréntesis.

Se seleccionan bulones métricos M16 x 2, por cantidad 16 en total en la brida de la tapa del casquete.

Para verificar la cantidad, recordando lo establecido por Faires:

$$P \leq 7 D = 7 \times 16 \text{ mm} = 112 \text{ mm}$$

La brida donde irán alojados los bulones tiene 360°. La distancia entre centros de bulones estará separada por 22,5°, que en longitud de arco será:

$$L = \theta R$$

Dónde:

- $\theta$ : grados en radianes, dónde 22,5° equivale a 0,39 radianes.
- R: radio del diámetro del centro de los bulones. En nuestro caso, el radio es 284 mm.

Por lo que:

$$L = 0,39 \times 284 \text{ mm} = 111,52 \text{ mm}$$

Es decir, el paso o la separación entre bulones establecido por Faires y el real de nuestro caso son prácticamente igual, por lo que verifica nuestro caso.

### 3.6.1.2. Cálculo de la precarga

La precarga es la fuerza necesaria que se le debe dar a cada tornillo para apretar la junta que permitirá la estanqueidad de la tapa del intercambiador.

Faires (1977) establece que la precarga inicial  $F_i$  se calcula como:

$$F_i = \frac{\sigma_e \times A_e}{N}$$

Ecuación 3-31 - Cálculo de la precarga inicial para ajuste de bulones.

Dónde:

- $\sigma_e$  es la tensión de la empaquetadura o junta, en nuestro caso la cuerda buna de nitrilico de Ø10 mm. La tensión de este material es similar al caucho, por lo que se tomará 10 kg/cm<sup>2</sup>.
- Área de empaquetadura. Para nuestro caso, es el alojamiento de la cuerda buna que se puede obtener desde el sólido 3D:

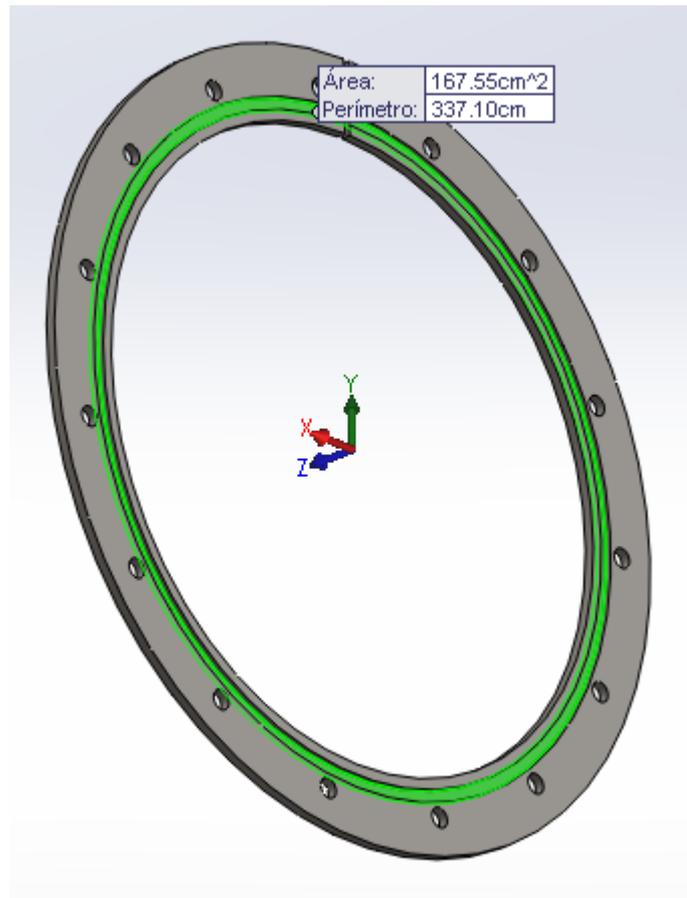


Fig. 3-60 - Cálculo del área de la brida de la tapa del casco y tubo.

- N: cantidad de bulones, igual a 16.

Por lo tanto,

$$F_i = \frac{10 \frac{kg}{cm^2} \times 167,5 \text{ cm}^2}{16} = 104,68 \text{ kg}$$

### 3.6.2. Cálculo del cáncamo de elevación de estructuras

El equipo completo pesa cerca de 2.000 kg. Se colocarán 4 cáncamos de elevación en las esquinas. Esta distribución hará que el peso del equipo se divida en cada cáncamo en la cuarta parte.

El cáncamo será solicitado a tracción por el peso del equipo, que será en cada una de 500 kg. Tomando un coeficiente de seguridad igual a 2 tendremos que la carga en cada oreja será de 1000 kg.

El cálculo de tracción está dado por la ecuación (Fliess, 1974):

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

*Ecuación 3-32 - Cálculo de la tensión de trabajo de un material solicitado a tracción.*

Dónde:

$\sigma$ : tensión admisible en kg/cm<sup>2</sup>. En el caso del acero SAE 1010, la tensión es 1400 kg/cm<sup>2</sup> (Fliess, 1974).

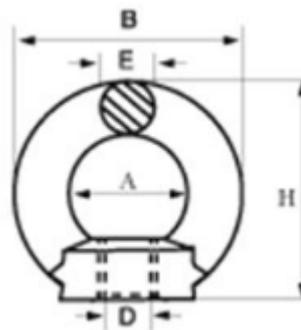
F: fuerza que solicita al elemento en kg.

A: sección del elemento en cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto, la sección será:

$$A = \frac{F}{\sigma} = \frac{1000 \text{ kg}}{1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Debido a que la sección de un cáncamo que resiste a la tracción es el diámetro del alambre "D", el mismo debe ser mayor o igual a 0,95 cm o 9,5 mm.



*Fig. 3-61 - Dimensiones generales de un cáncamo tipo hembra.*

En la siguiente tabla se puede observar las dimensiones de los diferentes cáncamos tipo hembra comerciales:

Tabla 3-49 - Cáncamos comerciales y sus dimensiones geométricas.

D	A	B	H	E
	m/m	m/m	m/m	m/m
M-6	20	36	36	8
M-8	20	36	36	8
M-10	25	45	45	10
M-12	30	54	53	12
M-14	30	54	53	12
M-16	35	63	62	14
M-18	35	63	62	14
M-20	40	72	71	16
M-22	40	72	71	16
M-24	50	90	90	20

Se selecciona según los cálculos anteriores un cáncamo comercial M10. Es decir, el conjunto cáncamo hembra con bulón M10.

### 3.6.3. Volúmenes de líquido de los intercambiadores

#### 3.6.3.1. Intercambiadores casco y tubos

Este tipo de intercambiadores fueron diseñados para que, en el interior del cuerpo del casco, quede un pulmón para permitirle al fluido poder evaporarse, mientras que el haz de tubos debe estar sumergido para tener un intercambio de calor eficiente.

Repasando, en el generador se tiene Bromuro de Litio diluido del cual quiere separarse refrigerante y concentrar la solución en la parte inferior.

Por la disposición de los tubos vista en la sección 3.5.2 en el diseño constructivo del generador, tenemos el siguiente volumen dentro del cuerpo del casco:



Fig. 3-62- Dimensiones geométricas del cuerpo del casco del generador.

Con el programa de diseño CAD se puede obtener el volumen de éste, que en el caso del generador es de 101.911,65 cm<sup>3</sup>, es decir 102 litros.

La solución de bromuro de litio en el generador al inicio del ciclo debe tener el 63% de concentración estará formada por:

- 37% de agua tratada, siendo aproximadamente 38 litros.

- 63% de bromuro de litio en polvo, donde:

Densidad del BrLi: 1,71 kg/cm<sup>3</sup>

Siendo 63% un volumen de 64 litros, dado la densidad de este y que el Bromuro de Litio es un polvo, se necesitarán 109,5 kg.

En el caso del evaporador, en este intercambiador tenemos solamente la condensación de lo que se evapora en el generador, que es agua separada del Bromuro de Litio. Por lo tanto, al inicio del ciclo este equipo deberá tener el haz de tubos sumergido en agua.

Por la disposición de los tubos vista en la sección 3.5.1 en el diseño constructivo del evaporador, tenemos el siguiente volumen dentro del cuerpo del casco:

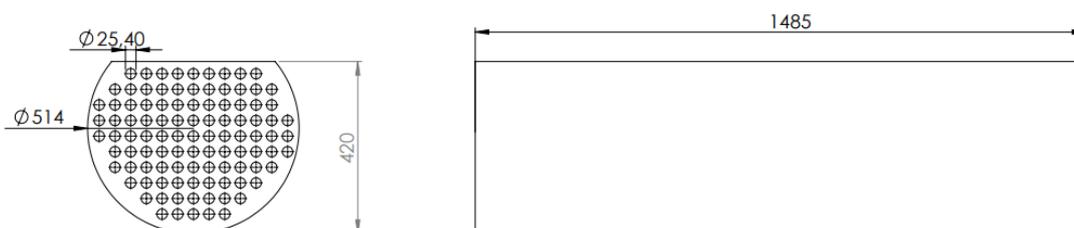


Fig. 3-63 - Dimensiones geométricas del cuerpo del casco del evaporador.

Con el programa de diseño CAD se puede obtener el volumen de éste, que en el caso del generador es de 192.797 cm<sup>3</sup>, es decir 193 litros de agua aproximadamente.

### 3.6.3.2. Intercambiadores refrigerados por aire

Para poder evaluar el volumen del refrigerante necesario en estos intercambiadores, es necesario comprender que cierta masa estará en estado líquido y otra en estado gaseoso. Por ende, la misma masa líquida supondrá una masa significativamente mayor a lo que es la masa vapor; de lo cual a fines prácticos esta masa vapor se despreciará.

En el caso del condensador, necesitamos establecer cuál será la masa en estado líquido por la cual sufrirá el subenfriamiento. Por lo tanto, se estimará una masa líquida del 40% de la longitud total del serpentín, adicionando la longitud aproximada entre las cañerías del condensador y el evaporador.

Recordando que la longitud total del serpentín son 22,5 metros, el 40% de este representará una longitud aproximada de 9.000mm y suponiendo una longitud cautiva de cañería de 8 metros, la ecuación del volumen del condensador quedará de la siguiente manera.

$$V = \frac{\pi \times (1,6\text{cm})^2}{4} \times 900\text{cm} + \frac{\pi \times (2,786\text{cm})^2}{4} \times 800\text{cm} = 6.686 \text{ cm}^2$$

Ecuación 3-33 - Volumen de refrigerante en el condensador

Por lo tanto, el volumen de líquido en el condensador será aproximadamente de 7 lts.

Por el lado del absorbedor, debemos considerar el volumen de la parte superior e inferior, que funcionará de reservorio en esta disolución. Como es el caso del

condensador deberemos de considerar una longitud aproximada de las cañerías hacia el generador.

De esta forma la cantidad de volumen aproximada que involucra el absorbedor vendrá de la siguiente formula.

$$V = \frac{\pi \times (55\text{cm})^2}{4} \times 6,5 \text{ cm} + \frac{\pi \times (2.786\text{cm})^2}{4} \times 1000\text{cm} = 36.963 \text{ cm}^2$$

*Ecuación 3-34 - Volumen de refrigerante en el condensador*

Dicho esto, el volumen involucrado será aproximadamente de 37 lts.

### **3.7. Cálculos de la soldadura**

En el diseño de los intercambiadores que conforman el equipo de refrigeración por absorción, es necesario comprender que los mismos deberán estar sometidos a soldaduras para lograr su estructura final.

Dado que los recipientes a presión fueron calculados bajo normas ASME VIII, el cálculo de las soldaduras estará directamente relacionado por el tipo de penetración en dicho proceso.

En este caso, todas las soldaduras efectuadas serán con penetración completa. De esta forma, la norma establece que, si la soldadura es realizada con penetración total y a través de un material de aporte de mayor resistencia que el material base, serán innecesarios dichos cálculos. Este mismo enunciado puede justificarse al demostrar que si se asegura el continuo del equipo o conexión de forma total, incluyendo un material de mayor resistencia no serán necesarios los cálculos de soldadura.

No obstante, todo el estructural por el cual alberga el equipo de refrigeración, no constituye parte de los equipos bajo normas ASME. Por ello será necesario calcular los espesores de soldaduras que se deberán efectuar para cumplir con la resistencia de dichas estructuras.

Para los casos del estructural inferior y superior debido, a la disposición de las estructuras, será necesario proceder a un tipo de soldadura por filete, del cual se determinará, el ancho mínimo de soldadura en esta unión. A continuación, se anticipará una breve figura de la ubicación de la soldadura junto con las fuerzas intervinientes para el cálculo en cuestión.

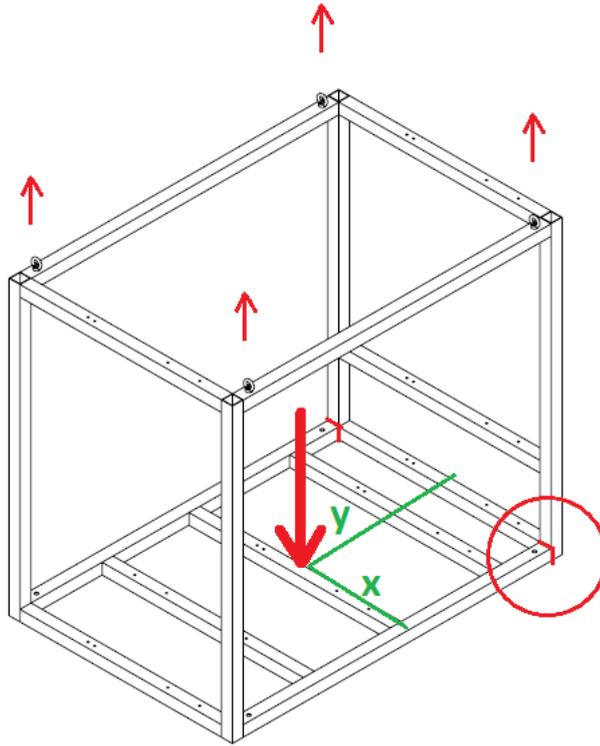


Fig. 3-64- Distribución de fuerzas y soldaduras en el estructural superior.

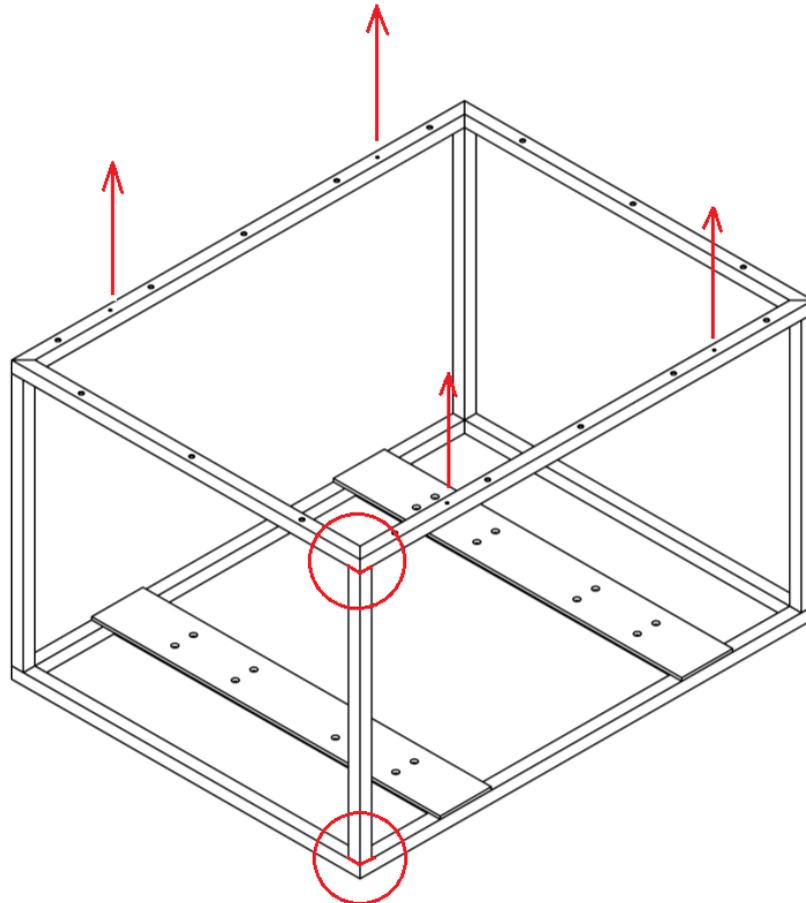


Fig. 3-65 - Distribución de fuerzas y soldaduras en el estructural inferior.

A modo de asegurar un mismo espesor o ancho de soldadura del conjunto estructural superior se realizarán las siguientes consideraciones en base a una situación desfavorable.

- El baricentro del equipo coincidirá con el centro geométrico observado desde la parte superior. Por el mismo baricentro coincidirá la dirección la fuerza del peso total del conjunto. De esta forma los valores de X e Y serán máximos dando como consecuencia mayores momentos en la soldadura
- A modo de conservar un margen de seguridad, se contemplará que la fuerza total del equipo se repartirá en las cuatro líneas de soldadura similares (observar círculo rojo). Por lo cual no se contemplará la rigidización extra obtenida por los estructurales perpendiculares a este.

Dicho esto, se procederá al cálculo de soldadura.

### Estructural superior

Al estar la fuerza desplazada en X y en Y se originarán tensiones normales  $\sigma$  y tensiones tangenciales  $\Phi$  por lo cual se calcularán de la siguiente manera.

$$\sigma = \frac{Mf}{Wx} = \frac{P x y}{Zw x w}$$

*Ecuación 3-35 – Tensiones normales en la sección de soldadura*

$$\Phi = \frac{Mt}{Wp} = \frac{P x x}{Jw x w}$$

*Ecuación 3-36 – Tensiones tangenciales en la sección de soldadura*

Donde:

- $P = \text{Fuerza sobre Soldadura} = \text{Peso total} = \frac{462 \text{ Kg}}{4} = 115,5 \text{ kg}$
- $X_{max} = \text{Distancia máxima (Torsion)} = 45,8 \text{ cm}$
- $Y_{max} = \text{Distancia máxima (Flexion)} = 70 \text{ cm}$
- $Mf = \text{Momento flector}$
- $Mt = \text{Momento torsor}$
- $Wx =$   
*Mod. resis. a la seccion de la soldadura considerada como linea*
- $Wp =$   
*Mod. resis a la seccion de la sold, considerada como linea polar*
- $w = \text{Ancho de soldadura}$

Para cálculos de espesores de soldadura, de acuerdo con la bibliografía de consulta Schaum, si tenemos en cuenta que el cordón de soldadura estará representado por un rectángulo o cuadrado podemos expresar lo siguiente:

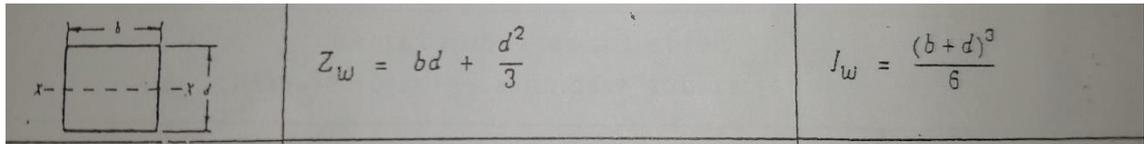


Fig. 3-66 – Propiedades de una soldadura considerada como una línea - Schaum

Por lo que para un estructural de 50 mm x 50mm indicamos:

$$Z_w = \text{Modulo en funcion al ancho de soldadura} = b \cdot d + \frac{d^2}{3} =$$

$$Z_w = 5\text{cm} \times 5\text{cm} + \frac{(5\text{cm})^2}{3} = 33.33\text{cm}^2$$

$$J_w = \text{Modulo en funcion al ancho de soldadura polar} = \frac{(d + b)^3}{6}$$

$$J_w = \frac{(5\text{cm} + 5\text{cm})^3}{6} = 166,66\text{cm}^2$$

Obtenidos los valores, se procede a calcular las tensiones.

$$\sigma = \frac{Mf}{Wx} = \frac{P \times y}{Z_w \times w} = \frac{115,5\text{kg} \times 70\text{cm}}{33.33\text{cm}^2 \times w \text{ cm}} = \frac{245,26 \text{ kg}}{w \text{ cm}^2}$$

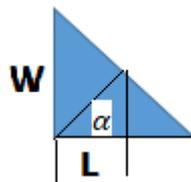
$$\Phi = \frac{Mt}{Wp} = \frac{P \times x}{J_w \times w} = \frac{115,5\text{kg} \times 45,8\text{cm}}{166,66\text{cm}^2 \times w \text{ cm}} = \frac{36,35 \text{ kg}}{w \text{ cm}^2}$$

Una vez determinadas las tensiones en función del ancho de soldadura se procede a determinar la carga máxima permisible y cuantificar el ancho de soldadura. Por lo tanto, la tensión compuesta o calculada será determinada por:

$$T_{\text{calc}} = \text{Carga maxima Permisible por cm de soldadura}$$

$$T_{\text{calc}} = (\sigma^2 + \Phi^2)^{0,5} = \frac{245,26 \text{ kg}}{w \text{ cm}^2}$$

Siendo el filete de soldadura:



$$L = W \times \text{Cos } \alpha$$

$$A = L \times 1\text{cm} = 0,707 w$$

Tomando que la carga permisible T según Pezzano (1992), para un material de calidad comercial será igual a:

$$T = 950 \text{ Kg/cm}^2$$

Y determinando:

$$w = 1 \Rightarrow P = T \times A$$

$$w = \frac{T_{calc}}{T \times A} = \frac{246,26 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{950 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0,707 \text{ cm}} = 0,36 \text{ cm} \Rightarrow 4 \text{ mm}$$

Por lo tanto, para asegurar un filete de soldadura que resista al esfuerzo en el izaje, maniobra y posicionamiento del estructural superior los mismos serán soldados con un filete no menor a 4mm de ancho.

### Estructural inferior

Dada la ecuación 3-36/37, y considerando que las distancias de la soldadura a calcular son:

- $X_{max} = \text{Distancia máxima (Torsion)} = 44,7 \text{ cm}$
- $Y_{max} = \text{Distancia máxima (Flexion)} = 70,4 \text{ cm}$

Y que el peso del equipo estructural inferior es de 950 kg:

$$P = \text{Fuerza sobre Soldadura} = \text{Peso total} = \frac{950 \text{ kg}}{4} = 237,5 \text{ kg}$$

Por lo tanto, las tensiones serán:

$$\sigma = \frac{Mf}{Wx} = \frac{P \times y}{Zw \times w} = \frac{237,5 \text{ kg} \times 70,4 \text{ cm}}{33,33 \text{ cm}^2 \times w \text{ cm}} = \frac{501,65 \text{ kg}}{w \text{ cm}^2}$$

$$\Phi = \frac{Mt}{Wp} = \frac{P \times x}{Jw \times w} = \frac{237,5 \text{ kg} \times 44,7 \text{ cm}}{166,66 \text{ cm}^2 \times w \text{ cm}} = \frac{63,7 \text{ kg}}{w \text{ cm}^2}$$

Entonces, la carga máxima permisible:

$$T_{calc} = (\sigma^2 + \Phi^2)^{0,5} = \frac{501,6 \text{ kg}}{w \text{ cm}^2}$$

Es decir que la garganta de soldadura es:

$$w = \frac{T_{calc}}{T \times A} = \frac{501,6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{950 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0,707 \text{ cm}} = 0,75 \text{ cm} \Rightarrow 8 \text{ mm}$$

Por lo tanto, para asegurar un filete de soldadura que resista al esfuerzo en el izaje, maniobra y posicionamiento del estructural superior los mismos serán soldados con un filete no menor a 8mm de ancho.

A efectos complementarios en la elaboración de las soldaduras, las mismas se registrarán de distintos procedimientos que darán a conocer los materiales, formas de trabajo y elementos que puedan garantizar la calidad de estas. Por ello a continuación se

realizará una breve explicación del contenido de estos procedimientos, comúnmente conocidos como WPS – Welding Procedure Specification)

### **3.7.1. Procedimiento de soldadura**

Los procedimientos de soldadura, denominados en inglés Welding Procedure Specification (WPS) contienen variables esenciales y no esenciales que involucran la soldadura, que se plasman a continuación.

Para esto es necesario la participación del inspector de soldadura, supervisor de soldadura y en última instancia, pero no en menor grado, al soldador.

Una vez que contemos con el equipo humano se procede a la selección de materiales dependiendo de la norma exigible para proceder enseguida con la calificación del procedimiento de soldadura (PQR)

Dentro de los beneficios logrados en la elaboración de un WPS podemos decir:

- Disminución del riesgo por medio de procedimientos de soldadura acertados
- Mantener las dimensiones controlando la distorsión y reducir las tensiones residuales y localizadas
- Cumplimiento de exigencias legales y de gobiernos locales
- Reducción de costos en posibles reprocesos por malos procedimientos de soldadura.
- Aumento de imagen de favorabilidad hacia su empresa por su apropiado sistema de gestión en la calidad.

Dentro de las variables que se encuentran en la Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS) podemos nombrar:

- Uniones
- Metal base.
- Metales de Aporte.
- Posición.
- Pre calentamiento.
- Tratamiento térmico después de soldar.
- Gas (Atmosfera de protección).
- Características eléctricas.
- Se anota la corriente de soldadura y si es alterna (ca) o directa (cd).
- Técnica.
- Registro de clasificación de procedimientos

Para la calificación de procedimientos de soldaduras se ofrecen los siguientes servicios:

- Pruebas de tensión
- Ensayos de doblez
- Inspección visual
- Radiografía
- Partículas magnéticas

- Ultrasonido
- Ensayos de dureza
- Pruebas de doblez
- Identificación positiva de materiales (PMI)
- Macroataque

### **3.7.2. Calificación de procedimientos de soldadura**

Los procedimientos de soldadura, denominados en inglés como Procedure Qualification Records (PQR) deben estar respaldado por pruebas verificables, y a su vez estas se deben registrar con los factores esenciales y relevantes en el proceso. Aquellos factores que deben registrarse y, si se alteran de cualquier modo, el procedimiento debe volverse a probar y a recalificar con personal altamente calificado para desarrollar WPS según códigos como ASME, API Y AWS.

Los tres códigos más utilizados amparan las calderas y recipientes a presión, puentes y edificios y la soldadura de tuberías de conducción a campo travesía.

#### **Calderas y recipientes a presión según ASME sección IX**

Este código afirma lo siguiente a la responsabilidad: “cada fabricante o contratista es responsable de las soldaduras ejecutadas por su organización y debe llevar a cabo las pruebas para calificar los procedimientos de soldadura que use en la construcción de las partes soldadas fabricadas según este código, y el desempeño de los soldadores y operadores, así como quienes apliquen estos procedimientos de soldadura y calificación de la aptitud de los soldadores y operadores, o quienes apliquen estos procedimientos”

Se deberá llevar una trazabilidad de los resultados por medio de registros obtenidos del WPS y su respectivo PQR que a su vez servirá como criterio para que los operarios realicen una correcta práctica de soldadura.

Hay tres tipos de variables esenciales para las especificaciones WPS.

- Las “variables esenciales” son aquellas en las que un cambio se considera que afecta las propiedades mecánicas de la unión soldada o de la construcción soldada.
- Las “variables esenciales suplementarias” son necesarias para metales en los que hay que hacer prueba de impacto.
- Las “variables no esenciales” son aquellas en las cuales un cambio puede efectuarse en el WPS sin recalificación.

#### **Soldadura Estructural según AWS D1.1**

No son tan complicados los requisitos del código estructural de la AWS D1.1 como los del código ASME Sección IX de recipientes a presión. Sin embargo “cada fabricante o contratista debe efectuarse de las pruebas necesarias de acuerdo con este código para calificar los procedimientos de soldadura.

La AWS permite el uso de procedimientos precalificados de soldadura los cuales se deben apegar en todos sus aspectos al código.

Por “precalificada” la AWS entiende que puede estar exenta de pruebas o calificaciones siempre que se apeguen en todos sus aspectos a los requisitos aplicables del código.

### **Tuberías a Campo Traviesa según API 1104**

La norma API 1104 para soldar tuberías e instalaciones relacionadas pide la calificación de procedimiento y de soldador. La especificación del procedimiento incluye el proceso, el material del metal base, el tamaño del tubo, su diámetro y el espesor de pared, los detalles de unión, el tipo de metal base, el tamaño del tubo, su diámetro y el espesor de su pared, los detalles de la unión, el tipo de metal de aporte, tamaño y número de pasos y las características eléctricas empleadas. Para soldadura, la posición para soldar, el tipo de fundente, etc.

#### **3.7.3. Calificación de soldadores (PQR)**

La destreza o aptitud que tenga el soldador es de fundamental relevancia a la hora de completar y conseguir con éxito un procedimiento de soldadura, para esto es necesario que el operario demuestre sus capacidades realizando soldadura específicas según API, ASME o AWS exijan

El soldador que prepara los especímenes del registro de calificación de procedimientos que pasan los requisitos del código está calificado personalmente dentro de sus variables de calificación. Todos los demás soldadores y trabajadores están calificados mediante pruebas específicas de soldadura, que están diseñadas para determinar su capacidad para ejecutar las soldaduras pedidas en el WPS y que se emplean en el trabajo.

El registro de las pruebas de calificación del trabajador o soldador debe incluir las variables esenciales, el tipo de prueba y los resultados de ella, así como la calificación para cada trabajador o soldador. A cada soldador y trabajador se le asigna un número, letra o símbolo, con el fin de identificar el trabajo de cada persona conocido como “estampe”.

#### **3.7.4. Calidad de soldadura en equipo de refrigeración**

Dado que nuestro equipo de absorción y las memorias de cálculo realizadas tomaron como norma orientativa la norma ASME VIII, se anexarán en el documento los WPS y PQR para las soldaduras a realizar.

Las mismas podrán observarse en las cotas de soldadura en los planos realizados como los denominados F07 para las soldaduras en estructurales de calidad comercial y los FI03 para las soldaduras en calidad inoxidable.

### **3.8. Referencia bibliográfica**

- Fliess, Enrique. “Estabilidad Tomos I y II”. Editorial Kapelusz, Buenos Aires, 1974.
- Cosme, Héctor. “Elementos De Máquinas; Métodos Modernos de Cálculo y Diseño”. Ediciones Marymar, Buenos Aires, 1977.

- Casillas, A. L. “Máquinas: cálculos de taller”. Editorial Casillas, 2009.
- Faires, V. M. “Diseño de Elementos de Máquinas”. Editorial Montaner y Simon SRL, Barcelona, 1977.
- Stoever, H. K. “Transmisión del calor y sus aplicaciones”. Buenos Aires, Sudamérica, 1991.
- Pezzano P. A.. “Tecnología mecánica”. Buenos Aires. Editorial Alzina 1992.
- Zamaro, L. T. “Técnica de las Instalaciones Frigoríficas Industriales”. Ediciones Melior, 1973.
- Kern, D. Q. “Procesos de transferencia de calor”. Editorial Continental, 2004.
- de Vega, M., Almendros-Ibañez, J. A., Ruiz, G. (2006). Performance of a LiBr–water absorption chiller operating with plate heat exchangers. *Revista Elsevier*.
- Shin, Y., Seo, J. A., Cho, H. W., Nam, S. C., Jeong, J. H. (2008). Simulation of dynamics and control of a double-effect LiBr–H<sub>2</sub>O absorption chiller. *Revista Elsevier*
- Kim, B., Park, J. (2006). Dynamic simulation of a single-effect ammonia-water absorption chiller. *Revista Elsevier*
- Fernández-Seara, J., Vales, A., Vázquez, M. (1997). Heat recovery system to power an onboard NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O absorption refrigeration plant in trawler chiller fishing vessels. *Revista Pergamon*.
- Flamensbeck, M., Summerer, F., Riesch, P., Ziegler, F., Alefeld, G. (1997). A cost effective absorption chiller with plate heat exchanges using water and hydroxides. *Revista Pergamon*.
- Kohlenbach, P., Ziegler, F. (2007). A dynamic simulation model for transient absorption chiller performance. Part I: The model. *Revista Elsevier*.
- Kohlenbach, P., Ziegler, F. (2007). A dynamic simulation model for transient absorption chiller performance. Part II: Numerical results and experimental verification. *Revista Elsevier*.
- Sun, J., Zhang, S. (2012). A review of working fluids of absorption cycles. *Revista Elsevier*.
- Xu, G. P., Dai, Y. Q. (1996). Theroetical analysis and optimization of a double-effect parallel-flow-type absorption chiller. *Revista Pergamon*.
- Ko, S. M., Ala, H. (1980). LiCl dehumidifier/LiBr absorption chiller hybrid air conditioning system with energy recovery. EEUU. Patente N° 4,205,529.
- DeVault, R. C., Tenn, K. (1988). Triple effect absorption chiller utilizing two refrigeration circuits. EEUU. Patente N° 4,732,008.
- Nakajima, K., Saitou, K., Aral, H. (2003). Absorption chiller-heater having safety device. EEUU. Patente N° 6,550,272 B2.
- Diego Alejandro Trujillo, Sebastián Lemaitre Dahl | *Diseño de un absorbedor para un sistema... rev.investig.apl* | Vol. 6, No.2 (2012) Julio – Diciembre | p. 76
- ASME Boiler & Pressure Vessel Code (2019 Edition July 1, 2019.). ASME.
- Xiaohong Liao. (2007). Absorption chiller crystallization control strategies for integrated cooling heating and power systems. *Revista Elsevier*.

- School of Mechanical and Production Engineering, Nanyang Technological University, Singapore. (1996). Theoretical analysis and optimization of a double-effect series-flow-type absorption chiller. Revista Pergamon.
- Mireles J. Damián U., Herrera S. Manuel, Murillo V. Ismael, León V. Rafael, Oroz G. Gilberto (2010). simulación y comparación energética de un sistema de enfriamiento por ciclo de absorción. riec&c, revista de ingeniería eléctrica, electrónica y computación.
- Diego Alejandro Trujillo Vera, Sebastián Lemaître Dahl. (2012). Ddiseño de un absorbedor para un sistema de refrigeración por absorción. Revista Investigaciones Aplicadas | ISSN 2011-0413 | Medellín - Colombia
- M. Ameri \*, S.H. Hejazi. (2003). The study of capacity enhancement of the Chabahar gas turbine installation using an absorption chiller. Revista Elsevier.
- A. Pongtornkulpanicha,, S. Thepaa, M. Amornkitbamrungh, C. Butcher. (2007). Experience with fully operational solar-driven 10-ton LiBr/H<sub>2</sub>O single-effect absorption cooling system in Thailand. Revista Elsevier.
- Z.G. Sun. (2007). Experimental investigation of integrated refrigeration system (IRS) with gas engine, compression chiller and absorption chiller. Revista Elsevier.
- Manuel Cervantes<sup>1</sup>, Nicolás Velázquez<sup>1</sup>, Daniel Saucedo<sup>2</sup>, Fernando Lara<sup>3</sup>, Luis González<sup>1</sup>. (2007). Estudio comparativo de los ciclos de refrigeración por absorción GAX y branched-GAX en la producción de aire acondicionado. Revista Iberoamericana de Ciencias
- Dilago Ingenieria (2019). Especificaciones de soldadura. [https://dilagoingenieriasas.com/servicios/servicios/calidad\\_en\\_soldaduras/](https://dilagoingenieriasas.com/servicios/servicios/calidad_en_soldaduras/)
- Rafael G. Beltrán (2019). *Refrigerador solar – ciclo de absorción intermitente*. [http://webs.ucm.es/info/ger/articulo\\_f.htm](http://webs.ucm.es/info/ger/articulo_f.htm)
- HECAM. Válvula de Laminación (2020) <http://www.hecam.com.ar/contenido/productos/1455908864.pdf>
- CHIBLOSA. Ventilador (2020) [http://www.chiblosa.com.ar/spanish/catalogos/catalogos\\_espanol/AXP.pdf](http://www.chiblosa.com.ar/spanish/catalogos/catalogos_espanol/AXP.pdf)



#### **4. PROCESO DE FABRICACIÓN**

En este capítulo se desarrollará el proceso de fabricación del Equipo que ya fue calculado y diseñado en el apartado anterior.

Como primer paso, se generar los planos de cada parte, subconjuntos y conjuntos. Luego con el número de plazo, se realizan los diagramas de flujo del proceso en sí para cada parte que forma el Equipo. Posteriormente, se generan las distintas hojas de proceso dónde se encuentra detalladamente cómo es la fabricación del producto. Finalmente, y en forma paralelo, es necesario tener las hojas e inspección y ensayo que requieran su fabricación, para cumplir con los estándares de calidad.

##### **4.1. Planos**

Los planos del equipo en cuestión para el proyecto serán codificados para una trazabilidad del proceso, mediante un código que ayuden a su identificación.

El código será general será “8XX-0YY-ABCD”, donde:

8- Indica plano de equipos enfriadores por absorción.

XX- Modelo del equipo enfriador en kW. Para nuestro caso, 29 (kW).

YY- Subcarpeta según elemento del circuito.

- 00- General (conjuntos armados)
- 01- Generador
- 02- Condensador
- 03- Evaporador
- 04- Absorbedor
- 05- Recuperador
- 06- Estructuras
- 07- Bomba, ventilador y válvulas
- 08- Componentes eléctricos
- 09- Piping
- 10- Lay Out

ABCD- Número consecutivo o de secuencia del plano, comenzando por 0001, seguido por 0002, etc., en cada subcarpeta. El plano “0000” contendrá el conjunto final de cada parte.

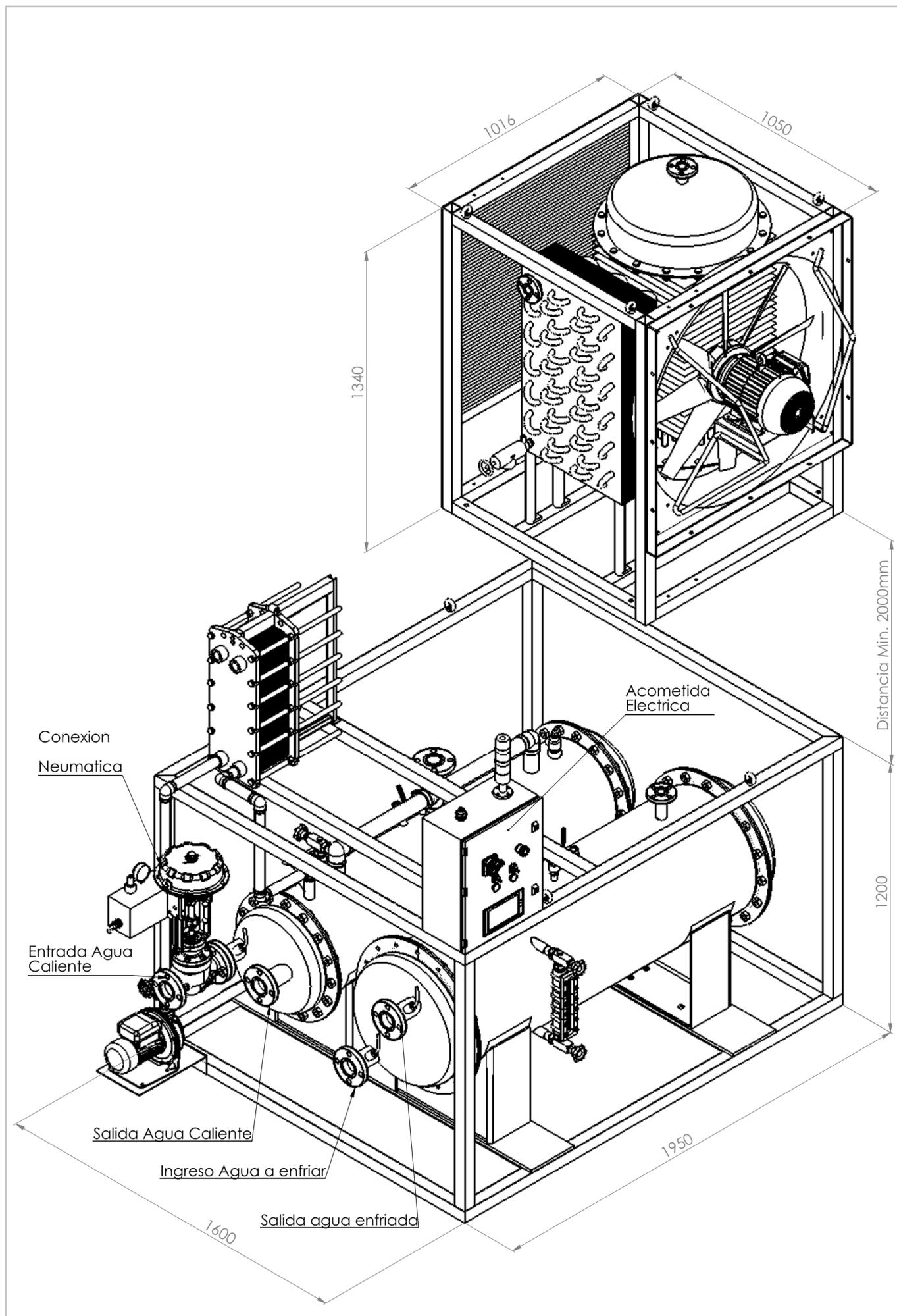
Por ejemplo, el plano N° 829-003-0007 corresponde al equipo enfriador de 29 kW (“829”), del evaporador (“003”), tubo sin costura cortado para el haz de tubos (“0007”).

A continuación, se anexa el índice y los planos generados con el diseño del Equipo para su completa fabricación:

## INDICE DE PLANOS

Modelo	Subconj.	Individual	Descripción	Revisión
<b>GENERAL</b>				
829	000	0000	CONJUNTO ENSAMBLE GENERAL	0
829	000	0001	ENSAMBLE GENERAL SUPERIOR	0
829	000	0002	ENSAMBLE GENERAL INFERIOR	0
<b>GENERADOR</b>				
829	001	0000	CONJUNTO COMPLETO GENERADOR	0
829	001	0001	SUBCONJUNTO CASCO CUERPO Y PLACAS PORTATUBOS	0
829	001	0002	SUBCONJUNTO TAPA POSTERIOR	0
829	001	0003	SUBCONJUNTO CASQUETE CON CONEXIÓN LIQUIDO CALIENTE	0
829	001	0004	SUBCONJUNTO CONEXIÓN ENTRADA-SALIDA REFRIGERANTE	0
829	001	0005	SUBCONJUNTO CONEXIÓN ENTRADA-SALIDA LIQUIDO CALIENTE	0
829	001	0006	SUBCONJUNTO SOPORTE PIE	0
829	001	0007	CUERPO DEL CASCO	0
829	001	0008	TUBO SIN COSTURA HAZ DE TUBOS	0
829	001	0009	PLACA PORTATUBOS	0
829	001	0010	CASQUETE SEMIELÍPTICO PARA CONEXIÓN LÍQUIDO CALIENTE	0
829	001	0011	BRIDA PARA TAPA	0
829	001	0012	SOPORTE PIE	0
829	001	0013	REFUERZO SOPORTE	0
<b>CONDENSADOR</b>				
829	002	0000	CONJUNTO GENERAL CONDENSADOR	0
829	002	0001	TUBO CONDENSADOR	0
829	002	0002	ALETA CONDENSADOR	0
829	002	0003	CODOS 180°	0
829	002	0004	CONEXIÓN CONDENSADOR	0
829	002	0005	APOYO	0
829	002	0006	Subconjunto conexión Condensador -Cupla	0
<b>EVAPORADOR</b>				
829	003	0000	CONJUNTO COMPLETO EVAPORADOR	0
829	003	0001	SUBCONJUNTO CASCO CUERPO Y PLACAS PORTATUBOS	0
829	003	0002	SUBCONJUNTO TAPA POSTERIOR	0
829	003	0003	SUBCONJUNTO CASQUETE CON CONEXIÓN LIQUIDO A ENFRIAR	0
829	003	0004	SUBCONJUNTO CONEXIÓN ENTRADA-SALIDA REFRIGERANTE	0
829	003	0005	SUBCONJUNTO CONEXIÓN ENTRADA-SALIDA LIQUIDO A ENFRIAR	0
829	003	0006	SUBCONJUNTO SOPORTE PIE	0
829	003	0007	CUERPO DEL CASCO	0
829	003	0008	TUBO SIN COSTURA HAZ DE TUBOS	0
829	003	0009	PLACA PORTATUBOS	0
829	003	0010	CASQUETE SEMIELÍPTICO PARA CONEXIÓN LÍQUIDO A ENFRIAR	0
829	003	0011	BRIDA PARA TAPA	0
829	003	0012	SOPORTE PIE	0
829	003	0013	REFUERZO SOPORTE	0
829	003	0014	TUBO ENTRADA-SALIDA REFRIGERANTE	0
829	003	0015	TUBO ENTRADA-SALIDA LIQUIDO A ENFRIAR	0
<b>ABSORBEDOR</b>				
829	004	0000	CONJUNTO GENERAL ABSORBEDOR	0
829	004	0001	SUBCONJUNTO INFERIOR	0
829	004	0002	SUBCONJUNTO SUPERIOR	0

829	004	0003	TUBOS ABSORBEDOR	0
829	004	0004	ALETA CUADRADA	0
829	004	0005	CONEXIÓN ABSORBEDOR	0
829	004	0006	CASQUETE	0
829	004	0007	CIERRE CAQUETE	0
829	004	0008	CHAPA ENVOLVENTE	0
829	004	0009	CUNAS	0
RECUPERADOR				
829	005	0000	ENSAMBLE RECUPERADOR GENERAL	0
ESTRUCTURAS				
829	006	0000	CONJUNTO ESTRUCTURA	0
829	006	0001	SUBCONJUNTO ESTRUCTURA SUPERIOR	0
829	006	0002	SUBCONJUNTO ESTRUCTURA INFERIOR	0
829	006	0003	SOPORTE PARA MONTAJE DE EQUIPOS	0
829	006	0004	CHAPAS COBERTORAS	0
COMPONENTES				
829	007	0000		
PLANOS ELÉCTRICOS				
829	008	0000	CONJUNTO TABLERO ELÉCTRICO CON PULSADORES	0
829	008	0001	SISTEMA DE CONTROL P&ID	0
829	008	0002	CIRCUITO DE MANDO	0
829	008	0003	CIRCUITO DE POTENCIA	0
829	008	0004	PLANO DE CONEXIONANDO COMPONENTES	0
LAY OUT				
829	010	0000	DISTRIBUCIÓN DE MÁQUINAS	0
829	010	0001	CIRCUITO ELÉCTRICO	0
829	010	0002	AIRE COMPRIMIDO Y GASES	0
829	010	0003	EXTINTORES Y SALIDAS DE EMERGENCIA	0



Datos de Operación			
CAPACIDAD FRIGORIFICA = 29 KW COP = 0,64			
Agua Refrigerada	Temperatura agua refrigerada	Entrada 13°C	Salida 8°C
	Presión estática máxima	1 Kg/cm2	
	Caudal de agua	5000 lts / h	
	Volumen de agua contenido	195 litros	
Aire de Refrigeración	Temperatura	Entrada 35°C	Salida 45°C
	Calor a disipar	71.26 KW	
	Caudal de aire	7,04 Kg/s	
Aporte Calorífico	Temperatura	Entrada 99°C	Salida 96°C
		Rango 99°C - 90°C	
		Potencia calorífica a la entrada	41,38 Kw
	Caudal de agua	8900 lts/h	
Sección de tubos	Agua refrigerada	Ø1"	
	Agua caliente generador		
Caudales Internos	Refrigerante evaporado	0,012 Kg/s	
	Disolución	0,25 Kg/s	

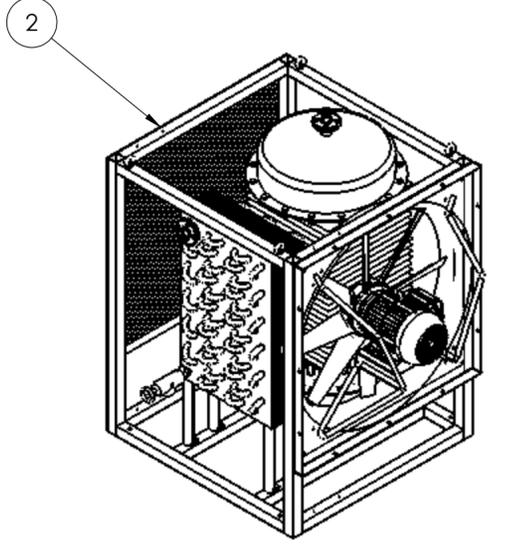
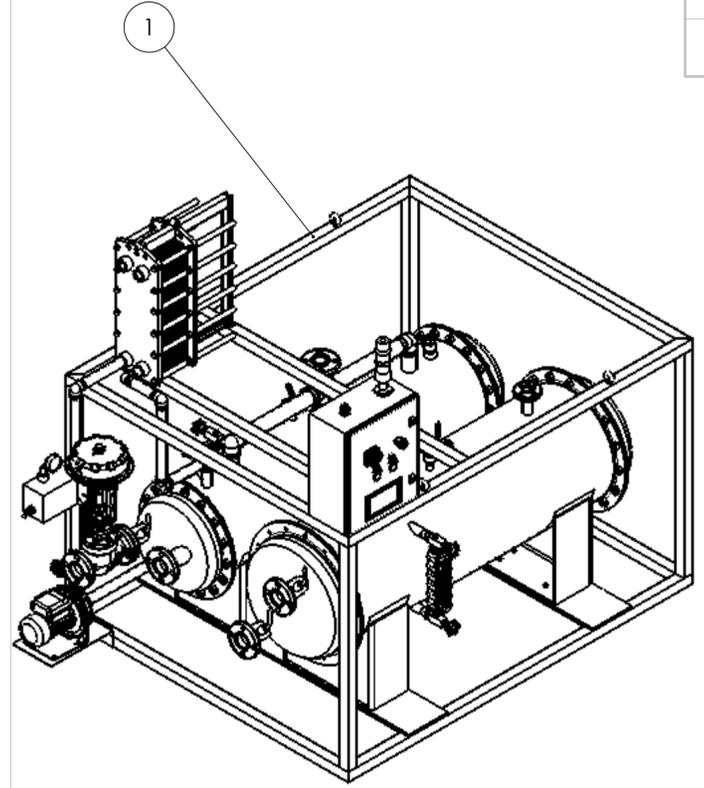
Datos de Diseño			
Presión	Operación:	0.00662816 Kg / Cm2	
	Diseño:	1 Kg / Cm2 - FULL VACCUM	
	Prueba:	1,5 Kg /Cm2 - FULL VACCUM	
	MAWP:	5.757 kgf/cm²	
Cuerpo	Material	SA-240 AISI 304 / Comercial	
	Espesor requerido:	Ver Planos	
	Espesor nominal:	Ver Planos	
	Corrosion admisible:	0.8mm	
Temp:	Operación:	8°C / 99°C	
	Diseño:	60°C / 100°C	
	MDMT:	-20°C	
Cabezal	Tipo:	Semielíptico 2:1	
	Material:	SA-240 AISI 304	
	Espesor requerido:	Ver Planos	
	Espesor nominal:	Ver Planos	
	Corrosion admisible:	0.8mm	

Ensayos	
Radiografiado:	COSTURAS LONGITUDINALES : NO / COSTURAS CIRCUNFERENCIALES : NO EFICIENCIA DE UNIONES SOLDADAS : 0.6
Prueba hidraulica:	PRESION DE PRUEBA: 1.5 Kg/cm2

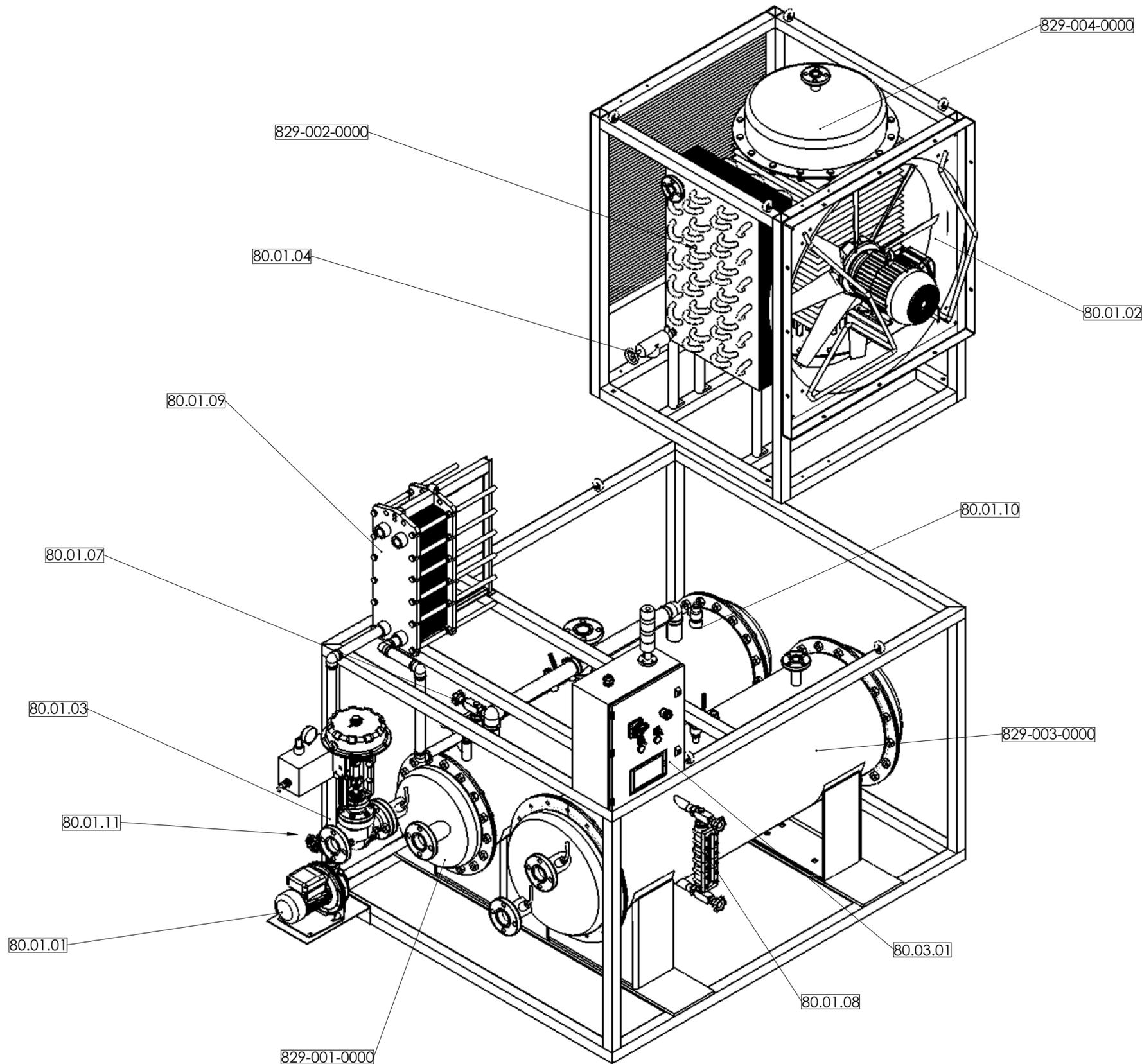
Dimensiones Generales	
Medidas	1950 x 1600 x 4540 (sin accesorios)
Pesos Vacio y Lleno	1550 kg (vacio) - 1950 kg (lleno)

Terminacion	
Pintura Interior	No APLICA
Pintura exterior	Una mano de Esmalte Sintetico

Datos de Alimentacion		
	Caracteristicas	Conexion
Acometida Electrica	220 V -1,5kw	Monofasica
Red Neumatica	6 Bar	G1/8"



2	ENSAMBLE SUPERIOR	1	829-000-0001	
1	ENSAMBLE INFERIOR	1	829-000-0002	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TITULO:
VERIF.			14-10-2019	 ENSAMBLE GENERAL Equipo de Refrigeración por Absorción de 29KW
APROB.				
FABR.				
	MATERIAL:		Nº DE PLANO	
	PESO:		829-000-0000-0	REVISION
		ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 2	A

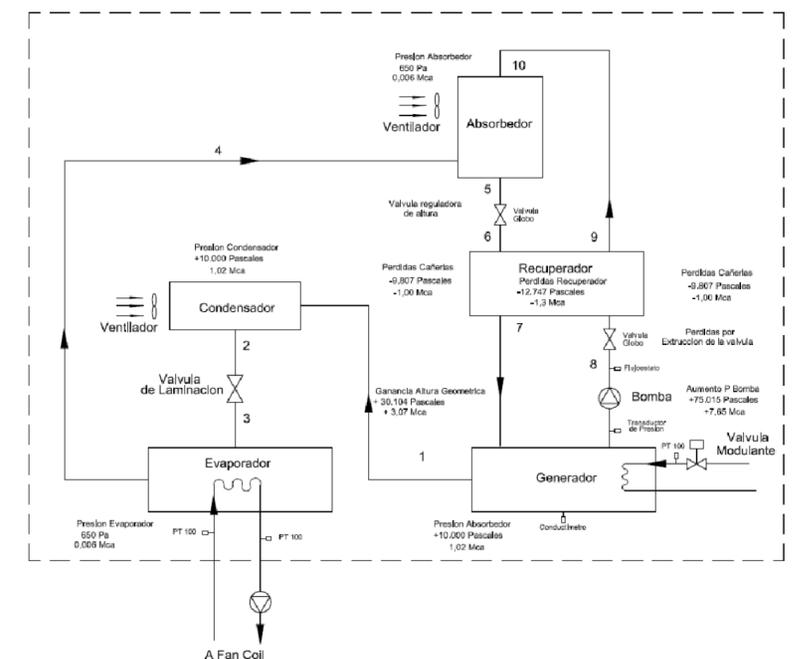


### PARTES PRINCIPALES

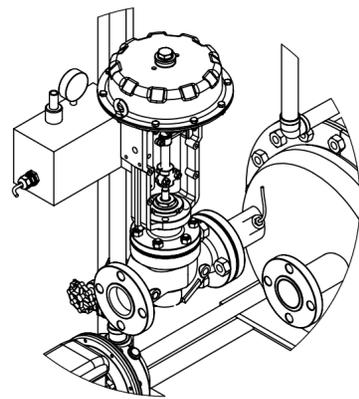
COMPONENTES	N° DE Pieza
Generador	829-001-0000
Condensador	829-002-0000
Evaporador	829-003-0000
Absorbedor	829-004-0000
Recuperador	80.01.09
Tablero Eléctrico	80.03.01
Bomba	80.01.01
Ventilador	80.01.02
Válvula modulante	80.01.03
Valvula de Expansion - HECAM	80.01.04
Indicador de nivel visual Reflex mod. 11 R 20	80.01.07
Indicador de nivel visual Reflex mod. 15 R 20	80.01.08
Valvula de Seguridad	80.01.10
Valvula Globo	80.01.11

### FLOW SHEET

Puntos	Temperatura °C	Entalpia (J/Kg)	Presión Aprox
1	95	$2,655 \times 10^6$	10.000 Pa
2	45	$1,88 \times 10^5$	10.000 Pa
3	5	$1,88 \times 10^5$	650 Pa
4	5	$2,6 \times 10^6$	650 Pa
5	45	$1,2 \times 10^5$	650 Pa
6	45	$1,2 \times 10^5$	10.000 Pa
7	82	$1,93 \times 10^5$	10.000 Pa
8	99	$2,42 \times 10^5$	10.000 Pa
9	64	$1,69 \times 10^5$	10.000 Pa
10	64	$1,69 \times 10^5$	650 Pa



2	ENSAMBLE SUPERIOR	1	829-000-0001	
1	ENSAMBLE INFERIOR	1	829-000-0002	
ITEM	DENOMINACION	CANT	N° DE PLANO	OBSERVACIONES
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TITULO:
VERIF.			14-10-2019	<b>UTN</b> UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RAFAELA
APROB.				
FABR.				
MATERIAL:			N° DE PLANO	
PESO:			829-000-0000-1	A2
ESCALA: 1:10			HOJA 1 DE 2	REVISION A



DETALLE A  
ESCALA 1 : 10

**Valvula de Control Modulante**

Alimentacion	220V - 50Hz / 4-20ma (posicionador electroneumatico)
Posicionador neumatico	3-15 Psi
KV	40m3/h

Carrera / Stroke (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Caudal / Flow (%)	2	3	4.37	6.5	9.6	14.1	20.9	30.9	45.7	67.6	100

**Rango de Trabajo**

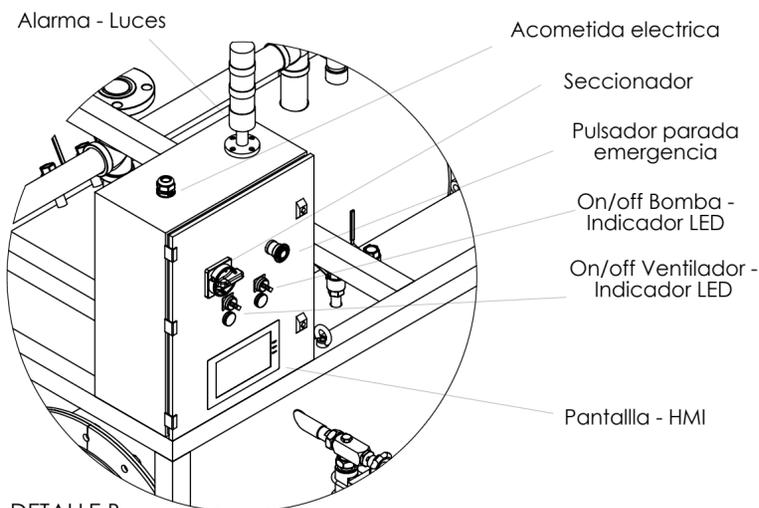
Temperatura Entrada Evap. °C	Capacidad Refrigeracion (Kcal/h)	% Cap Nom de trabajo	Caudal calorico Generador Lts/H	% Apertura Valv Mod.
15	35000	140	12488	70%
14	30000	120	10705	65%
<b>13</b>	<b>25000</b>	<b>100</b>	<b>8900</b>	<b>60%</b>
12	20000	80	7135	55%
11	15000	60	5351	50%
10	10000	40	3567	37.5%
9	5000	20	1783	20%

**Consumo de Aire**

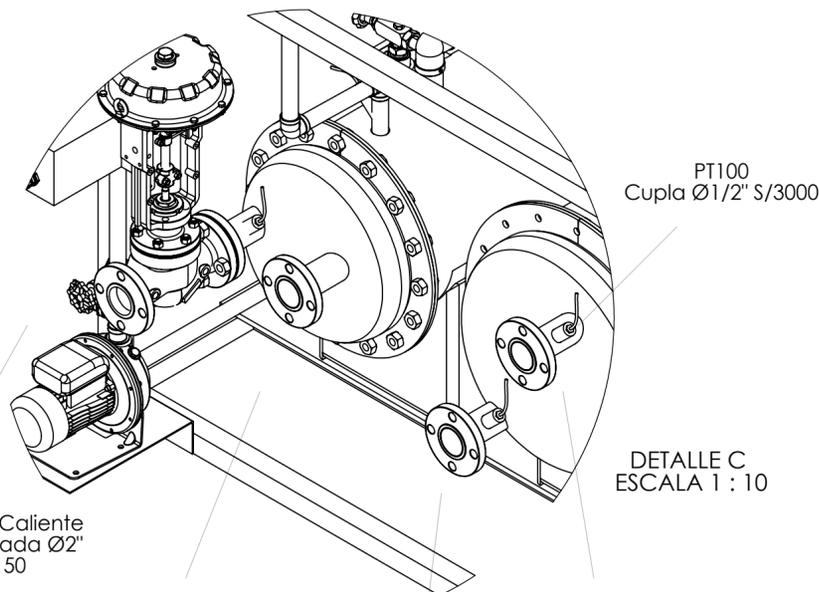
Actuador / Actuator	Presión de Aire / Air Pressure		
	4 Bar	5 Bar	6 Bar
320 cm <sup>2</sup>	10	11.68	13.62

**Tablero de Alimentacion**

220V/380V - 50Hz / 4-20ma (Controlador)



DETALLE B  
ESCALA 1 : 10



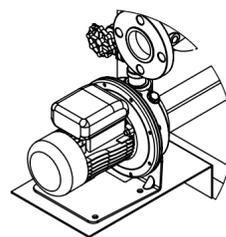
Ingreso Agua Caliente  
Conexion Bridada Ø2"  
SORF S/150

Salida Agua Caliente  
Conexion Bridada Ø2"  
SORF S/150

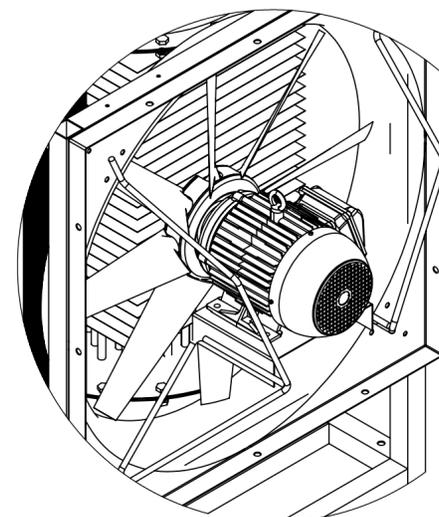
Ingreso Agua a Enfriar  
Conexion Bridada Ø2"  
SORF S/150

PT100  
Cupla Ø1/2" S/3000

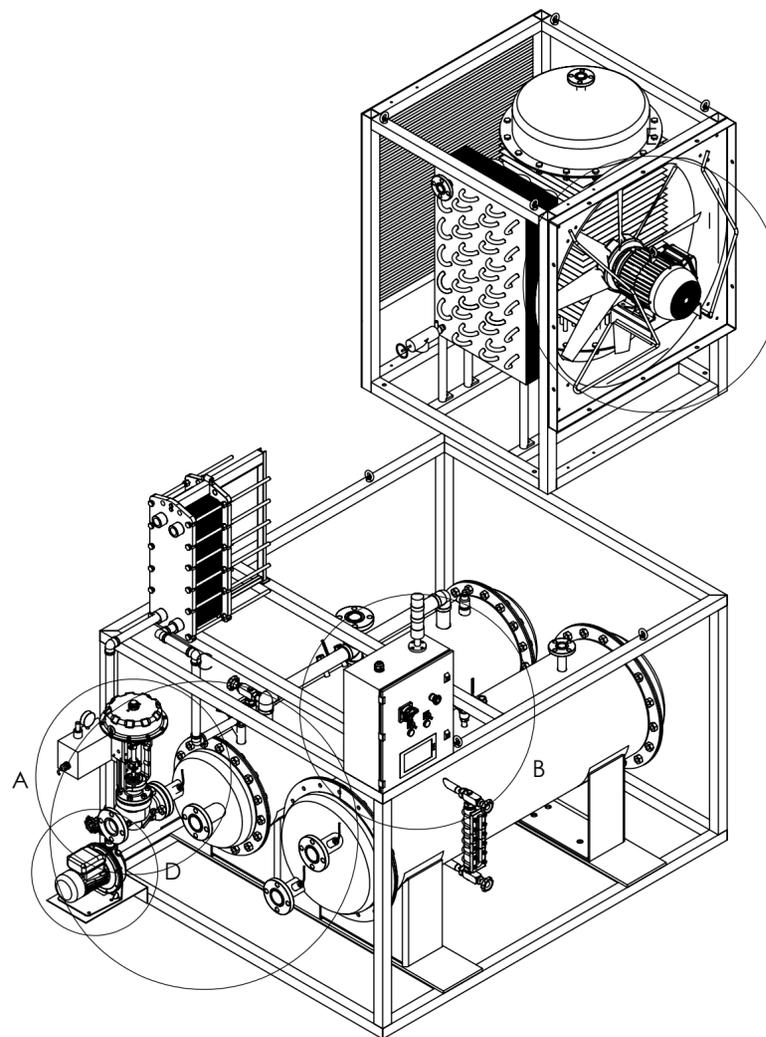
DETALLE C  
ESCALA 1 : 10



DETALLE D  
ESCALA 1 : 10



DETALLE E  
ESCALA 1 : 10



Escala 1:17.5

2	Conjunto Superior	1	829-000-0001	
1	Conjunto Inferior.	1	829-000-0002	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES

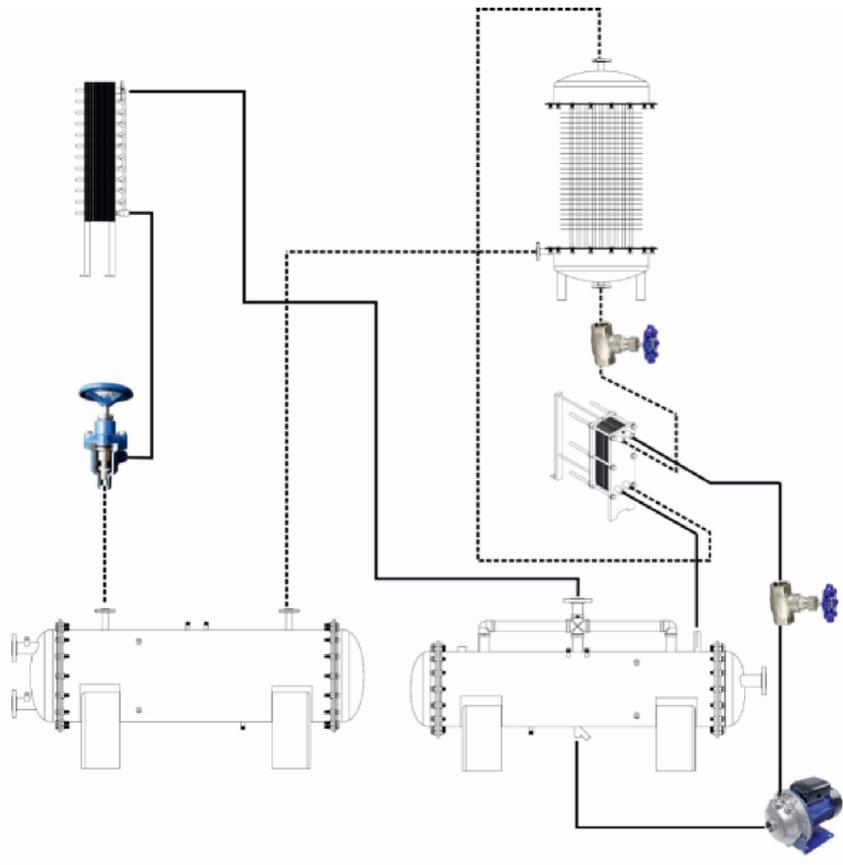
DIBUJ.	T. PLANETTI	FIRMA	FECHA	14-10-2019		TITULO:	ENSAMBLE GENERAL Equipo de Refrigeracion por absorcion - 29KW	
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019			Nº DE PLANO	829-000-0000 - 2	A2
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019			ESCALA:-	HOJA 1 DE 1	REVISION A
FABR.						MATERIAL:	Acerro Al carbono / AISI	
Observaciones						PESO: 370.6 Kg		

Equipos	
Bombas	Ventilador
Alimentacion	380 V -50Hz
Potencias	0,5 HP      1 HP

## Consideraciones Generales

- Mantener paralelismos entre estructuras
- Evitar vibraciones con tacos antivibratorios
- Conservar nivel en todos los equipos
- Observar Puesta en marcha - Manual de usuario

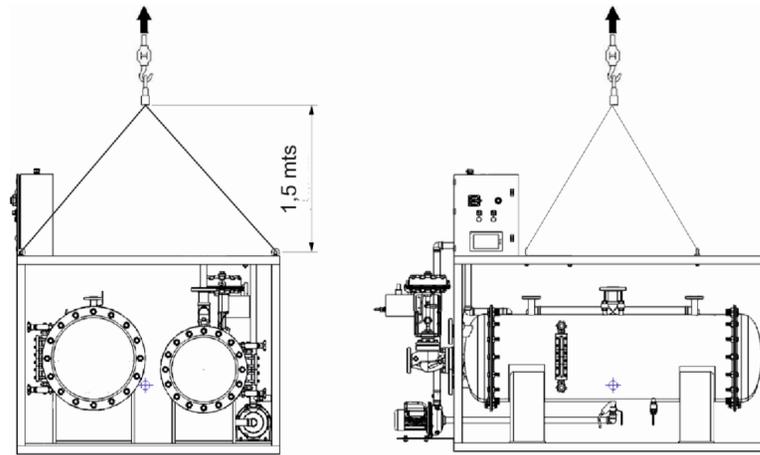
## Diagrama de Instalacion de cañerías



### Referencias:

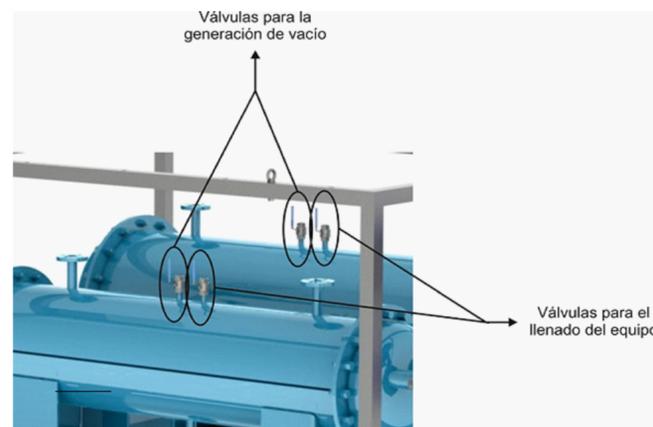
- Piping a colocar por el cliente
- \_\_\_\_\_ Piping existente

## Maniobras de izaje

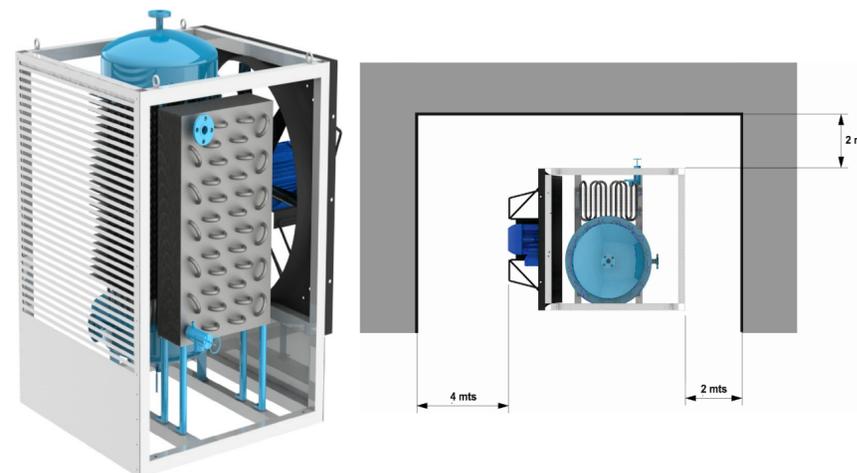


## Reglas de llenado

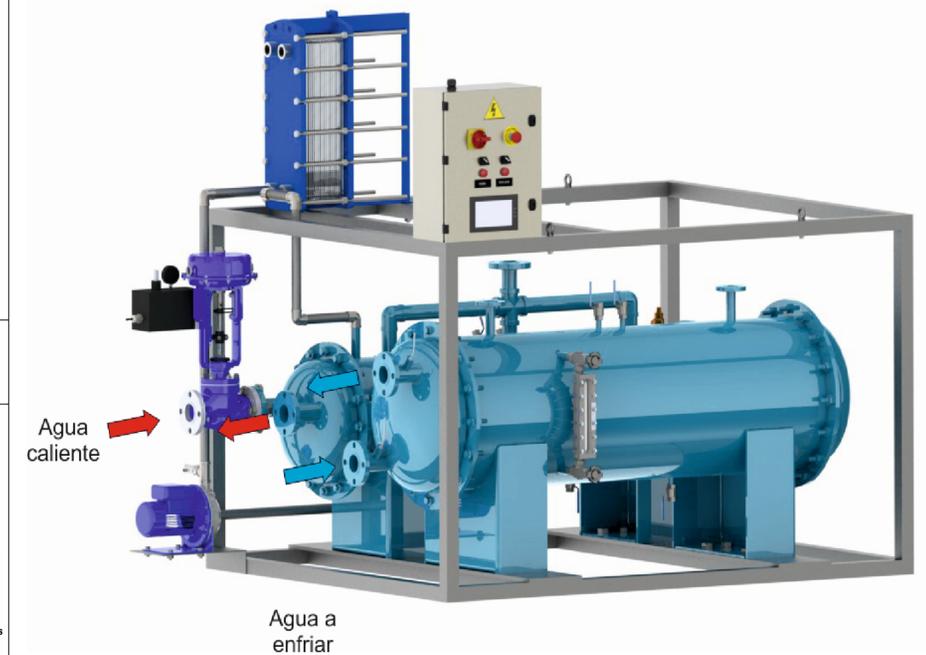
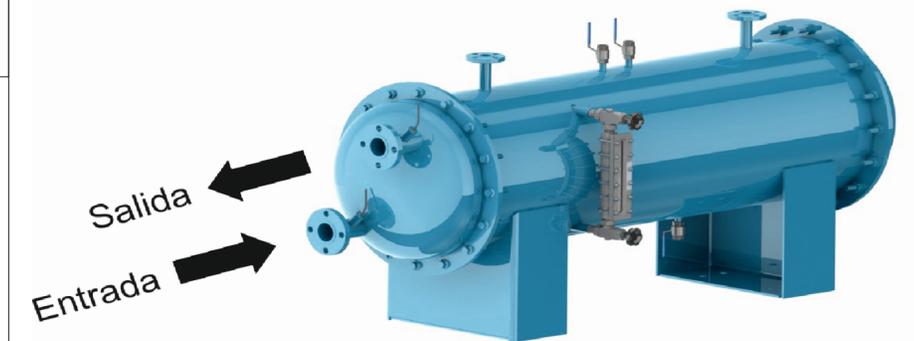
- Observar Apartado Puesta en marcha - Manual de usuario



## Margen de separacion estructura Superior

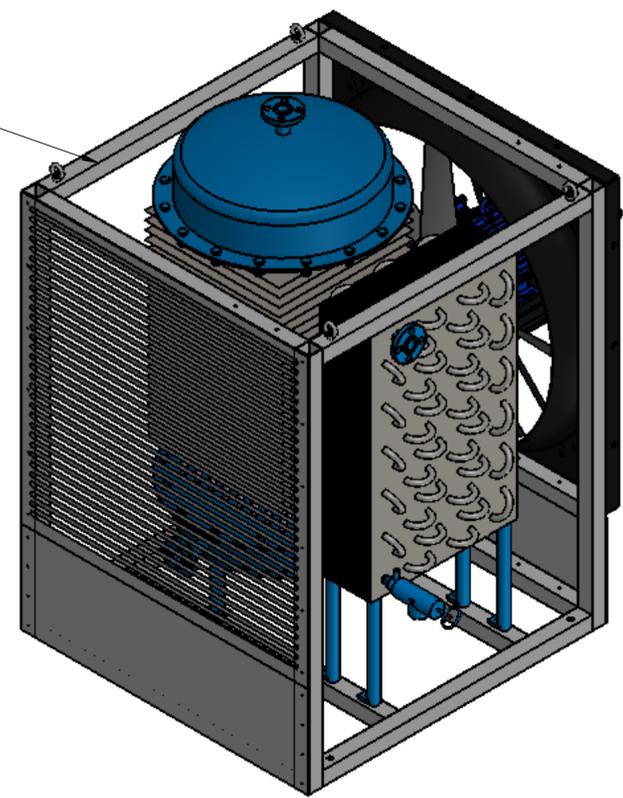
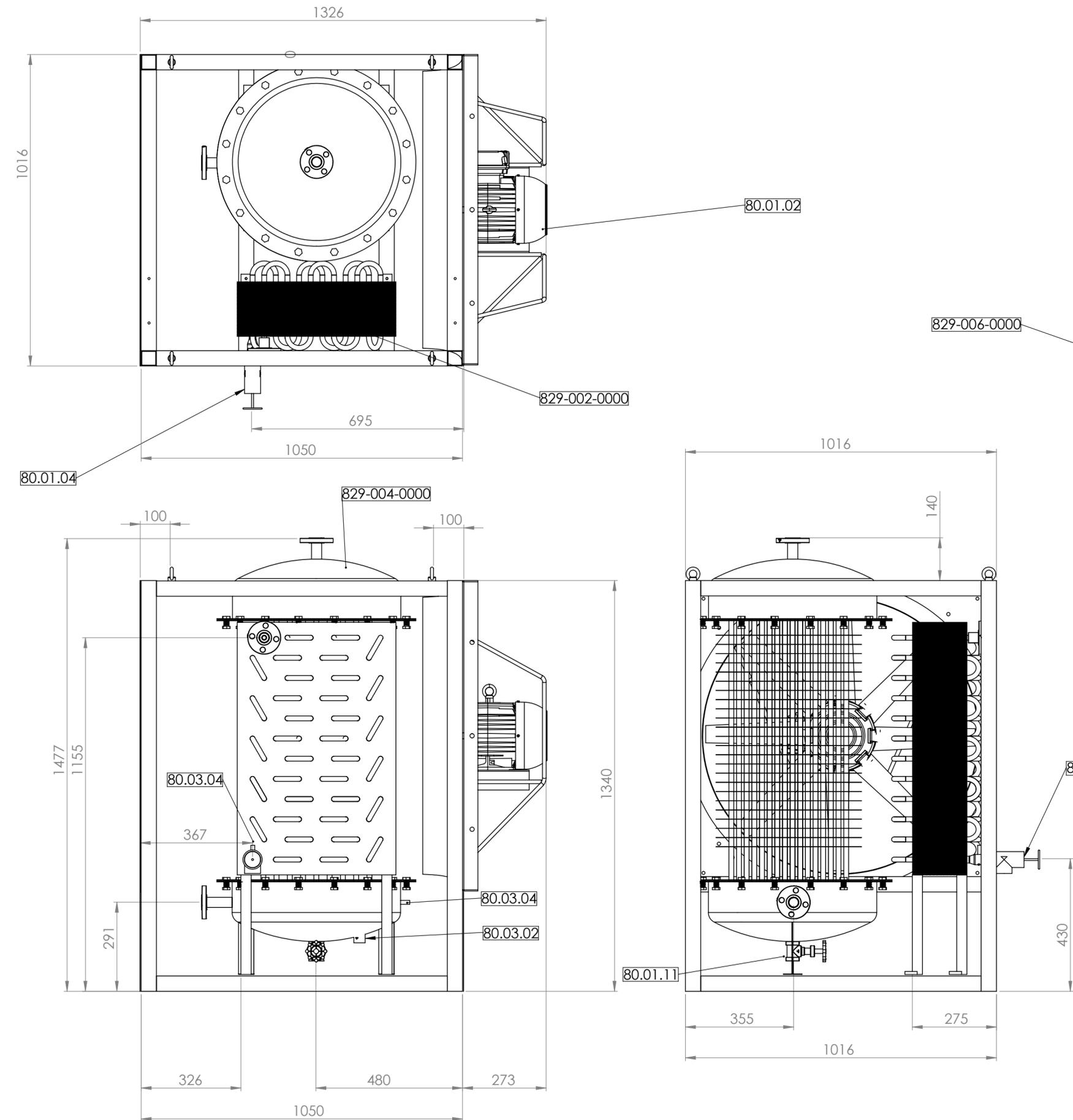


## Ingresos y Egresos de fluidos



2	ENSAMBLE SUPERIOR	1	829-000-0001		
1	ENSAMBLE INFERIOR	1	829-000-0002		
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES	
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
VERIF.			14-10-2019	 <b>ENSAMBLE GENERAL</b> Equipo de Refrigeración por Absorción de 29KW	
APROB.					Nº DE PLANO
FABR.					829-000-0000-3
					A2
	MATERIAL:			REVISION	
	PESO:		ESCALA: 1:10	A	
			HOJA 1 DE 2		

Dimensiones Generales					
Medidas	1016 x 1050 x 1340				
Pesos Vacio y Lleno	373 Kg (Vacio) - 462 Kg (Lleno)				
Absorbedor					
Solucion a Diluirse			Solucion a Concentrarse		
Temperatura	Entrada	45°C	Temperatura	Entrada	5°C
	Salida	35°C		Salida	35°C
Caudal	0,25 lts/s		Caudal	0,25 lts/s	
Velocidad	0,35m/s		Velocidad	0,35m/s	
Condensador					
Refrigerante			Aire de Refrigeracion		
Temperatura	Entrada	95°C	Temperatura	Entrada	35°C
	Salida	45°C		Salida	45°C
Caudal	45 lts/hs		Caudal	6,12 m3/s	
Velocidad	0,35m/s				

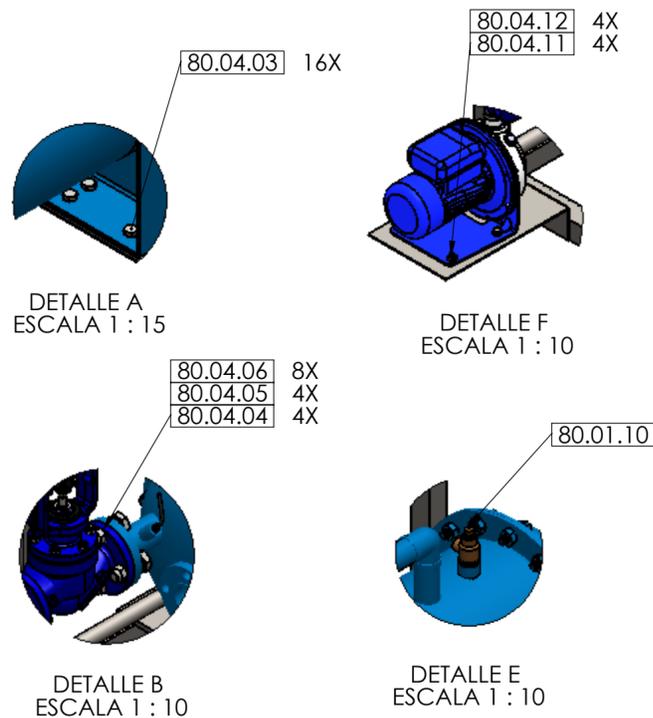
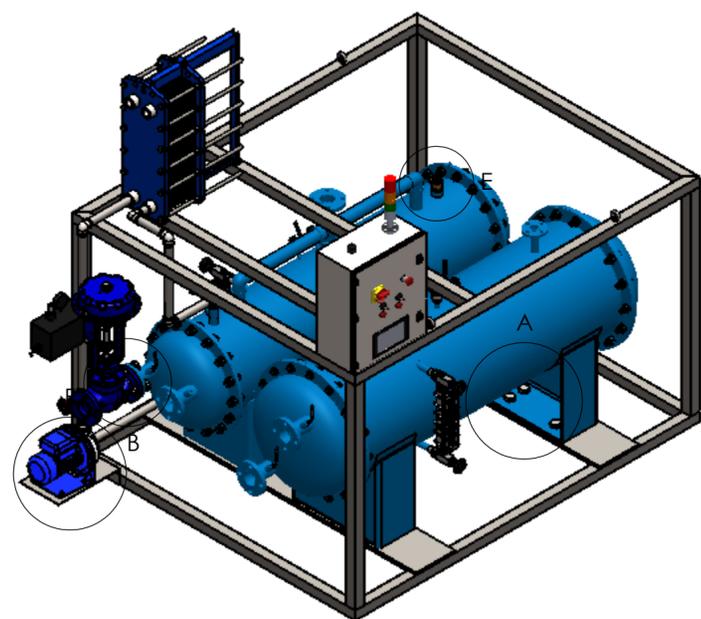
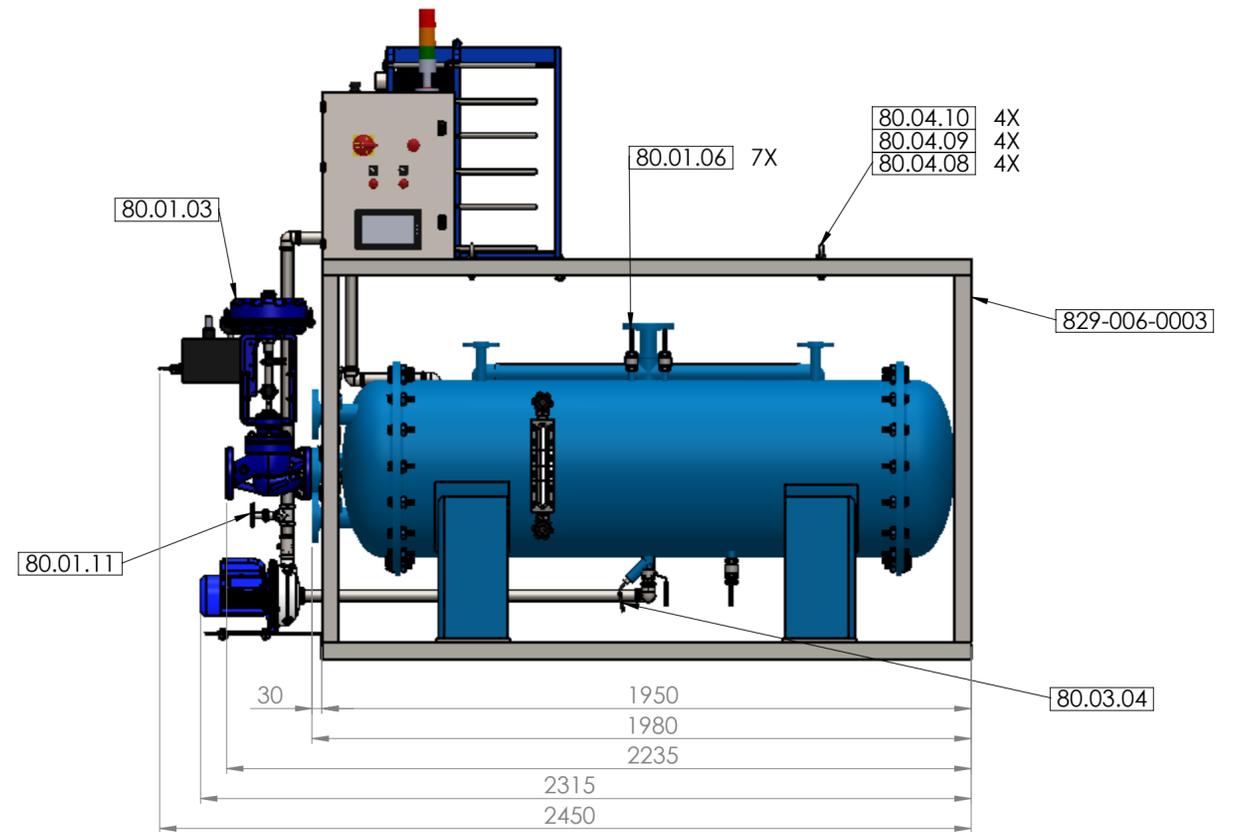
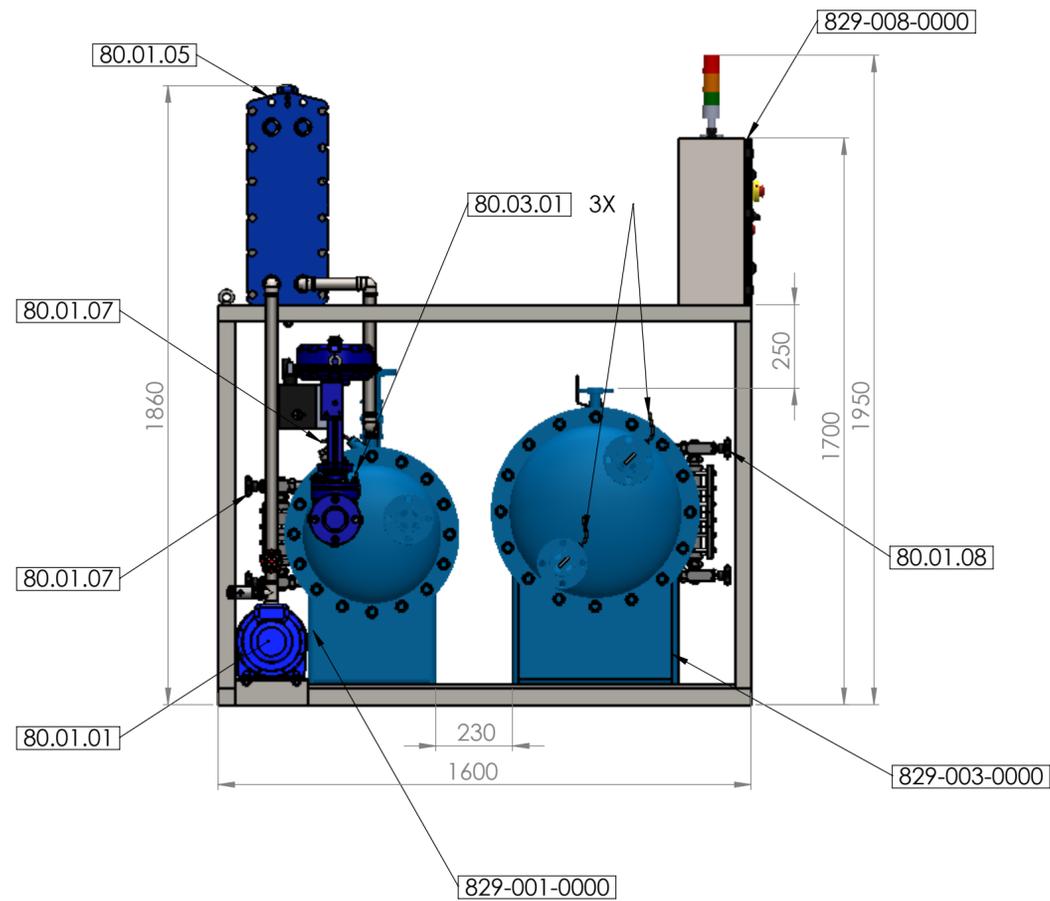


8	Conductimetro	1	80.03.02	MOD. TDS-IL-A
7	Transductor de Presion	2	80.03.04	MOD. XMLG025D21
6	Valvula Globo	1	80.01.11	
5	Valvula de Laminacion	1	80.01.04	
4	Ventilador	1	80.01.02	
3	Conj. Gral Condensador	1	829-002-0000	
2	Conj. Gral. Absorbedor	1	829-004-0000	
1	Conjunto Estructural Sup.	1	829-006-0001	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES

NOMBRE	FIRMA	FECHA	TITULO:
DIBUJ. T. PLANETTI		14-10-2019	SUBCONJUNTO GENERAL SUPERIOR
VERIF. G. PAROLA		15-10-2019	
APROB. G. PAROLA		15-10-2019	
FABR.			



Observaciones	MATERIAL: Acero Al carbono / AISI	Nº DE PLANO: 829-000-0001	A2
RUGOSIDAD =			REVISION A
TOLERANCIA: +/- 1mm	PESO: 370,6 Kg	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1

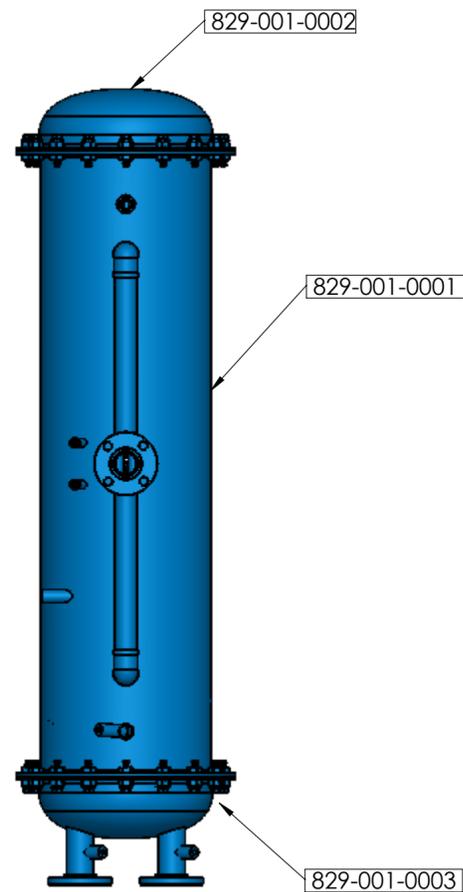
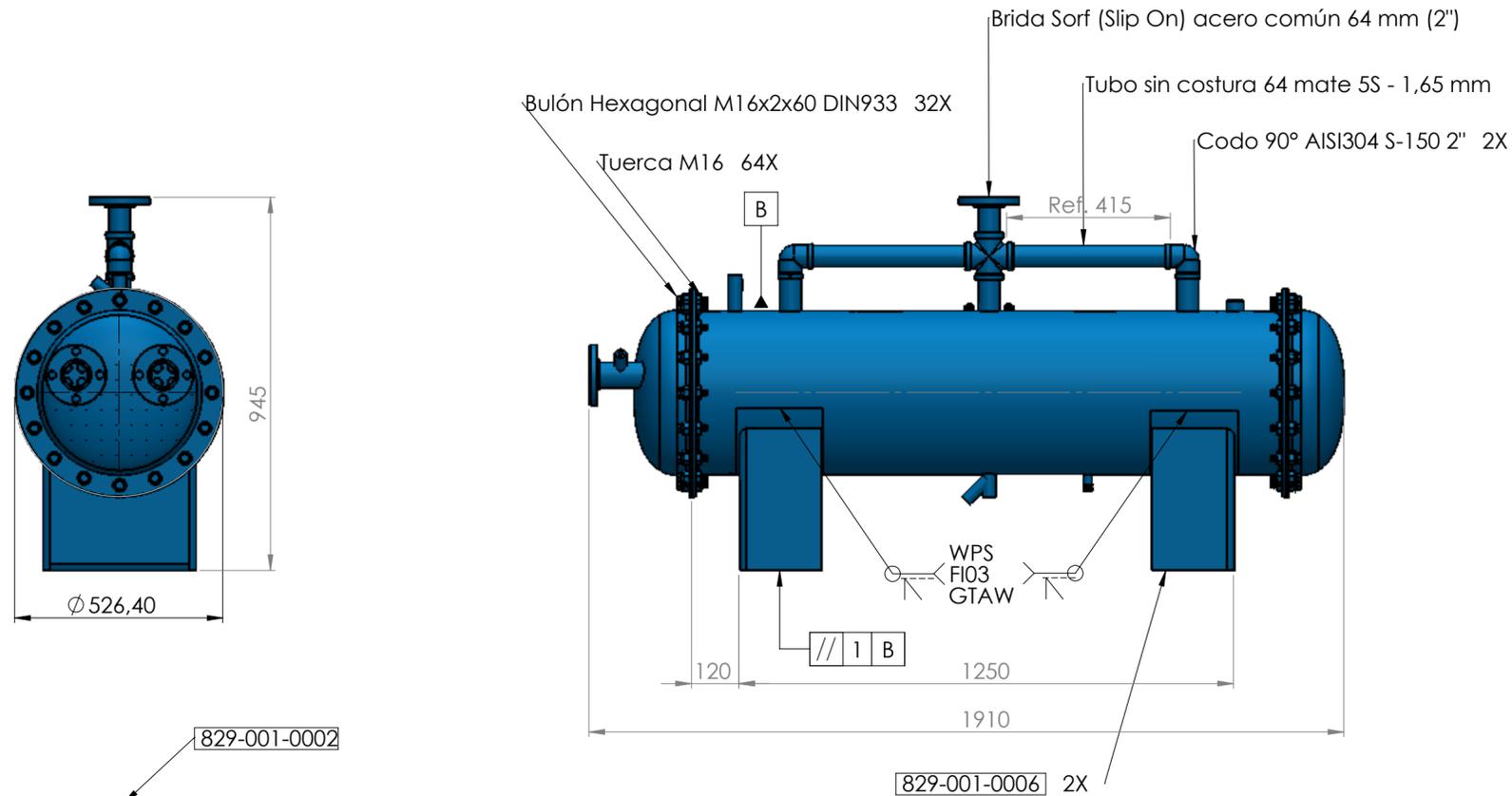


26	TRANS. DE PRESIÓN	1	80.03.04	MOD. XMLG025D21
25	CONDUCTIMETRO	1	80.03.02	MOD. TDS-IL-A
24	VALVULA GLOBO 1"	1	80.01.11	
23	SENSOR DE CAUDAL	1	80.03.03	MOD. IFM SI5000
22	TUERCA M12	4	80.04.12	
21	BULÓN MONT. BOMBA	4	80.04.11	M12 x 1,75 x 70
20	BOMBA CENTRIFUGA	1	80.01.05	LOWARA CEA 120/2
19	VALV. SEGURIDAD	1	80.01.10	MOD. WALWORTH
18	RECUPERADOR BRILI	1	80.01.05	PLACAS MOD. HASSEN
17	MEDIDOR NIVEL VISUAL	1	80.01.08	COMATTI MOD. 15 R 20
16	MEDIDOR NIVEL VISUAL	1	80.01.07	COMATTI MOD. 11 R 20
15	VALVULA MARIPOSA	7	80.01.06	PASO TOTAL AISI304 1/2"
14	CONDUCTIMETRO	1	80.03.02	
13	SENSOR PT100	3	80.03.01	3 HILOS VAINA 100 MM
12	ARANDELA BISEL. M10	4	80.04.10	
11	BULON HEXAGONAL	4	80.04.09	M10 x 1,5 x 70
10	CANCAMO HEMBRA	4	80.04.08	M10
9	ARANDELA BISEL. M20	8	80.04.06	
8	TUERCA M20	4	80.04.05	
7	BULONES P/BRIDA 2"	4	80.04.04	M20 x 2,5 x 80
6	BULONES MONTAJE	8	80.04.03	M24 x 3 x 50
5	VALVULA MODULANTE	1	80.01.03	2 VÍAS - NEUMÁTICA
4	GABINETE ELECTRICO	1	829-008-0000	
3	ESTRUCTURA INFERIOR	1	829-006-0003	
2	EVAPORADOR	1	829-003-0000	
1	GENERADOR	1	829-001-0000	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES

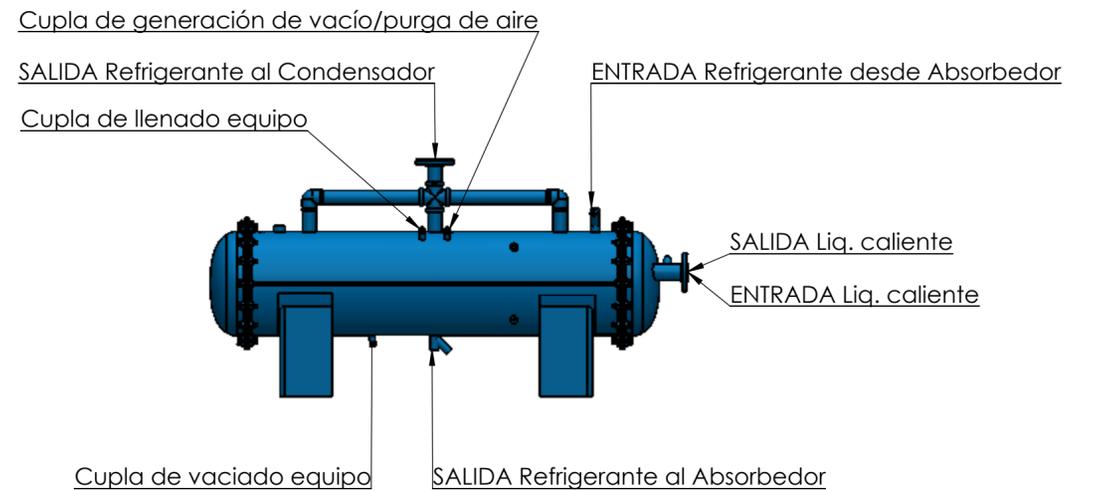
NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.			<b>KUTN</b> UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL RAFAELA
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Choffan 1x45 - Radio 1-1.5 Rugosidad Rz 6.3 Eliminar cantos vivos			N° DE PLANO <b>829-000-0002</b>
MATERIAL:			ESCALA: 1:15
PESO: 1175 kg			HOJA 1 DE 1

CONJUNTO GENERAL INFERIOR

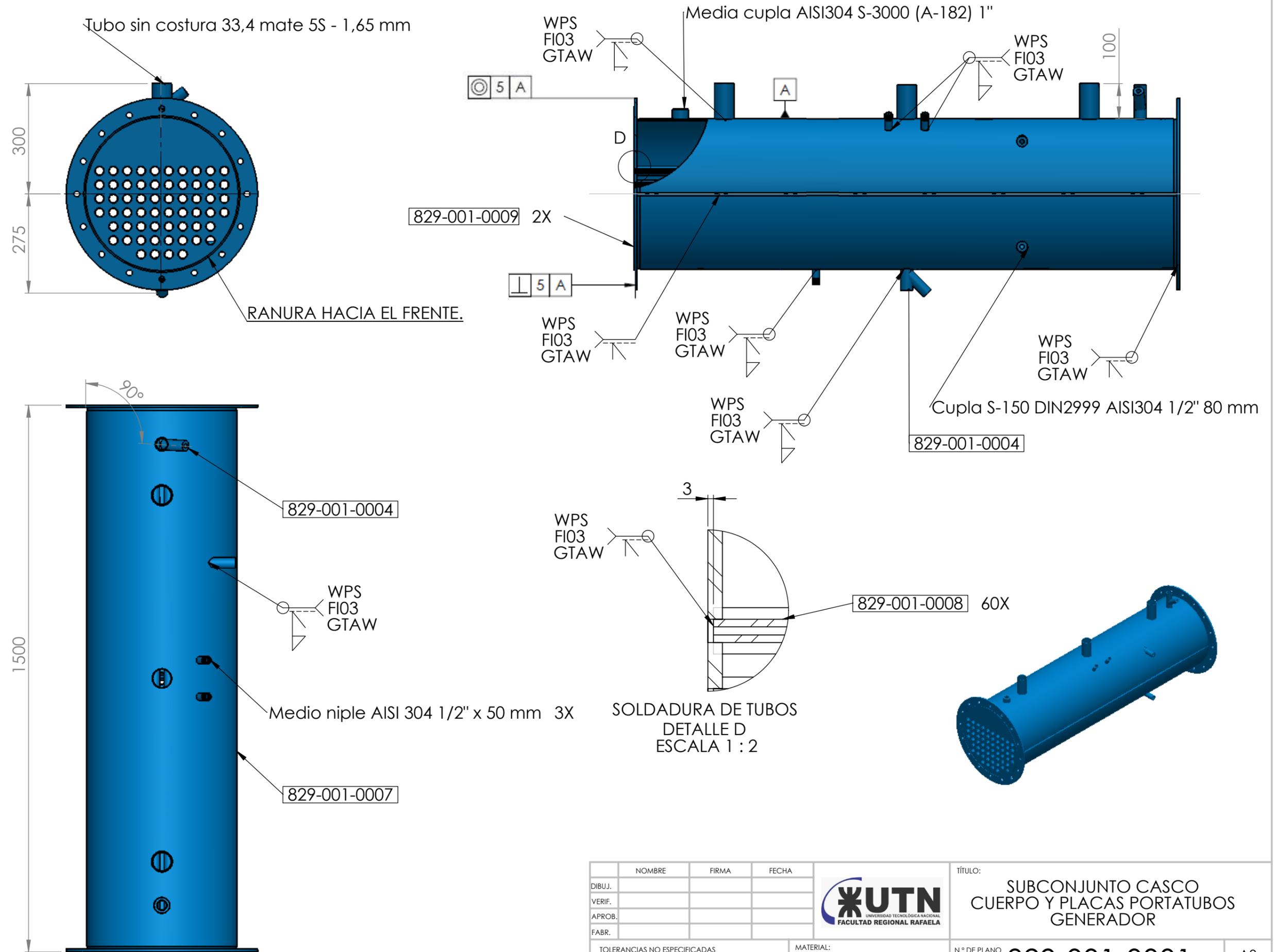
A2  
REVISION A



Datos de Diseño					
Presión	Operación:	0.101 kg/cm <sup>2</sup> = 10000 Pa	Temp:	Operación:	82°C / 99°C
	Diseño:	1 kg/cm <sup>2</sup> - FULL VACCUUM		Diseño:	100 °C
	Prueba:	1.5 kg/cm <sup>2</sup> - FULL VACCUUM		MDMT:	-20 °C
	MAWP:	8.022 kg/cm <sup>2</sup>			
Cuerpo	Material:	SA-240 AISI 304	Cabezal	Tipo:	Semielíptico 2:1
	Espesor requerido:	2.0 mm		Material:	A234-WPB
	Espesor nominal:	2.0 mm		Espesor requerido:	2.5 mm
	Corrosion admisible:	0.0 mm		Espesor nominal:	4.8 mm
			Corrosion admisible:	0.0 mm	
Ensayos					
Radiografiado	COSTURAS LONGITUDINALES : NO / COSTURAS CIRCUNFERENCIALES : NO EFICIENCIA DE UNIONES SOLDADAS : 0.6				
Prueba hidrostática	PRESION DE PRUEBA: 1.5 kg/cm <sup>2</sup>				
Dimensiones Generales					
Medidas	1910 x 770 x 526,40 mm				
Peso	En vacío: 245 kg   Lleno: 420 kg				
Terminación					
Pintura interior	No aplica				
Pintura exterior	Sintético SPRAY RAL 5015				
Datos de Operación					
Potencia = 41.380 Watts					
Refrigerante			Líquido caliente		
Temperatura	Entrada	82 °C	Temperatura	Entrada	99 °C
	Salida	94 °C		Salida	96 °C
Caudal	45 lts/hs		Caudal	8.900 lts/hs	
Velocidad	0.35 m/s		Velocidad	1,2 m/s	



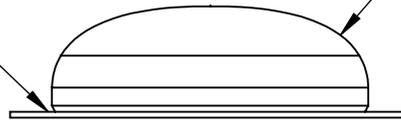
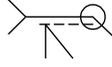
NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.			<b>ENSAMBLE COMPLETO GENERADOR</b>	
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS			MATERIAL:	N° DE PLANO
General +/- 1 mm - 1° Choffon 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad Rz 6.3 Eliminar cantos vivos			PESO: 245 kg	<b>829-001-0000</b>
			ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1
				A2 REVISION A



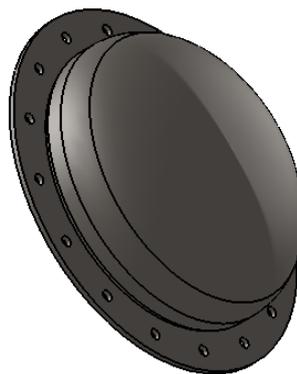
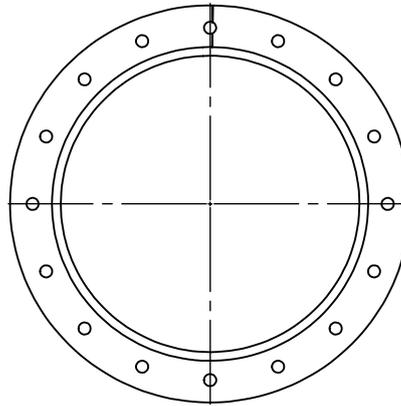
NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.			<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL RAFAELA</b>	
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS			MATERIAL:	N.º DE PLANO
General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad Rz 6,3 Eliminar cantos vivos			PESO: 151 kg	<b>829-001-0001</b> ESCALA: 1:20
			HOJA 1 DE 1	A3 REVISION A

Casquete semielíptico ASME VII DIV1 16" - 4,8 mm

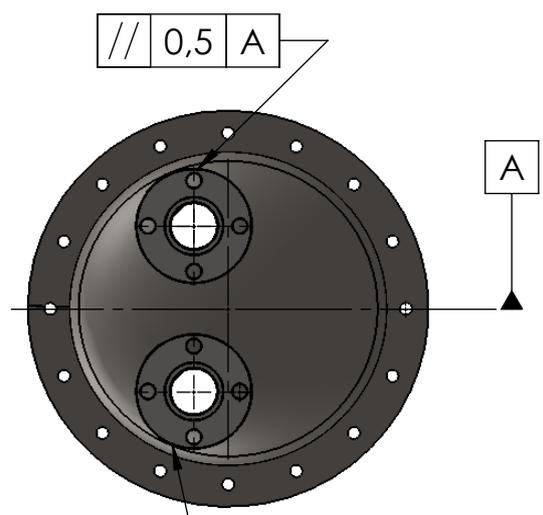
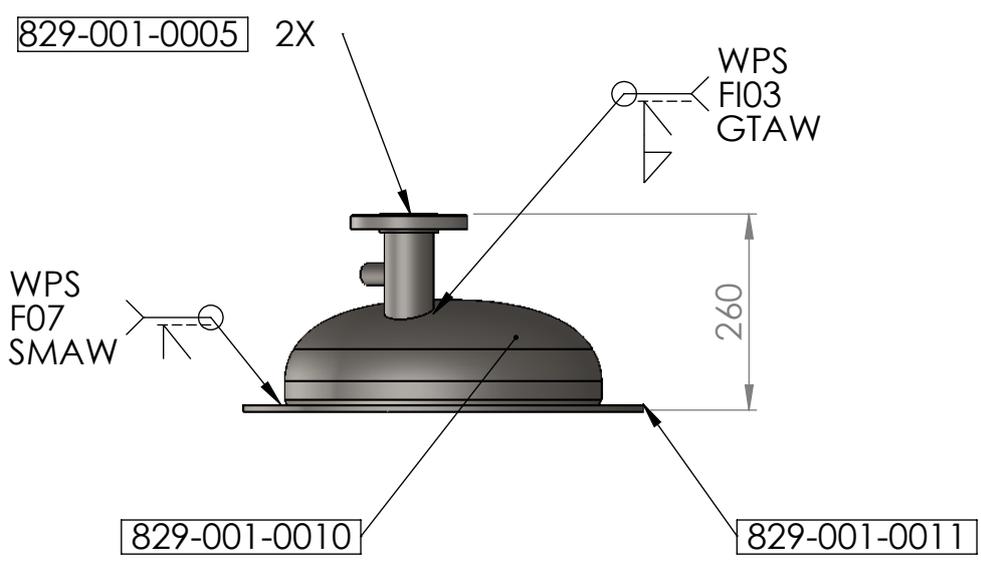
WPS  
F07  
SMAW



829-001-0011



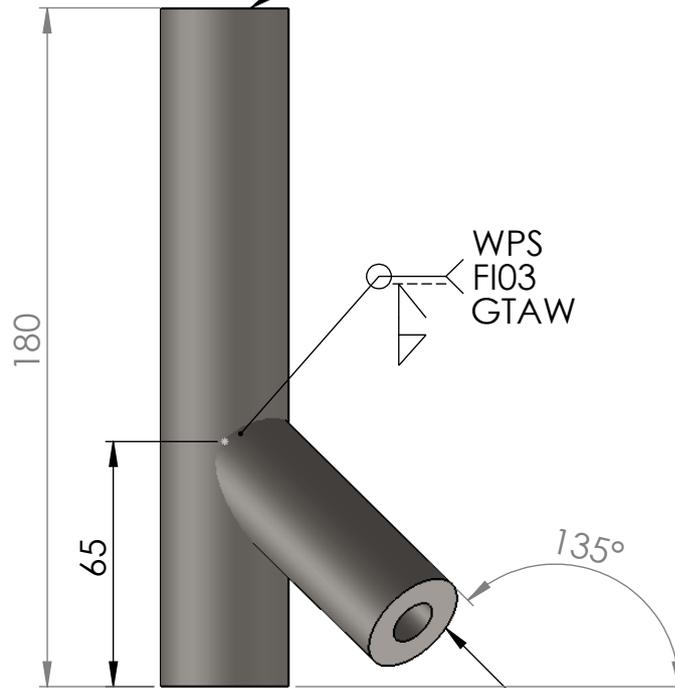
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: SUBCONJUNTO TAPA POSTERIOR GENERADOR
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chaflán 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos			MATERIAL:	N.º DE PLANO <b>829-001-0002</b>	A4
			PESO: 15,8 kg	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1 REVISION A



NOTA: SOLDAR BRIDAS EN LA POSICIÓN INDICADA ENTRE CENTROS.

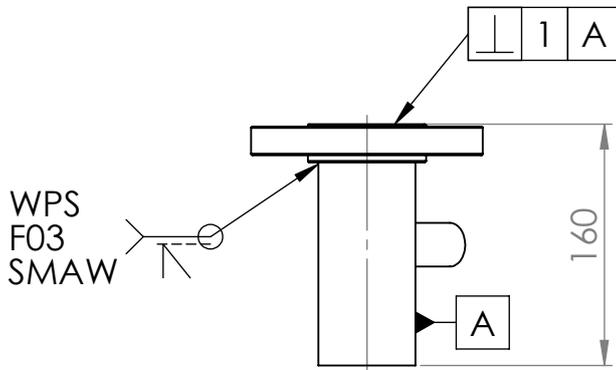
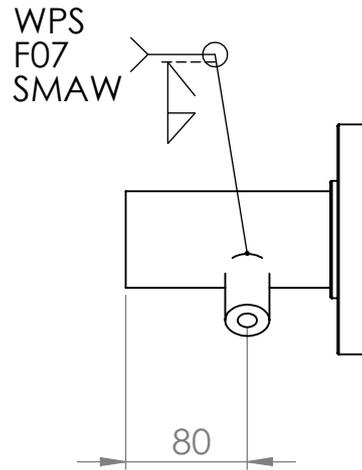
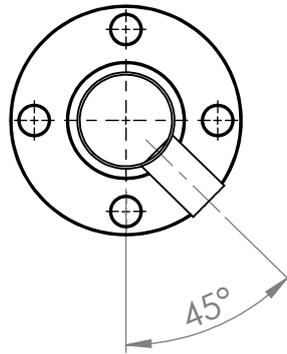
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		<b>TÍTULO:</b> SUBCONJUNTO TAPA CON CONEXIÓN LIQUIDO CALIENTE GENERADOR
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
<b>TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS</b> General +/- 1 mm - 1° Chaflan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos			<b>MATERIAL:</b>  PESO: 19 kg	<b>N.º DE PLANO</b> <b>829-001-0003</b>	<b>A4</b> <b>REVISION</b> <b>A</b>
			ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	

Tubo sin costura 33,4 mate 5S - 1,65 mm



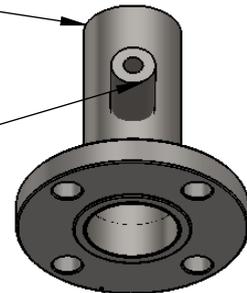
Cupla S-150 DIN2999 AISI304 1/2" 80 mm

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: SUBCONJUNTO CONEXIÓN ENTRADA-SALIDA REFRIGERANTE GENERADOR
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chaflán 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				MATERIAL:  PESO: 1,2 kg	N.º DE PLANO <b>829-001-0004</b> ESCALA: 1:2
				HOJA 1 DE 1	A4 REVISION A



Tubo sin costura 64 mate 5S - 1,65 mm

Cupla S-150 DIN2999 304 1/2" 80 mm



Brida Sorf (Slip On) acero común 64 mm (2")

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			



TÍTULO: SUBCONJUNTO CONEXIÓN  
ENTRADA-SALIDA  
LIQUIDO CALIENTE  
GENERADOR

TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS  
General +/- 1 mm - 1°  
Chafan 1x45 - Radio 1-1,5  
Rugosidad RZ 6,3  
Eliminar cantos vivos

MATERIAL:

PESO: 2,6 kg

N.º DE PLANO

829-001-0005

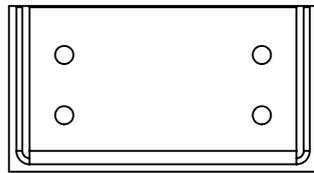
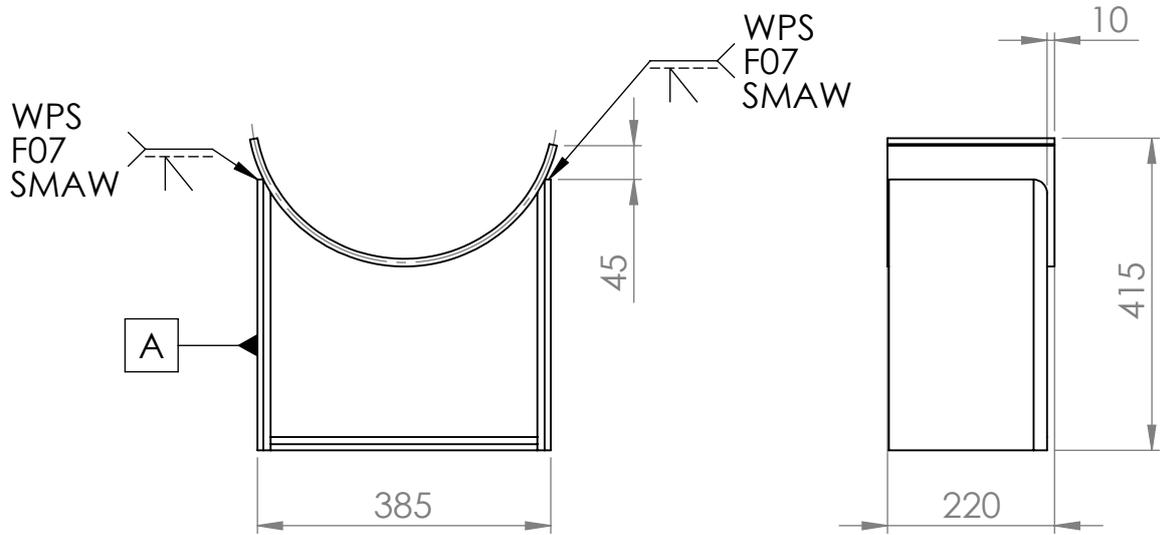
ESCALA: 1:5

HOJA 1 DE 1

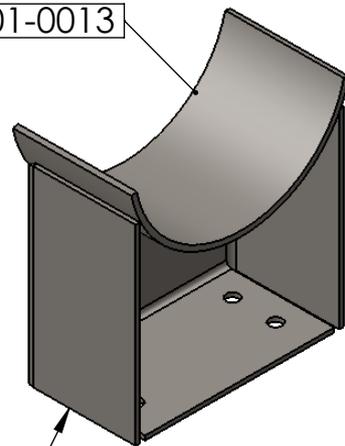
A4

REVISION

A

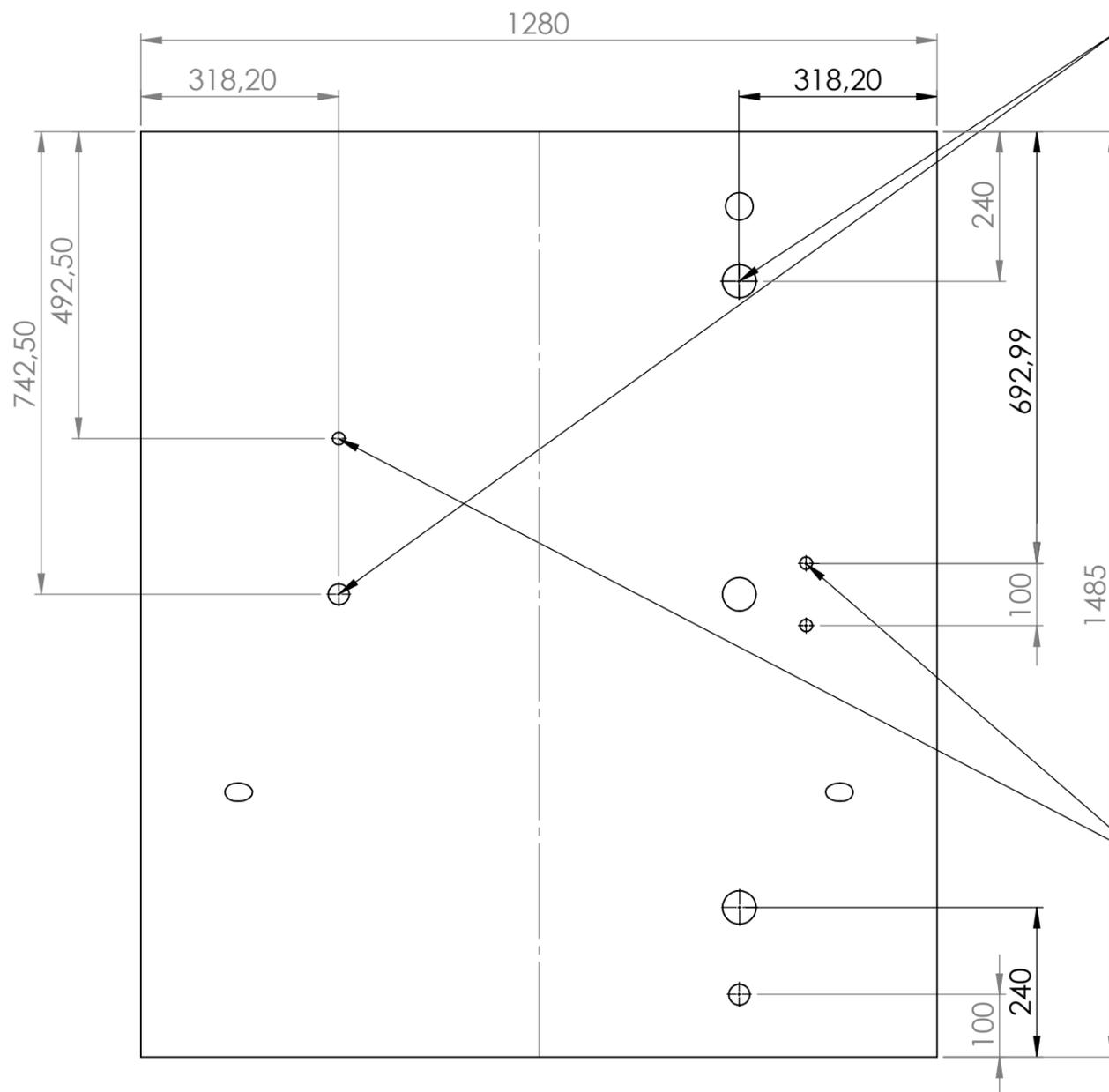
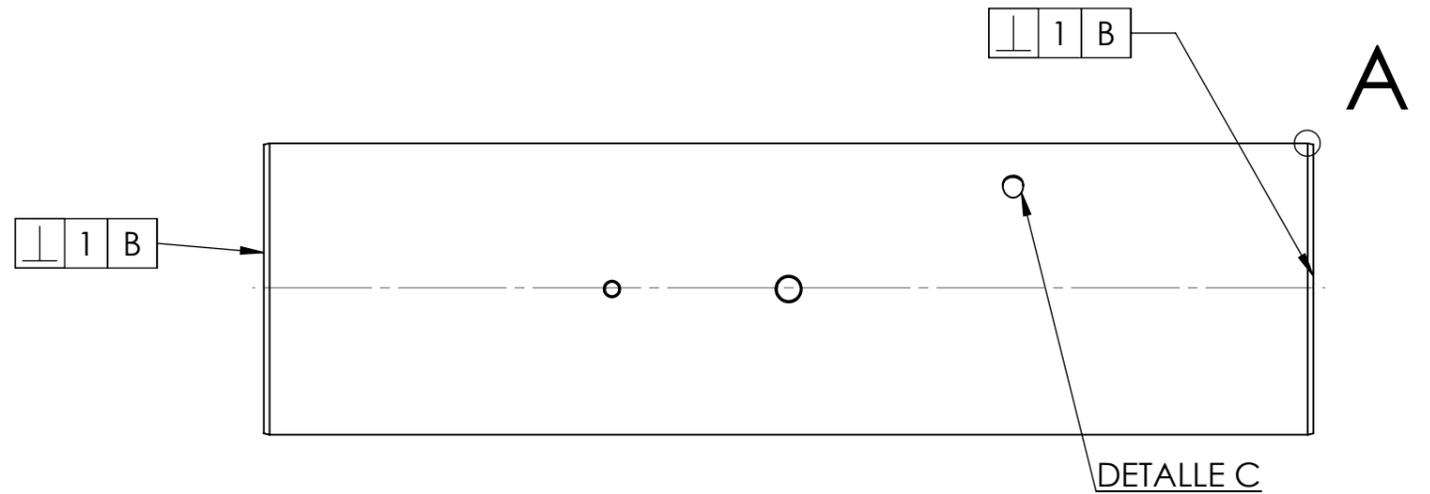
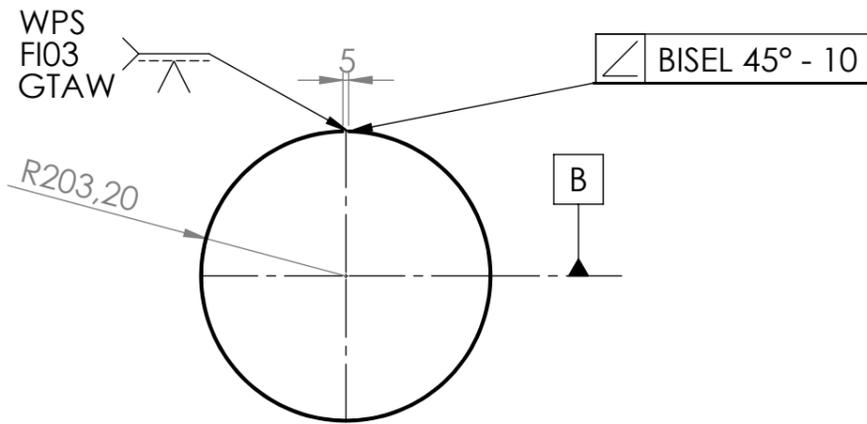


829-001-0013



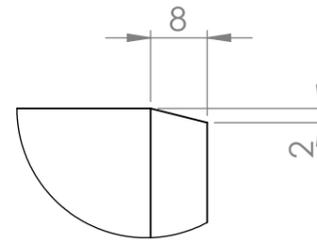
829-001-0012

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	SUBCONJUNTO SOPORTE PIE GENERADOR		
DIBUJ.					N.º DE PLANO	829-001-0006		
VERIF.					PESO:	29,5 kg	ESCALA:	1:10
APROB.					TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS	General +/- 1 mm - 1° Chaflan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos		
FABR.							HOJA	1 DE 1
							A4 REVISION A	

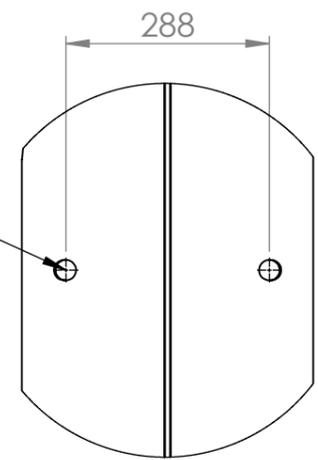


Ø33,4 + 0,1 POR TODO  
3 perforaciones  
Biselar borde con L = 2 mm

Ø30 + 0,1 POR TODO  
2 perforaciones  
Biselar borde con L = 2 mm



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



VISTA SUPERIOR  
DETALLE C  
ESCALA 1 : 10

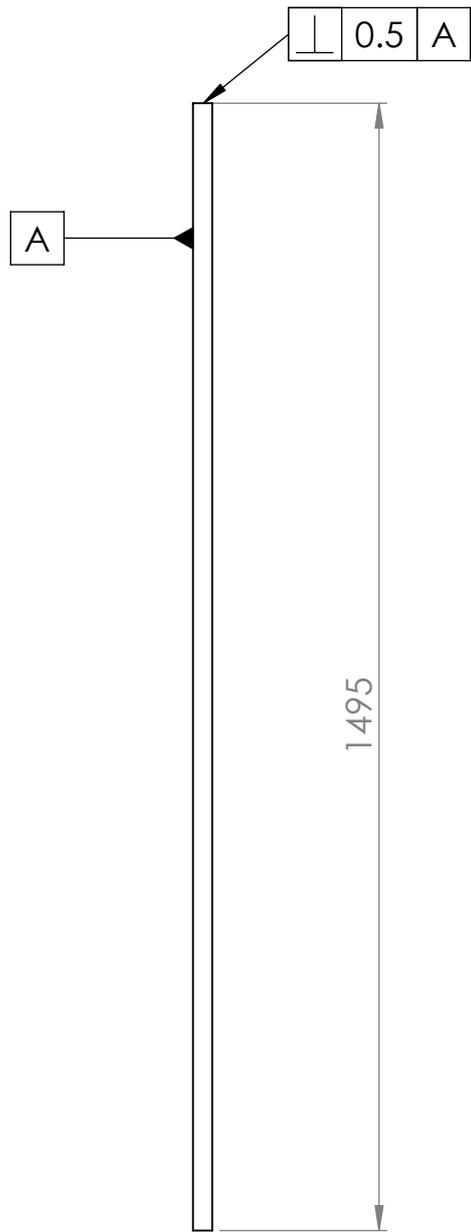
Ø21.7 + 0,1 POR TODO  
3 perforaciones  
Biselar borde con L = 2 mm



NOTA: CHAPA ROLADA  
ARRIBA 360° R202.3

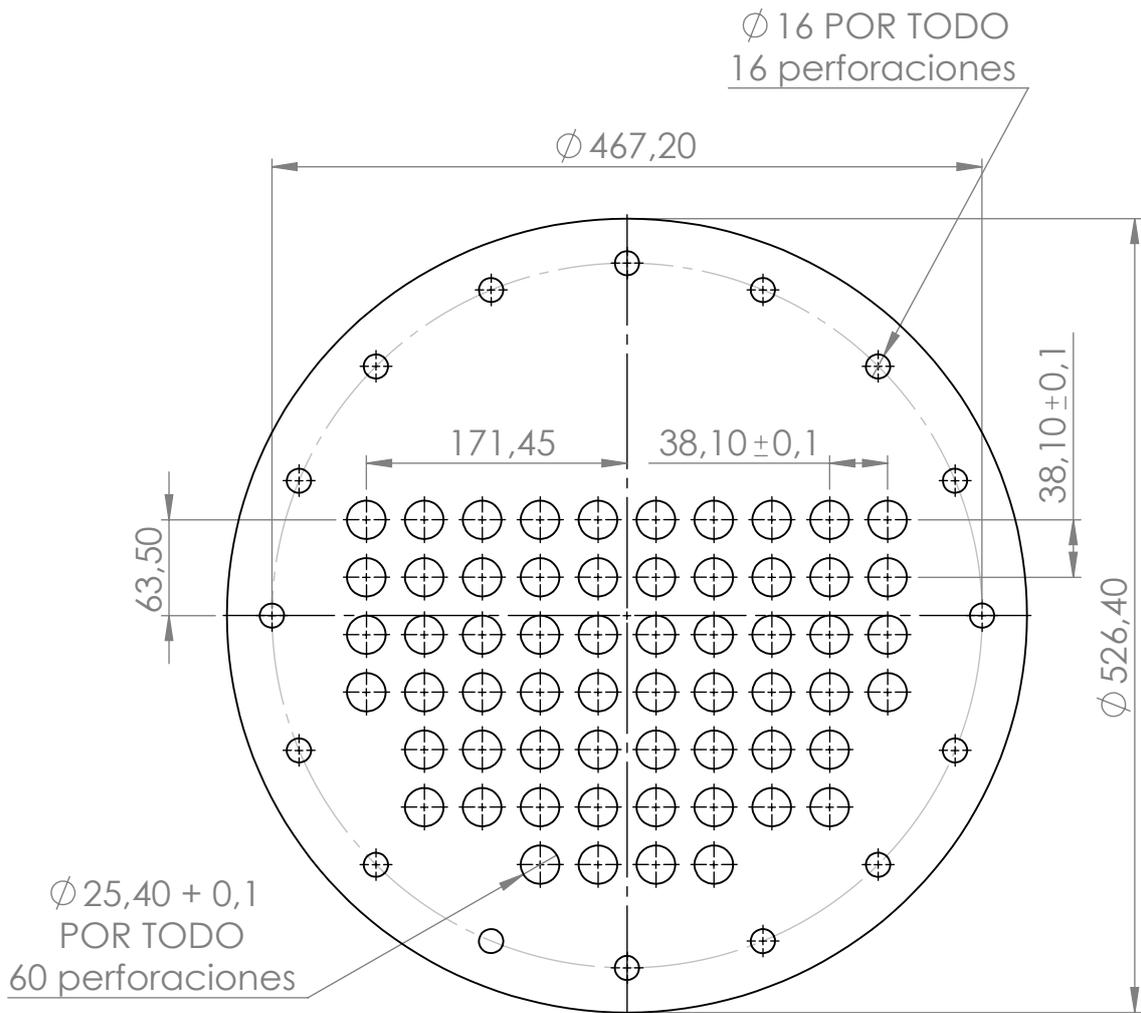
NOMBRE			FIRMA			FECHA			TÍTULO:		
DIBUJ.									CUERPO DEL CASCO GENERADOR		
VERIF.									N.º DE PLANO		
APROB.									829-001-0007		
FABR.									A3		
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS						MATERIAL:			ESCALA: 1:20		
General +/- 1 mm - 1° Chafón 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6.3 Eliminar cantos vivos						Chapa mate 2B AISI 304L esp. 4 mm			HOJA 1 DE 1		
PESO: 46 kg									REVISION		
									A		





NOTA: REBABAR ÁREA DE CORTE.

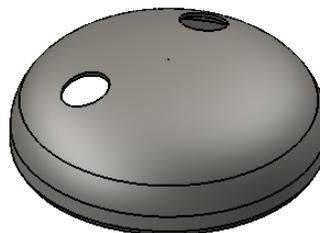
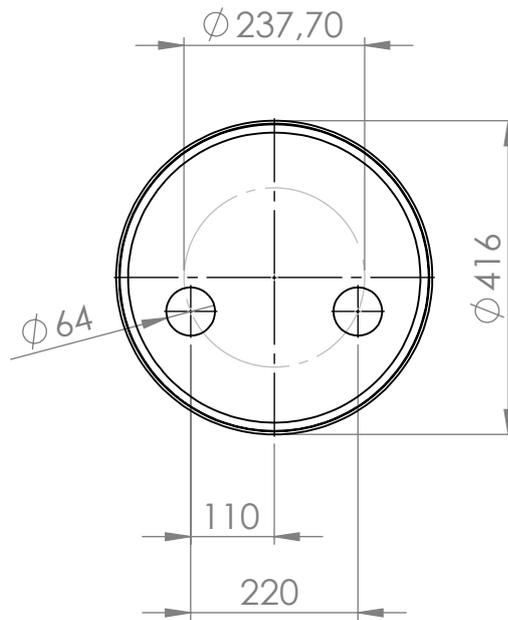
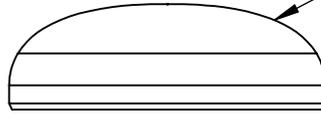
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	TUBO SIN COSTURA HAZ DE TUBOS GENERADOR	
DIBUJ.					N.º DE PLANO	829-001-0008	
VERIF.					MATERIAL:	TUBO SIN COSTURA ACERO AISI 304L 1" - esp. 1,5 mm	
APROB.					PESO:	1,3 kg	ESCALA: 1:50
FABR.					TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS	General +/- 1 mm - 1° Chaflan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos	
					HOJA 1 DE 1	REVISION	A4 A



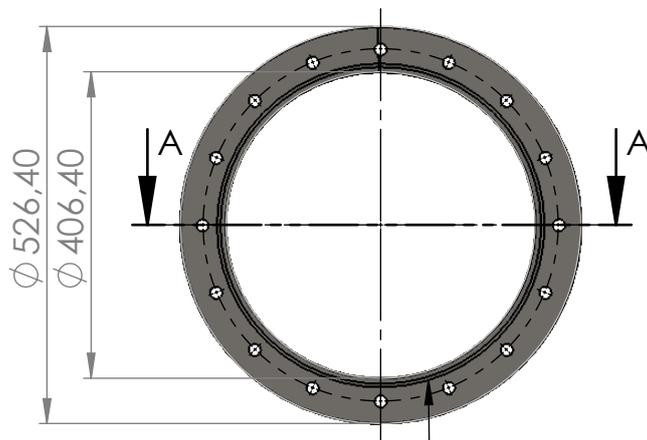
NOTA: LA SEPARACIÓN ENTRE CENTROS ES SIEMPRE  
 38,1 mm VERTICAL Y HORIZONTAL.

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	PLACA PORTATUBOS GENERADOR	
DIBUJ.						
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS				MATERIAL:	N.º DE PLANO	A4
General +/- 1 mm - 1° Chaflan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				Chapa mate 2B AISI 304L esp. 8 mm	<b>829-001-0009</b>	REVISION
				PESO: 11,7 kg	ESCALA: 1:10	A
					HOJA 1 DE 1	

Casquete semielíptico ASME VII DIV1 16" - 4,8 mm



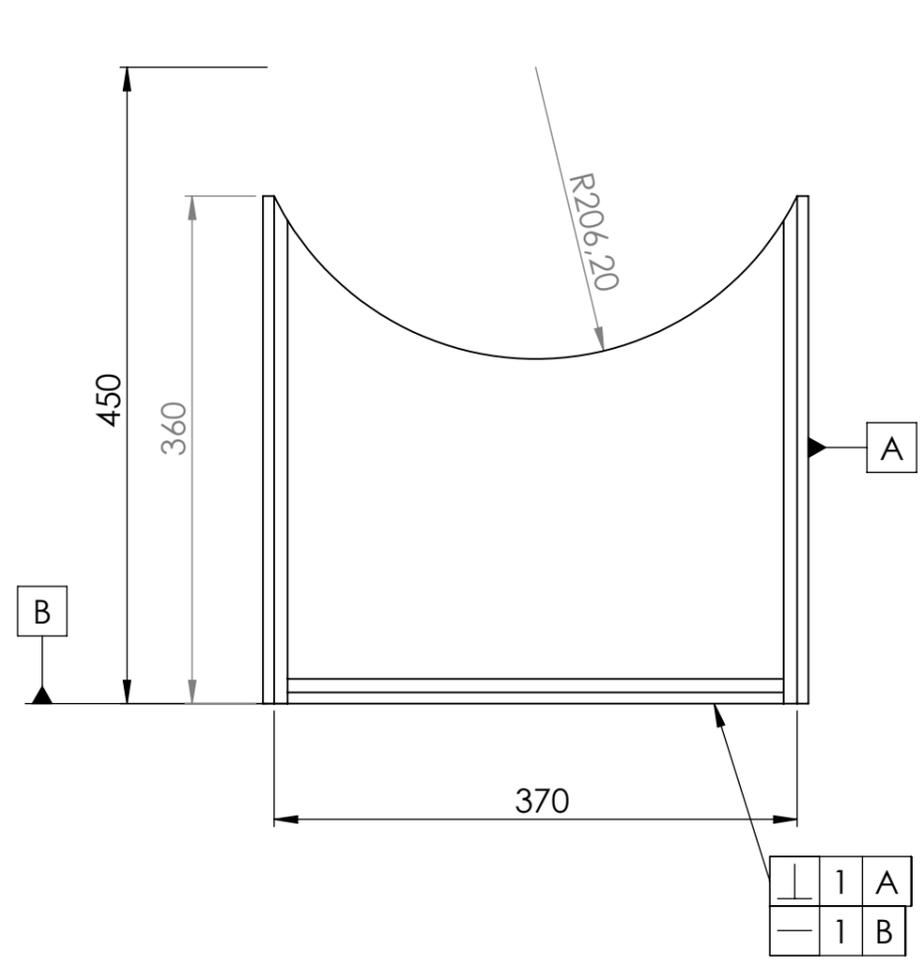
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: CASQUETE SEMIELÍPTICO ASME VII DIV 1- 16" 4,8 mm PARA CONEX. LIQUIDO CALIENTE GENERADOR		
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6.3 Eliminar cantos vivos				MATERIAL: <b>Acero común</b> 4,8 mm esp.	N.º DE PLANO <b>829-001-0010</b>		
				PESO: 8,7 kg	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	A4 REVISION A



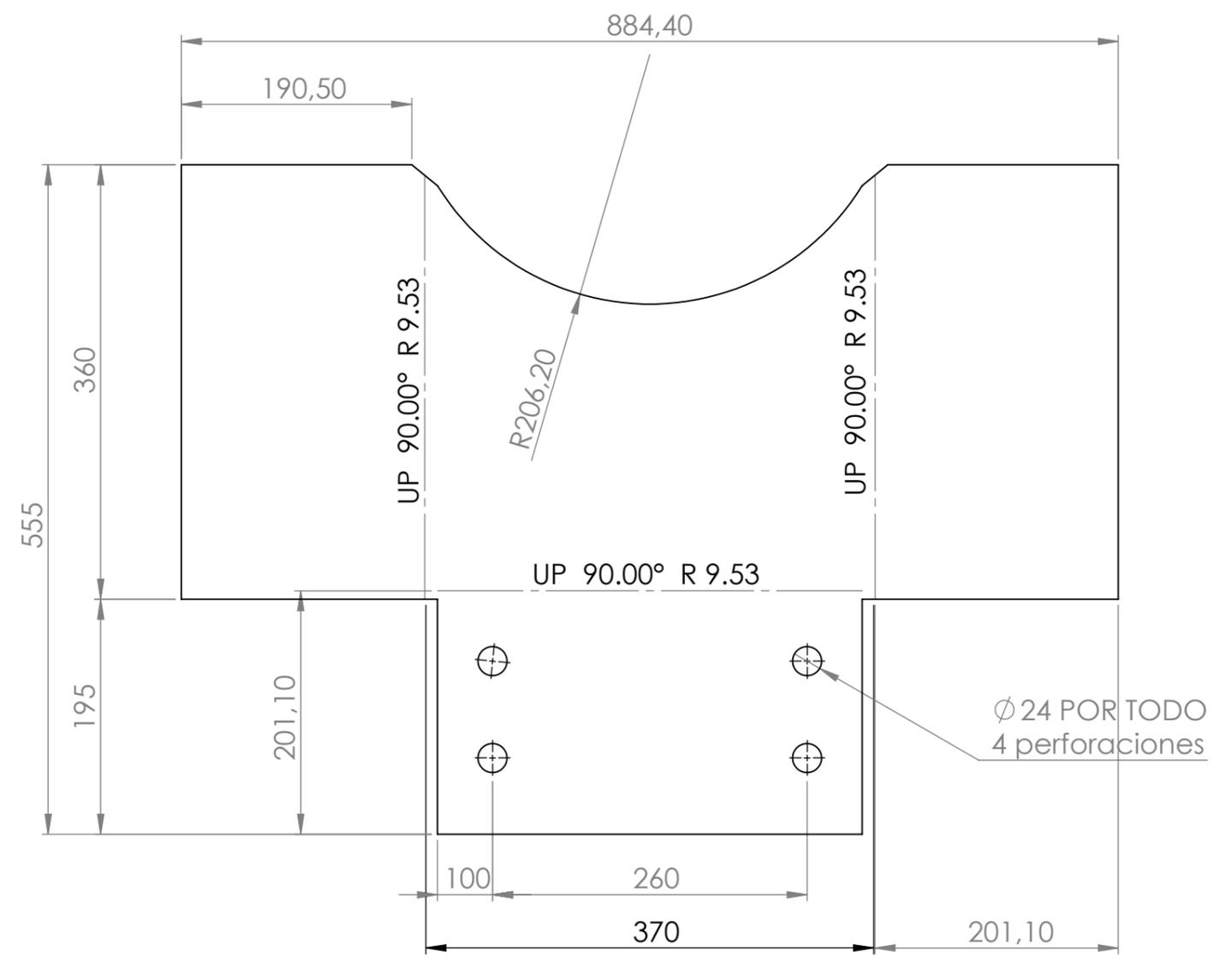
RANURA DE 8 mm ANCHO  
 PROFUNDIDAD DE  $6,75 \pm 0,4$  mm  
 $\varnothing$  medio =  $425 \pm 0,5$  mm



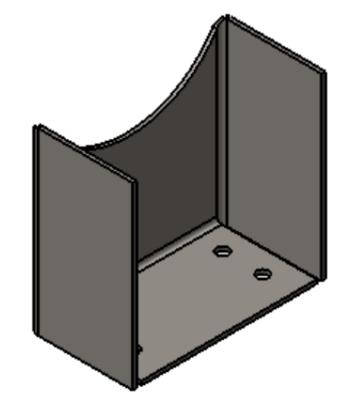
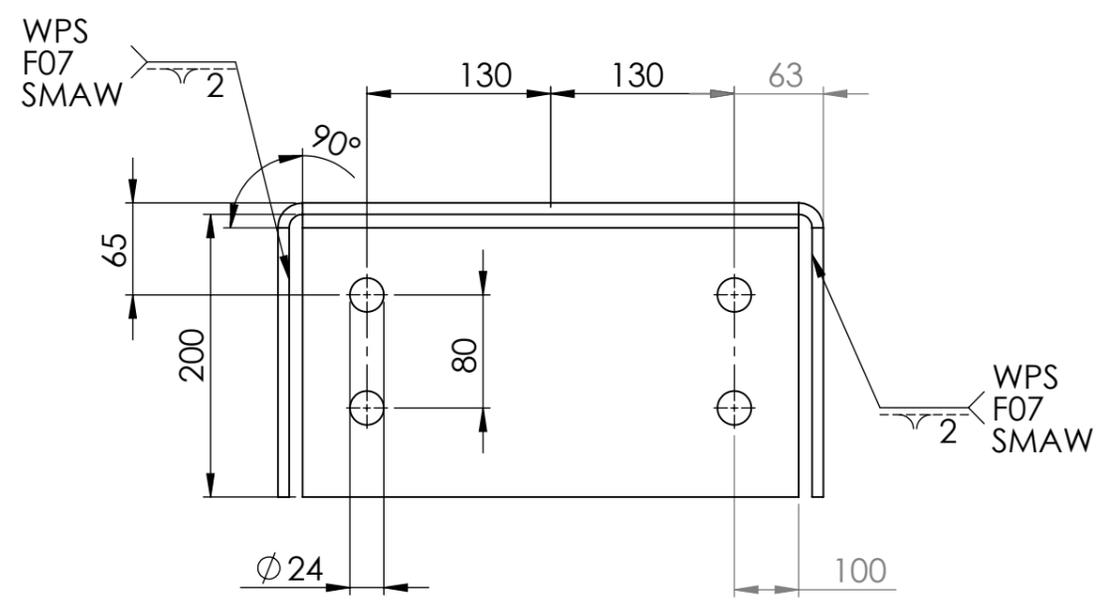
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	BRIDA PARA TAPA GENERADOR	
DIBUJ.					N.º DE PLANO	829-001-0011	
VERIF.					PESO:	5.2 kg	ESCALA: 1:10
APROB.					TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		HOJA 1 DE 1
FABR.					General $\pm 1$ mm - 1º Chafnán 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos		REVISION
				MATERIAL:	Chapa lisa comercial 5/8"		A4
							A



⊥	1	A
—	1	B



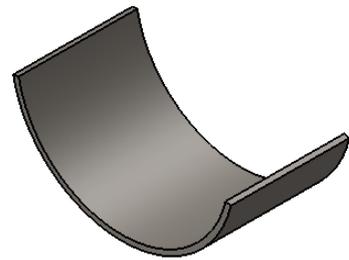
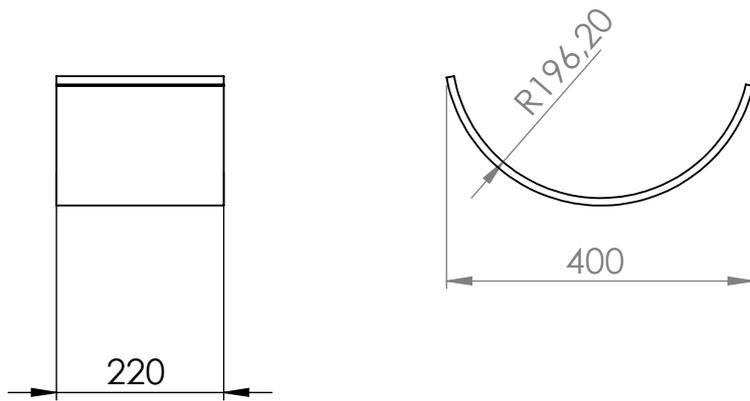
NOTA: CHAPA PLEGADA - 90° - RADIO 10°



NOTA: SOLDADURA PARA UNIR PLIEGOS.  
SUPERFICIE DE CONTACTO INFERIOR DEBE LIMPIARSE Y QUEDAR PLANA.

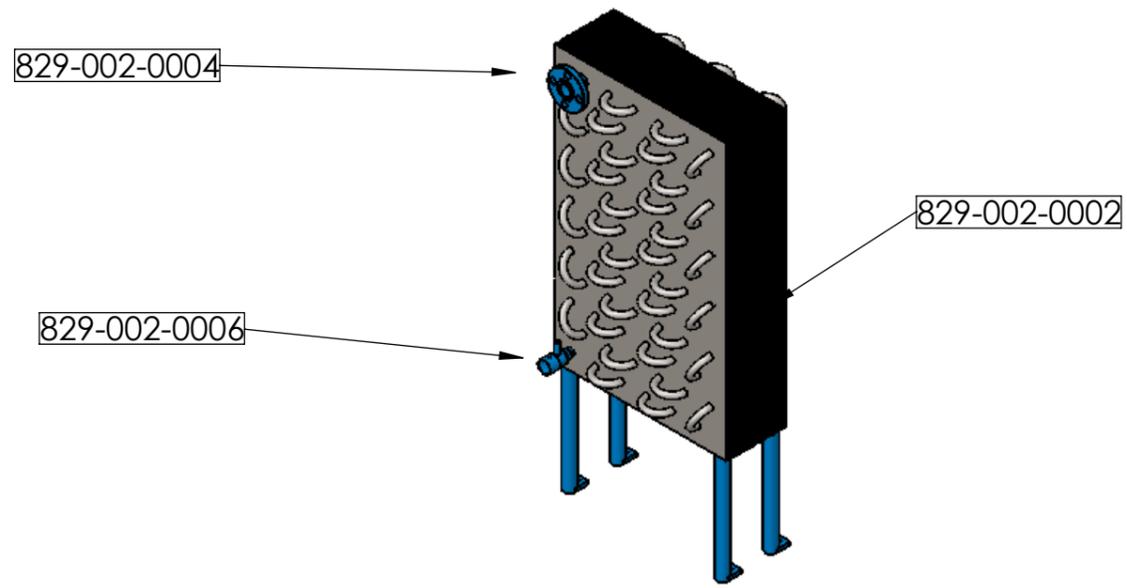
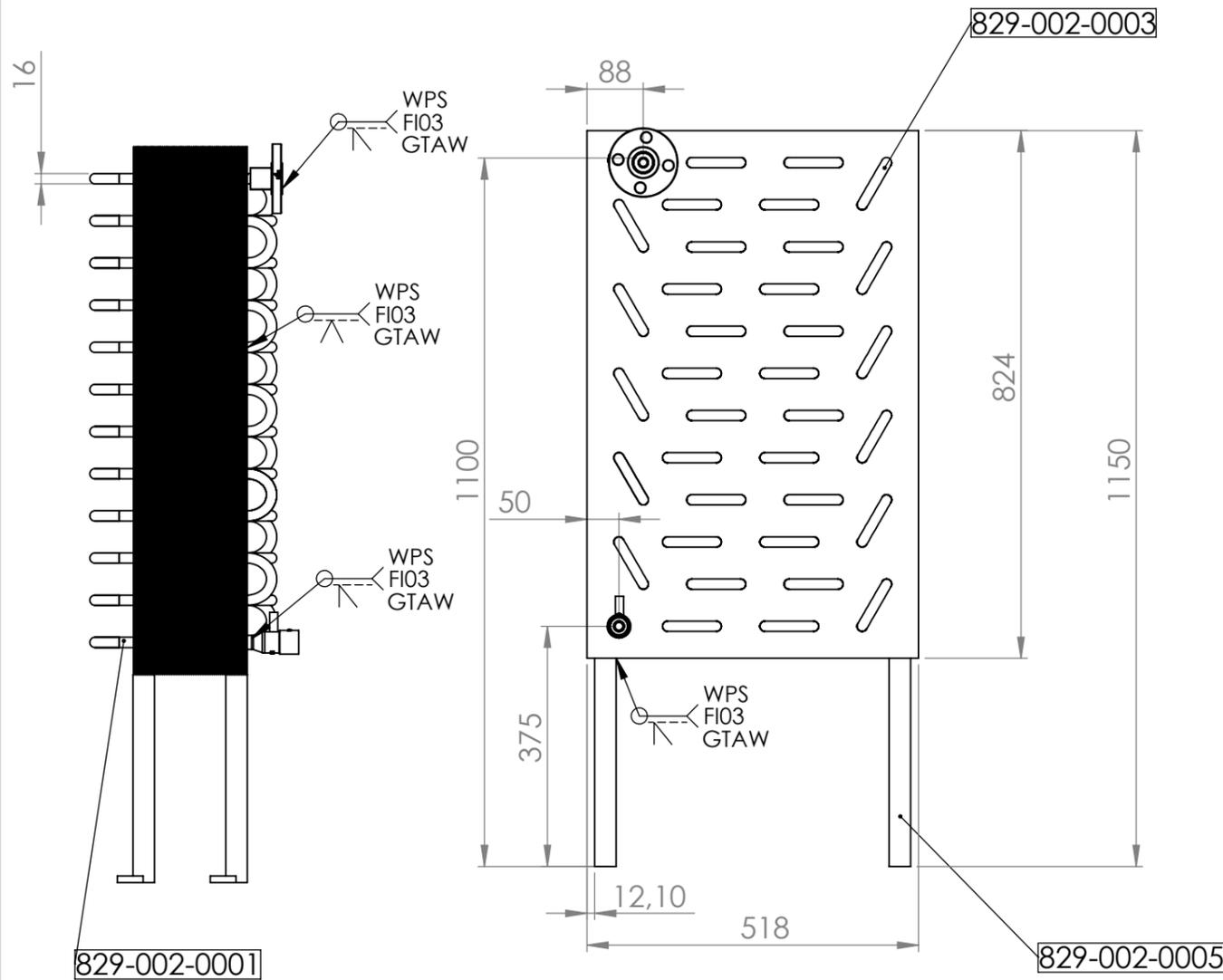
NOMBRE			FIRMA			FECHA			TÍTULO:		
DIBUJ.									SOPORTE PIE GENERADOR		
VERIF.									N.º DE PLANO		
APROB.									829-001-0012		
FABR.									A3		
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS						MATERIAL:			ESCALA:1:5		
General +/- 1 mm - 1° Chafón 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6.3 Eliminar cantos vivos						Chapa lisa comercial 5/16"			HOJA 1 DE 1		
PESO: 20 kg									REVISION		
									A		





ROLADO ARRIBA 156,5° R196,20

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	REFUERZO SOPORTE GENERADOR	
DIBUJ.					N.º DE PLANO	829-001-0013	
VERIF.					PESO:	9,5 kg	ESCALA: 1:10
APROB.					TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		HOJA 1 DE 1
FABR.					General +/- 1 mm - 1° Chaflan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos		REVISION
					MATERIAL:	Chapa lisa comercial 3/8"	
							A4
							A



Fijacion a estructura = 4 bulones contuerca 3"x1/4"

Datos de Diseño

Presion	Operacion:	0.1019716 Kg/cm2	Temp:	Operacion:	30°C / 95°C
	Diseño:	1 Kg / Cm2 - FULL VACCUM		Diseño:	100°C
	Prueba:	1,5 Kg /Cm2 - FULL VACCUM		MDMT	-20°C
	MAWP:	16.567 kgf/cm²			
Cañeria	Material:	SA-213 TP304	Aletas	Material:	Acero al Carbono
	Espesor requerido:	1.5mm		Espesor requerido:	Chapa N°24
	Espesor nominal:	1.5mm		Espesor nominal:	0,55mm
	Corrosion admisible:	0.0mm		Corrosion admisible:	0,0mm

Ensayos

Radiografiado:	COSTURAS LONGITUDINALES : NO / COSTURAS CIRCUNFERENCIALES : NO EFICIENCIA DE UNIONES SOLDADAS : 0.6
Prueba hidraulica:	PRESION DE PRUEBA: 1.5 Kg/cm2

Dimensiones Generales

Medidas	1150 x 518 x 276
Pesos Vacio y Lleno	120 Kg (Vacio) - 134 Kg (Lleno)

Terminacion

Pintura Interior	No aplica
Pintura exterior	Una mano de esmalte Sintetico

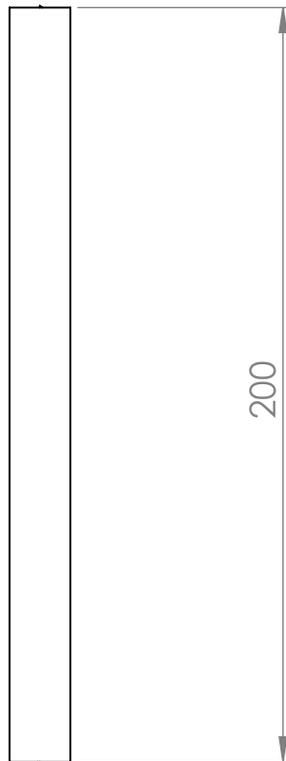
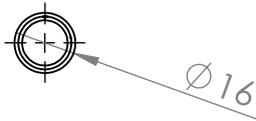
Datos de Operacion

Potencia = 29.600 Watts

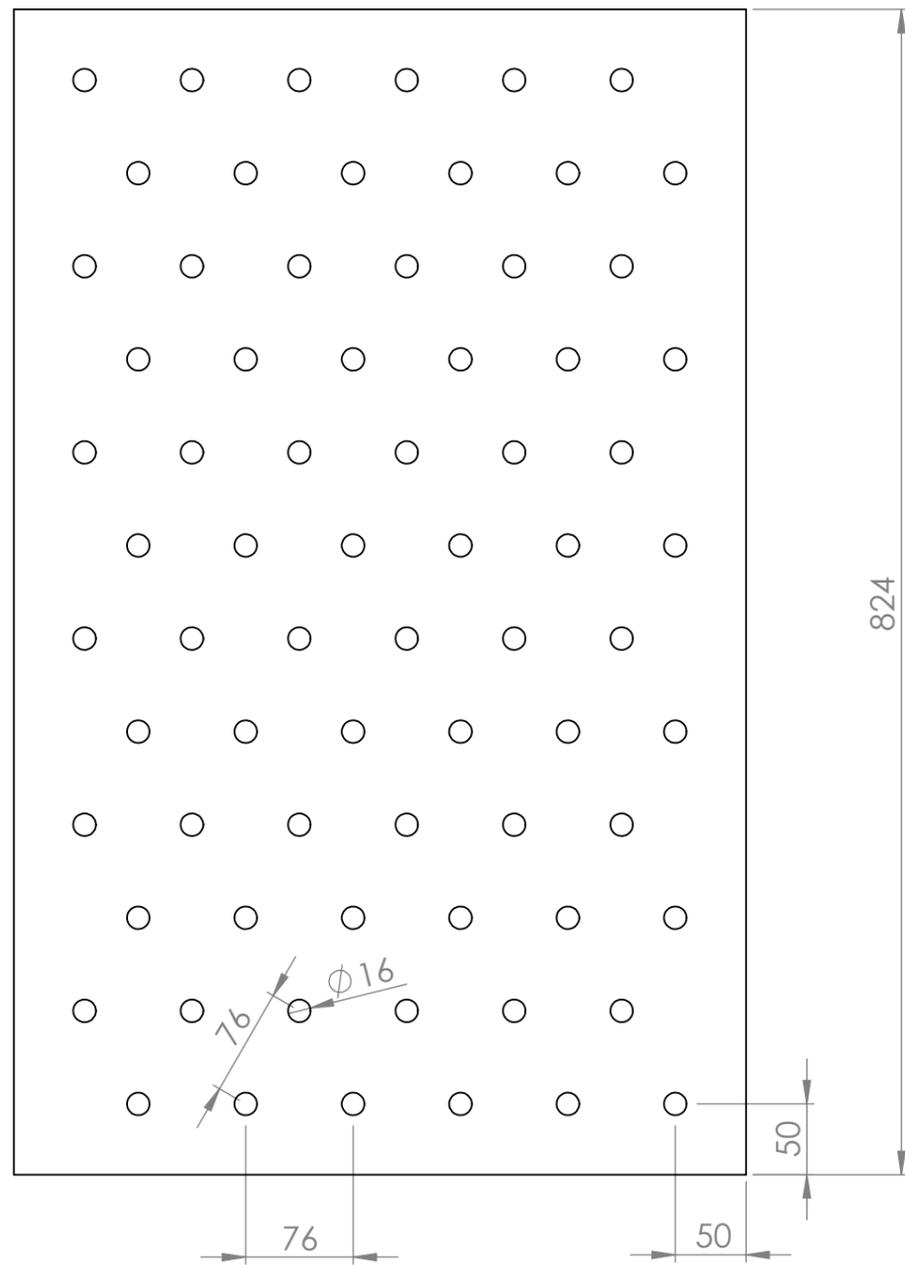
Solucion			Aire de Refrigeracion		
Temperatura	Entrada	95°C	Temperatura	Entrada	33°C
	Salida	45°C		Salida	43°C

ITEM	DENOMINACION	CANT	N° DE PLANO	OBSERVACIONES
6	CONEXION CUPLA	1	829-002-0006	
5	PATAS DE APOYO	4	829-002-0005	
4	CONEXION BRIDADA	1	829-002-0004	Conexiones SORF 1" S/150
3	CODOS 180°	71	829-002-0003	
2	ALETADOS	60	829-002-0002	
1	TUBOS	35	829-002-0001	

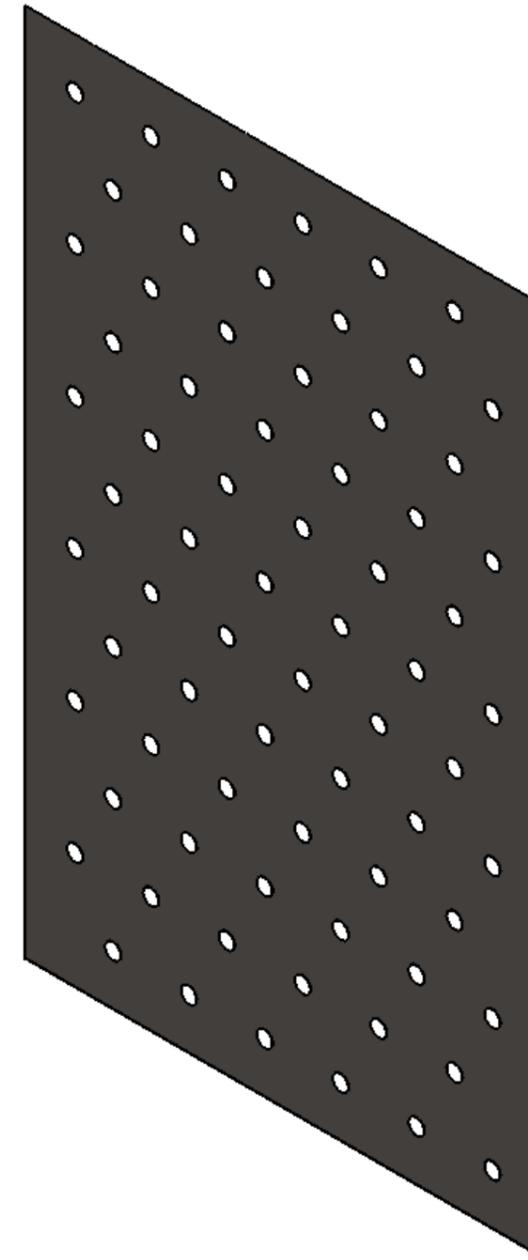
<table border="1"> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> <tr> <td>DIBUJ. T PIANETTI</td> <td></td> <td>14-10-2019</td> </tr> <tr> <td>VERIF. G. PAROLA</td> <td></td> <td>15-10-2019</td> </tr> <tr> <td>APROB. G. PAROLA</td> <td></td> <td>15-10-2019</td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. T PIANETTI		14-10-2019	VERIF. G. PAROLA		15-10-2019	APROB. G. PAROLA		15-10-2019	FABR.					<p>TÍTULO: <b>Ensamble General Condensador</b></p>	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																			
DIBUJ. T PIANETTI		14-10-2019																			
VERIF. G. PAROLA		15-10-2019																			
APROB. G. PAROLA		15-10-2019																			
FABR.																					
<p>OBSERVACIONES</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Rugosidad: ~</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>TOLERANCIA +/- 1mm</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> </tr> </table>		1	Rugosidad: ~	2	TOLERANCIA +/- 1mm	3		<p>MATERIAL: Acero Al carbono / AISI</p>		<p>N.º DE PLANO <b>829-002-0000</b></p>											
1	Rugosidad: ~																				
2	TOLERANCIA +/- 1mm																				
3																					
<p>PESO: 119,5 Kg</p>		<p>ESCALA: 1:10</p>		<p>HOJA 1 DE 1</p>																	
				<p>A3 REVISION A</p>																	



	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: <b>Tubo Condensador</b>
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019		
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019		
FABR.					
OBSERVACIONES			MATERIAL:	N.º DE PLANO	A4
1	Rugosidad $\sim$		<b>AISI 304</b>	<b>829-002-0001</b>	REVISION
2	TOLERANCIA +/- 1mm				A
3					PESO: 0,1Kg



Chapa N°24



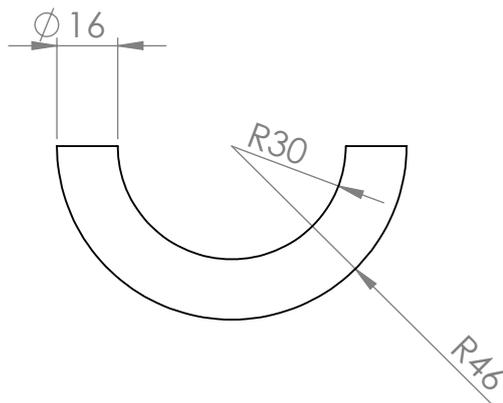
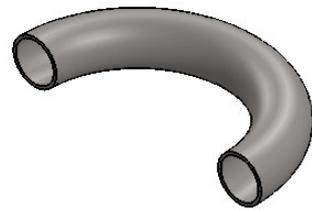
Nota perforaciones:

El punzonado o perforacion provocara un sobresalto de 3mm, el mismo servira de separacion entre aletas

Cantidad de Perforaciones = 72

Proveedor: Thermofin

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	Aletas Condensador		
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019					
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019					
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019					
FABR.								
OBSERVACIONES				MATERIAL:	N.º DE PLANO	829-002-0002	A3	
1	Rugosidad = ~			Acero Al carbono	ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1	REVISION
2	TOLERANCIA +/- 1mm							A
3				PESO: 1,78Kg				

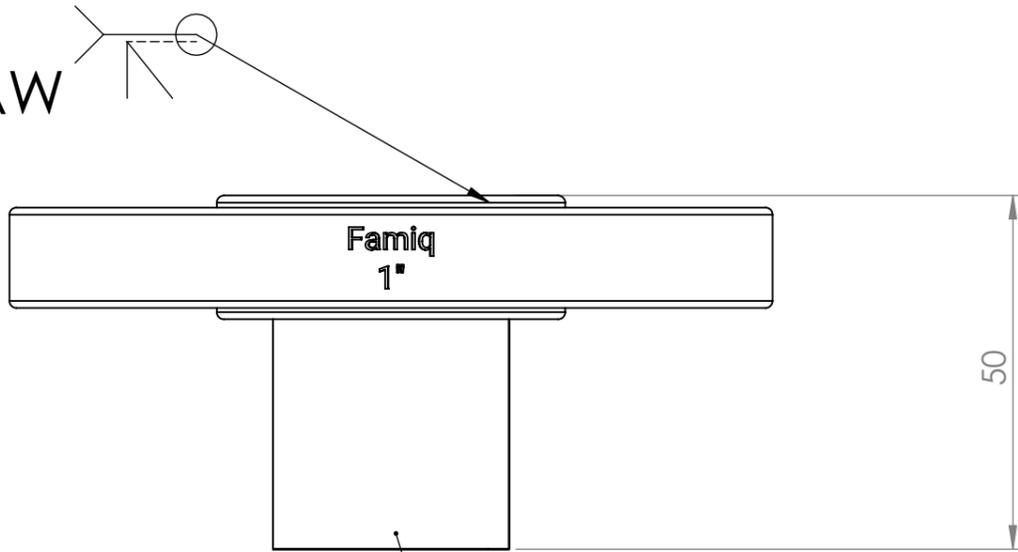


Proveedor Famiq

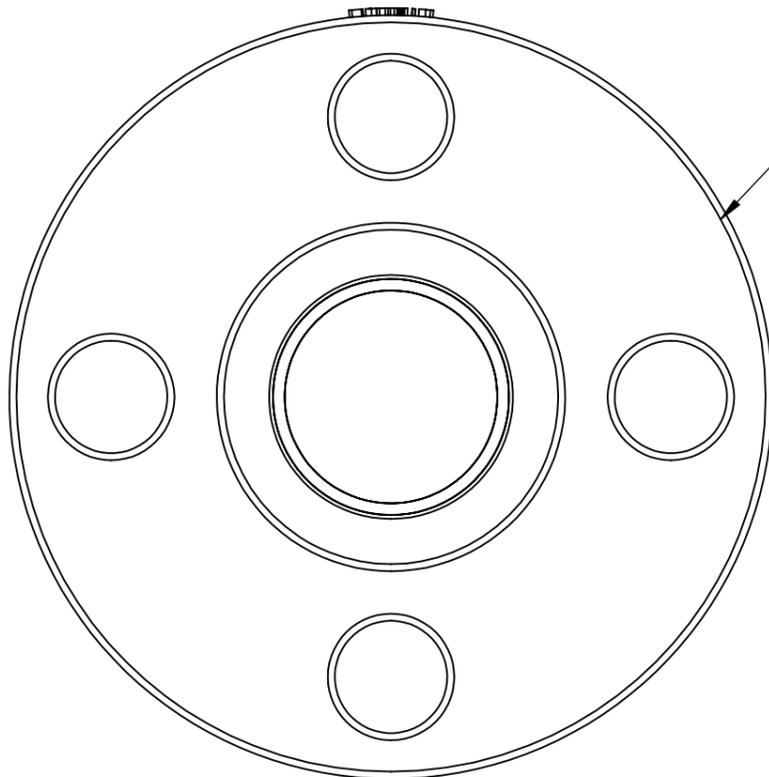
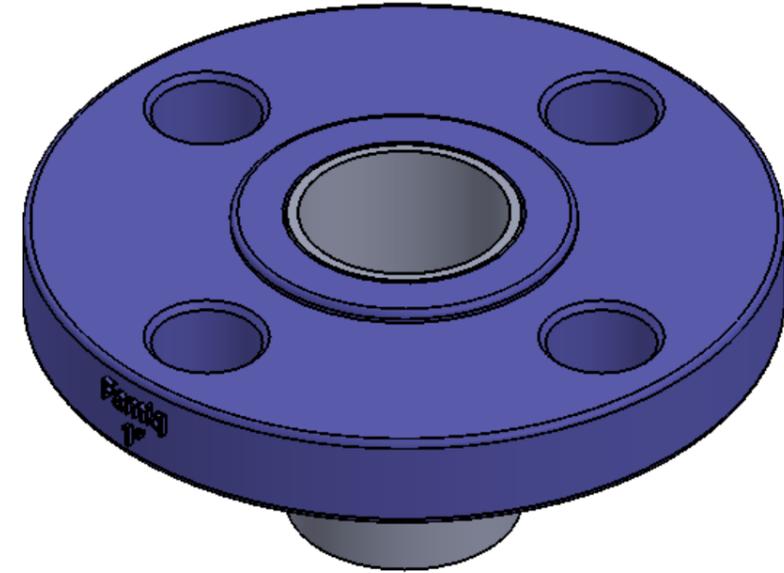
72 Codos 180° 16mm AISI 304

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	CODOS 180°	
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019				
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019				
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019				
FABR.							
OBSERVACIONES			MATERIAL:		N.º DE PLANO		A4
1	Rugosidad ~		AISI 304		829-002-0003		REVISION
2	TOLERANCIA +/- 1mm						A
3			PESO: 0,45Kg	ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1		

WPS  
FI03  
GTAW



Tubo sin costura 31 mate 5S - 1,65 mm

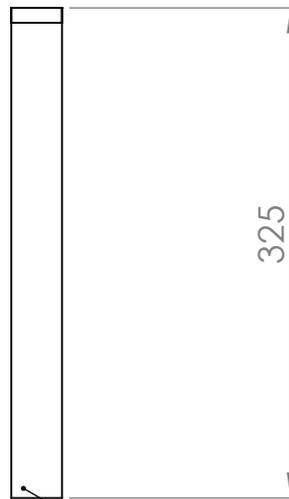
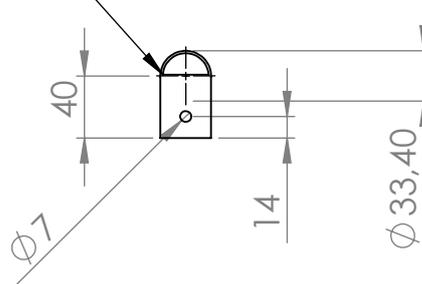


Brida Sorf (Slip On) acero común 31 mm (1")

Proveedor Famiq

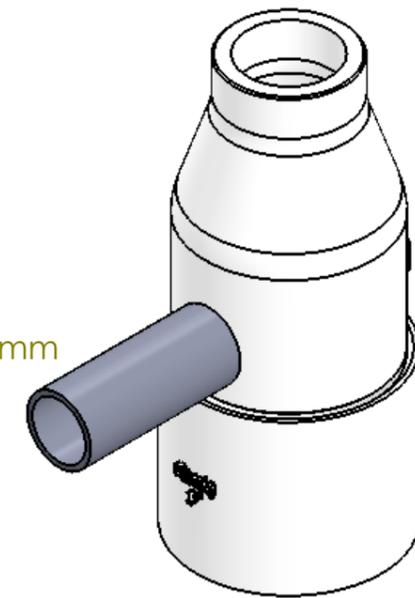
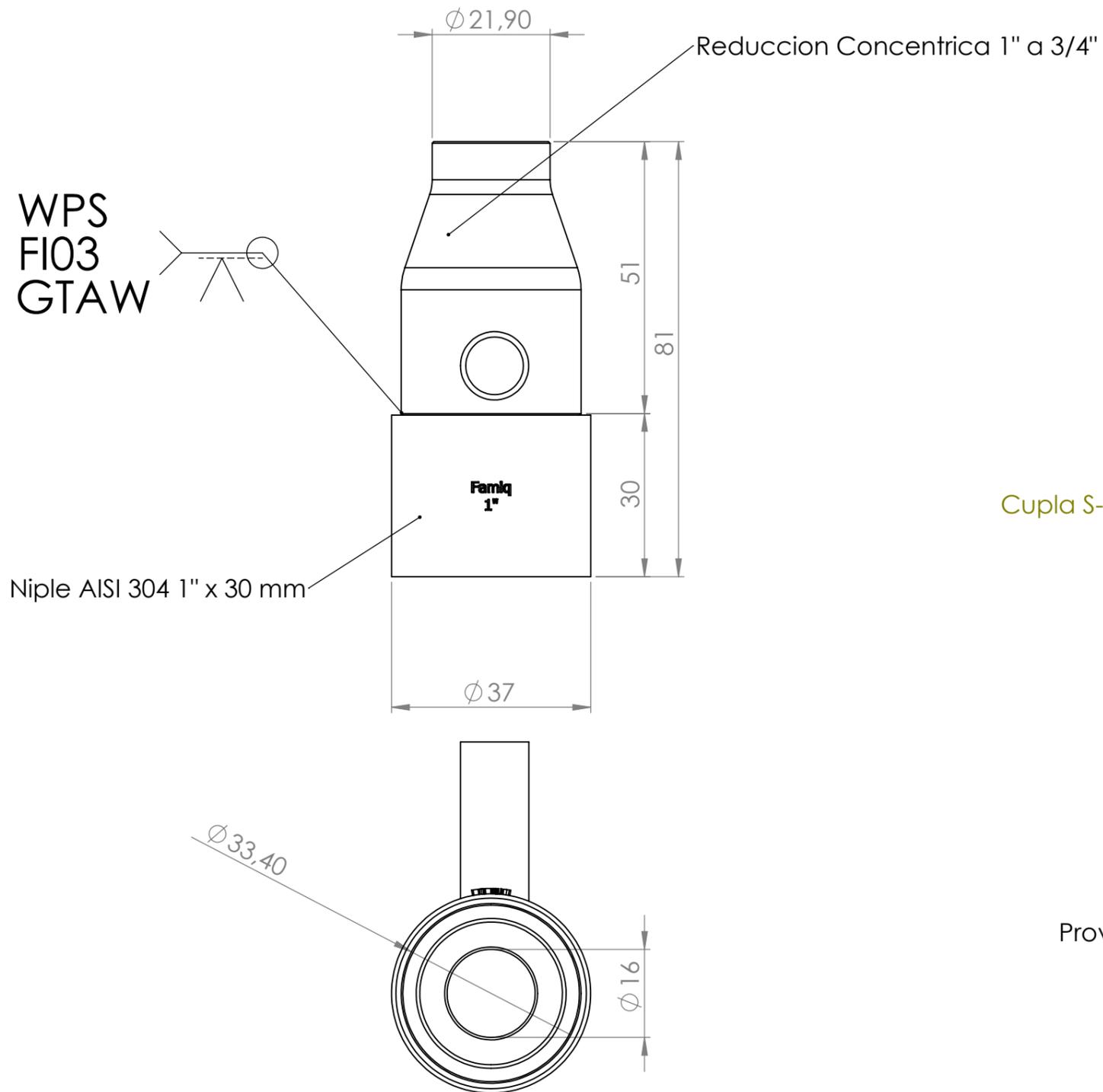
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	Conexion Condensador	
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019		N.º DE PLANO	829-002-0004	A3
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		ESCALA: 1	HOJA 1 DE 1	REVISION
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019				A
FABR.					MATERIAL:	AISI 304	
OBSERVACIONES			PESO: 0.8 Kg				
Rugosidad: ~							
TOLERANCIA +/- 1mm							

WPS  
F07  
SMAW



Tubo sin costura 64 mate 5S - 1,65 mm  
Fijacion a Estructura =Bulones 1/4" x 3

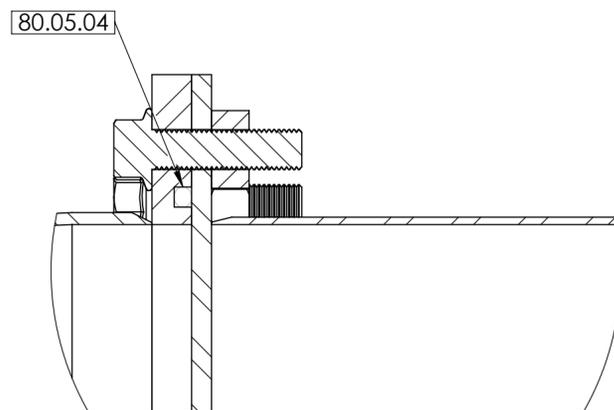
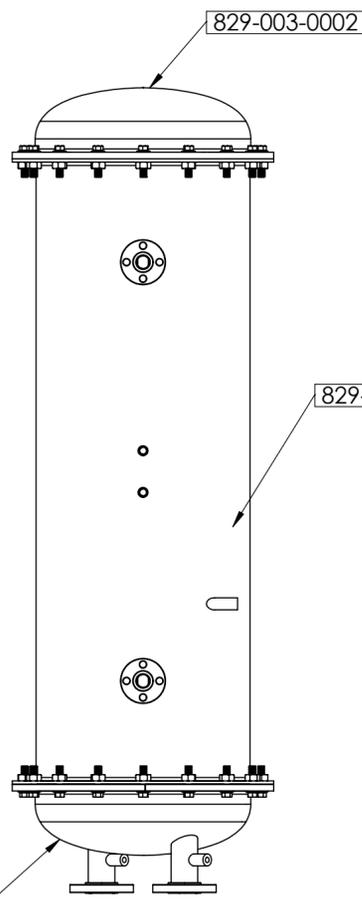
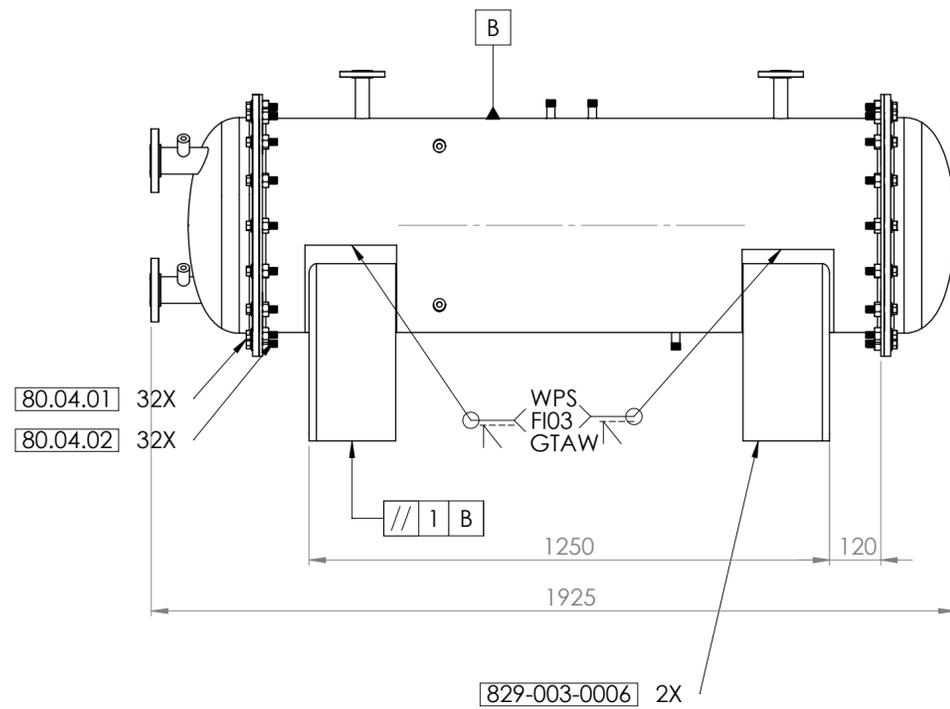
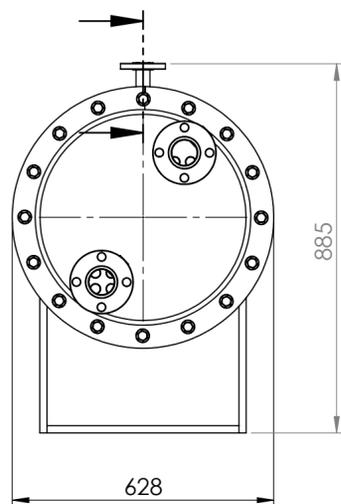
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:  Apoyo
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019		
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019		
FABR.					
OBSERVACIONES			MATERIAL:	N.º DE PLANO	A4
1	Rugosidad ~		Calidad comercial	829-002-0005	REVISION
2	TOLERANCIA +/- 1mm				ESCALA:1:5
3			PESO:	HOJA 1 DE 1	



Cupla S-150 DIN2999 304 1/2" 80 mm

Proveedor Famiq

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019	 <b>Conexion Condensador - Cupla</b>	
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019		
FABR.					
OBSERVACIONES			MATERIAL:		N.º DE PLANO
Rugosidad: ~			AISI 304		829-002-0006
TOLERANCIA +/- 1mm			PESO: 0.8 Kg		ESCALA: 1
					HOJA 1 DE 1
					A3
					REVISION
					A



DETALLE C  
ESCALA 1 : 2

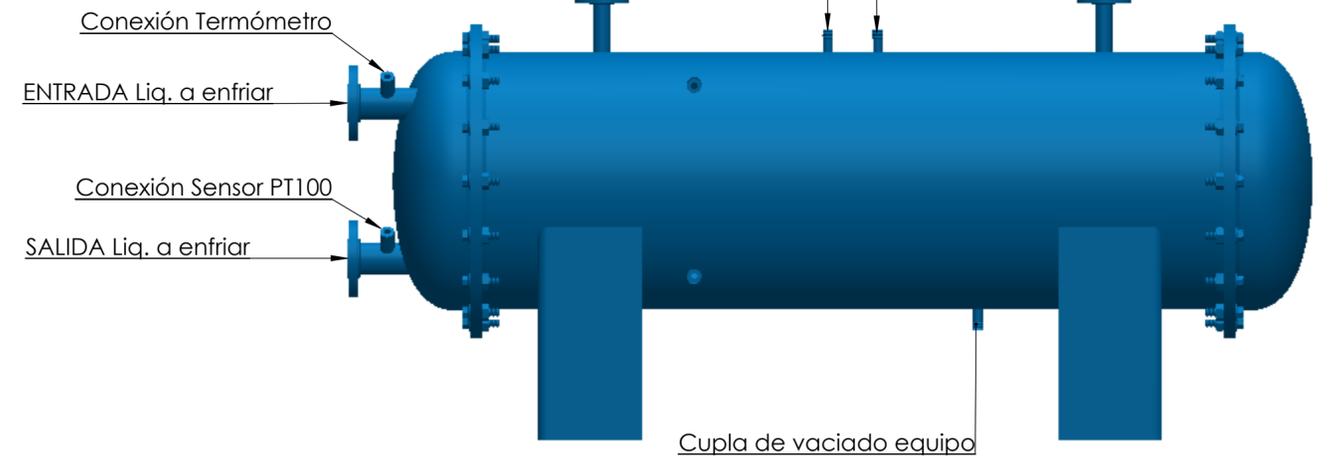
Datos de Diseño					
Presión	Operación:	0.0066 kg/cm <sup>2</sup> = 650 Pa	Temp:	Operación:	8 °C / 13 °C
	Diseño:	1 kg/cm <sup>2</sup> - FULL VACCUM		Diseño:	100 °C
	Prueba:	1.5 kg/cm <sup>2</sup> - FULL VACCUM		MDMT:	-20 °C
	MAWP:	6.413 kg/cm <sup>2</sup>			
Cuerpo	Material:	SA-240 AISI 304	Cabezal	Tipo:	Semielíptico 2:1
	Espesor requerido:	2.0 mm		Material:	A234-WPB
	Espesor nominal:	2.0 mm		Espesor requerido:	2.5 mm
	Corrosion admisible:	0.0 mm		Espesor nominal:	4.8 mm
			Corrosion admisible:	1 mm	
Ensayos					
Radiografiado	COSTURAS LONGITUDINALES : NO / COSTURAS CIRCUNFERENCIALES : NO EFICIENCIA DE UNIONES SOLDADAS : 0.6				
Prueba hidrostática	PRESION DE PRUEBA: 1.5 kg/cm <sup>2</sup>				
Dimensiones Generales					
Medidas	1925 x 885 x 628 mm				
Peso	En vacío: 465 kg   Lleno: 660 kg				
Terminación					
Pintura interior	No aplica				
Pintura exterior	Sintético SPRAY RAL 5015				
Datos de Operación					
Potencia = 29.000 Watts					
Refrigerante			Líquido a enfriar		
Temperatura	Entrada	5 °C	Temperatura	Entrada	13 °C
	Salida	5 °C		Salida	8 °C
Caudal	45 lts/hs		Caudal	5.000 lts/hs	
Velocidad	0.35 m/s		Velocidad	1,2 m/s	

Cupla de generación de vacío/purga de aire

ENTRADA Refrigerante desde Condensador

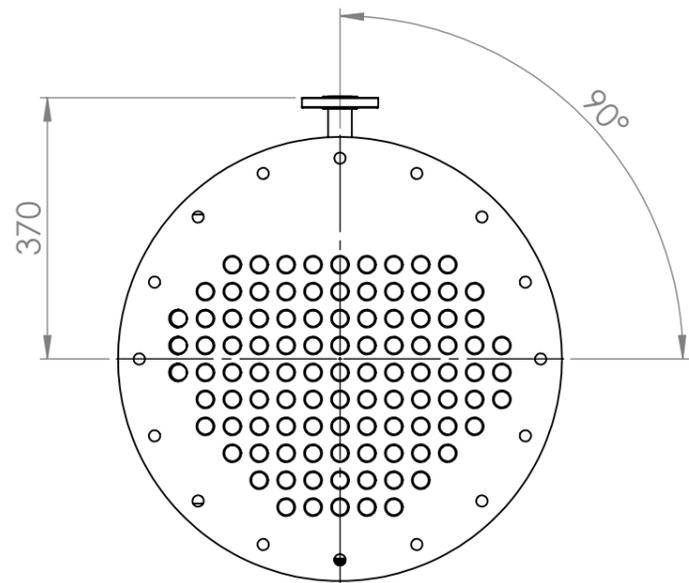
SALIDA Refrigerante al Absorbedor

Cupla de llenado equipo

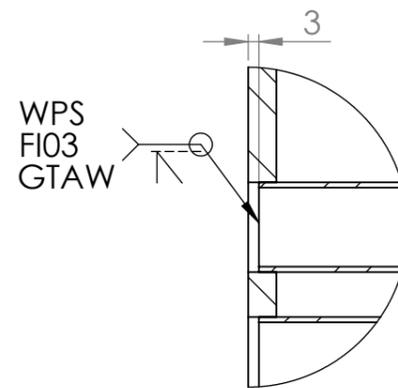
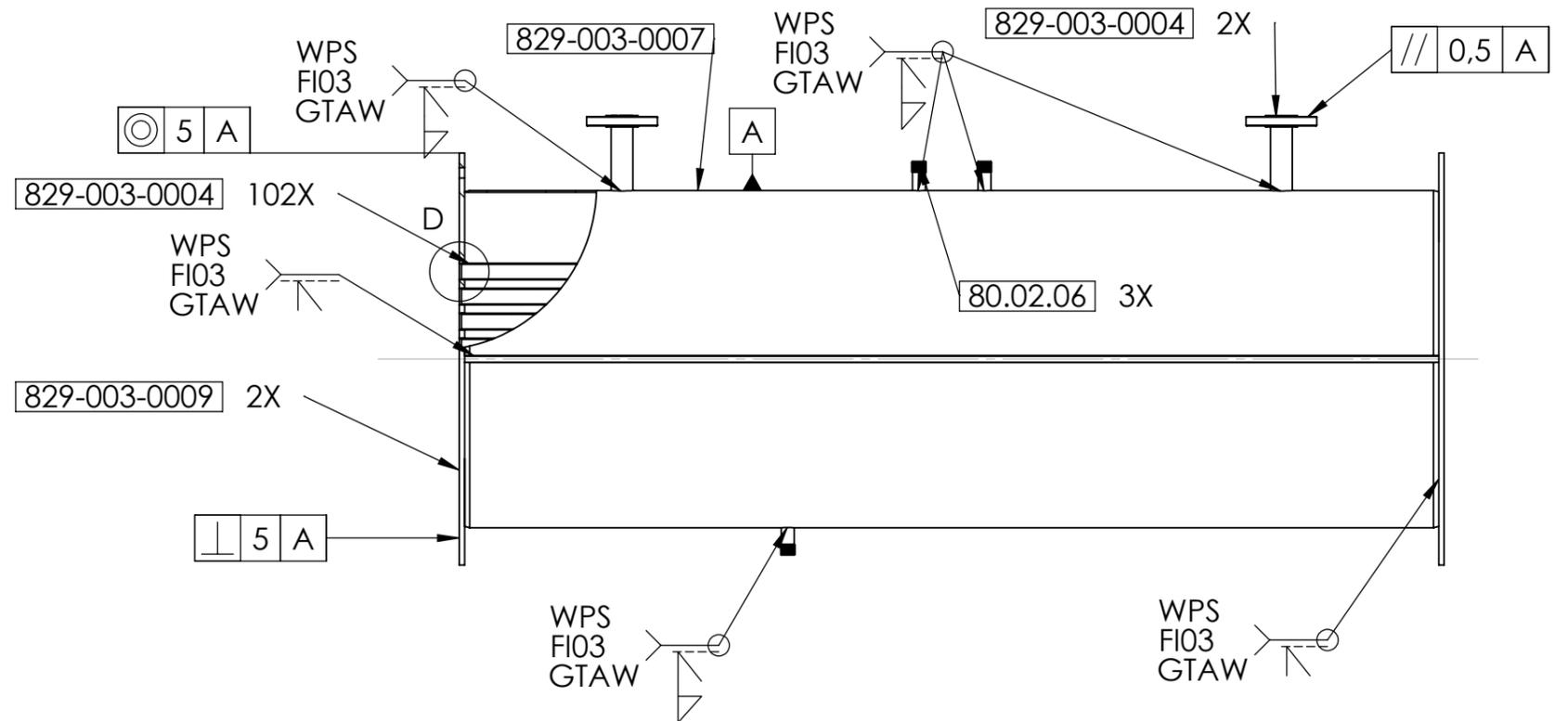
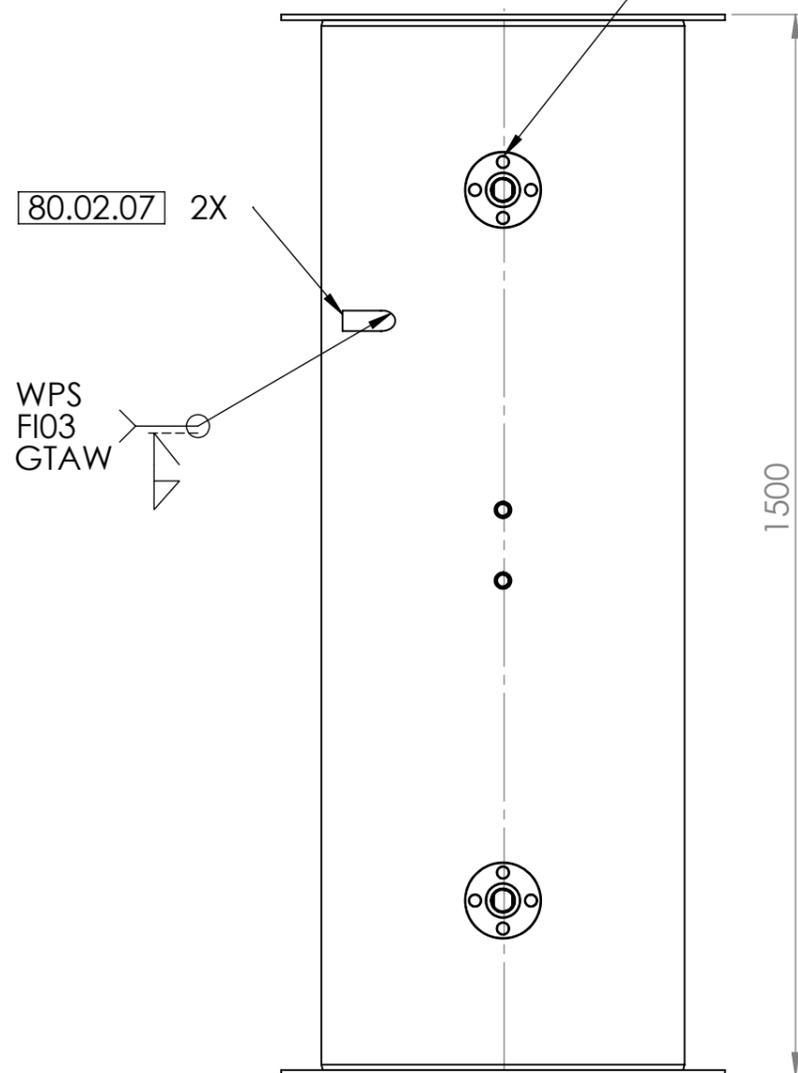


7	SELLO	2	80.05.04	BUNA Ø8 x 1680 mm
6	TUERCA M16	32	80.04.02	AJUSTE 209 Nm
5	BULÓN M16x2x60	32	80.04.01	NORMA DIN 933
4	SOPORTE PIE	2	829-003-0006	
3	TAPA CON CONEXIÓN	1	829-003-0003	
2	TAPA POSTERIOR	1	829-003-0002	
1	CUERPO CASCO	1	829-003-0001	
ITEM	DENOMINACION	CANT	N° DE PLANO	OBSERVACIONES

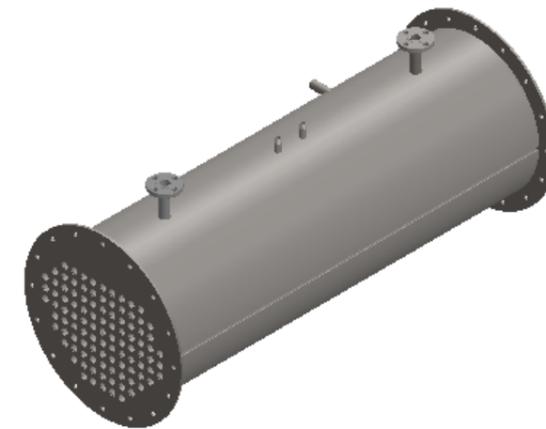
NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.			ENSAMBLE COMPLETO EVAPORADOR	
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS			MATERIAL:	N° DE PLANO
General +/- 1 mm - 1° Choffon 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad Rz 6,3 Eliminar cantos vivos			PESO: 465 kg	829-003-0000
			ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1
				A2 REVISION A



NOTA: COINCIDIR CENTROS.



SOLDADURA DE TUBOS  
DETALLE D  
ESCALA 1 : 2



ENSAYO: REALIZAR PRUEBA HIDRÁULICA A 1,5 KG/CM2  
POR LAS ENTRADAS DE REFRIGERANTE (ITEM 3).

6	CUPLA 1" x 80	2	80.02.07	
5	MEDIO NIPLE 1/2" x 50	3	80.02.06	
4	TUBO 1"	102	829-003-0008	
3	CONEXIÓN REFRIG.	2	829-003-0004	
2	PLACA PORTATUBO	2	829-003-0009	
1	CUERPO DEL CASCO	1	829-003-0007	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES

NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.		
VERIF.		
APROB.		
FABR.		



TÍTULO:  
SUBCONJUNTO CASCO  
CUERPO Y PLACAS PORTATUBOS  
EVAPORADOR

TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS  
General +/- 1 mm - 1°  
Chafan 1x45 - Radio 1-1,5  
Rugosidad RZ 6.3  
Eliminar cantos vivos

MATERIAL:

PESO: 227 kg

N.º DE PLANO

829-003-0001

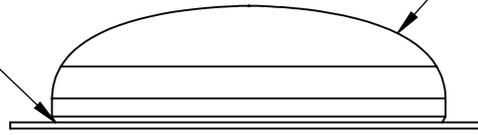
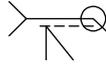
ESCALA: 1:20

HOJA 1 DE 1

A3

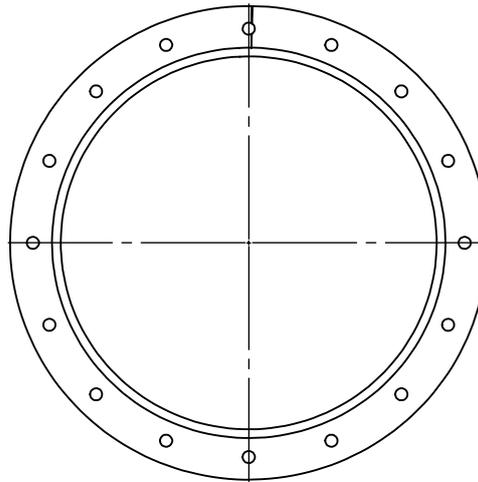
REVISION  
A

WPS  
F07  
SMAW



80.02.03

829-003-0011

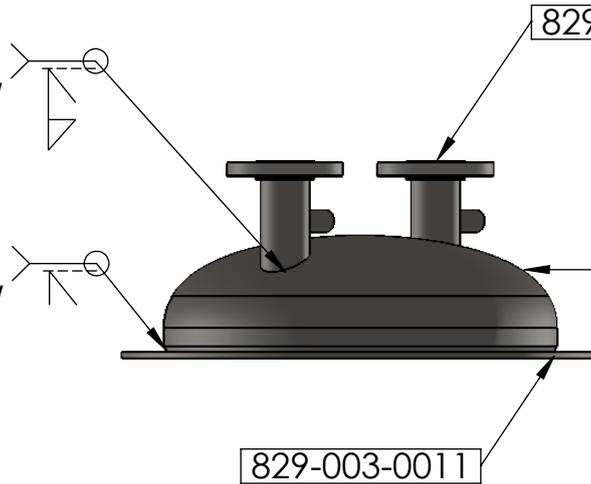


2	CASQUETE	1	80.02.03	
1	BRIDA	1	829-003-0011	
ITEM	DENOMINACION	CANT	N° DE PLANO	OBSERVACIONES
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	<b>TÍTULO:</b> SUBCONJUNTO TAPA POSTERIOR EVAPORADOR
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chaflán 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos		MATERIAL:  PESO: 19 kg		N.º DE PLANO <b>829-003-0002</b>
			ESCALA:1:10	A4 REVISION A



WPS  
F07  
SMAW

WPS  
F07  
SMAW

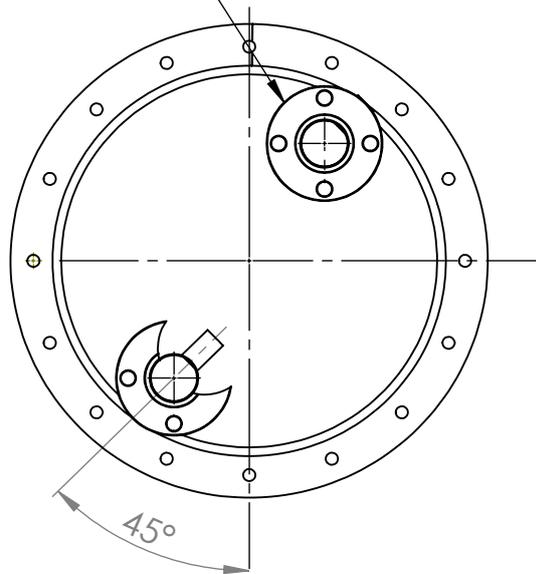


829-003-0005

829-003-0010

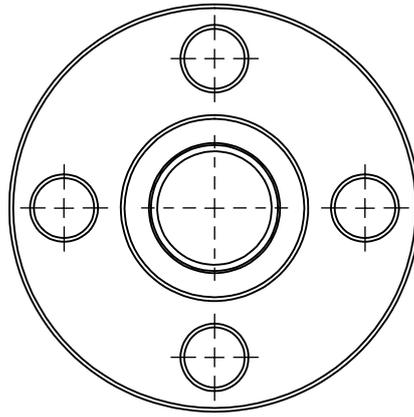
829-003-0011

NOTA: SOLDAR BRIDAS EN LA POSICIÓN INDICADA ENTRE CENTROS.

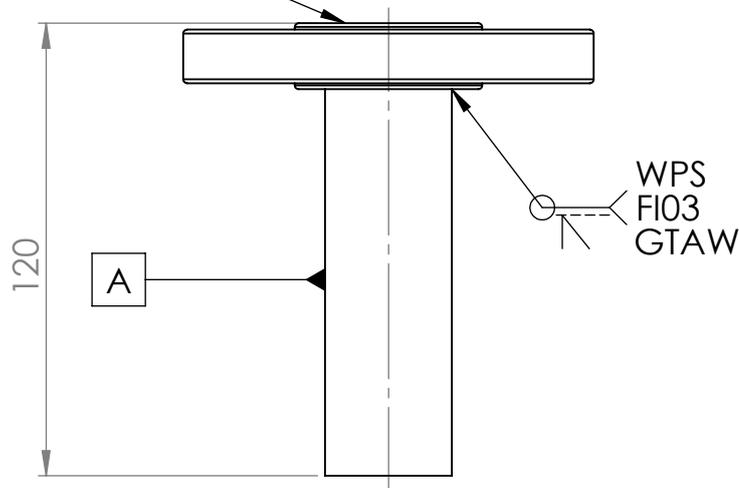


3	CONEXIÓN LIQ. ENF.	2	829-003-0005	
2	CASQUETE PERF.	1	829-003-0010	
1	BRIDA	1	829-003-0011	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES

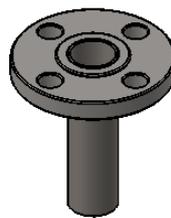
<table border="1"> <tr> <td>NOMBRE</td> <td>FIRMA</td> <td>FECHA</td> </tr> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.			VERIF.			APROB.			FABR.				<p>TÍTULO:</p> <p><b>SUBCONJUNTO TAPA CON CONEXIÓN LIQUIDO A ENFRIAR EVAPORADOR</b></p>	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																		
DIBUJ.																				
VERIF.																				
APROB.																				
FABR.																				
<p>TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS</p> <p>General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos</p>		<p>MATERIAL:</p>	<p>N.º DE PLANO</p> <p><b>829-003-0003</b></p>	<p>A4</p>																
		<p>PESO: 24 kg</p>	<p>ESCALA: 1:10</p>	<p>HOJA 1 DE 1</p>	<p>REVISION</p> <p><b>A</b></p>															



⊥ 0.5 A



80.02.01



829-003-0014

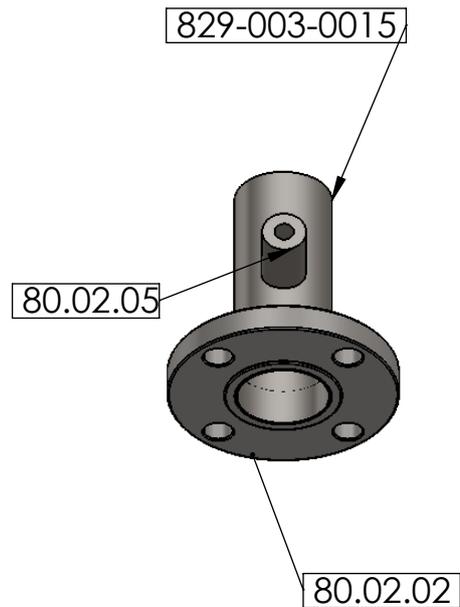
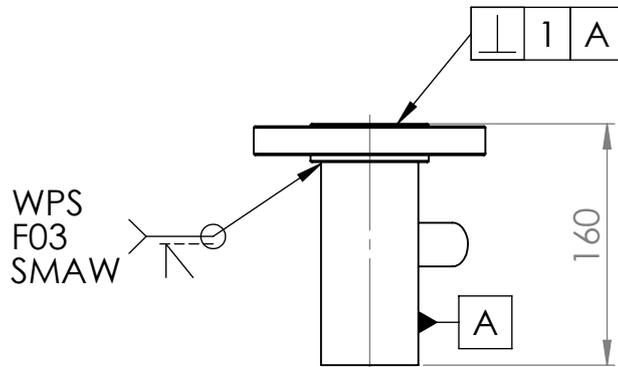
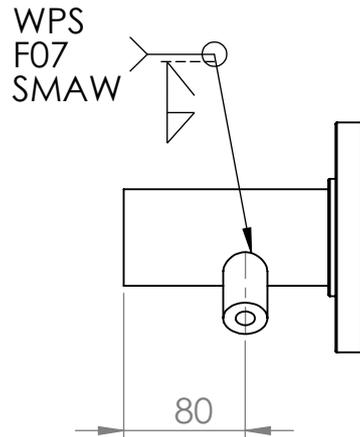
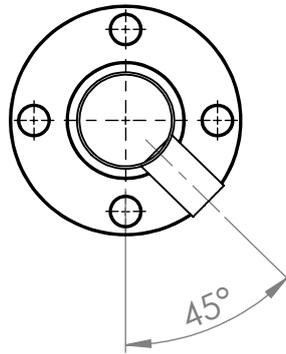
2	BRIDA SLIP ON 1"	1	80.02.01	
1	TUBO CONEXIÓN	1	829-003-0014	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			



TÍTULO: SUBCONJUNTO CONEXIÓN  
ENTRADA-SALIDA  
REFRIGERANTE  
EVAPORADOR

TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos	MATERIAL:	N.º DE PLANO <b>829-003-0004</b>	A4
	PESO: 1,2 kg	ESCALA: 1:2	REVISION A



3	CUPLA A-105 1/2"	1	80.02.05	
2	BRIDA SLIP ON 2"	1	80.02.02	
1	TUBO CONEXIÓN	1	829-003-0015	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES

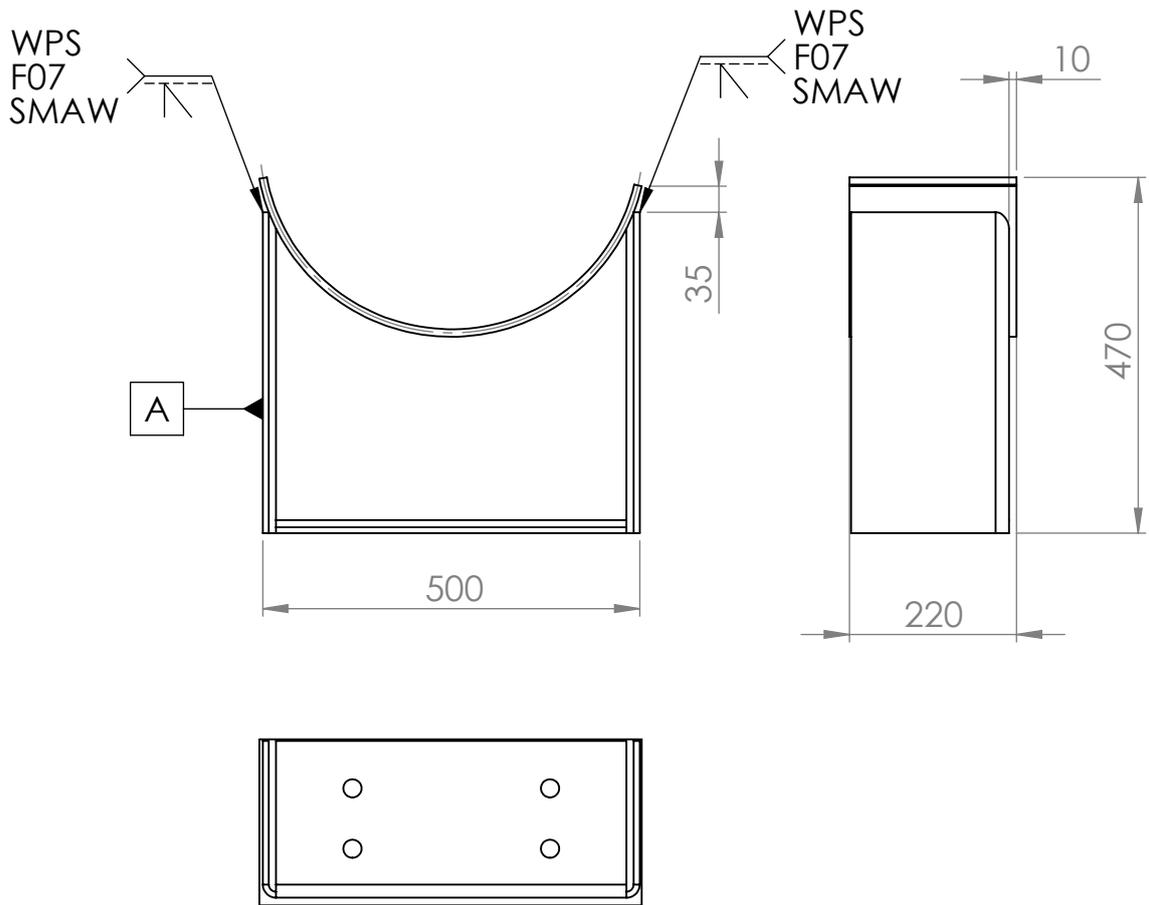
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			



TÍTULO: SUBCONJUNTO CONEXIÓN  
ENTRADA-SALIDA  
LIQUIDO A ENFRIAR  
EVAPORADOR

TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos	MATERIAL:	N.º DE PLANO <b>829-003-0005</b>	A4
	PESO: 2,6 kg	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1

REVISION  
A



2	REFUERZO	1	829-003-0013	
1	SOPORTE PIE	1	829-003-0012	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES

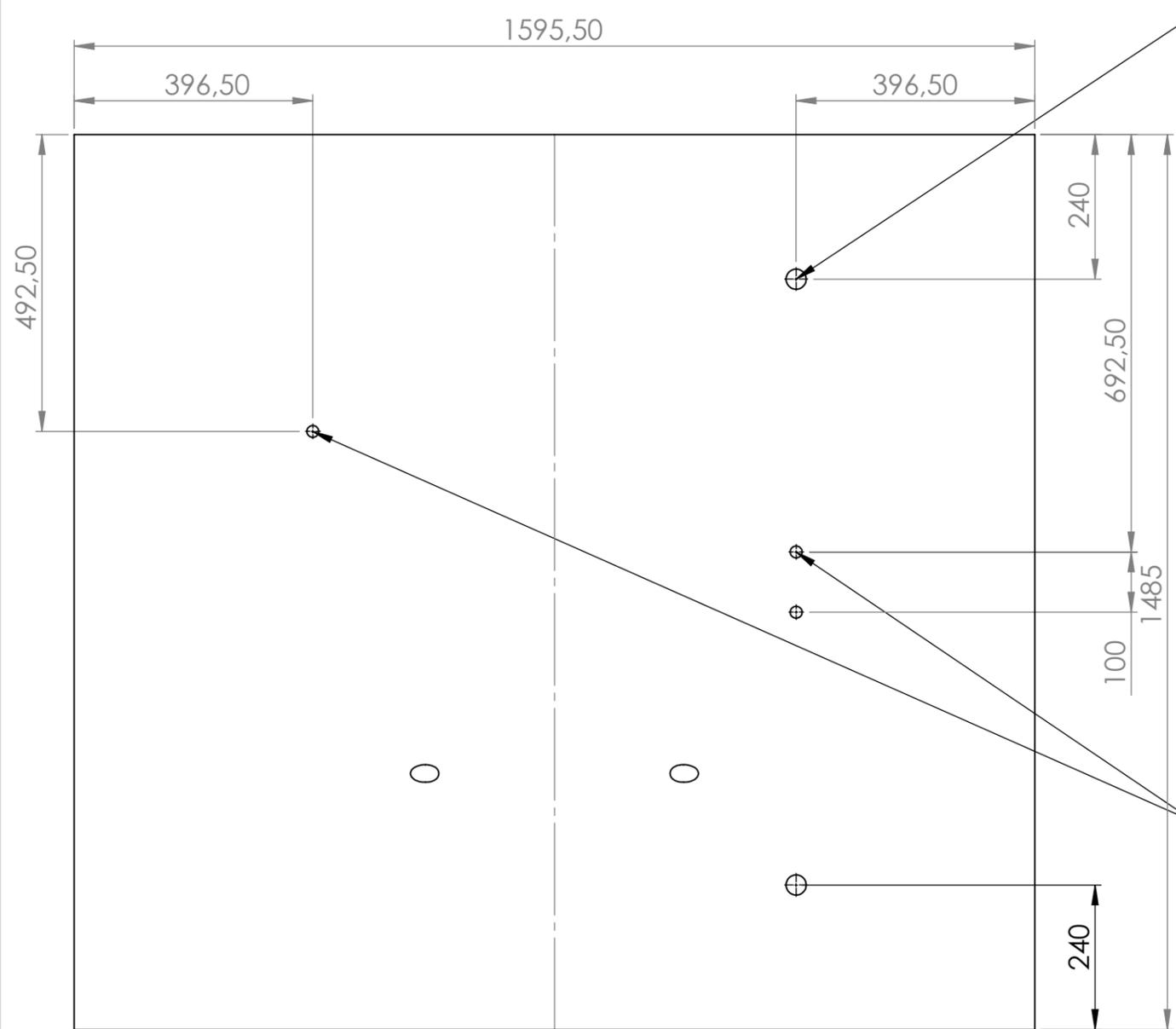
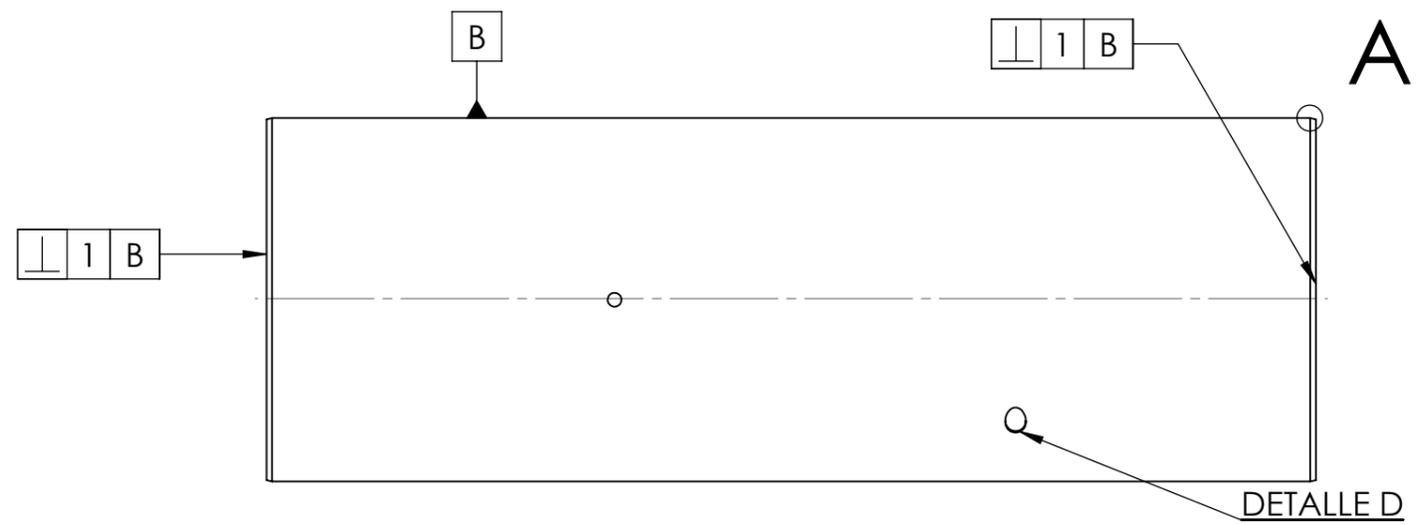
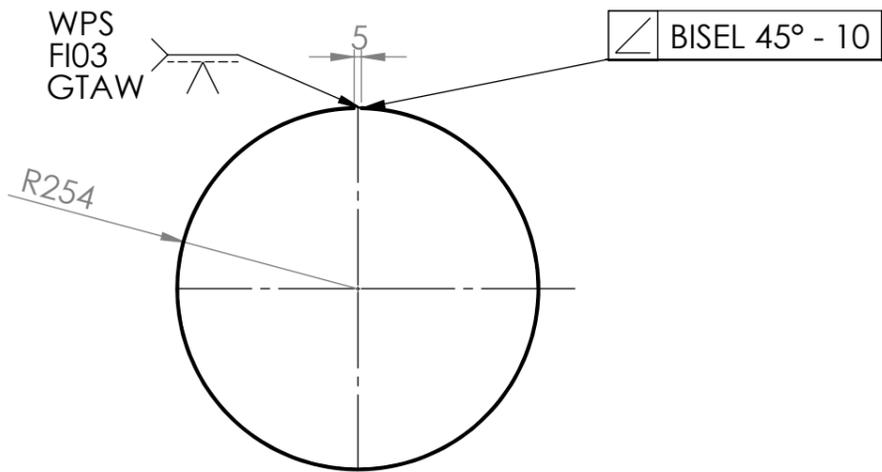
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			



TÍTULO:  
**SUBCONJUNTO  
 SOPORTE PIE  
 EVAPORADOR**

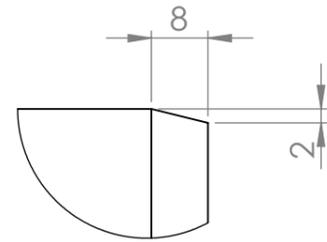
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos	MATERIAL:	N.º DE PLANO <b>829-003-0006</b>	A4
	PESO: 37 kg	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1

REVISION  
**A**

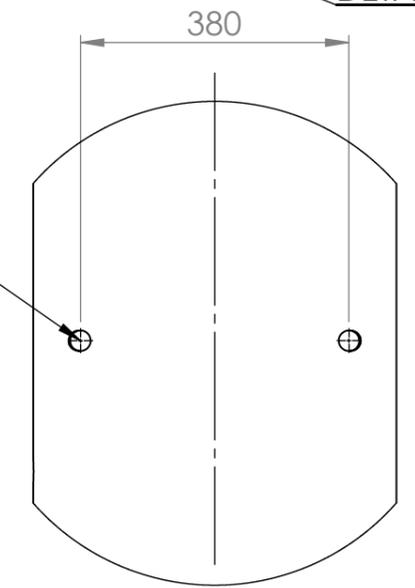


Ø33,4 + 0,1 POR TODO  
2 perforaciones  
Biselar borde con L = 2 mm

Ø30 + 0,1 POR TODO  
2 perforaciones  
Biselar borde con L = 2 mm

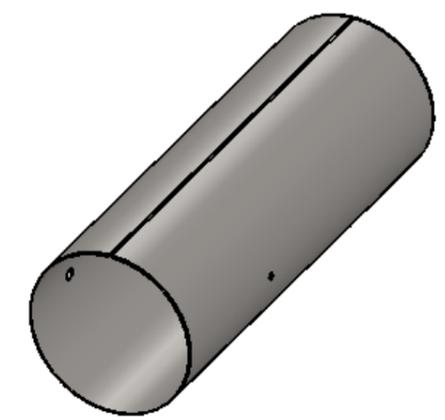


DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



DETALLE D  
ESCALA 1 : 10

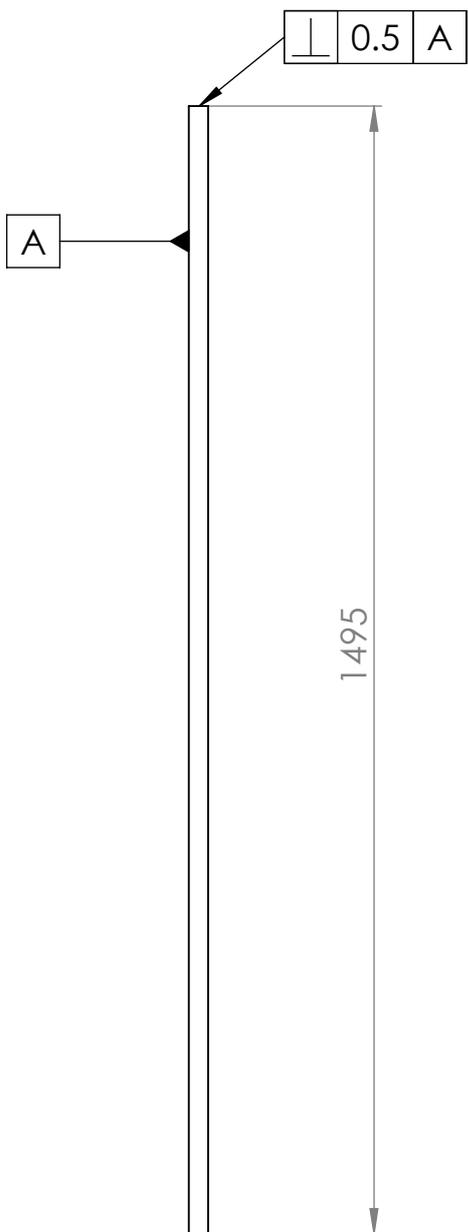
Ø21,3 + 0,1 POR TODO  
3 perforaciones  
Biselar borde con L = 2 mm



NOTA: CHAPA ROLADA  
ARRIBA 360° R254

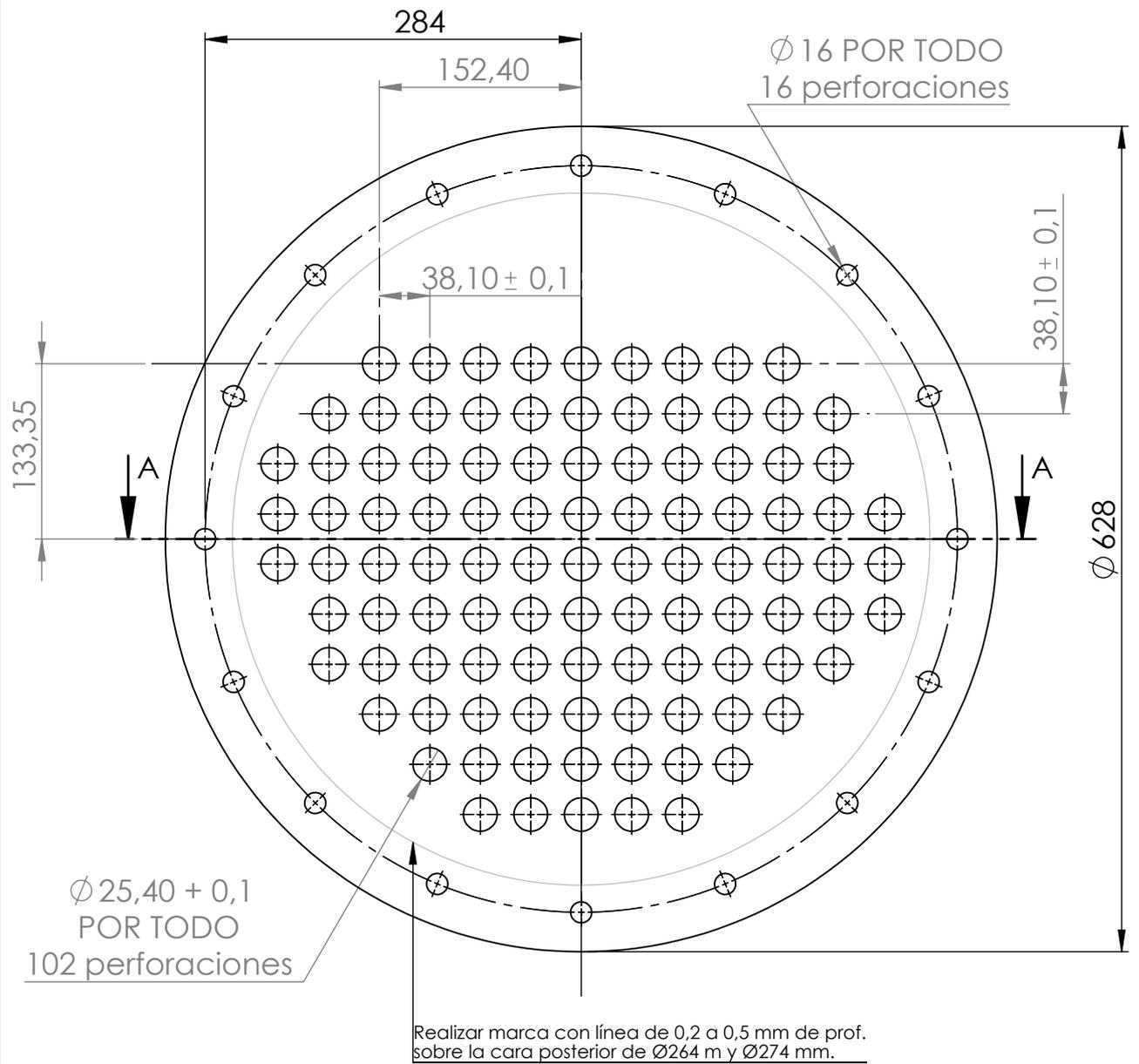
NOMBRE			FIRMA			FECHA			TÍTULO:		
DIBUJ.									CUERPO DEL CASCO EVAPORADOR		
VERIF.									N.º DE PLANO 829-003-0007		
APROB.									ESCALA: 1:20		
FABR.									HOJA 1 DE 1		
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS						MATERIAL:			A3		
General +/- 1 mm - 1°						Chapa mate 2B			REVISION		
Chafan 1x45 - Radio 1-1,5						AISI 304L esp. 4 mm			A		
Rugosidad RZ 6,3						PESO: 56 kg					
Eliminar cantos vivos											





NOTA: REBARAR ÁREA DE CORTE.

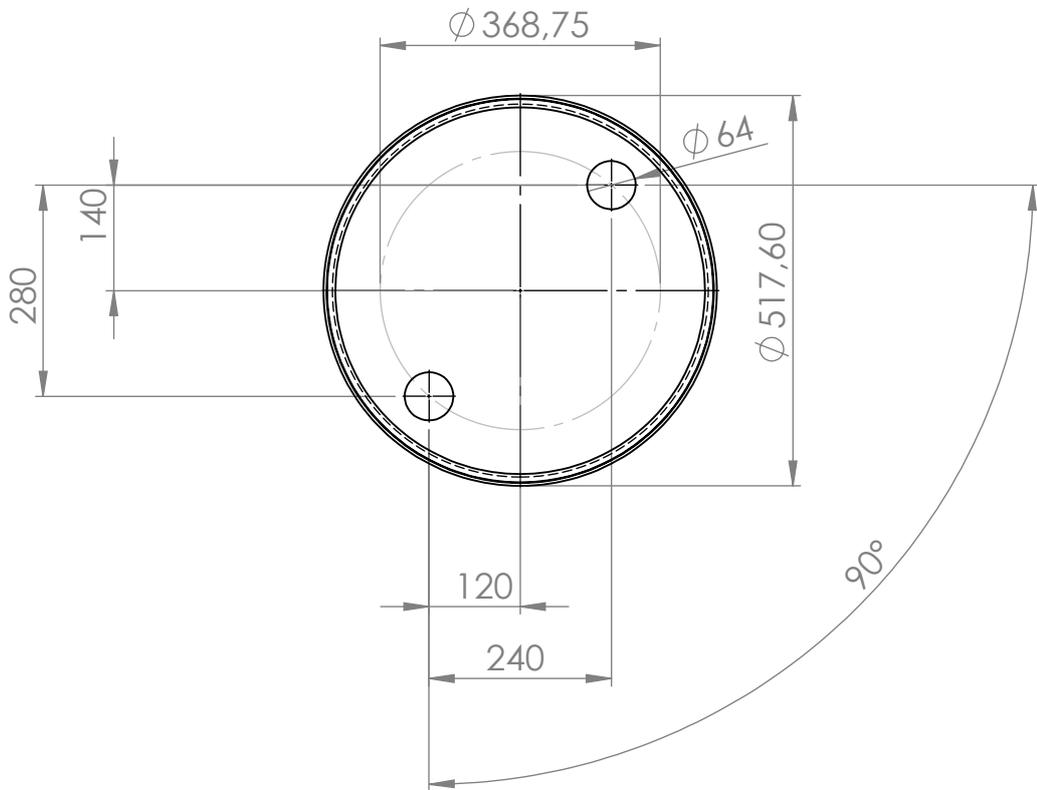
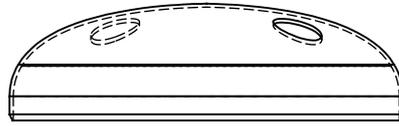
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		<b>TÍTULO:</b> TUBO SIN COSTURA HAZ DE TUBOS EVAPORADOR		
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
<b>TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS</b> General +/- 1 mm - 1° Chaflán 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				<b>MATERIAL:</b> TUBO AISI 304L 1" - esp. 1,5 mm	<b>N.º DE PLANO</b> <b>829-003-0008</b>		
				PESO: 1,3 kg	ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1	<b>A4</b> <b>REVISION</b> <b>A</b>



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 5

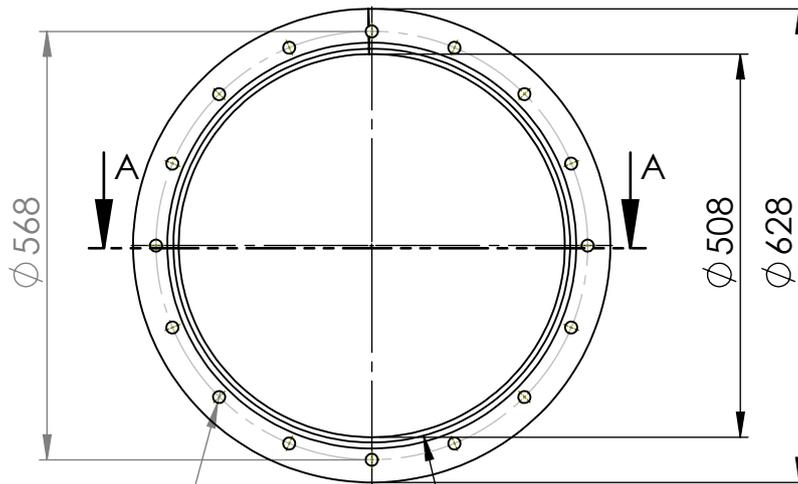
NOTA: PERFORAR DOS PLACAS JUNTAS.  
ENTREGAR UNIDAS, SOLDADAS EN TRES PUNTOS.

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.				PLACA PORTATUBOS EVAPORADOR	
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS				MATERIAL:	N.º DE PLANO
General $\pm 1$ mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				Chapa mate 2B AISI 304L esp. 8 mm	829-003-0009
PESO: 15,5 kg				ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1
				A4	REVISION
				A	



1	CASQUETE SEMIELIPT	1	80.02.03	
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	<b>TÍTULO:</b> CASQUETE SEMIELÍPTICO ASME VII DIV 1- 20" 4,8 mm PARA CONEX. LIQUIDO A ENFRIAR EVAPORADOR
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6.3 Eliminar cantos vivos		<b>MATERIAL:</b> Casquete semielip. F24 - 4,8 mm PESO: 12,2 kg		N.º DE PLANO <b>829-003-0010</b> ESCALA:1:10 HOJA 1 DE 1
				A4 REVISION A





Ø 16 POR TODO  
16 perforaciones  
Equidistantes

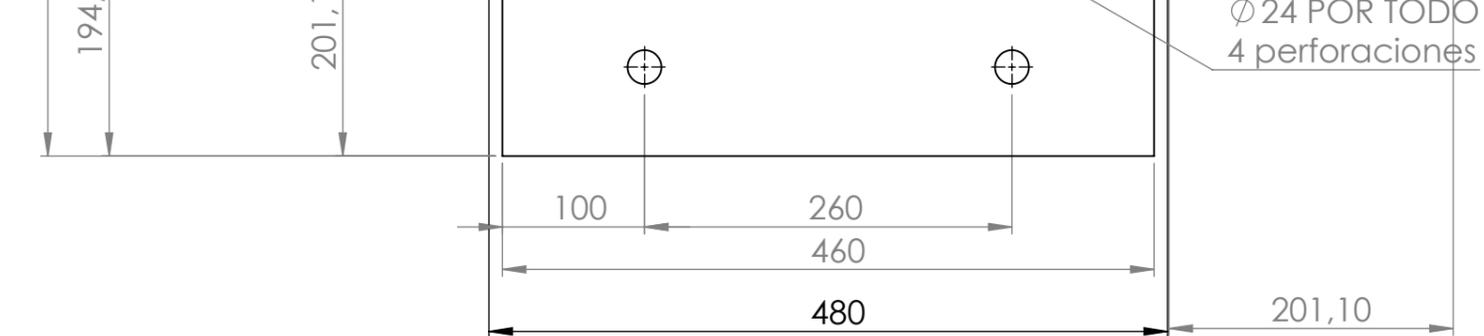
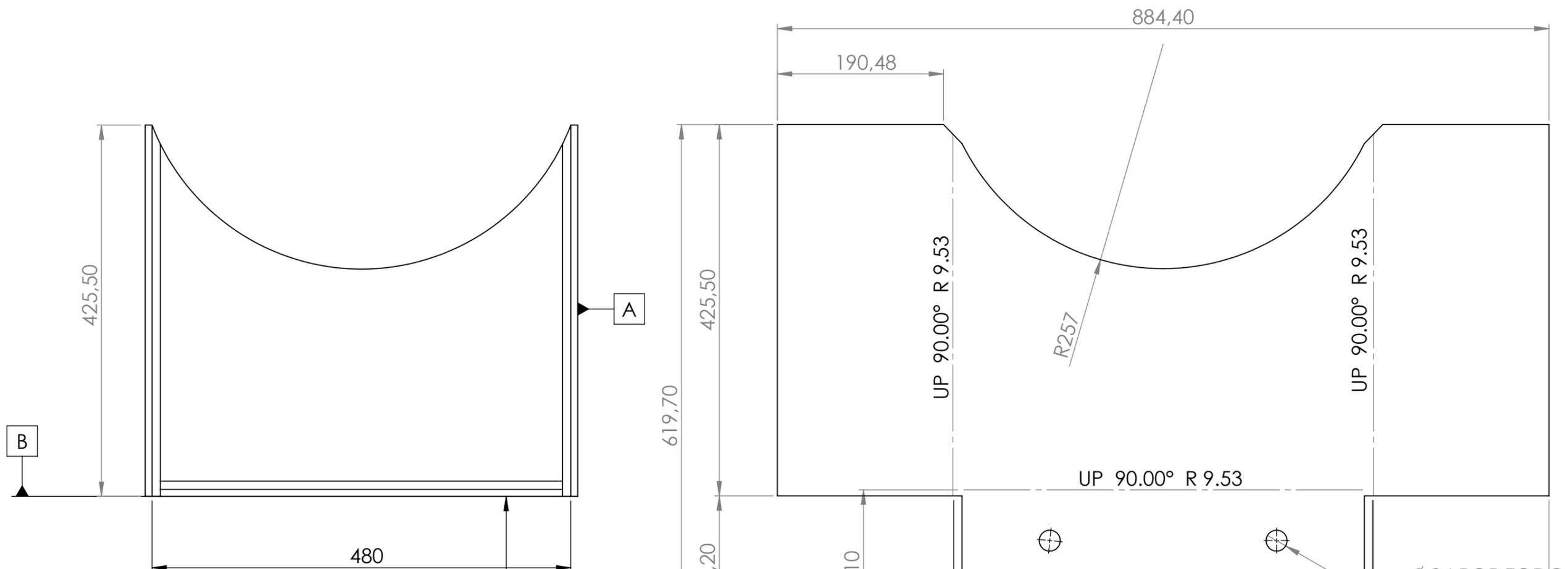
RANURA DE 8 mm ANCHO  
PROFUNDIDAD DE  $6,75 \pm 0,4$  mm  
Ø medio =  $530 \pm 3$  mm



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 5

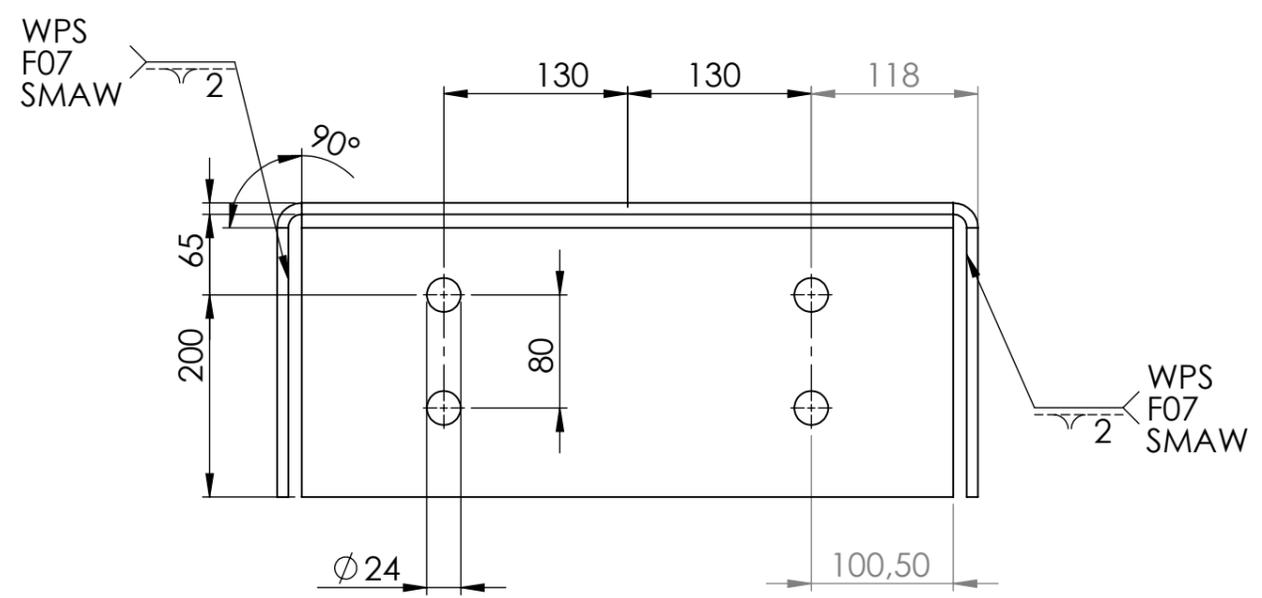
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
DIBUJ.						BRIDA PARA TAPA EVAPORADOR	
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS				MATERIAL:		N.º DE PLANO	
General +/- 1 mm - 1º Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				Chapa lisa comercial 5/8"		829-003-0011	
PESO: 6,52 kg				ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1	
						A4	
						REVISION A	





Ø 24 POR TODO  
4 perforaciones

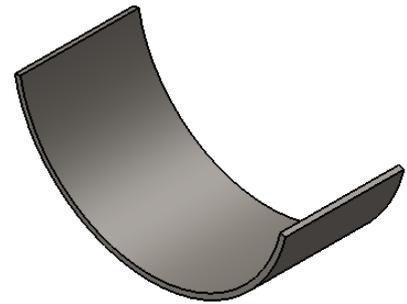
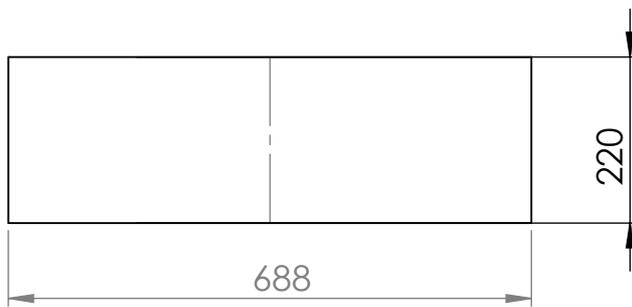
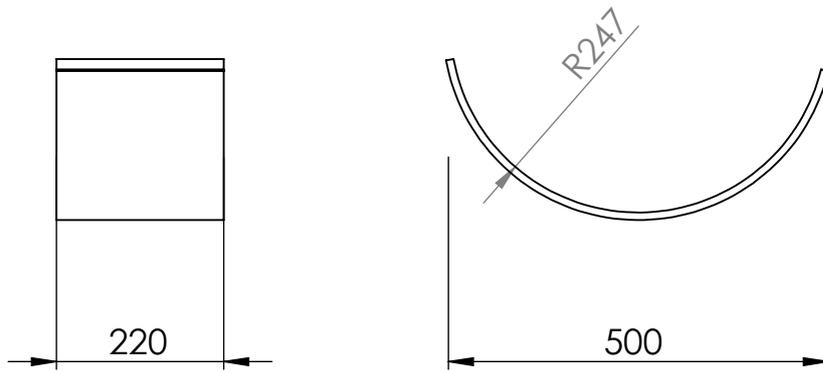
NOTA: CHAPA PLEGADA - 90° - RADIO 10°



WPS  
F07  
SMAW

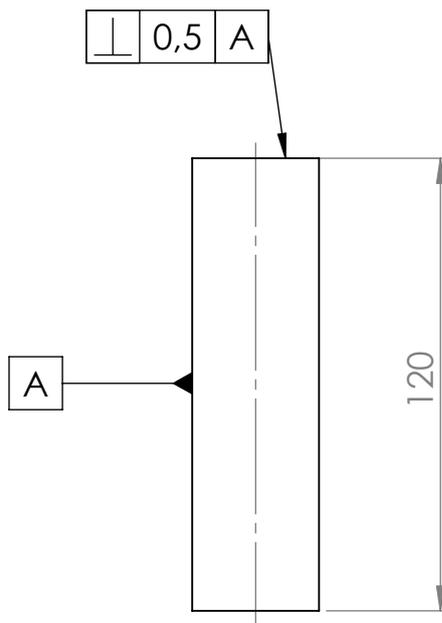
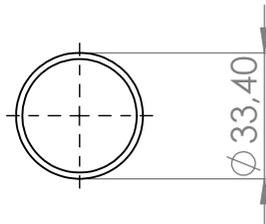
NOTA: SOLDADURA PARA UNIR PLEGOS.  
SUPERFICIE DE CONTACTO INFERIOR DEBE LIMPIARSE Y QUEDAR PLANA.

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	<b>SOPORTE PIE EVAPORADOR</b>		
DIBUJ.					N.º DE PLANO			<b>829-003-0012</b>
VERIF.					ESCALA: 1:5			
APROB.					MATERIAL:			<b>Chapa lisa comercial 5/16"</b>
FABR.					PESO: 25 kg			
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS				General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6.3 Eliminar cantos vivos				

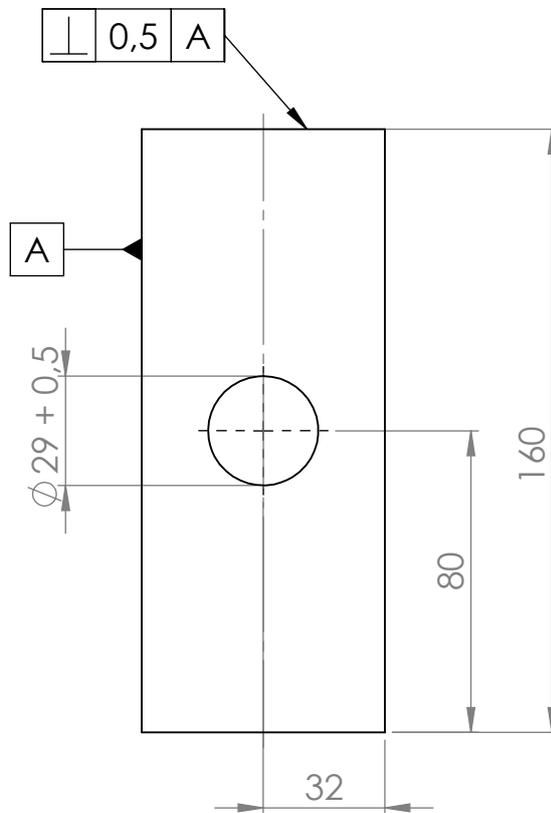
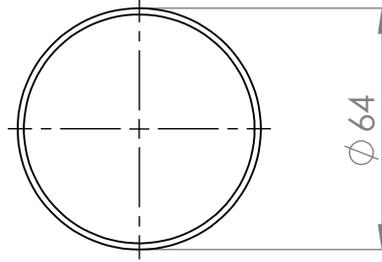


ROLADO ARRIBA 156,5° R247

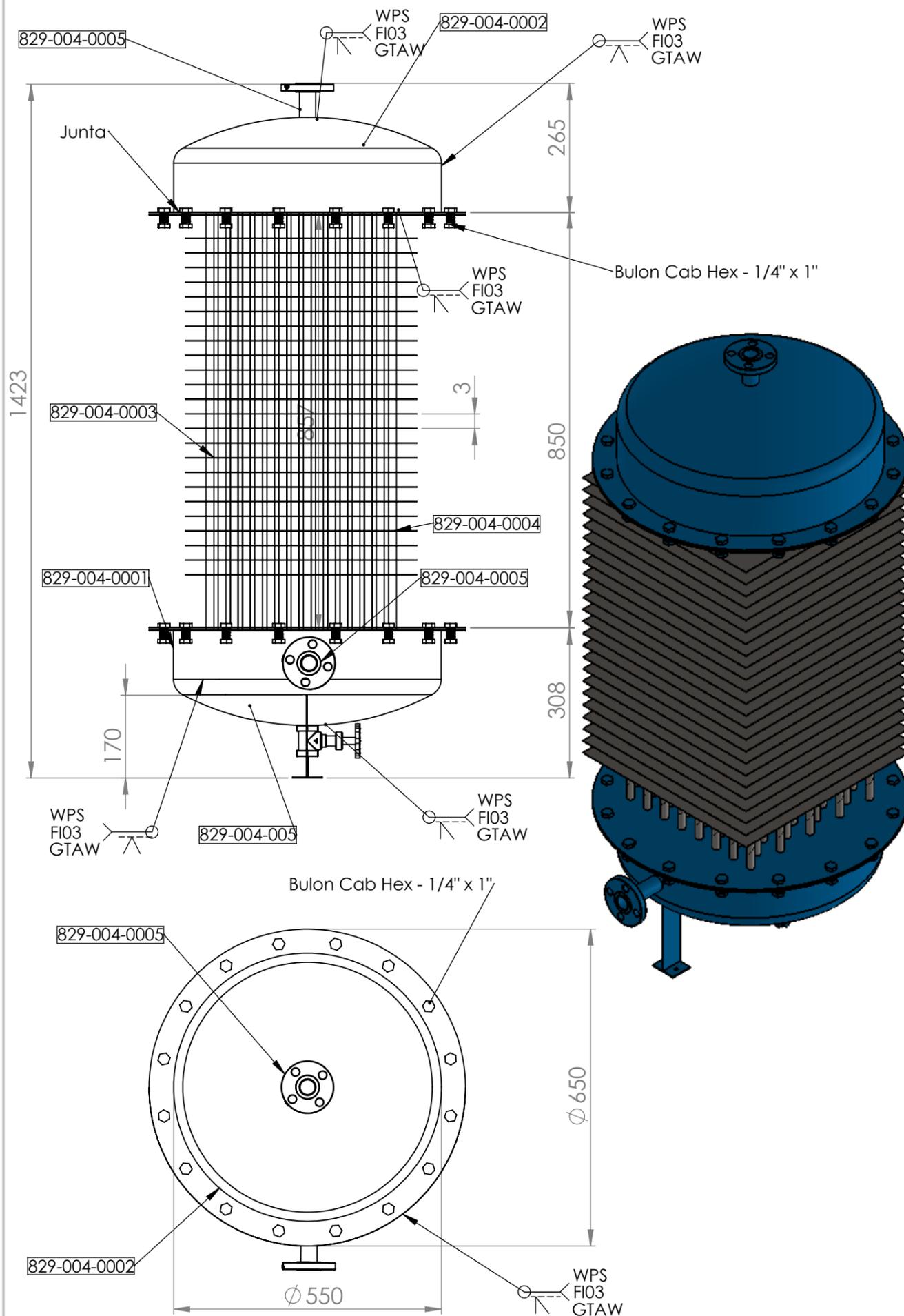
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	<b>REFUERZO SOPORTE EVAPORADOR</b>	
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chaflan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				MATERIAL: <b>Chapa lisa comercial 3/8"</b>	N.º DE PLANO <b>829-003-0013</b>	A4	
PESO: 12 kg				ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	REVISION <b>A</b>	



	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	<b>TUBO ENTRADA-SALIDA REFRIGERANTE EVAPORADOR</b>	
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				MATERIAL: <b>ACERO AISI 304L</b> <b>TUBO 1" - e. 1.65 mm</b>	N.º DE PLANO <b>829-003-0014</b>	A4 REVISION A	
				PESO: 0,2 kg	ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1	



	NOMBRE	FIRMA	FECHA		<b>TÍTULO:</b> TUBO ENTRADA-SALIDA LIQUIDO A ENFRIAR EVAPORADOR
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
<b>TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS</b> General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				<b>MATERIAL:</b> <b>ACERO COMÚN</b> <b>TUBO 2" - e. 1.65 mm</b>	<b>N.º DE PLANO</b> <b>829-003-0015</b>
<b>PESO: 0,4 kg</b>				<b>ESCALA: 1:2</b>	<b>HOJA 1 DE 1</b>
				<b>A4</b>	<b>REVISION</b> <b>A</b>



### Datos de Diseño

Presion	Operacion:	0.00662816 Kg / Cm2	Temp:	Operacion:	5°C / 45°C
	Diseño	1 Kg / Cm2 - FULL VACCUM		Diseño:	60°C
	Prueba	1,5 Kg /Cm2 - FULL VACCUM		MDMT	-20°C
	MAWP:	5.757 kgf/cm <sup>2</sup>			
Cuerpo	Material	SA-240 AISI 304	Cabezal	Tipo:	Semieliptico 2:1
	Espesor requerido:	1.5mm		Material	SA-240 AISI 304
	Espesor nominal:	2.0mm		Espesor requerido:	1.5 mm
	Corrosion admisible:	0.0mm		Espesor nominal:	2.0 mm
			Corrosion admisible:	0.0mm	

### Ensayos

Radiografiado:	COSTURAS LONGITUDINALES : NO / COSTURAS CIRCUNFERENCIALES : NO EFICIENCIA DE UNIONES SOLDADAS : 0.6
Prueba neumatica:	PRESION DE PRUEBA: 1.5 Kg/cm2

### Dimensiones Generales

Medidas	Ø 650 x 1420
Pesos Vacio y Lleno	328 kg (Vacio) + 374 Kg (Lleno)

### Terminacion

Pintura Interior	No APLICA
Pintura exterior	Una mano de Esmalte Sintetico - RAL 5015

### Datos de Operacion

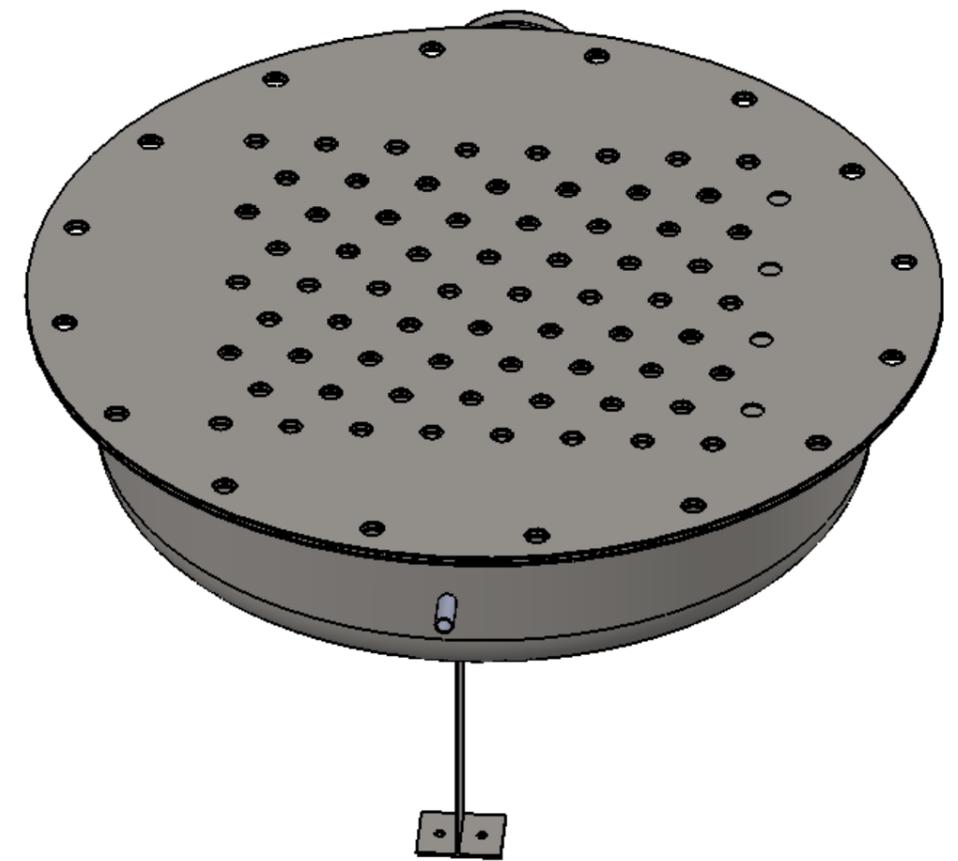
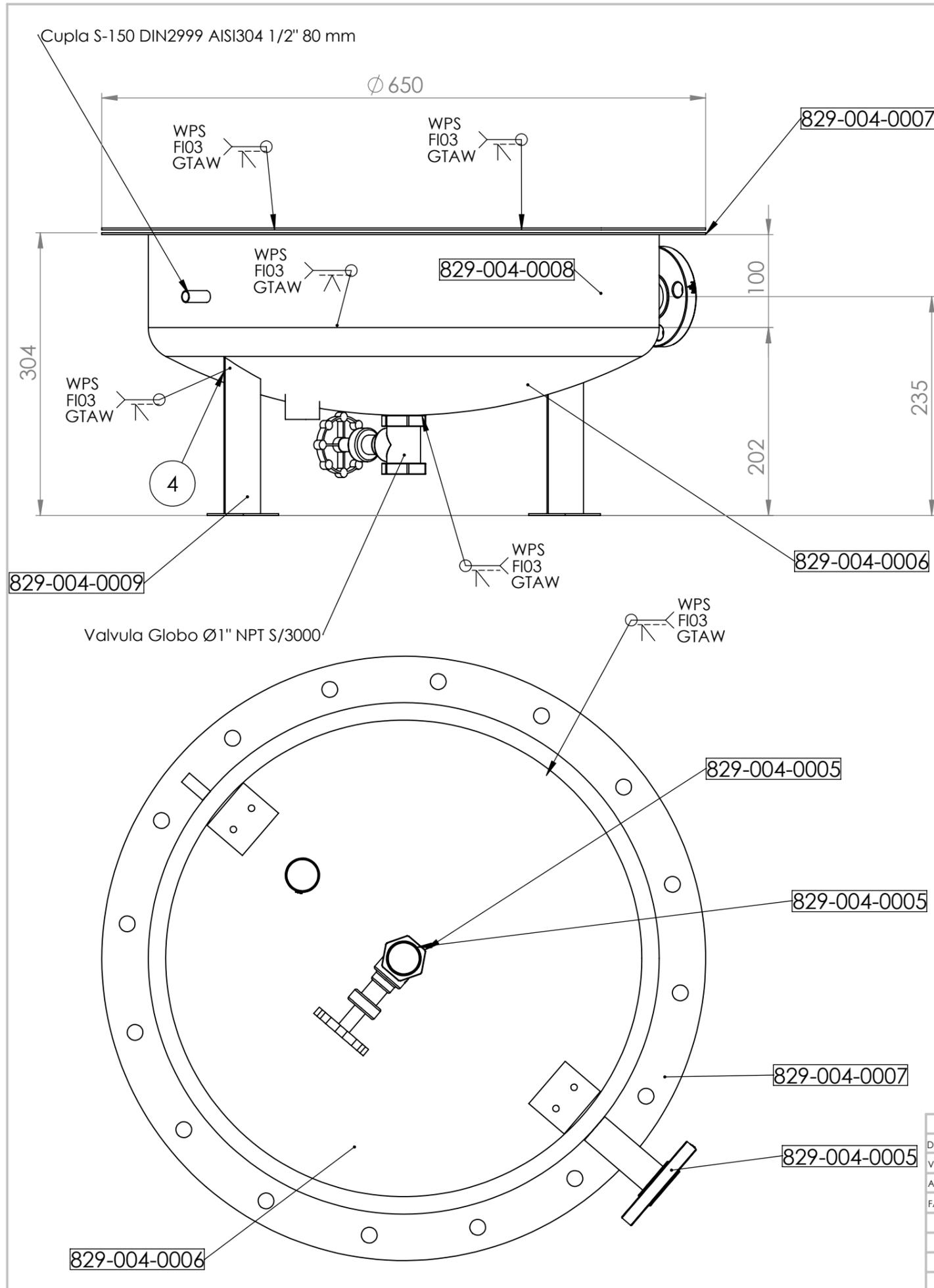
Potencia = 41.600 Watts

Solucion A Enriquecer			Solucion A Empobrecer		
Temperatura	Entrada	5°C	Temperatura	Entrada	64°C
	Salida	45°C		Salida	45°C
% de BrLI	Entrada	60 %	% de BrLI	Entrada	63 %
	Salida	63 %		Salida	60 %

### Conexiones de Proceso:

- 5A: Proveniente Intercambiadorde placas
- 5B: Proveniente del Evaporador
- 5C: Hacia Bomba Pre Intercambiador

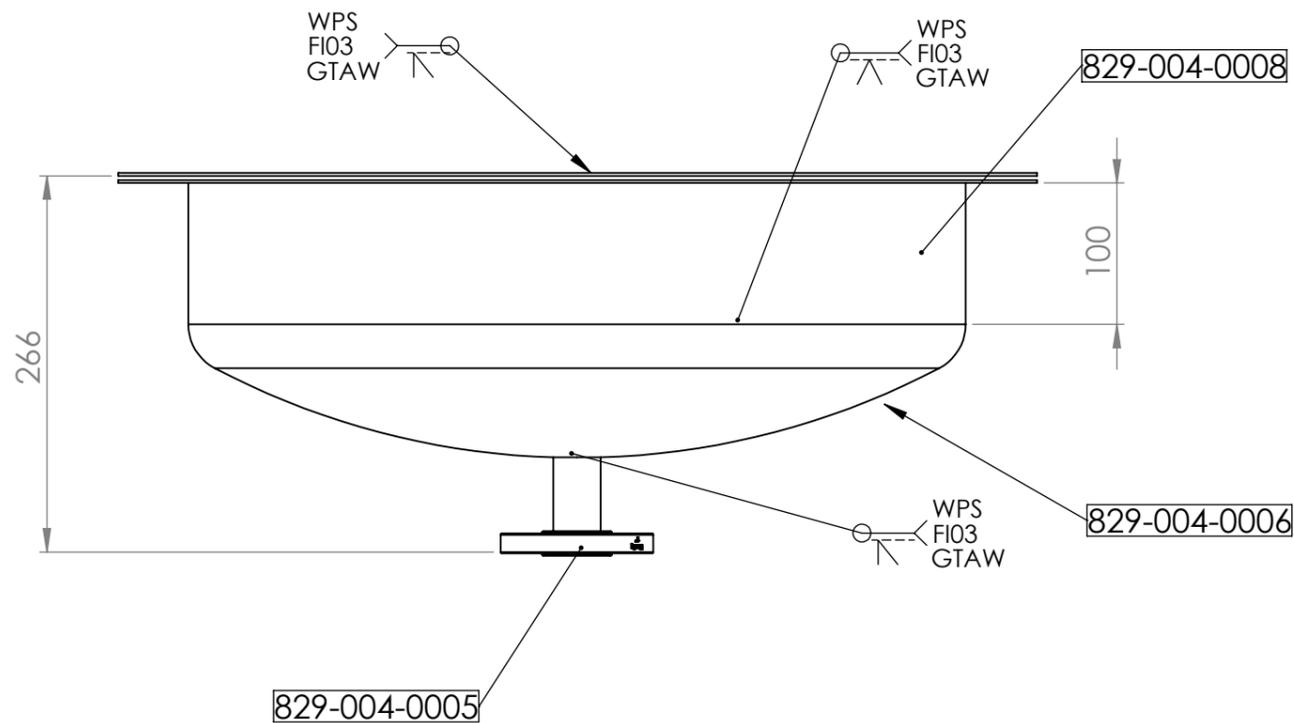
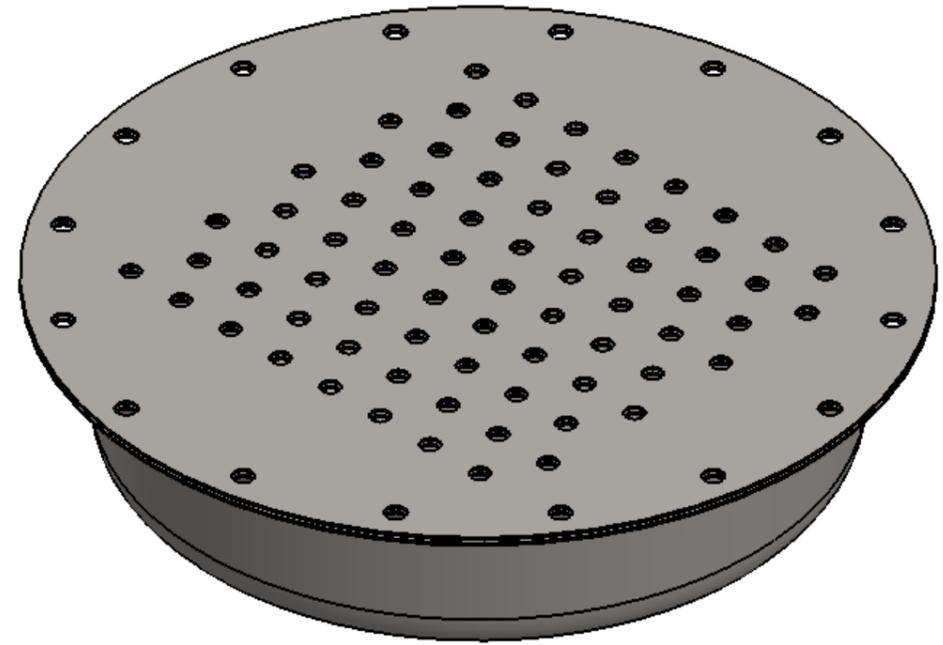
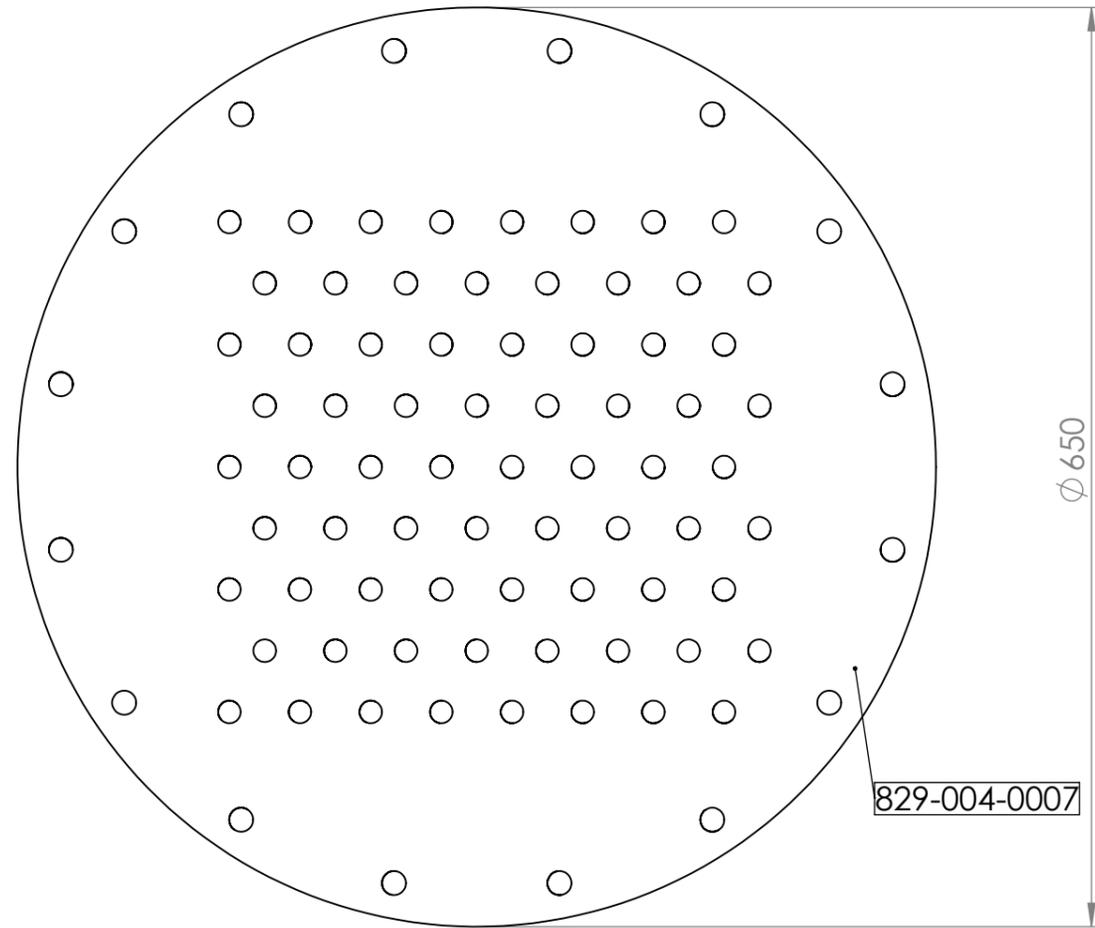
NOMBRE			FIRMA			FECHA			TÍTULO:		
DIBUJ.			T PIANETTI			14-10-2019			Ensamble General Absorbedor		
VERIF.			G. PAROLA			15-10-2019					
APROB.			G. PAROLA			15-10-2019					
FABR.											
OBSERVACIONES						MATERIAL:			N.º DE PLANO		
1 RUGOSIDAD = ~						Acero Al carbono / AISI			829-004-0000		
2 TOLERANCIA +/- 1mm									A3		
3						PESO: 328 kg			REVISION		
						ESCALA: 1:10			A		
						HOJA 1 DE 1					



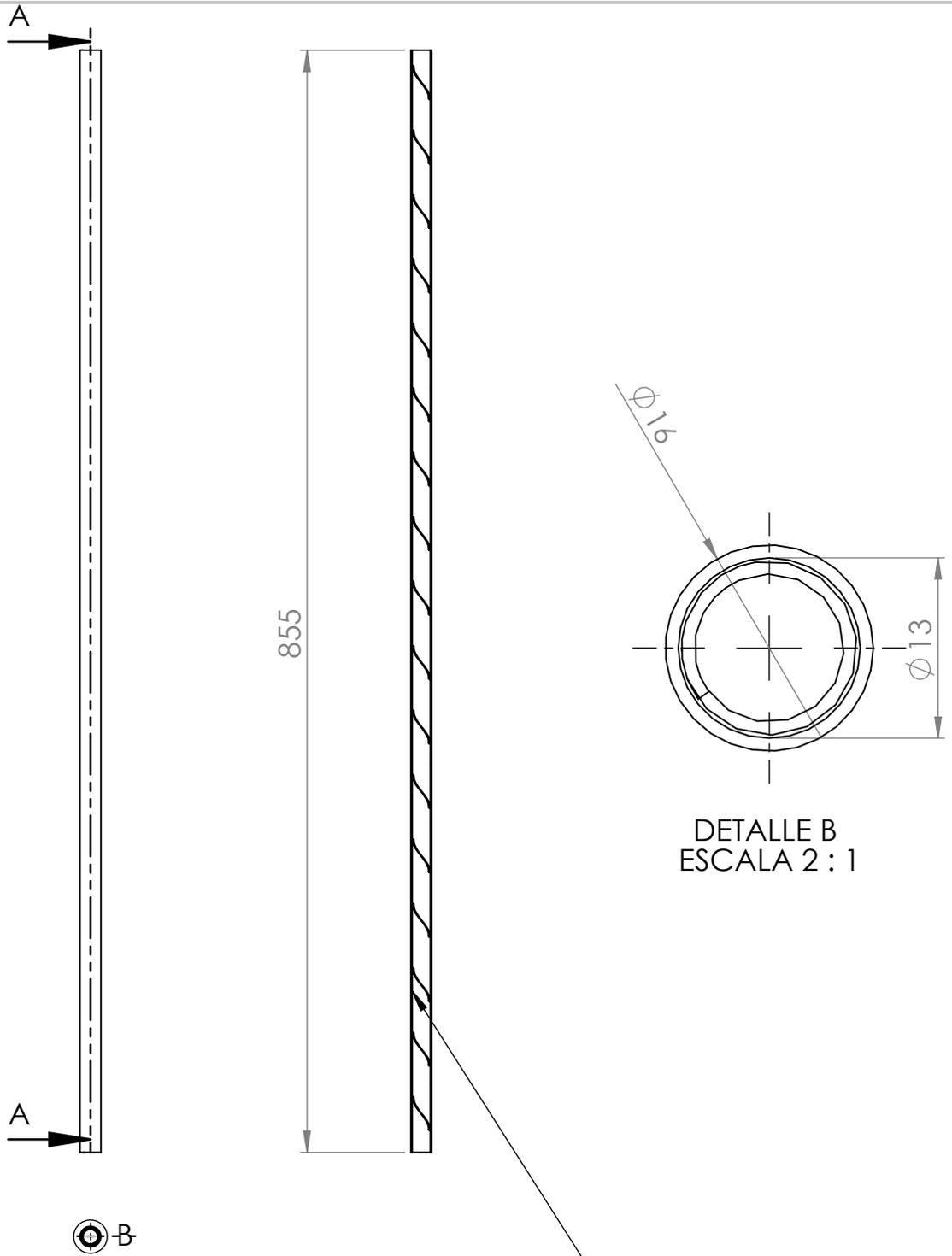
Fijacion a la estructura = 4 bulones de 1/4" x 3"

NOMBRE			FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
DIBUJ.	T. PIANETTI				14-10-2019		Subconjunto Inferior Absorbedor	
VERIF.	G. PAROLA				15-10-2019			
APROB.	G. PAROLA				15-10-2019			
FABR.								
OBSERVACIONES					MATERIAL:		N.º DE PLANO	
Rugosidad = ~					AISI 304		829-004-0001	
TOLERANCIA +/- 1mm					PESO: 19Kg		ESCALA: 1:10	
							HOJA 1 DE 1	
							A3	
							REVISION	
							A	



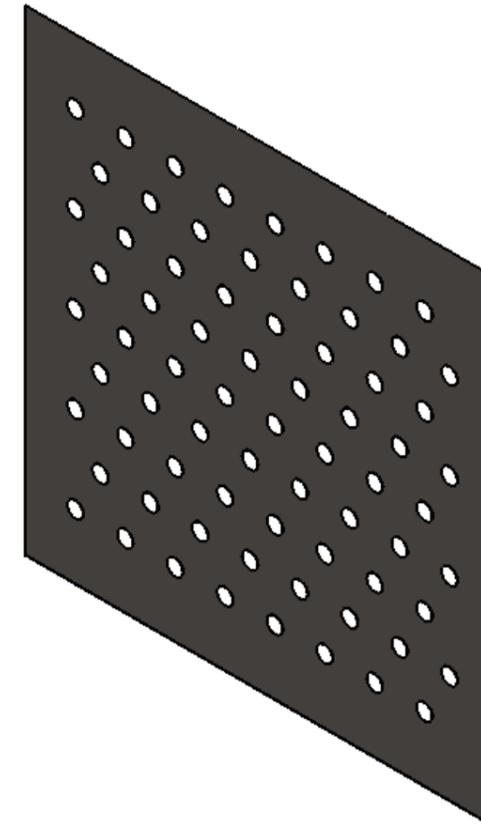
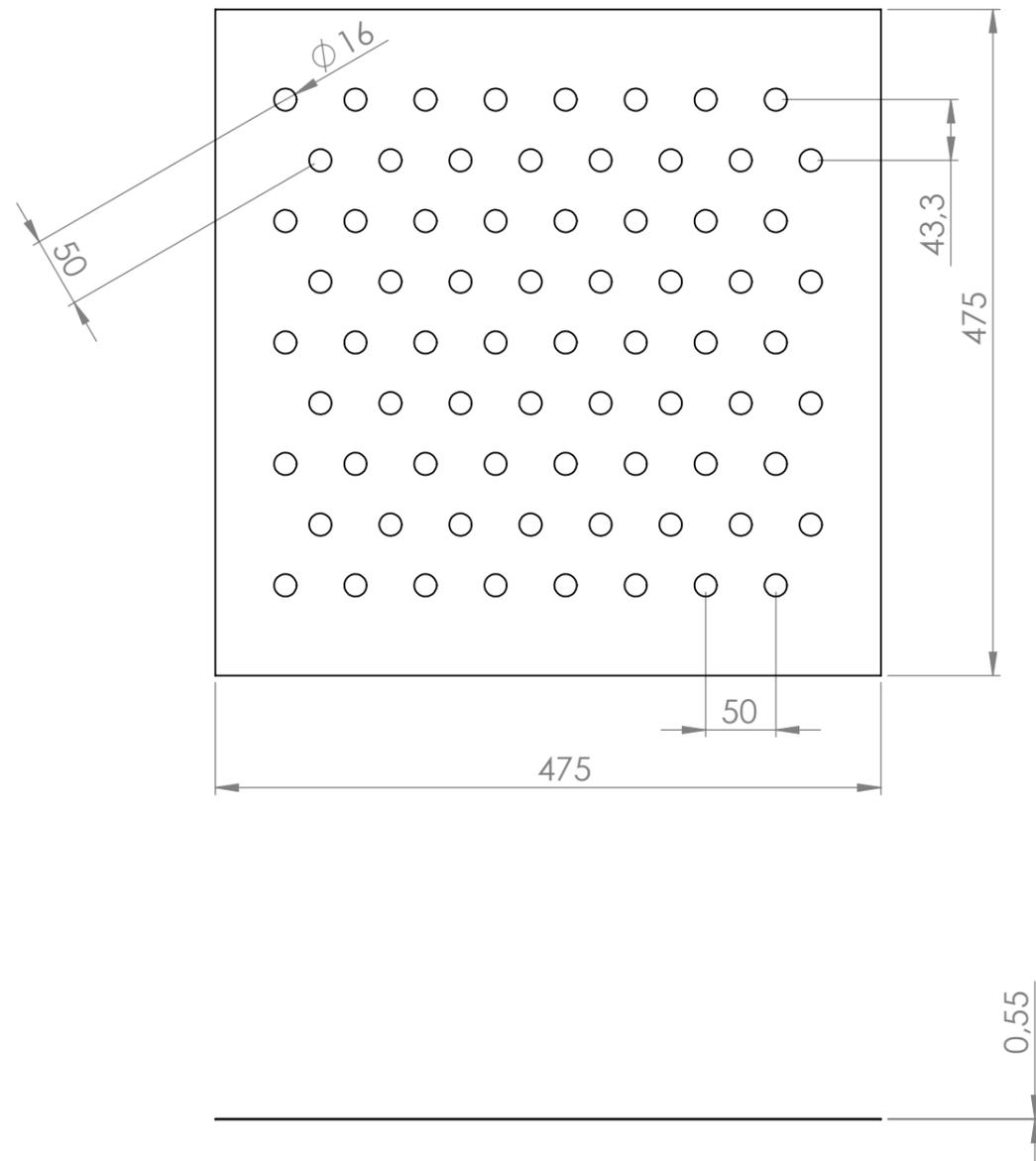


	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.	T PIANETTI		14-10-2019	 Subconjunto Superior Absorbedor	
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019		
FABR.					
OBSERVACIONES			MATERIAL:		N.º DE PLANO
Rugosidad: ~			AISI 304		829-004-002
TOLERANCIA +/- 1mm			PESO: 18,49Kg		ESCALA: 1:5
					HOJA 1 DE 1
					A3
					REVISION A



Ø1mm Resorte Inoxidable - Logitud Helic 900mm

NOMBRE		FIRMA	FECHA		TÍTULO:	
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019		Tubos Absorbedor	
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019			
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019			
FABR.						
OBSERVACIONES			MATERIAL:	N.º DE PLANO	A4	
1	Rugosidad ~		Tubo Ø16mm esp. 1,5mm AISI 304	829-004-0003	REVISION	
2	TOLERANCIA +/- 1mm				A	
3			PESO: 0,325 Kg	ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1	



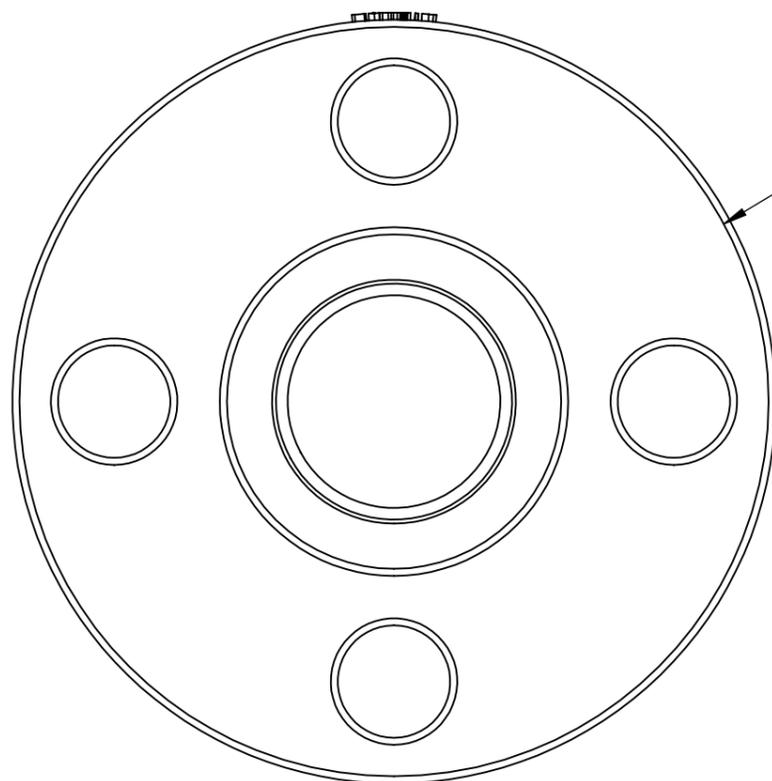
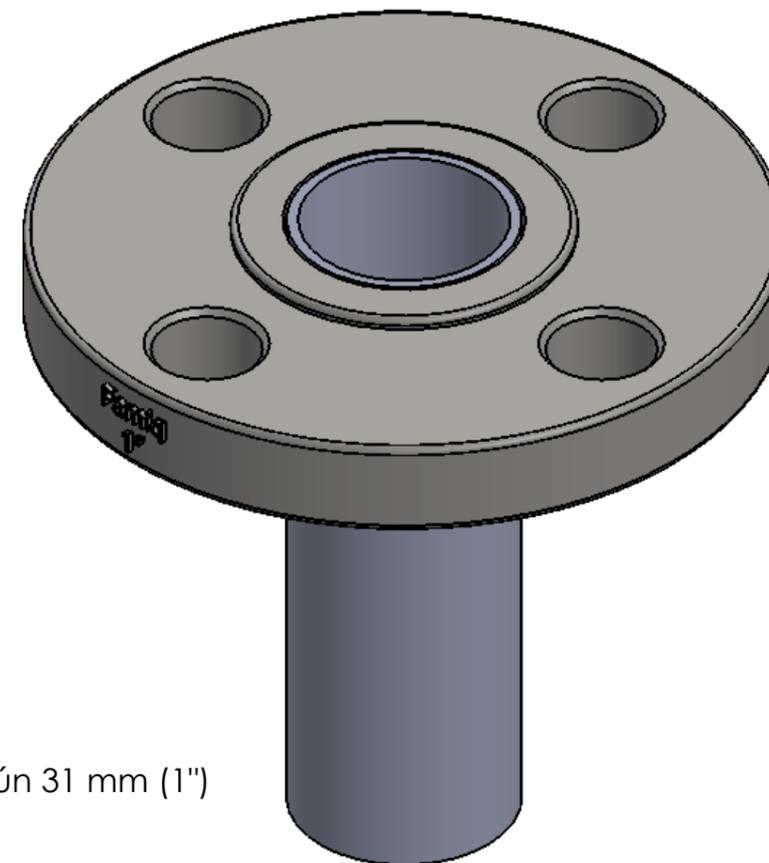
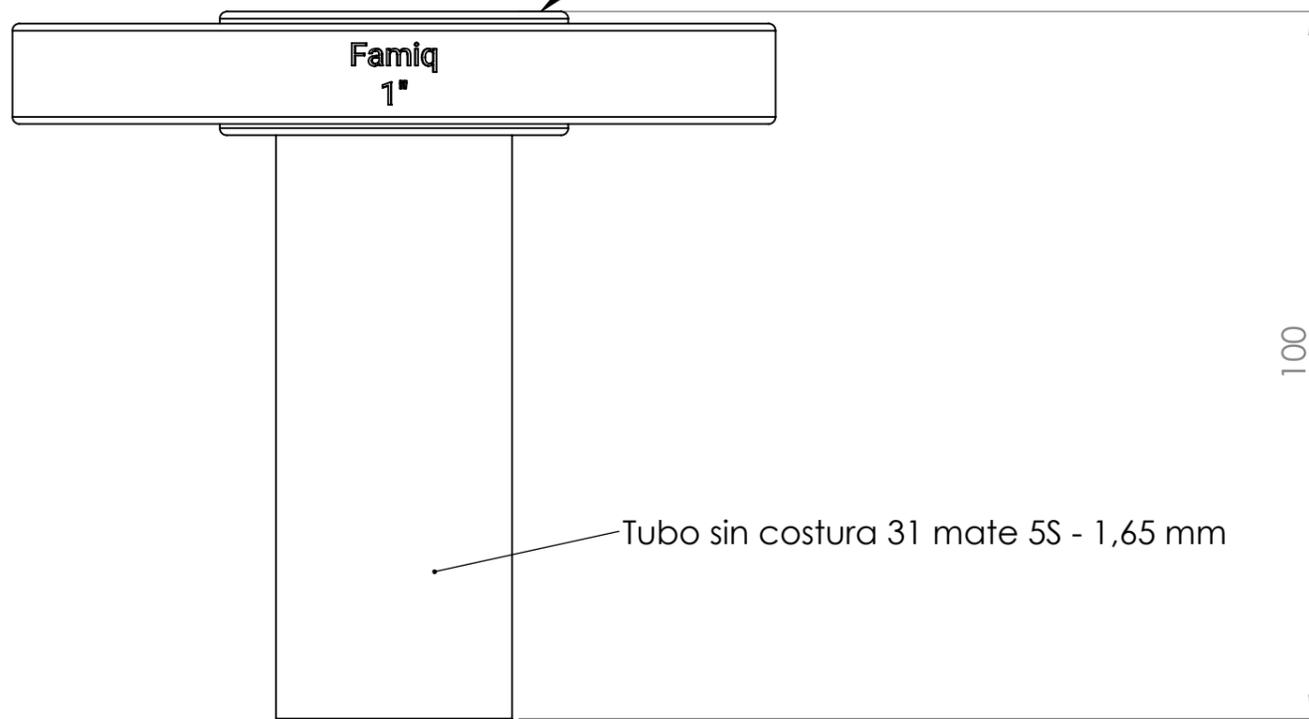
### Nota perforaciones:

El punzonado o perforacion provocara un sobresalto de 3mm, el mismo servira de separacion entre aletas

Cantidad de Peroraciones = 72

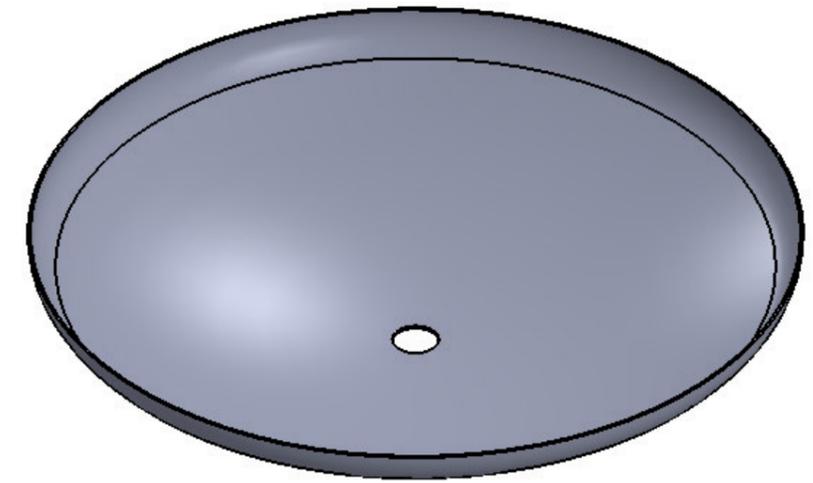
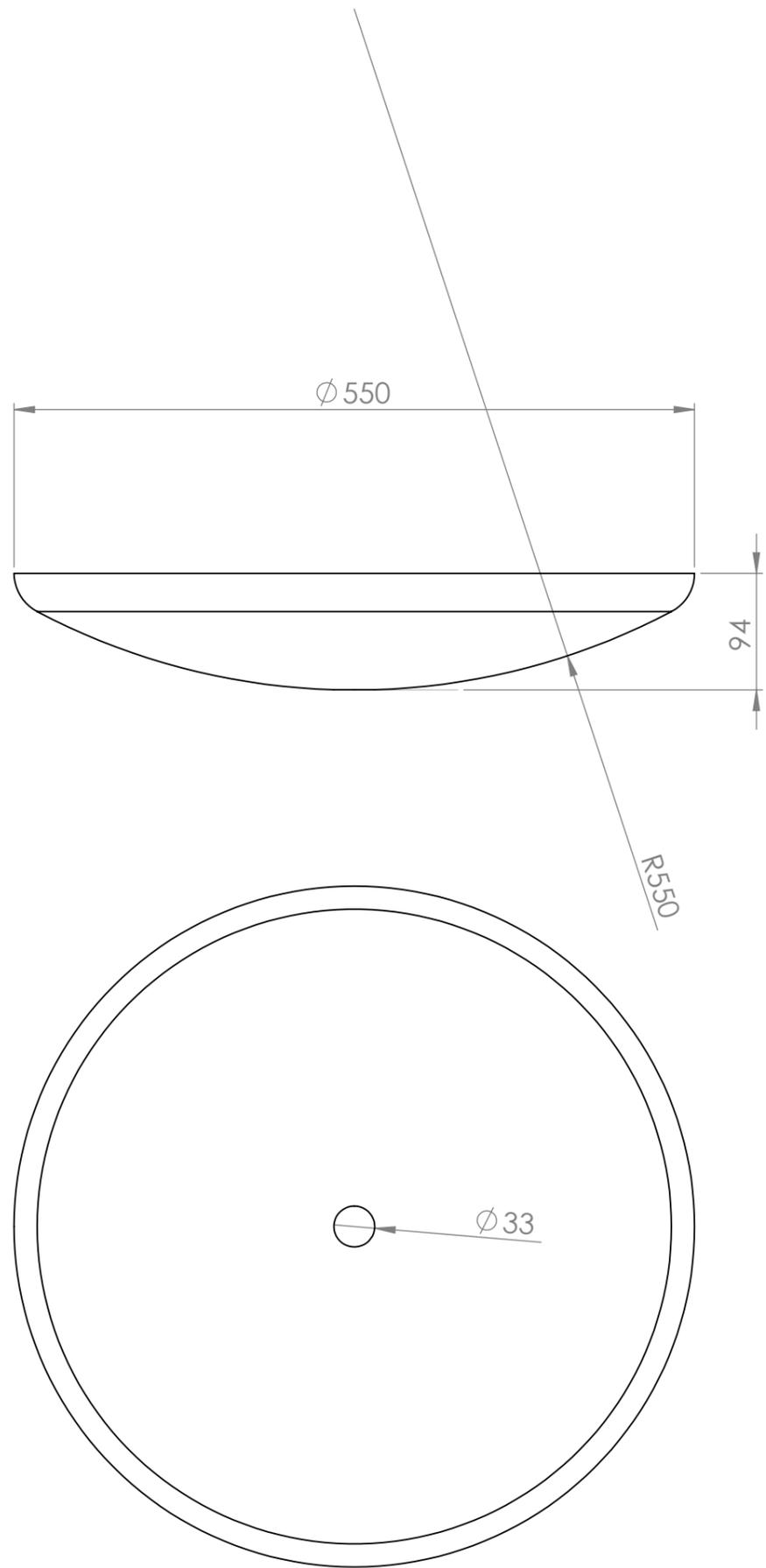
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	<h2>Aleta Cuadrada</h2>		
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019					
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019					
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019					
FABR.								
OBSERVACIONES				MATERIAL:	N.º DE PLANO	<h3>829-004-0004</h3>	A3	
1	Rugosidad = ~			<b>Chapa N°24 CALIDAD COMERCIAL</b>	ESCALA: 1:5		HOJA 1 DE 1	REVISION
2	TOLERANCIA +/- 1mm							A
3				PESO: 0.91 Kg				

WPS  
FI03  
GTAW



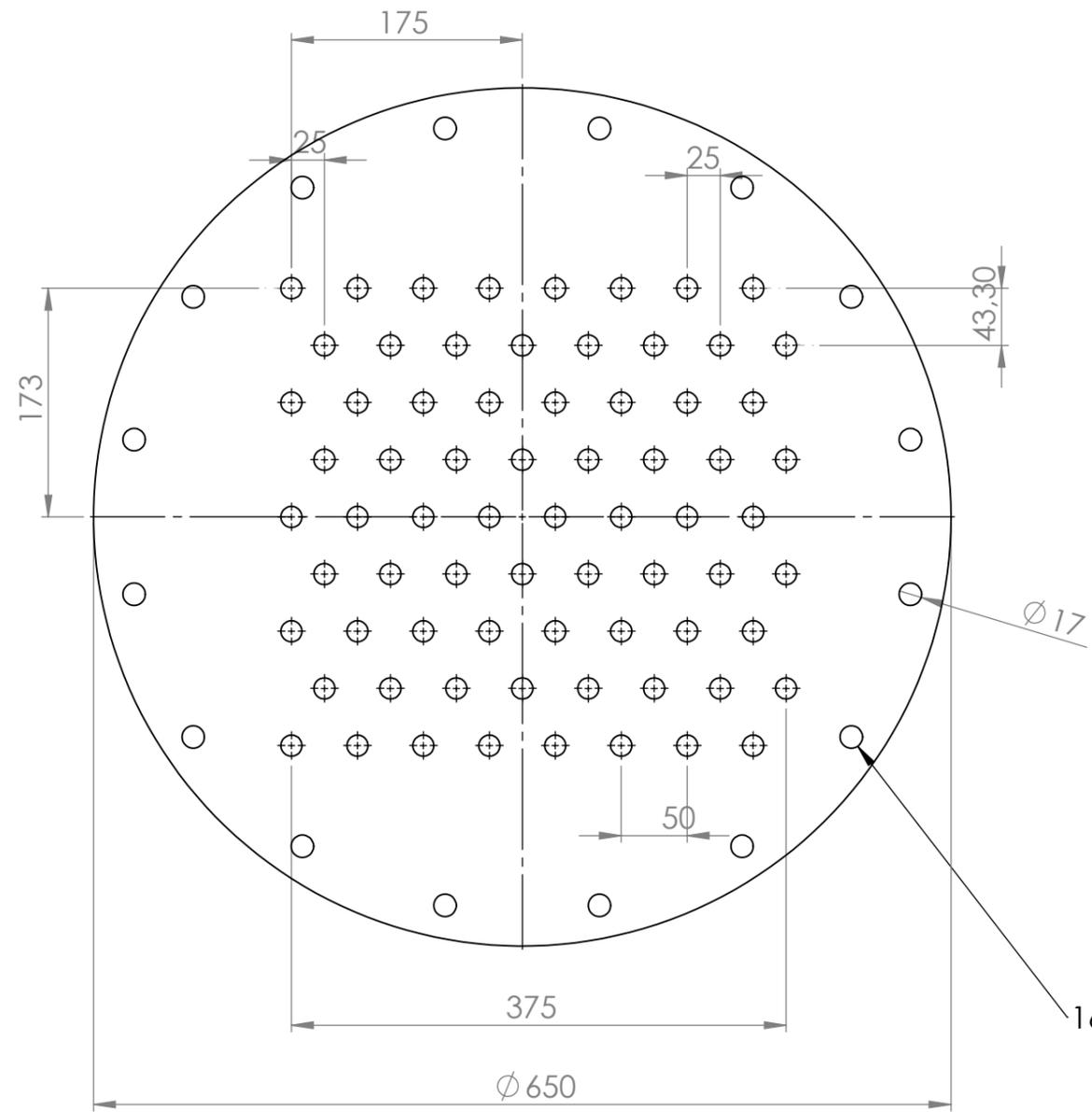
Brida Sorf (Slip On) acero común 31 mm (1")

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.	T PIANETTI		14-10-2019	 <b>Conexion Absorbedor</b>	
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019		
FABR.					
OBSERVACIONES			MATERIAL:		N.º DE PLANO
Rugosidad: ~			AISI 304		829-004-0005
TOLERANCIA +/- 1mm			PESO:		ESCALA:1
					HOJA 1 DE 1
					A3
					REVISION
					A

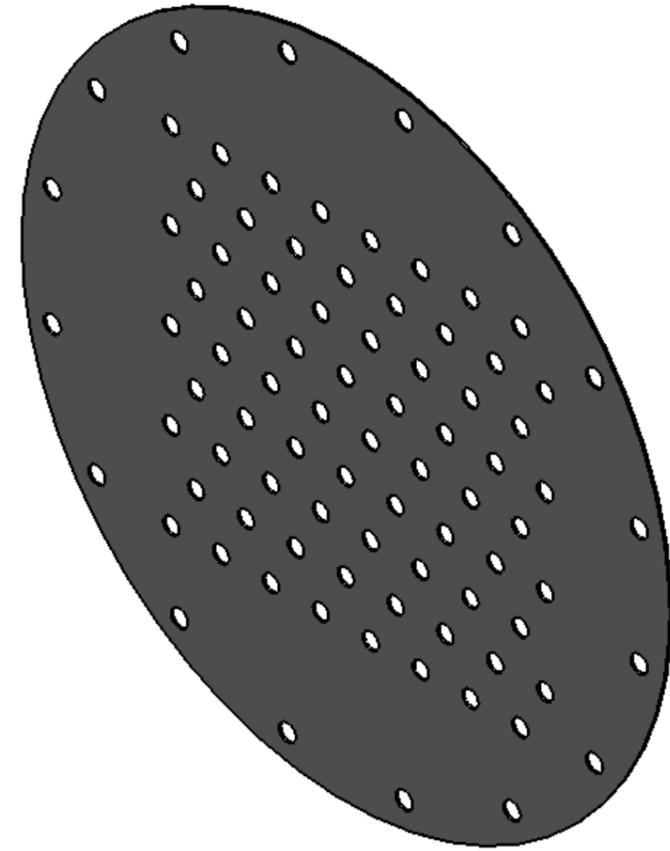


NOTA = Recepcion de material de STOCCO

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.	T PIANETTI		14-10-2019	 Casquete semielíptico ASME VIII DIV1 550 mm - 2 mm	
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019		
FABR.					
OBSERVACIONES			MATERIAL:		N.º DE PLANO
Rugosidad: ~			AISI 304		829-004-0006
TOLERANCIA +/- 1mm			PESO: 9kg		ESCALA: 1:5
					HOJA 1 DE 1
					A3
					REVISION
					A



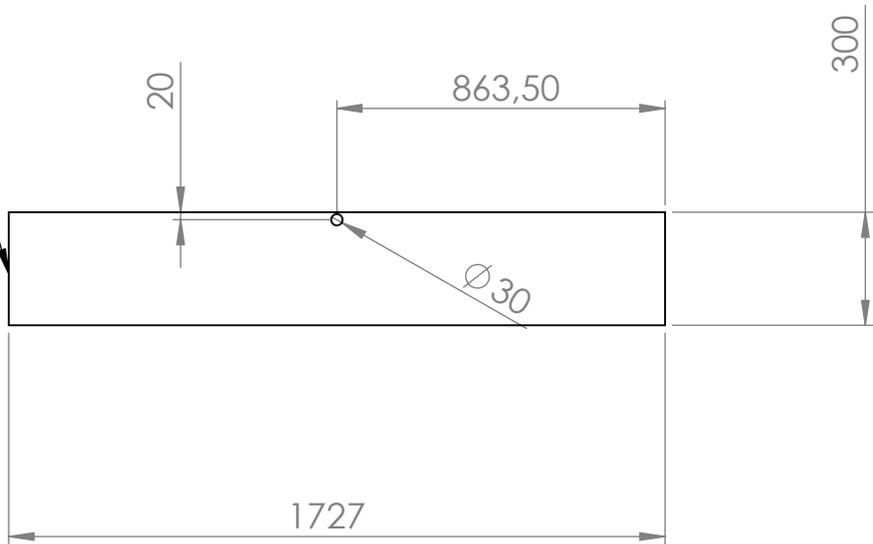
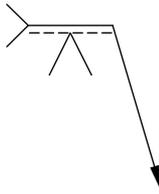
16 Perforaciones Para Ensamble  $\varnothing 17\text{mm}$



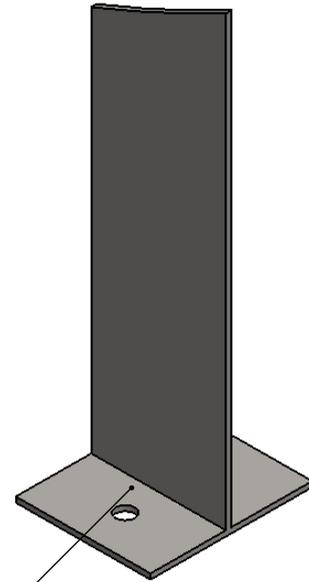
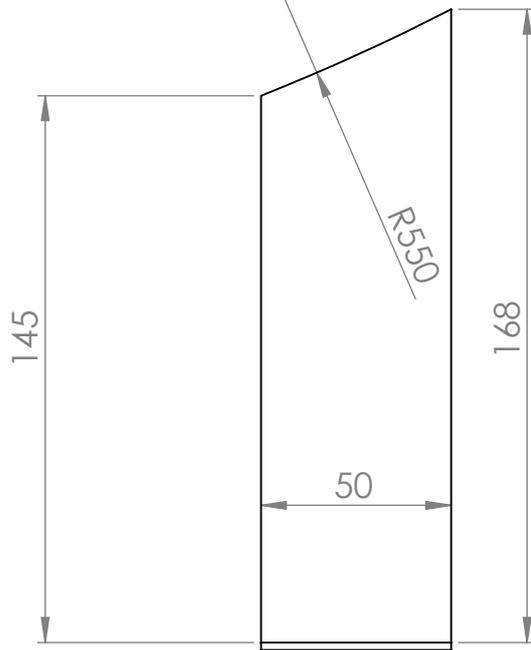
Nota: 72 Perforaciones

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	<p>Cierre Casquete</p>			
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019						
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019						
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019						
FABR.									
OBSERVACIONES				<p>AISI 304 Espesor 2mm</p>	N.º DE PLANO	<p>829-004-0007</p>	A3		
Rugosidad = ~					<p>PESO: 0.91 Kg</p>		ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	REVISION
TOLERANCIA +/- 1mm									

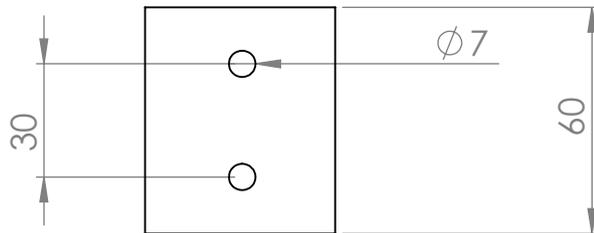
WPS  
FI03  
GTAW



	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:  Chapa Envolvente
DIBUJ.	T PIANETTI		14-10-2019		
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019		
FABR.					
OBSERVACIONES			MATERIAL:	N.º DE PLANO	A4
1	Rugosidad $\sim$		AISI 304 Espesor 2mm	829-004-0008	REVISION
2	TOLERANCIA +/- 1mm				A
3			PESO: 0,3Kg	ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1

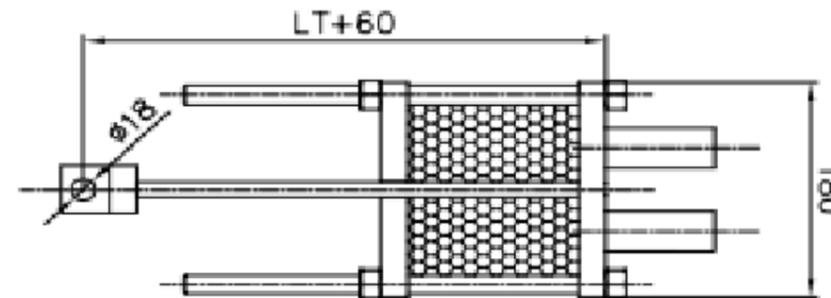
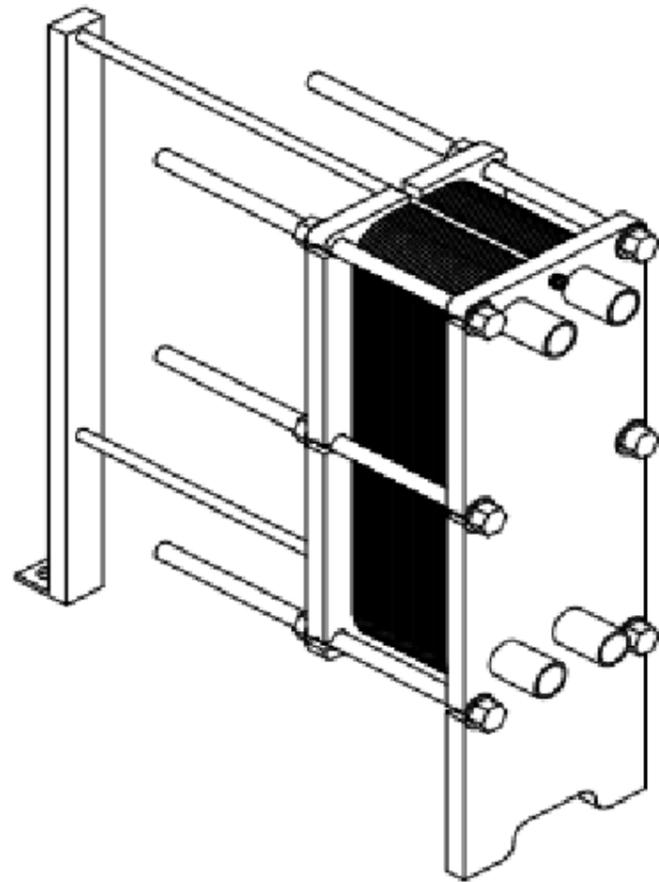
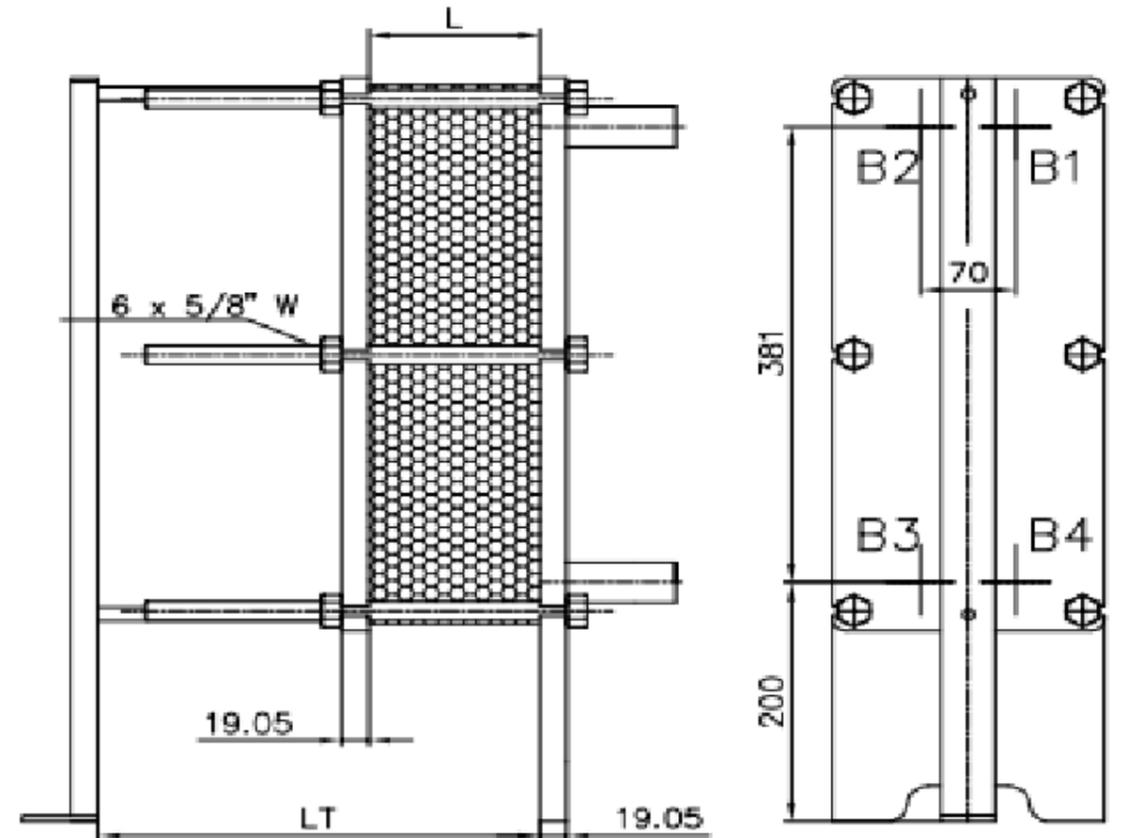
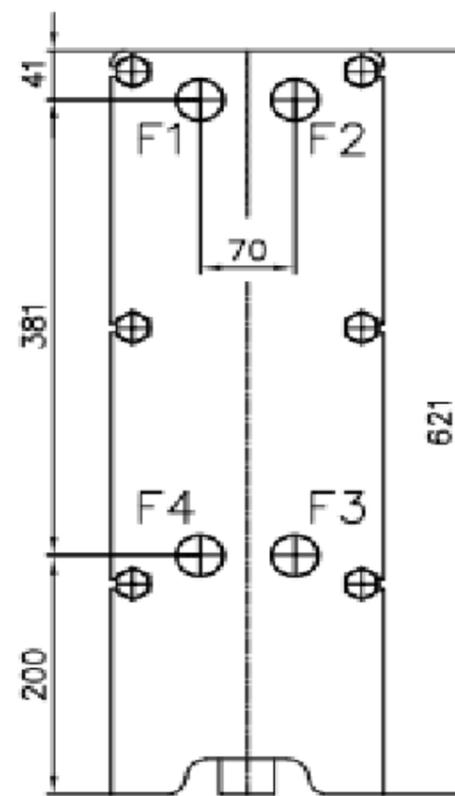
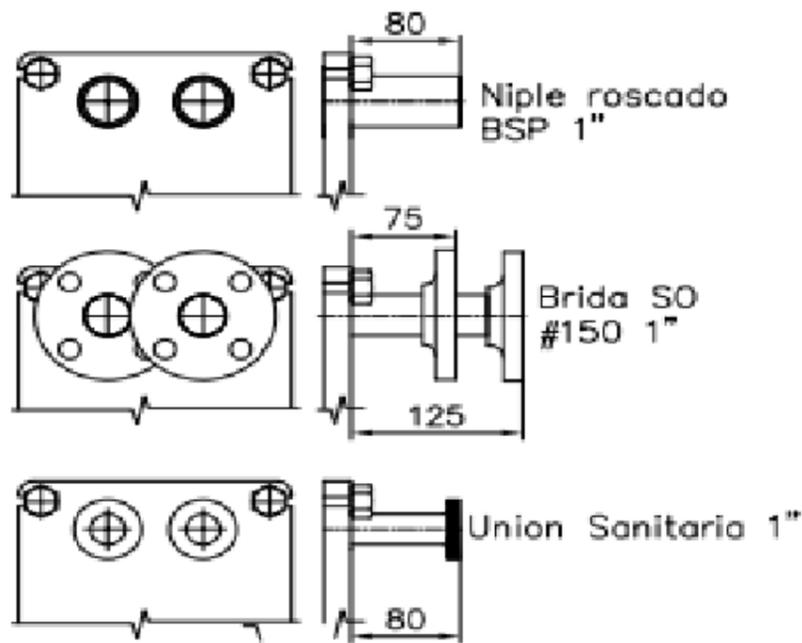


WPS  
F103  
GTAW



Espesor: 6mm  
Fijacion a Estructura =Bulones 1/4" x 3

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:  Chapa Cunas	
DIBUJ.	T PIANETTI		14-10-2019			
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019			
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019			
FABR.						
	OBSERVACIONES		MATERIAL:	N.º DE PLANO	A4	
1	Rugosidad: ~		<b>AI SI 304</b>	<b>829-004-0009</b>	REVISION	
2	TOLERANCIA +/- 1mm				ESCALA:1:2	A
3					PESO:	HOJA 1 DE 1

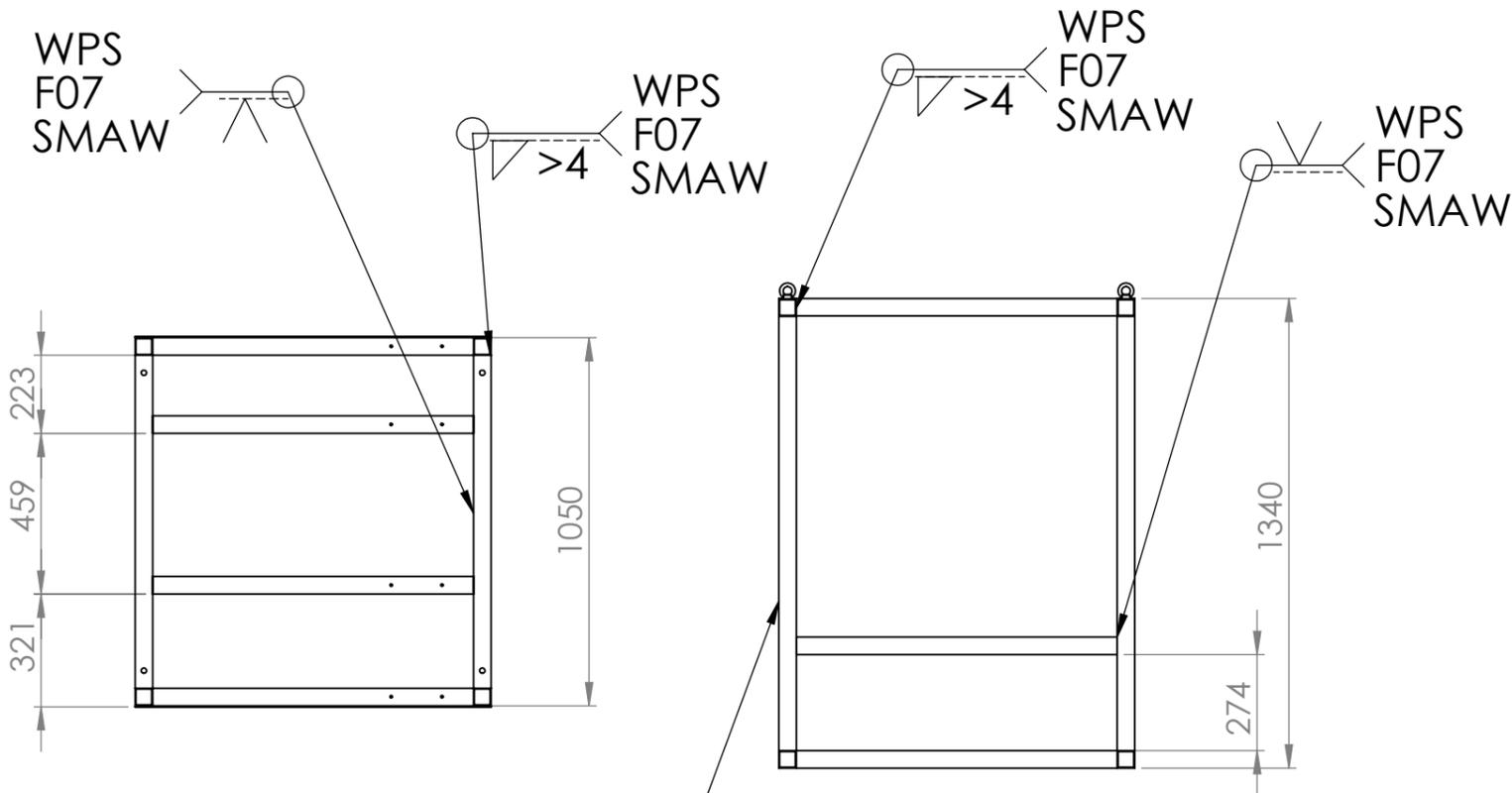
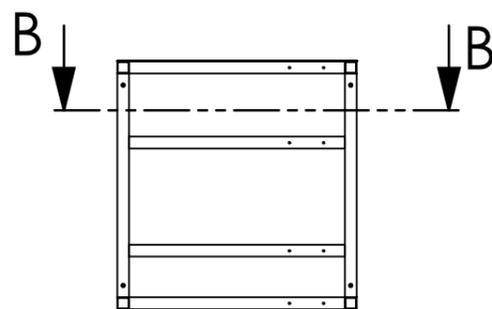
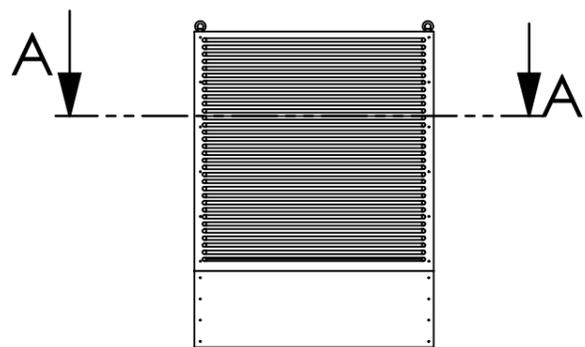


	Fecha	Nombre	DESIGNACION: HSC4
Dib.	07/18	Haasen	
Rev.	07/18	Haasen	
			PROYECCION ISO
			PL. N?: HSC4
			Escala: Ninguna

NOTA:

Intercambiador de calor a placas Modelo: HSC4 Tipo de bastidor:  
 Acero Carbono pintado Epoxi Cantidad de placas: 20 Material de las placas:  
 AISI 316 L 0,5 mm Material de las juntas: EPDM HT Tipo de conexiones: Brida 1"

NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	Ensamble Recuperador			
DIBUJ.	T PIANETTI			N.º DE PLANO		829-005-0000		
VERIF.				ESCALA: 1:1			A3	
APROB.				HOJA 1 DE 1				REVISION A
FABR.								
ENSAYOS			MATERIAL:					
			Segun Especificacion					
			PESO:					



829-006-0005

SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 20

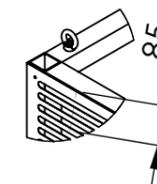
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 20

**NOTA ACLARATORIA:**

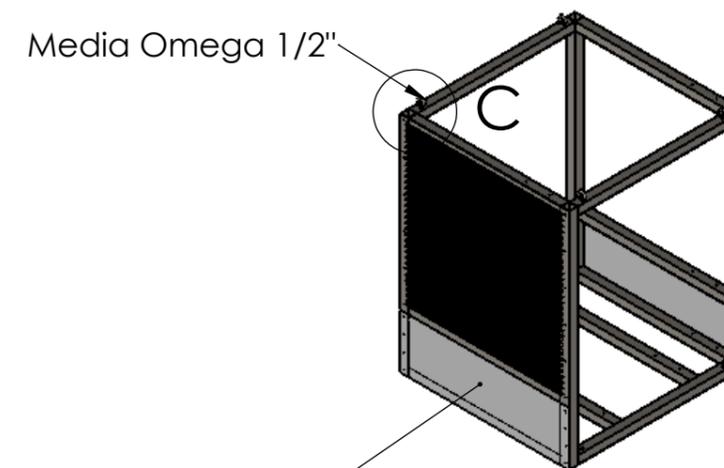
- Las Chapas iran acopladas al estructural con Autoperforantes
- En la posibilidad de ubicar el estructural sobre el inferior los mimos iran vinculados con bulones 1/4" x3"

Dimensiones Generales

Medidas	1500 x 1016 x 1340 (Largo - Ancho - Altura)
Pesos Vacio y Lleno	90 Kg
Terminacion	
Pintura Interior	No APLICA
Pintura exterior	Una mano de Esmalte Sintetico - RAL 9015

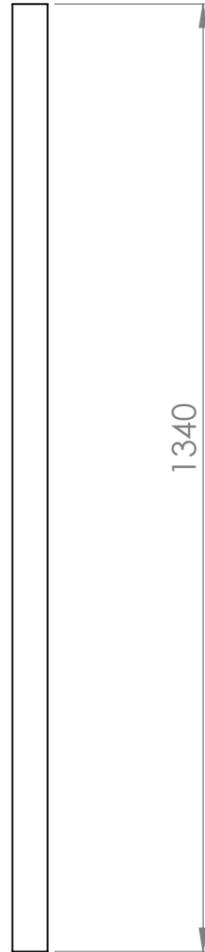
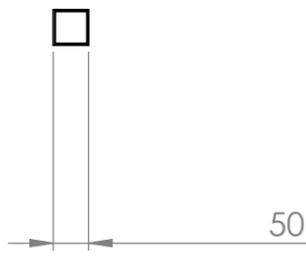


DETALLE C  
ESCALA 1 : 15

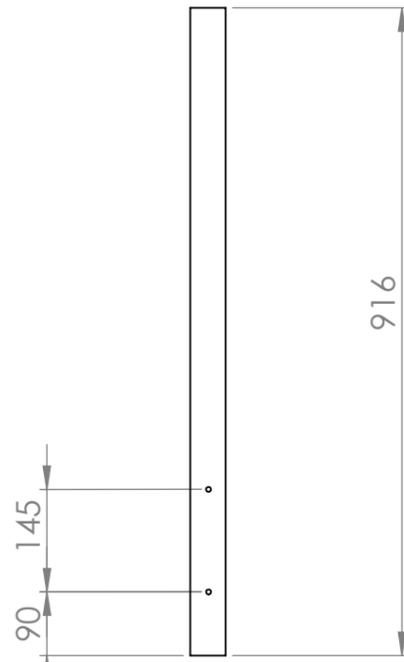


829-006-0006

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	Estructural Superior	
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019		N.º DE PLANO	829-006-0001	A3
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019		ESCALA 1:20	HOJA 1 DE 1	REVISION A
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019				
FABR.							
Observaciones	MATERIAL:			PESO: 90Kg			
RUGOSIDAD =	Calidad Comercial						
TOLERANCIA +/- 1mm							

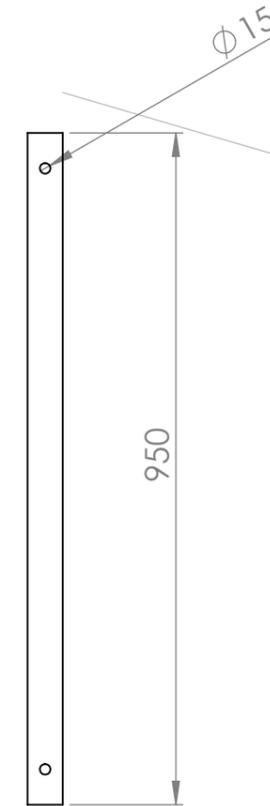


ESTRUCTURAL A  
Cant 4  
50 x 50 x 2.5



Perforacion Unicamente  
para soportes Absorbedor Condensador

ESTRUCTURAL B  
Cant 8  
50 x 50 x 2.5



Perforacion Unicamente  
para cancamos

ESTRUCTURAL C  
Cant 4  
50 x 50 x 2.5

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019
FABR.			



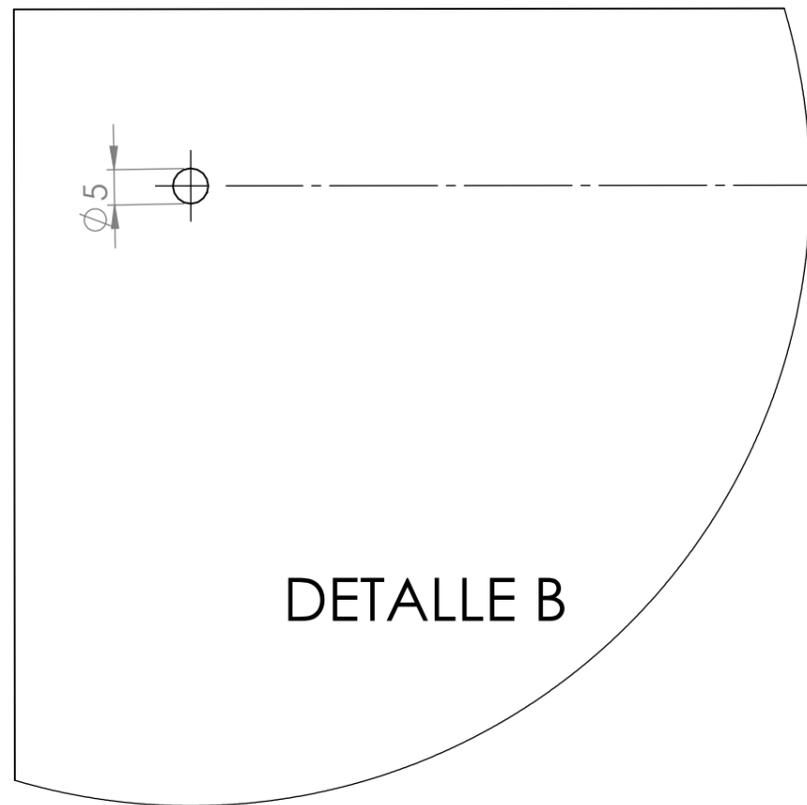
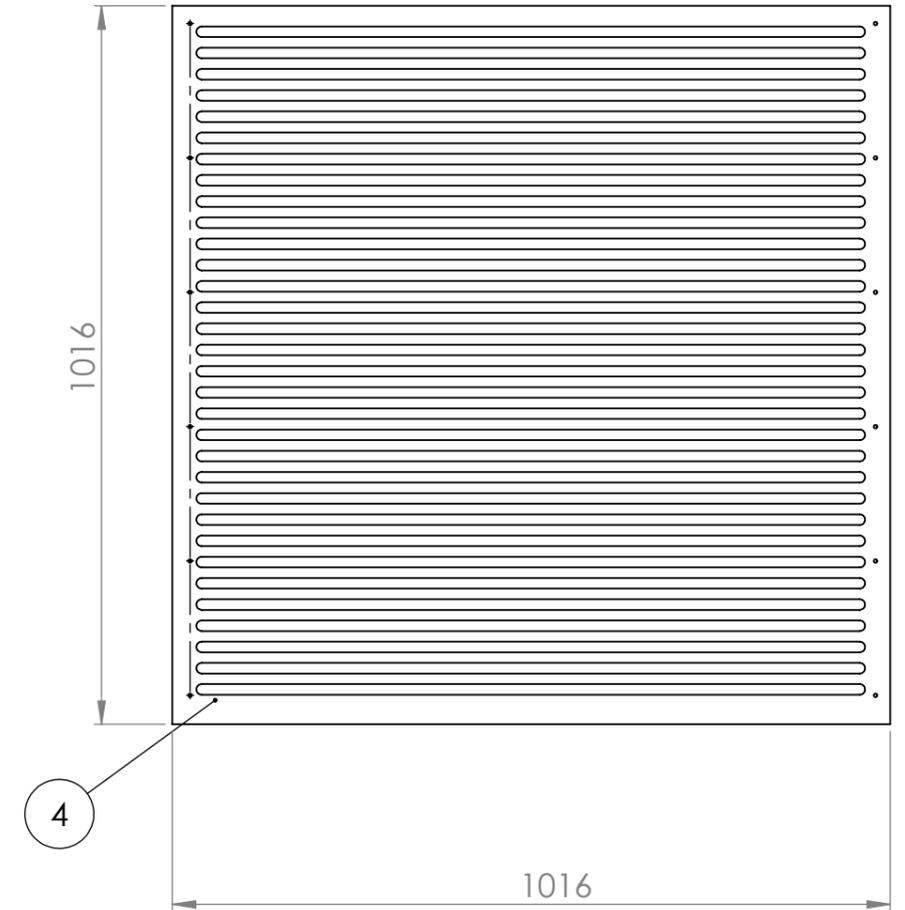
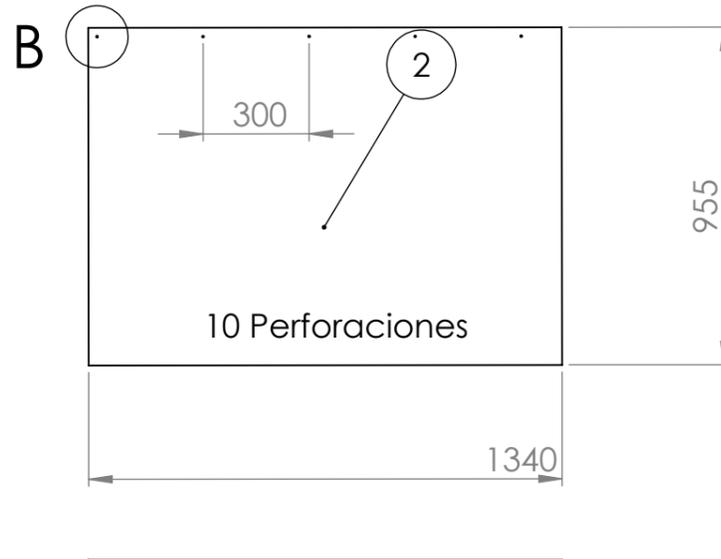
TÍTULO:

Perfil Cuadrado Estructural

Observaciones	MATERIAL:
RUGOSIDAD = ~	Calidad Comercial
TOLERANCIA +/- 1mm	

PESO:

N.º DE PLANO	A3
829-006-0005	REVISION
ESCALA: 1:10	A
HOJA 1 DE 1	



	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	T. PIANETTI		14-10-2019
VERIF.	G. PAROLA		15-10-2019
APROB.	G. PAROLA		15-10-2019
FABR.			

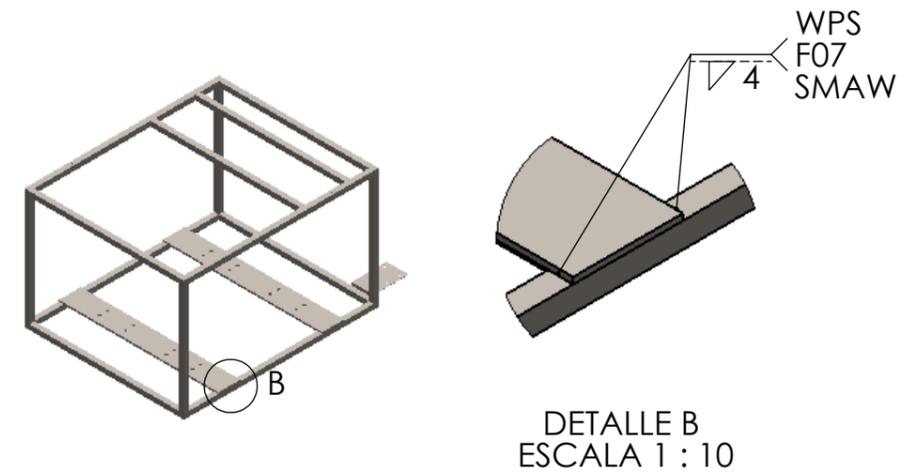
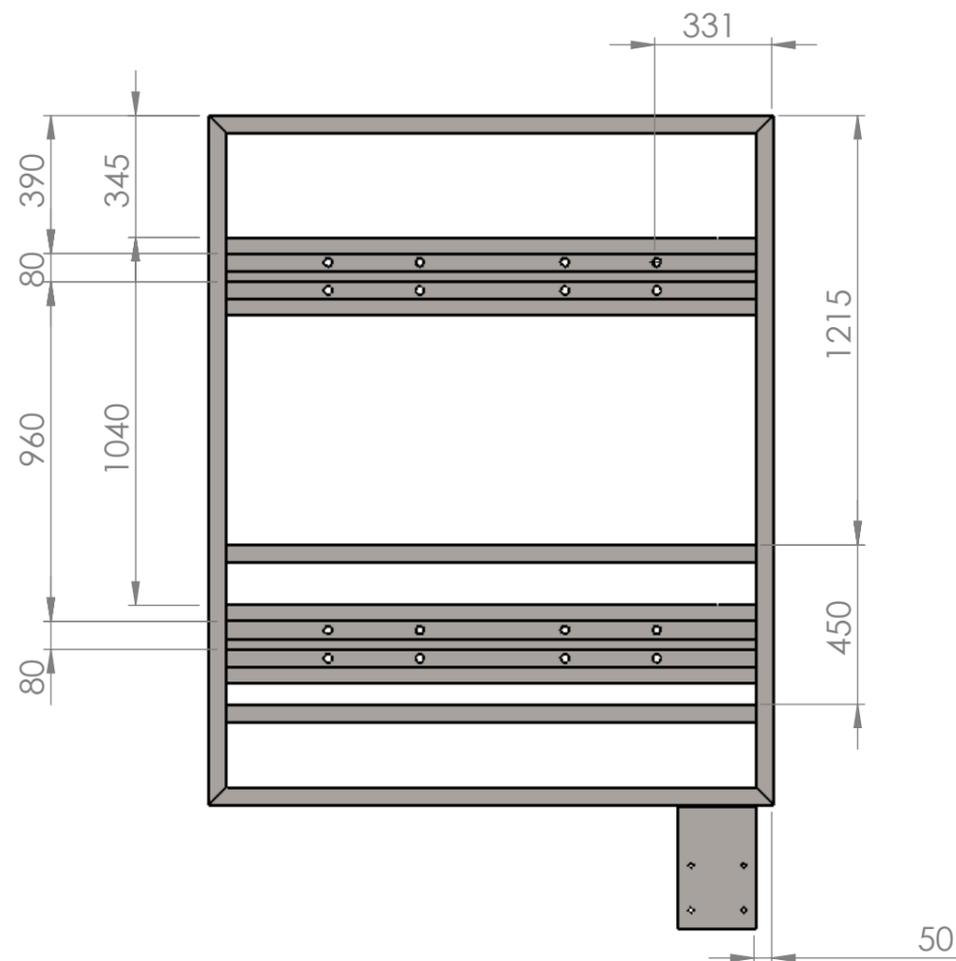
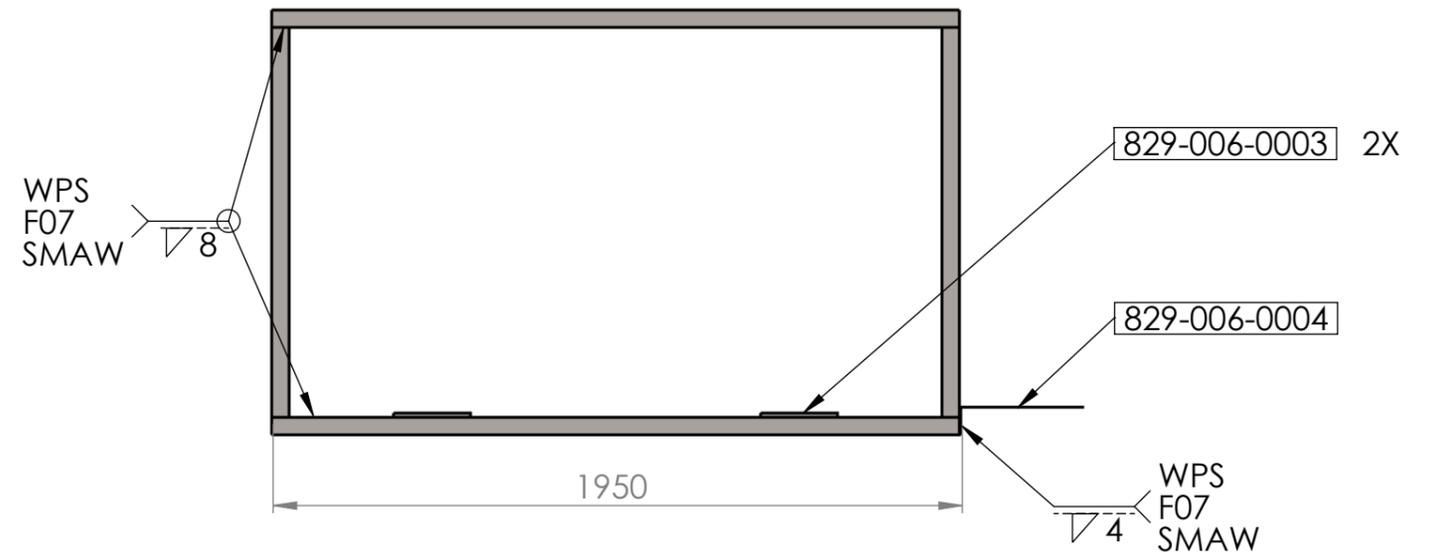
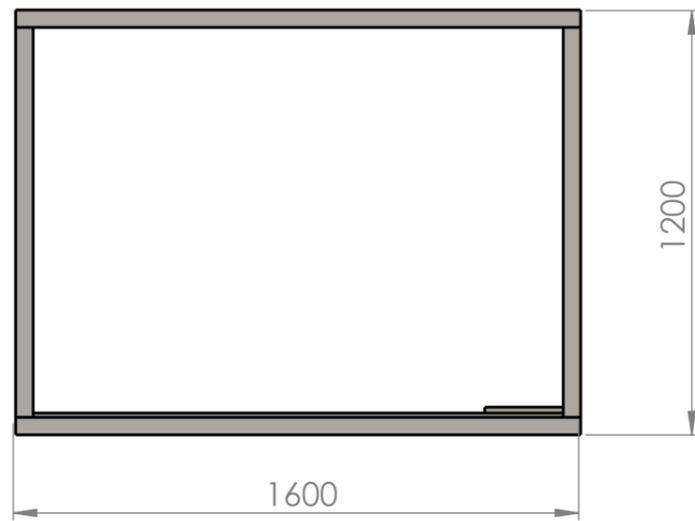


TÍTULO:  
Chapas cobertoras  
Estructura superior

Observaciones	MATERIAL: Calidad Comercial Chapa Nº24
RUGOSIDAD = ~	
TOLERANCIA = +/- 1mm	

PESO:

N.º DE PLANO	829-006-0006	A3
ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	REVISION A



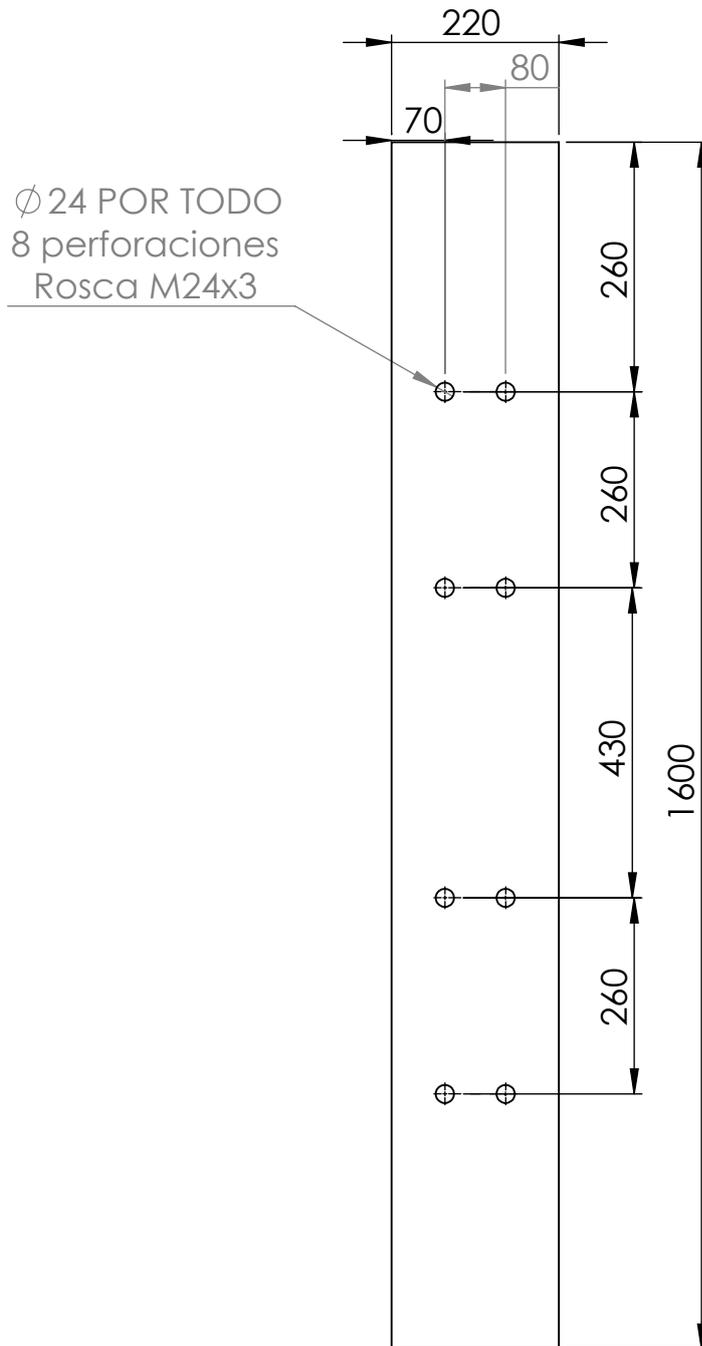
NOTA: PINTAR EPOXI COLOR RAL 7035.

NOTA: TODAS LAS UNIONES SOLDADAS A TOPE MANTENER ESCUADRA Y PARALELISMO.

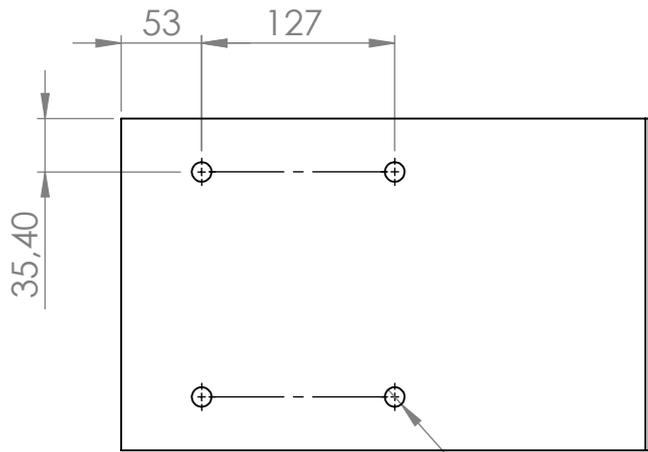
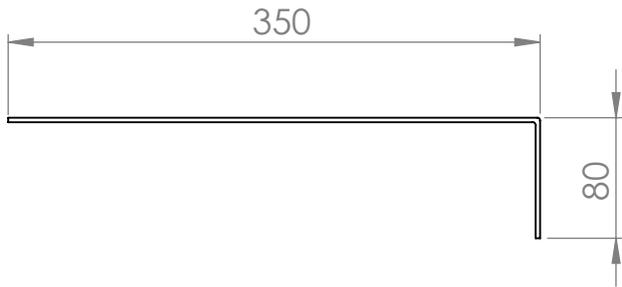
ITEM	DENOMINACION	CANT	Nº DE PLANO	OBSERVACIONES
2	CHAPA MONTAJE	1	829-006-0004	
1	SOPORTE MONTAJE	1	829-006-0003	

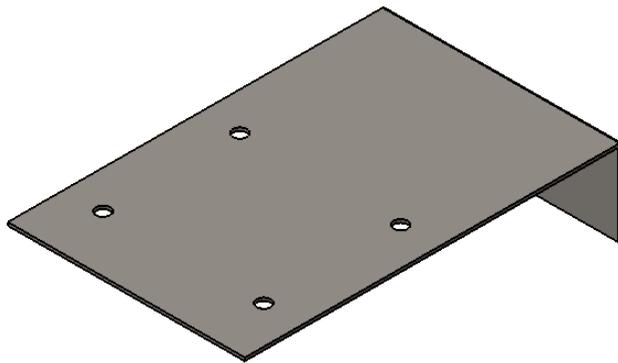
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:
VERIF.					ESTRUCTURA INFERIOR
APROB.					N.º DE PLANO
FABR.					829-006-0002
					A3
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS				MATERIAL:	ESCALA: 1:20
General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				CAÑO ESTRUCTURAL 50x50x2,5	HOJA 1 DE 1
				PESO: 200 kg	REVISION A



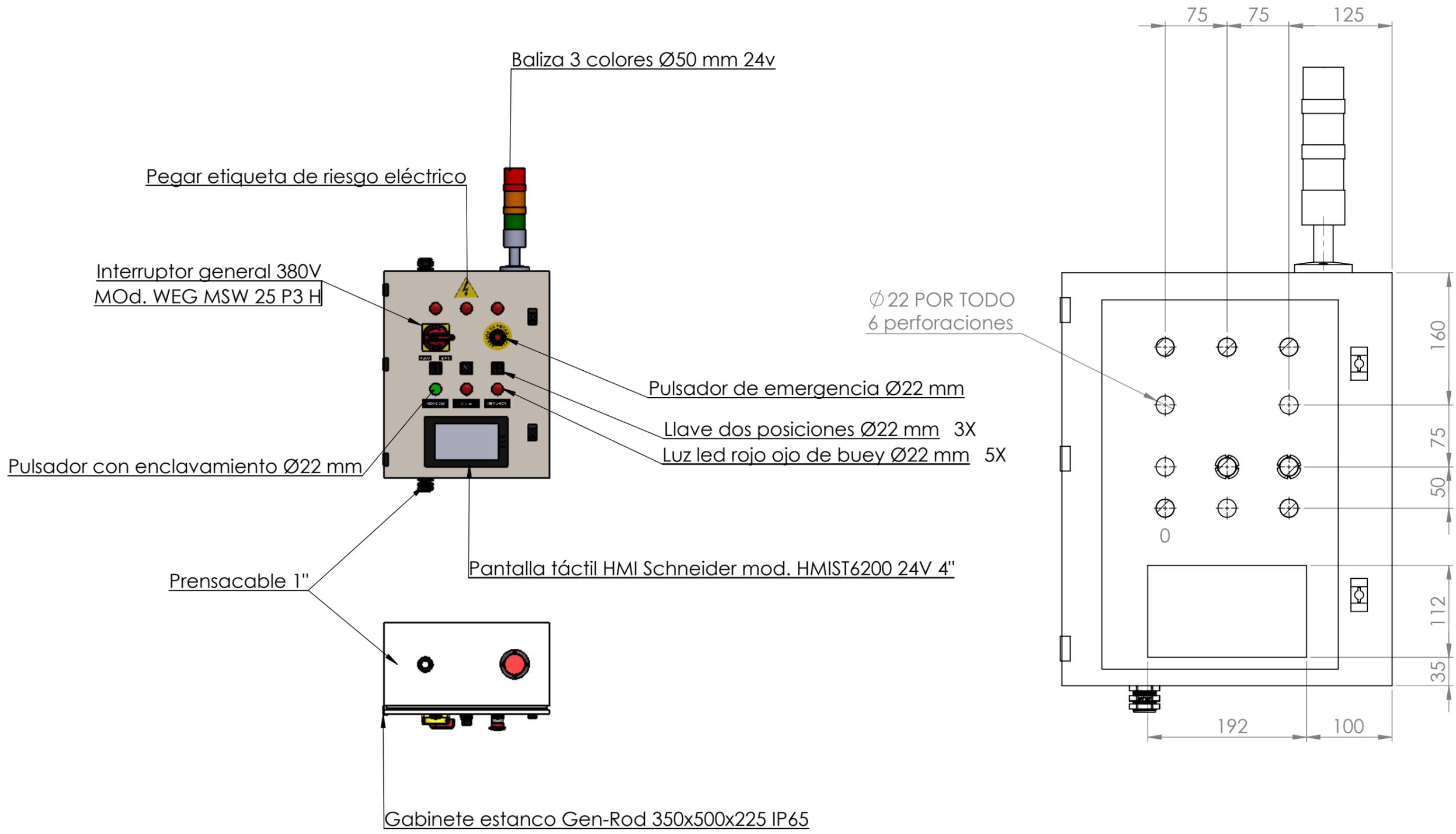
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		<b>TÍTULO:</b> SOPORTE PARA MONTAJE DE EQUIPOS		
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
<b>TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS</b> General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				<b>MATERIAL:</b> CHAPA COMERCIAL esp. 1/2"	<b>N.º DE PLANO</b> <b>829-006-0003</b>		
				<b>PESO:</b> 32,5 kg	<b>ESCALA:</b> 1:50	<b>HOJA</b> 1 DE 1	<b>A4</b> <b>REVISION</b> <b>A</b>



Ø 13 POR TODO  
4 perforaciones

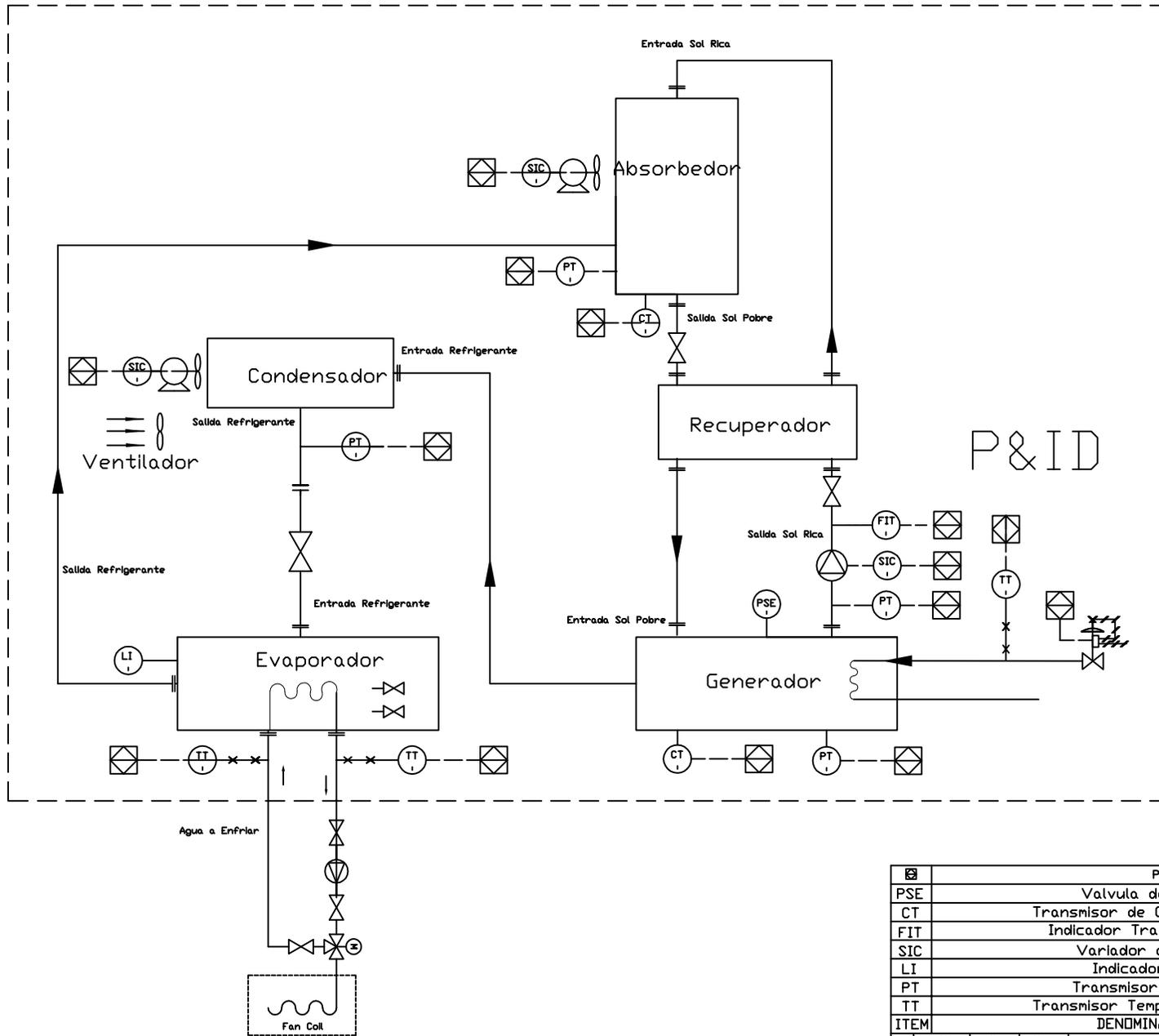


	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	<b>SOPORTE PARA MONTAJE DE EQUIPOS</b>	
DIBUJ.							
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad RZ 6,3 Eliminar cantos vivos				MATERIAL: <b>CHAPA COMERCIAL</b> esp. 1/4"	N.º DE PLANO <b>829-006-0004</b>	A4	
				PESO: 2,2 kg	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	REVISION <b>A</b>



NOTA: CONECTAR COMPONENTES SEGÚN PLANO 829-008-0001.

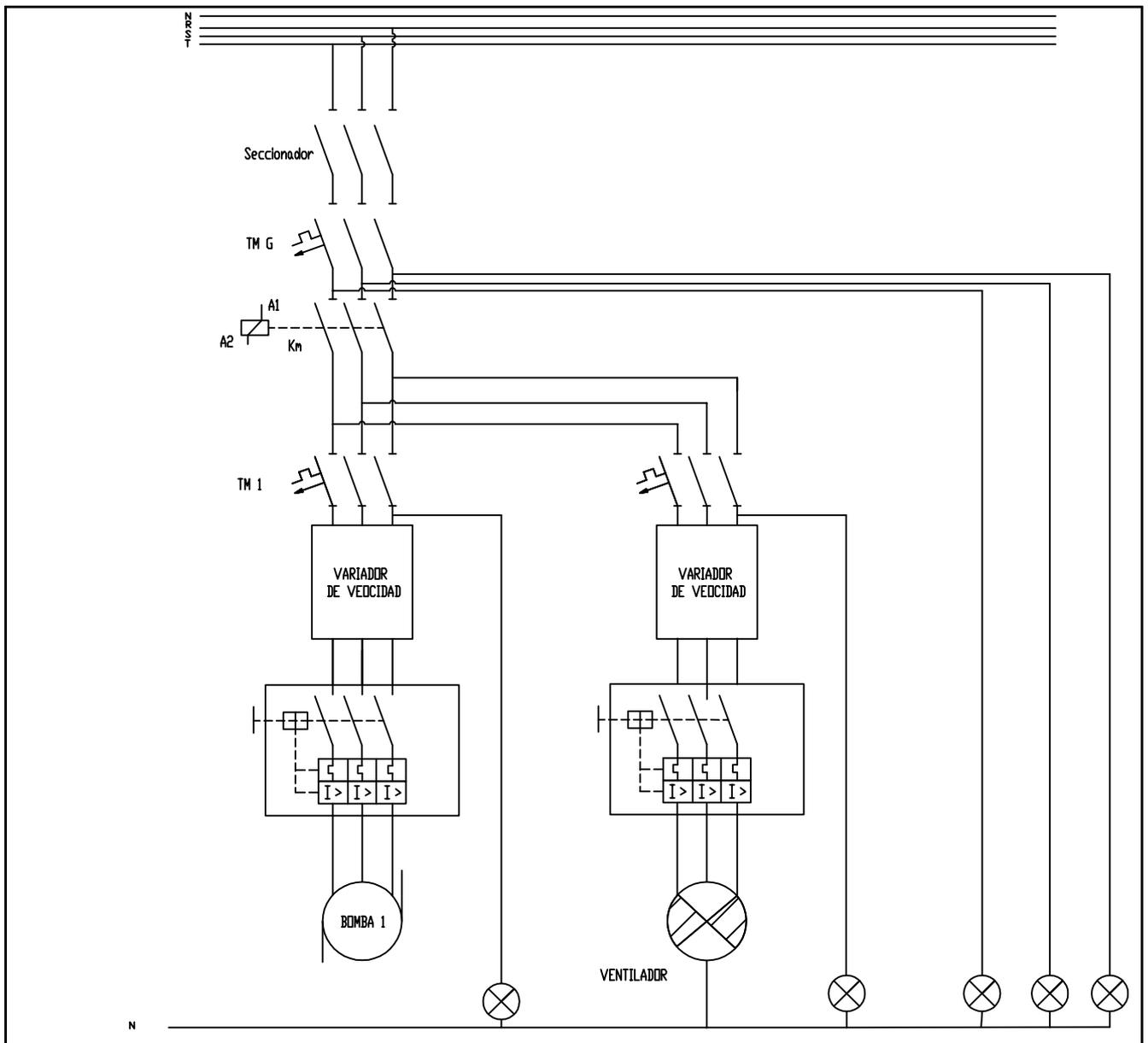
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	<b>CONJUNTO TABLERO ELÉCTRICO CON PULSADORES</b>	
DIBUJ.					N.º DE PLANO	<b>829-008-0000</b>	
VERIF.						A3	
APROB.						REVISION	
FABR.						A	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS General +/- 1 mm - 1° Chafan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad Rz 6,3 Eliminar cantos vivos				MATERIAL:  PESO: 227 kg	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	



P&ID

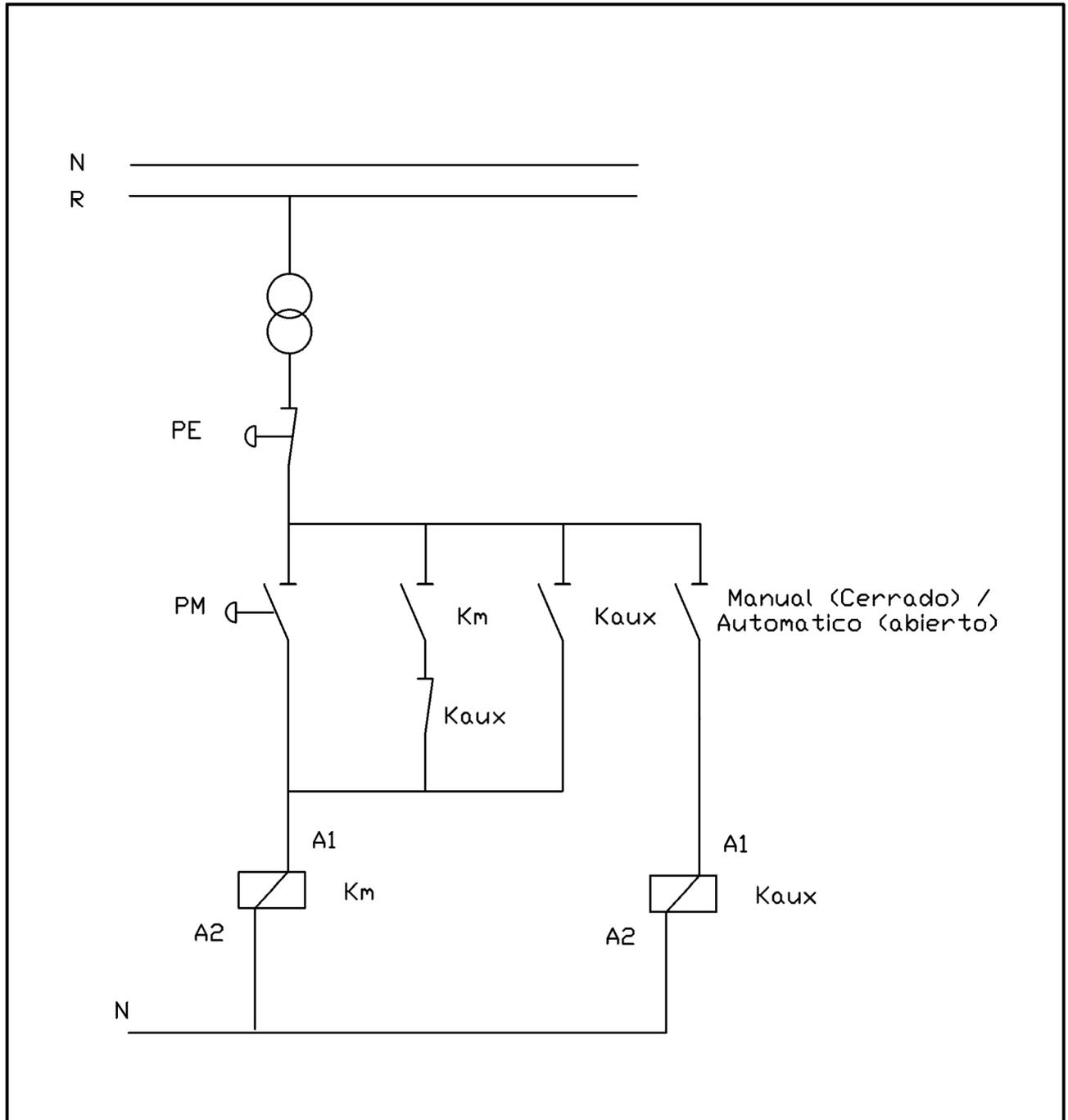
☒	PLC	1
PSE	Valvula de seguridad	1
CT	Transmisor de Conductividad	2
FIT	Indicador Transmisor de Flujo	1
SIC	Variador de Velocidad	2
LI	Indicador de Nivel	2
PT	Transmisor de Presion	2
TT	Transmisor Temperatura. - PT100	2
ITEM	DENOMINACION	CANT.

DIBUJ.	FECHA		<b>PLANO ELECTRICO</b> <b>SISTEMA DE CONTROL P&amp;ID</b>
VERIF.			
APRUB.			
FABR.			
OBSERVACIONES		MATERIAL	Nº DE PLANO 829-008-0001
1			A2
2			REV. A
3			



11	Guardamotor M32 - 0,63 - 1A - SICA	1
10	Guardamotor M32 - 1,6 - 2,5A - SICA	1
9	Bomba - CEA 70/3 - Lowara - 0,5CV	1
8	Ventilador - 3CA de PANEL - Chicago Blower - 1CV	1
7	Seccionador Tripolar	1
6	Contacto LC1D09B7 Scheider	1
5	Cable tripolar 3x2,5mm <sup>2</sup>	20 m
4	Indicador led ojo de buey	5
3	Pulsador parada de emergencia	1
2	Llave tripolar termomagnética ind. 6A - SICA	2
1	Llave tripolar termomagnética Gral. 10A - SICA	1
ITEM	DENOMINACION	CANT

NOMBRE		FIRMA		FECHA		TITULO:	
DIBUJ.				07/12/19		PLANO ELECTRICO	
VERIF.						CIRCUITO DE POTENCIA	
APROB.							
FABR.							
OBSERVACIONES				MATERIAL:		N.º DE PLANO	
1				-		829-008-0002	
2						A4	
3				PESO:		REVISION	
						A	
				ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1	



7	Rele 24 V c/auxiliar 24 V	1
6	Rele 24 V c/auxiliar contactor (9A 3P 1Na+1Nc 24Vca 50/60Hz - LC1D09B7 Schneider	1
5	Cable bipolar 1x2,5mm <sup>2</sup>	10 m
4	Indicador led ojo de buey	2
3	Pulsador parada de emergencia	1
2	Pulsador de marcha	1
1	Fuente Regul.24Vcc 3A 72W ABL8REM24030 - Schneider	1
ITEM	DENOMINACION	CANT

NOMBRE		FIRMA		FECHA		TITULO	
DIBUJ.				07/12/19		 PLANO ELECTRICO CIRCUITO DE MANDO	
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
OBSERVACIONES				MATERIAL		Nº DE PLANO	
1				-		829-008-0002	
2						A4	
3				PESD		REVISION	
						A	
				ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1	

N°	Description	Refer to
1	Clear port (Ethernet switch)	Ethernet port (see page 307)
2	Control port	Control port (see page 307)
3	Serial line port/ Type RJ45-90-232 or RS-485	Serial Line (see page 307)
4	Run/Stop switch	Run/Stop (see page 49)
5	Status LEDs	-
6	TMA bus connector	TMA Expansion Modules (see page 27)
7	TMD bus connector	TMD Expansion Modules (see page 27)
8	SD card slot	SD Card (see page 49)
9	USB mini-B programming port / For terminal connection to a programming PC (EcoStressor Machine Expert)	USB Mini-B Programming Port (see page 49)
10	Surface mounting legs	-
11	Clip-on lock for 35 mm (1.38 in.) top hat section rail (DIN rail)	Top Hat Section Rail (see page 60)
12	24 Vdc power supply	DC Power supply Characteristics and Wiring (see page 73)
13	Protective cover (SD card slot and USB mini-B programming port)	-
14	Loading hook (hook not included)	-
15	Utility holder	Real Time Clock (RTC) (see page 42)

Fuente 220AC/24DC

HMI

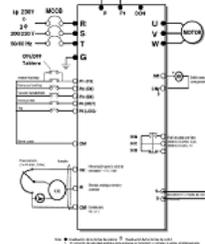
PLC

Modulo de Extension PLC  
8 Entradas Analogicas

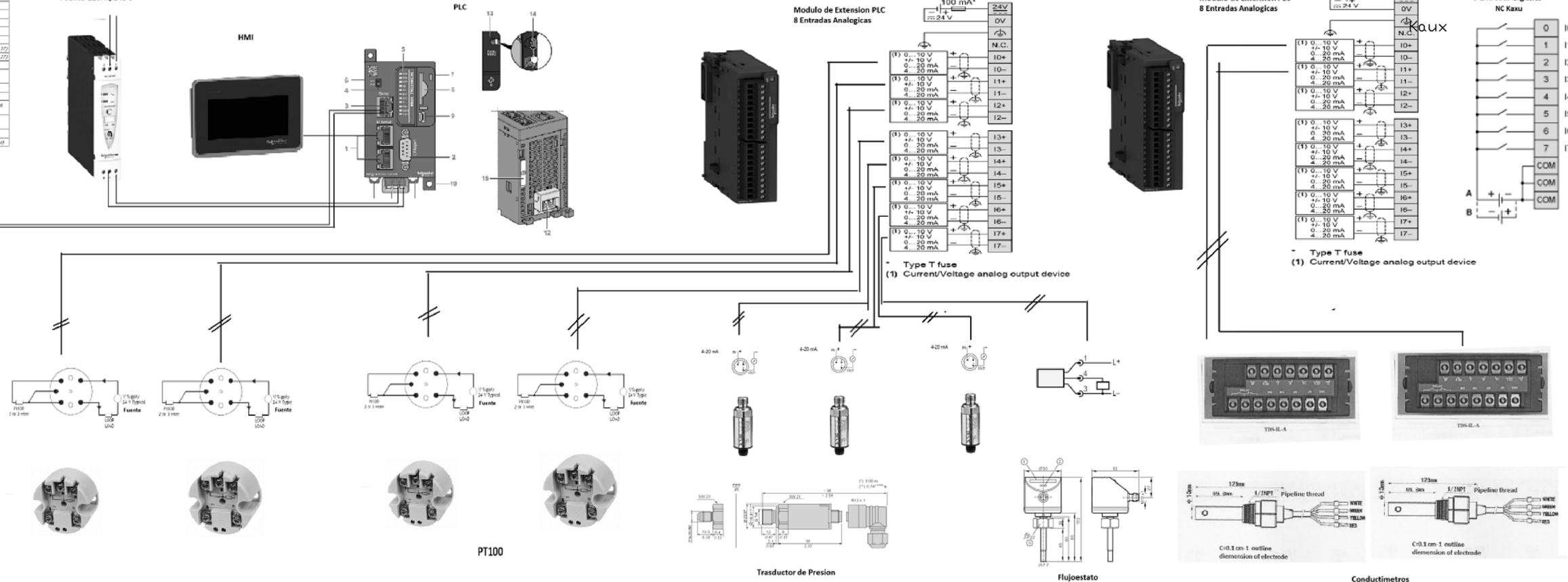
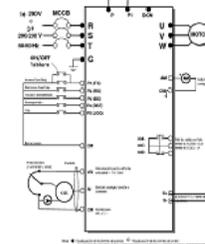
Modulo de Extension PLC  
8 Entradas Analogicas

Modulo de Extension PLC  
8 Entradas Digitales

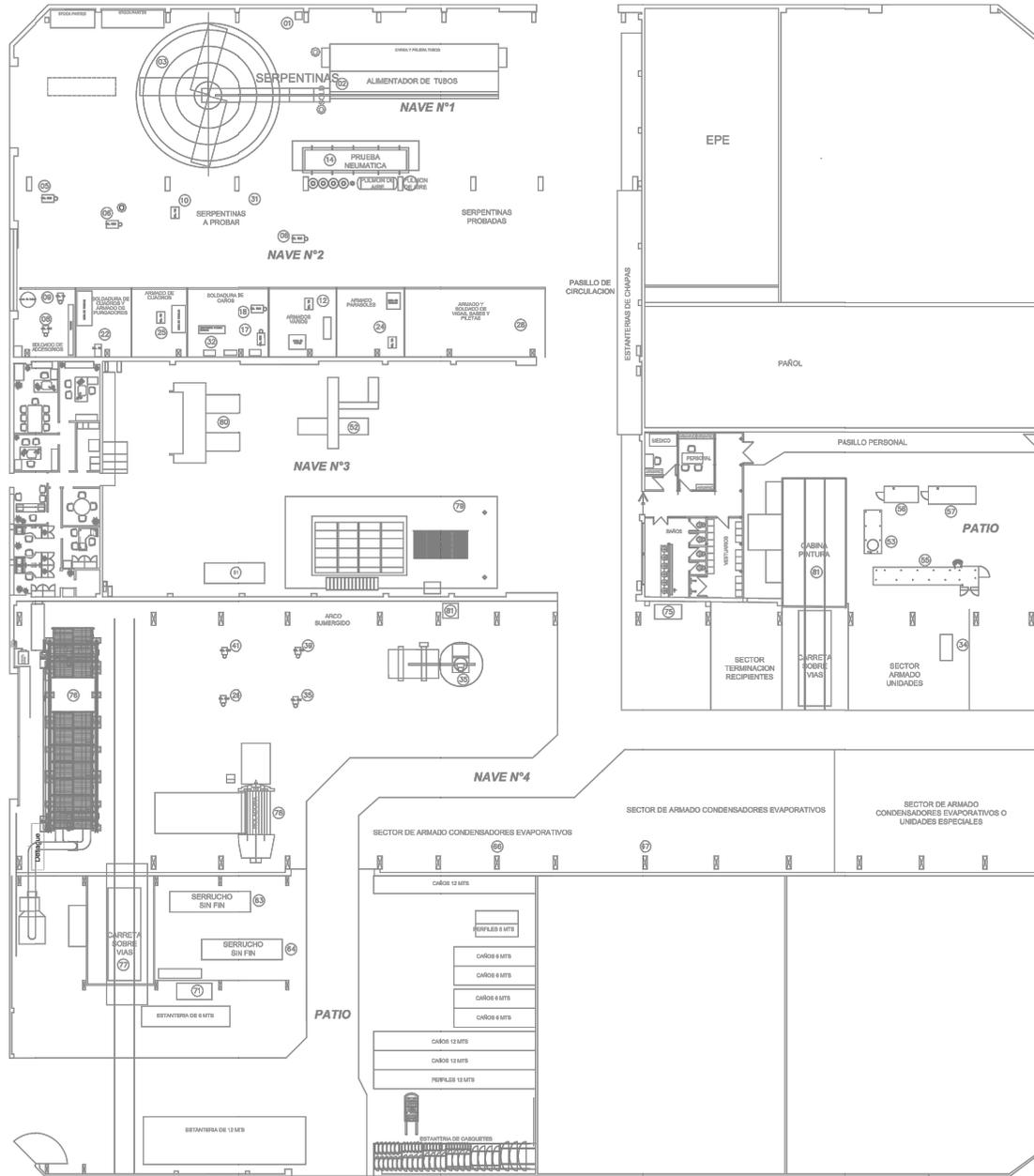
Variador Bomba circulacion



Variador Ventilador

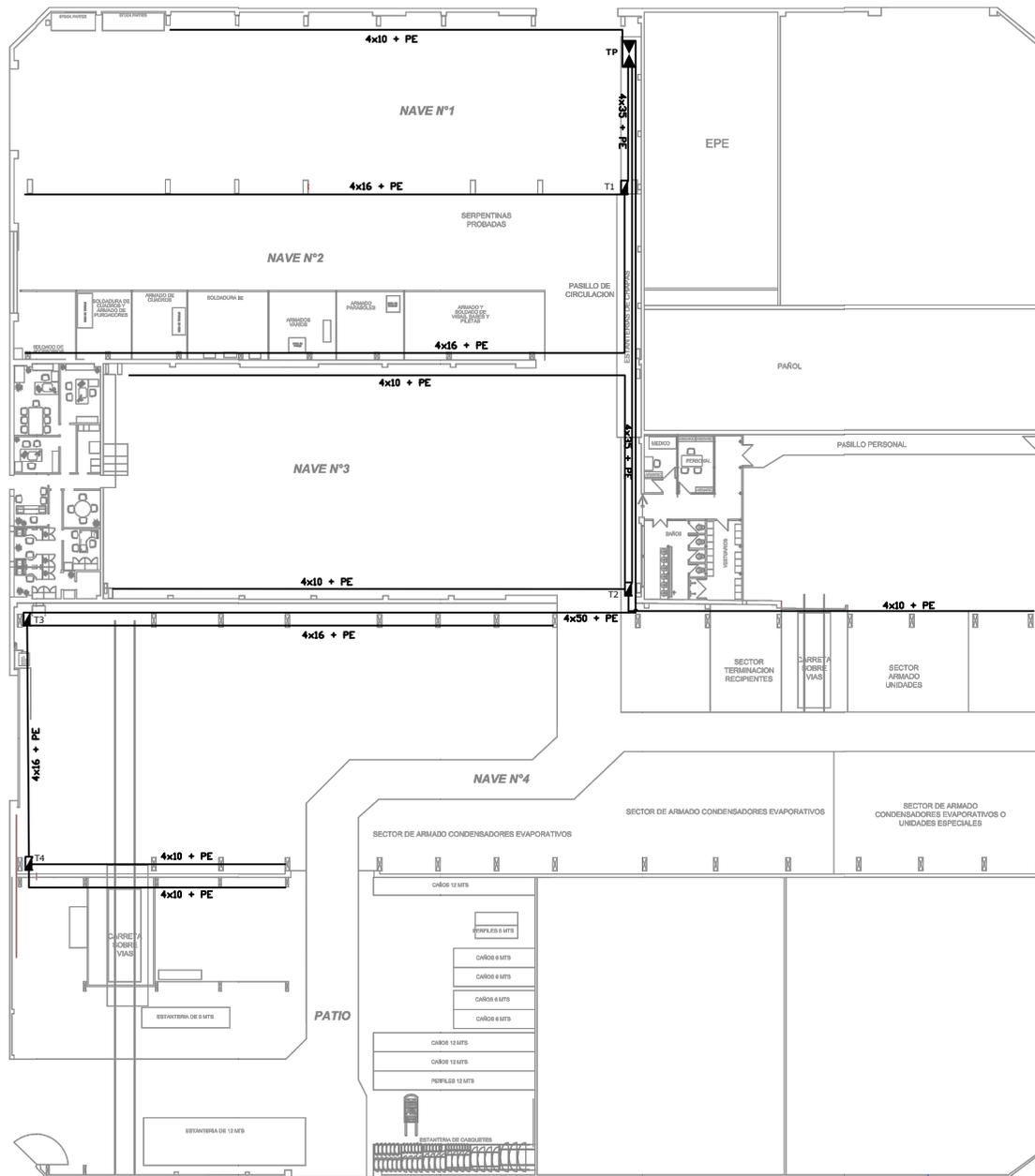


ITEM	DENOMINACION			CANT.	N° DE PLANO/ART.
DIBUJ	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TITULO: <b>PLANO ELECTRICO</b> <b>Conexionado Instrumentos</b>	
VERIF					
APROB					
FABR.					
OBSERVACIONES			MATERIAL:	N° DE PLANO	A2
1				829-008-000X	REV.
2					A
3					



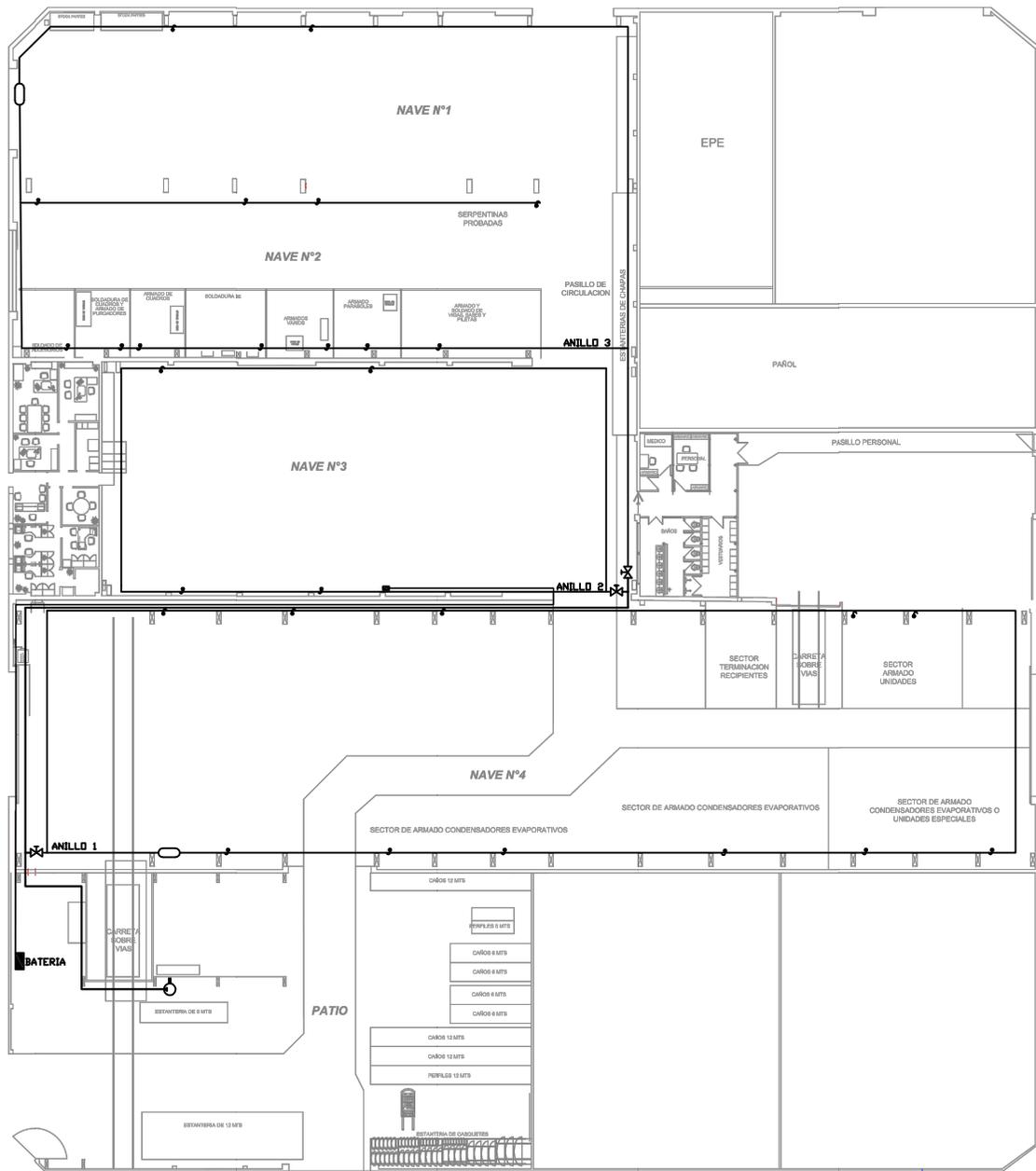
Listado de Máquinas	
N° Maq.	Descripción
1	AMPO1-PIEDRA ESMERIL DW752-AR 375 DEWALT
2	ORB01-SOLDADORA ORBITAL ORBICOOLACTIVE ORBITALUM
3	CUR01-CURVADORA DTZL-S-525-4E DMZ
4	GMAW01- SMASHWELD 257 ESAB
5	GMAW02- SMASHWELD 257 ESAB
6	GMAW06- POWERTEC 425S (50150) LINCOLN ELECTRIC + CABEZAL LF24MPRO (50156)
8	GTAW01-TIG 350 AC / D C H E L I W E L D E R (SQUARE WERE) ESAB
9	GTAW03-TIG MASTERTIG MLS2300 AC/DC (6162300) +MASTERCOOL 20 (6162900) KEMPMI
11	GTAW06-TIG TX150DC ARCOTEC
12	GTAW07-TIG TX150DC ARCOTEC
13	GTAW08-TIG SMARTY TX150 CEMENT
14	PPN01 PILETA PARA PRUEBA NEUMATICA
15	GMAW03- SMASHWELD 252 ESAB
16	GMAW04- SMASHWELD 252 ESAB
17	GMAW05- SMASHWELD 252 ESAB
18	GMAW11-SEMIAUTOMATICA PHASE ARCI650 + CABEZAL MIGHT 4HD ESAB ESAB
20	GTAW02- CABEZAL MASTERTIG MSL2300 AC/DC (6162300)+ MASTERCOOL 20 (6162300)KEMPMI
22	GTAW04-TIG MASTERTIG MSL2300AC/DC (6162300)+ MASTERCOOL 20 (6162900) KEMPMI
24	GTAW05-TIG MASTERTIG 20 (MLS2000) KEMPMI
25	GTAW09-TIG TX1601 20 ARCOTEC-CEMONT
26	GTAW10-TIG KEMPMI + TIG KEMPMI
28	VIR06-VIRADOR PARA CAÑOS FRIORAF
29	VIR07-VIRADOR PARA CAÑOS
30	VIR08-VIRADOR PARA CAÑOS
31	CIL02-CURBADORA HIDRAULICA TAMECO
32	PLA02-CORTADORA PLASMA MANUAL POWERMAX1250 G3 SERIES HYPERTHERM
33	PLA01-CORTADORA PLASMA MANUAL MOD91 (N°1085) NERTAZIP
34	PRED1-PRENSA 70TN FRIORAF
35	GMAW12-CABEZAL MEJ-30 + POWER TOPFLEX 400 (LAS 400) ESAB
37	GMAW07-CABEZAL LF24MPRO (50156) + POWERTEC425S (50150) LINCOLN ELECTRONIC
39	GMAW08-CABEZAL LF24MPRO (50156) + POWERTEC 425S (50150) LINCOLN ELECTRONIC
41	GMAW09-SEMIAUTOMATICA 482CV + CABEZAL MIG 4HD 1 ESAB
43	GMAW10-SEMIAUTOMATICA 482CV ESAB + MIG 4HD ESAB
50	SAW01-ARCO SUMERGIDO LAF1000DC ESAB
51	PLE01-PLEGADORA CNC CNC HAP40160 4050X160TON DURMA
52	PUN01-PUNZONADORA TRUMMATIC 500 TRUMPF
53	PER01-PERFORADORA RADIAL 54-2285 SORALUCE
54	PER02-PERFORADORA DE BANCO MTA80 CORRADI
55	TOR04-TORNO PARALELO 165 PC3
56	TOR02-TORNO PARALELO T2640 TRAVIS
57	TOR01-TORNO PARALELO T2680 WIN
58	LIM01-LIMADORA 750 CURRO HNOS
60	AMPO2-PIEDRA ESMERIL
59	AFI01-AFILADOR MEDRAN
61	AMPO3-PIEDRA ESMERIL
62	AMPO5-PIEDRA ESMERIL BHERMA
63	SER01-SIERRA SIN FIN Z12 DELLEGAZIE
64	SER02-SIERRA SIN FIN MR250 ROMENAK
65	SMAW01-SOLDADORA ELECTRICA 5PSII500 MERLE
66	APA01-APAREJO ELECTRICO 500KG
67	APA02-APAREJO ELECTRICO 500KG
68	CLIM01-ROLADORA MANUAL GP 1050DE BANCO
71	COM01-COMPRESOR DE AIRE BSD72T 37KW KASER
74	HOR01-HORNO PARA FUNDENTES
75	BPH01-BANCO PRUEBA HIDRAULICA FRIORAF
76	PLA03-CORTADORA PLASMA HPR 260XD HYPERTERM
77	GRA01 GRAINALLADORA
78	CIL01 CILINDRADORA DAVY MCB I-30 POT HP60
79	CLS01 CORTADORA LASER BYSTRONIC
80	PNL01 PANELADORA SCHRÖDER
81	CAP01 CABINA DE PINTURA

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TITULO:	DISTRIBUCION DE MAQUINAS LAY OUT PLANTA				
DIBUJ.					<table border="1"> <tr> <td>N° DE PLANO</td> <td rowspan="2">829-010-0000</td> <td>A3</td> </tr> <tr> <td>REVISION</td> <td>A</td> </tr> </table>	N° DE PLANO	829-010-0000	A3	REVISION	A
N° DE PLANO	829-010-0000	A3								
REVISION		A								
VERIF.						ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1			
APROB.										
FABR.										
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS				MATERIAL:						
General +/- 1 mm - 1'										
Chapón 1x45 - Radio 1-1,5										
Rugosidad Rz 6,3										
Eliminar cantos vivos										



REFERENCIAS	
	TP: Tablero eléctrico principal
	T N°: Tablero secundario
PE	Protección eléctrica

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TITULO:	INSTALACION DE CIRCUITO ELECTRICO LAY OUT PLANTA	
DIBUJ.					N° DE PLANO	829-010-0001	A3
VERIF.					REVISION		A
APROB.					ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	
FABR.							
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS				MATERIAL:			
General +/- 1 mm - 1' Charlan 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad Rz 6,3 Eliminar cantos vivos							



REFERENCIAS	
	Compresor de aire con secador KAESER BSD 72T Q: 7 m3/min   P = 37 kW
	Pulmón de aire comprimido
	Sección de cañería principal Ø3"
	Sección de cañería de anillo Ø2,5"
	Sección de bajada con FR+L de Ø1"
	Válvulade apertura/cierre
	Sección de cañería Ø1" Gases para Plasma y Laser Nitrógeno + Argón + H35

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TITULO:	INSTALACION DE AIRE COMPRIMIDO Y GASES LAY OUT PLANTA	
DIBUJ.					Nº DE PLANO	829-010-0002	A3
VERIF.					REVISION		A
APROB.					ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	
FABR.					TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		
General +/- 1 mm - 1" Chaflán 1x45 - Radio 1-1,5 Rugosidad Rz 6,3 Eliminar cantos vivos				MATERIAL:			



#### ***4.2. Diagrama de flujos***

El diagrama de flujo es un diagrama utilizado para representar la secuencia de los procesos de fabricación de un producto.

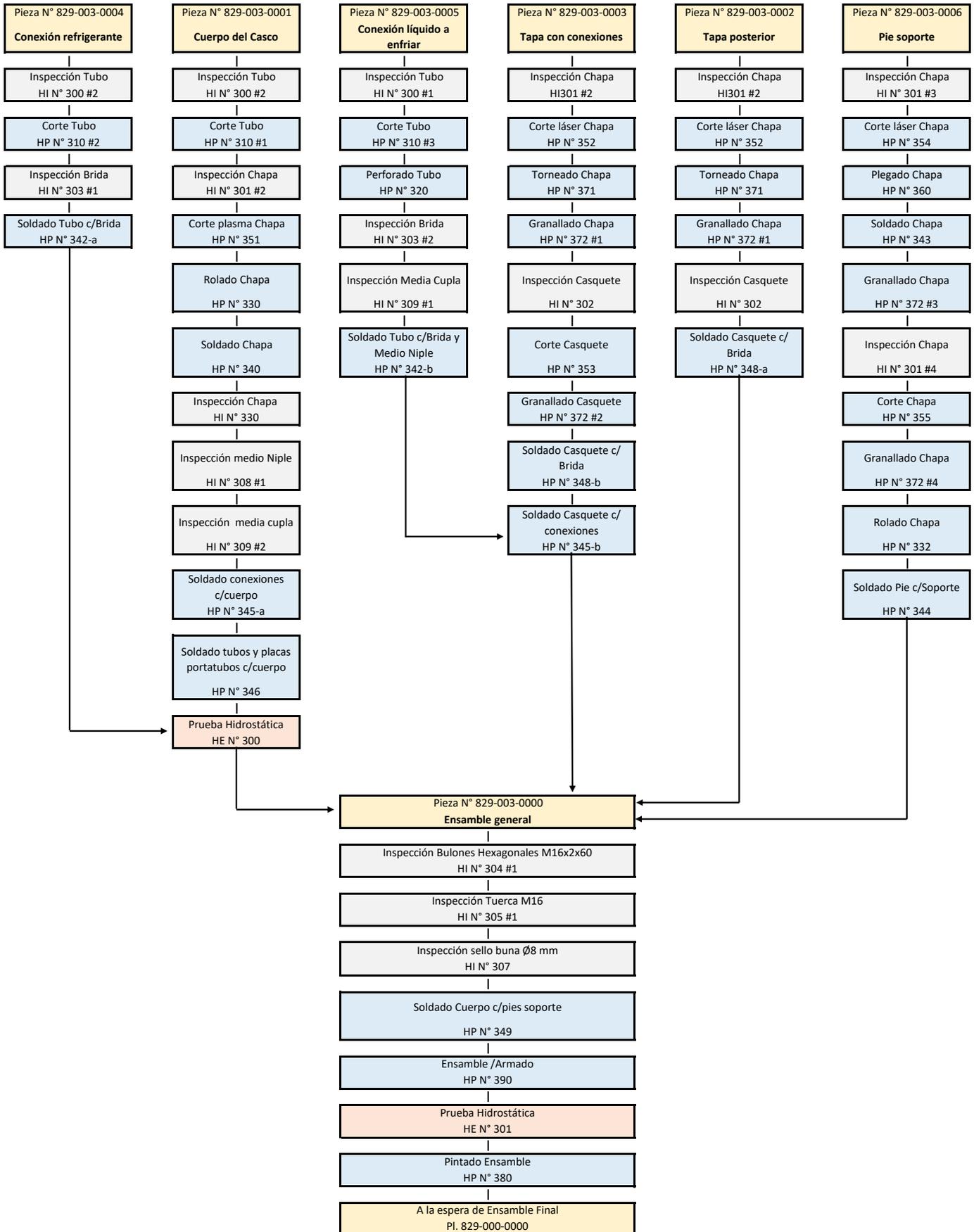
Puede ser una representación gráfica mediante símbolos o una planilla técnica. Ésta última se completa describiendo el paso secuencial del proceso de fabricación, indicando que tipo de actividad es: proceso, control, demora, almacenaje, etc.

Para este proyecto se han elaborado los diagramas de flujo en forma de planilla ya que es un producto técnico.

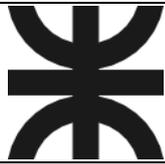
De estas planillas surgirán las diferentes hojas de proceso, inspección y ensayo de la siguiente sección.

A continuación, se anexan los diagramas de flujo de proceso del Equipo:

**DIAGRAMA DE BLOQUES - EVAPORADOR (PL. 829-003-0000)**







# DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO E INSPECCIÓN

Hoja N°: 002

Alt: **A**

PROCESO	TRANSPORTE	CONTROL	DEMORA	ALMACENAJE	Subconjunto N°:	<b>829-003-0001</b>	Denominación:	<b>Cuerpo del casco</b>				
					Conjunto N°:	<b>829-003-0000</b>	Denominación:	<b>Evaporador</b>				
					Proveedores:							
					DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD				MÉTODO DE CONTROL			
		X			Inspección de tubo de 1" esp. 1,5 mm AISI 304.	HI N° 300 #2.						
X					Corte de tubo.	HP N° 310 #1.						
		X			Inspección de chapa mate AISI304 esp. 4 mm.	HI N° 301 #2-						
X					Corte por plasma del cuerpo.	HP N° 351.						
X					Rolado del cuerpo.	HP N° 330.						
X					Soldado del cuerpo.	HP N° 340.						
		X			Inspección de placa portatubo.	HI N° 330.						
X					Inspección de medio niple AISI304 1/2" x 50 mm.	HI N° 308 #1.						
X					Inspección de cupla S-150 AISI304 1" x 80 mm	HI N° 309 #2.						
X					Soldado de conexiones entrada y salida.	HP N° 345-a.						
X					Soldado de tubos y placas portatubos.con cuerpo.	HP N° 346.						
		X			Prueba hidrostática del casco.	HE N° 300.						
			X		A la espera de armado de equipo.	Al subconj. 829-003-0000.						

### REVISIÓN

L/C	Descripción	Realizó	Fecha	Aprobó	Fecha
A	EMISIÓN ORIGINAL				





# DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO E INSPECCIÓN

Hoja N°: 004

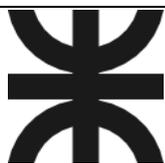
Alt: **A**

PROCESO	TRANSPORTE	CONTROL	DEMORA	ALMACENAJE	Subconjunto N°:	<b>829-003-0003</b>	Denominación:	<b>Tapa con Conexiones</b>
					Conjunto N°:	<b>829-003-0000</b>	Denominación:	<b>Evaporador</b>
Proveedores:								
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD					MÉTODO DE CONTROL			
		X			Inspección de chapa lisa comercial de esp. 5/8".	HI N° 301 #2.		
X					Corte por Láser brida.	HP N° 352.		
X					Torneado brida.	HP N° 371.		
X					Granallado brida.	HP N° 372 #1.		
X					Inspección de casquete semielíptico ASME VII DIV 1 20" esp. 4,8 mm.	HI N° 302.		
X					Corte casquete.	HP N° 353.		
X					Granallado casquete.	HP N° 372 #2.		
X					Soldado de casquete y brida.	HP N° 348-b.		
X					Soldado de conexiones.	HP N° 345-b.		
			X		A la espera de armado del equipo.	Al subconj. 829-003-0000.		

## REVISIÓN

L/C	Descripción	Realizó	Fecha	Aprobó	Fecha
A	EMISIÓN ORIGINAL				





# DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO E INSPECCIÓN

Hoja N°: 006

Alt: **A**

PROCESO	TRANSPORTE	CONTROL	DEMORA	ALMACENAJE	Subconjunto N°:	<b>829-003-0006</b>	Denominación:	<b>Pie soporte</b>				
					Conjunto N°:	<b>829-003-0000</b>	Denominación:	<b>Evaporador</b>				
					Proveedores:							
					DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD				MÉTODO DE CONTROL			
X					Inspección de chapa lisa comercial 5/16" esp. 7,92 mm.	HI N° 301 #3.						
X					Corte láser pie.	HP N° 354.						
X					Plegado pie.	HP N° 360.						
X					Soldado pie.	HP N° 343.						
X					Granallado pie.	HP N° 372 #3.						
		X			Inspección de chapa lisa comercial 3/8" esp. 9,52 mm.	HI N° 301 #4.						
X					Corte soporte.	HP N° 355.						
X					Granallado soporte.	HP N° 372 #4.						
X					Rolado soporte.	HP N° 332.						
			X		A la espera de soldado con pie.	Al subconj. 829-003-0000.						

REVISIÓN					
L/C	Descripción	Realizó	Fecha	Aprobó	Fecha
A	EMISIÓN ORIGINAL				



### ***4.3. Hojas de Proceso, Inspección y Ensayo***

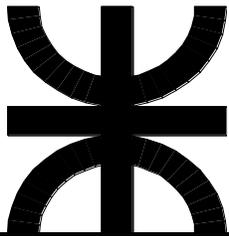
Las hojas de proceso, inspección y ensayo contienen distinta información necesaria y útil para la fabricación de un producto.

Estas hojas son el resultado de la ingeniería y conocimiento del proceso de fabricación una vez que se ha determinado el diseño del producto. Para partir a construirlo es necesario la información de los planos con materiales, dimensiones, cotas geométricas, indicaciones especiales como redondeos, soldaduras, etc.

Cada una de las hojas contiene la siguiente información:

- Hojas de Proceso: indica las operaciones paso a paso que se realizan al material para transformarlo en un producto. Puede contener información sobre controles a realizar y notas especiales de ejecución.
- Hojas de Inspección: para el control de materiales, componentes o piezas que formarán parte del producto final a la hora de la fabricación, para asegurar la calidad de estos. Indican dimensiones, magnitudes y/o características que deben controlarse.
- Hojas de Ensayo: como lo dice su nombre, determina qué y cómo debe realizarse un ensayo a la pieza en cuestión.

A continuación, se anexan las hojas de proceso, inspección y ensayo del Equipo:



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

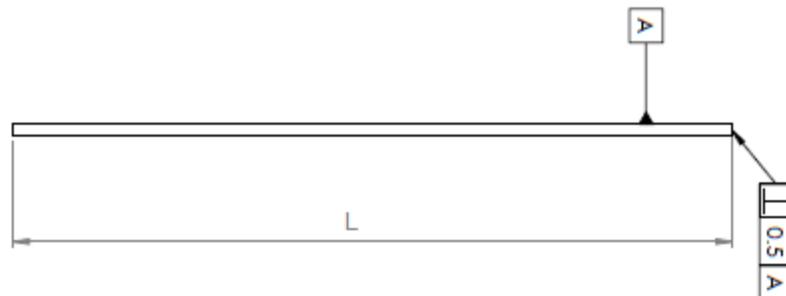
HP310

CORTE DE TUBOS

Ver tabla

MÁQUINA O EQUIPO:

SIERRA SIN FIN N° 63/N° 64

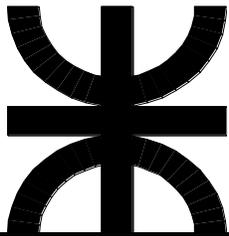


ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	LARGO
1	829-003-0008	TUBO PARA HAZ	1495
2	829-003-0014	TUBO PARA CONEXIÓN PASO REFRIGERANTE	120 min
3	829-003-0015	TUBO PARA CONEXIÓN PASO LÍQUIDO A ENFRIAR	160 min

OP. ANT.N°: -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Posicionar tubo en mordazas	Mordaza sierra sin fin	90°		
2	Marcar corte	Microfibra	Según tabla	Cinta métrica	1/1
3	Realizar corte sobre la marca	Sierra sin fin		Cinta métrica	1/1
4	Rebabado de área de corte	Lima	Sección sin rebaba	Visual	1/1
5	Controlar perpendicularidad de área de corte		± 0,5 mm	Comparador decimal	1/1

PROX. OP.N°: -



## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP310

CORTE DE TUBOS

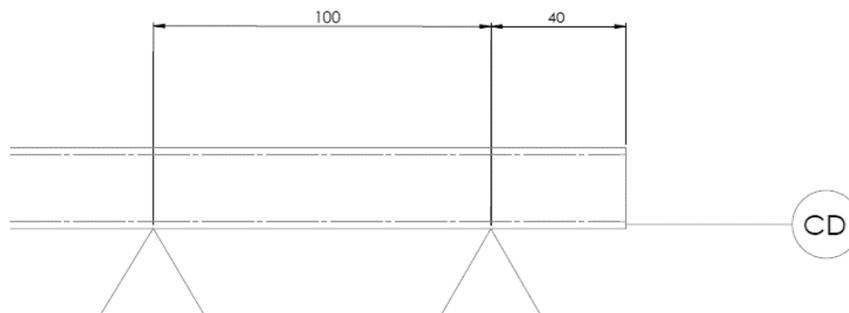
Ver tabla

MÁQUINA O EQUIPO:

SIERRA SIN FIN N° 63/N° 64

**PTA. PUNTO:** Controlar cotas de proceso. Limpiar mordazas. Realizar corte a 90°.

Preparar dispositivo para control de perpendicularidad en extremo tubo como indica la imagen.



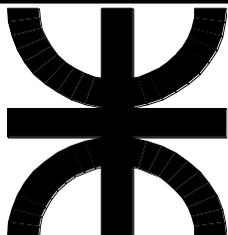
Referencias:

△ Apoyo fijo

Ⓢ Comparador decimal

Ⓢ Comparador centesimal

**EJECUCION:** Tomar tubo. Posicionarlo sobre las mordazas de la máquina sierra. Marcar corte con microfibras a la longitud referida según plano. Realizar corte. Retirar la pieza. Controlar cota de proceso. Colocar en morsa de banco. Rebabar corte manualmente con lima. Controlar la perpendicularidad en el área. Terminado el proceso liberar.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

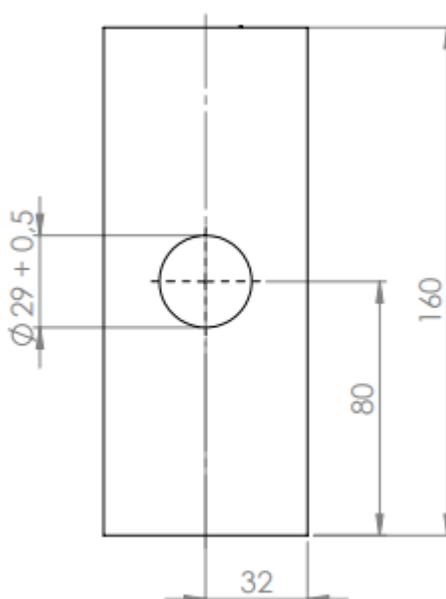
HP320

PERFORADO DE TUBO PASO REFRIGERANTE  
PARA CUPLA

829-003-0015

MÁQUINA O EQUIPO:

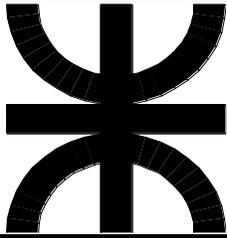
PERFORADORA DE BANCO N° 54



OP. ANT.N°: - -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Marcar centro	Microfibra	32 mm 80 mm	Calibre 1/20	1/1
2	Realizar punto.	Punto y martillo			
3	Tomar tubo entre mordazas.	Mordazas	Plano / 0°	Visual	1/1
4	Perforar.	Perforadora	$\varnothing 29 + 0,5$ mm	Calibre 1/20	1/1
5	Rebabar perforación.	Lima	Sección sin rebaba	Visual	1/1

PROX. OP.N°: - -



## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

**HP320**

**PERFORADO DE TUBO PASO REFRIGERANTE  
PARA CUPLA**

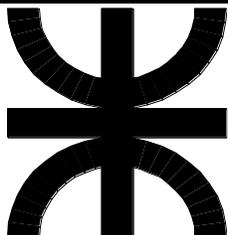
**829-003-0015**

**MÁQUINA O EQUIPO:**

PERFORADORA DE BANCO N° 54

**PTA. PUNTO:** Limpiar mordazas de la perforadora de banco.

**EJECUCION:** Tomar tubo paso refrigerante largo ya cortado. Marcar corte con microfibra el centro del agujero referido según plano. Tomar un punto y marcarlo con martillo. Realizar perforación con mecha de Ø8 mm. Agregar agujero con mecha de Ø18 mm. Terminar perforación con mecha de Ø28 mm. Colocar en morsa de banco. Rebabar corte manualmente con lima. Terminado el proceso liberar máquina.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

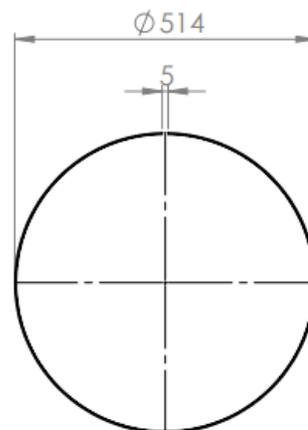
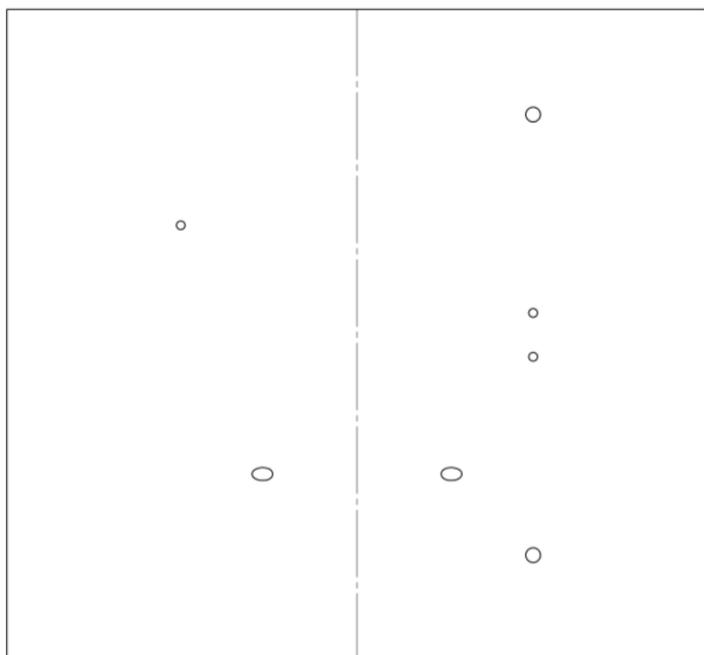
HP330

ROLADO DE CUERPO DEL CASCO

829-003-0007

MÁQUINA O EQUIPO:

CILINDRADORA N° 78

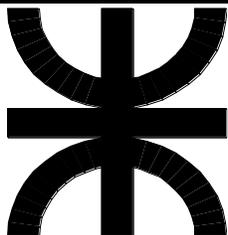


NOTA: CHAPA ROLADA  
ARRIBA 360° R254

OP. ANT.N°:

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar chapa entre rodillos.	Puente grúa			
2	Colocar rodillo superior en el radio necesario.	Cilindradora	254 ± 0,5 mm	Escala graduada	1/1
3	Rolar.	Cilindradora	360°		
4	Controlar diámetro exterior.		514 ± 1 mm	Calibre 1/20	1/1

PROX. OP.N°: HP331 ROLADO DE REFUERZO PARA SOPORTE PIE



## HOJA DE OPERACIÓN

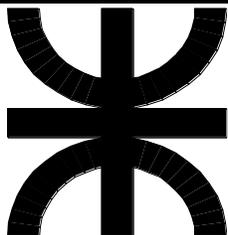
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP330	ROLADO DE CUERPO DEL CASCO	829-003-0007

**MÁQUINA O EQUIPO:**

CILINDRADORA N° 78

**PTA. PUNTO:** Colocar rodillos sobre ejes de la roladora. Posicionar rodillos inferiores juntos. Ajustar tuerca.

**EJECUCION:** Tomar chapa AISI 304L mate cortada de 4mm respetando centro de doblado. Colocarla sobre los rodillos. Descender rodillo superior hasta tocar el material. Accionar máquina hacia la derecha de modo que la planchuela no toque el rodillo izquierdo. Descender rodillo superior 20 mm. Accionar máquina hacia la izquierda para comenzar a doblar la punta de la planchuela. Accionar máquina hacia la derecha. Repetir proceso hasta llegar a descender el rodillo superior el radio requerido. Accionar máquina hacia la izquierda y doblar la planchuela. Liberar máquina. Controlar diámetro exterior.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

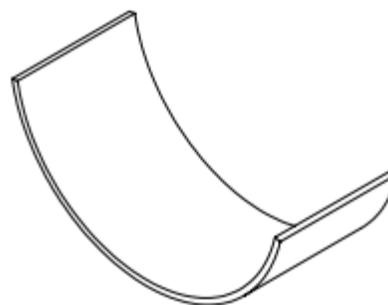
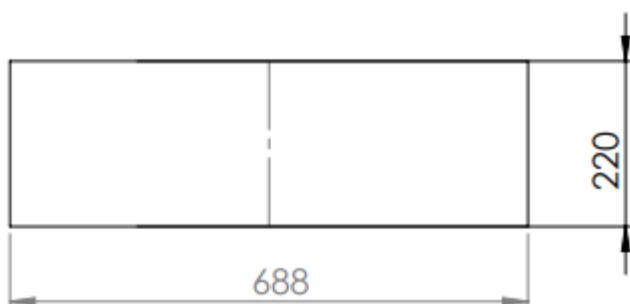
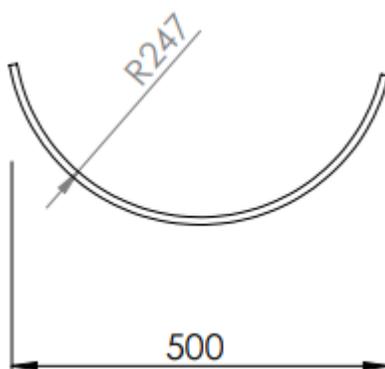
HP331

ROLADO DE REFUERZO PARA SOPORTE PIE

829-003-0013

MÁQUINA O EQUIPO:

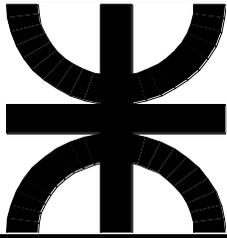
CILINDRADORA N° 78



**OP. ANT.N°: HP330 ROLADO DE CUERPO DEL CASCO**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar planchuela entre rodillos.	Puente grúa			
2	Colocar rodillo superior en el radio necesario.	Cilindradora	247 ± 0,5 mm	Escala graduada	1/1
3	Rolar.	Cilindradora	156,5°		
4	Controlar largo total.		500 ± 1 mm	Calibre 1/20	1/1

PROX. OP.N°: - -



## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP331

ROLADO DE REFUERZO PARA SOPORTE PIE

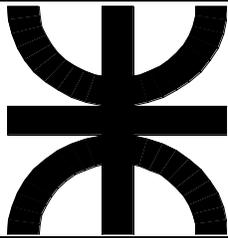
829-003-0013

MÁQUINA O EQUIPO:

CILINDRADORA N° 78

**PTA. PUNTO:** Colocar rodillos sobre ejes de la roladora. Posicionar rodillos inferiores juntos. Ajustar con tuerca.

**EJECUCION:** Tomar chapa cortada de 3/8". Colocarla sobre los rodillos. Descender rodillo superior hasta tocar el material. Accionar máquina hacia la derecha de modo que la planchuela no toque el rodillo izquierdo. Descender rodillo superior 20 mm. Accionar máquina hacia la izquierda para comenzar a doblar la punta de la planchuela. Accionar máquina hacia la derecha. Repetir proceso hasta llegar a descender el rodillo superior el radio requerido. Accionar máquina hacia la izquierda y doblar la planchuela. Liberar máquina. Controlar largo total entre extremos.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

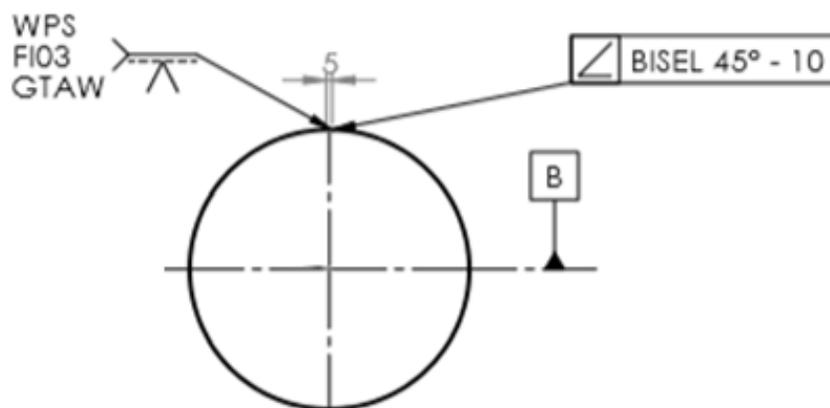
HP340

SOLDADO DE CUERPO DEL CASCO

829-003-0007

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA TIG GTAW DE CABEZAL N° 35



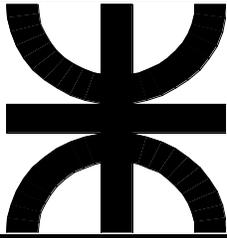
OP. ANT.N°: - -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar cuerpo del casco sobre virador,	Puente grúa	Eslingas abrazando el cuerpo		
2	Soldar costura longitudinal.	Soldadora TIG	Junta A3		
3	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

PROX. OP.N°: HP342 SOLDADO DE TUBO Y BRIDAS PARA CONEXIONES

**PTA. PUNTO:** Sólo operadores calificados.

**EJECUCION:** Tomar cuerpo rolado con puente grúa a través de eslingas. Colocarlo sobre virador. Realizar costura longitudinal. Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Realizar inspección visual del cordón.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

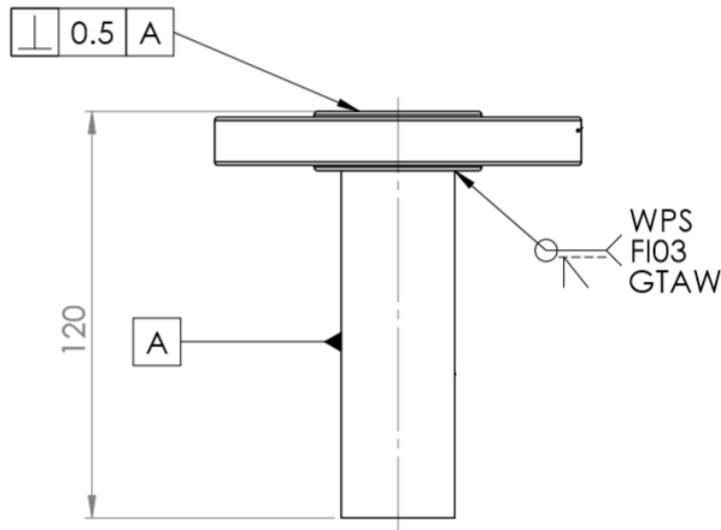
HP342-a

SOLDADO DE TUBO Y BRIDAS PARA CONEXIONES REFRIGERANTE

829-003-0004

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA TIG GTAW N° 26

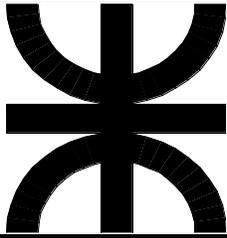


## OP. ANT.N°: HP340 SOLDADO DE CUERPO DEL CASCO

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Posicionar brida sobre mesa de soldado e insertar tubo.		Perpendicular	Visual	1/1
2	Puntear brida a tubo.	Soldadora TIG			
3	Controlar perpendicularidad		$\pm 0,5$ mm	Comparador decimal	1/1
4	Soldar costura circunferencial.	Soldadora TIG	Junta C3		
5	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

## PROX. OP.N°: HP343 SOLDADURA DE SOPORTE PIE

PTA. PUNTO: Sólo operadores calificados.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP342-a

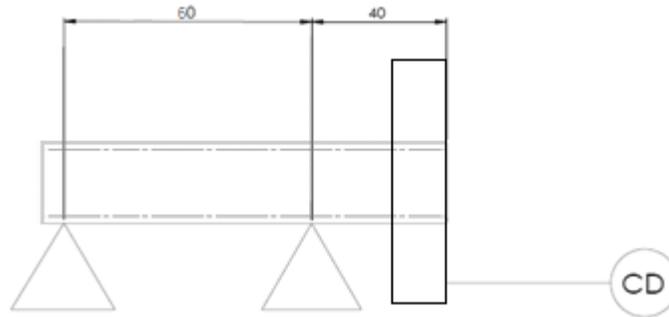
SOLDADO DE TUBO Y BRIDAS PARA  
CONEXIONES REFRIGERANTE

829-003-0004

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA TIG GTAW N° 26

Preparar dispositivo para control de perpendicularidad sobre brida como indica la imagen.



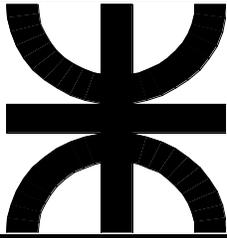
## Referencias:

△ Apoyo fijo

Ⓢ Comparador decimal

Ⓢ Comparador centesimal

**EJECUCION:** Posicionar la brida de 1" AISI 304L sobre la mesa de soldado. Colocar tubo de 1" AISI 304L dentro de la brida. Puntear. Llevar a la base fija y controlar perpendicularidad con el goniómetro. Soldar a tope costura circunferencial. Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Realizar inspección visual del cordón.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

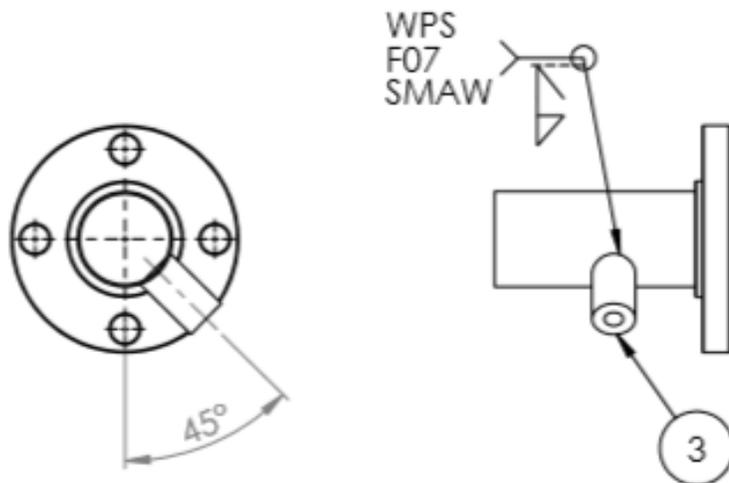
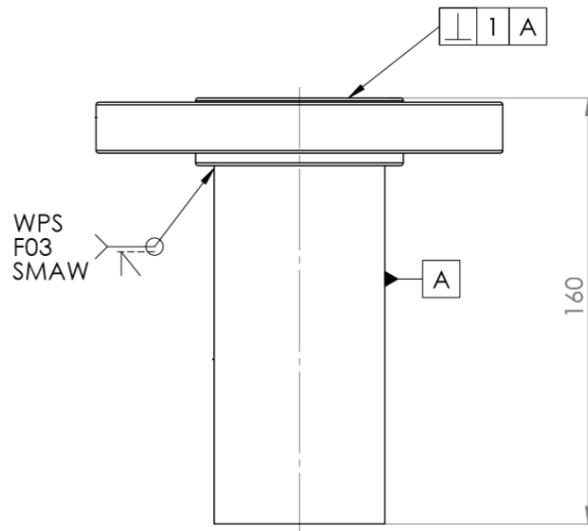
HP342-b

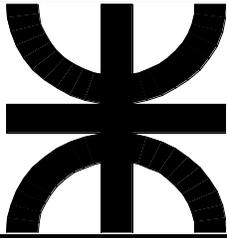
SOLDADO DE TUBO Y BRIDAS PARA CONEXIONES LÍQUIDO A ENFRIAR

829-003-0005

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA MIG GMAW N° 39





# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP342-b

SOLDADO DE TUBO Y BRIDAS PARA CONEXIONES LÍQUIDO A ENFRIAR

829-003-0005

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA MIG GMAW N° 39

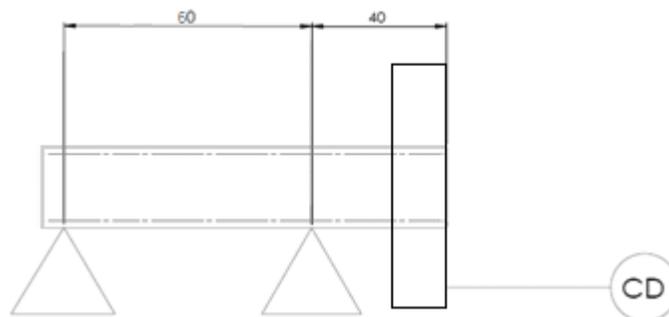
## OP. ANT.N°: HP340 SOLDADO DE CUERPO DEL CASCO

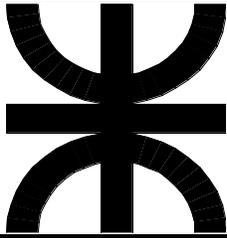
N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Posicionar brida sobre mesa de soldado e insertar tubo.		Perpendicular	Visual	1/1
2	Puntear brida a tubo.	Soldadora TIG			
3	Controlar perpendicularidad		$\pm 0,5$ mm	Comparador decimal	1/1
3	Soldar costura circunferencial.	Soldadora MIG	Junta C3		
4	Posicionar cupla en perforación del tubo.		Perpendicular	Visual	1/1
5	Puntear cupla a tubo.	Soldadora MIG			
6	Soldar costura circunferencial.	Soldadora MIG	Junta D2		
7	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

## PROX. OP.N°: HP343 SOLDADURA DE SOPORTE PIE

**PTA. PUNTO:** Sólo operadores calificados.

Preparar dispositivo para control de perpendicularidad sobre brida como indica la imagen.





## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP342-b

SOLDADO DE TUBO Y BRIDAS PARA CONEXIONES  
LÍQUIDO A ENFRIAR

829-003-0005

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA MIG GMAW N° 39

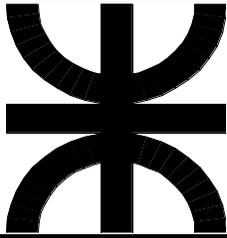
### Referencias:

 Apoyo fijo

 Comparador decimal

 Comparador centesimal

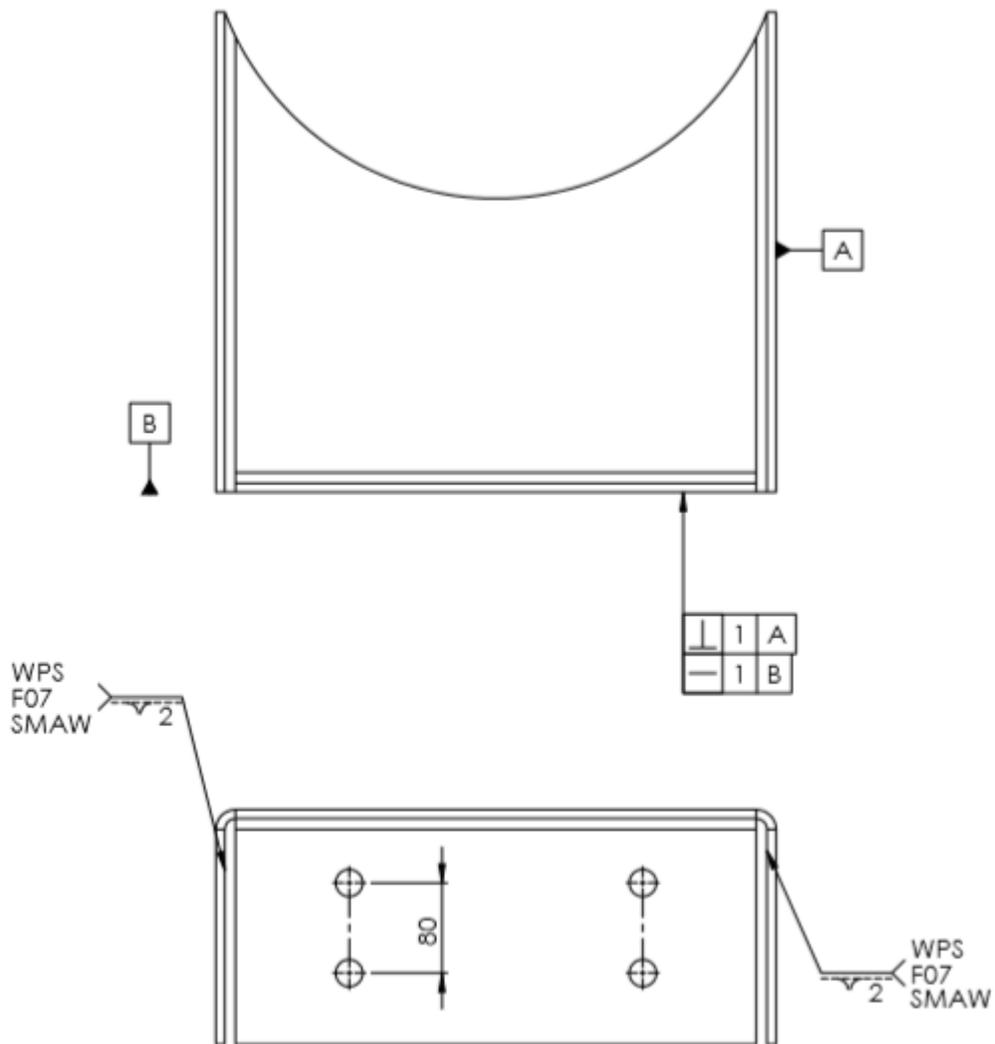
**EJECUCION:** Posicionar la brida de 2" sobre la mesa de soldado. Colocar tubo de 2" acero común dentro de la brida. Puntear. Llevar a la base fija y controlar perpendicularidad con el goniómetro. Soldar a tope costura circunferencial. Posicionar cupla en perforación del tubo. Puntear cupla. Soldar costura circunferencial. Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Realizar inspección visual del cordón.



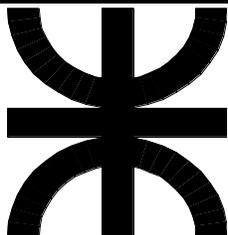
# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP343	SOLDADURA DE SOPORTE PIE	829-003-0012

MÁQUINA O EQUIPO: SOLDADORA MIG GMAW N° 39



NOTA: SOLDADURA PARA UNIR PLEGOS.  
SUPERFICIE DE CONTACTO INFERIOR DEBE LIMPIARSE Y QUEDAR PLANA.



## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP343

SOLDADURA DE SOPORTE PIE

829-003-0012

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA MIG GMAW N° 39

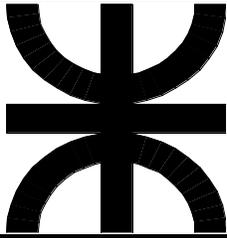
### OP. ANT.N°: HP342 SOLDADO DE TUBO Y BRIDAS PARA CONEXIONES

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Posicionar soporte pie sobre mesa de soldado.		Según plano		
2	Puntear arista izquierda.	Soldadora MIG			
3	Controlar perpendicularidad de la cara.		Paralelo	Nivel burbuja	1/1
4	Soldar costura longitudinal.	Soldadora MIG	Junta A3		
5	Puntear arista derecha.	Soldadora MIG			
6	Controlar perpendicularidad de la cara.		Paralelo	Nivel burbuja	1/1
7	Soldar costura longitudinal.	Soldadora MIG	Junta A3		
8	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

### PROX. OP.N°: HP344 SOLDADO DE REFUERZO A SOPORTE PIE

**PTA. PUNTO:** Sólo operador calificado.

**EJECUCION:** Posicionar la el soporte pie cortado sobre la mesa de soldado. Puntear arista izquierda. Controlar perpendicularidad con nivel. Soldar costura longitudinal. Dar vuelta el pie soporte. Puntear arista izquierda. Controlar perpendicularidad con nivel. Soldar costura longitudinal. Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Realizar inspección visual del cordón.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

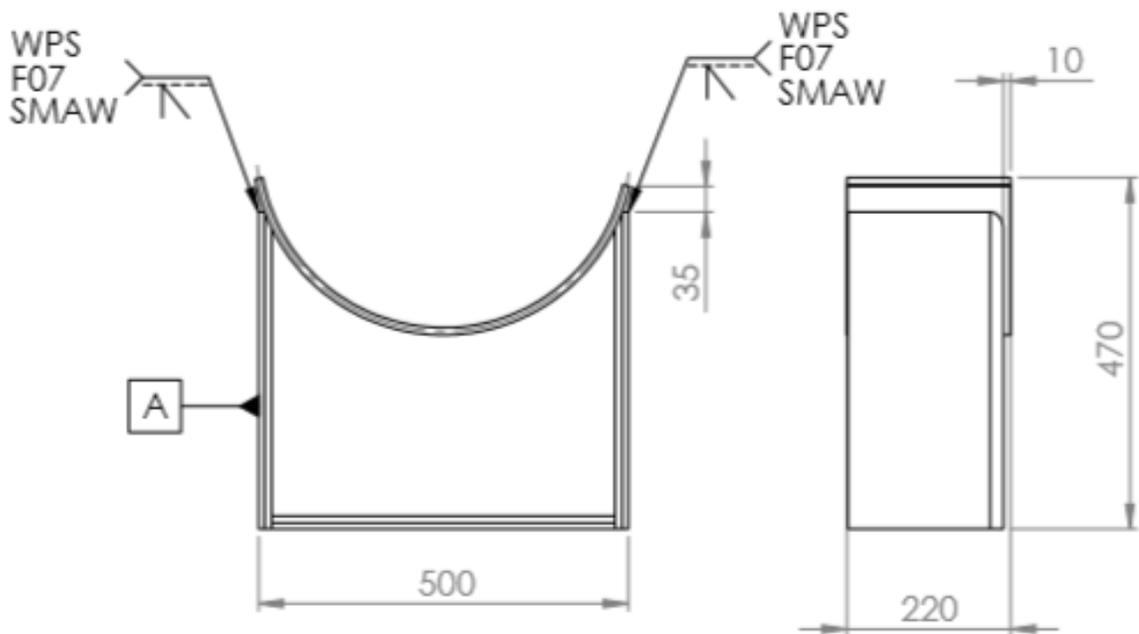
HP344

SOLDADO DE REFUERZO A SOPORTE PIE

829-003-0006

MÁQUINA O EQUIPO:

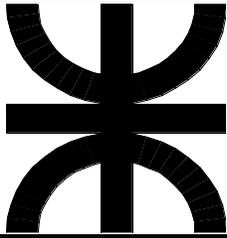
SOLDADORA MIG GMAW N° 39



**OP. ANT.N°: HP343 SOLDADURA DE SOPORTE PIE**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Posicionar chapa refuerzo sobre soporte pie.		Paralelo	Nivel burbuja	1/1
2	Puntear ambas aristas.	Soldadora MIG			
3	Soldar costura longitudinal izquierda.	Soldadora MIG	Junta A3		
4	Soldar costura longitudinal derecha.	Soldadora MIG	Junta A3		
5	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

**PROX. OP.N°: HP345 SOLDADURA DE CONEXIONES AL CUERPO DEL CASCO**



## HOJA DE OPERACIÓN

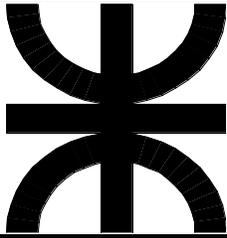
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP344	SOLDADO DE REFUERZO A SOPORTE PIE	829-003-0006

**MÁQUINA O EQUIPO:**

SOLDADORA MIG GMAW N° 39

**PTA. PUNTO:** Sólo operador calificado.

**EJECUCION:** Posicionar la chapa refuerzo ya rolada sobre el soporte pie en la mesa de soldado. Colocar chapa plana sobre el refuerzo con medidor de nivel. Asegurar cota de proceso 0°. Puntear aristas. Controlar perpendicularidad con nivel. Soldar costura longitudinal izquierda. Soldar costura longitudinal derecha. Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Realizar inspección visual del cordón.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

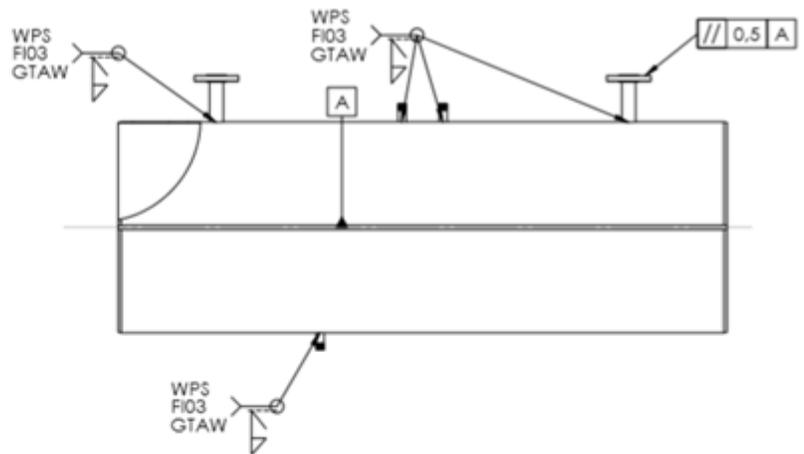
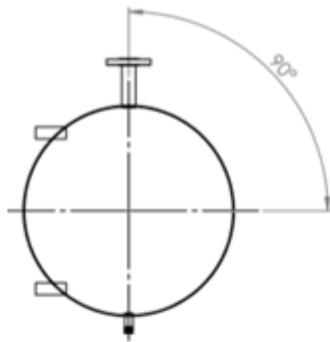
HP345

SOLDADURA DE CONEXIONES AL CUERPO DEL CASCO

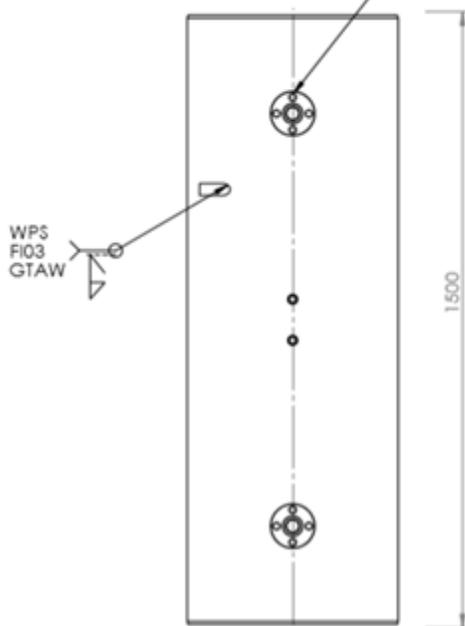
829-003-0001

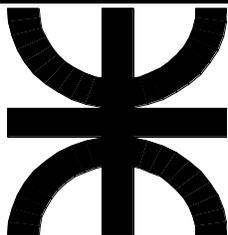
MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA TIG GTAW N° 26



NOTA: COINCIDIR CENTROS.





## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP345

SOLDADURA DE CONEXIONES AL CUERPO DEL CASCO

829-003-0001

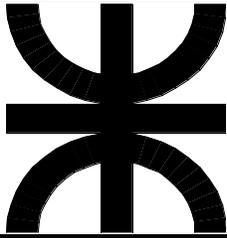
MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA TIG GTAW N° 26

### OP. ANT.N°: HP344 SOLDADO DE REFUERZO A SOPORTE PIE

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Posicionar conexión entrada en perforación superior del casco.		90°	Nivel burbuja	1/1
2	Puntear.	Soldadora TIG			
3	Soldar costura circunferencial.	Soldadora TIG	Junta D2		
4	Posicionar conexión salida en perforación superior del casco.		90°	Nivel burbuja	1/1
5	Puntear.	Soldadora TIG			
6	Soldar costura circunferencial.	Soldadora TIG	Junta D2		
7	Posicionar medios nipples en perforaciones del casco.				
8	Puntear.	Soldadora TIG			
9	Soldar costura circunferencial.	Soldadora TIG	Junta D2		
10	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1
11	Posicionar cuplas en perforaciones lat. del casco.				
12	Puntear.	Soldadora TIG			
13	Soldar costura circunferencial.	Soldadora TIG	Junta D2		
14	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

### PROX. OP.N°: HP346 SOLDADO DE PLACAS PORTATUBOS AL CUERPO DEL CASCO

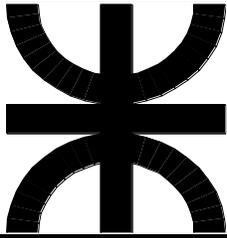


## HOJA DE OPERACIÓN

	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
	HP345	SOLDADURA DE CONEXIONES AL CUERPO DEL CASCO	829-003-0001
MÁQUINA O EQUIPO:	SOLDADORA TIG GTAW N° 26		

**PTA. PUNTO:** Sólo operador calificado.

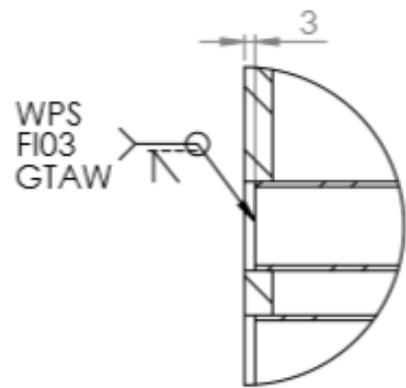
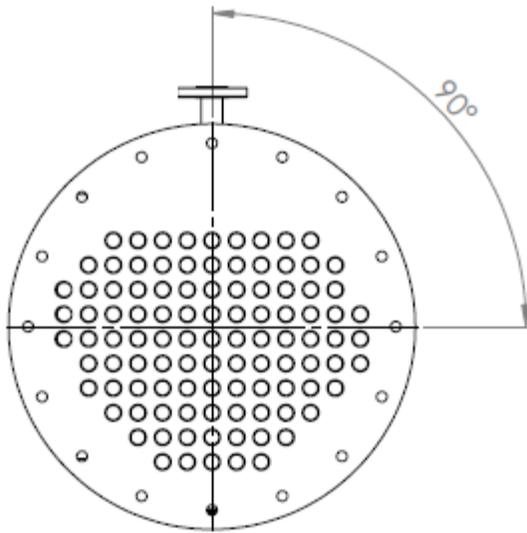
**EJECUCION:** Posicionar una conexión de 1" soldadas sobre la perforación de entrada del casco. Medir perpendicularidad con nivel. Asegurar cota de proceso 90°. Puntear. Controlar perpendicularidad con nivel. Controlar altura. Soldar costura circunferencial. Repetir proceso para conexión de salida del casco. Posicionar medio niple 1/2" x 50 mm. Puntear. Soldar costura circunferencial. Repetir proceso con los otros dos medios niple. Posicionar cupla 1" x 80 mm. Puntear. Soldar costura circunferencial. Repetir proceso con la otra cupla Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Realizar inspección visual del cordón.



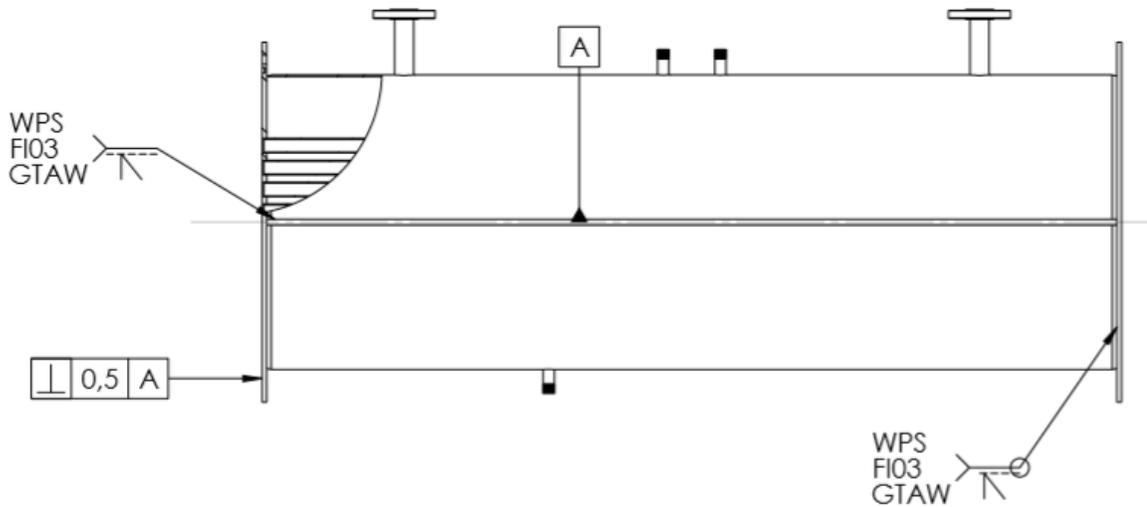
# HOJA DE OPERACIÓN

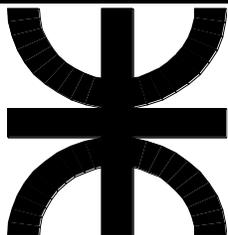
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP346	SOLDADO DE TUBOS Y PLACAS PORTATUBOS AL CUERPO DEL CASCO	829-003-0001

MÁQUINA O EQUIPO: SOLDADORA TIG GTAW DE CABEZAL N° 35



SOLDADURA DE TUBOS  
DETALLE D  
ESCALA 1 : 2





## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP346

SOLDADO DE TUBOS Y PLACAS PORTATUBOS AL CUERPO DEL CASCO

829-003-0001

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA TIG GTAW DE CABEZAL N° 35

OP. ANT.N°: HP345

SOLDADURA DE CONEXIONES AL CUERPO DEL CASCO

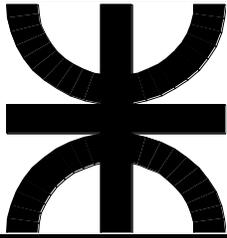
N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Posicionar placa portatubos en el lado izquierdo del casco.	Marcado	Concéntrico al cuerpo $\pm 5$ mm	Visual	1/1
2	Puntear.	Soldadora TIG			
3	Posicionar placa portatubos en el lado derecho del casco.	Marcado	Concéntrico al cuerpo $\pm 5$ mm	Visual	1/1
4	Puntear.	Soldadora TIG			
5	Colocar espárragos en perforaciones exteriores y controlar centrado.	Varilla roscada y placa apoyada entre perforac. laterales			
6	Acomodar posición placa hasta centrar.	Martillo	90°	Nivel burbuja	1/1
7	Posicionar tubos por los agujeros de la placa portatubos.		3 mm	Calibre 1/20	1/10
8	Soldar tubos de un lado en forma cruzada.	Soldadora TIG	Junta C3		
9	Soldar tubos del otro lado en forma cruzada.	Soldadora TIG	Junta C3		
10	Soldar tubos restantes de ambos lados.	Soldadora TIG	Junta C3		
11	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1
12	Soldar costura circunferencial de ambas placas portatubos.	Soldadora TIG	Junta C3.		
13	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

PROX. OP.N°: HP348

SOLDADURA DE BRIDA A LA TAPA

**PTA. PUNTO:** Sólo operador calificado.

**EJECUCION:** Posicionar placa portatubos con puente grúa y posicionar según marcas de concéntrico entre cuerpo y placa. Puntear con costura de 15 mm longitud. Posicionar placa portatubos sobre lado derecho del cuerpo del casco. Con escuadra controlar 90° respecto a la conexión de entrada. Puntear.

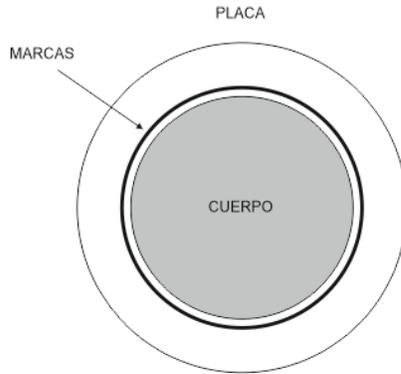


# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP346	SOLDADO DE TUBOS Y PLACAS PORTATUBOS AL CUERPO DEL CASCO	829-003-0001

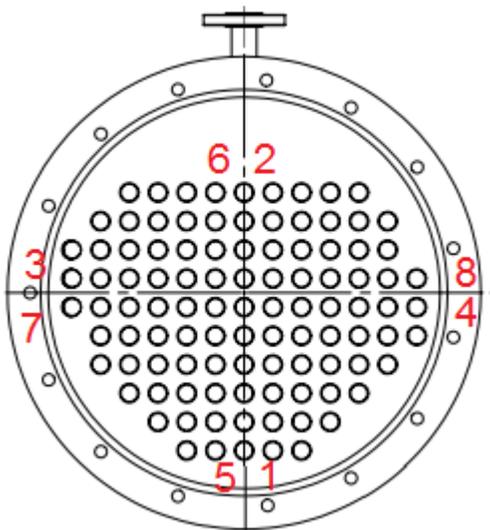
**MÁQUINA O EQUIPO:** SOLDADORA TIG GTAW DE CABEZAL N° 35

Colocar espárragos en 4 perforaciones exteriores entre ambas placas portatubos y ajustar con tuercas. Apoyar placa entre dos espárragos y colocar nivel burbuja. Acomodar placas con martillo hasta nivelar burbuja.

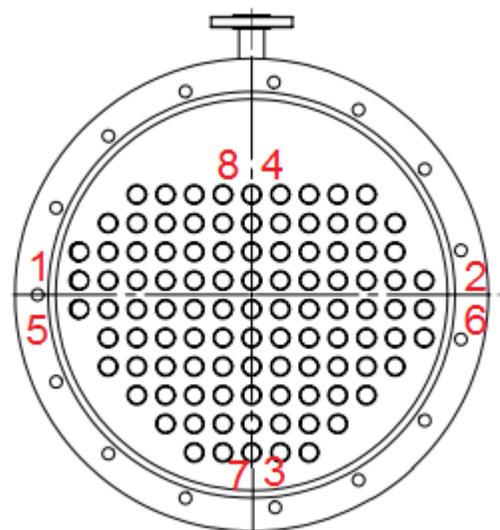


Tomar los tubos de 1" cortados a medida. Colocarlos por los agujeros de la placa portatubo separados 3 mm del frente de la placa. Soldar tubos de forma cruzada para evitar que se revire la placa portatubo. Si son dos soldadores, ir soldando cruzado opuesto; si es un soldador, soldar de un lado y luego del otro cruzado y así sucesivamente hasta completar todas las soldaduras.

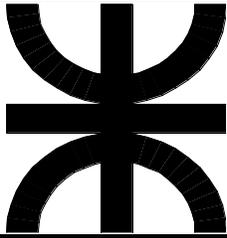
Lado frontal



Lado posterior



Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Realizar inspección visual del cordón. Soldar costura circunferencial en ambas placas. Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Realizar inspección visual del cordón.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

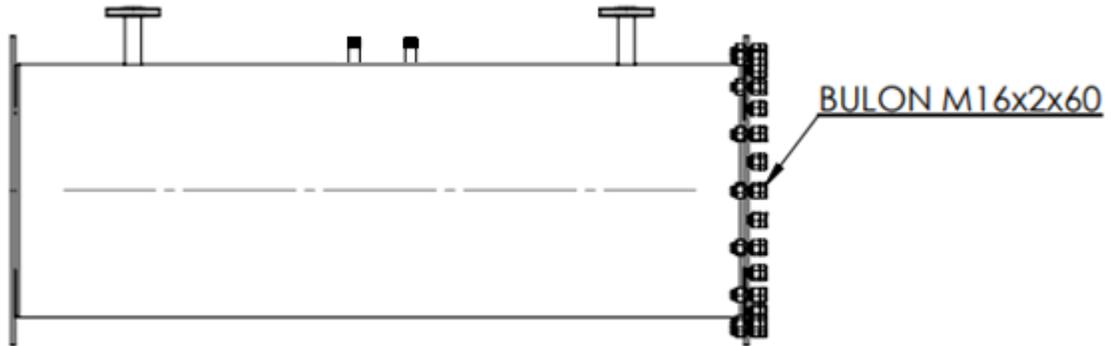
HP348-a

SOLDADURA DE BRIDA A LA TAPA

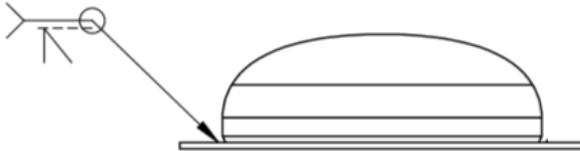
829-003-0002

MÁQUINA O EQUIPO:

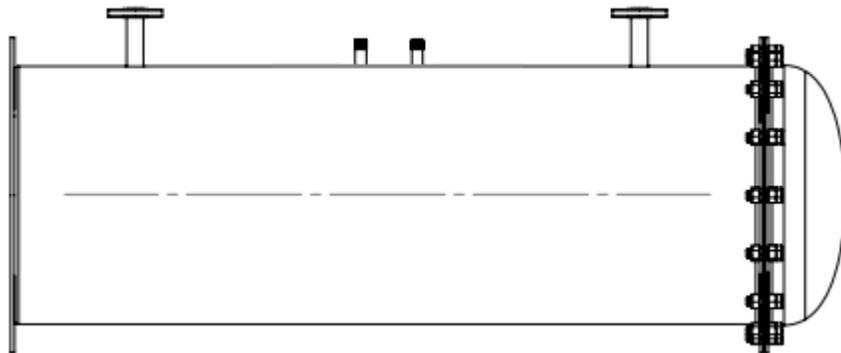
SOLDADORA MIG GMAW N° 39

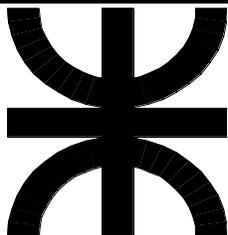


WPS  
F07  
SMAW



WPS  
F07  
SMAW





## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP348-a

SOLDADURA DE BRIDA A LA TAPA

829-003-0002

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA MIG GMAW N° 39

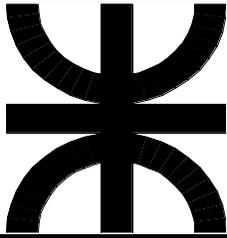
### OP. ANT.N°: HP347 SOLDADURA DE TUBOS A LA PLACA PORTATUBOS

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar brida soldada con bulones en placa portatubo.	Llave N° 16	M16x2x60		
2	Colocar casquete semielíptico junto a la brida.	Puente grúa	Eslinga sobre casquete		
3	Puntear.	Soldadora MIG	Costura de 20 mm long.		
4	Soldar costura circunferencial.	Soldadora MIG	Junta C3		
5	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1
6	Dejar distender y luego retirar tapa.		30 min		

### PROX. OP.N°: HP349 SOLDADURA DE SOPORTE PIE AL CUERPO DEL CASCO

**PTA. PUNTO:** Sólo operador calificado.

**EJECUCION:** Tomar la brida ya soldada y tomar 16 bulones M16x2x60 y 30 tuercas M16. Colocar la brida de modo que la ranura quede del lado de la placa portatubos y abulonar. Colocar casquete semielíptico ya granallado. Puntear. Soldar costura circunferencial a simple bisel. Terminado el proceso, dejar distender 30 min. Luego retirar casquete soldado. Limpiar la soldadura. Inspección visual del cordón.

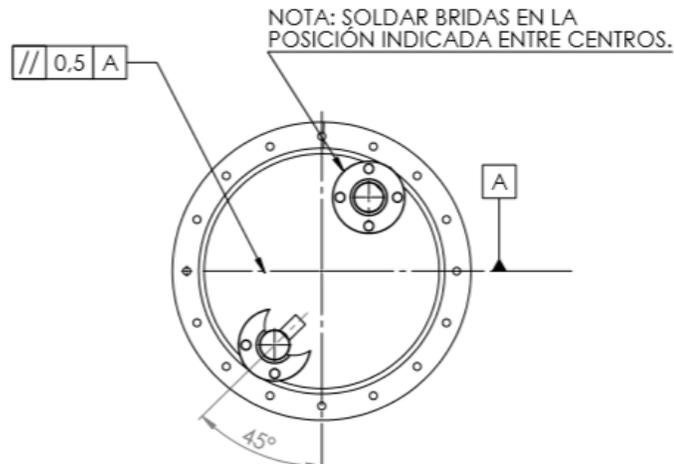
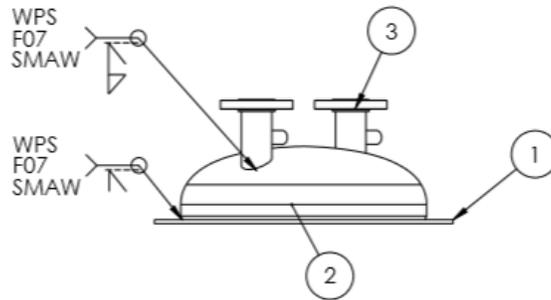
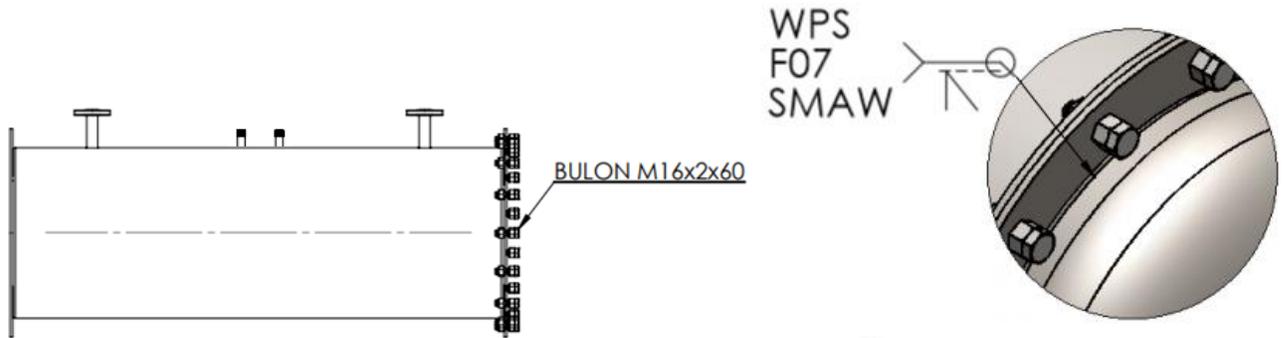


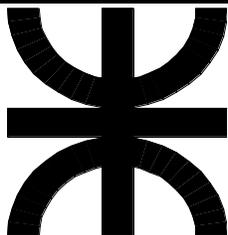
# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP348-b	SOLDADURA DE BRIDA Y CONEXIONES A LA TAPA	829-003-0003

MÁQUINA O EQUIPO:

SOLDADORA MIG GMAW N° 39





## HOJA DE OPERACIÓN

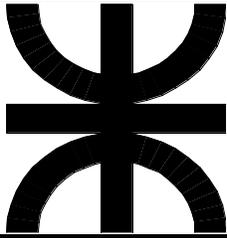
**OPERACIÓN****DESCRIPCIÓN****COD. PIEZA****HP348-b****SOLDADURA DE BRIDA Y CONEXIONES A LA TAPA****829-003-0003****MÁQUINA O EQUIPO:**

SOLDADORA MIG GMAW N° 39

**OP. ANT.N°: HP346 SOLDADURA DE TUBOS Y PLACA PORTATUBOS AL CUERPO DEL CASCO**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar brida soldada con bulones en placa portatubos.	Llave N° 16	M16x2x60		
2	Colocar casquete semielíptico junto a la brida.	Puente grúa	Eslinga sobre casquete		
3	Puntear.	Soldadora MIG	Costura de 15 mm long.		
4	Soldar costura circunferencial.	Soldadora MIG	Junta C3		
5	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1
6	Posicionar conexión entrada en perforación superior del casco.		90°	Escuadra	1/1
7	Puntear.	Soldadora MIG			
8	Controlar altura respecto a la brida.		260 ± 1 mm	Calibre 1/20	1/1
9	Soldar costura circunferencial.	Soldadora MIG	Junta D2		
10	Posicionar conexión entrada en perforación superior del casco.		90°	Escuadra	1/1
11	Puntear.	Soldadora MIG			
12	Controlar altura respecto a la brida.		260 ± 1 mm	Calibre 1/20	1/1
13	Soldar costura circunferencial.	Soldadora MIG	Junta D2		
14	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

**PROX. OP.N°: HP349 SOLDADURA DE SOPORTE PIE AL CUERPO DEL CASCO**



## HOJA DE OPERACIÓN

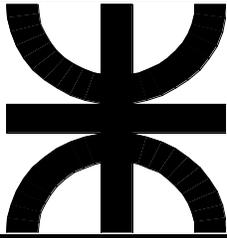
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP348-b	SOLDADURA DE BRIDA Y CONEXIONES A LA TAPA	829-003-0003

**MÁQUINA O EQUIPO:**

SOLDADORA MIG GMAW N° 39

**PTA. PUNTO:** Sólo operador calificado.

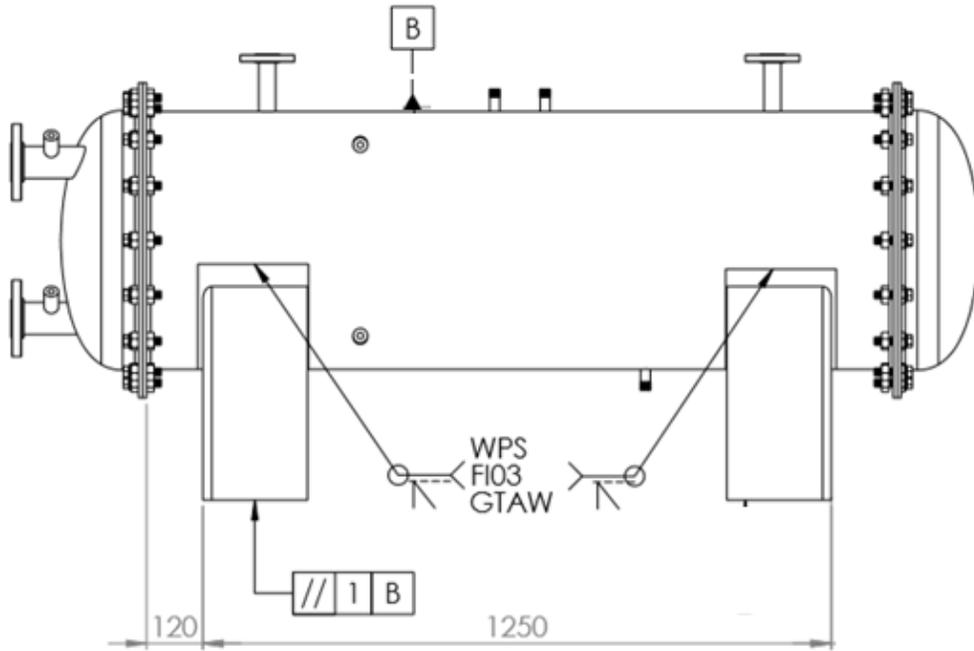
**EJECUCION:** Tomar la brida ya soldada y tomar 16 bulones M16x2x60 y 30 tuercas M16. Colocar la brida de modo que la ranura quede del lado de la placa portatubos y abulonar. Colocar casquete semiéptico ya granallado. Puntear. Soldar costura circunferencial a simple bisel. Posicionar una conexión de 2" soldadas sobre la perforación del casquete como indica el plano. Medir perpendicularidad con escuadra. Asegurar cota de proceso 90°. Puntear. Controlar altura. Soldar costura circunferencial. Repetir proceso para conexión de salida del casquete. Terminado el proceso, retirar casquete soldada. Limpiar la soldadura. Inspección visual del cordón.



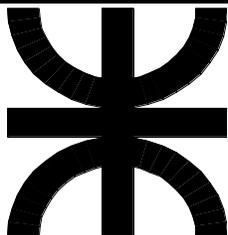
# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP349	SOLDADURA DE SOPORTE PIE AL CUERPO DEL CASCO	829-003-0000

MÁQUINA O EQUIPO: SOLDADORA TIG GTAW N° 26



NOTA: COLOCAR LAS PATAS COMO INDICA EL DIBUJO.



# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP349	SOLDADURA DE SOPORTE PIE AL CUERPO DEL CASCO	829-003-0000

MÁQUINA O EQUIPO: SOLDADORA TIG GTAW N° 26

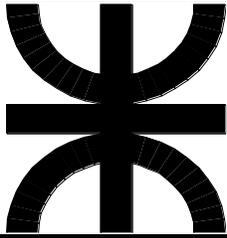
## OP. ANT.N°: HP348 SOLDADURA DE BRIDA A LA TAPA

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar soporte pie sobre el cuerpo del casco.				
2	Puntear.	Soldadora MIG			
3	Controlar paralelismo entre patas.		Superficie apoyo paralelo	Nivel	1/1
4	Soldar perímetro.	Soldadora MIG	Junta A3		
5	Inspección visual del cordón.			Visual	1/1

PROX. OP.N°: - -

**PTA. PUNTO:** Sólo operador calificado.

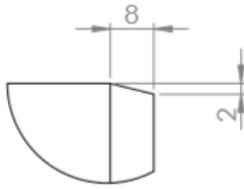
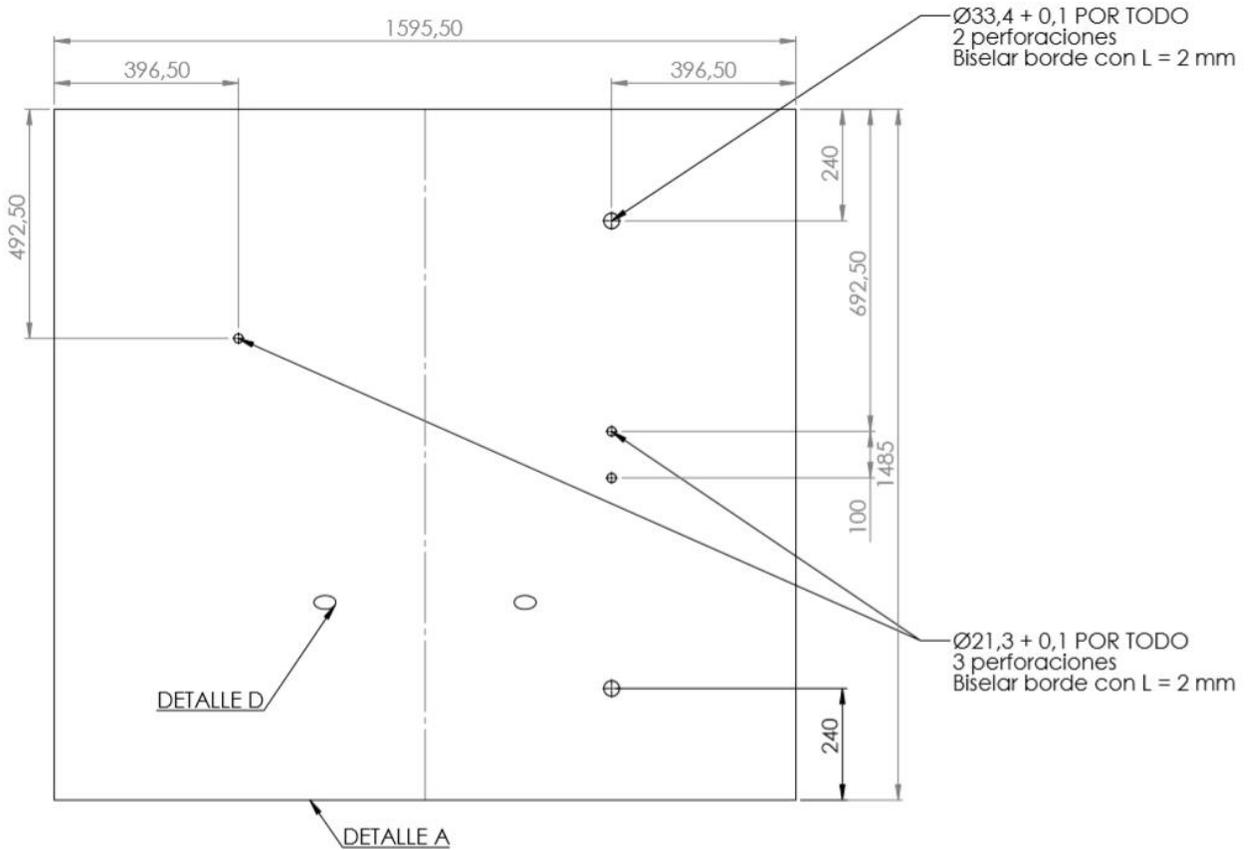
**EJECUCION:** Sobre el virador girar el cuerpo del casco de fomra que las conexiones queden hacia abajo. Colocar sobre el cuerpo el soporte pie. Controlar paralelismo respecto a la brida con nivel. Puntear. Soldar pie al cuerpo. Terminado el proceso, limpiar la soldadura. Inspección visual del cordón.



# HOJA DE OPERACIÓN

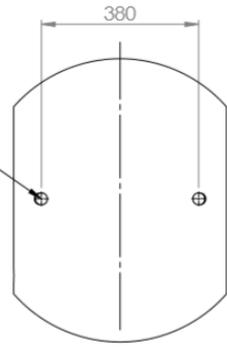
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP351	CORTE DE CHAPA DE CUERPO DEL CASCO	829-003-0007

MÁQUINA O EQUIPO: CORTADORA PLASMA N° 76

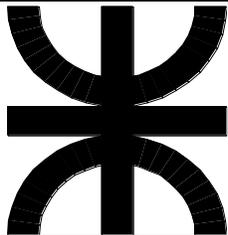


DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

Ø30 + 0,1 POR TODO  
2 perforaciones  
Biselar borde con L = 2 mm



DETALLE D  
ESCALA 1 : 10



## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP351

CORTE DE CHAPA DE CUERPO DEL CASCO

829-003-0007

MÁQUINA O EQUIPO:

CORTADORA PLASMA N° 76

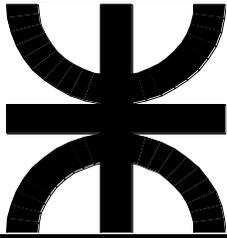
### OP. ANT.N°: HP350 CORTE DE CHAPA PARA PLACA PORTATUBO

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Cargar chapa sobre la cortadora por plasma.	Puente grúa	Eslingas		
2	Cortar largo.	Plasma	1595,3 ± 1 mm Chalfan de 8x2 mm	Cinta métrica	1/1
3	Cortar ancho.	Plasma	1485 ± 1 mm Chalfan de 10x45°	Cinta métrica	1/1
4	Cortar agujeros	Plasma	Cant.: 2 Ø33,4 + 0,1 mm Redondear r=2 mm	Calibre	1/1

### PROX. OP.N°: HP352 CORTE DE PLANCHUELA PARA BRIDA DE LA TAPA

**PTA. PUNTO:** Seleccionar programa de corte de cuerpo para casco para equipo de 29kW.

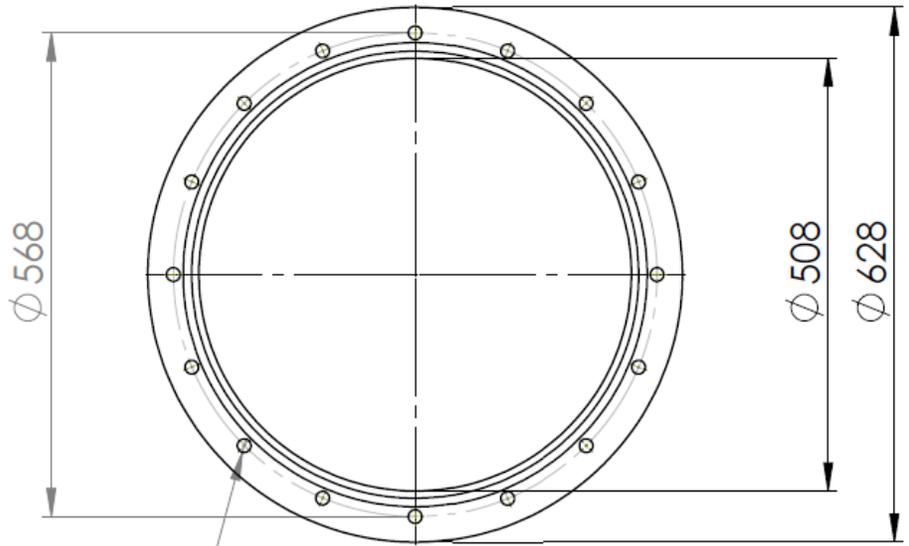
**EJECUCION:** Tomar chapa mate 2B AISI 304L esp. 4 mm. Posicionarlo sobre la cama de la máquina de corte por plasma. Posicionar la antorcha sobre la chapa. Cortar largo con chalfan. Cortar ancho con chalfan. Cortar agujeros de las conexiones con redondeo. Terminado el proceso liberar la máquina. Controlar según especificaciones.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP352	CORTE DE PLANCHUELA PARA BRIDA DE LA TAPA	829-003-0011

MÁQUINA O EQUIPO: CORTADORA LASER N° 79

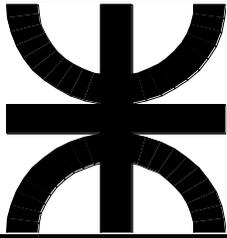


Ø 16 POR TODO  
16 perforaciones  
Equidistantes

**OP. ANT.N°: HP351 CORTE DE CHAPA DE CUERPO DEL CASCO**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Cargar chapa lisa 3/8" sobre la cortadora por láser	Manual	2 personas c/ergonomía		
2	Cortar circunferencia exterior.	Láser	Ø628 ± 1 mm	Cinta métrica	1/1
3	Cortar circunferencia exterior.	Láser	Ø508 ± 1 mm	Cinta métrica	1/1
4	Cortar agujeros.	Láser	Cant.: 16 - Equidist. Ø16 + 0,5 mm	Calibre 1/20	1/8

**PROX. OP.N°: HP353 CORTE DE AGUJEROS EN CASQUETE PARA CONEXIONES**

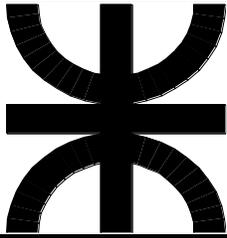


## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP352	CORTE DE PLANCHUELA PARA BRIDA DE LA TAPA	829-003-0011
MÁQUINA O EQUIPO:	CORTADORA LASER N° 79	

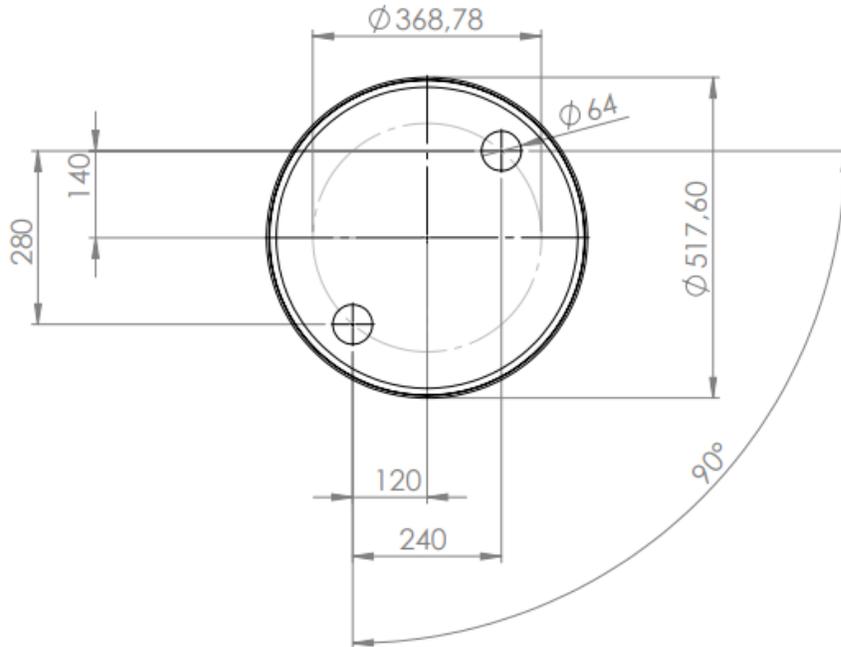
**PTA. PUNTO:** Seleccionar programa de corte de brida para equipo de 29kW.

**EJECUCION:** Tomar chapa lista de 3/8" espesor. Posicionarlo sobre la cama de la máquina de corte por láser. Posicionar la antorcha sobre la chapa. Cortar circunferencia exterior e interior. Cortar agujeros. Retirar pieza y liberar máquina.

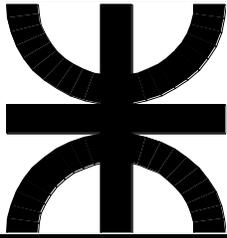


# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
	HP353	CORTE DE AGUJEROS EN CASQUETE PARA CONEXIONES
MÁQUINA O EQUIPO:	CORTADORA PLASMA N° 76	



OP. ANT.N°: HP352      CORTE DE PLANCHUELA PARA BRIDA DE LA TAPA					
N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Cargar casquete sobre la cortadora por plasma.				
2	Cortar agujeros.	Plasma	Cant.: 2 Øi: 368,78+ 0,2 mm Ø64 + 1 mm	Calibre	1/1
PROX. OP.N°: HP354      CORTE DE CHAPA PARA SOPORTE PIE					



## HOJA DE OPERACIÓN

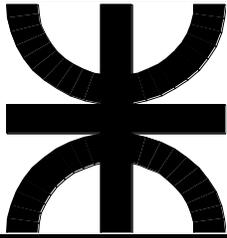
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP353	CORTE DE AGUJEROS EN CASQUETE PARA CONEXIONES	829-003-0010

**MÁQUINA O EQUIPO:**

CORTADORA PLASMA N° 76

**PTA. PUNTO:** Seleccionar programa de corte de casquete para equipo de 29kW.

**EJECUCION:** Tomar un casquete semielíptico. Posicionarlo sobre la cama de la máquina de corte por plasma. Posicionar la antorcha en el centro del casquete. Cortar agujeros. Retirar pieza y liberar máquina.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

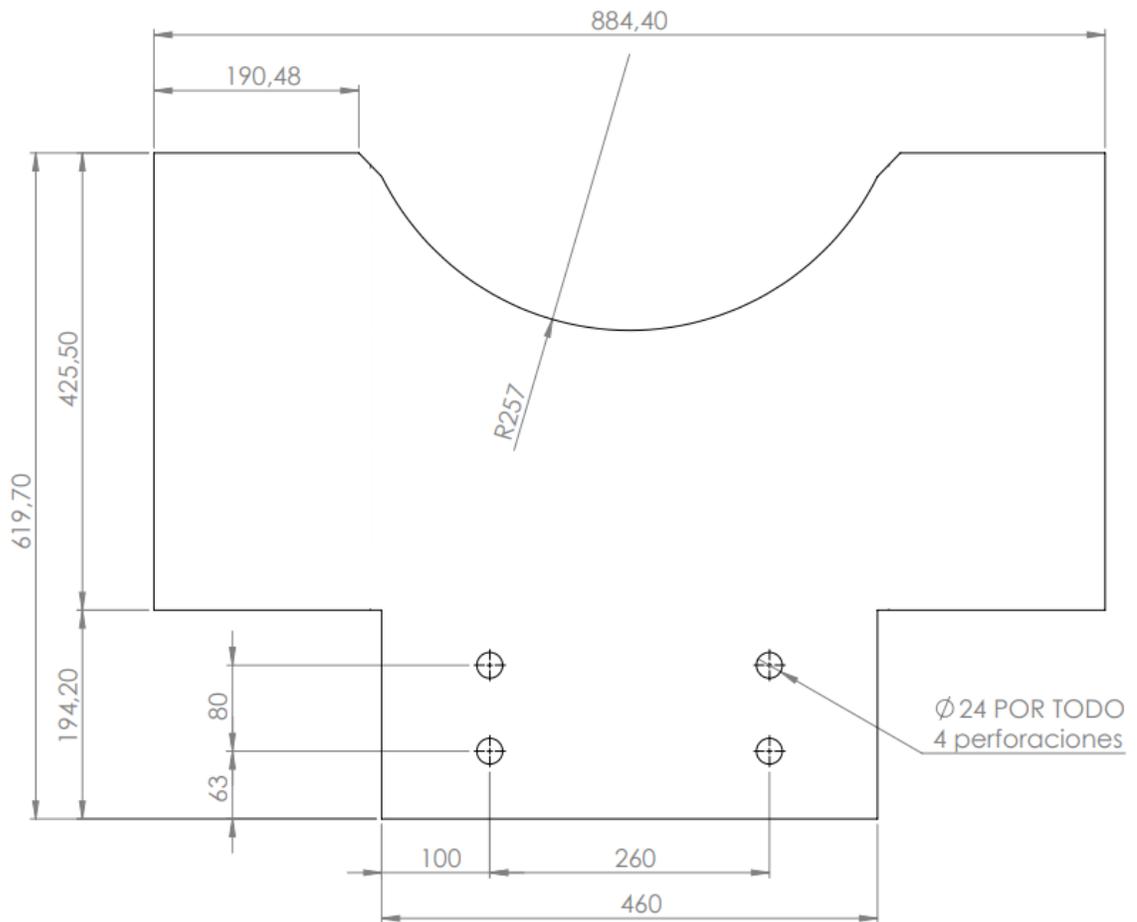
HP354

CORTE DE CHAPA PARA SOPORTE PIE

829-003-0012

MÁQUINA O EQUIPO:

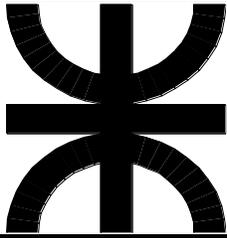
CORTADORA LASER N° 79



**OP. ANT.N°: HP353      CORTE DE AGUJEROS EN CASQUETE PARA CONEXIONES**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Cargar casquete sobre la cortadora por láser CNC.	Manual	2 personas c/ergonomía		
2	Corte láser CNC.	Láser			

**PROX. OP.N°: HP355      CORTE DE CHAPA PARA REFUERZO SOPORTE PIE**



## HOJA DE OPERACIÓN

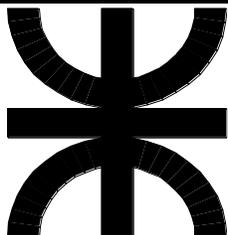
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP354	CORTE DE CHAPA PARA SOPORTE PIE	829-003-0012

**MÁQUINA O EQUIPO:**

CORTADORA LASER N° 79

**PTA. PUNTO:** Seleccionar programa de corte de soporte pie para evaporador en equipo de 29kW.

**EJECUCION:** Tomar chapa lisa comercial 5/16". Posicionarla sobre la cama de la máquina de corte por láser. Ejecutar programa CNC. Retirar pieza y liberar máquina.



## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

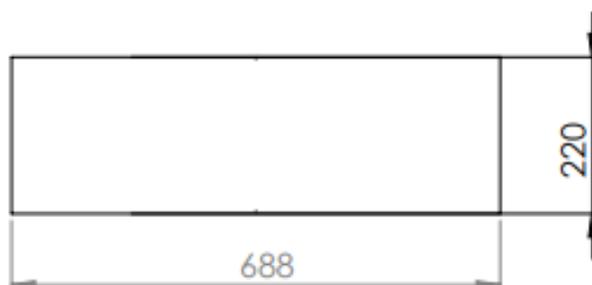
HP355

CORTE DE CHAPA PARA REFUERZO SOPORTE PIE

829-003-0013

MÁQUINA O EQUIPO:

CORTADORA PLASMA N° 76



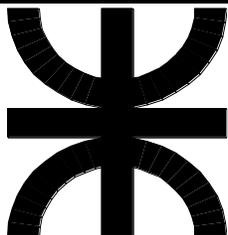
OP. ANT.N°: HP354 CORTE DE CHAPA PARA SOPORTE PIE

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Cargar chapa sobre la cortadora por láser CNC.	Manual	1 persona c/ergonomía		
2	Cortar largo.	Plasma	688 ± 1 mm	Calibre	1/1
3	Cortar ancho.	Plasma	220 ± 1 mm	Calibre	1/1

PROX. OP.N°: - -

**PTA. PUNTO:** Seleccionar programa de corte de refuerzo soporte pie para equipo de 29kW.

**EJECUCION:** Tomar chapa lisa comercial 3/8". Posicionarla sobre la cama de la máquina de corte por plasma. Posicionar antorcha sobre la chapa. Cortar largo. Cortar ancho. Retirar pieza y liberar máquina. Controlar cotas de proceso.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

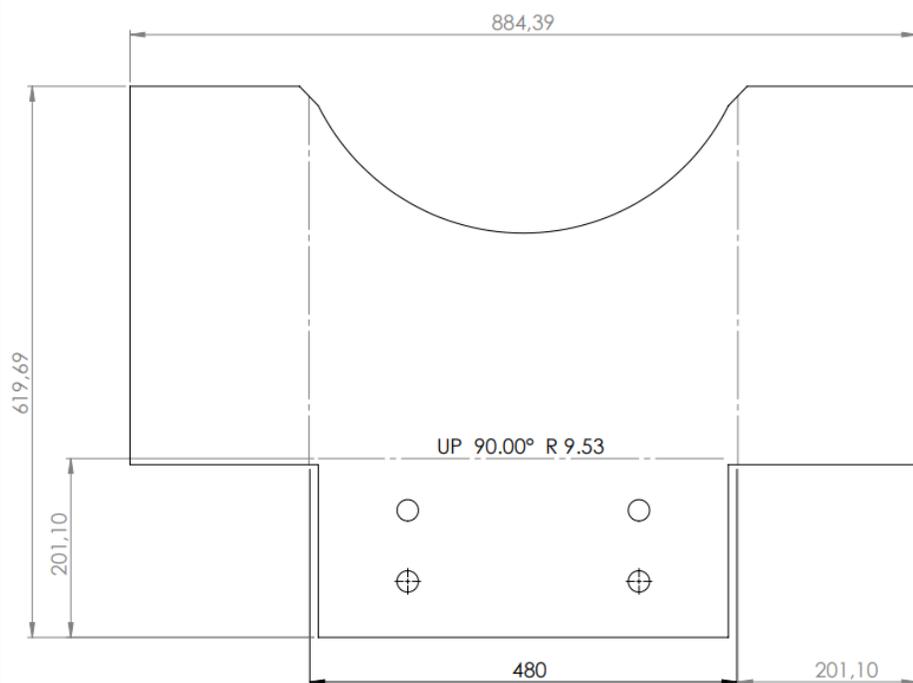
HP360

PLEGADO DE CHAPA PARA SOPORTE PIE

829-003-0012

MÁQUINA O EQUIPO:

PANELADORA N° 80

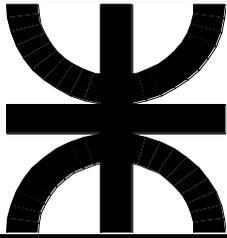


NOTA: CHAPA PLEGADA - 90° - RADIO 10°

OP. ANT.N°: -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar chapa en plegadora hasta tope.	Manual	2 personas c/ergonomía		
2	Realizar plegado lado izquierdo.	Paneladora	201,10 ± 0,5 mm	Calibre 1/20	1/1
3	Realizar plegado lado derecho.	Paneladora	201,10 ± 0,5 mm	Calibre 1/20	1/1
4	Realizar plegado lado inferior.	Paneladora	201,10 ± 0,5 mm	Calibre 1/20	1/1
5	Controlar altura total.		418,60 ± 0,5 mm	Cinta métrica	1/1

PROX. OP.N°: -



## HOJA DE OPERACIÓN

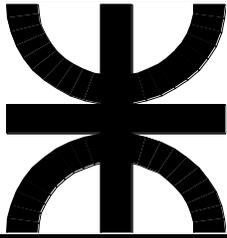
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP360	PLEGADO DE CHAPA PARA SOPORTE PIE	829-003-0012

**MÁQUINA O EQUIPO:**

PANELADORA N° 80

**PTA. PUNTO:** Colocar tope a 201,10 mm. Regular radio a 90°.

**EJECUCION:** Tomar la chapa lisa comercial de 5/16" ya cortada. Posicionarla en la plegadora hasta tope de 201,10mm. Realizar pliegue 90° costado derecho de la chapa. Realizar pliegue 90° costado izquierdo de la chapa. Realizar pliegue 90° de lado inferior. Terminado el proceso liberar y retirar la pieza. Controlar altura final.

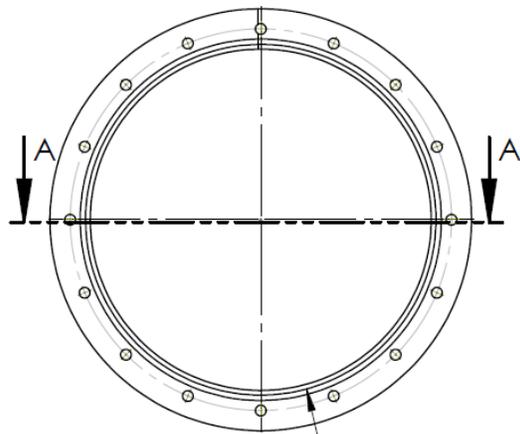


# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP371	TORNEADO DE RANURA PARA SELLO EN BRIDA DE LA TAPA	829-003-0011

MÁQUINA O EQUIPO:

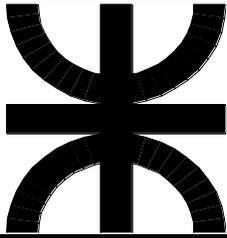
TORNO PARALELO N° 55 / 56 / 57



RANURA DE 8 mm ANCHO  
PROFUNDIDAD DE  $6,75 \pm 0,4$  mm  
 $\varnothing$  medio =  $530 \pm 3$  mm



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 5



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP371

TORNEADO DE RANURA PARA SELLO EN BRIDA DE LA TAPA

829-003-0011

MÁQUINA O EQUIPO:

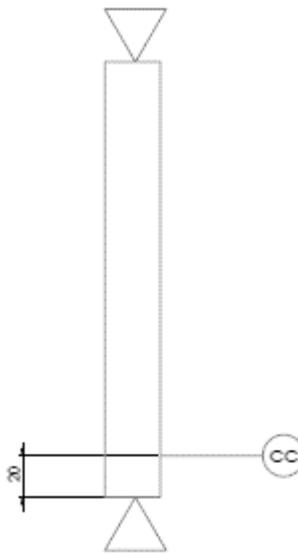
TORNO PARALELO N° 55 / 56 / 57

## OP. ANT.N°: HP370 TORNEADO DE RANURA PARA SELLO EN PLACA PORTATUBO

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar brida en el torno.	Plato tres mordazas	Placa tocar fondo de las mordazas	Visual	1/1
2	Controlar centrado de la placa		$\pm 0,05$ mm	Comparador centesimal	1/1
3	Tornear ranura.	Torno paralelo			
4	Controlar ranura.		Ancho: $8 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ Profund: $6,75 \pm 0,4 \text{ mm}$	Calibre 1/20	1/1

## PROX. OP.N°: HP372 GRANALLADO SUPERFICIAL DE BRIDA PARA LA TAPA

**PTA. PUNTO:** Preparar dispositivo para control de centrado sobre la placa. Girar placa a bajas rpm y controlar giro con el comparador centesimal como indica la imagen:

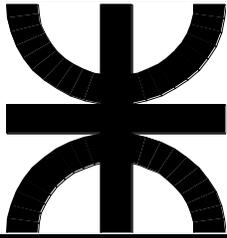


### Referencias:

 Apoyo fijo

 Comparador decimal

 Comparador centesimal



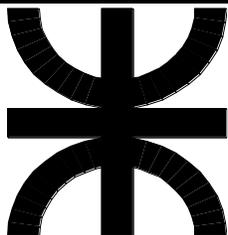
## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP371	TORNEADO DE RANURA PARA SELLO EN BRIDA DE LA TAPA	829-003-0011

**MÁQUINA O EQUIPO:**

TORNO PARALELO N° 55 / 56 / 57

**EJECUCION:** Colocar brida de la tapa ya soldada en el plato del torno paralelo, plato tres mordazas. La pieza debe estar tocando el fondo de la mordaza. Asegurar centrado de la pieza con las mordazas del plato. Colocar herramienta de torneado interior. Acercar herramienta hasta tocar la placa. Tornear ranura según cotas de proceso. Controlar cotas de proceso mediante calibre. Retirar pieza y liberar la máquina.



## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP372

GRANALLADO SUPERFICIAL

Ver tabla

MÁQUINA O EQUIPO:

GRANALLADORA N° 77



USE PROTECCIÓN  
AUDITIVA



USE CALZADO  
DE SEGURIDAD



USE CASCO



USE GUANTES



USE PROTECCIÓN  
OCULAR

ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	TIEMPO
1	829-003-0011	Brida para tapa	3 min
2	829-003-0010	Casquete perforado	5 min
3	829-003-0012	Pie	10 min
4	829-003-0013	Chapa soporte pie	3 min

OP. ANT.N°: HP371

TORNEADO DE RANURA PARA SELLO EN BRIDA DE LA TAPA

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar la pieza de la cama deslizante de la granalla.	Puente grúa	Eslingas		
2	Granallar de un lado.	Granalladora	Terminación intermedia	Visual	1/1
3	Granallar del otro lado.	Granalladora	Terminación intermedia	Visual	1/1

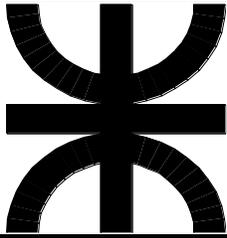
PROX. OP.N°: -

-

**PTA. PUNTO:**

**EJECUCION:** Colocar la pieza terminada sobre la cama deslizante por rieles. Llevar la cama dentro de la granalla. Empezar proceso de granallado para limpieza superficial. Dar vuelta la pieza. Repetir proceso. Retirar la pieza y liberar máquina.

Controlar visualmente la terminación de la pieza granallada:



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP372

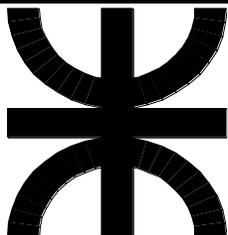
GRANALLADO SUPERFICIAL

Ver tabla

MÁQUINA O EQUIPO:

GRANALLADORA N° 77





# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP380

PINTADO DEL EQUIPO

829-003-0000

MÁQUINA O EQUIPO:

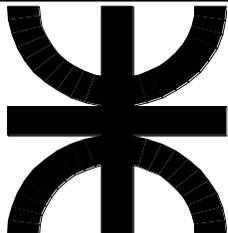
CABINA DE PINTURA N° 81



OP. ANT.N°: - -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Lijar intercambiador en partes a pintar	Tela esmeril	Grano 280	Visual	1/1
2	Limpiar superficie a pintar	Tinner	Superficie limpia	Visual	1/1
3	Colocar el equipo sobre cama deslizante de la cabina.	Puente grúa	Eslinga entre patas		
4	Pintar el equipo pintura Epoxi.	Cabina de pintura	Color RAL5015.		
5	Dejar secar.	Cabina de pintura	3 hs.		
6	Verificar existencia de zonas no pintadas		Todo el equipo pintado	Visual	1/1
7	Bañar superficie con base de poliuretano	Poliuretano			

PROX. OP.N°: - -



## HOJA DE OPERACIÓN

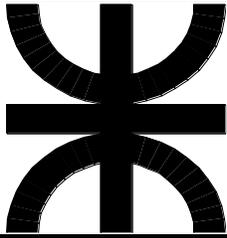
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP380	PINTADO DEL EQUIPO	829-003-0000

**MÁQUINA O EQUIPO:**

CABINA DE PINTURA N° 81

**PTA. PUNTO:**

**EJECUCION:** Lijar el equipo completo que se va a pintar. Limpiar suciedad y superficie aceitosa con tinner. Colocar el equipo sobre la cama deslizante tomándolo con el puente grúa, colocando las eslingas entre las patas del equipo. Introducir el equipo a pintar dentro de la cabina. Colocarse los elementos de protección personal. Tomar pistola a spray y pintar el equipo. Dejar secar el equipo 3 hs. Bañar superficie pintada con base de poliuretano. Retirar y llevar a almacén para armado de equipo final.



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

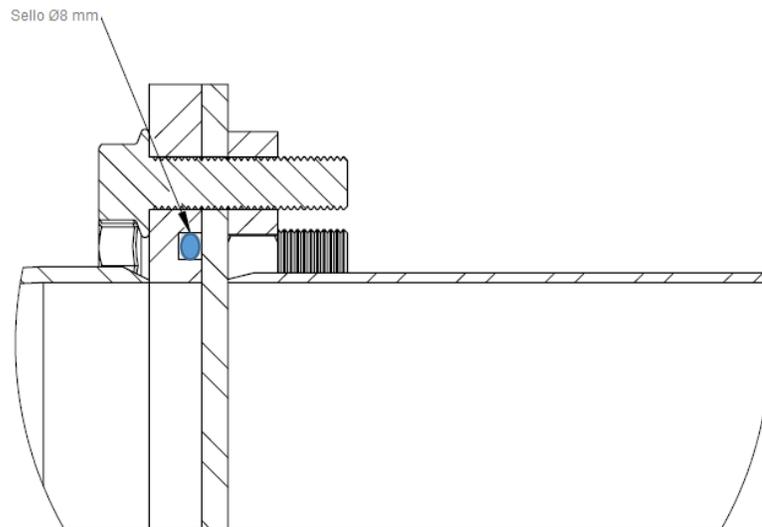
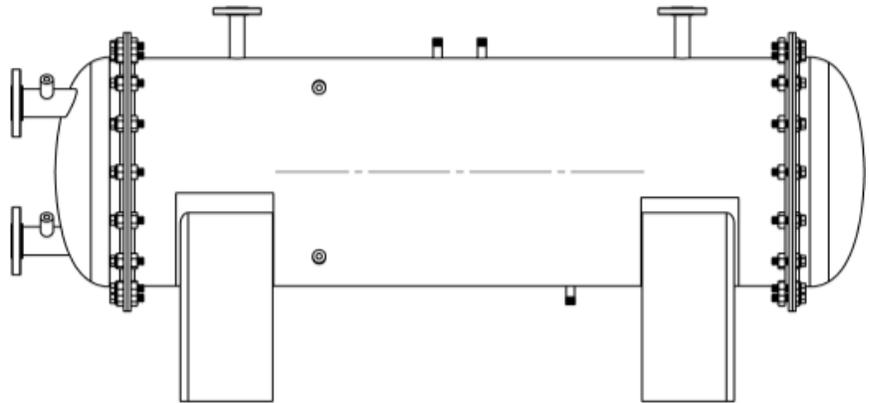
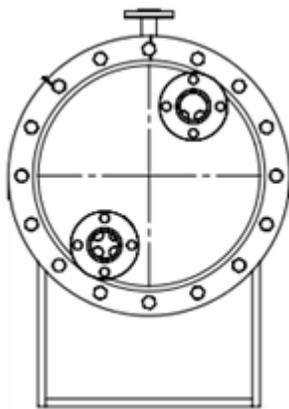
**HP390**

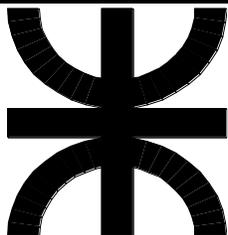
**ARMADO DEL EQUIPO EVAPORADOR**

**829-003-0000**

**MÁQUINA O EQUIPO:**

SECTOR DE ARMADO DE INTERCAMBIADORES CASCO Y TUBO





## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP390

ARMADO DEL EQUIPO EVAPORADOR

829-003-0000

MÁQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE INTERCAMBIADORES CASCO Y TUBO

OP. ANT.N°: -

-

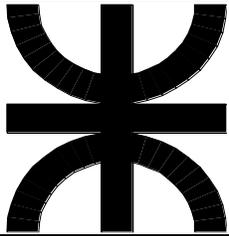
N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Colocar sello en la ranura en la tapa sin conexiones.		Sello Buna Ø8 mm		
2	Colocar tapa con conexiones y abulonar.	Torquímetro	Bulón hexagonal M16x2x60 + tuerca M16 Cant. 16	Torque 209 Nm	
3	Colocar sello en la ranura en la tapa con conexiones.		Sello Buna Ø8 mm		
4	Colocar tapa posterior y abulonar.	Torquímetro	Bulón hexagonal M16x2x60 + tuerca M16 Cant. 16	Torque 209 Nm	

PROX. OP.N°: -

-

**PTA. PUNTO:**

**EJECUCION:** Tomar los dos sellos cuerda redonda buna Ø8 mm y juego de bulones hexagonales y tuercas. Colocar sello en la ranura en la tapa sin conexiones. Colocar tapa y ajustar bulones en brida con torque especificado. Repetir proceso para tapa con conexiones. Realizar una inspección visual exterior de soldaduras. Terminado el proceso, liberar para pintado.

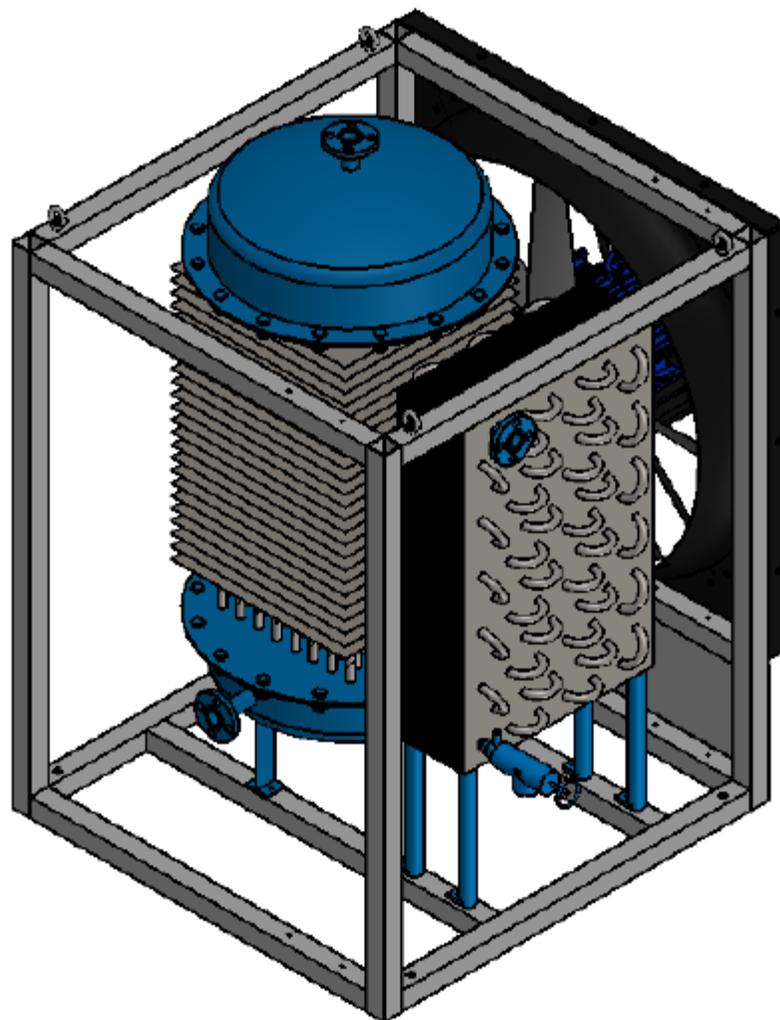


# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

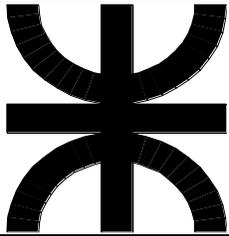
OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
HP090	ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL SUPERIOR	829-000-0001

MAQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE CONJUNTO SUPERIOR



Vista isométrica

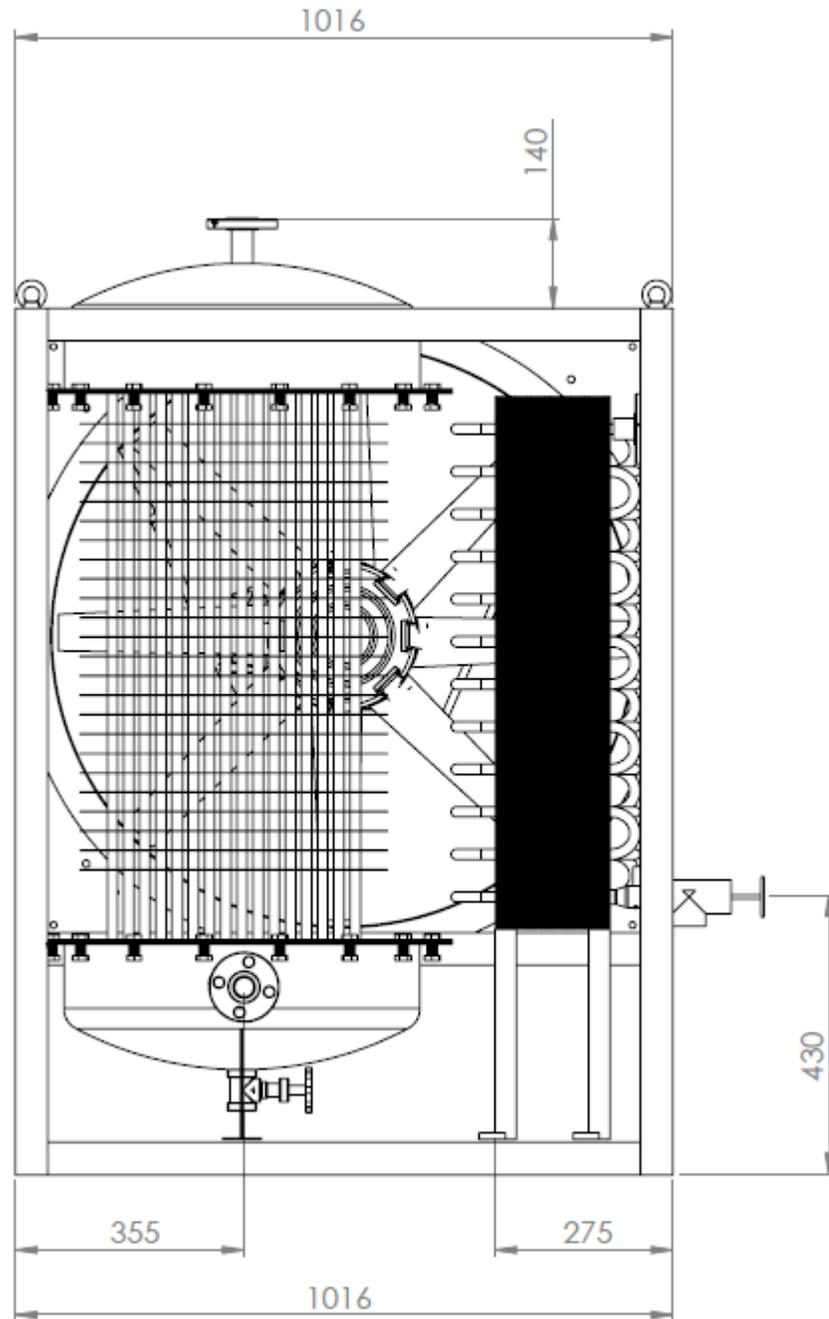


# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

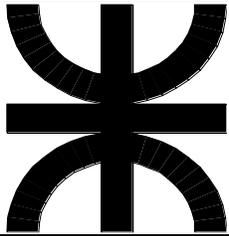
OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
HP090	ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL SUPERIOR	829-000-0001

MAQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE CONJUNTO SUPERIOR



VISTA FRONTAL

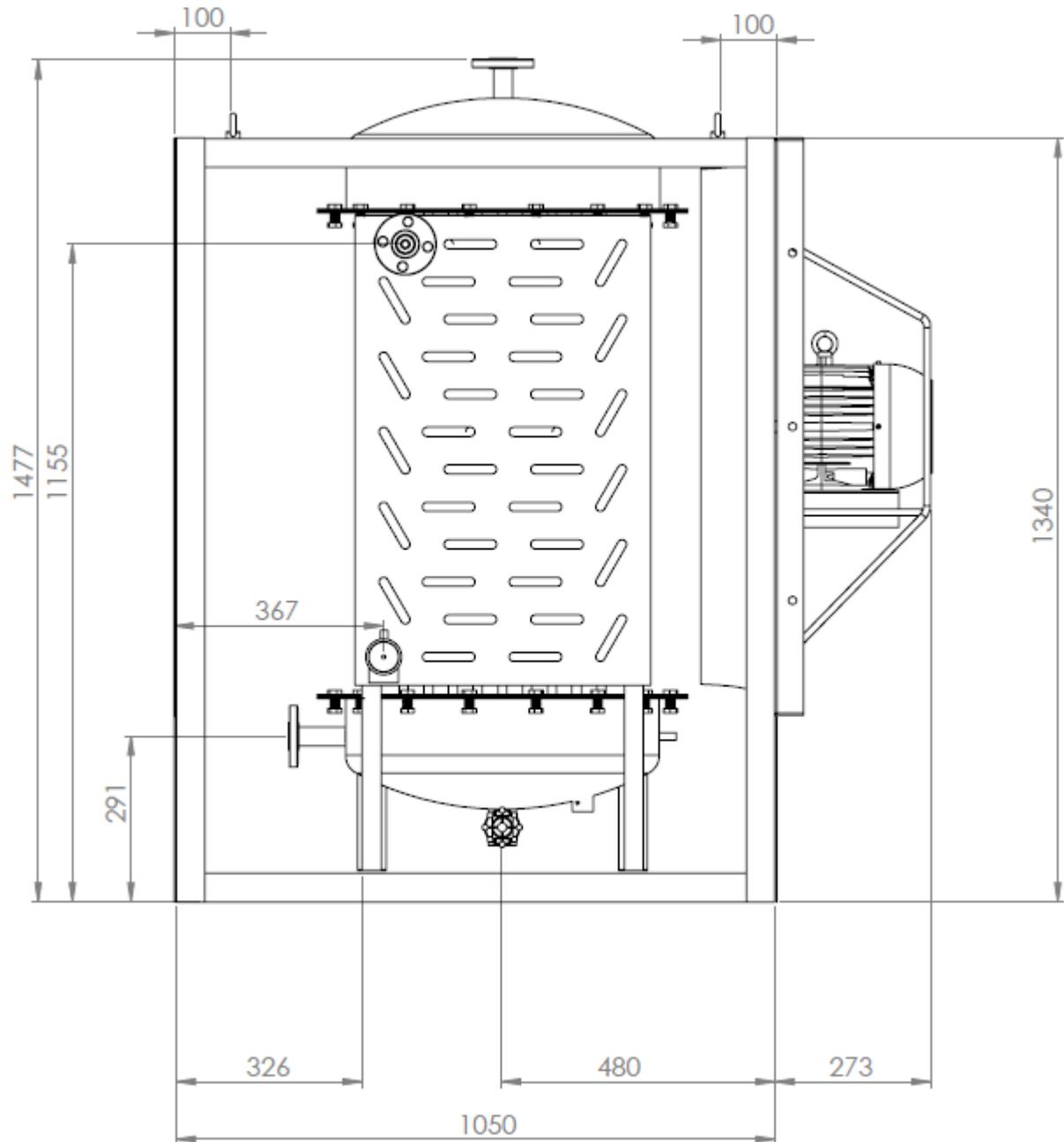


# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

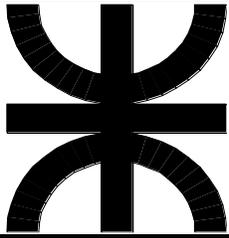
OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
HP090	ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL SUPERIOR	829-000-0001

MAQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE CONJUNTO SUPERIOR



VISTA LATERAL

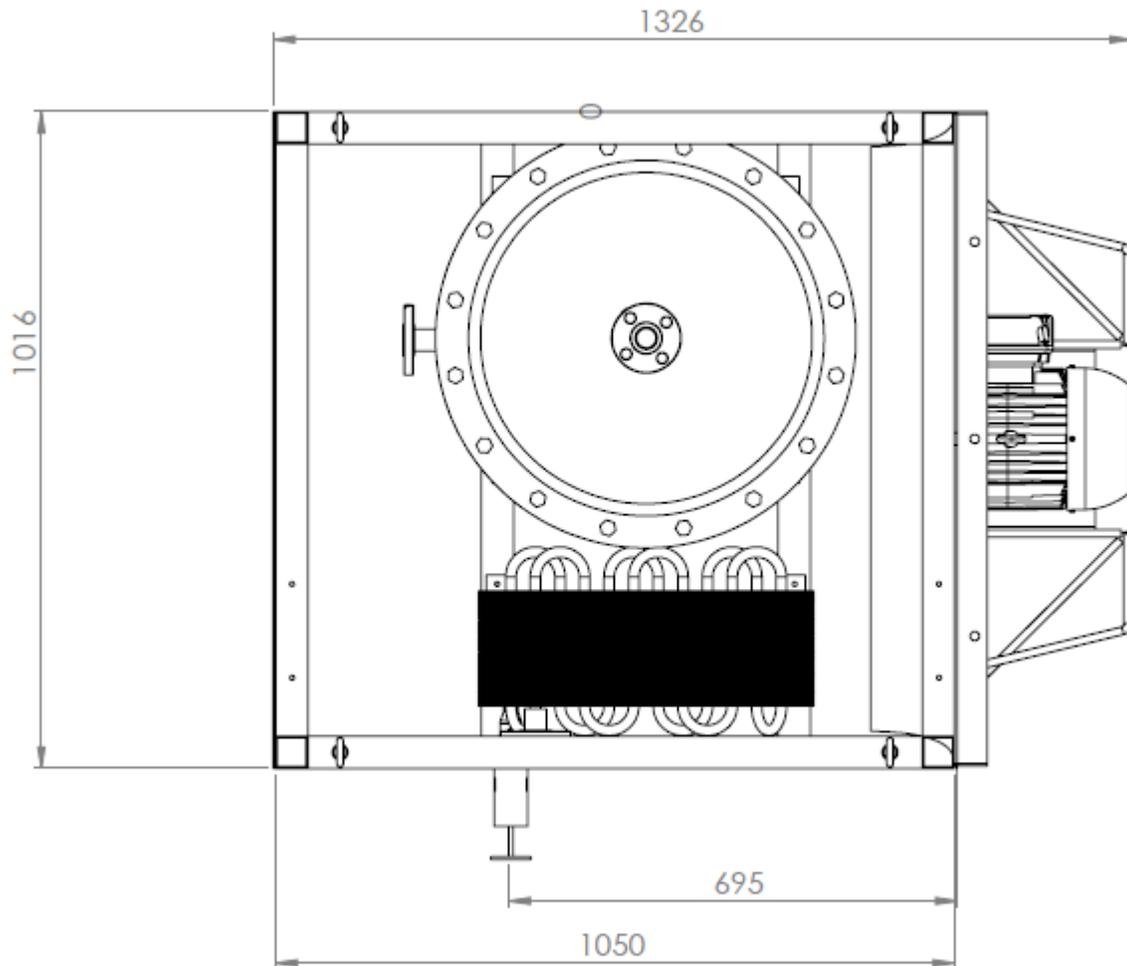


# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

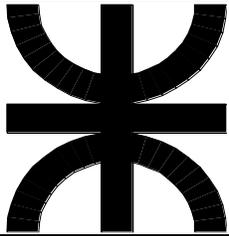
OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
HP090	ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL SUPERIOR	829-000-0001

MAQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE CONJUNTO SUPERIOR



VISTA SUPERIOR



# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
HP090	ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL SUPERIOR	829-000-0001

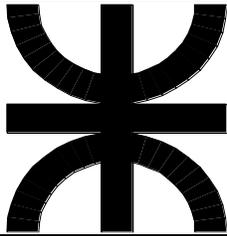
MAQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE CONJUNTO SUPERIOR

OP. ANT.N°:

N°	DESCRIPCION:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACION	INST. CNTR.	FREC.
1	Recepción de Estructura Superior	Grúa			
2	Colocar el absorbedor coincidiendo los agujeros de la cuna sobre el estructural	Llave ¼"	8 Bulones ¼"x 3" con tuercas cada una Ubicación según Plano		1/1
3	Colocar el condensador coincidiendo los agujeros de las	Llave ¼"	4 Bulones ¼"x 3" con tuercas cada una		1/1
4	Colocar cáncamos hembra M10 en la perforación.				
5	Abulonar.	Llave N° 10	M10 x 1,5 x 70 con arandela. Cant. 4.		
6	Enroscar el transductor de presión a la salida del condensador	Llave 1/4"			
7	Enroscar Conductímetro a la salida del condensador	Llave 1"			
8	Asegurar la válvula globo a la salida del absorbedor (Conexión inferior)	Torquímetro	Torque de 54 kgcm		
9	Asegurar la válvula de laminación a la salida de la conexión del condensador	Torquímetro	Torque de 54 kgcm		
10	Verificar ajustes	Manual / Llave			
11	A sector de embalaje				

PROX. OP.N°:



## HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
HP090	ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL SUPERIOR	829-000-0001

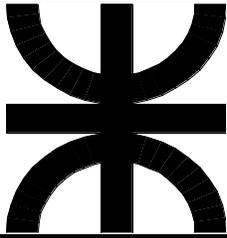
**MAQUINA O EQUIPO:**

SECTOR DE ARMADO DE CONJUNTO SUPERIOR

**PTA. PUNTO:-** Limpieza  
Verificar condición de elementos / chapas / estructurales

**EJECUCION:** : Colocar el Absorbedor sobre el soporte de montaje. Tomar 8 bulones  $\frac{1}{4}$ " x 3" y con llave para  $\frac{1}{4}$ " abulonar sobre el soporte de montaje según indica plano. Colocar el Condensador sobre el soporte de montaje. Tomar 4 bulones  $\frac{1}{4}$ " x 3" y con llave para  $\frac{1}{4}$ " abulonar sobre el soporte de montaje según indica plano. Tomar sensor conductímetro y ubicarlo en cupla respectiva del absorbedor, una vez finalizados dejar terminales para conexión. Tomar sensor transductor de presión e ubicarlo en cupla respectiva del absorbedor y condensador, una vez finalizados dejar terminales para conexión Tomar los cáncamos hembra M10, colocar en la perforación indicada. Abulonar con bulones hexagonales M10 x 1,5 x 70.

Enroscar válvulas de laminación a la salida del condensador.,  
Enroscar válvulas globo de paso total a la salida del absorbedor,



# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP091

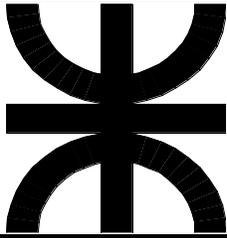
ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL INFERIOR

829-000-0002

MÁQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE INTERCAMBIADORES CASCO Y TUBO





# HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

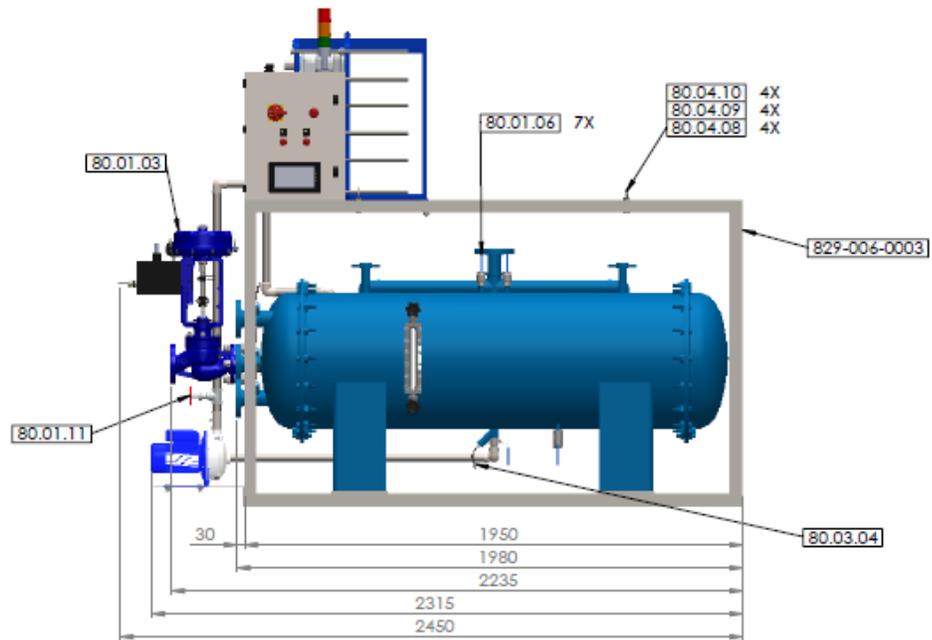
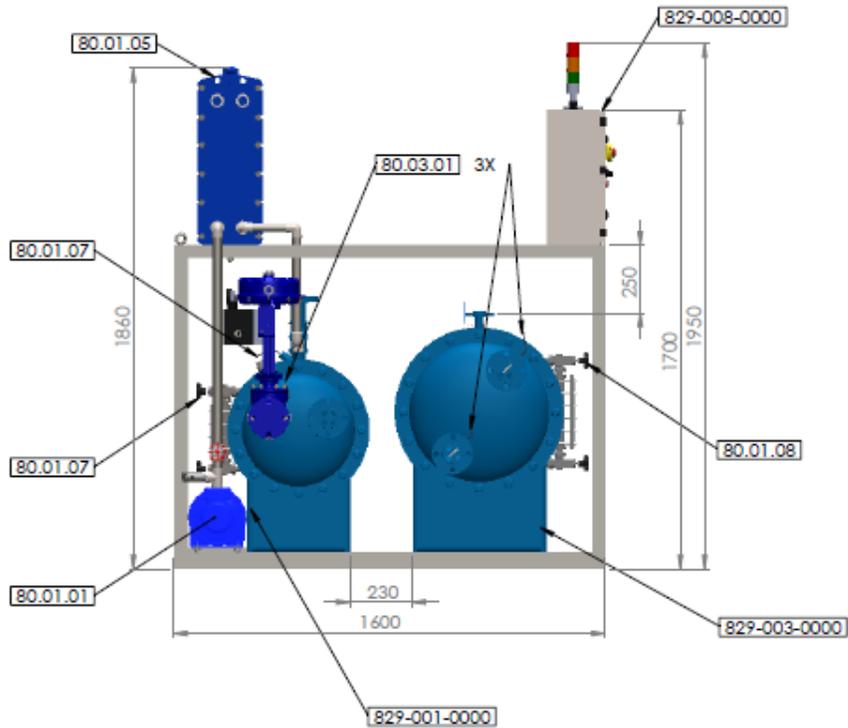
HP091

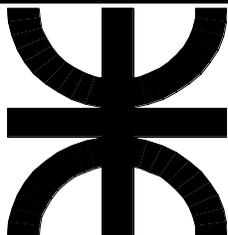
ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL INFERIOR

829-000-0002

MÁQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE INTERCAMBIADORES CASCO Y TUBO





## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP091

ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL INFERIOR

829-000-0002

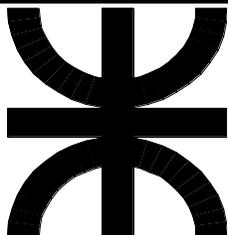
MÁQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE INTERCAMBIADORES CASCO Y TUBO

OP. ANT.Nº: HP090

ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL SUPERIOR

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Tomar estructura inferior y colocar en sector de armado.	Puente grúa			
2	Colocar generador sobre el soporte de montaje.	Puente grúa	Tomar con eslingas sobre cuerpo del casco.		
3	Abulonar.	Llave N° 24	M24 x 3 x 50 Cant. 8.		
4	Colocar evaporador sobre el soporte de montaje.	Puente grúa	Tomar con eslingas sobre cuerpo del casco.		
5	Abulonar.	Llave N° 24	M24 x 3 x 50 Cant. 8.		
6	Colocar tablero eléctrico sobre soporte.		Según plano.		
7	Fijar con autoperforantes al soporte.	Atornillado eléctrico	4 autoperforantes para chapa		
8	Tomar válvula modulante 2 vías neumática (5) y colocarla en la brida de entrada del generador.				
9	Abulonar.	Llave N° 20	M20 x 2,5 x 80, doble arandela y tuerca. Cant. 4		
10	Montar intercambiador de placas sobre soporte.		Según plano.		
11	Abulonar.	Llave N° 10	M20 x 2,5 x 80, doble arandela y tuerca. Cant. 2		
12	Instalar sensor PT100 en cupla de conexión salida y entrada Evaporador.				
13	Instalar sensor PT100 en cupla de conexión entrada Generador				



## HOJA DE OPERACIÓN

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HP091

ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL INFERIOR

829-000-0002

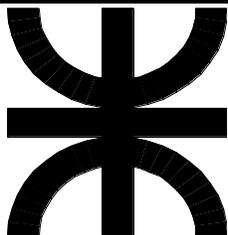
MÁQUINA O EQUIPO:

SECTOR DE ARMADO DE INTERCAMBIADORES CASCO Y TUBO

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
14	Montar válvula de seguridad en medio niple Generador.				
15	Montar válvulas mariposas en los medio niples roscados.				
16	Montar medidor de nivel visual (15) mod. 11 R20 en el generador.				
17	Montar medidor de nivel visual (16) mod. 15 R20 en el evaporador.				
18	Montar bomba centrífuga sobre placa soporte.	Llave N° 10	Bulon hexagonal M10 x 1,5 x 70 con arandela. Cant. 4.		
19	Instalar piping entre componentes e intercambiadores.				
20	Colocar cáncamos hembra M10 en la perforación.	Llave N° 10	M10 x 1,5 x 70 con arandela. Cant. 4.		

PROX. OP.N°: -

-



## HOJA DE OPERACIÓN

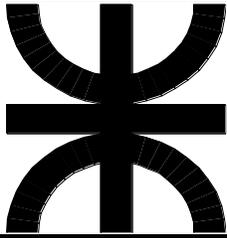
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HP091	ARMADO DEL ENSAMBLE GENERAL INFERIOR	829-000-0002

**MÁQUINA O EQUIPO:**

SECTOR DE ARMADO DE INTERCAMBIADORES CASCO Y TUBO

### PTA. PUNTO:

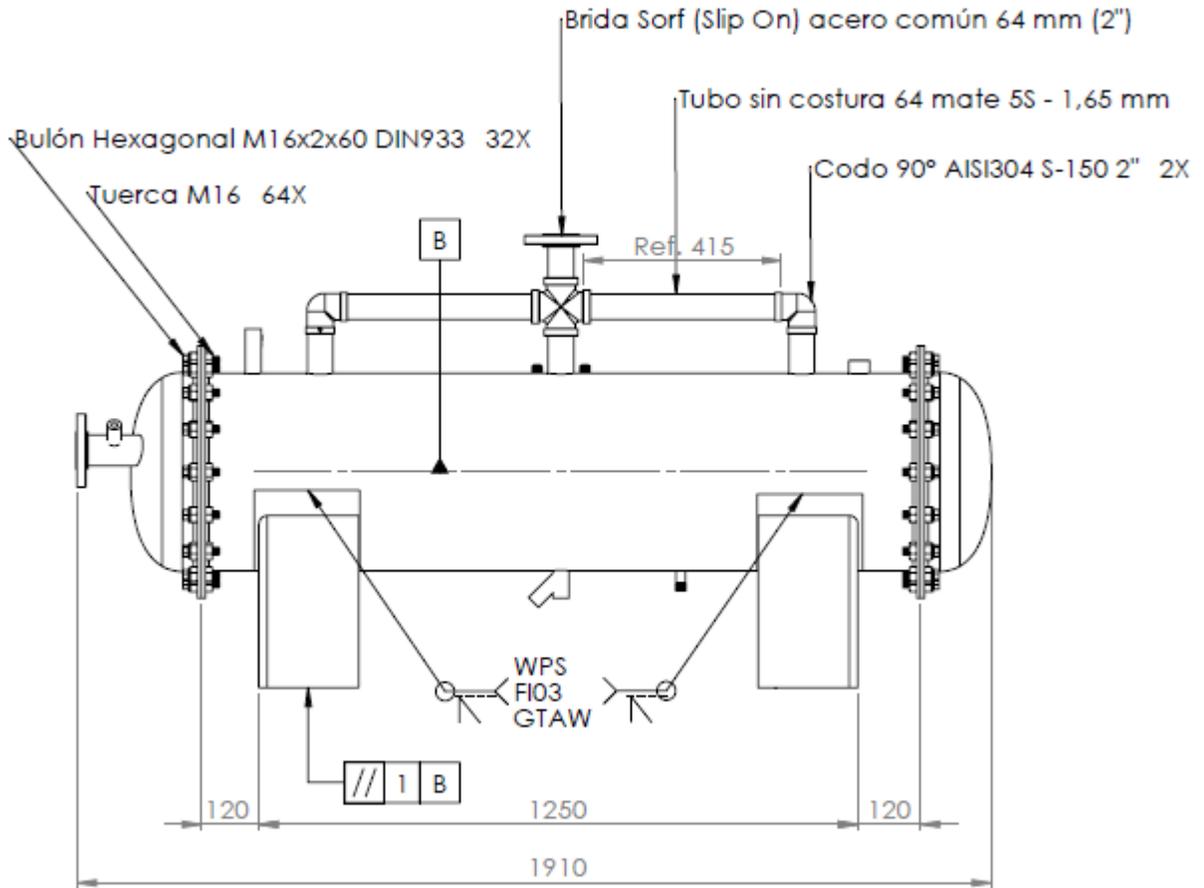
**EJECUCION:** Colocar el generador sobre el soporte de montaje. Tomar 8 bulones M24 x 3 x 50 y con llave N° 24 abulonar sobre el soporte de montaje según indica plano. Colocar el evaporador r sobre el soporte de montaje. Tomar 8 bulones M24 x 3 x 50 y con llave N° 24 abulonar sobre el soporte de montaje según indica plano. Tomar gabinete estanco y ubicarlo sobre estructura inferior según indica el plano. Fijar al tubo estructural con autoperforantes para chapa. Tomar válvula modulante 2 vías neumática y colocarla en la brida de entrada del generador. Abulonar bridas con bulones M20 x 2,5 y 80 y colocar arandela y tuerca de ambos lados. Tomar los cáncamos hembra M10, colocar en la perforación indicada. Abulonar con bulones hexagonales M10 x 1,5 x 70. Instalar sensor PT100 en cupla de la conexión de salida del equipo, enroscando la vaina. Instalar el manómetro analógico bimetálico en cupla de la conexión de entrada del equipo, enroscando la vaina. Enroscar válvulas mariposas de paso total de ½ en los niples del cuerpo del casco. Instalar cañería eléctrica ajustado con media omega separada y autoperforante al estructural. Montar medidores de nivel visual sobre el generador y el evaporador a través de las cuplas de conexión.



# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HI100	INTERCAMBIADOR CASCO Y TUBO GENERADOR	829-001-0000

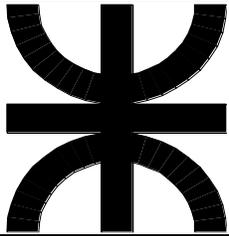
**MÁQUINA O EQUIPO:** EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW



OP. ANT.N°: - -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir largo total		1910 mm	Cinta	1/1
2	Medir distancia entre pies soporte		1250 mm	Cinta	1/1
3	Verificar tamaños de bridas		Brida Slip On 2"	Calibre	1/1
4	Prueba hidrostática del cuerpo del casco		1,5 kg/cm <sup>2</sup>	Manómetro	1/1
5	Prueba hidrostática casquete y haz de tubos		1,5 kg/cm <sup>2</sup>	Manómetro	1/1

PROX. OP.N°: - -



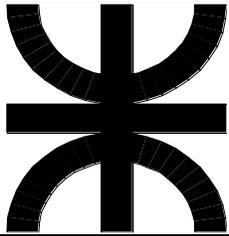
# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
	CONDENSADOR PARA EQUIPO DE 29KW	

MAQUINA O EQUIPO:

Equipo de Refrigeración por Absorción 29Kw

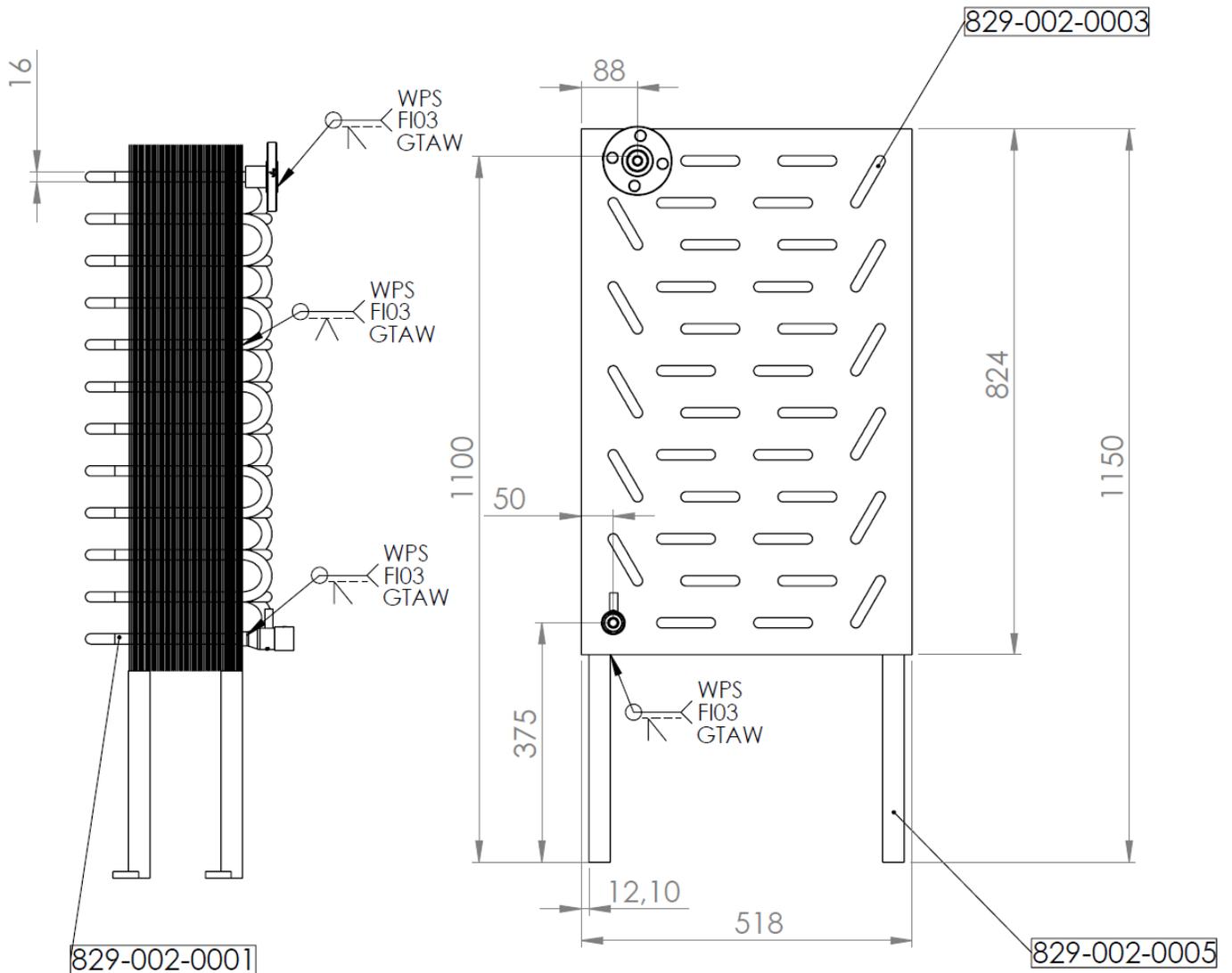


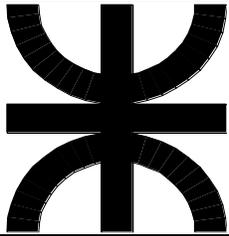


# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
	CONDENSADOR PARA EQUIPO DE 29KW	

MAQUINA O EQUIPO: Equipo de Refrigeración por Absorción 29Kw





# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACION

DESCRIPCION

COD. PIEZA

CONDENSADOR PARA EQUIPO DE 29KW

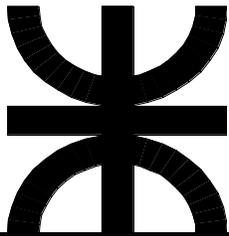
MAQUINA O EQUIPO:

Equipo de Refrigeración por Absorción 29Kw

OP. ANT.N°:

N °	DESCRIPCION:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACION	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir Diámetro de Tubo Aletados		Tubos Sin costura 16mm - 1,5mm A 554	Calibre	1/1
2	Medir Espesor de Tubo Aletados		1,5mm	Calibre	1/1
3	Verificar Calidad		AISI 304 / A554	Visual	1/1
4	Medir Diámetro Exterior Codos		16mm	Cinta	1/1
5	Verificar Disposición Codos		En U 180°	Visual	1/1
6	Verificar separación entre centros		76 mm	Calibre	1/1
7	Medir Longitud de Chapa		824mm +/- 1mm	Cinta	1/1
8	Medir Ancho de Chapa		518mm +/- 1mm	Cinta	1/1
9	Medir Espesor de Chapa		Chapa N° 24 – 0,55mm	Calibre	1/1
10	Verificar Calidad de chapa		Calidad Comercial	Visual	1/1
11	Verificar Cantidad de Agujeros		72 perforaciones	Visual	1/1
12	Verificar Disposición de Agujeros		Tres Bolillos – 76mm centro a centro	Calibre	1/1
13	Medir Diámetro de Interior brida		33.4mm	Calibre	1/1
14	Verificar Medida		1”	Calibre	1/1
15	Verificar Calidad		AISI 304	Visual	1/1
16	Medir Diámetro de Interior de reducción		16mm	Calibre	1/1
16	Medir salida de reducción		1”	Calibre	1/1
17	Verificar cupla para transductor		¼”	Calibre	1/1





# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

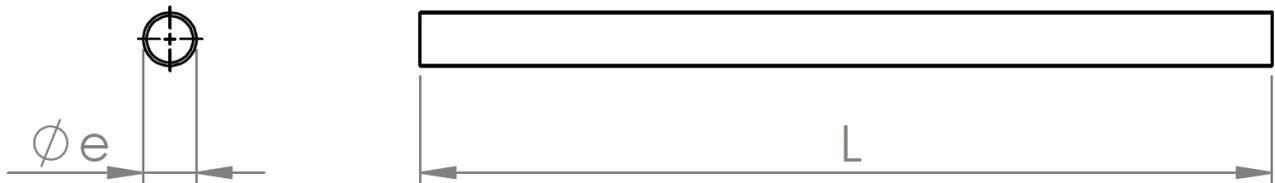
HI300

TUBOS

Materia Prima

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



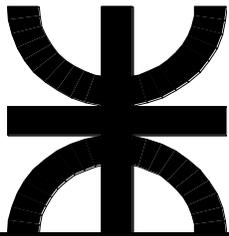
ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	LONGITUD "L"	DIÁMETRO EXTERIOR "Øe"	ESPESOR "e"
1	934-003-0007	Tubo A554 con costura AISI304L pulido exterior	6.000 mm	25,4 mm	1,5 mm
2	934-003-0014	Tubo A312 con costura AISI 304L mate 5S	6.000 mm	33,4 mm	1,65 mm
3	934-003-0015	Tubo comercial con costura SAE1010 mate 5S	6.000 mm	60,33 mm	1,65 mm

OP. ANT.N°: -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir longitud		Según tabla	Cinta métrica	1/10
2	Medir diámetro exterior		Según tabla	Calibre 1/20	1/10
3	Medir espesor		Según tabla	Calibre 1/20	1/10

PROX. OP.N°: HI301

CHAPAS



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

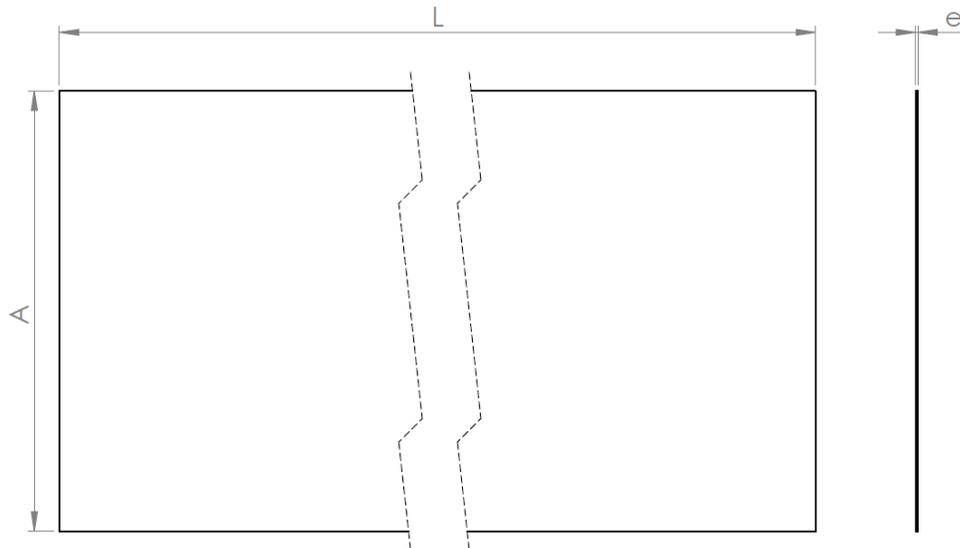
HI301

CHAPAS

Materia Prima

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



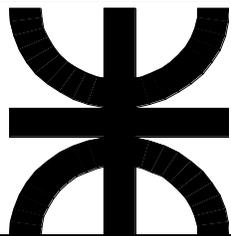
ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	LONGITUD "L"	ANCHO "A"	ESPESOR "e"
1	934-003-0009	Chapa A240 mate 2B AISI 304L	3.000 mm	1.500 mm	8 mm
2	934-003-0012	Chapa lisa comercial SAE 1010 5/8"	3.000 mm	1.500 mm	15,875 mm
3	934-003-0011	Chapa lisa comercial SAE 1010 5/16"	3.000 mm	1.500 mm	7,92 mm
4	934-003-0013	Chapa lisa comercial SAE 1010 3/8"	3.000 mm	1.500 mm	9,52 mm

OP. ANT.N°: HI300 TUBOS

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir longitud		Según tabla	Cinta métrica	1/1
2	Medir ancho		Según tabla	Cinta métrica	1/1
3	Medir espesor		Según tabla	Calibre 1/20	1/1
4	Verificar material		Según tabla	Visual	1/1

PROX. OP.N°: HI302 CASQUETE SEMIELÍPTICO ASME VII DIV 1 DE 20" X 4,8 |

Rev. 00 | Fecha: 01/09/2020



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

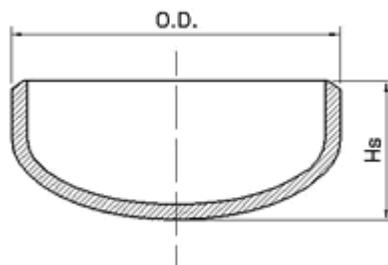
HI302

CASQUETE SEMIELÍPTICO ASME VII DIV 1 DE 20" x 4,8 MM

80.02.03

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW

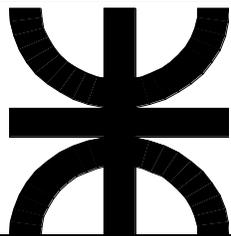


ASME VIII						
Diámetro	Diámetro Externo			4,8 (3/16")		
	O.D.			Min.	Nom.	Max.
Nominal	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.
4"	112,7	114,3	115,9			
5"	139,7	141,3	143,7			
6"	166,7	168,3	170,7			
8"	217,5	219,1	221,5			
10"	269,8	273,0	277,0			
12"	320,6	323,8	327,8			
14"	352,4	355,6	359,6	110	116	122
16"	403,2	406,4	410,4	116	122	128
18"	453,8	457	461,0	130	136	142
20"	503,2	508	514,4	144	150	156

OP. ANT.Nº: HI301 CHAPAS

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro exterior		508 ± 5 mm	Calibre 1/20	1/1
2	Medir altura		150 ± 6 mm	Calibre 1/20	1/1
3	Medir espesor		4,8 ± 0,5 mm	Calibre 1/20	1/1

PROX. OP.Nº: HI303 BRIDAS SLIP ON



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

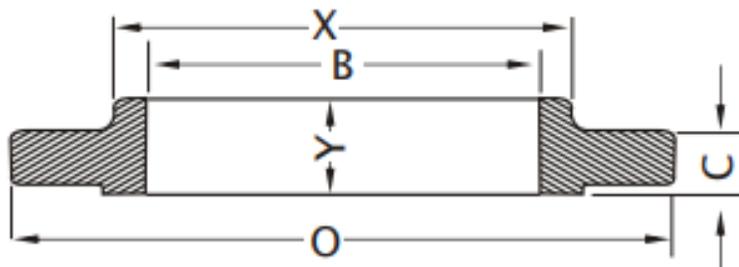
HI303

BRIDAS SLIP ON

-

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

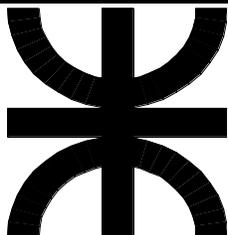


ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	DIÁMETRO EXTERIOR "O"	DIÁMETRO INTERIOR "B"	ESPESOR "Y"
1	80.02.01	Brida Slip On (A-182/ASME B 16.5) 304L S-150	108 mm	34,5 mm	55,6 mm
2	80.02.02	Brida Slip ON (A-182/ASME B 16.5) SAE 1010 S-150	150 mm	61,9 mm	62 mm

**OP. ANT.N°: HI302 CASQUETE SEMIELÍPTICO ASME VII DIV 1 DE 20" x 4,8 MM**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro exterior "O"		Ver tabla	Calibre	1/1
2	Medir espesor "Y"		Ver tabla	Calibre	1/1
3	Medir diámetro interior "B"		Ver tabla	Calibre	1/1
4	Verificar material		Ver tabla	Visual	1/1

**PROX. OP.N°: HI304 BULÓN HEXAGONAL**



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

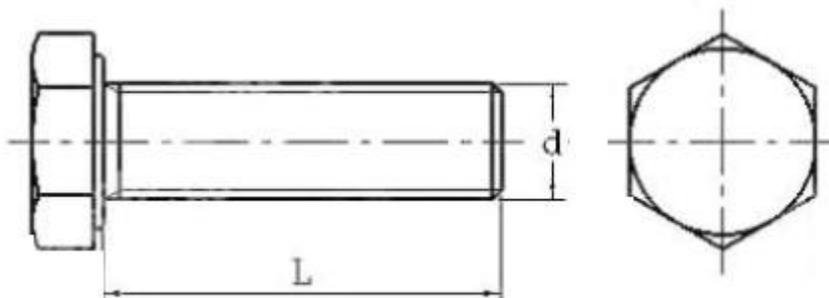
HI304

BULÓN HEXAGONAL

80.04.XX

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



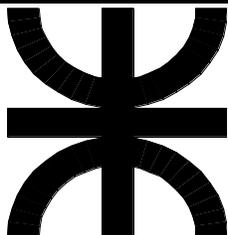
ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	DIÁMETRO "D"	PASO	LONGITUD "L"
1	80.04.01	DIN 933 calidad 8.8	16 mm	2	60 mm
2	80.04.03	DIN 933 calidad 8.8 zincado	24 mm	3	50 mm
3	80.04.04	DIN 933 calidad 8.8 zincado	20 mm	2,5	80 mm
4	80.04.09	DIN 933 calidad 8.8 zincado	10 mm	1,5	70 mm
5	80.04.11	DIN 933 calidad 8.8 zincado	12 mm	1,75	70 mm

Nota: DIN933 = rosca largo total.

OP. ANT.N°: HI303 BRIDA SLIP-ON

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir longitud		Ver tabla	Calibre 1/20	10/Lote
2	Medir diámetro		Ver tabla	Calibre 1/20	10/Lote
3	Medir paso		Ver tabla	Peine de rosca	10/Lote
4	Verificar calidad		Ver tabla	Visual	10/Lote
5	Verificar estado material		Sin oxidación	Visual	10/Lote

PROX. OP.N°: HI305 TUERCA HEXAGONAL



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI305

TUERCA HEXAGONAL

80.04.XX

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

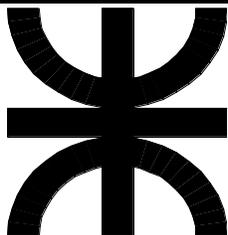


ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	DIÁMETRO "D"
1	80.04.02	Calidad 8.8	16 mm
2	80.04.05	Calidad 8.8 zincado	20 mm
3	80.04.12	Calidad 8.8 zincado	12 mm
4			

OP. ANT.N°: HI304 BULÓN HEXAGONAL

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro interior		Ver tabla	Calibre 1/20	10/Lote
2	Verificar paso rosca		Enroscar bulón según tabla	Bulón métrico	10/Lote
3	Verificar calidad		Ver tabla	Visual	10/Lote

PROX. OP.N°: HI306 ARANDELA PLANA



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI306

ARANDELA BISELADA

80.04.XX

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	DIÁMETRO "D"
1	80.04.06	DIN 125 Calidad 8.8 zincado	20 mm
2	80.04.10	DIN 125 Calidad 8.8 zincado	10 mm
3			
4			

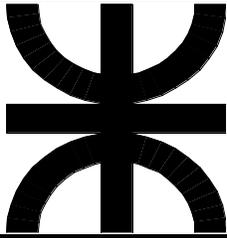
OP. ANT.N°: HI305

BULÓN HEXAGONAL

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro interior		Ver tabla	Calibre 1/20	10/Lote
2	Verificar calidad		Ver tabla	Visual	10/Lote
3					

PROX. OP.N°: HI307

SELLO TIPO CUERDA BUNA REDONDA 8 MM



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI307

SELLO TIPO CUERDA BUNA REDONDA 8 MM

80.05.04

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW



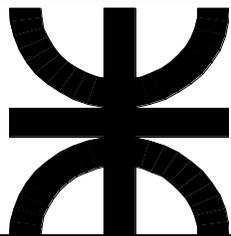
OP. ANT.Nº: HI306

ARANDELA BISELADA

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro		8 mm	Calibre 1/20	1/1
2	Medir largo		1680 mm	Cinta	1/1
3	Verificar estado material		Sin daños superficiales	Visual	1/1

PROX. OP.Nº: HI308

MEDIA CUPLA



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

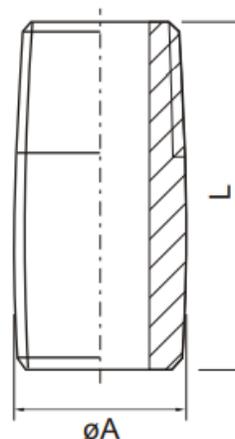
HI308

MEDIO NIPLE

80.02.XX

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

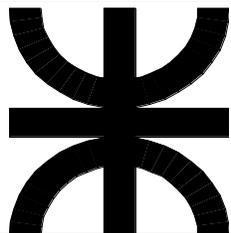


ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	DIÁMETRO "A"	LARGO "L"	ROSCA
1	80.02.06	AISI 304	21,3 mm	50 mm	BSP 1/2"
2					
3					
4					

OP. ANT.N°: HI307 SELLO TIPO CUERDA BUNA REDONDA 8 MM

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro "A"		Ver tabla	Calibre 1/20	1/1
2	Medir largo "L"		Ver tabla	Calibre 1/20	1/1
3	Verificar rosca		Ver tabla	Peine de rosca	1/1
4	Verificar material		Ver tabla	Visual	1/1

PROX. OP.N°: HI309 MEDIA CUPLA



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

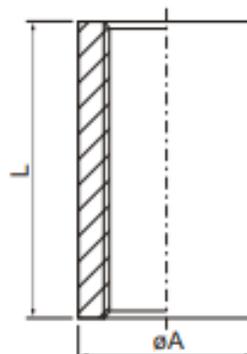
HI309

MEDIA CUPLA

80.02.XX

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW

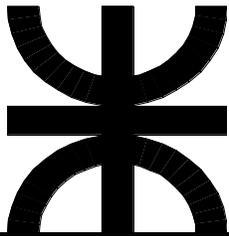


ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	DIÁMETRO "A"	LARGO "L"	ROSCA
1	80.02.05	S-150 DIN 2999 SAE1010	29 mm	48 mm	BSP 1/2"
2	80.02.07	S-150 DIN 2999 AISI 304	27 mm	80 mm	BSP 1/2"
3					
4					

OP. ANT.N°: HI308 MEDIO NIPLE

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro "A"		Ver tabla	Calibre	1/1
2	Medir largo "L"		Ver tabla	Calibre	1/1
3	Verificar rosca		Ver tabla	Peine de rosca	1/1
4	Verificar material		Ver tabla	Visual	1/1

PROX. OP.N°: HI310 AUTOPERFORANTE HEXAGONAL 4,2x19 MM



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

**HI310**

**AUTOPERFORANTE HEXAGONAL 4,2x19 MM**

**80.04.05**

**MÁQUINA O EQUIPO:**

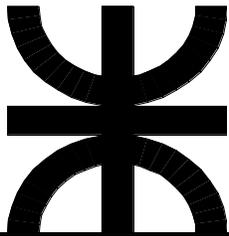
EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



**OP. ANT.N°: HI309      MEDIA CUPLA**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro de rosca		4,2 mm	Calibre 1/20	1/Lote
2	Medir longitud rosca		19 mm	Calibre 1/20	1/Lote

**PROX. OP.N°: H311      CANCAMO HEMBRA M10**



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

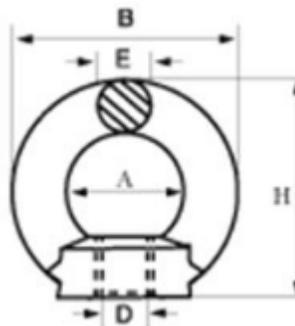
HI311

CANCAMO HEMBRA M10

80.04.07

MÁQUINA O EQUIPO:

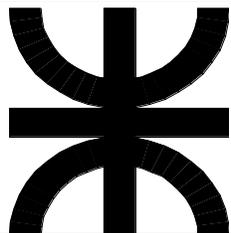
EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



OP. ANT.Nº: HI310 AUTOPERFORANTE HEXAGONAL 4,2x19 MM

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir sección "E"		4,2 mm	Calibre 1/20	1/1
2	Verificar rosca interna		Enroscar bulón M10 x 1,5	Visual	1/1

PROX. OP.Nº: HI312 TERMÓMETRO ANALÓGICO BIMETÁLICO 0-100 °C SALIDA INFERIOR BSP 1/2"



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI312

TERMÓMETRO ANALÓGICO BIMETÁLICO 0-100 °C  
SALIDA INFERIOR BSP 1/2" VAINA 100 MM

80.01.05

MÁQUINA O EQUIPO:

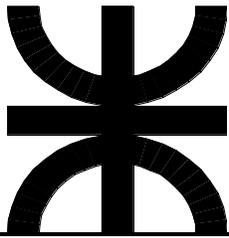
EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW



OP. ANT.Nº: HI311      CANCAMO HEMBRA M10

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Verificar rango de temperaturas		0-100 °C	Visual	1/1
2	Medir largo vaina		100 mm	Calibre 1/20	1/1
3	Medir rosca de niple		BSP 1/2"	Peine rosca	1/1

PROX. OP.Nº: HI313      VÁLVULA MARIPOSA PASO TOTAL AISI304 1/2"



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

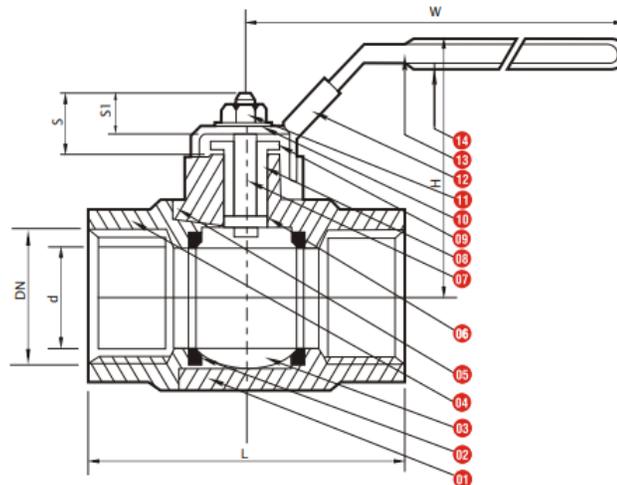
HI313

VÁLVULA MARIPOSA PASO TOTAL AISI304 1/2"

80.01.06

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

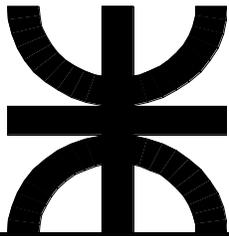


DN	d (mm)	L (mm)	H (mm)	W (mm)	S (mm)	S1 (mm)	X (mm)	N (mm)	P (mm)	Torque (kgf/cm)
1/2"	15	57	53	95	16,5	10,2	5	12,5	28,5	54

OP. ANT.Nº: HI312      TERMÓMETRO ANALÓGICO BIMETÁLICO 0-100 °C SALIDA INFERIOR BSP 1/2"

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir rosca		BSP 1/2"	Peine de roscas	1/1
2	Verificar modelo		PASO TOTAL 1/2"	Visual	1/1
3	Verificar material		AISI 304	Visual	1/1

PROX. OP.Nº: HI314      INDICADOR DE NIVEL VISUAL REFLEX



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

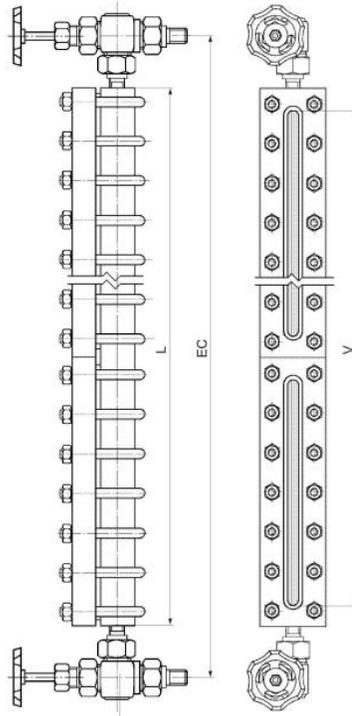
HI314

INDICADOR DE NIVEL VISUAL REFLEX

80.01.07/08

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW

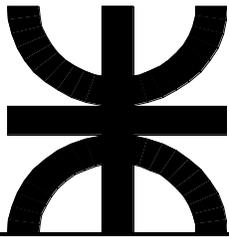


ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	LARGO "EC"	ROSCA
1	80.01.07	Modelo 11 R 20	285 mm	½" BSP
2	80.01.08	Modelo 15 R 20	390 mm	½" BSP

OP. ANT.N°: HI313 VÁLVULA MARIPOSA PASO TOTAL AISI304 ½"

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir distancia entre centros "EC"		Ver tabla	Calibre 1/20	1/1
2	Medir rosca conexión		Ver tabla	Peine de roscas	1/1
3					

PROX. OP.N°: HI315 VÁLVULA DE SEGURIDAD 1"



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI315

VÁLVULA DE SEGURIDAD 1"

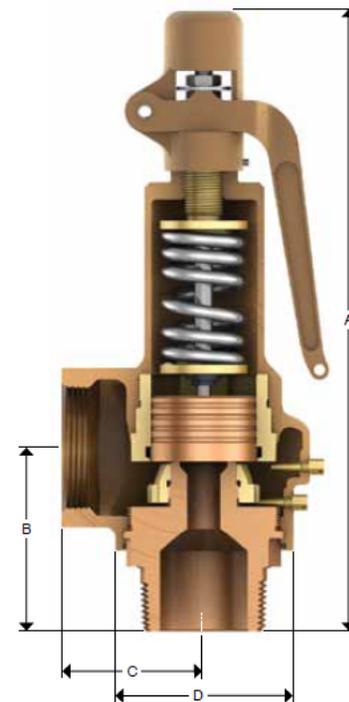
80.01.10

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW

## Dimensiones y Pesos

Medida		Unid.	A	B	C	D	Altura mínima de montaje	Peso (aprox.)
pulg.	mm.							
1/2	13	pulg. mm.	6 5/8 168.3	2 5/16 58.7	1 1/4 31.8	1 15/16 49.2	8 1/4 209.6	2.0 Lb 0.9 Kg
3/4	19	pulg. mm.	6 5/8 168.3	2 5/16 58.7	1 1/4 31.8	1 15/16 49.2	8 1/4 209.6	2.0 Lb 0.9 Kg
1	25	pulg. mm.	7 177.8	2 9/16 65.1	1 7/16 36.5	2 1/8 54.0	8 5/8 219.1	3.0 Lb 1.4 Kg
1 1/4	32	pulg. mm.	8 7/8 225.4	2 15/16 74.6	1 13/16 46.0	2 3/4 69.9	10 3/4 273.1	4.6 Lb 2.1 Kg
1 1/2	38	pulg. mm.	9 5/8 244.5	3 1/8 79.4	2 1/8 54.0	3 3/8 85.7	11 5/8 295.3	7.8 Lb 3.5 Kg
2	51	pulg. mm.	11 1/8 282.6	3 9/16 90.5	2 5/8 66.7	4 1/8 104.8	13 3/8 339.8	10.6 Lb 4.8 Kg
2 1/2	64	pulg. mm.	12 13/16 325.4	4 1/16 103.2	3 1/4 84.1	4 7/8 123.8	15 1/8 384.2	17.8 Lb 8.1 Kg



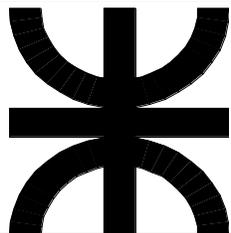
OP. ANT.Nº: HI314

INDICADOR DE NIVEL VISUAL REFLEX

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Verificar modelo		Walworth – 2B10	Visual	1/1
2	Medir diámetro conexión		1"	Calibre	1/1
3	Verificar material		Bronce	Visual	1/1

PROX. OP.Nº: HI316

VÁLVULA GLOBO AISI 316 1"



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI316

VALVULA GLOBO

80.01.XX

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

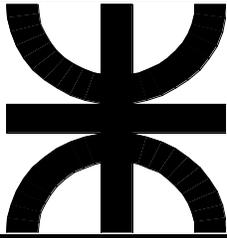


ITEM	N° PIEZA	MATERIAL	CONEXIÓN	LARGO
1	80.01.11	AISI 314	1"	72
2				

OP. ANT.N°: HI315 VÁLVULA DE SEGURIDAD 1"

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro de conexión		1"	Calibre 1/20	1/1
2	Verificar material		AISI 316	Visual	1/1
3	Medir largo de la llave		72 mm	Calibre 1/20	1/1

PROX. OP.N°: HI317 SENSOR TEMPERATURA PT100 3 HILOS VAINA ACERO INOX. 6,35 X 100 MM



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI317

SENSOR TEMPERATURA PT100 3 HILOS VAINA INOXIDABLE 6,35 X 100 MM

80.03.01

MÁQUINA O EQUIPO:

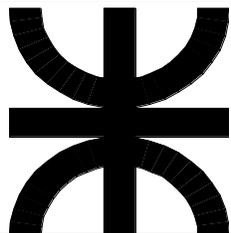
EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



OP. ANT.Nº: HI316 VÁLVULA GLOBO

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Verificar cantidad de hilos		3	Visual	1/1
2	Medir largo vaina		100 mm	Calibre 1/20	1/1

PROX. OP.Nº: HI318 SENSOR CONDUCTÍMETRO TDS-IL-A



## HOJA DE INSPECCION

**OPERACIÓN**

**DESCRIPCIÓN**

**COD. PIEZA**

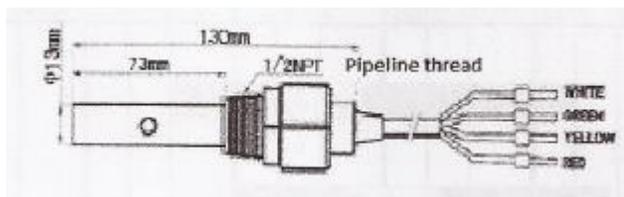
**HI318**

**SENSOR CONDUCTÍMETRO TDS-IL-A**

**80.03.02**

**MÁQUINA O EQUIPO:**

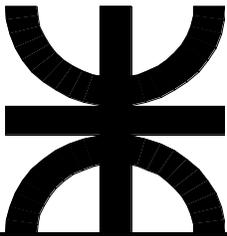
EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



**OP. ANT.N°: HI317      SENSOR TEMPERATURA PT100 3 HILOS VAINA ACERO INOX. 6,35 X 100 MM**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Verificar modelo	Etiqueta	Schneider TDS-IL-A	Visual	1/1
2	Medir rosca conector		BSP 1/2	Calibre 1/20	1/1
3	Verificar entrada conexión eléctrica	Etiqueta	AC 220V 50/60Hz	Visual	1/1
4	Verificar salida conexión eléctrica	Etiqueta	4-20 mA, 2 cables	Visual	1/1

**PROX. OP.N°: HI319      SENSOR DE CAUDAL IFM SI5000**



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

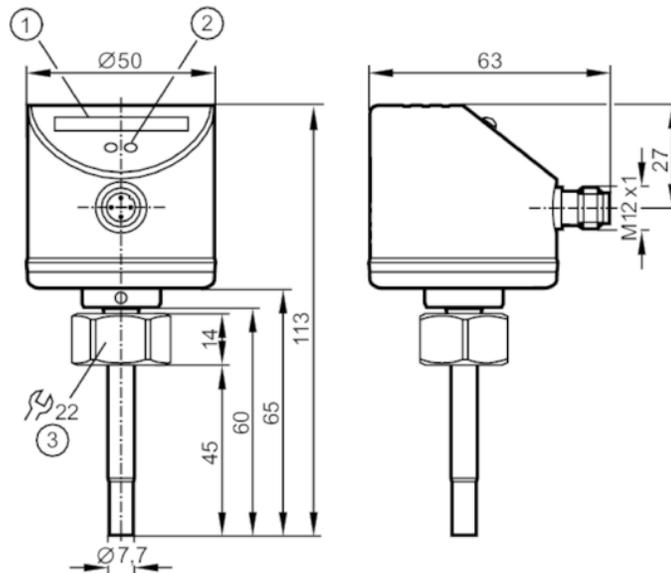
HI319

SENSOR DE CAUDAL IFM SI5000

80.03.03

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



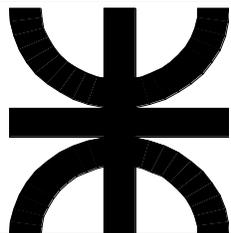
OP. ANT.Nº: HI318

SENSOR CONDUCTÍMETRO TDS-IL-A

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Verificar modelo		SI5000	Visual	1/1
2	Medir conector		BSP ¼"	Calibre 1/20	1/1
3	Medir vaina		45 mm	Calibre 1/20	1/1
4	Verificar salida conexión eléctrica		4-20 mA, 2 cables	Visual	1/1

PROX. OP.Nº: HI320

TRANSDUCTOR DE PRESIÓN ANALÓGICO 4-20 mA



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI320

TRANSDUCTOR DE PRESIÓN ANALÓGICO 4-20 mA

80.03.04

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



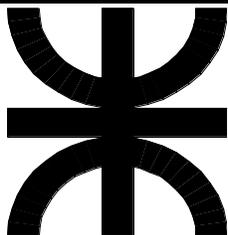
OP. ANT.Nº: HI319

SENSOR DE CAUDAL IFM SI5000

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Verificar modelo		XMLG025D21	Visual	1/1
2	Medir conexión		BSP 1/4 “	Calibre 1/20	1/1
3	Verificar conexión eléctrica		1 conector macho M12	Visual	1/1
4	Verificar salida eléctrica		4-20 mA, 2 cables	Visual	1/1

PROX. OP.Nº: HI321

BOMBA CENTRÍFUGA LOWARA



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

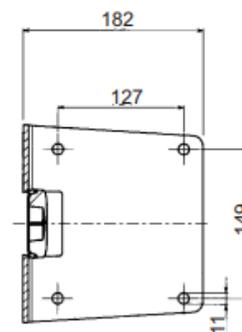
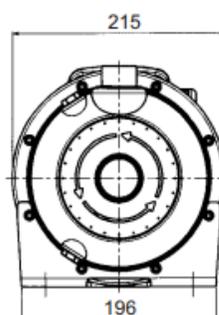
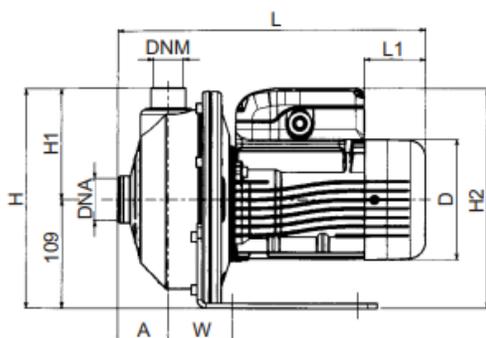
HI321

BOMBA CENTRÍFUGA

80.01.01

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



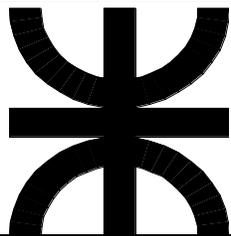
OP. ANT.Nº: HI320

TRANSDUCTOR DE PRESIÓN ANALÓGICO 4-20 mA

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir longitud "L"		311 mm	Cinta métrica	1/1
2	Medir altura de conexión de salida "H"		220 mm	Cinta métrica	1/1
3	Medir conexión de entrada "DNA"		1 ¼"	Calibre 1/20	1/1
4	Medir conexión de salida "DNM"		1"	Calibre 1/20	1/1
5	Controlar modelo y tensión		Lowara CEAM 70/3 220 V	Visual	1/1

PROX. OP.Nº: HI322

VENTILADOR AXIAL DE PANEL MOD. 3CA 1 HP 1500 RPM



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

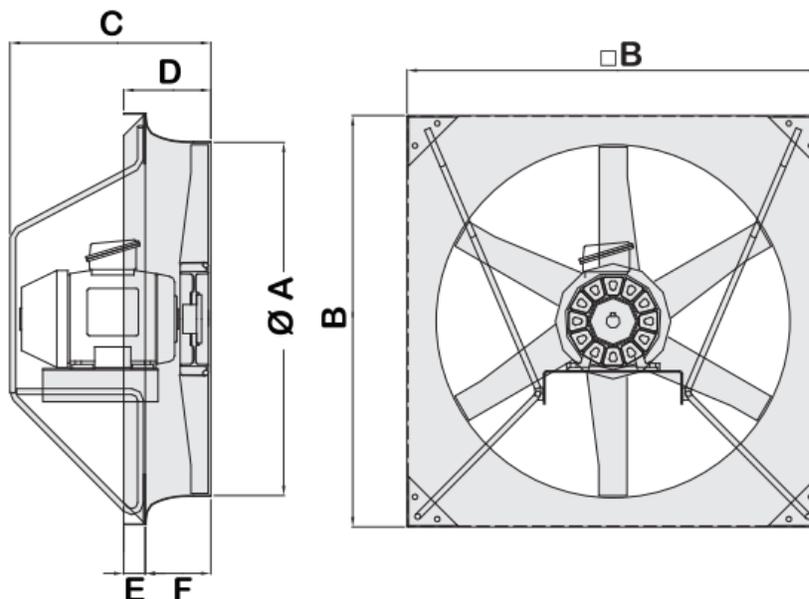
HI322

VENTILADOR AXIAL DE PANEL MOD. 3CA 1 HP  
1500 RPM

80.01.02

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW

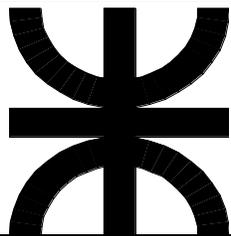


Tamaño	Superficie Orificio (m <sup>2</sup> )	A	B	C*	D	E	F	Peso sin motor (kg**)
900	0.636	900	1016	524	176	45	131	15

**OP. ANT.Nº: HI321 BOMBA CENTRÍFUGA**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir ancho del ventilador "B"		1016 mm	Cinta	1/1
2	Medir diámetro de boca de ventilación "A"		900 mm	Cinta	1/1
3	Verificar potencia y rpm de motor	Etiqueta	1 HP 1500 rpm	Visual	1/1

**PROX. OP.Nº: HI323 VÁLVULA MODULANTE 2 VÍAS NEUMÁTICA**



## HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI323

VÁLVULA MODULANTE 2 VÍAS NEUMÁTICA

80.01.03

MÁQUINA O EQUIPO:

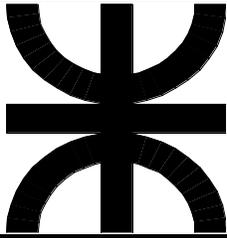
EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW



OP. ANT.Nº: HI322 VENTILADOR AXIAL DE PANEL MOD. 3CA 1 HP 1500 RPM

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir diámetro de bridas		2"	Calibre 1/20	1/1
2	Verificar cierre y apertura de la válvula		Abrir y cerrar válvula	Visual	1/1
3	Verificar corriente de accionamiento eléctrico	Etiqueta	4-20 mA	Calibre	1/1

PROX. OP.Nº: HI324 VÁLVULA DE EXPANSIÓN MANUAL



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HI324

VÁLVULA DE EXPANSIÓN MANUAL

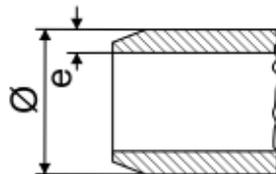
80.01.04

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 KW



Conexión



Soldadura ANSI (B 36.10 Schedule 40)

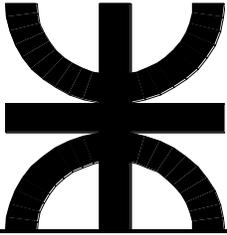
Denominación	Conex. mm	Conex. In.	Ø	e
Vex -1/2"	15	½	21.30	2.77
Vex -3/4"	20	¾	23.70	2.87
Vex -1"	25	1	33.40	3.38
Vex -1 ¼"	32	1 ¼	42.20	3.56
Vex -1 ½"	40	1 ½	48.30	3.68
Vex -2"	50	2	60.30	3.56

OP. ANT.Nº: HI323 VÁLVULA MODULANTE 2 VÍAS NEUMÁTICA

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Verificar modelo		HECAM Vex	Visual	1/1
2	Medir conexión		1"	Calibre 1/20	1/1
3					

PROX. OP.Nº: -

-



# HOJA DE INSPECCION

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

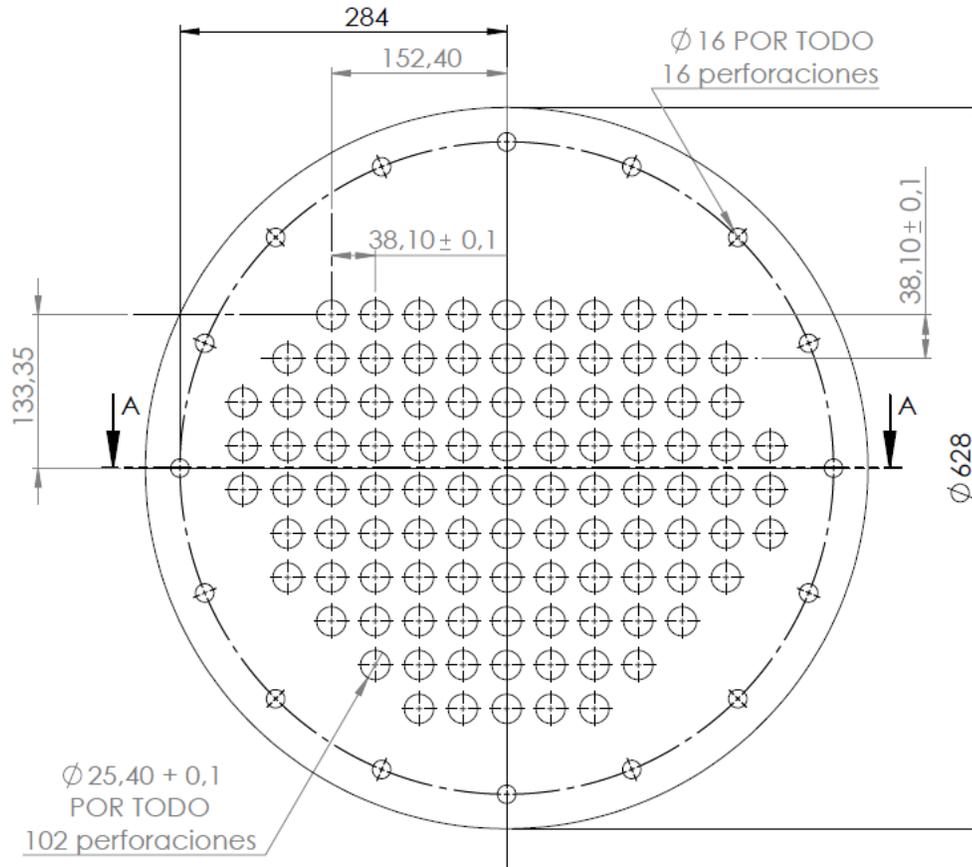
HI330

PLACA PORTATUBOS

829-003-0009

MÁQUINA O EQUIPO:

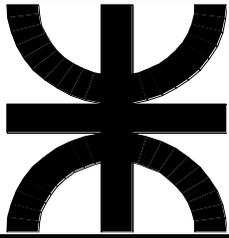
EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



OP. ANT.N°: -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Verificar cantidad de perforaciones para tubos		102 perforaciones	Visual	1/1
2	Medir separación entre perforaciones		38,1 mm	Calibre 1/20	1/10
3	Medir espesor		8 mm	Calibre 1/20	1/1
4	Verificar material		AISI304	Visual	1/1

PROX. OP.N°: -



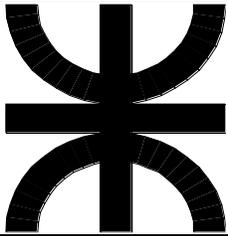
# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
	ABSORBEDOR PARA EQUIPO DE 29KW	

MAQUINA O EQUIPO:

Equipo de Refrigeración por Absorción 29Kw





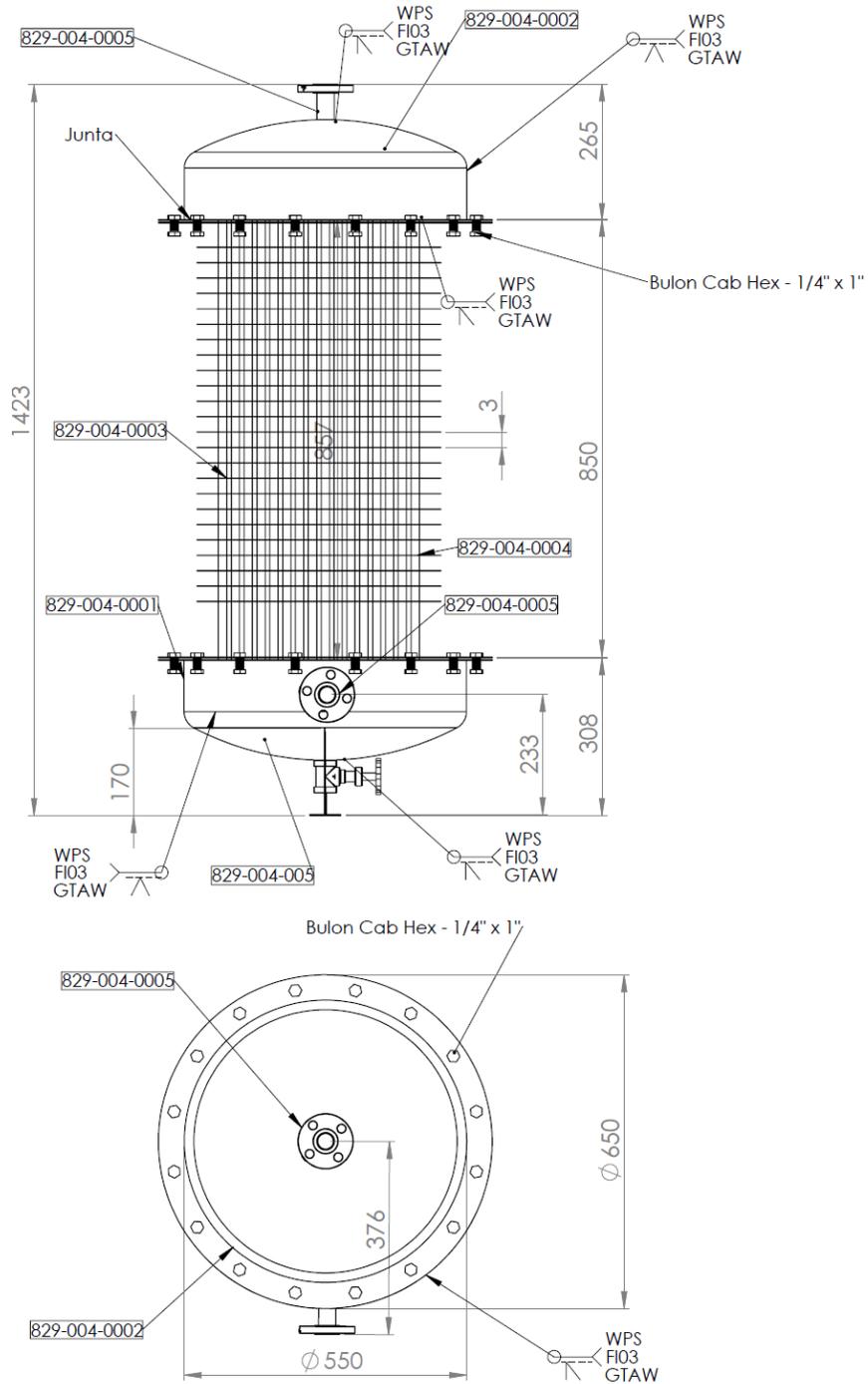
# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

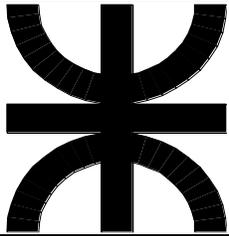
OPERACION	DESCRIPCION	COD. PIEZA
-----------	-------------	------------

	<b>ABSORBEDOR PARA EQUIPO DE 29KW</b>	
--	---------------------------------------	--

MAQUINA O EQUIPO:

Equipo de Refrigeración por Absorción 29Kw





# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACION

DESCRIPCION

COD. PIEZA

ABSORBEDOR PARA EQUIPO DE 29KW

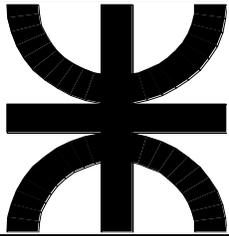
MAQUINA O EQUIPO:

Equipo de Refrigeración por Absorción 29Kw

OP. ANT.N°:

-

N °	DESCRIPCION:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACION	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir Diámetro de Tubo		Tubos Sin costura 16mm - 1,5mm A 554	Calibre	Medir Diámetro
2	Medir Espesor de Tubo		1,5mm	Calibre	Medir Espesor
3	Verificar Calidad		AISI 304 / A554	Visual	Verificar Calidad
4	Contar Total de Espiras		17 revoluciones	Visual	1/1
5	Verificar Paso		50mm	Calibre	1/1
6	Verificar Sentido de Hélice		Derecha	Visual	1/1
7	Material del resorte		Calidad comercial	Visual	1/1
8	Longitud del Resorte		855mm	Visual	1/1
9	Medir Diámetro de Casquete		Exterior = 550mm	Cinta	1/1
10	Verificar Espesor Casquete		2mm	Visual	1/1
11	Verificar imperfecciones		-	Visual	1/1
12	Verificar Calidad		AISI 304 / A240 ASME VIII DIV I	Visual	1/1
13	Medir Longitud de Chapa		475mm +/- 1mm	Cinta	1/1
14	Medir Ancho de Chapa		475mm +/- 1mm	Cinta	1/1
15	Medir Espesor de Chapa		Chapa N° 24 – 0,55mm	Calibre	1/1
16	Verificar Calidad de chapa		Calidad Comercial	Visual	1/1
16	Verificar Cantidad de Agujeros		72 perforaciones	Visual	1/1
17	Medir largo total de reducción		51mm	Calibre	1/1



# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACION

DESCRIPCION

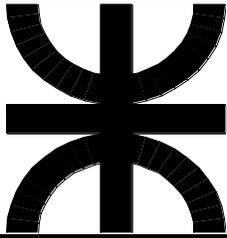
COD. PIEZA

ABSORBEDOR PARA EQUIPO DE 29KW

MAQUINA O EQUIPO:

Equipo de Refrigeración por Absorción 29Kw

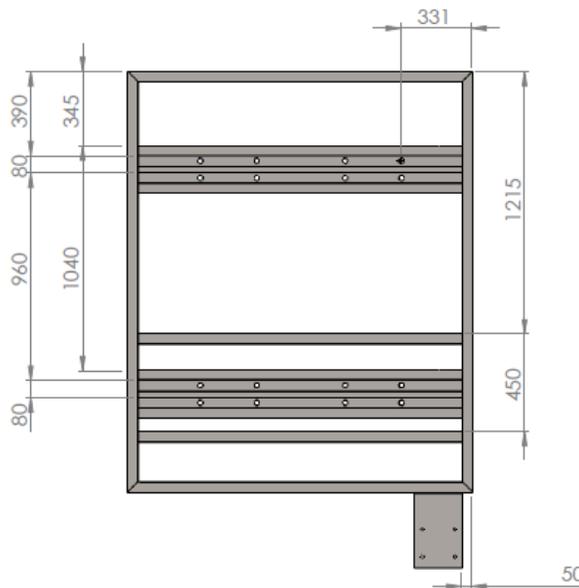
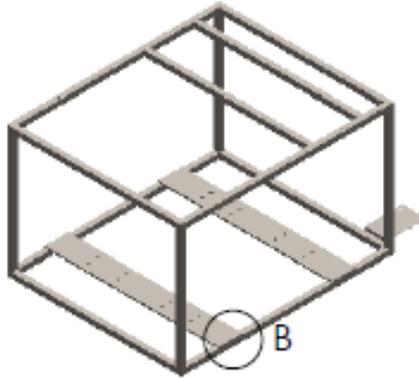
N °	DESCRIPCION:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACION	INST. CNTR.	FREC.
18	Medir Diámetro de Perforaciones		16mm +/-0,5mm	Calibre	1/1
19	Medir Longitud de Chapa		1500mm +/- 1mm	Cinta	1/1
20	Medir Ancho de Chapa		3000mm +/- 1mm	Cinta	1/1
21	Medir Espesor de Chapa		2mm	Calibre	1/1
22	Verificar Calidad		AISI 304 – SA 240	Visual	1/1
23	Medir Diámetro de Tubo de conexion		Tubos Sin costura 33.4mm	Calibre	1/1
24	Medir Espesor de Tubo		SCH 5 – 1.65mm	Calibre	1/1
25	Verificar Calidad		AISI 304 / A554	Visual	1/1
26	Medir Diámetro de Interior brida		33.4mm	Calibre	1/1
27	Verificar Medida		1”	Calibre	1/1
28	Verificar Calidad		AISI 304	Visual	1/1
29	Medir Espesor de Chapa Cuna		6mm	Calibre	1/1
30	Verificar Calidad		AISI 304 – SA 240	Visual	1/1
31	Verificar medidas según plano		VER PLANO	Cinta	1/1
32	Verificar Soldaduras según plano		VER PLANO	Visual	1/1



# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HI601	ESTRUCTURA INFERIOR	829-006-0002

**MÁQUINA O EQUIPO:** EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

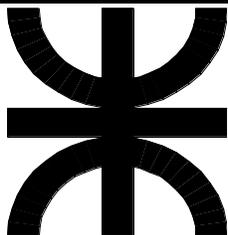


NOTA: TODAS LAS UNIONES SOLDADAS A TOPE  
MANTENER ESCUADRA Y PARALELISMO.

**OP. ANT.Nº: HI600      ESTRUCTURA SUPERIOR**

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Medir longitud		1950 mm	Cinta	1/1
2	Medir altura		1200 mm	Cinta	1/1
3	Medir ancho		1600 mm	Cinta	1/1

**PROX. OP.Nº:** -      -



# HOJA DE OPERACIÓN, INSPECCION Y ENSAYO

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

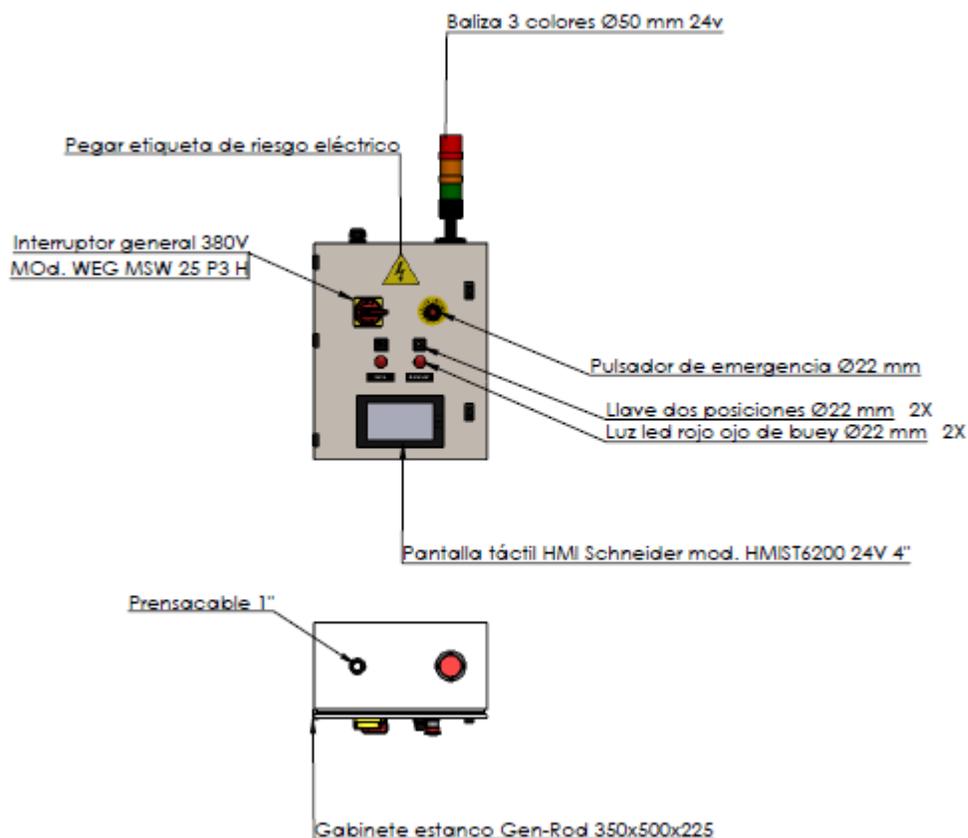
HI800

TABLERO ELÉCTRICO

829-008-0000

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

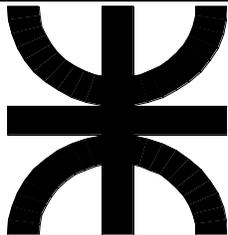


OP. ANT.Nº: - -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Controlar funcionamiento del tablero		220 V/24 V	Visual	1/1
2	Verificar normas de seguridad, etiquetado		Según plano	Visual	1/1
3					

PROX. OP.Nº: - -

Controlar funcionamiento conectando el tablero con el trafo correspondiente. Probar llaves térmicas, interruptor general, pulsador de emergencia, llaves. Verificar funcionamiento de baliza.



## HOJA DE ENSAYO

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

HE300

PRUEBA HIDROSTÁTICA CUERPO DEL CASCO

829-003-0001

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

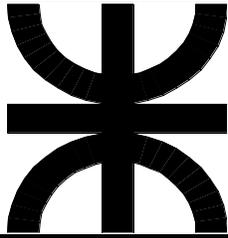


OP. ANT.Nº: - -

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Conectar hidráulicamente bomba presurizadora a cuerpo del casco por bridas. Colocar tapas en medio niples.				
2	Prender bomba presurizadora hasta llenar con agua limpia.		1,5 kg/cm <sup>2</sup> durante 10 min.		
3	Verificar no existan fugas de agua por los cordones de soldadura (humedad).		Sin fugas	Visual	1/1
4	Vaciar equipo.				
5	Desconectar hidráulicamente bomba presurizadora a cuerpo del casco por bridas.				

PROX. OP.Nº: HE301

PRUEBA HIDRÁULICA CASQUETES Y HAZ DE TUBOS



## HOJA DE ENSAYO

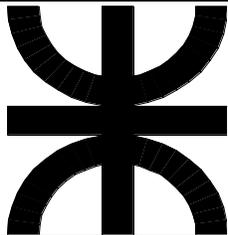
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	COD. PIEZA
HE300	PRUEBA HIDROSTÁTICA CUERPO DEL CASCO	829-003-0001

**MÁQUINA O EQUIPO:**

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

**PTA. PUNTO:** Juntas y conexiones deben estar libres de aceites, grasas, pinturas y cualquier otra contaminación que pueda interferir y enmascarar una pérdida.

**EJECUCION:** Conectar la bomba circuladora en las entradas del cuerpo del casco y a la línea de agua potable. Encender la bomba presurizadora y llenar el equipo de agua limpia. Mientras se encuentra en funcionamiento, verificar visualmente que no existan fugas de agua dentro del cuerpo del casco. Apagar bomba presurizadora, vaciar equipo y desconectar hidráulicamente.



## HOJA DE ENSAYO

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

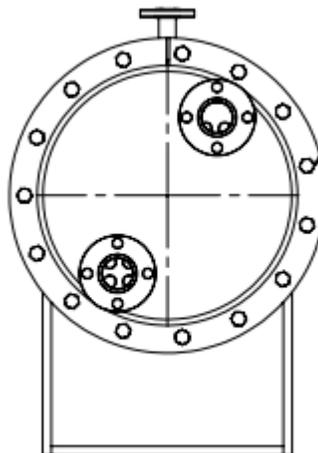
HE301

PRUEBA HIDROSTÁTICA CASQUETES Y HAZ DE TUBOS

829-003-0000

MÁQUINA O EQUIPO:

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW



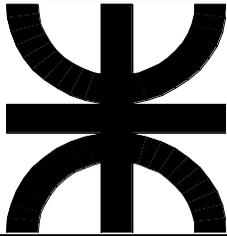
OP. ANT.Nº: HE300 PRUEBA HIDRÁULICA CUERPO DEL CASCO

N °	DESCRIPCIÓN:	DISPOSITIVO:	ESPECIFICACIÓN	INST. CNTR.	FREC.
1	Conectar hidráulicamente bomba presurizadora a conexiones del casquete.				
2	Prender bomba presurizadora. Llenar con agua limpia,		1,5 kg/cm <sup>2</sup> Durante 10 min.		
3	Verificar no existan fugas de agua por los cordones de soldadura ni sellos (humedad).		Sin fugas	Visual	1/1
4	Vaciar el equipo.				
5	Desconectar hidráulicamente bomba presurizadora a conexiones del casquete.				

PROX. OP.Nº: -

**PTA. PUNTO:** Juntas y conexiones deben estar libres de aceites, grasas, pinturas y cualquier otra contaminación que pueda interferir y enmascarar una pérdida.

**EJECUCION:** Conectar la bomba circuladora en las conexiones del casquete y a la línea de agua potable. Encender la bomba presurizadora y llenar de agua limpia. Mientras se encuentra en



## HOJA DE ENSAYO

OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN

COD. PIEZA

**HE301**

**PRUEBA HIDROSTÁTICA CASQUETES Y HAZ DE TUBOS**

**829-003-0000**

**MÁQUINA O EQUIPO:**

EQUIPO ENFRIAMIENTO DE AGUA POR CICLO DE ABSORCIÓN – MOD. 29 kW

funcionamiento, verificar visualmente que no existan fugas de agua entre placa portatubos y la brida. Apagar bomba presurizadora, vaciar equipo y desconectar hidráulicamente.

#### ***4.4. Listados de materiales***

El listado de materiales contiene todas las materias primas, componentes y accesorios requeridos para la fabricación del Equipo.

El mismo se presentará en una tabla que estará dividida por partes que componen al Equipo y con sus respectivas características técnicas. Además, se describe el número de Hoja de Inspección anteriormente presentada correspondiente a cada material o componente.

También se indica el proveedor principal junto con el precio unitario y en la cantidad necesaria.

A continuación, se anexa la tabla con el listado de materiales del Equipo:

Listado de Materiales   Equipo Refrigeración 29kW												Costo		
N° pieza	Sección	Denominación	HI	Especificación técnica	Tipo	Cant.	Unidad	Cant.	Unidad	Posible Proveedor	Observaciones	Precio unitario	TOTAL	
829-001-0000	Generador	Intercambiador Casco y Tubo Generador - Equipo de 29 kW	HI100	Intercambiador tipo Casco y Tubos Construido de Acero Inoxidable AISI304L (lado BrLi) y Acero F24 (lado H2O) Potencia frigorífica: 41,38 kcal/hs Presión operación: 10.000 Pa = 0,101 kg/cm2 Pintura Epoxi RAL 5015 Tubos de 1" con largo de 1.500 mm Sello tipo cuerda Buna redondo diam. 10mm <u>Por tubos:</u> Fluido: H2O Caudal: 8900 lts/hs Temperatura entrada: 99 °C Temperatura salida: 96 °C Conexiones: brida Slip On de 2" <u>Por casco:</u> Fluido: BrLi Caudal: 45 lts/hs Temperatura entrada: 82 °C Temperatura salida: 94 °C Conexiones: brida Slip On de 1"	Compra				1	u		Metalúrgica Funes	1192,84	1192,84
829-002-0000	Condensador	Condensador	HI200	Intercambiador tipo Condensador Aletado Construido de Acero Inoxidable AISI304L (tubos conteniendo refrigerante y Acero F24 (aletas) Potencia frigorífica: 29,06kcal/hs Presión operación: 10.000 Pa = 0,101 kg/cm2 Pintura Epoxi RAL 5015 (Bridas y Patas) Por tubos: Fluido: H2O Caudal: 0,012 Kg/s Temperatura entrada: 96 °C Temperatura salida: 45 °C Conexiones: brida Slip On de 1" <u>Medidas Generales: 1150 x 518 x 276 - 120Kg</u>	Compra				1	u		Thermodin	590,54	590,54
829-003-0000	Evaporador	Intercambiador Casco y Tubo Evaporador - Equipo de 29 kW	-	Intercambiador tipo Casco y Tubos Construido de Acero Inoxidable AISI304L (lado BrLi) y Acero F24 (lado H2O) Potencia frigorífica: 29.000 kcal/hs Presión operación: 10.000 Pa = 0,101 kg/cm2 Pintura Epoxi RAL 5015 Tubos de 1" con largo de 1.500 mm Sello tipo cuerda Buna redondo diam. 10mm <u>Por tubos:</u> Fluido: H2O Caudal: 5000 lts/hs Temperatura entrada: 12 °C Temperatura salida: 7 °C Conexiones: brida Slip On de 2" <u>Por casco:</u> Fluido: BrLi Caudal: 45 lts/hs Temperatura entrada: 5 °C Temperatura salida: 5 °C Conexiones: brida Slip On de 1"	Manufactura				1	u			1741,28	1741,28
829-004-0000	Absorbedor	Absorbedor	HI400	Intercambiador tipo Casco y tubo de película descentente Construido de Acero Inoxidable AISI304L (tubos conteniendo refrigerante y Acero F24 (aletas) Potencia frigorífica: 41,06kcal/hs Presión operación: 650 Pa Pintura Epoxi RAL 5015 (Bridas, Cuerpos y Patas) Por tubos: Fluido: BrLi + H2O Caudal: 0,012 Kg/s refr Temperatura entrada: 64 °C Temperatura salida: 45 °C Conexiones: brida Slip On de 1" <u>Medidas Generales: Ø 650 x 1420 - 328 kg (Vacio)</u>	Compra				1	u		Metalúrgica Funes	1569,96	1569,96
80.01.05	Recuperador	Intercambiador de placas	HI500	Intercambiador de calor a placas Marca: Hassen Modelo: HSC4 Tipo de bastidor: Acero Carbono Pintado Epoxi Cantidad de placas: 20 Material de las placas: AISI 316 L Espesor: 0,5 mm Material de las juntas: EPDM HT Tipo de conexiones: Brida 1"	Compra				1	u		Hassen	950,00	1150,00

829-006-0000	Tablero eléctrico	Tablero eléctrico con pantalla táctil HMI	HI800	Gabinete estanco 450 x 500 x 225 Interruptor de emergencia Pulsador de emergencia Fuente de alimentación 220/24V Llaves de accionamiento manual y ojo de buey Pantalla táctil HMI Schneider mod. HMIST6200 24V 4" PLC Schneider mod. TM251MESC Variador de frecuencia Schneider mod. ATV630 (x2) Con baliza de 3 colores.	Compra	1 u		1 u	Automaciones Eder		1450,00	1450,00
829-006-0001	Estructura	Estructura superior	HI600	Caño estructural cuadrado 50x50x2,5 mm. Pintado con pintura RAL 7010 (gris).	Compra		1 u	Metalúrgica Funes		150,00	150,00	
829-006-0002		Estructura inferior	HI601	Caño estructural cuadrado 50x50x2,5 mm. Incluye soporte bomba centrífuga. Pintado con pintura RAL 7010 (gris).	Compra		1 u	Metalúrgica Funes		240,00	240,00	
829-008-0005	Cañería eléctrica	Caños para conexión eléctrica a tablero	HI809	Caño galvanizado 1/2"	Compra	3,97 m	1 u	Ingeniería Boggio		5,00	19,85	
80.03.10		Curva 90° galvanizada 1/2"	HI810	Accesorio: Curva 90° Galvanizada Diámetro: Ø 1/2"	Compra	5 u	1 u	Ingeniería Boggio		5,00	25,00	
80.03.11		Tee galvanizada 1/2"	HI811	Accesorio: Tee Galvanizada Diámetro: Ø 1/2"	Compra	1 u	1 u	Ingeniería Boggio		5,00	5,00	
80.04.03	Ensamble general	Bulón Hexagonal M24 x 3 x 50 DIN 933	HI304 #2	Bulón hexagonal Tipo M24 Norma DIN 933 Zincado Paso: 3 mm Largo: 50 mm Calidad 8.8	Compra	1 u	16 u	Ferretería	Para montaje equipos.	2,26	36,24	
80.04.04		Bulón Hexagonal M20 x 2,5 x 80 DIN 933	HI 304 #3	Bulón hexagonal Tipo M20 Norma DIN 933 Zincado Paso: 2,5 mm Largo: 80 mm Calidad 8.8	Compra	1 u	4 u	Ferretería	Para montaje válvula.	2,05	8,20	
80.04.05		Tuerca hexagonal M20	HI 305 #2	Tuerca M20 Calidad 8.8 Zincado	Compra	1 u	4 u	Ferretería	Para montaje válvula.	0,40	1,60	
80.04.06		Arandela biselada Ø20	HI 306 #1	Arandela tipo biselada DIN 125 Zincado Ø20	Compra	2 u	4 u	Ferretería	Para montaje válvula.	0,10	0,80	
80.04.07		Autoperforantes hexagonal 4,2 x 19 mm	HI310	Autoperforante hexagonal Ø 4,2 mm Largo: 19 mm	Compra	1 u	4 u	Ferretería		0,02	0,09	
80.04.08		Cáncamo hembra M10	HI311	Cáncamo Tipo: hembra Medida: M10 Calidad: 8.8	Compra	1 u	4 u	Ferretería		1,68	6,74	
80.04.09		Bulón Hexagonal M10 x 1,5 x 70 DIN 933	HI304 #4	Bulón hexagonal Tipo M10 Norma DIN 933 Zincado Paso: 1,5 mm Largo: 70 mm Calidad 8.8	Compra	1 u	4 u	Ferretería	Montaje cáncamo	0,42	1,70	
80.04.10		Arandela biselada Ø10	HI 306 #2	Arandela tipo biselada DIN 125 Ø10	Compra	1 u	4 u	Ferretería	Montaje cáncamo	0,08	0,32	
80.01.06		Válvula esférica paso total AISI 316 1/2"	HI313	Válvula esférica Tipo: paso total Material: AISI 304L Conexión: Ø 1/2"	Compra	3 u	2 u	Famiq	SKU: 323080	12,82	76,92	
80.01.07		Indicador de nivel visual Reflex mod. 11 R 20	HI314 #1	Indicador de nivel visual Tipo: antireflex Modelo: 11 R 20 Distancia entre centros: 290 mm Conexión: Ø 1/2"	Compra	1 u	1 u	Comatti		435,00	435,00	
80.01.08		Indicador de nivel visual Reflex mod. 15 R 20	HI314 #2	Indicador de nivel visual Tipo: antireflex Modelo: 15 R 20 Distancia entre centros: 380 mm Conexión: Ø 1/2"	Compra	1 u	1 u	Comatti		506,00	506,00	
80.01.10		Válvula de seguridad	HI315	Valvula de Seguridad de Bronce WALWORTH Modelo B210 - Ø1/2"	Compra	1 u	1 u	Warlworth		50,00	50,00	
80.01.11		Válvula globo 1" AISI316	HI316 #1	Válvula tipo globo Material: acero inoxidable AISI316 Ø1"	Compra	2 u	1 u	Famiq		83,00	166,00	
80.04.11	Bulón Hexagonal M12 x 1,75 x 70 DIN 933	HI 304 #5	Bulón hexagonal Tipo M12 Norma DIN 933 Paso: 1,75 mm Largo: 70 mm Calidad 8.8	Compra	1 u	4 u	Ferretería	Montaje bomba	0,50	2,00		

80.04.12		Tuerca M12	HI 305 #3	Tuerca M12 Calidad 8.8	Compra	1 u	4 u	Ferretería	Para montaje válvula.	0,40	1,60
80.03.01		Sensor temperatura PT100 3 hilos vaina inoxidable 6,35 x 100 mm	HI317	Sensor de temperatura Tipo: PT100 Hilos: 3 Vaina: acero inoxidable Ø6,35 x 100 mm Cable conexión: 3 m	Compra	1 u	1 u	Ingeniería Boggio		49,10	49,10
80.03.02		Conductímetro TDS-IL-A	HI318	TDS-IL-A AC 220V 50/60Hz Rangos de medidas : Conductividad 0,1µs/cm-mS/CM - 0,005ppm-9,99ppt - 0 /50°C	Compra	2 u	1 u	Ingeniería Boggio		120,00	240,00
80.03.03		Sensor de caudal IFM SI5000	HI319	Sensor de caudal Marca: IFM Modelo: SI5000 Rangos temperatura: -25/80 °C	Compra	1 u	1 u	Ingeniería Boggio		325,00	325,00
80.03.04		Transductor de Presion XMLG025D21	HI320	Transductor de Presion Schneider XMLG025D21 Transductor 4...20Ma G 1/4 A (macho) conforme a DIN 3852-E	Compra	2 u	1 u	Ingeniería Boggio		120,00	240,00
80.01.01	Ventilador, válvulas y bomba	Bomba centrífuga Lowara CEAM 70/3	HI321	Bomba centrífuga Marca: Lowara Modelo: CEAM 70/3 Material de carcasa: Acero Inoxidable Tensión: Trifásica -380 V Potencia: 0,37 kW (0,5 HP) Conexión entrada: 1 1/4" Conexión impulsión: 1"	Compra	1 u	1 u	RedMotor		125,00	125,00
80.01.02		Ventilador axial de panel AXP-900-3CA-1-1500	HI322	Ventilador tipo axial de panel Marca: Chicago Blower Modelo: AXP 3CA Tensión: Trifásica - 380 V Motor WEG Potencia: 0,75 kW (1 HP) Caudal: 372 m3/min Tamaño: 900 x 900 x 414 mm	Compra	1 u	1 u	Chicago Blower		483,00	483,00
80.01.03		Válvula modulante 2 vías neumática Genebre	HI323	Válvula de control modulante Marca: GENEBRE Modelo: 2 vías de 2" Comando: 4-20 mA Posicionador neumático Conexión aire: G 1/4" Presión: 1,4 – 7 bar	Compra	1 u	1 u	Genebre		1450,00	1450,00
80.01.04		Valvula de Expansion - HECAM	HI324	Válvula de expansión Tipo: manual Marca: HECAM Conexión: Ø 1" Máxima presión de trabajo: 30 Kg/cm2 Temperatura de trabajo: de -40°C hasta 140°C	Compra	1 u	1 u	Hecam		123,00	123,00
80.05.01	Varios	Pintura RAL 5015	-	Pintura EPOXI Color: RAL 5015 Lata de 3 lts	Compra	2 lts	1 u	Pinturería	2 lts por equipo.	16,00	32,00
80.05.03		Bromuro de litio + Aditivos	-	Bromuro de litio Estado: polvo Con aditivo antioxidante	Compra	217 kg	1 u	-		8,00	1736,00
80.04.13		Electrodos 6010 / 7015	-	Electrodo Tipo: 6010 Modelo: AWS A5.1 E 6010 Largo: 65 mm	Compra	10 kg	1 u	Ferretería		5,00	50,00
80.04.14		Electrodos de inoxidable ER308L	-	Electrodos Clasificación AWS ER 308L Para acero inoxidable Diámetro: 1.6"	Compra	15 kg	1 u	Famiq		20,00	20,00

**Cambio**  
1 USD = 77 ARS

**Costo** USD 14.300,77  
**Total** \$ 1.101.159,30

Listado de Piezas   Evaporador														Costo	
Conjunto	Subconjunto	Pieza	Denominación	HI	Especificación técnica	Tipo	Cant.	Unidad	Cant.	Unidad	Calidad	Proveedor	Observaciones	Precio unit. (m/kg/u)	TOTAL
829-003-0001	829-001-0004	80.02.01	Brida Sorf (Slip On) 304L 33,4 mm (1")	HI303 #1	Brida Tipo: Sorf (Slip On) Material: AISI 304L Norma: S-150 Diámetro: 1"	Compra	1	u	2	u	Acero inox AISI 304L	Famiq	SKU: 302722	18,64	37,28
		829-003-0014	Tubo entrada-salida refrigerante	HI300 #2	Tubo sin costura 33,4 mate SS - 1,65 mm	Manufactura	0,12	m	2	u	Acero inox AISI 304L	Famiq	SKU: 322002	13,03	3,13
		829-001-0007	Cuerpo del casco	HI301 #2	Chapa mate 4mm 2000x6000 (Casco)   Entran 4	Manufactura	56,8	kg	1	u	Acero inox AISI 304L	Famiq	SKU: 306877	4,16	236,29
		829-003-0008	Tubo horizontal para haz	HI300 #3	Tubo sin costura de 1" - 1,5 mm	Manufactura	1,495	m	102	u	Acero inox AISI 304L	Famiq	SKU: 305476	5,17	788,88
		829-003-0009	Placa portatubos	HI330		Compra	1	u	2	u	Acero inox AISI 304L	RMV Metalúrgica	SKU: 330545	120,00	240,00
		80.02.06	Medio niple AISI 304 1/2" x 50 mm	HI308 #1	Medio niple Con costura Material: AISI 304L Norma: DIN 2999 Diámetro: Ø 1/2" Largo: 50 mm	Compra	1	u	3	u	Comercial	Famiq	SKU: 314188	2,48	7,44
		80.02.07	Media cupla S-150 DIN2999 304 1/2" 80 mm	HI309 #2	Media cupla Norma: S-150 Material: AISI304L Diámetro: Ø 1/2" Largo: 80 mm	Compra	1	u	2	u	Comercial	Famiq	SKU: 345042	2,69	5,38
		80.02.03	Casquete semihéptico ASME VIII DIV1 20" - 4,8 mm	HI302	Casquete comercial Tipo: semihéptico ASME VIII DIV1 Diámetro nominal: 20" Espesor: 4,8 mm Material: F24	Compra	1	u	1	u	Comercial	Cintolo		95,14	95,14
		829-003-0011	Brida para tapa con casquete	HI301 #3	Chapa lisa comercial 5/16" 7.92 x 1.500 x 3.000 (Pie)	Manufactura	6,7	kg	2	u	Comercial	Metalúrgica		1,35	18,09
829-003-0003		829-003-0015	Tubo entrada-salida líquido a enfirar	HI300 #1	Tubo sin costura 64 mate SS - 1,65 mm	Manufactura	0,16	m	2	u	Comercial	Francovich/CEM		16,21	5,19
		80.02.02	Brida Sorf (Slip On) acero común 64 mm (2")	HI303 #2	Brida Tipo: Sorf (Slip On) Material: SAE 1010 / F24 Norma: S-150 Diámetro: 2"	Compra	1	u	2	u	Comercial	Francovich/CEM		9,99	19,99
		80.02.05	Media cupla para soldar A-105 S-1500 de BSP 1/2"	HI309 #1	Media cupla Norma: S-1500 Material: SAE 1010 / F24 Diámetro: Ø 1/2" Largo: 80 mm	Compra	2	u	1	u	Comercial	Fittinox/CEM		2,47	4,94
		829-003-0010	Casquete semihéptico ASME VIII DIV1 20" - 4,8 mm	HI302	Casquete comercial Tipo: semihéptico ASME VIII DIV1 Diámetro nominal: 20" Espesor: 4,8 mm Material: F24	Compra	1	u	1	u	Comercial	Cintolo		95,14	95,14
		829-003-0011	Brida para tapa con casquete	HI301 #2	Chapa lisa comercial 5/8" 7.92 x 1.500 x 3.000 (Pie)	Manufactura	6,7	kg	2	u	Comercial	Metalúrgica		1,35	18,09
829-003-0006		829-003-0013	Soporte pie	HI301 #3	Chapa lisa comercial 5/16" 7.92 x 1.500 x 3.000 (Pie)	Manufactura	25	kg	2	u	Comercial	Metalúrgica		1,35	67,50
		829-003-0013	Refuerzo soporte pie	HI301 #4	Chapa lisa comercial 3/8" 9.52 x 1.500 x 3.000 (Ref. pie)	Manufactura	12	kg	2	u	Comercial	Metalúrgica		1,35	32,40
80.04.01			Bulón Hexagonal M16x2x60 DIN933	HI304 #1	Bulón hexagonal Tipo M16 Norma DIN 933 (rosca total) Paso: 2 mm Largo: 60 mm Calidad 8.8	Compra	1	u	32	u	Comercial	Ferretería		0,90	28,80
80.04.02			Tuerca M16	HI305 #1	Tuerca M16 Calidad 8.8	Compra	2	u	32	u	Comercial	Ferretería		0,28	17,60
80.05.04			Sello tipo cuerda Buna redondo Ø8 x 1680 mm	HI307	Cuerda redonda Material: nitrilico (Buna) Dimensión: Ø8 mm Desarrollo: 1680 mm	Compra	1,68	m	2	u	Buna (nitrilico)	Plasticaucho/Jorge Bertola	Art. 2500100	12,00	20,00

## **5. ANÁLISIS ECONÓMICO**

### ***5.1. Introducción***

Es necesario decir, que todo proyecto en particular necesita ser evaluado en distintos puntos de vista para poder determinar la viabilidad de este. Dentro de los principales podemos describir la viabilidad técnica, la legal y la económica.

En los capítulos anteriores se demostraron las justificaciones técnicas y legales para poder fabricar el equipo de absorción necesario y cumplir la necesidad de refrigerar una sala de control. Por ello en el presente apartado se demostrará la viabilidad económica del mismo.

La evaluación de un proyecto está formada por un estudio económico, en la que tiene como finalidad determinar la rentabilidad de este. En este tipo de análisis se trata de conocer las variables económicas que componen el proyecto en sí, comenzando desde las inversiones iniciales, estableciendo los diferentes costos de materiales intervinientes, gastos de fabricación, comercialización entre otros. Los gastos serán evaluados en un periodo de venta indicando los retornos económicos por los que se desean obtener los beneficios esperados.

Por otra parte, en este estudio se expondrán beneficios que componen dicho proyecto, logrando conocer las partes críticas a tratar para lograr una mayor eficiencia en el mismo.

Es necesario recordar que el proyecto final del equipo de absorción aplicado a la refrigeración de una sala de tableros tiene una importancia en la solución técnica por sobre la económica. De igual manera y gracias a la comparativa con los demás precios en el mercado se podrán observar los tiempos de equilibrio entre varias opciones.

En la finalidad del apartado se justificará la viabilidad técnica y económica de este equipo de refrigeración tipo chiller por medio del aprovechamiento calórico característico para un funcionamiento tipo absorción. Sera, probado a través de las distintas variables a analizar.

## 5.2 Formación de Precio

Para comenzar a realizar el estudio económico es necesario conocer los costos que serán necesarios para la elaboración del equipo de absorción de 29Kw.

Todos los valores económicos evaluados son en dólares, teniendo en cuenta que en el momento de redacción el cambio es \$USD 1 = \$ARG 77 (Fecha:10-2020).

Además, se tomará una tasa de interés en dólares del 12% (Tasa Efectiva Anual) y, el capital para la inversión inicial es 100% financiado por la empresa. Las Tasas usadas en este capítulo son “Tasas Reales” (excepto que se aclare)

Para ello es necesario identificar en una primera instancia los costos fijos y variables que componen la elaboración del producto. Los costos fijos aquellos que siempre se pagaran, independiente del nivel de producción del negocio o emprendimiento.

En cambio, los costos variables son aquellos que deben de pagarse para producir productos o prestar tus servicios. Mientras mayor sea el volumen de producción, más costos variables serán. Por ello se decide organizar estos costos de la siguiente forma.

Tabla 5-1 Costos Directos – Indirectos / Variables - Fijos

		COSTOS (\$USD)		
		Directos	Indirectos	Totales
COSTOS	Variables	-	-	
	Fijos	-	-	

Una vez determinados los mismos se determinará una utilidad o beneficio al producto, el cual se sumará a tal costo para poder identificar el ingreso o valor de venta por unidad de producto.

De esta forma calculando el costo marginal del producto podremos identificar la cantidad mínima de ventas en un gráfico de punto de equilibrio.

### **5.1.1. Costos Variable**

Dentro de los costos variables que podemos identificar se exponen los siguientes.

- Materia Prima, insumos, consumibles.
- Mano de Obra Directa
- Energía Eléctricos
- Comisión de venta para vendedor.

#### **5.1.1.1. Materia prima, insumos, consumibles.**

Son todos los materiales que van a ser sometidos a una transformación física o química, para dar origen a un nuevo producto

Es toda aquella que se transforma e incorpora en un producto final. Un producto terminado tiene incluido una serie de elementos y subproductos, que mediante el proceso de transformación permitieron la confección del producto final.

Se define entonces como materia prima, los insumos y consumibles a todos los elementos que se incluyen en la elaboración de un producto.

En nuestro equipo de refrigeración por absorción, se necesita disponer de un orden en los materiales que han de usarse. Estos materiales ya fueron descritos en el capítulo 4-4, de los cuales se añadirán los costos relacionados. En la siguiente tabla se indicarán los gastos de materiales necesarios. En su mayoría tales valorizaciones serán fundamentadas al final del documento a través de las cotizaciones consultadas.

### 5.1.1.2. Mano de Obra:

Los costos de mano de obra están ligados con todos los recursos humanos que intervienen en la fabricación del producto en sí. En otras palabras, podemos distinguir a todas aquellas personas que están en algún proceso de transformar el producto final.

Esta mano de obra directa está relacionada con el proceso productivo del equipo de absorción.

Si bien la confección total del equipo junto con los elementos tercerizados se estima entre 90 a 120 días recibida la orden de compra, el análisis de los costos de la mano de obra, las tareas de inspección, controles, ensayos y armado deberán analizarse para el evaporador, único componente que se construye de inicio a fin en el establecimiento.

Dentro de los procesos productivos del evaporador podemos identificar los tiempos empleados en la siguiente tabla.

Tabla 5-2 – Tiempo de proceso elaboración del evaporador

Actividad	Cant. (min)
<b>1. Conexión refrigerante</b>	
1.1. Corte tubo	60
1.2. Soldado tubo con brida	180
SUBTOTAL	240
<b>2. Cuerpo del casco</b>	
2.1. Corte tubo	400
2.2. Corte plasma chapa	120
2.3. Rolado chapa	350
2.4. Soldado chapa	750
2.5. Soldado conexiones con cuerpo	500
2.6. Soldado tubos y placas portatubos con cuerpo	1800
2.7. Prueba hidrostática	90
SUBTOTAL	4010
<b>3. Conexión líquido a enfriar</b>	
3.1. Corte tubo	40
3.2. Perforado tubo	40
3.3. Soldado tubo con brida y medio niple	120
SUBTOTAL	200
<b>4. Tapa con conexiones</b>	
4.1. Corte láser chapa	90
4.2. Torneado chapa	320
4.3. Granallado chapa	90
4.4. Corte casquete	90
4.5. Granallado casquete	90
4.6. Soldado casquete con brida	240
4.7. Soldado casquete con conexiones	200
SUBTOTAL	1120
<b>5. Tapa posterior</b>	

5.1. Corte láser chapa	90	
5.2. Torneado chapa	360	
5.3. Granallado chapa	80	
5.4. Soldado casquete con brida	90	
SUBTOTAL	620	
<b>6. Pie soporte</b>		
6.1. Corte láser chapa	150	
6.2. Plegado chapa	150	
6.3. Soldado chapa	90	
6.4. Granallado chapa	40	
6.5. Corte chapa	60	
6.6. Granallado chapa	30	
6.7. Rolado chapa	60	
6.8. Soldado pie con soporte	90	
SUBTOTAL	670	
<b>7. Ensamble</b>		
7.1. Soldado cuerpo con pies soporte	120	
7.2. Ensamble para armado	1920	
7.3. Pintado ensamble	200	
SUBTOTAL	2240	
<b>8. Movimientos</b>		
Traslados	800	
SUBTOTAL	800	
<b>TOTAL (s/improductividad)</b>	<b>9900</b>	MIN
	<b>165,00</b>	HS
<b>TOTAL (c/improductividad 20%)</b>		
	<b>11880</b>	MIN
	<b>198,00</b>	HS

Determinado el tiempo total de producción se identificarán los operarios a involucrar en las horas descritas. Los mismos son.

- Operario especializado - Soldador Calificado
- Ingresante - Recepción - Armado, Pintado
- Operario especializado Múltiple - Mecanizado - Rolado –

Se repartirán las horas de la siguiente manera.

Operario especializado	81,80 hs
Ingresante	55,00 hs
Operario especializado Múltiple	61,20 hs

Dentro de las horas descritas se realizarán los ensayos, inspecciones, medidas y verificaciones que certifiquen los procesos productivos logrando así un producto de

calidad. Es necesario aclarar que estos trabajos podrán ser únicamente realizados por los operarios especializados gracias a la polivalencia y la policompetencia que se caracterizan.

La capacidad osea en personal y máquina es de 10% en la fábrica y, esas diferencias en horas que existen se cubrirán para la realización de estos ensayos, inspecciones y controles

Para determinar el valor de hora hombre del personal previamente nombrado ha de evaluarse las cargas y aportes sociales por las cuales tendrán participación los agentes en cuestión, los empleadores y empleados. A su vez de deberá considerar los salarios básicos que estipula el gremio de la UOM, Lauda 29, a los que serán involucrados los mismo.

Estas contribuciones fueron trasladadas a un formato Excel por el cual se vincularon las diferentes fórmulas en las que se pudo determinar el costo de la mano obra se puede observar a continuación.

Tabla 5-3 – Costo de mano de obra directo

<b>COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTO</b>						
<b>Cargo</b>	<b>Categoría</b>	<b>h/maquina</b>	<b>\$/h</b>	<b>Aportes sociales (%)</b>	<b>Importe por maquina (\$ / maquina)</b>	<b>Importe por maquina (\$USD / maquina)</b>
Soldador Calificado	Operador especializado	81,80	163,89	45,53	19.510,05	253,38
Ingresante (Recepción - Armado, Pintado)	Ingresante	55,00	131,00	45,53	10.485,44	136,17
Mecanizado - Rolado -	Operador especializado Múltiple	61,20	173,50	45,53	15.452,67	200,68
198hs					<b>SUBTOTAL</b>	<b>590,24</b>

### 5.1.1.3. Energía Eléctricos

Si bien la energía eléctrica representa gastos fijo y variables, en el presente análisis se tendrán únicamente en cuenta los costos variables. Se decide absorber los costos fijos de la energía eléctrica, dado que los mismo estarán relacionados al consumo mínimo contratado a la red ya tenidos en cuenta en la demás estructura fabril existente.

Para conllevar un análisis de la energía eléctrica, necesitamos tener en cuenta los elementos, máquinas y accesorios que deban tener este suministro. Por ello, a continuación, se darán a conocer los diferentes tipos de cargas que intervienen en la fabricación del equipo de refrigeración por absorción y poder llegar a un valor de tarifa estimado ante un consumo promedio y en consideración del ultimo cuadro tarifario establecido por la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe (EPE) para

los grandes consumidores, tal como representa la empresa fabril donde se realizara el producto.

Para comenzar a cuantificar los costos eléctricos es necesario indicar las cantidades de cargas instaladas, junto con las horas empleadas en la elaboración del equipo de absorción, como se indica a continuación.

Tabla 5-4 – Energía empleada por maquina

Máquina	Potencia (kW/maquina)	Hs de Uso/Maquina	Energía empleada por maquina (Kwh / Maquina)
Pantógrafo	4,5	12	53
Amoladora de banco	0,5	6	3
Roladora	9	8	69
Otros	3	5	15
Perforadora	1,5	3	5
Tornos	1,5	12	18
Soldadora GTAW	3	44	133
Soldadora SMAW	2	39	79
Compresor	0,75	75	56
Iluminación	1	150	150
Sierra sin fin	0,75	10	7
Computadoras y otros	1	150	150
<b>TOTAL</b>	<b>28,5</b>	<b>514</b>	<b>737</b>
	Factor de Utilización	70%	<b>516</b>

Como se puede observar en la tabla anterior, la carga total instalada es de 28,5 KW. En la elaboración del evaporador se deberán contemplar una cierta cantidad de horas de usos por maquina tal cual se indica en la segunda columna. A consecuencia el producto entre ambas columnas nos dará la energía empleada por máquina para la elaboración del evaporador.

De igual manera a causa de que la maquinaria empleada no trabaja en un 100% de la potencia indicada por placa, se tomara como factor de utilización un 70%

Obtenida la energía empleada es necesario indicar que el consumo del equipo fabril será distribuido a lo largo de una franja horaria. A consecuencia existen tres franjas horarias:

- Horas pico: de 18:00 hs. a 23:00 hs.
- Horas resto: de 05:00 hs. a 18:00 hs.
- Horas valle: de 23:00 hs. a 05:00 hs.

El horario de actividades que optaremos será el siguiente:

- De lunes a jueves: de 07:00 hs. a 16:00 hs.

➤ Viernes: de 07:00 hs. a 15:00 hs.

Sabiendo que existirá un consumo total de 516 Kwh por la elaboración de un equipo podemos concluir lo siguiente.

Basándonos en las tarifas mensuales vigentes de la EPE para grandes usuarios (demanda máxima > 20 kW), realizamos el cálculo del costo que implicará el consumo de la energía eléctrica de nuestra empresa.

Por lo tanto, nuestra tarifa queda enmarcada en “horas resto” tal cual es indicada el siguiente cuadro

Tabla 5-5 – Cargo de energía

Cargo de Energía Resto	
0,03	\$USD/Kwh

A consecuencia el gasto eléctrico variable será el siguiente.

$$\text{Cargo de Energía Resto:} = 0,03 \frac{\$USD}{Kwh} \times 516 Kwh = 15,14 \frac{USD}{maquina}$$

#### 5.1.1.4. Comisión vendedora

Para lograr la inserción del producto en el mercado y lograr la cantidad de ventas esperadas se decidió dar un incentivo al personal ligado a las ventas del producto.

Ante esta situación se determinó un porcentaje del valor del producto, el cual está relacionado con los costos variables, fijos y utilidad del proyecto.

Al ser un costo ligado a la cantidad de ventas se lo incluye como un costo variable indirecto.

El porcentaje será de un 2% del valor del producto.

#### 5.1.1.5. Resumen Costos variables

Descriptos la mayoría de los gastos variables es prudente realizar un resumen de estos indicando la proporción entre los intervinientes.

Tabla 5-6 – Costos Variables

Costos Variables	
Concepto	Importe (\$USD/maquina)
Materia Prima, insumos y consumibles	14300,77
Mano de Obra	590,24
Costos eléctricos variables	15,14
Comisión Vendedor	319,75
<b>TOTAL</b>	<b>15225,90</b>

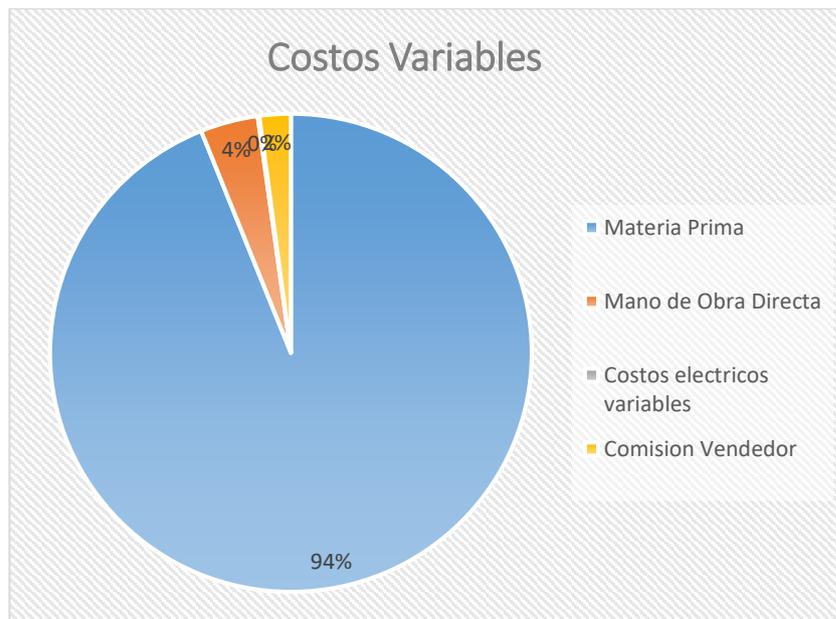


Fig. 5-1 – Proporción de costos variables por unidad

### 5.1.2. Gastos Fijos

Los costos fijos vendrán relacionados a todos aquellos gastos que son independientemente de las ventas concretadas. Los mismos podemos nombrar:

- Depreciación de Maquinaria existente 40%.
- Publicidad y propaganda
- Diversos
- Materiales de oficina
- Cuentas de teléfono
- Viajes
- Extras y adicionales
- Eléctrico
- Agua

#### 5.1.2.1. Depreciación de máquinas existentes

Como bien se indicó anteriormente la fabricación del evaporador llevara al uso de cierta maquinaria. Esta presentará una depreciación a lo largo del tiempo por la cual deberá formar parte de dichos costos fijos.

Para evaluar estos costos se tomarán los valores de los activos, el valor residual y la expectativa de vida de los mismos. Como la incorporación de este nuevo producto forma una pequeña parte de la producción de la empresa se absorberán solo el 40% de estos costos. Como consecuencia y determinado un valor residual del 10% de los activos a lo largo de 10 años la depreciación a contemplar en los costos fijos será.

Tabla 5-7 – Depreciación de maquinaria

Máquina	Valor de Activo (\$USD)	Valor Residual (\$USD)	Depreciación para 10 Años (\$USD)
Pantógrafo	24350,65	9740,26	2191,56
Amoladora de banco	162,34	64,94	14,61
Roladora	19480,52	7792,21	1753,25
Otros	125,00	50,00	11,25
Perforadora	811,69	324,68	73,05
Tornos	32467,53	12987,01	2922,08
Soldadora GTAW	1875,00	750,00	168,75
Soldadora SMAW	2187,50	875,00	196,88
Compresor	1623,38	649,35	146,10
Iluminación	125,00	50,00	11,25
Sierra sin fin	625,00	250,00	56,25
Computadoras y otros	625,00	250,00	56,25
		Subtotal	\$USD 7.601,27
		Absorción del 40% (Costo Anual)	\$USD 3.040,51

#### 5.1.2.1. Gastos fijos Varios

Para los elementos restantes se tomarán los siguientes valores de costos anuales.

Tabla 5-8 – Gastos Fijos Varios por mes

Gastos fijos varios	\$USD / Mes
Publicidad y propaganda	\$USD 2016,00
Diversos	\$USD 1200,00
Materiales de oficina	\$USD 900,00
Cuentas de teléfono	\$USD 420,00
Viajes	\$USD 1200,00
Extras y adicionales	\$USD 4200,00

Referido al costo eléctrico fijo es aquel relacionado a la energía eléctrica contratada por la empresa al ente proveedor de dicho suministro para asegurar un consumo mínimo de la empresa. Ante la inclusión de este nuevo producto en la estructura de fabricación y venta ya vigente de la empresa se decidió absorber tal costo eléctrico. A consecuencia no se tendrá en consideración relevancia de calcular el costo fijo.

Este mismo razonamiento será empleado para el consumo de agua potable para los elementos y personal de la empresa, como otros gastos que no representa motivo alguno para ser considerado en la inclusión de este nuevo producto.

### 5.1.2.4. Resumen Costos Fijos

Concluido los costos fijos es necesario realizar un resumen de los gastos intervinientes en un año:

Tabla 5-9 – Resumen Costos Fijos

Costos Fijos	
Concepto	Importe (\$USD/Anual)
Eléctrico	Absorbido
Agua	Absorbido
Publicidad y propaganda	2016,00
Diversos	1200,00
Materiales de oficina	900,00
Cuentas de teléfono	420,00
Viajes	1200,00
Extras y adicionales	4200,00
Depreciación de Maquinas Abs 40%	3.040,51
<b>TOTAL</b>	<b>12976,51</b>

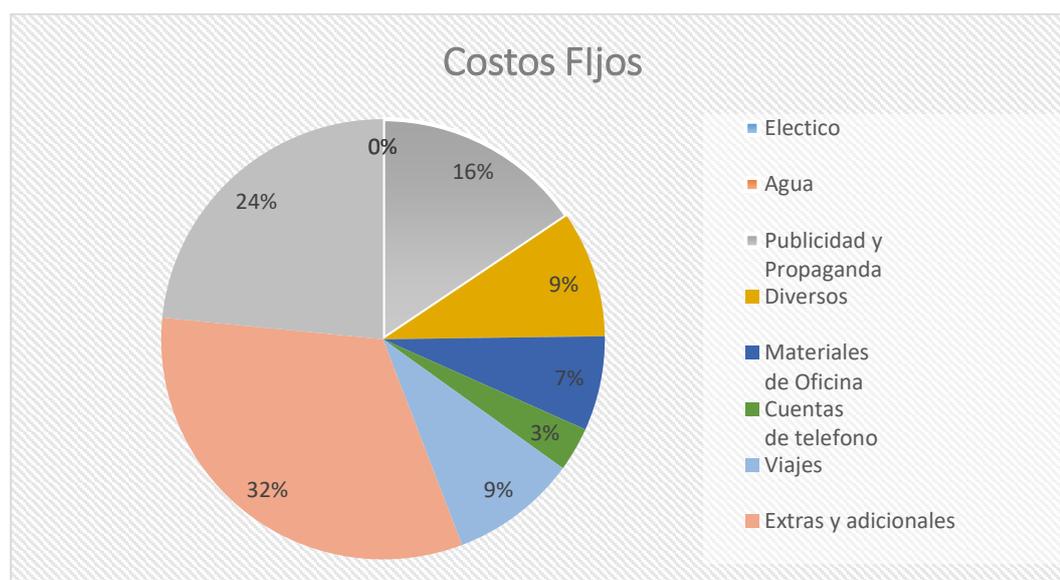


Fig. 5-2 – Proporción de Costos Fijos por año

## 5.2. Costo total

En el siguiente grafico se describirá un resumen de los gastos variables y fijos.

Del mismo se determinarán los costos totales.

Tabla 5-10 – Costos fijos y totales en la elaboración del evaporador.

		<b>COSTOS (\$USD)</b>					
		<b>Directos</b>		<b>Indirectos</b>		<b>Totales</b>	
<b>COSTOS</b>	<b>Variables (\$Usd/Unidad)</b>	Materia prima, insumos, consumibles.		14.300,77	Comisión vendedor	319,8	<b>15.225</b>
		Mano de Obra	Soldador Calificado	253,38	X		
			Ingresante (Recepción - Armado, Pintado)	136,17			
			Operador especializado Múltiple	200,68			
		Eléctricos	15,14	<b>12.976,5</b>			
	<b>Fijos (\$Usd/anual)</b>						Publicidad y Propaganda
					Diversos	1200,00	
					Materiales de Oficina	900,00	
					Cuentas de teléfono	420,00	
					Viajes	1200,00	
		Fletes y acarreos	4200,00				
		Depreciación de Maquinaria 40%	3040,51				

En la tabla anterior se resume los costos variables por unidad producida como los costos fijos por mes. En la misma tabla, no se han expuesto los costos absorbidos por la estructura existente de la empresa, como ser los gastos fijos eléctricos, los gastos variables por el uso del agua, entre otros.

### 5.3. Valor final del equipo

A todo ello es imprescindible determinar el margen de beneficio o ganancia esperado para el producto en sí, dentro del mismo pueden contemplarse imprevistos o gastos mínimos que afecten al producto.

Por ello se conllevó se decidió establecer un beneficio de un 20% por sobre el valor de costo total del equipo, conformado por los costos fijos y variables.

Tabla 5-11 – Precio de venta

PRECIO DE VENTA	
Concepto	Importe (\$USD/equipo de refrigeración 29KW)
Costo Variables	15225,90
Costos Fijos / mes	1081,38
Utilidad	3261,45
<b>TOTAL</b>	<b>19568,73</b>

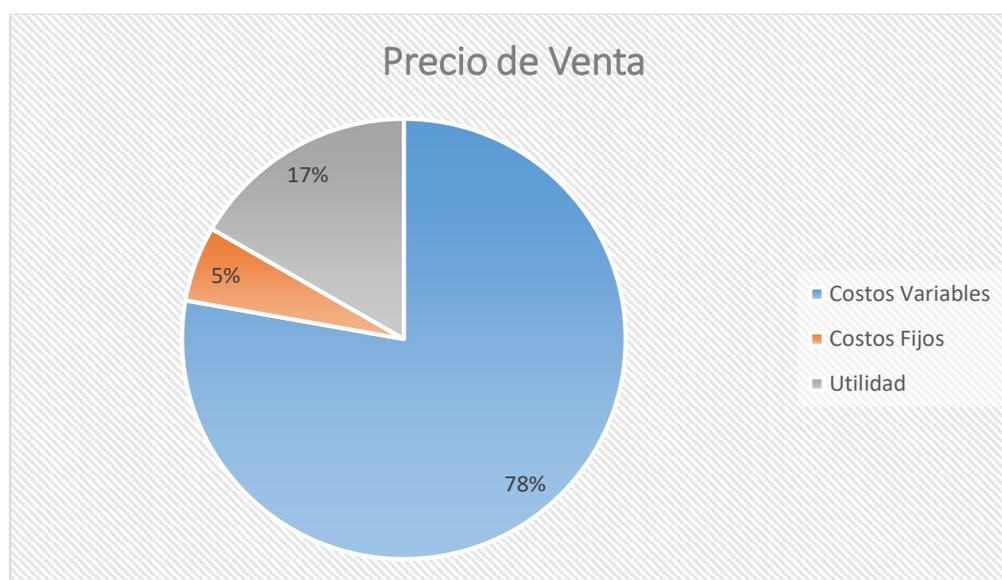


Fig. 5-3 – Composición del Precio de Venta

### 5.4. Punto de equilibrio

Obtenido los valores de costos fijos, variables, ingresos podemos determinar la cantidad de ventas mínimas que debemos lograr a lo largo de un cierto periodo, A modo de evaluación se decidió evaluar tales costos a lo largo de un tiempo de un año

En la siguiente tabla se dan a conocer distintas cantidades de ventas a lo largo de el periodo de un año, junto con los costos variables los cuales irán relacionados a esta misma cantidad de ventas y los costos fijos totales de un año.

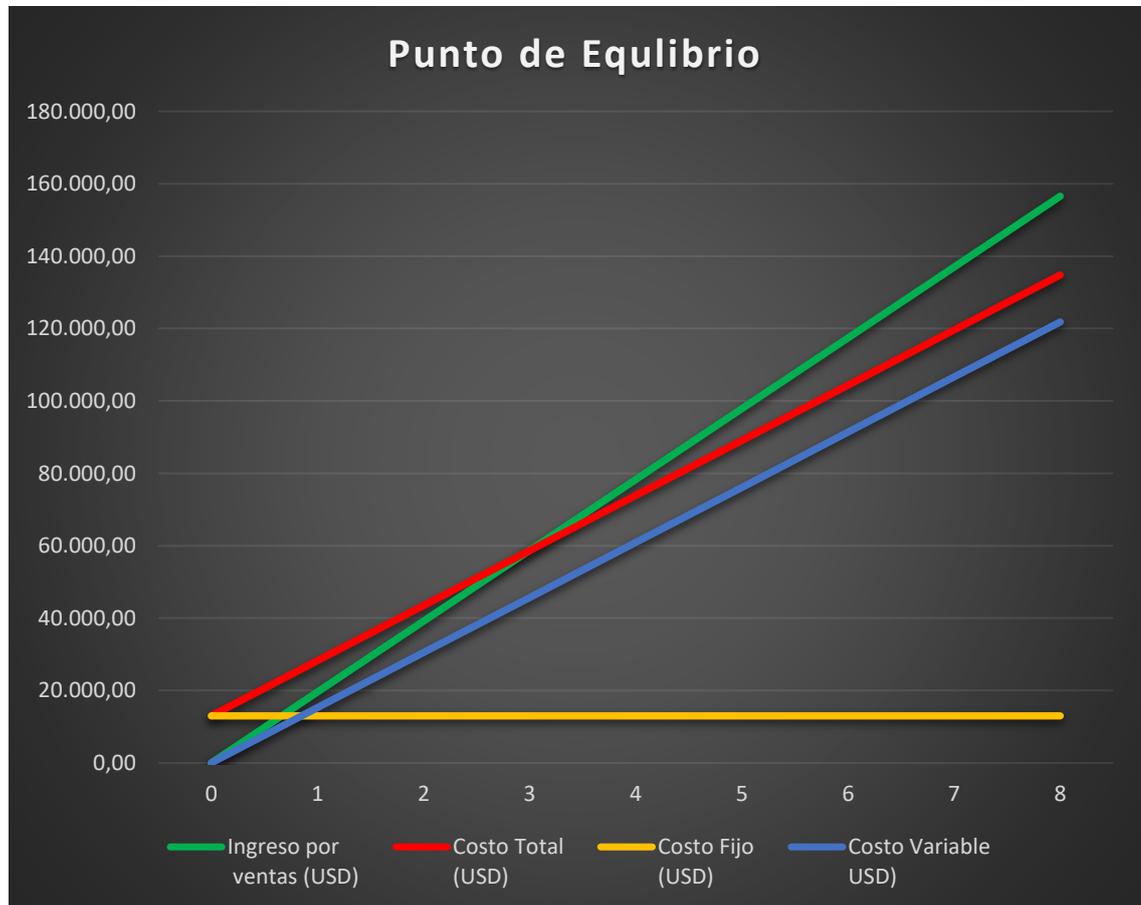
Tabla 5-12 – Proyección en 12 meses

Proyección en 12 meses					
Unidades vendidas	Ingreso por ventas (\$USD)	Costo Total (\$USD)	Resultado (\$USD)	Costo Fijo (\$USD)	Costo Variable (\$USD)
0	0,00	12.976,51	-12.976,51	12.976,51	0,00
1	19.568,73	28.202,41	-8.633,68	12.976,51	15.225,90
2	39.137,46	43.428,31	-4.290,85	12.976,51	30.451,80
3	58.706,19	58.654,20	51,98	12.976,51	45.677,69
4	78.274,91	73.880,10	4.394,81	12.976,51	60.903,59
5	97.843,64	89.106,00	8.737,64	12.976,51	76.129,49
6	117.412,37	104.331,90	13.080,47	12.976,51	91.355,39
7	136.981,10	119.557,79	17.423,30	12.976,51	106.581,28
8	156.549,83	134.783,69	21.766,13	12.976,51	121.807,18

Como se puede observar en la tabla anterior la cantidad de ventas mínimas a realizar para cubrir el costo fijo será de aproximadamente 3 ventas al año.

La anterior tabla puede también exponerse a través de un grafico de punto de equilibrio donde vemos lo analizado.

Tabla 5-13 – Punto de equilibrio



#### ***5.4. Evaluación del proyecto***

Existen diferentes puntos a considerar respecto a la inversión. Entre los mismos podemos nombrar que:

- Todo proyecto debe tener un “horizonte de planeamiento”
- Los contextos inflacionarios acortan los horizontes de Planeamiento
- En empresas con difíciles situaciones económicas los horizontes deben ser cortos
- Cuando existen riesgos se deben adoptar tasas altas
- Hay inversiones de largo plazo que no tienen asociada rentabilidad (estado)
- Los proyectos de corto plazo se analizan según los presupuestos.
- En los proyectos de corto plazo es conveniente tener en cuenta el valor tiempo.

Una inversión inteligente requiere un proyecto adecuadamente estructurado y evaluado que demuestre las pautas que se deben seguir al asignar los recursos correctamente, igualar el valor de compra de las monedas en forma de monedas futuras y garantizar que la inversión sea realmente rentable.

La rentabilidad clasifica varios proyectos y decide si aceptarlos o rechazarlos. Las principales técnicas para evaluar el rendimiento esperado de la inversión son el valor presente neto (VAN) y la tasa interna de rendimiento (TIR).

El VAN es el valor presente de todos los flujos de efectivo descontados en el proyecto. Se necesita contemplar la tasa de descuento al cual aplicar. Si el VAN es positivo, significa que el proyecto puede ser rentable. Frente a varias opciones de inversión con características de riesgo similares, el proyecto con el VAN más alto será la mejor opción.

TIR es la tasa de descuento que hace que el flujo de caja descontado (incluida la inversión inicial) sea cero. Comparar la TIR con la mejor tasa de interés (costo de oportunidad) disponible para los inversores para determinar si el proyecto es adecuado. Frente a varias opciones de inversión similares, es deseable la que tenga la TIR más alta.

### 5.5. Inversión

Todo emprendimiento debe poseer una inversión inicial para poder lograr el acometido. No solo la incorporación de recursos humanos hará realidad el proyecto; se deberán invertir en insumos, maquinarias, elementos necesarios para dar el puntapié inicial.

A continuación, se exponen las diferentes inversiones:

Tabla 5-14 – Inversiones

INVERSIÓN		
Concepto	Concepto	Monto (\$USD)
	Agujereadora	1320
	Sierra Sin Fin	600
	Soldadora	1800
	Atornillador (Dos)	600
	Bomba Presurizadora	360
Banco de Trabajos	Estanterías	120
Herramientas	Juego herramientas	180
	Taladro	480
	Amoladora angular	240
	Remachadora	60
	Calibre	120
	Cinta métrica	120
Elementos de seguridad	Calzado	120
	Casco	120
	Protectores auditivos	120
	Antiparras	120
	Vestimenta	120
	Guantes	120
	Máscara soldador	120
Elementos de computadora	Computadora	720
	Impresora	240
	Escritorio+silla	420
	Armario	480
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>8700</b>

## 5.7. Flujos de caja

El flujo de caja o cash flows en inglés se define como los cambios en las entradas y salidas de capital dentro de un período de tiempo determinado, y su información puede medir la situación financiera de la empresa.

Se puede pronosticar el flujo de caja para lograr una buena gestión financiera, toma de decisiones y control de ingresos para mejorar la rentabilidad de la empresa. Con este término, podemos asociar el estado de flujo de efectivo, que muestra el efectivo utilizado en operaciones, inversiones y actividades financieras, con el fin de ajustar los saldos de apertura y cierre del período.

Comprender el flujo de efectivo nos permite proporcionar información muy valiosa sobre la empresa, por lo que una de las cuentas anuales más importantes controla el estado de flujo de efectivo.

A continuación, se observa el flujo de cajas, indicando los gastos del producto, ingresos e inversiones a lo largo de los años

Tabla 5-15 – Flujo de Cajas

FLUJOS NETOS DE EFECTIVO						
Concepto (meses)	0	0 a 12	12 a 24	24 a 36	36 a 48	48 a 60
Máquinas vendidas (u.)	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Ingresos (\$USD)	0,00	78274,91	78274,91	78274,91	78274,91	78274,91
Costo total (\$USD)		73880,10	73880,10	73880,10	73880,10	73880,10
Inversión (\$USD)	8700,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo neto de efectivo (\$USD) (sin Impuesto a las ganancias)	-8700,00	4394,81	4394,81	4394,81	4394,81	4394,81
<b>Flujo neto de efectivo (\$USD) (con Impuesto a las ganancias 35%)</b>	<b>-8700,00</b>	<b>2856,63</b>	<b>2856,63</b>	<b>2856,63</b>	<b>2856,63</b>	<b>2856,63</b>

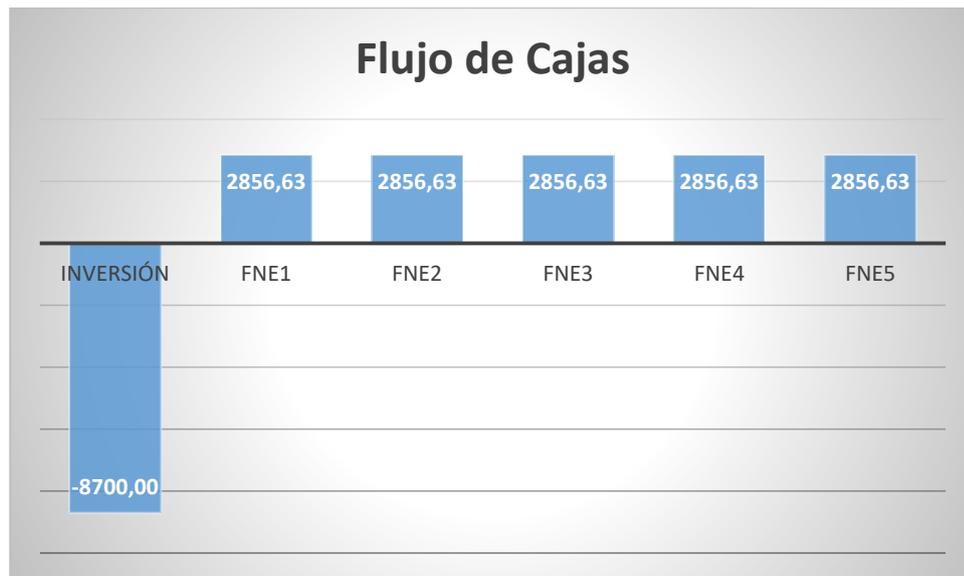


Fig. 5-4 - Flujo de cajas.

### 5.8. Valor actual neto (VAN)

VAN (Valor Actual Neto o Valor Presente Neto) son términos que proceden de la expresión inglesa Net present value. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español.

Este es un indicador financiero utilizado para medir el flujo futuro de ingresos y gastos del proyecto. Se encarga de determinar si hay ganancias después de descontar la inversión inicial.

Puede calcular el valor presente de una cierta cantidad de flujos de efectivo futuros (Ingresos menos gastos). El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado.

La tasa de interés con la que se descuenta el flujo neto proyectado es la tasa de oportunidad, rendimiento o rentabilidad mínima esperada, por lo tanto, cuando la inversión resulta mayor que el BNA (beneficio neto actualizado), es decir un VAN negativo, es porque no se ha satisfecho dicha tasa. Cuando el BNA es igual a la inversión (VAN igual a cero) es porque se ha cumplido dicha tasa, y cuando el BNA es mayor que la inversión (VAN positivo), es porque se ha cumplido con dicha tasa y, además, se ha generado un beneficio adicional.

La tasa de descuento a considerar para el cálculo del VAN puede ser:

- La tasa de interés de los préstamos, en caso de que la inversión se financie con préstamos
- La tasa de retorno de las inversiones alternativas, en el caso de que la inversión se financie con recursos propios
- Una combinación de la tasa de interés de los préstamos y la tasa de rentabilidad de las inversiones alternativas.

Por ello, en el presente proyecto de inversión teniendo en cuenta los contextos internacionales de diferentes planes de inversión y en base a diferentes artículos económicos consultados, se dispondrá de una tasa de interés del 8% en moneda estadounidense, la cual estará superando ampliamente el contexto inflacionario de dicha moneda. A este porcentaje se adicionará un estímulo al proyecto del 4%.

De esta manera se totalizará una TASA final del 12%. Esta misma será la tasa que se implementará en el cálculo del VAN.

Encontrando el VAN de un proyecto de inversión es suficiente para saber si el proyecto es factible.

El VAN también nos permite determinar qué proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión. Incluso si se brinda la oportunidad de comprar un negocio.

El cálculo del VAN para el período de cinco años es:

$$VAN = -IN + \frac{FC_1}{(1+TF)^1} + \frac{FC_2}{(1+TF)^2} + \frac{FC_3}{(1+TF)^3} + \frac{FC_4}{(1+TF)^4} + \frac{FC_5}{(1+TF)^5}$$

*Ecuación 5-1 - Valor Actual Neto*

Donde:

- *IN = Inversión inicial en el tiempo cero.*
- *FC = Flujo de Caja*
- *TF = Tasa Final*

= +Porcentaje superador de la inflacionaria estadounidense + Estimulo =

= +8% + 4% =

= 12%

- $\frac{FC_n}{(1+TF)^n} = \text{Flujo descontado correspondiente al período (año) } n.$

En el caso de VAN sea = 0, si la TASA es igual a la tasa de inflación promedio para el período, el capital de la compañía no aumentará dentro del alcance del plan de investigación. Sin embargo, a pesar del VPN = 0, si se utilizara una TASA para calcular el valor por encima de la tasa de inflación promedio para el período, el capital de la compañía aumentará. Por otro lado, si el resultado es VAN > 0, no importa cuánto se exceda el valor, esto solo significa una ganancia adicional después de obtener TASA aplicado durante el período de tiempo considerado.

En resumen, nuestra situación podemos indicar lo siguiente:

$$VAN = -IN + \frac{FC_1}{(1+TF)^1} + \frac{FC_2}{(1+TF)^2} + \frac{FC_3}{(1+TF)^3} + \frac{FC_4}{(1+TF)^4} + \frac{FC_5}{(1+TF)^5}$$

$$VAN = u\$s 1597$$

Al representar un VAN > 0 el proyecto ha de ser atractivo, por lo que será conveniente avanzar en el análisis de la variable del TIR

### 5.9. Tasa interna de retorno (TIR)

TIR (tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) de una inversión sea igual a cero (VAN = 0).

$$TIR = -IN + \sum_{t=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

*Ecuación 5-2 - Tasa Interna de Retorno*

Como se explicó en el apartado anterior, El VAN es calculado a partir del cash flow anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente (valor actual), después de aplicar una tasa de descuento. Este método considera que una inversión es aconsejable si la T.I.R. resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor (tasa de descuento),

Por ello cuando se están analizando varias alternativas, la misma que posee mayor beneficio será aquella que proporcione una T.I.R. mayor. Si la TIR es igual a la tasa de descuento, el inversionista no pierde ni gana dinero por lo cual le es indiferente aportar dinero en la inversión o no. Si la TIR es menor a la tasa de descuento, el proyecto debe rechazarse.

En resumen:

La TIR representa entonces, la tasa de interés (tasa de descuento) más alta que un inversionista puede pagar sin perder dinero.

T.I.R. es un indicador de la rentabilidad relativa de un proyecto, por lo tanto, sin comparar la rentabilidad interna de dos proyectos, su escala puede diferir

Una gran inversión con una T.I.R. baja puede tener un V.A.N. superior a un proyecto con una inversión pequeña con una T.I.R. elevada.

El TIR calculado en nuestra situación particular es el siguiente:

La tasa de interno de nuestro proyecto será igual a 19,2%

Este TIR es ampliamente superior a la TF propuesta por la cual valida proyecto tentado para el inversionista.

### 5.10 Payback

Payback es el tiempo de retorno desde la inversión inicial hasta el momento que los rendimientos acumulados se tornan iguales al valor de esa inversión.

Payback da al gestor el estimado de cuánto tiempo tomará hasta que recupere su aplicación inicial.

Recordando el flujo de cajas y teniendo en cuenta el flujo de caja acumulativo podemos decir.

Tabla 5-16 – Flujo de Cajas generados y acumulativos

Meses	0	0 a 12	12 a 24	24 a 36	36 a 48	48 a 60
Flujos generados	-8.700,00	2.856,63	2.856,63	2.856,63	2.856,63	2.856,63
Flujos acumulados	-8.700,00	-5.843,37	-2.986,74	-130,12	2.726,51	5.583,14

$$\text{PayBack} = \text{Ultimo Periodo con FA Negativo} + \frac{\text{Valor Absoluto ultimo FA negativo}}{\text{Valor del Flujo de Caja del Periodo siguiente}}$$

*Ecuación 5-3 - Payback*

$$\text{PayBack} = 3 \text{ (24 a 36 meses)} + \frac{130,12 \text{ USD}}{2856,63 \text{ USD}}$$

$$\text{PayBack} = 3,02 = \text{Mes N}^\circ 36$$

### **5.11 Comparación con competencia en el mercado.**

Una vez determinado el valor de venta del equipo, es necesario analizar los precios de los diferentes tipos de chillers que ofrece la competencia.

Dentro del mercado podemos identificar dos tipos de chillers. Los convencionales, es decir, a través de una compresión alternativa o a través de una refrigeración por absorción, el cual se basa esté presente proyecto innovador.

Por ello a través de diferentes comunicaciones con la probable competencia más cercana por un equipo similar de chiller convencional se pudieron consultar los valores ofrecidos. Esta comparación fue por un producto similar en potencia de refrigeración.

*Tabla 5-17 – Precio de competencias*

Empresa competidora	Equipo Convencional	Diferencia
TodoChiller	19500	0%
STISanta fe	11442	42%

Como se puede observar en la gráfica podemos observar que nuestro equipo de refrigeración por absorción se encuentra entre una franja de precios a los convencionales por la competencia, lo cual es justificable.

Estos equipos chiller convencionales presentan un consumo de energía de alrededor de 15Kw, los cuales son mucho mayores al equipo de absorción proyectado (1.5KW). En la elección de un equipo por absorción se puede traducir, como una mayor inversión inicial y una probable amortización a lo largo de un tiempo. Estos cálculos se analizarán en un apartado posterior donde se indicará el punto de equilibrio entre ambas alternativas por el cliente

Como conclusión y en carácter de dar una competitividad del producto y en pos de indicar los beneficios a lo largo del tiempo se comparará el precio de nuestro equipo con el equipo convencional de menor precio

### ***5.12 Conclusiones.***

Descripto el análisis económico, comenzando por los costos intervinientes, definiendo el valor el producto y una evaluación a través de diferentes herramientas podemos sacar en conclusión lo siguiente.

Si bien las expectativas del proyecto dan resultados favorables para la inversión de este equipo nuevo de Absorción, podemos indicar que, a través del valor del producto, las ventas estimadas y la comparación entre las diferentes competencias nos dan entender la pequeña diferencia entre el techo y el piso de tales valores.

Estos indicadores servirán como argumento para a un análisis a futuro por parte de la empresa en la que se puedan discutir la disminución de los costos fijos de la producción con el fin de obtener un margen superior en las ganancias.

Entre las posibles mejoras son la posibilidad de tercerizar ciertas operaciones o componentes que conforman el equipo de absorción y la inclusión de la fabricación de otros componentes a la línea de producción con el fin de obtener mejoras en ganancias.

### 5.13. Referencia bibliográfica

- Econlink (2020). *Evaluación de Proyectos de Inversión*  
<https://www.econlink.com.ar/proyectos-de-inversione>
- Think and start (2020). *Información que no cuesta: Los costos en las empresas.* <https://thinkandstart.com/2011/informacion-que-no-cuesta-los-costos-en-las-empresas/>
- Think and start (2020). *Flujo de efectivo*  
<https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-efectivo.html>
- Ministerio de trabajo (2020) *Salario.*  
<https://www.argentina.gob.ar/trabajo/buscastrabajo/salario>
- Miguel Puga Muñoz -Universidad Arturo Prat - . (2020). Título del artículo específico [Archivo PDF].  
[http://accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/valor-actual-neto-y-tasa-interna-de-retorno-van-y-tir\\_1563977885.pdf](http://accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/valor-actual-neto-y-tasa-interna-de-retorno-van-y-tir_1563977885.pdf)
- Herrera Cáceres, C. y Rosillo Peña, M. (2019). Administración de Operaciones Suplemento A “Toma de decisiones
- Lara, E., Lara, L. (2009). Primer curso de contabilidad. Trillas. Edición 22. México.

## **6. MANUAL DE USUARIO**

### ***Prólogo***

Usted ha adquirido un Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción por lo tanto le damos nuestras felicitaciones y agradecimientos por habernos elegido.

Su equipo fue construido con estándares de más alta calidad, y fabricado con los procedimientos óptimos para brindarle años de servicio confiable.

Esta es una guía de instalación, operación y mantenimiento de su equipo enfriador, la cual contiene instrucciones que usted deberá llevar a cabo para que la calidad de servicio perdure por más tiempo con los niveles más altos de eficiencia.

Generalmente los equipos de enfriamiento se encuentran a distancias considerables, y los controles periódicos de mantenimiento se pasan por alto. Es muy importante establecer un programa de mantenimiento regular y estar seguro de que el programa es llevado a cabo.

Si usted requiere cualquier información adicional acerca de la operación o el mantenimiento de este equipo, póngase en contacto con su proveedor del equipo.

## 6.1. Descripción y componentes

### 6.1.1. Partes

El equipo de enfriamiento por ciclo de absorción está orientada a ofrecer una producción de agua fría con un bajo consumo eléctrico. Está destinada para procesos industriales o refrigeración de todo tipo de ambientes.

En la siguiente figura se indican los componentes principales que integran al equipo.

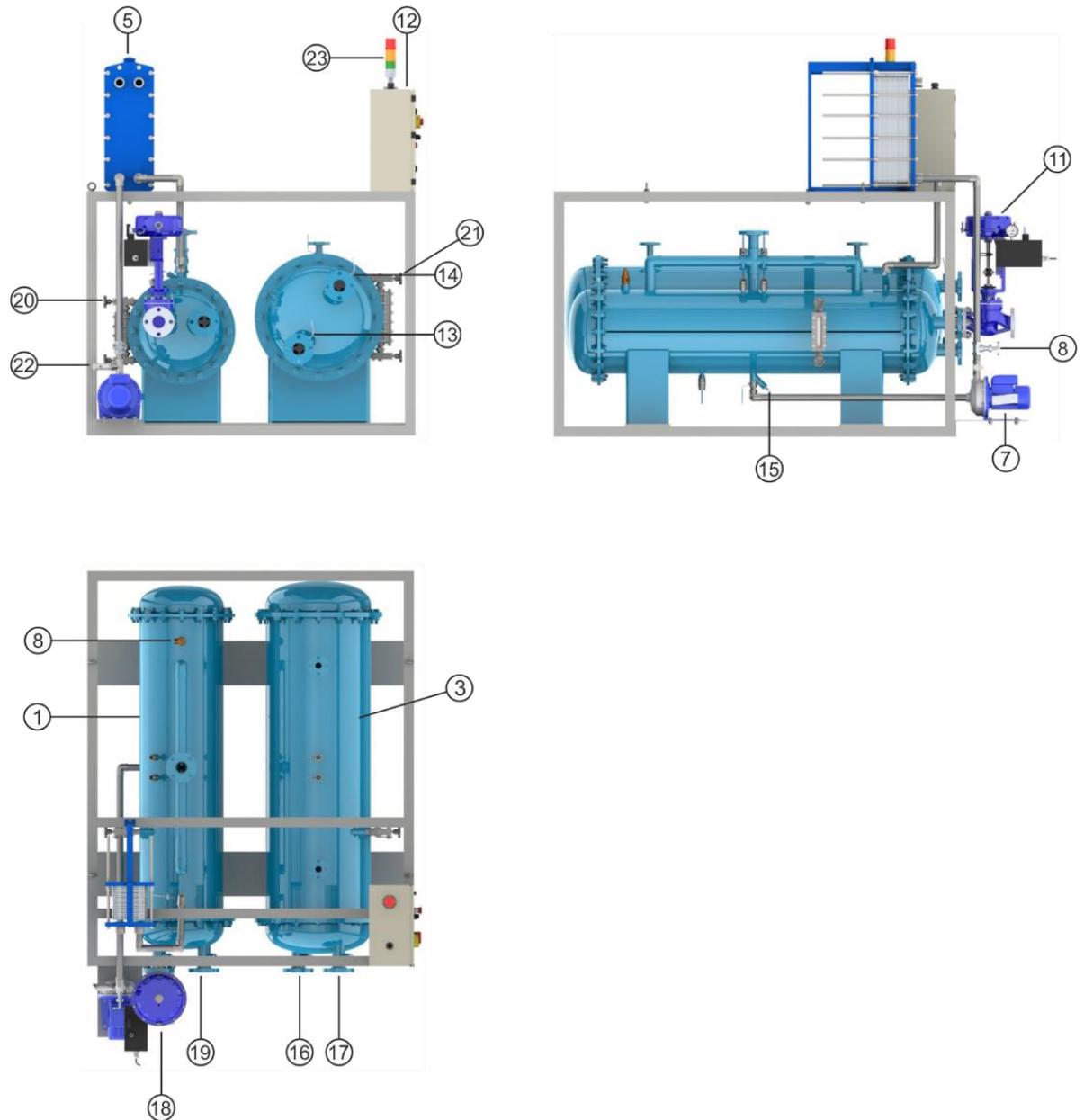


Fig. 6-1 - Partes y componentes del Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción inferior.

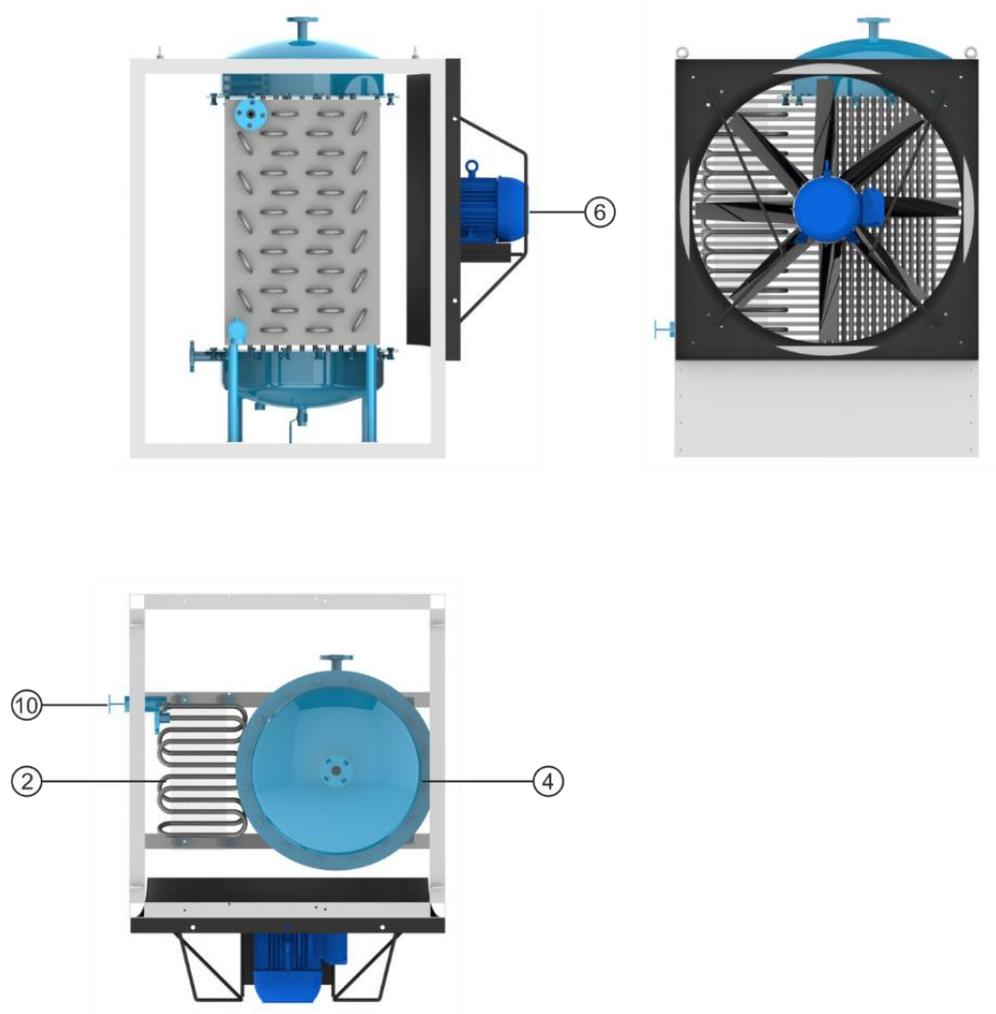


Fig. 6-2 - Partes y componentes del Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción superior.

1. Generador
2. Condensador
3. Evaporador
4. Absorbedor
5. Recuperador de calor
6. Ventilador
7. Bomba de circulación del refrigerante desde el generador al recuperador de calor
8. Válvula globo impulsión de Bomba
9. Válvula laminadora de evaporación
10. Válvula laminadora de absorción
11. Válvula de control modulante
12. Tablero eléctrico

13. Sensor de control de temperatura entrada de agua fría
14. Sensor de control de temperatura salida de agua fría
15. Sensor de conductividad salida de refrigerante Generador
16. Entrada líquido a enfriar
17. Salida líquido a enfriar
18. Entrada líquido caliente
19. Salida líquido caliente
20. Visor de nivel visual del Generador
21. Visor de nivel visual del Evaporador
22. Caudalímetro
23. Baliza de 3 colores LED

Principalmente el equipo de enfriamiento cuenta con 4 intercambiadores de calor y 1 intercambiador de placas como recuperador de calor. Éstos son de acero inoxidable AISI 304L en las partes dónde estarán en contacto con el refrigerante (Bromuro de Litio) dado su alta propiedad corrosiva. El resto de las partes son de acero comercial SAE1010 o F24.

### 6.1.2. Características técnicas

Parte	Propiedad	Valor
<b>General</b>	Potencia frigorífica (kW)	29
<b>Agua a enfriar</b>	Caudal nominal (lts/min)	5.000
	Temperatura entrada (°C)	9-15
	Temperatura salida (°C)	8
	Brida conexión	2"
<b>Agua caliente</b>	Caudal requerido (lts/min)	8.900
	Temperatura entrada (°C)	99-90
	Brida conexión	2"
<b>Dimensiones generales</b>	Alto (mm)	1950 / 1500
	Ancho (mm)	1600 / 1160
	Largo (mm)	2450 / 1325
<b>Peso</b>	Vacío (kg)	1.550
	Con carga (kg)	1.900
<b>Conexión eléctrica</b>	Potencia total (HP)	1,5
	Tensión (V)	380
	Frecuencia (Hz)	50
<b>Conexión neumática</b>	Presión (bar)	4-6

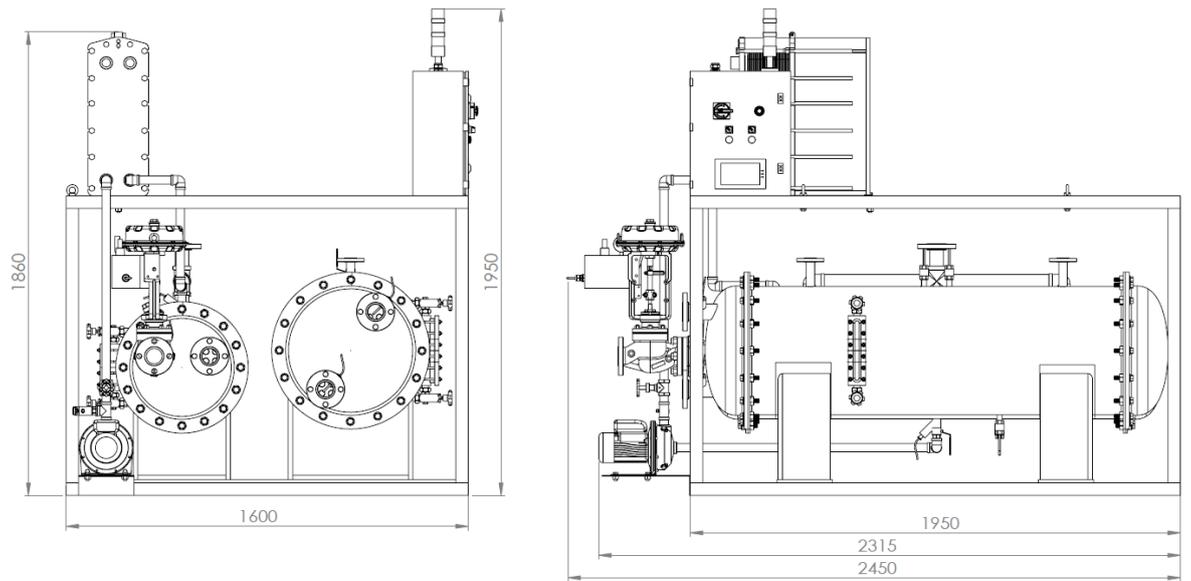


Fig. 6-3 - Dimensiones generales del Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción inferior.

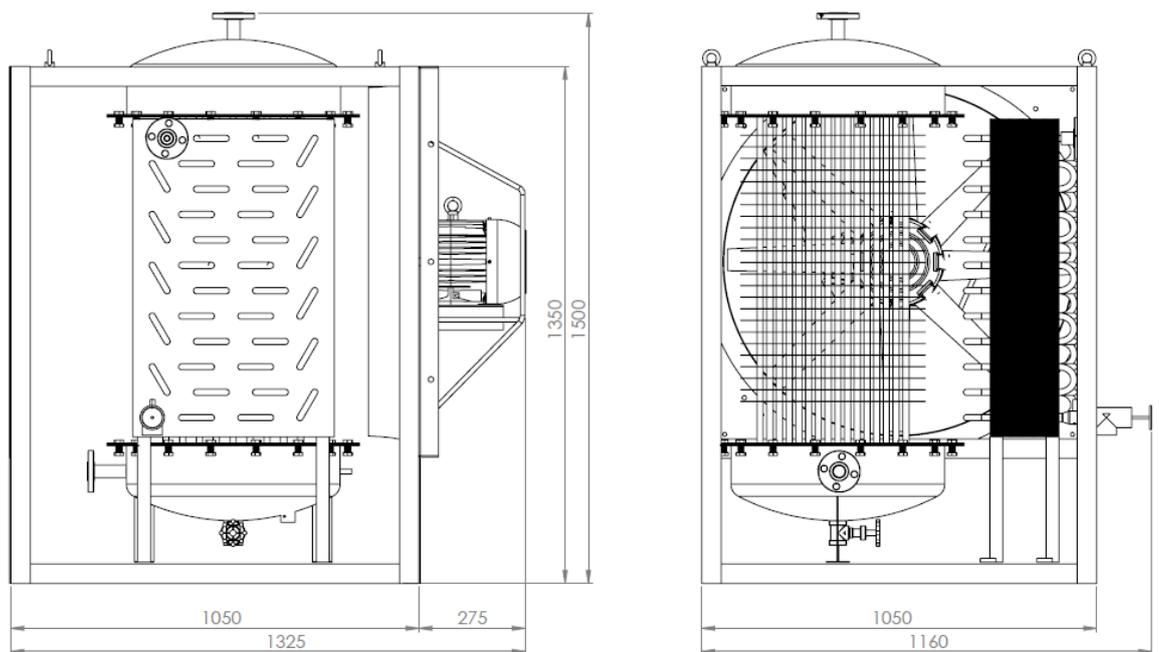


Fig. 6-4 - Dimensiones generales del Equipo de Enfriamiento de agua por Absorción superior.

### 6.1.3. Sistema de circulación de refrigerante

Para la circulación del refrigerante Bromuro de Litio desde el generador al recuperador de calor y desde el absorbedor al generador se utilizan dos bombas iguales, con carcasa de acero inoxidable debido a la corrosividad del refrigerante.

Bomba centrífuga  
Marca: Lowara  
Modelo: CEA 120/2  
Material de carcasa: Acero  
Inoxidable  
Tensión: Trifásica - 280 V  
Potencia: 0,37 kW (0,5 HP)  
Conexión entrada: 1 ¼”  
Conexión impulsión: 1”



#### **6.1.4. Sistema de ventilación**

Para la refrigeración del condensador y absorbedor se utiliza aire forzado impulsador por un ventilador tipo axial.

Ventilador tipo axial de panel  
Marca: Chicago Blower  
Modelo: AXP 3CA  
Tensión: Monofásica - 220 V  
Motor WEG  
Potencia: 0,75 kW (1 HP)  
Caudal: 372 m<sup>3</sup>/min  
Tamaño: 900 x 900 x 414 mm



## 6.2. Principio de funcionamiento

Para comprender cómo funciona el equipo de enfriamiento, es necesario comprender primeramente el proceso de absorción.

El fluido de trabajo en un sistema de refrigeración por absorción consta de una solución binaria que se conforma por refrigerante y absorbente.

En la figura, dos recipientes evacuados se conectan uno al otro. El recipiente izquierdo contiene refrigerante líquido mientras que el recipiente derecho contiene una solución binaria de absorbente/refrigerante. La solución en el recipiente derecho absorberá vapor de refrigerante del recipiente izquierdo causando una disminución de presión. Mientras que el vapor de refrigerante es absorbido, la temperatura del refrigerante restante disminuirá como resultado de su vaporización. Esto ocasiona un efecto de refrigeración dentro del recipiente izquierdo. Al mismo tiempo, la solución dentro del recipiente derecho se diluye debido al mayor contenido de refrigerante absorbido. Esto se llama “proceso de absorción”. Éste es un proceso exotérmico, por lo que debe expulsarse el calor generado para mantener su capacidad de absorción.

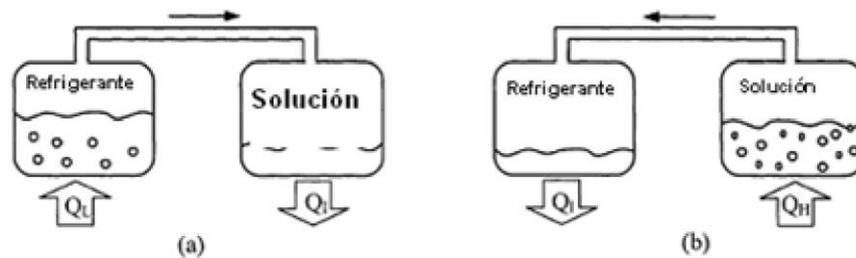
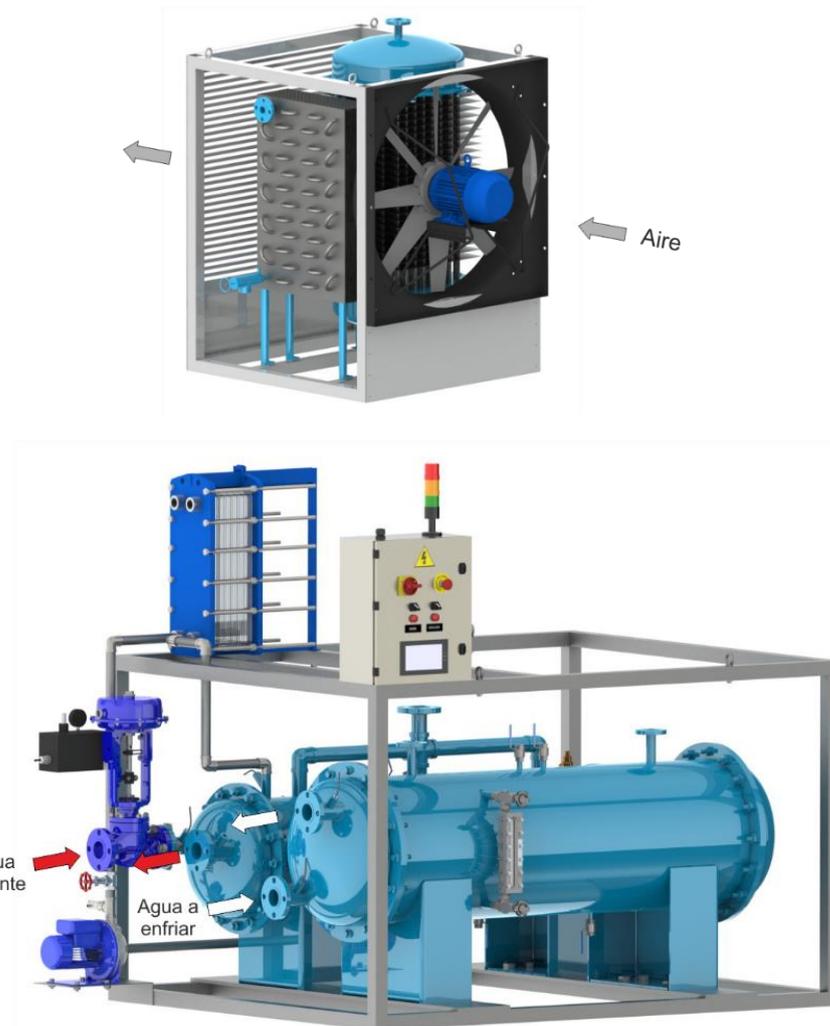


Fig. 6-5 - Principio de funcionamiento del ciclo por absorción.

El proceso de absorción ocurre en el recipiente derecho causando un efecto de enfriamiento en el recipiente izquierdo, mientras que el proceso de separación de refrigerante ocurre en el recipiente derecho debido al calor adicional proporcionado por una fuente de calor externa.

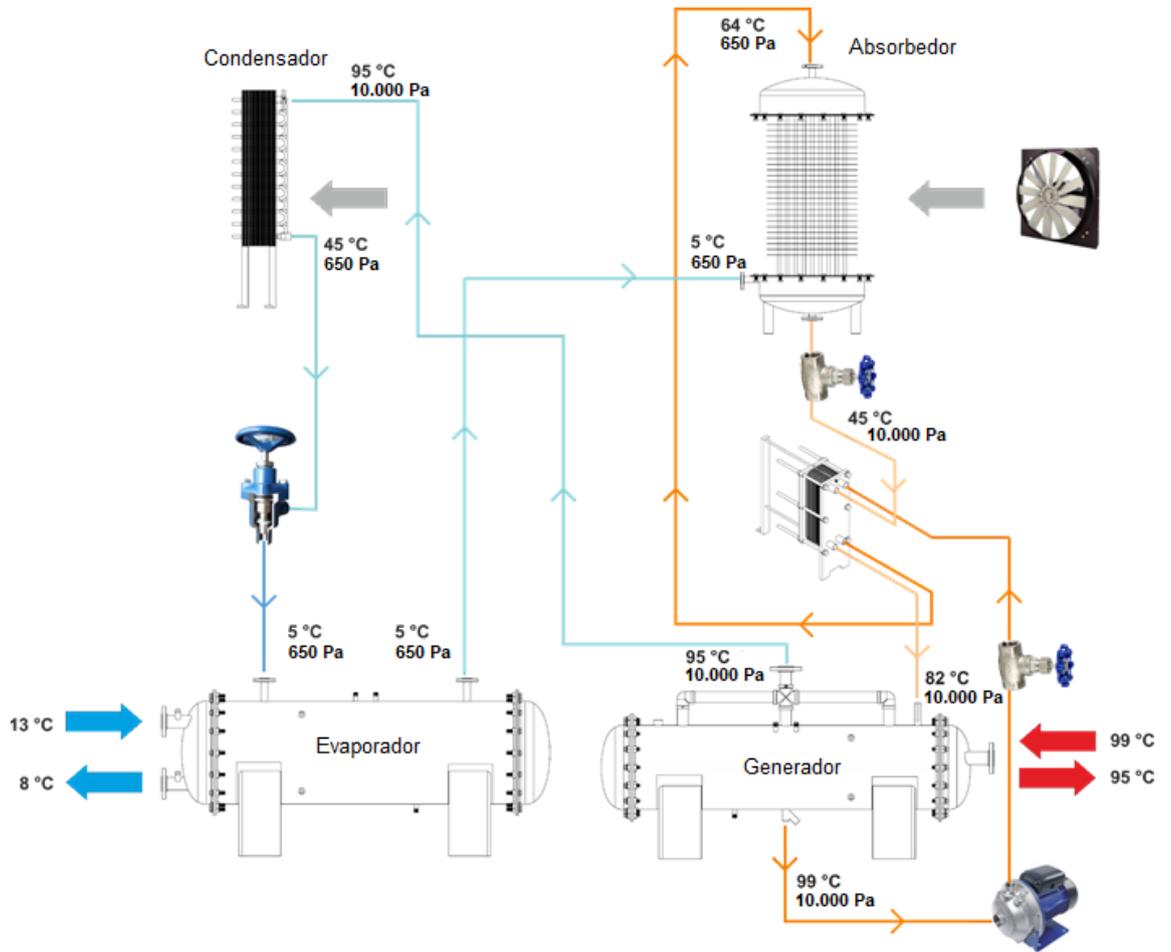
Cuando la solución no pueda continuar con el proceso de absorción debido a saturación de refrigerante, el refrigerante debe separarse de la solución diluida. Generalmente, el calor es la clave para este proceso de separación. El calor se aplica al recipiente derecho para lograr secar el refrigerante de la solución. El vapor de refrigerante se condensará al intercambiar calor con los alrededores. Con estos procesos, el efecto de refrigeración puede producirse utilizando energía en forma de calor.



*Fig. 6-6 - Entradas y salidas de los agentes principales para el funcionamiento del Equipo.*

Ahora bien, en el equipo de enfriamiento empezando en el generador, el calor introducido calienta la solución refrigerante – absorbente. Cuando la solución ingresa al generador, esta es rica en refrigerante (pobre en absorbente), pero debido al calor introducido por el agua caliente, parte del refrigerante se evapora y su concentración en la solución disminuye. El vapor de refrigerante producido se condensa en el condensador, luego el líquido condensado se expande en la válvula de expansión y finalmente, la mezcla líquido – vapor se evapora en su totalidad en el evaporador extrayendo calor del agua a enfriar. Después de evaporar parte del refrigerante, la solución sale del generador y se pre-enfría en el recuperador de calor. Luego, se expande e ingresa al absorbedor.

El vapor de refrigerante es absorbido en el absorbedor, por la solución rica en absorbente (pobre en refrigerante). Cuando la solución sale del absorbedor, contiene una alta concentración de refrigerante, se pre-calienta en el recuperador de calor de la solución e ingresa nuevamente al generador, reiniciando así el ciclo.



**REFERENCIAS:**

- Vapor de refrigerante H<sub>2</sub>O.
- Líquido de refrigerante H<sub>2</sub>O.
- Solución concentrada de BrLi.
- Solución diluída de BrLi.

*Fig. 6-7 - Esquema del funcionamiento y circulación de las fuentes de frío, de calor y aire.*

### **6.3. Información de seguridad**

#### **6.3.1. Instrucciones de seguridad**

- A este equipo lo debe operar, mantener y reparar personal calificado, usando las instrucciones, procedimientos y herramientas adecuadas para tal fin, con el objetivo de evitar daños personales y/o daños materiales.
- Antes de realizar cualquier trabajo, verifique que la unidad esté desconectada.
- Siempre use lentes de seguridad, guantes y protección para la cabeza cuando trabaje en el equipo.
- Evite el contacto con los bordes filosos, ya que pueden causar laceraciones dolorosas.
- El sistema de recirculación de refrigerante contiene productos químicos que podrían ser perjudiciales en caso de inhalación, o ingestión.

#### **6.3.2. Seguridad de refrigerante Bromuro de Litio diluido**

El bromuro de litio es una sustancia que es nociva en caso de ingestión. Puede provocar irritación cutánea, y en caso de contacto con la piel puede provocar una reacción alérgica. Si entra en contacto con los ojos es probable que se genere una irritación ocular grave.

##### **6.3.2.1. Primeros auxilios**

Si la víctima ha inhalado o aspirado bromuro de litio, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. En caso de contacto con la piel se debe eliminar los restos de la solución lavando con jabón y mucha agua. En caso de contacto con los ojos debe mantener separados los párpados y enjuagar con abundante agua limpia y fresca durante 15 minutos por lo menos. Si es tragado nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar posteriormente a un médico mostrando la ficha de seguridad proporcionada.

Los principales síntomas y efectos, agudos y retardados pueden ser: trastornos gastrointestinales, vómitos, náuseas, irritación, reacciones alérgicas.

##### **6.3.2.2. Extinción contra incendios**

Utilizar los medios de extinción apropiados, como agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono. No es apropiada la utilización de chorro de agua.

Como peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla se puede generar bromuro de hidrógeno gaseoso u óxidos de litio.

Como recomendaciones para el personal de lucha contra incendios, mantener una distancia razonable, tomando las precauciones habituales. Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

##### **6.3.2.3. Vertido accidental**

Utilícese equipo de protección individual. Asegúrese una ventilación apropiada.

El método de contención y de limpieza del Bromuro de Litio diluido, es vertiendo polvo absorbente sobre el líquido. Limpiar y traspalar. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación. Como precauciones relativas al medio ambiente, no dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado o desagüe.



*Ante cualquier incidente, comuníquese con Emergencias.*

*Para mayor información, ver la Hoja de Seguridad del Bromuro de Litio o consultar con el proveedor.*

## 6.4. Instalación del Equipo

### 6.4.1. Condición de entrega

- Todos los equipos están preparados de manera que puedan ser retirados de un camión con una grúa.
- Todos los elementos para completar el armado del equipo se encuentran ubicados en una caja embalada aparte. Verifique que se hayan recibido todos los artículos necesarios para completar el armado del equipo.
- El equipo dañado es responsabilidad del transportista designado y no debe devolverse al fabricante a menos que se otorgue una autorización previa para hacerlo.

### 6.4.2. Izaje del equipo

Para el movimiento en la instalación del equipo se debe suspender el mismo desde los cáncamos ubicados en la parte superior de la estructura por medio de una “percha”. Generalmente el proveedor del servicio de grúa contratado puede suministrar temporalmente este tipo de dispositivos.

El estructural inferior y superior están provistos de 4 cáncamos para su izaje. Los mismos deberán ser utilizados en su totalidad.

La altura mínima de izaje recomendada es de 1,5 metros desde el punto más alto del equipo hasta la percha.

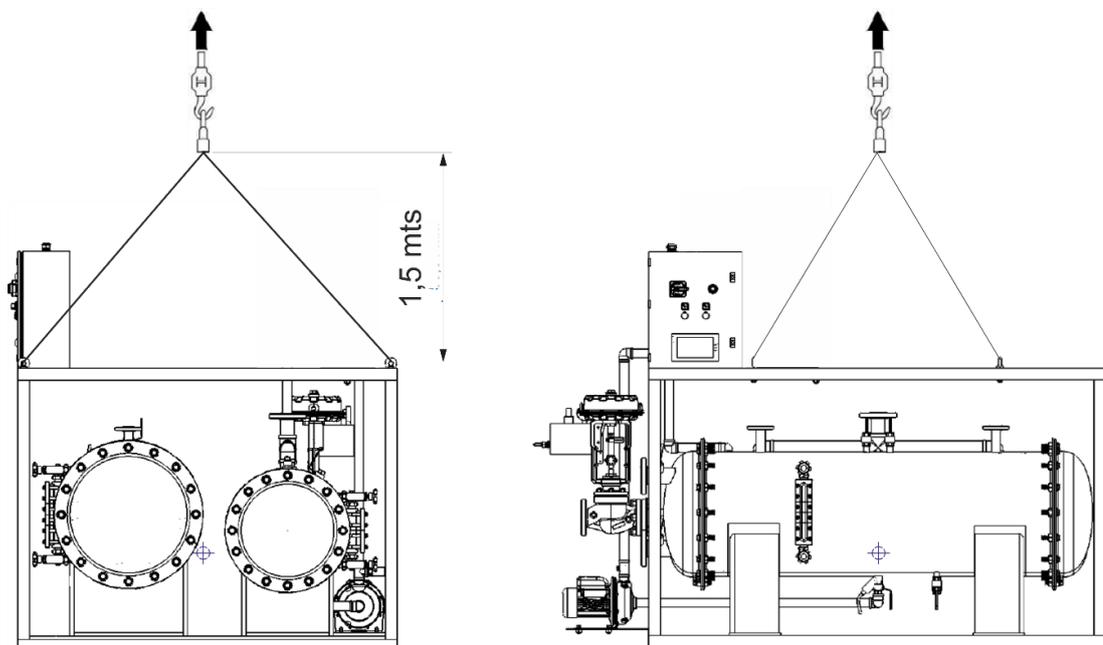


Fig. 6-8 - Posición de izaje de la estructura inferior.

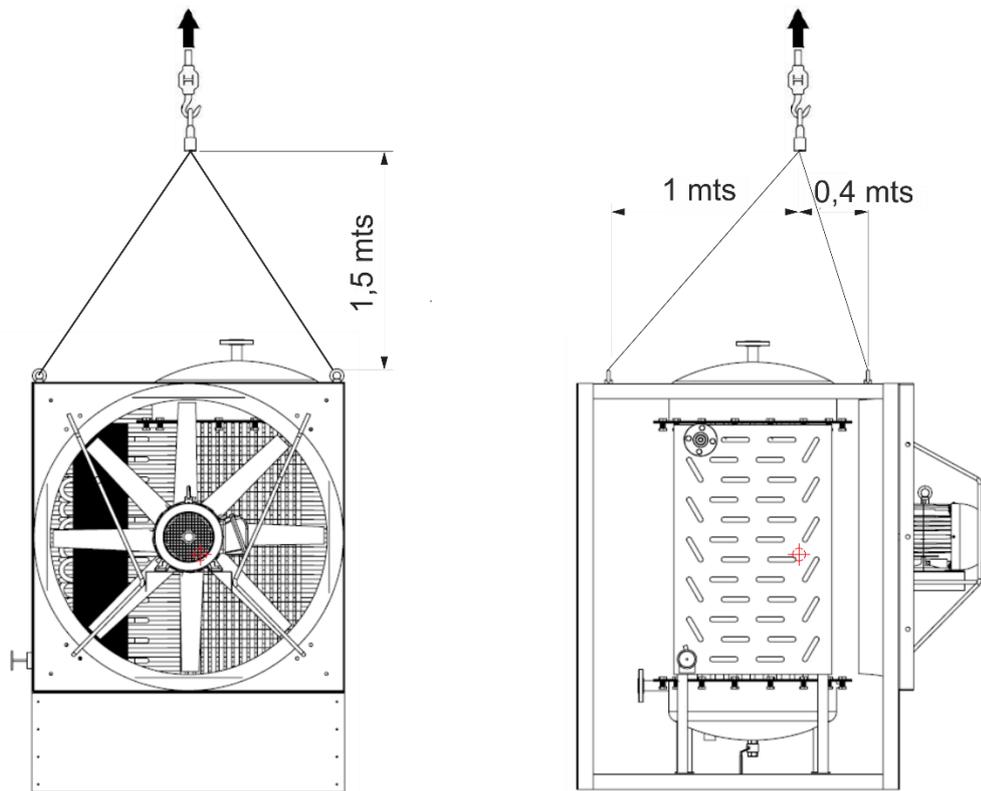


Fig. 6-9 - Posición del izaje de la estructura superior.



Antes de realizar cualquier movimiento al equipo, consulte el peso del mismo indicado en éste manual.

Para desplazamientos sujetar el equipo únicamente de todos los cáncamos.

No debe utilizarse grúa horquilla o autoelevador, no utilizar elementos de elevación con uñas ya que la estructura pueden dañarse por el exceso de esfuerzo puntual.

No respetar las dimensiones de izaje mostradas en las imágenes, puede ocasionar daños a los equipos.

#### 6.4.3. Disposición de ubicación

Para garantizar el rendimiento óptimo de la unidad, se debe seleccionar una ubicación que permita el libre flujo de aire. Es siempre recomendable ubicarlo en lugares elevados, o si se instala a nivel del piso, cuidar que paredes u otros equipos no generen obstrucciones a la libre circulación de aire.



El equipo no es apto para instalación a la intemperie. Debe estar protegido de caída de agua.



Se recomienda colocar el equipo lo más cerca posible de las fuentes de suministro, tanto de servicio como de las fuentes de líquido necesario.

### **Se debe proveer**

Energía eléctrica:

Tensión: 380 V

Cables para las 3 fases + neutro + PE de 4 mm<sup>2</sup> mínimo.

Aire comprimido:

Cañería con presión de 4 - 6 bar.

Agua caliente:

Tubería y brida de 2" a temperatura de 99 – 90 °C.

Agua a enfriar:

Tubería y brida de 2" a temperatura de 9-15 °C.

Otros puntos a considerar al seleccionar la ubicación de la instalación:



- Coloque la unidad de modo que pueda ser monitoreada y controlada desde todos los lados en todo momento.
- Asegúrese de que se proporcione suficiente espacio para el mantenimiento.
- Asegúrese de que todos los componentes, conexiones, líneas y todas las conexiones eléctricas y líneas que transportan líquidos sean de fácil acceso.
- Asegúrese de que los puntos de conexión de la tubería sean visibles.

A continuación se muestra un diseño potencial en el que una unidad puede ubicarse correctamente en el sitio y las distancias mínimas, en metros, recomendadas de proximidad con otros equipos y paredes o edificios adyacentes.

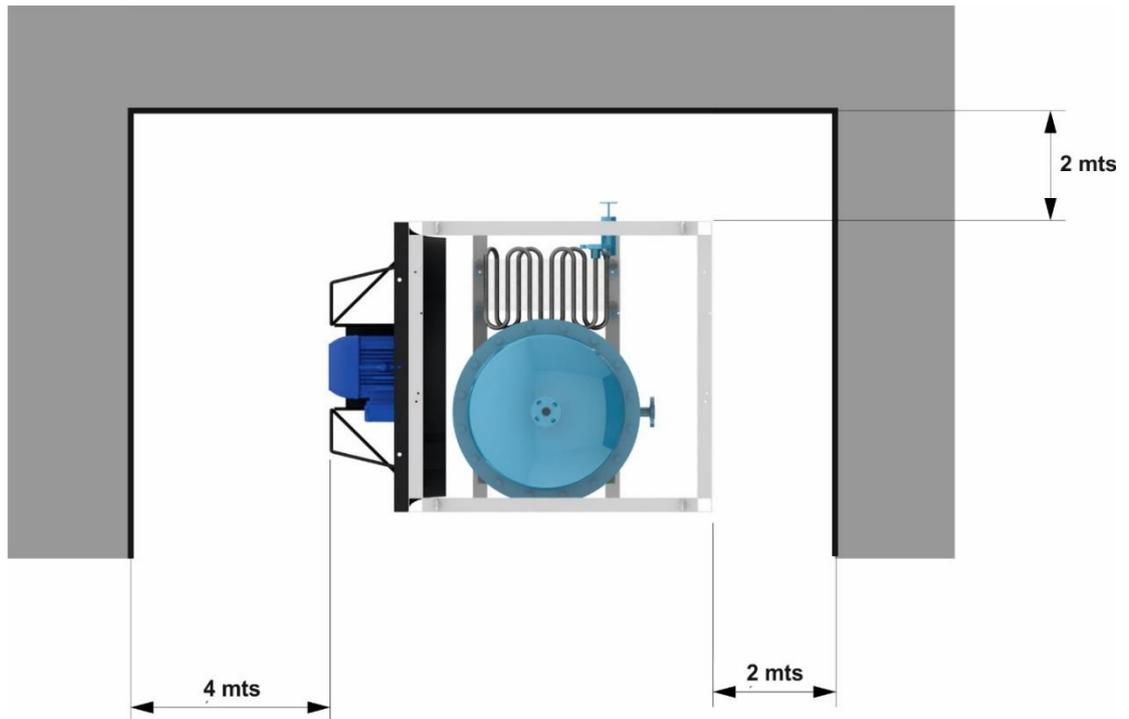


Fig. 6-10 - Distancias mínimas recomendadas para la ubicación del Equipo.



La base destinada para la instalación del equipo tiene que estar limpia, ser plana y lo suficientemente resistente para soportar el peso de toda la máquina.

#### 6.4.4. Montaje de los equipos

El equipo está dividido en dos partes: estructural inferior (parte donde están montados el evaporador y generador, bomba e intercambiador de placas) y el estructural superior (parte donde están montados el condensador, absorbedor).

Esta división del equipo permite un mejor transporte y almacenaje. Además de que esto lo exige el funcionamiento del mismo.

Para el armado del equipo, se deben montar las estructuras siguiendo éstos pasos:

1. Posicionar el estructural inferior sobre la base de instalación, teniendo en cuenta las condiciones de izaje vistas en la sección 4.2. y las recomendaciones de disposición de ubicación en la sección 4.3.
2. Posicionar el estructural superior sobre la base de instalación ídem al inferior, respetando que la separación entre un equipo y el otro sea superior a **2 metros, es decir 3,2 metros entre base y base.**

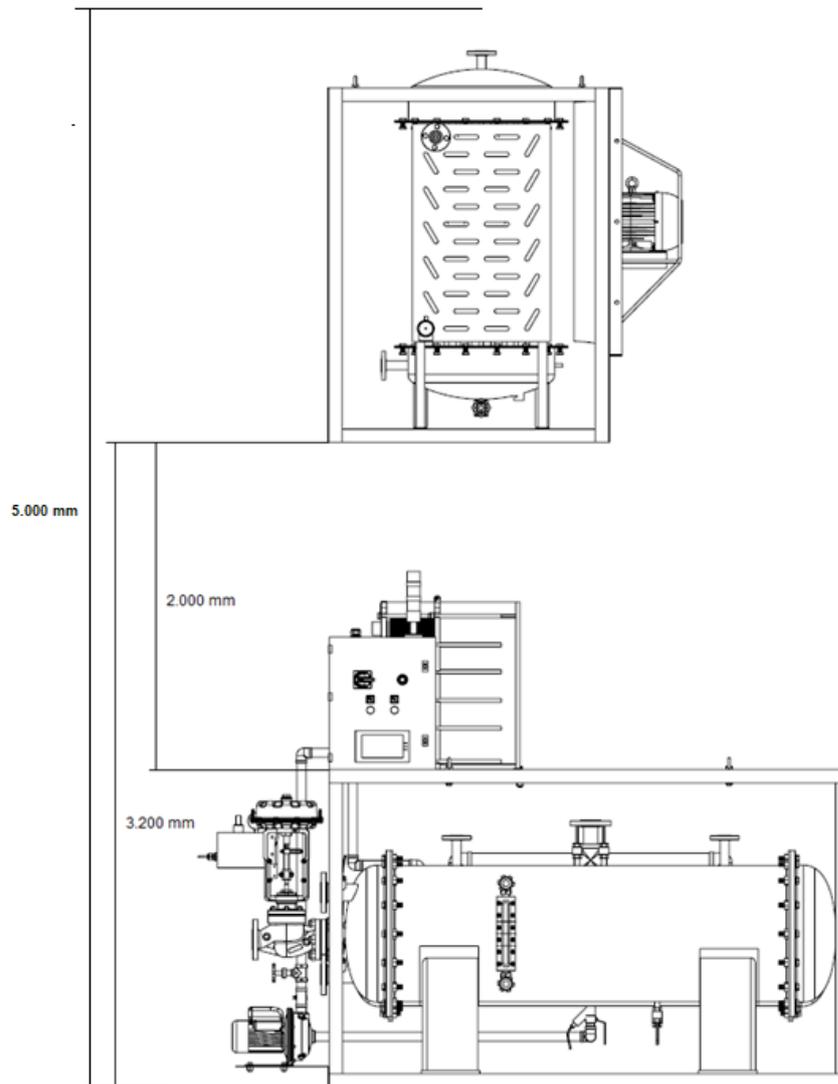


Fig. 6-11 - Disposición de los equipos y separación entre ellos.



Si la separación entre ambos equipos es mayor a 2 metros, entonces debe regularse la válvula globo en la impulsión de la bomba, siguiendo la sección 6.3.

#### 6.4.4.1. Nivelación

Ambos equipos están provistos por patas regulables que permitirán nivelar los intercambiadores.

Para ello, coloque un nivel sobre el Intercambiador de Casco y Tubo “Generador” del Equipo General Inferior y regule las patas de tal modo que el equipo quede nivelado.

Repita el procedimiento sobre el Absorbedor del Equipo General Superior.

#### 6.4.5. Conexión lado Fan Coil

Al evaporador debe conectarse el o los fan coils correspondientes para el enfriamiento requerido. Para ello, sugerimos la conexión que se indica en la imagen siguiente. Ésto permitirá un mejor control de la temperatura del líquido refrigerante mediante un by-pass para evitar que éste pase por el fan coil lo que sea necesario según la temperatura:

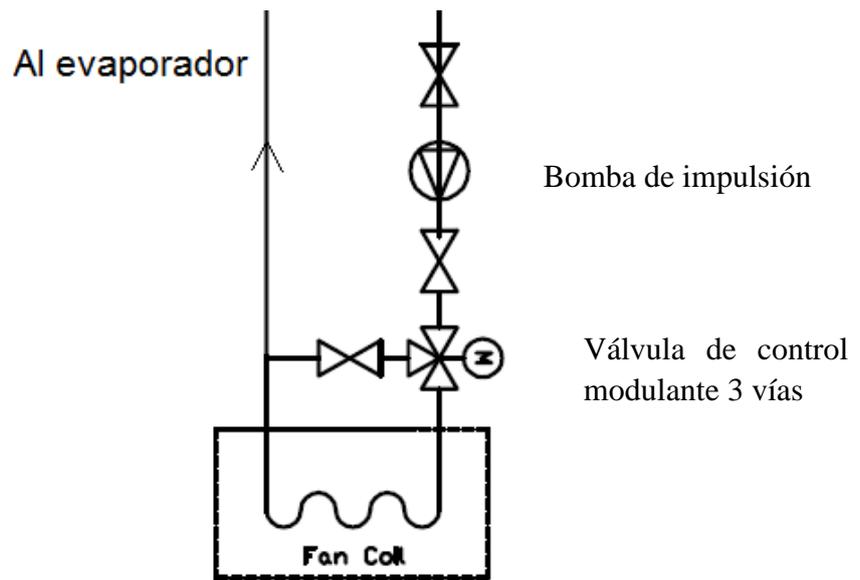


Fig. 6-12 - Conexión de fan coil recomendada.



Datos para diseño y selección de Fan Coil:

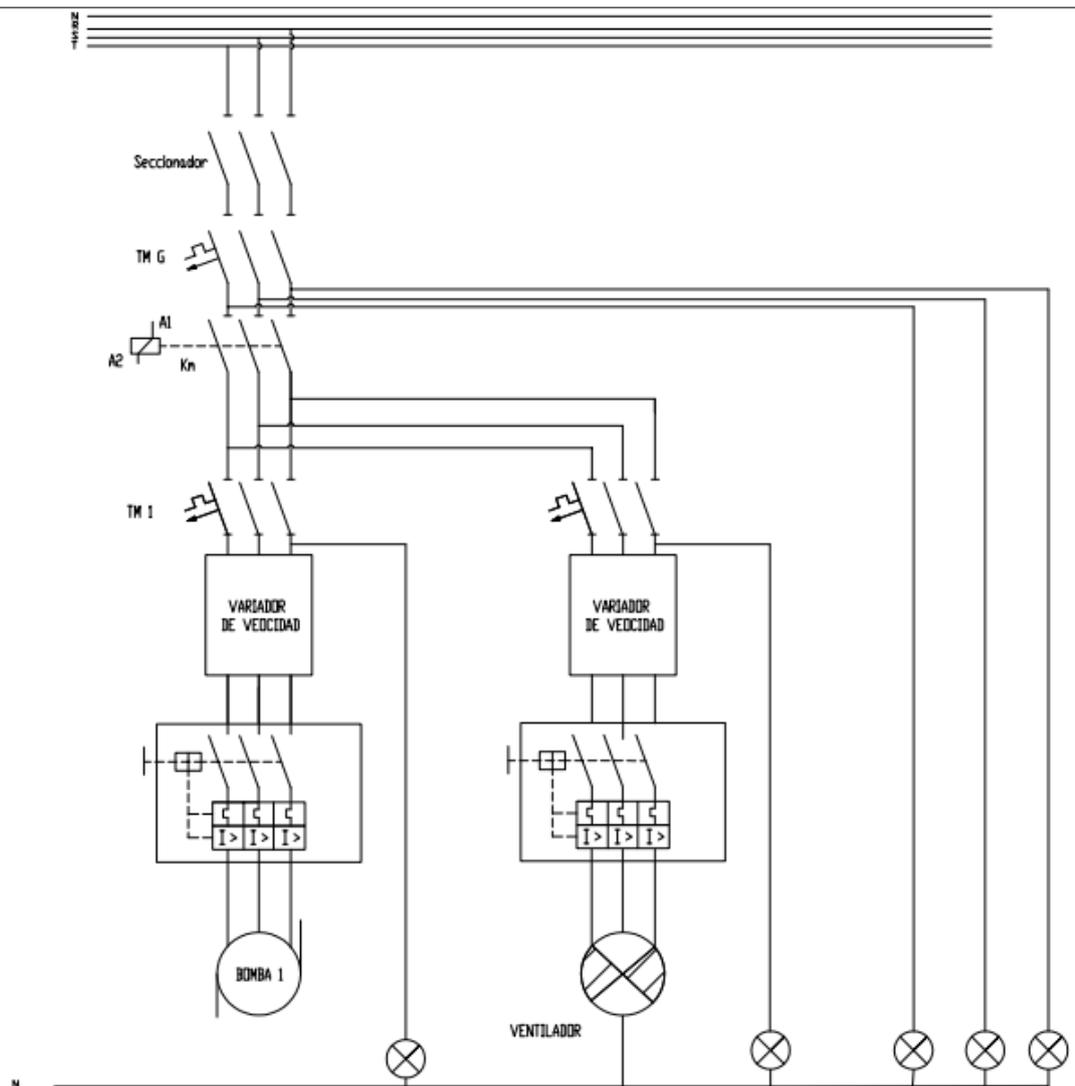
- Pérdida de carga del Evaporador: 9,5 mca
- Caudal requerido: 5.000 lts/min

## 6.5. Tablero eléctrico

### 6.5.1. Circuito eléctrico

La instalación eléctrica del Equipo consta de los componentes eléctricos para el sistema de bombeo y ventilación, partes del sistema de control de temperatura y las conexiones mediante cables.

El circuito eléctrico queda detallado en el siguiente plano:



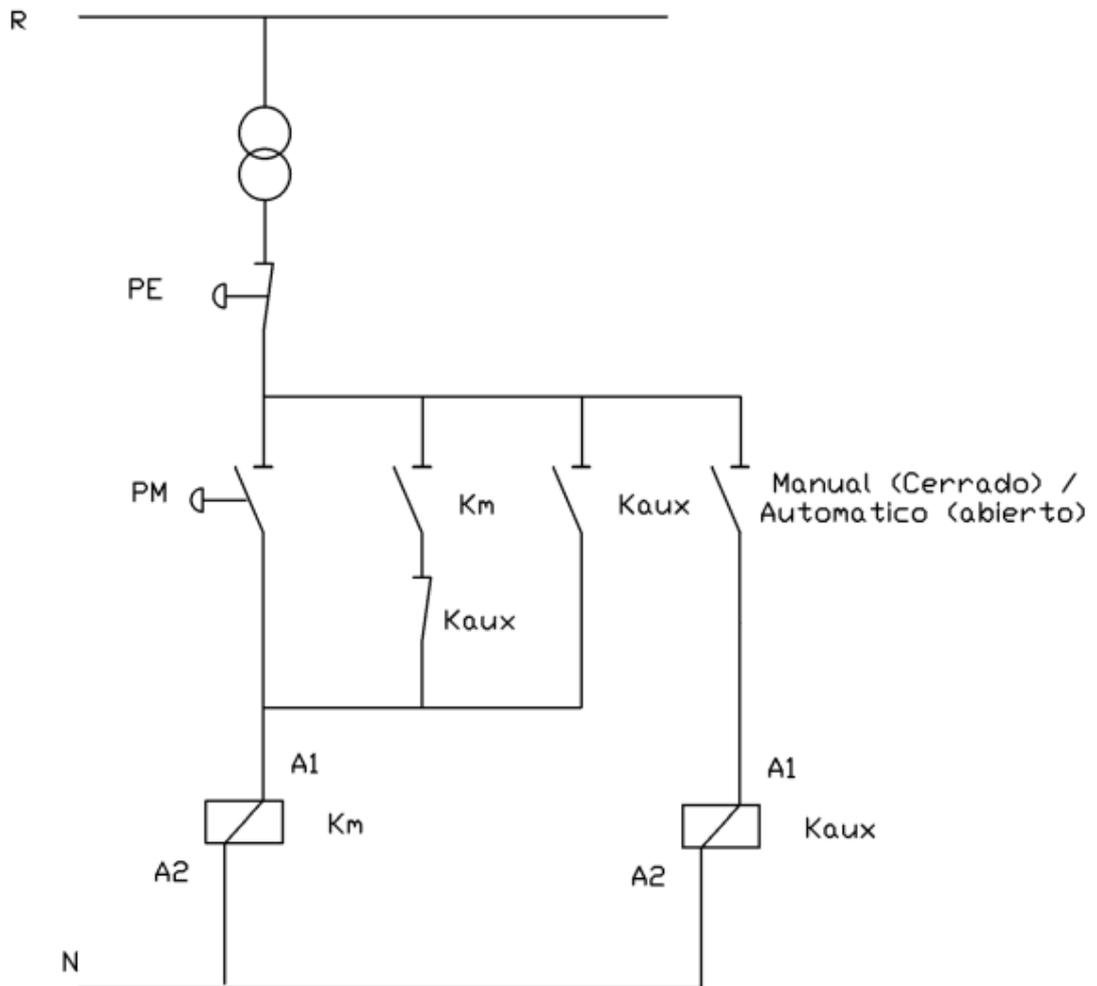
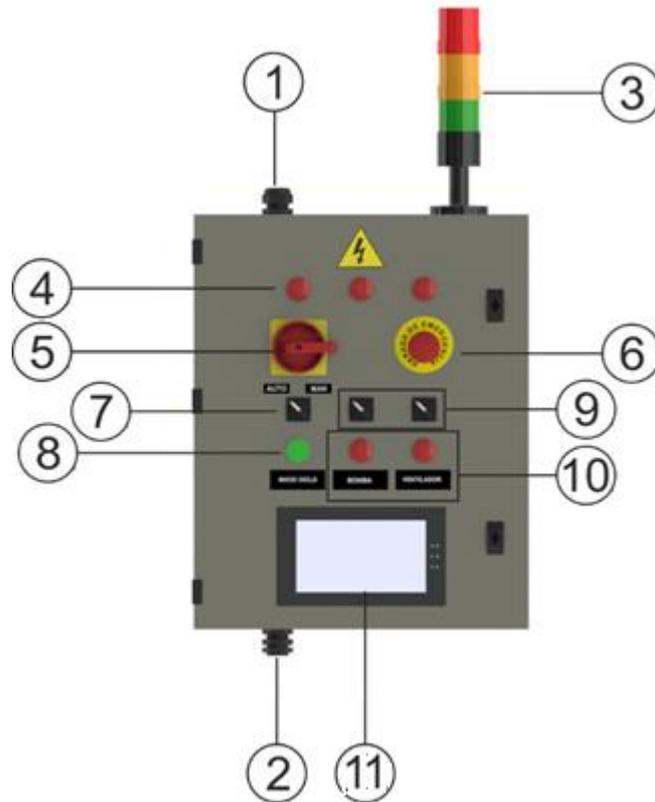


Fig. 6-13 - Circuito eléctrico de comando y de potencia del Equipo.

### 6.5.2. Tablero de comando

El Equipo cuenta con un tablero eléctrico para el comando del mismo. Éste permite el encendido/apagado de los componentes para la operación del Equipo: bombas de recirculación de refrigerante, ventiladores, válvula de control modulante como así también al sistema de control de las variables.

Sobre la tapa del tablero podemos encontrar lo siguiente:



*Fig. 6-14 - Partes del tablero eléctrico del Equipo.*

1. Prensacable para alimentación del Tablero Eléctrico con tensión 380V.
2. Prensacable de salida de la conexión eléctrica del Equipo.
3. Baliza tipo torre semáforo LED de tres colores con indicación y alarma sonora.
4. Testigos de fases trifásicas (R, S y T).
5. Interruptor general de corte on/off.
6. Pulsador de emergencia.
7. Llave on/off para selección del modo automático ó manual
8. Pulsador con enclavamiento eléctrico y luz piloto de inicio de ciclo.
9. Llaves de encendido/apago de la bomba de circulación de refrigerante desde el generador al recuperador de calor y del ventilador.
10. Luces piloto de encendido/apago de la bomba de circulación de refrigerante desde el absorbedor al recuperador de calor y del ventilador.
11. Pantalla LED programada con indicadores, mediciones y alarmas.

### 6.5.2.2. Baliza semáforo

La baliza tipo torre con colores semáforo es un indicador visual y auditivo de probables fallas y errores en el funcionamiento del equipo. Cada color nos indica distintos tipos de fallas:

<b>Color</b>	<b>Modo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Rojo</b>	Fijo	Pulsador de emergencia activado, equipo detenido.
<b>Rojo</b>	Intermitente	Falla por problema en alguna de las tres fases del circuito eléctrico en modo automático; equipo detenido.
<b>Amarillo</b>	Intermitente	Falla en el ciclo del Equipo en modo automático; equipo detenido. Se visualiza alarma en la pantalla. Ver punto 7.3.
<b>Amarillo</b>	Fijo	Equipo en modo manual, listo para utilizar los comandos manuales (encendido de bomba y/o ventilador)
<b>Verde</b>	Intermitente	Equipo en modo automático, listo para Inicio de Ciclo.
<b>Verde</b>	Fijo	Equipo con ciclo iniciado en modo automático.

### 6.5.3. Sistema de control

El sistema de control está compuesto principalmente por un controlador de temperatura universal que mediante la medición de temperatura del agua fría en la salida del evaporador comanda una válvula modulante de control de 2 vías para la regulación del sistema, abriendo o cerrando el paso de agua caliente al generador.

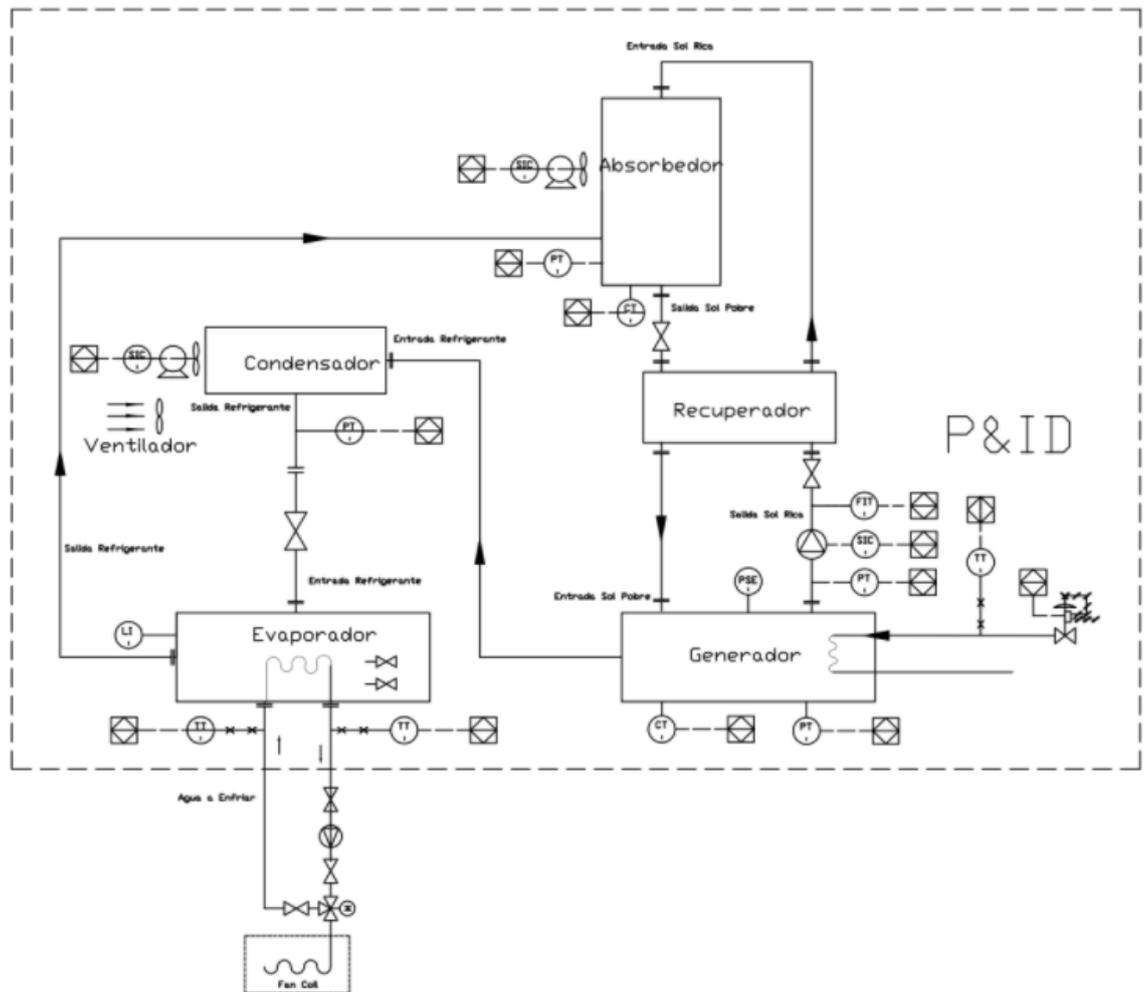


Fig. 6-15 - Representación esquemática del Sistema de Control del Equipo.

### 6.5.3.1. Válvula de control modulante

Para la regulación de la temperatura de salida del agua fría, se debe regular la fuente de calor. Para eso, mediante una válvula de control modulante de apertura 0/90° de la entrada de agua caliente al generador se podrá lograr que se genere mayor o menor cantidad de refrigerante vapor.

Válvula de control modulante

Marca: GENE BRE

Modelo: 2 vías de 2"

Comando: 4-20 mA

Posicionador neumático

Conexión aire: G 1/4"

Presión: 1,4 – 7 bar



#### 6.5.3.1.1. Control de Nivel

Los dos equipos casco y tubos funcionan también como almacén de los líquidos de refrigerante en el caso del evaporador, y de la solución de BrLi en el caso del generador.

Para poder controlar el nivel de líquido de los equipos, éstos intercambiadores tienen un visor de nivel Reflex cada uno.

#### **Indicador de nivel visual**

##### Generador:

Marca: Comatti

Tipo: antireflex

Modelo: 11 R 20

Distancia entre centros: 290 mm

Conexión: Ø 1/2"

##### Evaporador:

Marca: Comatti

Tipo: antireflex

Modelo: 15 R 20

Distancia entre centros: 380 mm

Conexión: Ø 1/2"



Verificar el nivel de líquido cada vez que encienda el equipo.

Verificar el nivel periódicamente para detectar fugas o pérdida de refrigerante y/o solución de BrLi.

## 6.6. Operación del Equipo



Antes de dar Inicio de Ciclo, verifique la apertura de las válvulas y llaves manuales del equipo.

### 6.6.1. Inicio de ciclo del Equipo

Siga éstos pasos para el inicio del ciclo del Equipo en modo automático a través del Tablero eléctrico, según figura 17:

1. Girar interruptor general (1) en posición de encendido “ON”.
2. Desactivar el pulsador de emergencia (6).
3. Verificar que se hayan encendido los tres testigos de fase (4).
4. Posicionar la llave de modo (7) en “Automático”.
5. Verificar que la baliza semáforo (3) esté encendida en color verde intermitente.
6. Pulsar botón de “Inicio de Ciclo” (8) para poner en funcionamiento el Ciclo.
7. Verificar que la baliza semáforo (3) esté encendida en color verde fijo.

#### 6.6.1.1. Modo manual

Puede seleccionar el modo manual para por ejemplo, probar el funcionamiento de la bomba y el ventilador. Para ello siga los siguientes pasos:

1. Posicionar la llave de modo (7) en “Manual”.
2. Verificar que la baliza semáforo (3) esté encendida en color amarillo fija.
3. De esta forma se activan las llaves de movimientos manuales “9”. Posicione la llave en ON del elemento que quieran encender.

### 6.6.2. Apagado del Equipo

Siga éstos pasos para detener el ciclo:

1. Pulsar botón de “Inicio de Ciclo” (8) para detener el funcionamiento el Ciclo.
2. Verificar que la baliza semáforo (3) esté encendida en color verde intermitente.
3. Activar el pulsador de emergencia (6).
4. En caso de requerirse Mantenimiento de la unidad, Girar interruptor general (1) en posición de apagado “OFF”. Verificar que se hayan apagado los tres testigos de fase (4).

### 6.6.3. Fallas del Equipo

Diferentes tipos de fallas pueden hacer que el equipo no funcione con normalidad. En caso de que alguna suceda, la baliza semáforo quedará encendida en color amarilla intermitente indicando que debe asistirse al equipo y corroborar qué ha pasado:

N° de Error	Modo de falla	Causas Probables	Sensor	Acción	Mantenimiento
1	Aumento/Baja de caudal de refrigerante al Absorbedor	Falla en la Bomba	Caudalimetro	Parar ciclo	Revisar y/o cambiar bomba
		Falla en el variador de velocidad	Caudalimetro	Parar ciclo	Revisar y/o cambiar variador
		Salida del BrLi concentrado tapado	Caudalimetro	Parar ciclo	Revisar salida del generador
		Incrustaciones en el recuperador	Transductor de Presión	Alarma para Mantenimiento	Desarmar recuperador, limpiar.
		Mal regulación en válvula globo	Caudalimetro	Bajar/Subir RPM de la bomba	Regular correctamente la válvula globo
2	Aumento/Caída de presión en el Generador	Excesiva/baja temperatura de líquido caliente	PT100	Parar ciclo/Cerrar/Abrir válvula modulante	Revisar salida de agua caliente del economizador
		Pérdida del vacío interior	Transductor de presión	Parar ciclo/Cerrar válvula modulante	Revisar sellos/pinchaduras
		Aumento/Disminución de caudal de líquido proveniente del Absorbedor	Caudalimetro	Aumentar/Disminuir RPM de la bomba	Revisar estado del recuperador (posibles incrustaciones) Revisar apertura de válvulas globo
		Variación en la concentración del líquido proveniente del Absorbedor	Conductimetro	Abrir/Cerrar válvula modulante	Revisar estado del recuperador (posibles incrustaciones) Revisar apertura de válvulas globo

		Bajo caudal de entrada de líquido caliente	Transductor de presión	Parar ciclo/Cerrar válvula modulante	Revisar funcionamiento válvula modulante Revisar salida del agua caliente del economizador
		Tubos tapados	PT100	Parar ciclo	Desarmar tapas y limpiar.
		Aumento/ Disminución de la cantidad de refrigerante	Visor de nivel	Parar ciclo	Revisar estado del equipo Reponer líquido faltante
3	Aumento/Dism inución de presión en el Condensador	Aumento/Disminución de circulación de aire	Transductor de presión	Parar ciclo	Revisar ventilador Revisar estado/limpiar placas aletadas Revisar y/o cambiar variador de frecuencia
		Aumento de volumen de vapor en el interior del equipo	Transductor de presión	Parar ciclo	Revisar estado válvula de laminación
4	Aumento/dismi nución de presión en el Evaporador	Excesiva/menor temperatura líquido proveniente de fan coil	PT100	Abrir/cerrar válvula modulante	Revisar válvula 3 vías del Fan Coil Carga térmica excesiva
		Aumento/ Disminución de la cantidad de refrigerante	Nivel visual	Manual: parar ciclo	Revisar nivel Revisar estado del Evaporador Agregar/sacar líquido BrLi
		Falta/aumento de entrada de solución concentrada en el Absorbedor	Caudalímetro	Aumentar/dismi nuir RPM de la bomba	Revisar bomba Revisar variador Bomba Revisar estado Recuperador (posible tapado)
		Tubos tapados	PT100	Parar ciclo	Desarmar tapas y destapar tubos



Llame al Servicio Técnico si se realizaron las acciones sugeridas y no se ha solucionado, o por consultas.

## 6.7. Requerimientos de Mantenimiento



Al realizar Mantenimiento sobre algún Equipo que contenga Bromuro de Litio (Generador, Absorbedor, Válvulas, Bomba, etc.), tener en cuenta las recomendaciones de Seguridad dadas.

### 6.7.1. Frecuencias de inspección y mantenimiento

Procedimiento	Frecuencia (horas)	Mes												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Verificar los rodamientos del motor de la bomba o reemplazarlos si fuera necesario.	8760													
Revise las aspas del ventilador en busca de grietas, vibraciones.	2920													
Comprobar la calidad del agua del evaporador. Limpie la unidad, según sea necesario.	1440													
Compruebe las rejillas del ventilador y entrada de aire. Elimine residuos.	720													
Revisar presión de los circuitos de alta y baja.	720													
Revise sello mecánico de la bomba	2920													
Revise la caja de conexiones de bombas y motor del ventilador.	2920													
Comprobar existencia de vibraciones de las bombas y ventilador.	720													
Realice inspección visual de la unidad.	720													
Verificar mediante cámara térmica posibles bornes sueltos en el tablero eléctrico.	8760													
Medición del pH de la solución de Bromuro de Litio en el generador	4380													
Medición del pH del Agua destilada en el evaporador	4380													

### 6.7.2. Limpieza general

Una vez que la unidad se encuentre instalada, la forma más efectiva de mantener su acabado de acero inoxidable es mantenerlo limpio. Como mínimo, la unidad debe lavarse anualmente para reducir la suciedad residual o los depósitos superficiales en el acero inoxidable. Además, este lavado mantendrá los componentes de acero inoxidable libres de los elementos corrosivos de la atmósfera, incluidos los cloruros y sulfuros que dañan el acero inoxidable.

Secuencia de pasos para mantener el acero inoxidable:

1. Mantenimiento de rutina: limpieza suave con productos de limpieza del hogar, detergentes o amoníaco ayudará a mantener el acabado y lo mantendrá libre de los contaminantes atmosféricos.
2. Suciedad superficial leve: limpieza levemente agresiva.
  - a. Esponja o cepillo de cerdas con limpiador (limpiadores no abrasivos, jabones domésticos o solución de amoníaco al 1%, exfoliante suave)
  - b. Para una limpieza más agresiva, agregue vinagre al limpiador.
  - c. Enjuague con agua tibia desde una manguera o lavadora a presión.
  - d. Secar con toalla.
  - e. Termine el área limpiada con una buena cera para autos para proporcionar protección adicional.
3. Limpieza más agresiva: eliminación de huellas dactilares y grasa.
  - a. Repita el paso 1-2 y luego use un solvente de hidrocarburo como acetona o alcohol.
  - b. Otras opciones de limpieza incluyen limpiavidrios para el hogar o limpiador y pulidor de acero inoxidable 3M.
4. Limpieza agresiva: eliminación de manchas o moho claro.

Elimine inmediatamente la mancha o el óxido utilizando un limpiador de cromo, latón o plata.

Se recomienda el uso de cremas y pulidores suaves que no rayen.

Una vez más, cuando finalice el procedimiento de limpieza en esta área, use una buena cera para automóviles para mayor protección.

5. Limpieza más agresiva: eliminación de depósitos de óxido pesados, contaminación de hierro, decoloración de la soldadura por puntos y salpicaduras de soldadura con ácidos.

Primero intente los pasos 1 a 4. Si las manchas o el óxido no se eliminan, se deben seguir los siguientes procedimientos como último recurso.

- a. Enjuague la superficie a limpiar con abundante agua caliente.

- b. Utilice una solución saturada de ácido oxálico o fosfórico (solución ácida al 10-15%) (se aplica con un paño suave y se deja reposar durante unos minutos (sin frotar ni raspar). Este ácido debe grabar las partículas de hierro.
- c. Siga con un enjuague con amoníaco y agua.
- d. Enjuague la superficie nuevamente con agua caliente.
- e. Termine con una buena cera para autos en el área limpiada.

### **6.7.3. Mantenimiento del ventilador**

Al realizar trabajos en la zona de peligro de ventilador:

- Deben ser realizados únicamente por personal especializado con la debida formación.
- El rotor debe estar parado.
- El circuito de corriente debe estar interrumpido y asegurado contra nueva conexión.
- Cerciorarse de que no haya tensión.
- No llevar a cabo trabajos de mantenimiento cuando el ventilador esté en marcha.
- Cuando los maneje utilice zapatos de seguridad y guantes de protección.
- Mantenga las vías de circulación de aire del ventilador libres de obstáculos.
- La limpieza húmeda bajo tensión puede producir una descarga de corriente.
- Es necesaria la inspección regular y, dado el caso, se debe realizar una limpieza para evitar el desequilibrio producido por la suciedad.
- Limpiar el área de circulación de aire del ventilador.
- Se puede limpiar el ventilador completo mediante un paño húmedo.
- No utilice nunca un limpiador de alta presión ni un chorro de agua para la limpieza.
- Evite que entre agua en el motor y en la instalación eléctrica.
- El ventilador utiliza cojinetes con “lubricación para toda la vida útil” y, por tanto, no necesita mantenimiento. Una vez finalizada la vida útil del lubricante (en caso de aplicaciones estándar, entre 30-40.000 h), debe cambiarse el cojinete.
- Preste atención a ruidos extraños durante el funcionamiento.
- Preste atención a una marcha con pocas vibraciones.
- Para el cambio de rodamientos, utilice únicamente rodamientos originales.

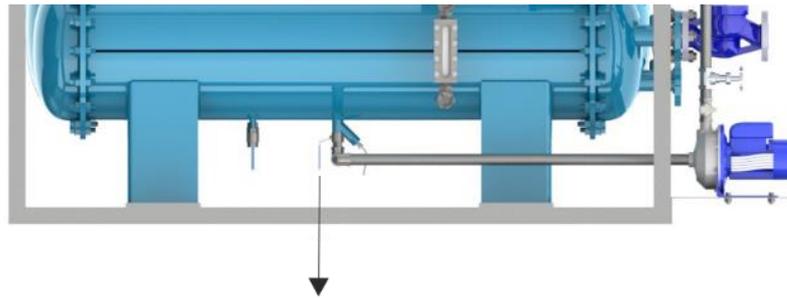


Verifique el Sentido de Giro de las aspas del Ventilador. En caso de girar contrario al giro indicado, invierta dos bornes de la caja de conexión para corregirlo.

#### **6.7.4. Mantenimiento de bombas**

Ver en Manual de Instalación y Mantenimiento de Bombas.

Para el cambio de Bomba, cierre la llave de paso a la salida del Generador que se indica en la imagen:



Válvula cierre de  
aspiración Bomba

*Fig. 6-16 - Válvula de cierre del circuito de aspiración de Bomba.*



Verifique el Sentido de Giro del rotor. En caso de girar contrario al giro indicado, invierta dos bornes de la caja de conexión para corregirlo.

### 6.8. Listado de repuestos comerciales

Nº pieza	Denominación	Especificación técnica	Cant.	Marca
80.01.01	Bomba centrífuga	Bomba centrífuga Marca: Lowara Modelo: CEA 120/2 Material de carcasa: Acero Inoxidable Tensión: Trifásica -380 V Potencia: 0,37 kW (0,5 HP) Conexión entrada: 1 ¼" Conexión impulsión: 1"	1	Lowara
80.01.02	Ventilador axial de panel	Ventilador tipo axial de panel Marca: Chicago Blower Modelo: AXP 3CA Tensión: Trifásica - 380 V Motor WEG Potencia: 0,75 kW (1 HP) Caudal: 372 m3/min Tamaño: 900 x 900 x 414 mm	1	Chicago Blower
80.01.03	Válvula modulante 2 vías neumática	Válvula de control modulante Marca: GENE BRE Modelo: 2 vías de 2" Comando: 4-20 mA Posicionador neumático Conexión aire: G ¼" Presión: 1,4 – 7 bar	1	Genebre
80.01.04	Válvula de Expansión	Válvula de expansión Tipo: manual Marca: HECAM Conexión: Ø 1" Máxima presión de trabajo: 30 Kg/cm2 Temperatura de trabajo: de -40°C hasta 140°C	2	Hecam
80.01.06	Válvula esférica paso total AISI 316 1/2"	Válvula esférica Tipo: paso total Material: AISI 304L Conexión: Ø 1/2 "	3	Famiq
80.01.07	Indicador de nivel visual Reflex mod. 11 R 20	Indicador de nivel visual Tipo: antireflex Modelo: 11 R 20 Distancia entre centros: 290 mm Conexión: Ø 1/2"	1	Comatti
80.01.08	Indicador de nivel visual Reflex mod. 15 R 20	Indicador de nivel visual Tipo: antireflex Modelo: 15 R 20 Distancia entre centros: 380 mm Conexión: Ø 1/2"	1	Comatti

80.01.10	Válvula de seguridad	Válvula de Seguridad Bronce WALWORTH Modelo B210 - Ø1/2"	1	Warlworth
80.01.11	Válvula globo 1" AISI316	Válvula tipo globo Material: acero inoxidable AISI316 Ø1"	2	Famiq
80.03.01	Sensor temperatura PT100	Sensor de temperatura Tipo: PT100 Hilos: 3 Vaina: acero inoxidable Ø6,35 x 100 mm Cable conexión: 3 m	1	-
80.03.02	Conductimetro TDS-IL-A	TDS-IL-A AC 220V 50/60Hz Conductividad 0,1µs/cm 0,005ppm-9,99ppt 0 /50°C	2	-
80.03.03	Sensor de caudal IFM SI5000	Sensor de caudal Marca: IFM Modelo: SI5000 Rangos temperatura: -25/80 °C	1	IFM
80.03.04	Transductor de Presión XMLG025D21	Transductor de Presión Schneider XMLG025D21 Transductor 4...20Ma G 1/4 A (macho) conforme a DIN 3852-E	2	Schneider
80.05.01	Bromuro de Litio diluído	Bromuro de Litio diluído al 56% preparado para llevar el Equipo.  Cant: tambor de 50 litros.	1	-



Solicite presupuesto por el material que necesite vía e-mail indicando N° de pieza y N° de equipo que puede encontrar en la chapa del Equipo.



Descripción	Fecha	Responsable	Firma
Conformidad de entrega de todos los elementos, materiales auxiliares y equipamiento.			
Instalación y puesta en marcha del Equipo.			
Try-out y prueba funcional del Equipo ya instalado.			
Capacitación sobre la puesta en marcha, funcionamiento y mantenimiento del Equipo.			
Servicio N° 1: _____ _____ _____			
Servicio N° 2: _____ _____ _____			
Servicio N° 3: _____ _____ _____			

## 7. CONCLUSIÓN

En el presente proyecto se pudo describir la solución energética a la necesidad de refrigerar una sala de tableros, de forma eficiente. La misma fue realizada a través de un sistema capaz de alimentarse de una energía calórica residual.

En un principio, a través de distintos cuestionarios y consultas en diferentes industrias, se pudo relacionar la necesidad energética de refrigerar tableros eléctricos de grandes potencias, y la energía desperdiciada en otros sectores de las empresas.

Una vez definida la situación problemática de una empresa en particular, se expuso las diferentes alternativas para lograr la refrigeración requerida. En carácter de elaborar una solución energéticamente eficiente y amigable con el medio ambiente, se decidió implementar, de forma innovadora, un equipo de refrigeración por absorción capaz de aprovechar el calor de una fuente de agua caliente producto de la salida de los gases de una caldera.

De esta forma se procedió a los diferentes cálculos termodinámicos de todos los componentes que conformarían dicho equipo de refrigeración, comenzando desde el balance de energías y masas, procediendo por la elección estructural y diferentes cálculos que determinarían las superficies necesarias de todos estos componentes.

Explicados los fundamentos teórico-térmicos del equipo se comenzó a describir el diseño constructivo del equipo de Absorción. Para ello se tuvieron en cuenta diferentes tipos de normas, especificaciones mecánicas y consideraciones, sin faltar a la disponibilidad técnica económica de los materiales a tratar.

Además, se eligieron diferentes elementos y equipos que posibilitarían y serían necesarios para el funcionamiento del equipo por absorción.

Establecido el diseño mecánico de los elementos se procedió a plasmar dichos equipos en la planimetría respectiva respetando todas las consideraciones previamente enunciadas. Diversas documentaciones como diagramas de flujo, hojas de inspección, proceso y ensayo fueron necesaria para dar lineamiento al proceso de fabricación del mismo equipo

Al ser un producto destinado a la refrigeración para un cliente potencial, se añadió un manual de usuario para facilitar el uso del equipo sin faltar a la seguridad del operario.

Si bien el equipo de refrigeración por absorción presento una solución eficiente e innovadora en la finalidad del proyecto se esbozó todo el análisis económico de la elaboración del producto. En dicho análisis, se contemplaron los distintos costos que involucraban su fabricación. Además, se pudo visualizar la perspectiva del cliente en la opción de este equipo por absorción por sobre un convencional, dando como evidencia las ventajas en un cierto periodo de tiempo.

Expuestos los temas tratados evidenciamos la capacidad de los autores del mismo proyecto, de resolver un problema de forma innovadora aplicando diferentes conocimientos electromecánicos de los cuales se evidenciaron en la gran duración que conllevó la confección del trabajo descripto.



## **8. ANEXOS**

### ***ANEXO N° 1: Estudio de mercado – Cuestionarios realizados***

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

	- Individual monocarga (una sola carga conectada)
	- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
X	- Equipo central.
	- Otro

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

X	- Costo
X	- Mantenimiento
	- Espacio ocupado
	- Otro

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Todos los procesos por ser Planta Frigorífica (Mantenición, Enfriamiento y Congelado)

- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? La potencia instalada es de 1500 HP.

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se "tiran" al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? Gases de Combustión en Calderas y Grupos Electrógenos. Enfriamiento del aire de compresores. Condensados. Etc.

- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? Depende de cada uno. Hay continuos (condensadores ) y batch.

- c. ¿Temperatura/caudal de desecho? Depende de cada uno. No tengo demasiados detalles.

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.) Enfriamiento de Agua y/o Locales.

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa? 300

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

	- Individual monocarga (una sola carga conectada)
	- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
	- Equipo central.
X	- Otro.

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

	- Costo
	- Mantenimiento
	- Espacio ocupado
X	- Otro. Necesidades de distintas temperaturas de evaporación, eficiencia de instalación (distancias y asilaciones)

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Cámaras de congelado y procesos de secado.
- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? Compresores de 150 HP, 100 HP

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se “tiran” al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? Gases de combustión, agua de condensador.
- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? Continuo pero variable.
- c. ¿Temperatura/caudal de desecho? 195 °C

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí		No	X
----	--	----	---

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.)? Agua potable caliente de planta, calefacción oficinas.

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa? 400

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

	- Individual monocarga (una sola carga conectada)
X	- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
	- Equipo central.
	- Otro.

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

	- Costo
	- Mantenimiento
X	- Espacio ocupado
	- Otro.

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Frigoríficos, enfriar agua y enfriar aires de salas.

- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? Los compresores son de 500HP, 125HP y 75 HP.

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se “tiran” al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? Calderas, vapores de cocción de los digestores, equipos de condensación.

- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? Digestores Batch, el resto continuo.

- c. ¿Temperatura/caudal de desecho? Temperatura de humo de calderas 200 grados. Caudal desconozco.

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí		No	X
----	--	----	---

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

Sí		No	
----	--	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.)?

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa? 300

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

	- Individual monocarga (una sola carga conectada)
	- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
X	- Equipo central.
	- Otro.

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

X	- Costo
	- Mantenimiento
	- Espacio ocupado
	- Otro.

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Enfriamiento de medias reses, enfriamiento de productos elaborados, climatización, secaderos, etc.

- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? Hay una sala de máquinas central, con compresores de NH3 que van entre los 40 y 700 HP

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se "tiran" al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? Gases de salida chimenea caldera, condensación, intercambiadores de calor compresores de aire.

- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? Continuo, con caudales variables

- c. ¿Temperatura/caudal de desecho? Calderas más de 250°C (capacidad caldera 5 Ton vapor/hora). Condensación de unos 2.000.000 Kcal/h a unos 35°C. Compresores de 12 m3/min a unos 60 °C.

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí		No	X
----	--	----	---

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.? Nosotros tenemos un sistema de enfriamiento de agua para climatización (solo en verano) y otro para procesos productivos (permanente) dónde creo podrían llegar a usarse algo de lo que proponen. También en poco tiempo haremos depósitos de almacenamiento de materias primas que deben mantenerse a unos 20 °C.

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa? 1000

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

	- Individual monocarga (una sola carga conectada)
X	- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
	- Equipo central.
	- Otro

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

X	- Costo
X	- Mantenimiento
	- Espacio ocupado
	- Otro

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Todos los procesos por ser Planta Frigorífica (Mantenición, Enfriamiento y Congelado).

- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? Dos compresores de 50 CV y uno de 100 CV. Una caldera con producción nominal de vapor de 15 ton/h y otra de 12 ton/h.

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se “tiran” al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? Gases escape e caldera humotubular, generadores de energía eléctrica y hornos para calentamiento de aire, calor disipado en compresores de aire.

- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? El más constante es el de la caldera. Los otros no son continuos.

- c. ¿Temperatura/caudal de desecho? La temperatura de los gases de escape de las calderas (190 °C)

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.)? Refrigeración, por ejemplo de sala de tableros.

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa?

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

X	- Individual monocarga (una sola carga conectada)
X	- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
X	- Equipo central.
	- Otro.

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

X	- Costo
X	- Mantenimiento
X	- Espacio ocupado
	- Otro.

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Refrigerado de moto husillos. Refrigerado de tableros eléctricos. Refrigerado de agua destilada para procesos de inducción, otros.

- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? 0.25HP a 750000 KCal

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se “tiran” al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? Agua de condensados.
- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? Batch.
- c. ¿Temperatura/caudal de desecho? -

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.)? Enfriado de tableros eléctricos, intercambiadores de calor de aceites hidráulicos y de procesos, oficinas.

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa? 1100

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

X	- Individual monocarga (una sola carga conectada)
X	- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
X	- Equipo central.
	- Otro.

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

X	- Costo
X	- Mantenimiento
X	- Espacio ocupado
	- Otro.

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Sala de compresores.

- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? Compresores Mycom de 600 HP.

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se “tiran” al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? En el generador de vapor (caldera humo tubular de 3 pasos) hay constante emisión de gases de combustión. Este equipo está en marcha todo el año, dado que el vapor generado es utilizado para termo proceso y limpieza. Los gases de combustión, luego de efectuar el intercambio se evacuan directamente por chimenea al medio ambiente. En la sala de máquinas (sistema de compresión mecánica del amoníaco).

- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? El ciclo es continuo y se utiliza todo el año, cediendo calor al medio ambiente todo el año.

- c. ¿Temperatura/caudal de desecho? No tengo valor fidedigno de temperatura, pero en caldera tomar mínimo salida 140 – 150 °C y en salida de compresor > 60 °C.

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.? alas de elaboración o expedición (típico 8 a 10°C) o quizá sistemas de almacenado de materia primas y/o productos terminados (clásico 2 a 4 °C).

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa? -

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

X	- Individual monocarga (una sola carga conectada)
	- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
X	- Equipo central.
	- Otro.

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

	- Costo
	- Mantenimiento
	- Espacio ocupado
X	- Otro.

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Planta Frigorífica y Refrigeración de oficinas.

- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? -

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se “tiran” al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? Gases de combustión de una caldera.

- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? Batch, arranque y parada automático según demanda de vapor los 365 días del año.

- c. ¿Temperatura/caudal de desecho? 190 °C, 270 m<sup>3</sup>/h aprox.

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

Sí	X	No	
----	---	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.) Aire acondicionado de oficinas.

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa?

## Cuestionario

- 1) ¿Utilizan equipos de refrigeración en sus procesos industriales? Marcar con una X donde corresponda.

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. Si su respuesta fue sí, ¿de qué tipo de sistema utilizan?

X

- Individual monocarga (una sola carga conectada)
- Individual multicarga (varias cargas conectadas)
- Equipo central.
- Otro.

- b. ¿Por qué utilizan este tipo de sistema?

X
X

- Costo
- Mantenimiento
- Espacio ocupado
- Otro.

- c. ¿En qué sector de su planta o en qué proceso/s requiere/n su uso? Sector de chillers, cámaras, ambientes.

- d. ¿Qué potencia tiene el o los equipos? Planta de faena. Compresores en uso: 2 de 125hp (1 de baja y otro de media), 3 de 350hp (1 de baja y 2 de media presión).

- 2) ¿Poseen fuentes de calor que se “tiran” al ambiente? (Ejemplo: gases de combustión, agua del condensador, etc.)

Sí	X	No	
----	---	----	--

- a. ¿De qué tipo? Gases de combustión de caldera, agua de condensado, purgas de caldera, gases de quemador de secador de anillo.

- b. ¿Es un desecho continuo ó batch (algunas horas diarias)? Continuo 24 horas

¿Temperatura/caudal de desecho? Caldera en producción de 2tn de vapor con capacidad para 6tn.

- 3) ¿Conoce los sistemas de enfriamiento de líquido por ciclo de absorción?

Sí		No	X
----	--	----	---

- a. En caso de que sí, ¿ve factible la aplicación de estos sistemas enfriadores de líquidos, utilizando calores residuales para un ciclo de refrigeración por absorción?

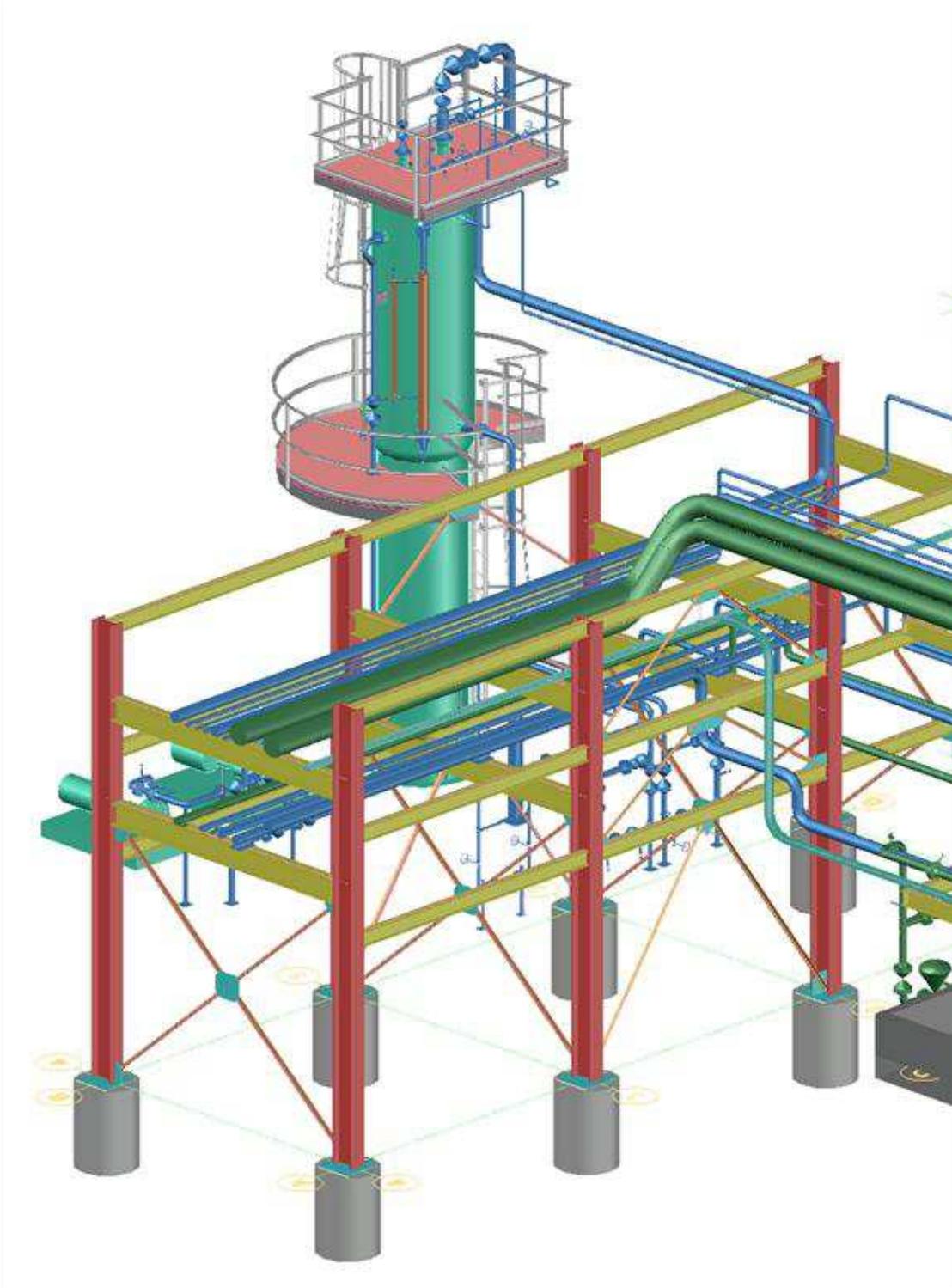
Sí		No	
----	--	----	--

- b. ¿Dónde y/o con qué fin lo aplicarían (proceso que requiera agua, aire acondicionado oficinas, etc.? Se podría aplicar para climatización de ambientes en planta y para oficinas.

- c. ¿Podría decirnos cuántos metros cuadrados de oficinas hay en su empresa? Planta procesadora de aves: 190 m2

***ANEXO N° 2: Cálculo y dimensionamiento – Memorias de cálculo de PV  
LITE***

## Project Data Page:



Tubo acero inoxidable sin costura de  $\text{Ø}16$  mm



---

Table of Contents

Cover Page	1
Title Page	2
Warnings and Errors:	3
Input Echo:	4
XY Coordinate Calculations:	6
Internal Pressure Calculations:	7
External Pressure Calculations:	9
Element and Detail Weights:	10
Center of Gravity Calculation:	11
MDMT Summary:	12
Vessel Design Summary:	13

**DESIGN CALCULATION**

*In Accordance with ASME Section VIII Division 1*

ASME Code Version : 2017

Analysis Performed by :

Job File : C:\USERS\USUARIO\DESKTOP\MEMORIAS\Ø16MM X 4000\Ø

Date of Analysis : Mar 9, 2020 4:18pm

PV Elite 2019 SP1, March 2019

---

Note:  
PV Elite performs all calculations internally in Imperial Units to remain compliant with the ASME Code and any built in assumptions in the ASME Code formulas. The finalized results are reflected to show the user's set of selected units.

---



Class From To : Basic Element Checks.

=====  
Warn. 10 20 Element thickness < 1/16 of an inch <= to 0.0.

Class From To: Check of Additional Element Data  
=====

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

• PV Elite Vessel Analysis Program: Input Data

Design Internal Pressure (for Hydrotest) 1 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Design Internal Temperature 100.0 °C  
 Type of Hydrotest User Entered Pressure  
 Hydrotest Position Horizontal  
 Projection of Nozzle from Vessel Top 0 mm  
 Projection of Nozzle from Vessel Bottom 0 mm  
 Minimum Design Metal Temperature -20.0 °C  
 Type of Construction Welded  
 Special Service None  
 Degree of Radiography None  
 Use Higher Longitudinal Stresses (Flag) Y  
 Select t for Internal Pressure (Flag) N  
 Select t for External Pressure (Flag) N  
 Select t for Axial Stress (Flag) N  
 Select Location for Stiff. Rings (Flag) N  
 Consider Vortex Shedding N  
 Perform a Corroded Hydrotest N

Load Case 1 NP+EW+WI+FW+BW  
 Load Case 2 NP+EW+EE+FS+BS  
 Load Case 3 NP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 4 NP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 5 NP+HW+HI  
 Load Case 6 NP+HW+HE  
 Load Case 7 IP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 8 IP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 9 EP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 10 EP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 11 HP+HW+HI  
 Load Case 12 HP+HW+HE  
 Load Case 13 IP+WE+EW  
 Load Case 14 IP+WF+CW  
 Load Case 15 IP+VO+OW  
 Load Case 16 IP+VE+EW  
 Load Case 17 NP+VO+OW  
 Load Case 18 FS+BS+IP+OW  
 Load Case 19 FS+BS+EP+OW

Wind Design Code ASCE-7 93  
 Basic Wind Speed [V] 112.65 km/hr  
 Surface Roughness Category C: Open Terrain  
 Importance Factor 1.0  
 Type of Surface Moderately Smooth  
 Base Elevation 0 cm  
 Percent Wind for Hydrotest 33.0  
 Using User defined Wind Press. Vs Elev. N  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Ope) 0.0100  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Empty) 0.0000  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Filled) 0.0000

Seismic Design Code UBC 94  
 UBC Seismic Zone (1=1,2=2a,3=2b,4=3,5=4) 0.000  
 UBC Importance Factor 1.000  
 UBC Soil Type S1  
 UBC Horizontal Force Factor 3.000  
 UBC Percent Seismic for Hydrotest 0.000

Design Pressure + Static Head Y  
 Consider MAP New and Cold in Noz. Design N  
 Consider External Loads for Nozzle Des. Y  
 Use ASME VIII-1 Appendix 1-9 N

Material Database Year Current w/Addenda or Code Year

**Configuration Directives:**

Do not use Nozzle MDMT Interpretation VIII-1 01-37	No
Use Table G instead of exact equation for "A"	Yes
Shell Head Joints are Tapered	Yes
Compute "K" in corroded condition	Yes
Use Code Case 2286	No
Use the MAWP to compute the MDMT	Yes
For thickness ratios <= 0.35, MDMT will be -155F (-104C)	Yes
For PWHT & P1 Materials the MDMT can be < -55F (-48C)	No
Using Metric Material Databases, ASME II D	No
Calculate B31.3 type stress for Nozzles with Loads	Yes
Reduce the MDMT due to lower membrane stress	Yes
Consider Longitudinal Stress in MDMT calcs. (Div. 1)	Yes

**Complete Listing of Vessel Elements and Details:**

Element From Node	10	
Element To Node	20	
Element Type	Cylinder	
Description		
Distance "FROM" to "TO"	400	cm
Element Outside Diameter	16	mm
Element Thickness	1.5	mm
Internal Corrosion Allowance	0	mm
Nominal Thickness	0	mm
External Corrosion Allowance	0	mm
Design Internal Pressure	1	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature Internal Pressure	100	°C
Design External Pressure	1.0546	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature External Pressure	100	°C
Effective Diameter Multiplier	1.2	
Material Name	SA-213 TP304	
Allowable Stress, Ambient	1406.1	kgf/cm <sup>2</sup>
Allowable Stress, Operating	1159.8	kgf/cm <sup>2</sup>
Allowable Stress, Hydrotest	1828	kgf/cm <sup>2</sup>
Material Density	0.008027	kg/cm <sup>3</sup>
P Number Thickness	0	mm
Yield Stress, Operating	1734.1	kgf/cm <sup>2</sup>
External Pressure Chart Name	HA-1	
UNS Number	S30400	
Product Form	Smls. tube	
Efficiency, Longitudinal Seam	0.7	
Efficiency, Circumferential Seam	0.7	
Weld is pre-Heated	No	

**XY Coordinate Calculations:**

From	To	X (Horiz.) cm	Y (Vert.) cm	DX (Horiz.) cm	DY (Vert.) cm
10	20	400	...	400	...

**Element Thickness, Pressure, Diameter and Allowable Stress :**

From	To	Int. Press + Liq. Hd kgf/cm <sup>2</sup>	Nominal Thickness mm	Total Corr Allowance mm	Element Diameter mm	Allowable Stress (SE) kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	1	...	...	16	811.86

**Element Required Thickness and MAWP :**

From	To	Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.W.P. Corroded kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.P. New & Cold kgf/cm <sup>2</sup>	Minimum Thickness mm	Required Thickness mm
10	20	1	164.567	199.52	1.5	1.5

Minimum 164.567 199.520

MAWP: 164.567 kgf/cm<sup>2</sup>, limited by: Cylinder.

**Internal Pressure Calculation Results :**

ASME Code, Section VIII Division 1, 2017

**Cylindrical Shell From 10 To 20 SA-213 TP304 at 100 °C**

Longitudinal Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1  
Circumferential Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:  
 $= (P \cdot Ro) / (S \cdot E + 0.4 \cdot P)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 $= (1.0 \cdot 8.0) / (1159.8 \cdot 0.7 + 0.4 \cdot 1.0)$   
 $= 0.0098 + 0.0000 = 0.0098$  mm

Note: The thickness required was less than the Code Minimum, therefore the Code Minimum value of 1.5000 mm per UG-16 will be used.

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:  
 $= (S \cdot E \cdot t) / (Ro - 0.4 \cdot t)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 $= (1159.8 \cdot 0.7 \cdot 1.5) / (8.0 - 0.4 \cdot 1.5)$   
 $= 164.567$  kgf/cm<sup>2</sup>

Maximum Allowable Pressure, New and Cold [MAPNC]:  
 $= (S \cdot E \cdot t) / (Ro - 0.4 \cdot t)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 $= (1406.14 \cdot 0.7 \cdot 1.5) / (8.0 - 0.4 \cdot 1.5)$   
 $= 199.520$  kgf/cm<sup>2</sup>

Actual stress at given pressure and thickness, corroded [Sact]:  
 $= (P \cdot (Ro - 0.4 \cdot t)) / (E \cdot t)$   
 $= (1.0 \cdot ((8.0 - 0.4 \cdot 1.5))) / (0.7 \cdot 1.5)$   
 $= 7.048$  kgf/cm<sup>2</sup>

SA-213 TP304, Min Metal Temp without impact per UHA-51: -196 °C

**Hydrostatic Test Pressure Results:**

Pressure per UG99b	= 1.30 * M.A.W.P. * Sa/S	259.376	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99b[36]	= 1.30 * Design Pres * Sa/S	1.576	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99c	= 1.30 * M.A.P. - Head (Hyd)	259.374	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG100	= 1.10 * M.A.W.P. * Sa/S	219.472	kgf/cm <sup>2</sup>

Pressure per PED = max(1.43\*DP, 1.25\*DP\*ratio) 1.515 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Pressure per App 27-4 = M.A.W.P. 164.567 kgf/cm<sup>2</sup>  
 User Defined Hydrostatic Test Pressure at High Point 1.500 kgf/cm<sup>2</sup>

**Horizontal Test performed per: User Hydro Pressure**

*Please note that Nozzle, Shell, Head, Flange, etc MAWPs are all considered when determining the hydrotest pressure for those test types that are based on the MAWP of the vessel.*

**Stresses on Elements due to Test Pressure (kgf/ cm<sup>2</sup>):**

From	To	Stress	Allowable	Ratio	Pressure
10	20	10.6	1828.0	0.006	1.50

**Stress ratios for Pressurized Vessel Elements (kgf/ cm<sup>2</sup>):**

Description	Ambient	Operating	Ratio
	1406.14	1159.80	1.212

Minimum 1.212

Elements Suitable for Internal Pressure.

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

**External Pressure Calculation Results :**

**External Pressure Calculations:**

From	To	Section Length cm	Outside Diameter mm	Corroded Thickness mm	Factor A	Factor B kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	400	16	1.5	0.010009	923.081

**External Pressure Calculations:**

From	To	External Actual T. mm	External Required T. mm	External Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	External M.A.W.P. kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	1.5	0.1446	1.05461	115.385

Minimum

115.385

**External Pressure Calculations:**

From	To	Actual Length Bet. Stiffeners cm	Allowable Length Bet. Stiffeners cm	Ring Inertia Required cm**4	Ring Inertia Available cm**4
10	20	400	43764.3	No Calc	No Calc

Elements Suitable for External Pressure.

ASME Code, Section VIII Division 1, 2017

**Cylindrical Shell From 10 to 20 Ext. Chart: HA-1 at 100 °C**

Elastic Modulus from Chart: HA-1 at 100 °C : 0.191E+07 kgf/cm<sup>2</sup>

Results for Maximum Allowable External Pressure (MAEP):

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
1.500	16.00	4000.00	10.67	50.0000	0.0100093	923.08

EMAP = (4\*B)/(3\*(D/t)) = (4\*923.0814)/(3\*10.6667) = 115.3852 kgf/cm<sup>2</sup>

Results for Required Thickness (Tca):

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
0.145	16.00	4000.00	110.65	50.0000	0.0000915	87.52

EMAP = (4\*B)/(3\*(D/t)) = (4\*87.5242)/(3\*110.6536) = 1.0546 kgf/cm<sup>2</sup>

Results for Maximum Stiffened Length (Slen):

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
1.500	16.00	43764.22	10.67	50.0000	0.0100093	923.08

EMAP = (4\*B)/(3\*(D/t)) = (4\*923.0814)/(3\*10.6667) = 115.3852 kgf/cm<sup>2</sup>

**Element and Detail Weights:**

From	To	Element Metal Wgt. kg	Element ID Volume cm <sup>3</sup>	Corroded Metal Wgt. kg	Corroded ID Volume cm <sup>3</sup>	Extra due Misc % kg
10	20	2.19397	530.929	2.19397	530.929	...
Total		2	530.93	2	530.93	0

**Weight Summation Results: (kg)**

	Fabricated	Shop Test	Shipping	Erected	Empty	Operating
Main Elements	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Test Liquid	...	0.5	...	...	...	...
Totals	2.2	2.7	2.2	2.2	2.2	2.2

**Weight Summary:**

Fabricated Wt.	- Bare Weight without Removable Internals	2.2 kg
Shop Test Wt.	- Fabricated Weight + Water ( Full )	2.7 kg
Shipping Wt.	- Fab. Weight + removable Intls.+ Shipping App.	2.2 kg
Erected Wt.	- Fab. Wt + or - loose items (trays,platforms etc.)	2.2 kg
Ope. Wt. no Liq	- Fab. Weight + Internals. + Details + Weights	2.2 kg
Operating Wt.	- Empty Weight + Operating Liq. Uncorroded	2.2 kg
Oper. Wt. + CA	- Corr Wt. + Operating Liquid	2.2 kg
Field Test Wt.	- Empty Weight + Water (Full)	2.7 kg

**Note:**  
 The Corroded Weight and thickness are used in the Horizontal Vessel Analysis (Ope Case) and Earthquake Load Calculations.

**Outside Surface Areas of Elements:**

From	To	Surface Area cm <sup>2</sup>
10	20	2010.62

Total 2010.620 cm<sup>2</sup>



**Shop/ Field Installation Options :**

Note : The CG is computed from the first Element From Node

Center of Gravity of Bare Shell New and Cold	200.000 cm
Center of Gravity of Bare Shell Corroded	200.000 cm
Vessel CG in the Operating Condition	200.000 cm
Vessel CG in the Fabricated (Shop/Empty) Condition	200.000 cm

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

**Minimum Design Metal Temperature Results Summary :**

Description	Curve	Basic MDMT °C	Reduced MDMT °C	UG-20 (f) MDMT °C	Thickness ratio	Gov Thk mm	E*	PWHT reqd
	[16]	-196						

Warmest MDMT: -196

Required Minimum Design Metal Temperature -20.0 °C  
 Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature -196.0 °C

**Notes:**

- [ ! ] - This was an impact tested material.
- [ 1 ] - Governing Nozzle Weld.
- [ 4 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-c).
- [ 5 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-b).
- [ 6 ] - MDMT Calculations at the Shell/Head Joint.
- [ 7 ] - MDMT Calculations for the Straight Flange.
- [ 8 ] - Cylinder/Cone/Flange Junction MDMT.
- [ 9 ] - Calculations in the Spherical Portion of the Head.
- [10] - Calculations in the Knuckle Portion of the Head.
- [11] - Calculated (Body Flange) Flange MDMT.
- [12] - Calculated Flat Head MDMT per UCS-66.3
- [13] - Tubesheet MDMT, shell side, if applicable
- [14] - Tubesheet MDMT, tube side, if applicable
- [15] - Nozzle Material
- [16] - Shell or Head Material
- [17] - Impact Testing required
- [18] - Impact Testing not required, see UCS-66(b)(3)
- [20] - Cylinder/Cone Junction MDMT based on Longitudinal Stress considerations
- [21] - Bolting Material

UG-84(b)(2) was not considered.  
 UCS-66(g) was not considered.  
 UCS-66(i) was not considered.

**Notes:**

Impact test temps were not entered in and not considered in the analysis.  
 UCS-66(i) applies to impact tested materials not by specification and  
 UCS-66(g) applies to materials impact tested per UG-84.1 General Note (c).  
 The Basic MDMT includes the (30F) PWHT credit if applicable.

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

Diameter Spec : 16.000 mm OD	
Vessel Design Length, Tangent to Tangent	400.00 cm
Specified Datum Line Distance	0.00 cm
Internal Design Temperature	100 °C
Internal Design Pressure	1.000 kgf/cm <sup>2</sup>
External Design Temperature	100 °C
External Design Pressure	1.055 kgf/cm <sup>2</sup>
Maximum Allowable Working Pressure	164.567 kgf/cm <sup>2</sup>
External Max. Allowable Working Pressure	115.385 kgf/cm <sup>2</sup>
Hydrostatic Test Pressure	1.500 kgf/cm <sup>2</sup>
Required Minimum Design Metal Temperature	-20.0 °C
Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature	-196.0 °C
Wind Design Code	ASCE-93
Earthquake Design Code	UBC-94

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normalized	Impact Tested
Shell	SA-213 TP304	...	...	S30400	No	No

- Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.
- Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/ cm<sup>2</sup> & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P	Corrosion Allowance	Str. Flg. Gov.	In Creep Range
Cylinder	1.000	1.05	164.567	0.0000	N/A	No

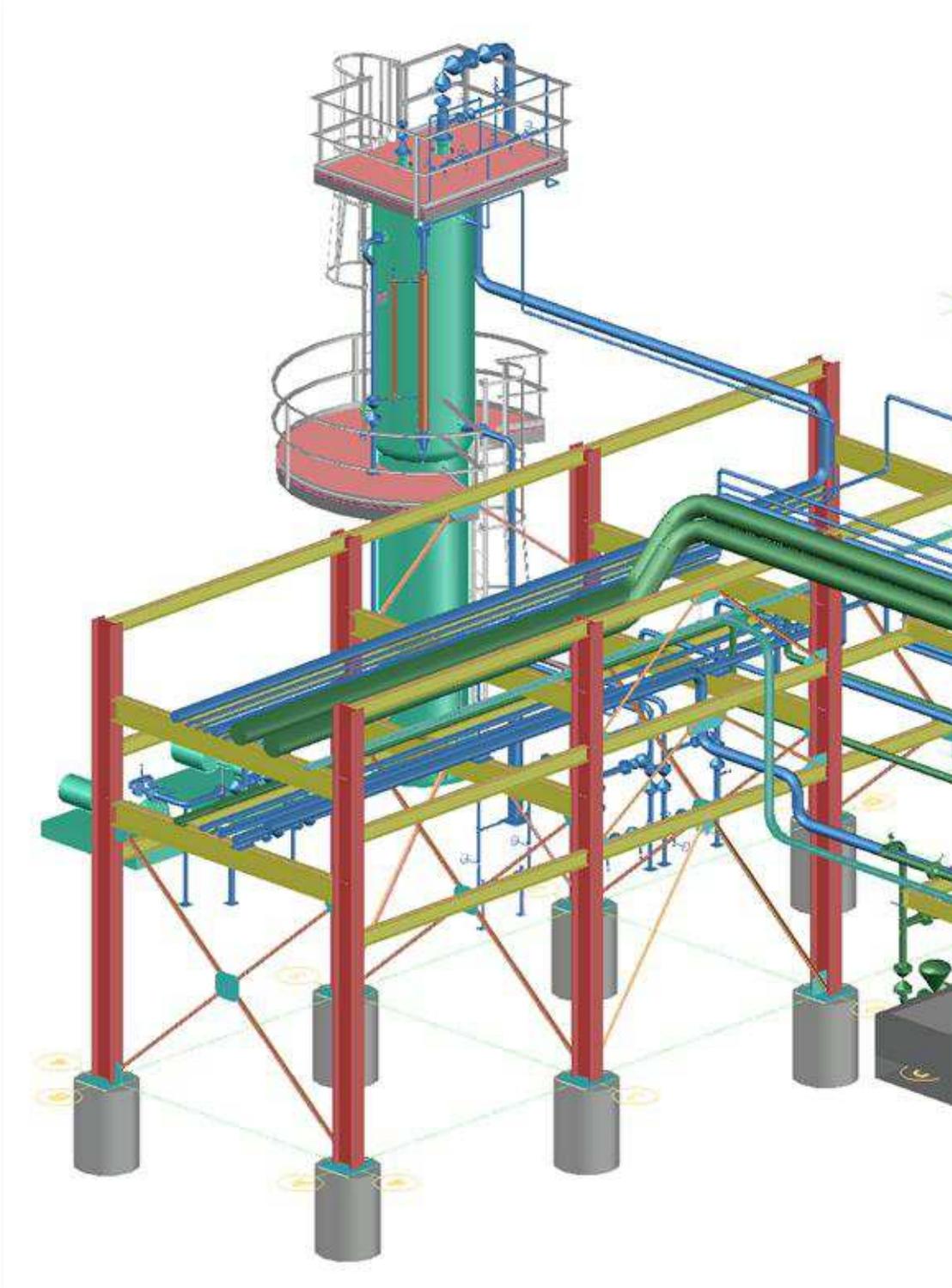
**Element Types and Properties:**

Element Type	"To" Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Cylinder	400.0	400.0	...	1.5	1.5	0.1	0.70	0.70

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	2.2 kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	2.7 kg
Shipping - Fab. + Rem. Intls.+ Shipping App.	2.2 kg
Erected - Fab. + Rem. Intls.+ Insul. (etc)	2.2 kg
Empty - Fab. + Intls. + Details + Wghts.	2.2 kg
Operating - Empty + Operating Liquid (No CA)	2.2 kg
Field Test - Empty Weight + Water (Full)	2.7 kg

## Project Data Page:



Tubo acero inoxidable sin costura de Ø25,4 mm



---

Table of Contents

Cover Page	1
Title Page	2
Warnings and Errors:	3
Input Echo:	4
XY Coordinate Calculations:	6
Internal Pressure Calculations:	7
External Pressure Calculations:	9
Element and Detail Weights:	10
Center of Gravity Calculation:	11
MDMT Summary:	12
Vessel Design Summary:	13

**DESIGN CALCULATION**

*In Accordance with ASME Section VIII Division 1*

ASME Code Version : 2017

Analysis Performed by :

Job File : C:\USERS\USUARIO\DESKTOP\MEMORIAS\Ø25.4MM X4000\

Date of Analysis : Mar 9, 2020 4:23pm

PV Elite 2019 SP1, March 2019

---

Note:  
PV Elite performs all calculations internally in Imperial Units to remain compliant with the ASME Code and any built in assumptions in the ASME Code formulas. The finalized results are reflected to show the user's set of selected units.

---

Class From To : Basic Element Checks.

=====  
Warn. 10 20 Element thickness < 1/16 of an inch <= to 0.0.

Class From To: Check of Additional Element Data  
=====

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

• PV Elite Vessel Analysis Program: Input Data

Design Internal Pressure (for Hydrotest)	1	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Internal Temperature	100.0	°C
Type of Hydrotest	User Entered Pressure	
Hydrotest Position	Horizontal	
Projection of Nozzle from Vessel Top	0	mm
Projection of Nozzle from Vessel Bottom	0	mm
Minimum Design Metal Temperature	-20.0	°C
Type of Construction	Welded	
Special Service	None	
Degree of Radiography	None	
Use Higher Longitudinal Stresses (Flag)	Y	
Select t for Internal Pressure (Flag)	N	
Select t for External Pressure (Flag)	N	
Select t for Axial Stress (Flag)	N	
Select Location for Stiff. Rings (Flag)	N	
Consider Vortex Shedding	N	
Perform a Corroded Hydrotest	N	

Load Case 1	NP+EW+WI+FW+BW
Load Case 2	NP+EW+EE+FS+BS
Load Case 3	NP+OW+WI+FW+BW
Load Case 4	NP+OW+EQ+FS+BS
Load Case 5	NP+HW+HI
Load Case 6	NP+HW+HE
Load Case 7	IP+OW+WI+FW+BW
Load Case 8	IP+OW+EQ+FS+BS
Load Case 9	EP+OW+WI+FW+BW
Load Case 10	EP+OW+EQ+FS+BS
Load Case 11	HP+HW+HI
Load Case 12	HP+HW+HE
Load Case 13	IP+WE+EW
Load Case 14	IP+WF+CW
Load Case 15	IP+VO+OW
Load Case 16	IP+VE+EW
Load Case 17	NP+VO+OW
Load Case 18	FS+BS+IP+OW
Load Case 19	FS+BS+EP+OW

Wind Design Code	ASCE-7	93	
Basic Wind Speed	[V]	112.65	km/hr
Surface Roughness Category	C:	Open Terrain	
Importance Factor		1.0	
Type of Surface	Moderately	Smooth	
Base Elevation		0	cm
Percent Wind for Hydrotest		33.0	
Using User defined Wind Press. Vs Elev.		N	
Damping Factor (Beta) for Wind (Ope)		0.0100	
Damping Factor (Beta) for Wind (Empty)		0.0000	
Damping Factor (Beta) for Wind (Filled)		0.0000	

Seismic Design Code	UBC	94
UBC Seismic Zone (1=1,2=2a,3=2b,4=3,5=4)		0.000
UBC Importance Factor		1.000
UBC Soil Type		S1
UBC Horizontal Force Factor		3.000
UBC Percent Seismic for Hydrotest		0.000

Design Pressure + Static Head	Y
Consider MAP New and Cold in Noz. Design	N
Consider External Loads for Nozzle Des.	Y
Use ASME VIII-1 Appendix 1-9	N

Material Database Year Current w/Addenda or Code Year

**Configuration Directives:**

Do not use Nozzle MDMT Interpretation VIII-1 01-37	No
Use Table G instead of exact equation for "A"	Yes
Shell Head Joints are Tapered	Yes
Compute "K" in corroded condition	Yes
Use Code Case 2286	No
Use the MAWP to compute the MDMT	Yes
For thickness ratios <= 0.35, MDMT will be -155F (-104C)	Yes
For PWHT & P1 Materials the MDMT can be < -55F (-48C)	No
Using Metric Material Databases, ASME II D	No
Calculate B31.3 type stress for Nozzles with Loads	Yes
Reduce the MDMT due to lower membrane stress	Yes
Consider Longitudinal Stress in MDMT calcs. (Div. 1)	Yes

**Complete Listing of Vessel Elements and Details:**

Element From Node	10
Element To Node	20
Element Type	Cylinder
Description	
Distance "FROM" to "TO"	400 cm
Element Outside Diameter	25.4 mm
Element Thickness	1.5 mm
Internal Corrosion Allowance	0 mm
Nominal Thickness	0 mm
External Corrosion Allowance	0 mm
Design Internal Pressure	1 kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature Internal Pressure	100 °C
Design External Pressure	1.0546 kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature External Pressure	100 °C
Effective Diameter Multiplier	1.2
Material Name	SA-213 TP304
Allowable Stress, Ambient	1406.1 kgf/cm <sup>2</sup>
Allowable Stress, Operating	1159.8 kgf/cm <sup>2</sup>
Allowable Stress, Hydrotest	1828 kgf/cm <sup>2</sup>
Material Density	0.008027 kg/cm <sup>3</sup>
P Number Thickness	0 mm
Yield Stress, Operating	1734.1 kgf/cm <sup>2</sup>
External Pressure Chart Name	HA-1
UNS Number	S30400
Product Form	Smls. tube
Efficiency, Longitudinal Seam	0.7
Efficiency, Circumferential Seam	0.7
Weld is pre-Heated	No

**XY Coordinate Calculations:**

From	To	X (Horiz.) cm	Y (Vert.) cm	DX (Horiz.) cm	DY (Vert.) cm
10	20	400	...	400	...

**Element Thickness, Pressure, Diameter and Allowable Stress :**

From	To	Int. Press + Liq. Hd kgf/cm <sup>2</sup>	Nominal Thickness mm	Total Corr Allowance mm	Element Diameter mm	Allowable Stress (SE) kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	1	...	...	25.4	811.86

**Element Required Thickness and MAWP :**

From	To	Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.W.P. Corroded kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.P. New & Cold kgf/cm <sup>2</sup>	Minimum Thickness mm	Required Thickness mm
10	20	1	100.644	122.02	1.5	1.5

Minimum 100.644 122.020

MAWP: 100.644 kgf/cm<sup>2</sup>, limited by: Cylinder.

**Internal Pressure Calculation Results :**

ASME Code, Section VIII Division 1, 2017

**Cylindrical Shell From 10 To 20 SA-213 TP304 at 100 °C**

Longitudinal Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Circumferential Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:

$$= (P \cdot Ro) / (S \cdot E + 0.4 \cdot P) \text{ per Appendix 1-1 (a) (1)}$$

$$= (1.0 \cdot 12.7) / (1159.8 \cdot 0.7 + 0.4 \cdot 1.0)$$

$$= 0.0156 + 0.0000 = 0.0156 \text{ mm}$$

*Note: The thickness required was less than the Code Minimum, therefore the Code Minimum value of 1.5000 mm per UG-16 will be used.*

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:

$$= (S \cdot E \cdot t) / (Ro - 0.4 \cdot t) \text{ per Appendix 1-1 (a) (1)}$$

$$= (1159.8 \cdot 0.7 \cdot 1.5) / (12.7 - 0.4 \cdot 1.5)$$

$$= 100.644 \text{ kgf/cm}^2$$

Maximum Allowable Pressure, New and Cold [MAPNC]:

$$= (S \cdot E \cdot t) / (Ro - 0.4 \cdot t) \text{ per Appendix 1-1 (a) (1)}$$

$$= (1406.14 \cdot 0.7 \cdot 1.5) / (12.7 - 0.4 \cdot 1.5)$$

$$= 122.020 \text{ kgf/cm}^2$$

Actual stress at given pressure and thickness, corroded [Sact]:

$$= (P \cdot (Ro - 0.4 \cdot t)) / (E \cdot t)$$

$$= (1.0 \cdot ((12.7 - 0.4 \cdot 1.5)) / (0.7 \cdot 1.5))$$

$$= 11.524 \text{ kgf/cm}^2$$

SA-213 TP304, Min Metal Temp without impact per UHA-51: -196 °C

**Hydrostatic Test Pressure Results:**

Pressure per UG99b	= 1.30 * M.A.W.P. * Sa/S	158.627	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99b[36]	= 1.30 * Design Pres * Sa/S	1.576	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99c	= 1.30 * M.A.P. - Head (Hyd)	158.624	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG100	= 1.10 * M.A.W.P. * Sa/S	134.222	kgf/cm <sup>2</sup>

Pressure per PED = max(1.43\*DP, 1.25\*DP\*ratio) 1.515 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Pressure per App 27-4 = M.A.W.P. 100.644 kgf/cm<sup>2</sup>  
 User Defined Hydrostatic Test Pressure at High Point 1.500 kgf/cm<sup>2</sup>

**Horizontal Test performed per: User Hydro Pressure**

*Please note that Nozzle, Shell, Head, Flange, etc MAWPs are all considered when determining the hydrotest pressure for those test types that are based on the MAWP of the vessel.*

**Stresses on Elements due to Test Pressure (kgf/ cm<sup>2</sup>):**

From	To	Stress	Allowable	Ratio	Pressure
10	20	17.3	1828.0	0.009	1.50

**Stress ratios for Pressurized Vessel Elements (kgf/ cm<sup>2</sup>):**

Description	Ambient	Operating	Ratio
	1406.14	1159.80	1.212

Minimum 1.212

Elements Suitable for Internal Pressure.

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**



**External Pressure Calculation Results :**

**External Pressure Calculations:**

From	To	Section Length cm	Outside Diameter mm	Corroded Thickness mm	Factor A	Factor B kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	400	25.4	1.5	0.003955	821.237

**External Pressure Calculations:**

From	To	External Actual T. mm	External Required T. mm	External Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	External M.A.W.P. kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	1.5	0.22955	1.05461	64.6643

Minimum

64.664

**External Pressure Calculations:**

From	To	Actual Length Bet. Stiffeners cm	Allowable Length Bet. Stiffeners cm	Ring Inertia Required cm**4	Ring Inertia Available cm**4
10	20	400	24526.5	No Calc	No Calc

Elements Suitable for External Pressure.

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

**Cylindrical Shell From 10 to 20 Ext. Chart: HA-1 at 100 °C**

Elastic Modulus from Chart: HA-1 at 100 °C : 0.191E+07 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Allowable External Pressure (MAEP):**

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
1.500	25.40	4000.00	16.93	50.0000	0.0039550	821.24

EMAP = (4\*B) / (3\*(D/t)) = (4\*821.2371) / (3\*16.9333) = 64.6643 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Required Thickness (Tca):**

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
0.230	25.40	4000.00	110.65	50.0000	0.0000915	87.52

EMAP = (4\*B) / (3\*(D/t)) = (4\*87.5248) / (3\*110.6532) = 1.0546 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Stiffened Length (Slen):**

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
1.500	25.40	245264.70	16.93	50.0000	0.0039550	821.24

EMAP = (4\*B) / (3\*(D/t)) = (4\*821.2371) / (3\*16.9333) = 64.6643 kgf/cm<sup>2</sup>

**Element and Detail Weights:**

From	To	Element Metal Wgt. kg	Element ID Volume cm <sup>3</sup>	Corroded Metal Wgt. kg	Corroded ID Volume cm <sup>3</sup>	Extra due Misc % kg
10	20	3.61627	1576.33	3.61627	1576.33	...
Total		3	1576.33	3	1576.33	0

**Weight Summation Results: (kg)**

	Fabricated	Shop Test	Shipping	Erected	Empty	Operating
Main Elements	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Test Liquid	...	1.6	...	...	...	...
Totals	3.6	5.2	3.6	3.6	3.6	3.6

**Weight Summary:**

Fabricated Wt.	- Bare Weight without Removable Internals	3.6 kg
Shop Test Wt.	- Fabricated Weight + Water ( Full )	5.2 kg
Shipping Wt.	- Fab. Weight + removable Intls.+ Shipping App.	3.6 kg
Erected Wt.	- Fab. Wt + or - loose items (trays,platforms etc.)	3.6 kg
Ope. Wt. no Liq	- Fab. Weight + Internals. + Details + Weights	3.6 kg
Operating Wt.	- Empty Weight + Operating Liq. Uncorroded	3.6 kg
Oper. Wt. + CA	- Corr Wt. + Operating Liquid	3.6 kg
Field Test Wt.	- Empty Weight + Water (Full)	5.2 kg

**Note:**  
 The Corroded Weight and thickness are used in the Horizontal Vessel Analysis (Ope Case) and Earthquake Load Calculations.

**Outside Surface Areas of Elements:**

From	To	Surface Area cm <sup>2</sup>
10	20	3191.86

Total 3191.858 cm<sup>2</sup>



**Shop/ Field Installation Options :**

Note : The CG is computed from the first Element From Node

Center of Gravity of Bare Shell New and Cold	200.000 cm
Center of Gravity of Bare Shell Corroded	200.000 cm
Vessel CG in the Operating Condition	200.000 cm
Vessel CG in the Fabricated (Shop/Empty) Condition	200.000 cm

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

**Minimum Design Metal Temperature Results Summary :**

Description	Curve	Basic MDMT °C	Reduced MDMT °C	UG-20 (f) MDMT °C	Thickness ratio	Gov Thk mm	E*	PWHT reqd
	Notes							
	[16]	-196						

Warmest MDMT: -196

Required Minimum Design Metal Temperature -20.0 °C  
 Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature -196.0 °C

**Notes:**

- [ ! ] - This was an impact tested material.
- [ 1 ] - Governing Nozzle Weld.
- [ 4 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-c).
- [ 5 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-b).
- [ 6 ] - MDMT Calculations at the Shell/Head Joint.
- [ 7 ] - MDMT Calculations for the Straight Flange.
- [ 8 ] - Cylinder/Cone/Flange Junction MDMT.
- [ 9 ] - Calculations in the Spherical Portion of the Head.
- [10] - Calculations in the Knuckle Portion of the Head.
- [11] - Calculated (Body Flange) Flange MDMT.
- [12] - Calculated Flat Head MDMT per UCS-66.3
- [13] - Tubesheet MDMT, shell side, if applicable
- [14] - Tubesheet MDMT, tube side, if applicable
- [15] - Nozzle Material
- [16] - Shell or Head Material
- [17] - Impact Testing required
- [18] - Impact Testing not required, see UCS-66(b)(3)
- [20] - Cylinder/Cone Junction MDMT based on Longitudinal Stress considerations
- [21] - Bolting Material

UG-84(b)(2) was not considered.  
 UCS-66(g) was not considered.  
 UCS-66(i) was not considered.

**Notes:**

Impact test temps were not entered in and not considered in the analysis.  
 UCS-66(i) applies to impact tested materials not by specification and  
 UCS-66(g) applies to materials impact tested per UG-84.1 General Note (c).  
 The Basic MDMT includes the (30F) PWHT credit if applicable.

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

Diameter Spec : 25.400 mm OD		
Vessel Design Length, Tangent to Tangent	400.00	cm
Specified Datum Line Distance	0.00	cm
Internal Design Temperature	100	°C
Internal Design Pressure	1.000	kgf/cm <sup>2</sup>
External Design Temperature	100	°C
External Design Pressure	1.055	kgf/cm <sup>2</sup>
Maximum Allowable Working Pressure	100.644	kgf/cm <sup>2</sup>
External Max. Allowable Working Pressure	64.664	kgf/cm <sup>2</sup>
Hydrostatic Test Pressure	1.500	kgf/cm <sup>2</sup>
Required Minimum Design Metal Temperature	-20.0	°C
Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature	-196.0	°C
Wind Design Code	ASCE-93	
Earthquake Design Code	UBC-94	

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normalized	Impact Tested
Shell	SA-213 TP304	...	...	S30400	No	No

- Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.
- Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/ cm<sup>2</sup> & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P	Corrosion Allowance	Str. Flg. Gov.	In Creep Range
Cylinder	1.000	1.05	100.644	0.0000	N/A	No

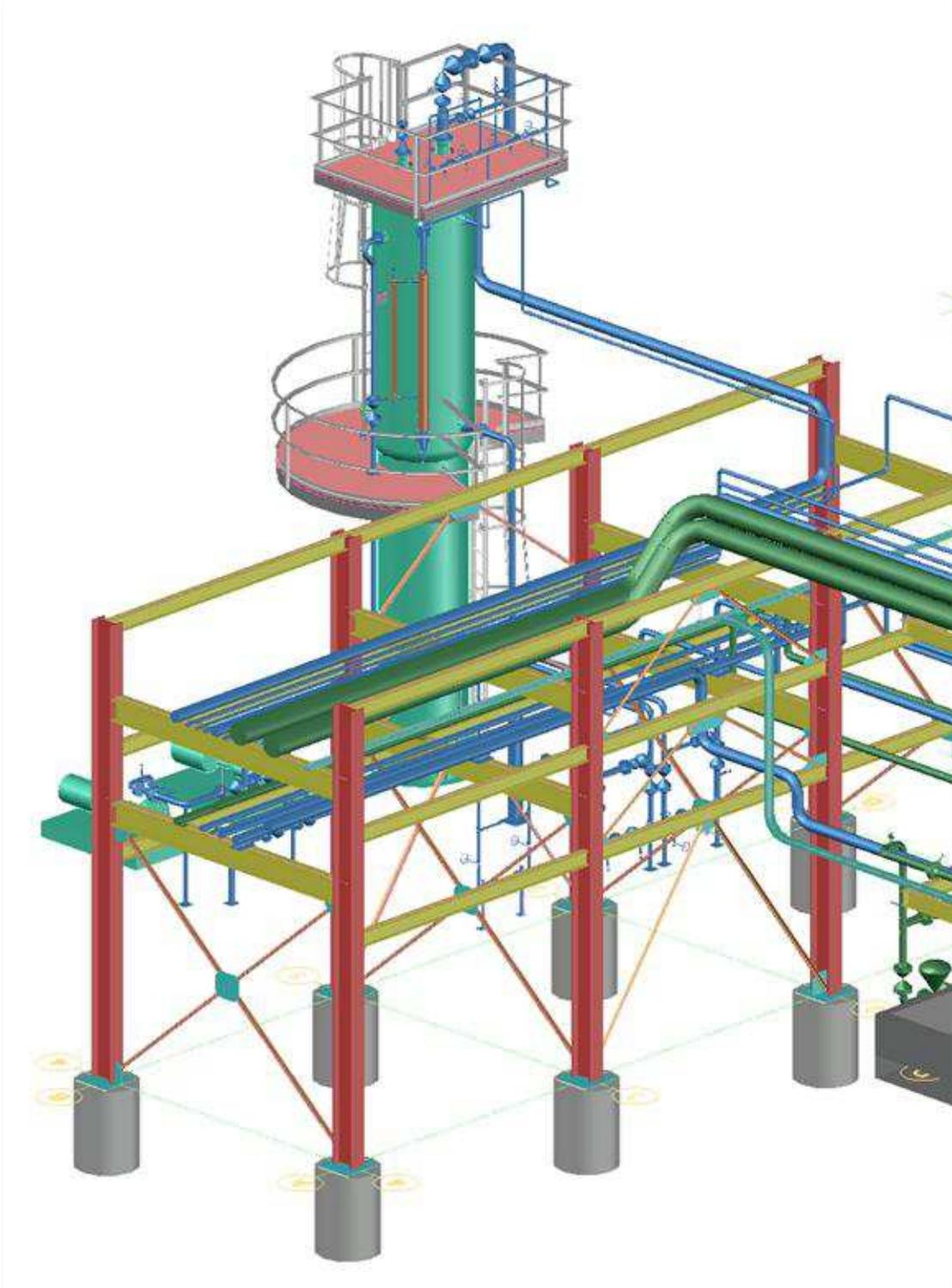
**Element Types and Properties:**

Element Type	"To" Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Cylinder	400.0	400.0	...	1.5	1.5	0.2	0.70	0.70

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	3.6	kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	5.2	kg
Shipping - Fab. + Rem. Intls.+ Shipping App.	3.6	kg
Erected - Fab. + Rem. Intls.+ Insul. (etc)	3.6	kg
Empty - Fab. + Intls. + Details + Wghts.	3.6	kg
Operating - Empty + Operating Liquid (No CA)	3.6	kg
Field Test - Empty Weight + Water (Full)	5.2	kg

## Project Data Page:



Cuerpo del casco de chapa acero inoxidable de Ø550 mm



---

Table of Contents

Cover Page	1
Title Page	2
Warnings and Errors:	3
Input Echo:	4
XY Coordinate Calculations:	6
Internal Pressure Calculations:	7
External Pressure Calculations:	9
Element and Detail Weights:	11
Center of Gravity Calculation:	12
MDMT Summary:	13
Vessel Design Summary:	14

---

**DESIGN CALCULATION**

*In Accordance with ASME Section VIII Division 1*

ASME Code Version : 2017

Analysis Performed by :

Job File : C:\USERS\USUARIO\DESKTOP\MEMORIAS\Ø550.Pvdb

Date of Analysis : Mar 5,2020 10:26am

PV Elite 2019 SP1, March 2019

---

Note:  
PV Elite performs all calculations internally in Imperial Units to remain compliant with the ASME Code and any built in assumptions in the ASME Code formulas. The finalized results are reflected to show the user's set of selected units.

---



Class From To : Basic Element Checks.

=====  
Class From To: Check of Additional Element Data  
=====

There were no geometry errors or warnings.

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

• PV Elite Vessel Analysis Program: Input Data

Design Internal Pressure (for Hydrotest)	1	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Internal Temperature	60.0	°C
Type of Hydrotest	User Entered Pressure	
Hydrotest Position	Horizontal	
Projection of Nozzle from Vessel Top	0	mm
Projection of Nozzle from Vessel Bottom	0	mm
Minimum Design Metal Temperature	-20.0	°C
Type of Construction	Welded	
Special Service	None	
Degree of Radiography	None	
Use Higher Longitudinal Stresses (Flag)	Y	
Select t for Internal Pressure (Flag)	N	
Select t for External Pressure (Flag)	N	
Select t for Axial Stress (Flag)	N	
Select Location for Stiff. Rings (Flag)	N	
Consider Vortex Shedding	N	
Perform a Corroded Hydrotest	N	

Load Case 1	NP+EW+WI+FW+BW
Load Case 2	NP+EW+EE+FS+BS
Load Case 3	NP+OW+WI+FW+BW
Load Case 4	NP+OW+EQ+FS+BS
Load Case 5	NP+HW+HI
Load Case 6	NP+HW+HE
Load Case 7	IP+OW+WI+FW+BW
Load Case 8	IP+OW+EQ+FS+BS
Load Case 9	EP+OW+WI+FW+BW
Load Case 10	EP+OW+EQ+FS+BS
Load Case 11	HP+HW+HI
Load Case 12	HP+HW+HE
Load Case 13	IP+WE+EW
Load Case 14	IP+WF+CW
Load Case 15	IP+VO+OW
Load Case 16	IP+VE+EW
Load Case 17	NP+VO+OW
Load Case 18	FS+BS+IP+OW
Load Case 19	FS+BS+EP+OW

Wind Design Code	ASCE-7	93	
Basic Wind Speed	[V]	112.65	km/hr
Surface Roughness Category	C: Open Terrain		
Importance Factor		1.0	
Type of Surface	Moderately Smooth		
Base Elevation		0	cm
Percent Wind for Hydrotest		33.0	
Using User defined Wind Press. Vs Elev.		N	
Damping Factor (Beta) for Wind (Ope)		0.0100	
Damping Factor (Beta) for Wind (Empty)		0.0000	
Damping Factor (Beta) for Wind (Filled)		0.0000	

Seismic Design Code	UBC	94
UBC Seismic Zone (1=1,2=2a,3=2b,4=3,5=4)		0.000
UBC Importance Factor		1.000
UBC Soil Type		S1
UBC Horizontal Force Factor		3.000
UBC Percent Seismic for Hydrotest		0.000

Design Pressure + Static Head	Y
Consider MAP New and Cold in Noz. Design	N
Consider External Loads for Nozzle Des.	Y
Use ASME VIII-1 Appendix 1-9	N

Material Database Year Current w/Addenda or Code Year

**Configuration Directives:**

Do not use Nozzle MDMT Interpretation VIII-1 01-37	No
Use Table G instead of exact equation for "A"	Yes
Shell Head Joints are Tapered	Yes
Compute "K" in corroded condition	Yes
Use Code Case 2286	No
Use the MAWP to compute the MDMT	Yes
For thickness ratios <= 0.35, MDMT will be -155F (-104C)	Yes
For PWHT & P1 Materials the MDMT can be < -55F (-48C)	No
Using Metric Material Databases, ASME II D	No
Calculate B31.3 type stress for Nozzles with Loads	Yes
Reduce the MDMT due to lower membrane stress	Yes
Consider Longitudinal Stress in MDMT calcs. (Div. 1)	No

**Complete Listing of Vessel Elements and Details:**

Element From Node	10	
Element To Node	20	
Element Type	Elliptical	
Description		
Distance "FROM" to "TO"	10	cm
Element Outside Diameter	550	mm
Element Thickness	2	mm
Internal Corrosion Allowance	0	mm
Nominal Thickness	1.7	mm
External Corrosion Allowance	0	mm
Design Internal Pressure	1	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature Internal Pressure	60	°C
Design External Pressure	1.0546	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature External Pressure	60	°C
Effective Diameter Multiplier	1.2	
Material Name	SA-240 304	
Allowable Stress, Ambient	1406.1	kgf/cm <sup>2</sup>
Allowable Stress, Operating	1313.4	kgf/cm <sup>2</sup>
Allowable Stress, Hydrotest	1828	kgf/cm <sup>2</sup>
Material Density	0.008027	kg/cm <sup>3</sup>
P Number Thickness	0	mm
Yield Stress, Operating	1923.7	kgf/cm <sup>2</sup>
External Pressure Chart Name	HA-1	
UNS Number	S30400	
Product Form	Plate	
Efficiency, Longitudinal Seam	0.7	
Efficiency, Circumferential Seam	0.7	
Elliptical Head Factor	2.0	
Weld is pre-Heated	No	

**XY Coordinate Calculations:**

From	To	X (Horiz.) cm	Y (Vert.) cm	DX (Horiz.) cm	DY (Vert.) cm
10	20	10	...	10	...

**Element Thickness, Pressure, Diameter and Allowable Stress :**

From	To	Int. Press + Liq. Hd kgf/cm <sup>2</sup>	Nominal Thickness mm	Total Corr Allowance mm	Element Diameter mm	Allowable Stress (SE) kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	1	1.7	...	550	919.35

**Element Required Thickness and MAWP :**

From	To	Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.W.P. Corroded kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.P. New & Cold kgf/cm <sup>2</sup>	Minimum Thickness mm	Required Thickness mm
10	20	1	6.70571	7.2057	2	1.5

Minimum 6.706 7.206

MAWP: 6.706 kgf/cm<sup>2</sup>, limited by: Elliptical Head , Straight Flange Governing

**Internal Pressure Calculation Results :**

ASME Code, Section VIII Division 1, 2017

**Elliptical Head From 10 To 20 SA-240 304 at 60 °C**

Longitudinal Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1  
Circumferential Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:  
 $= (P \cdot D_o \cdot K_{cor}) / (2 \cdot S \cdot E + 2 \cdot P \cdot (K_{cor} - 0.1))$  per Appendix 1-4 (c)  
 $= (1.0 \cdot 550.0 \cdot 1.0) / (2 \cdot 1313.36 \cdot 0.7 + 2 \cdot 1.0 \cdot (1.0 - 0.1))$   
 $= 0.2988 + 0.0000 = 0.2988$  mm

*Note: The thickness required was less than the Code Minimum, therefore the Code Minimum value of 1.5000 mm per UG-16 will be used.*

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:  
 $= (2 \cdot S \cdot E \cdot t) / (K_{cor} \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K_{cor} - 0.1))$  per Appendix 1-4 (c)  
 $= (2 \cdot 1313.36 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (1.0 \cdot 550.0 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))$   
 $= 6.730$  kgf/cm<sup>2</sup>

Maximum Allowable Pressure, New and Cold [MAPNC]:  
 $= (2 \cdot S \cdot E \cdot t) / (K \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K - 0.1))$  per Appendix 1-4 (c)  
 $= (2 \cdot 1406.14 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (1.0 \cdot 550.0 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))$   
 $= 7.206$  kgf/cm<sup>2</sup>

Actual stress at given pressure and thickness, corroded [Sact]:  
 $= (P \cdot (K_{cor} \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K_{cor} - 0.1))) / (2 \cdot E \cdot t)$   
 $= (1.0 \cdot (1.0 \cdot 550.0 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))) / (2 \cdot 0.7 \cdot 2.0)$   
 $= 195.143$  kgf/cm<sup>2</sup>

Straight Flange Required Thickness:  
 $= (P \cdot R_o) / (S \cdot E + 0.4 \cdot P) + c_a$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 $= (1.0 \cdot 275.0) / (1313.36 \cdot 0.7 + 0.4 \cdot 1.0) + 0.0$   
 $= 0.299$  mm

Straight Flange Maximum Allowable Working Pressure:  
 $= (S \cdot E \cdot t) / (R_o - 0.4 \cdot t)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 $= (1313.36 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (275.0 - 0.4 \cdot 2.0)$

= 6.706 kgf/cm<sup>2</sup>

% Elongation per Table UG-79-1  $(75 \cdot t_{nom}/R_f) \cdot (1 - R_f/R_o)$  1.599 %  
 Note: Please Check Requirements of Table UHA-44 for Elongation limits.

SA-240 304, Min Metal Temp without impact per UHA-51: -196 °C

**Hydrostatic Test Pressure Results:**

Pressure per UG99b	= 1.30 * M.A.W.P. * Sa/S	9.333	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99b[36]	= 1.30 * Design Pres * Sa/S	1.392	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99c	= 1.30 * M.A.P. - Head (Hyd)	9.312	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG100	= 1.10 * M.A.W.P. * Sa/S	7.897	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per PED	= max(1.43*DP, 1.25*DP*ratio)	1.430	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per App 27-4	= M.A.W.P.	6.706	kgf/cm <sup>2</sup>
User Defined Hydrostatic Test Pressure at High Point		1.500	kgf/cm <sup>2</sup>

**Horizontal Test performed per: User Hydro Pressure**

*Please note that Nozzle, Shell, Head, Flange, etc MAWPs are all considered when determining the hydrotest pressure for those test types that are based on the MAWP of the vessel.*

**Stresses on Elements due to Test Pressure (kgf/ cm<sup>2</sup>):**

From	To	Stress	Allowable	Ratio	Pressure
10	20	303.4	1828.0	0.166	1.55

**Stress ratios for Pressurized Vessel Elements (kgf/ cm<sup>2</sup>):**

Description	Ambient	Operating	Ratio
	1406.14	1313.36	1.071

Minimum 1.071

Elements Suitable for Internal Pressure.



**External Pressure Calculation Results :**

**External Pressure Calculations:**

From	To	Section Length cm	Outside Diameter mm	Corroded Thickness mm	Factor A	Factor B kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	No Calc	550	2	0.00050505	482.76

**External Pressure Calculations:**

From	To	External Actual T. mm	External Required T. mm	External Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	External M.A.W.P. kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	2	1.5	1.05461	1.95055

Minimum

1.951

**External Pressure Calculations:**

From	To	Actual Length Bet. Stiffeners cm	Allowable Length Bet. Stiffeners cm	Ring Inertia Required cm <sup>**4</sup>	Ring Inertia Available cm <sup>**4</sup>
10	20	No Calc	No Calc	No Calc	No Calc

Elements Suitable for External Pressure.

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

**Elliptical Head From 10 to 20 Ext. Chart: HA-1 at 60 °C**

Elastic Modulus from Chart: HA-1 at 60 °C : 0.195E+07 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Allowable External Pressure (MAEP):**

Tca	OD	D/t	Factor A	B
2.000	550.00	275.00	0.0005051	482.76

EMAP = B / (K0 \* D / t) = 482.7601 / ( 0.9 \* 275.0 ) = 1.9505 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Required Thickness (Tca):**

Tca	OD	D/t	Factor A	B
1.457	550.00	377.60	0.0003678	358.42

EMAP = B / (K0 \* D / t) = 358.4238 / ( 0.9 \* 377.6015 ) = 1.0547 kgf/cm<sup>2</sup>

Check the requirements of UG-33(a)(1) using P = 1.67 \* External Design pressure for this head.

Material UNS Number: S30400

**Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:**

= (P \* D \* Kcor) / (2 \* S \* E - 0.2 \* P) Appendix 1-4 (c)  
 = (1.761 \* 546.0 \* 1.0) / (2 \* 1313.36 \* 1.0 - 0.2 \* 1.761)  
 = 0.3661 + 0.0000 = 0.3661 mm

**Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:**

= ((2 \* S \* E \* t) / (Kcor \* D + 0.2 \* t)) / 1.67 per Appendix 1-4 (c)  
 = ((2 \* 1313.36 \* 1.0 \* 2.0) / (1.0 \* 546.0 + 0.2 \* 2.0)) / 1.67  
 = 5.757 kgf/cm<sup>2</sup>



**Maximum Allowable External Pressure [MAEP]:**

$$\begin{aligned} &= \min( \text{MAEP}, \text{MAWP} ) \\ &= \min( 1.95, 5.7573 ) \\ &= 1.951 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

*Thickness requirements per UG-33(a)(1) govern the required thickness of this head.*

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

**Element and Detail Weights:**

From	To	Element Metal Wgt. kg	Element ID Volume cm <sup>3</sup>	Corroded Metal Wgt. kg	Corroded ID Volume cm <sup>3</sup>	Extra due Misc % kg
10	20	8.53414	44720.7	8.53414	44720.7	...
Total		8	44720.70	8	44720.70	0

**Weight Summation Results: (kg)**

	Fabricated	Shop Test	Shipping	Erected	Empty	Operating
Main Elements	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
Test Liquid	...	44.7	...	...	...	...
Totals	8.5	53.2	8.5	8.5	8.5	8.5

**Weight Summary:**

Fabricated Wt.	- Bare Weight without Removable Internals	8.5 kg
Shop Test Wt.	- Fabricated Weight + Water ( Full )	53.2 kg
Shipping Wt.	- Fab. Weight + removable Intls.+ Shipping App.	8.5 kg
Erected Wt.	- Fab. Wt + or - loose items (trays,platforms etc.)	8.5 kg
Ope. Wt. no Liq	- Fab. Weight + Internals. + Details + Weights	8.5 kg
Operating Wt.	- Empty Weight + Operating Liq. Uncorroded	8.5 kg
Oper. Wt. + CA	- Corr Wt. + Operating Liquid	8.5 kg
Field Test Wt.	- Empty Weight + Water (Full)	53.2 kg

**Note:**  
 The Corroded Weight and thickness are used in the Horizontal Vessel Analysis (Ope Case) and Earthquake Load Calculations.

**Outside Surface Areas of Elements:**

From	To	Surface Area cm <sup>2</sup>
10	20	5006.93

Total 5006.932 cm<sup>2</sup>



**Shop/ Field Installation Options :**

Note : The CG is computed from the first Element From Node

Center of Gravity of Bare Shell New and Cold	-1.652 cm
Center of Gravity of Bare Shell Corroded	-1.652 cm
Vessel CG in the Operating Condition	-1.652 cm
Vessel CG in the Fabricated (Shop/Empty) Condition	-1.652 cm

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

**Minimum Design Metal Temperature Results Summary :**

Description	Curve	Basic MDMT °C	Reduced MDMT °C	UG-20 (f) MDMT °C	Thickness ratio	Gov Thk mm	E*	PWHT reqd
	Notes							
	[16]	-196						

Warmest MDMT: -196

Required Minimum Design Metal Temperature -20.0 °C  
 Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature -196.0 °C

**Notes:**

- [ ! ] - This was an impact tested material.
- [ 1 ] - Governing Nozzle Weld.
- [ 4 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-c).
- [ 5 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-b).
- [ 6 ] - MDMT Calculations at the Shell/Head Joint.
- [ 7 ] - MDMT Calculations for the Straight Flange.
- [ 8 ] - Cylinder/Cone/Flange Junction MDMT.
- [ 9 ] - Calculations in the Spherical Portion of the Head.
- [10] - Calculations in the Knuckle Portion of the Head.
- [11] - Calculated (Body Flange) Flange MDMT.
- [12] - Calculated Flat Head MDMT per UCS-66.3
- [13] - Tubesheet MDMT, shell side, if applicable
- [14] - Tubesheet MDMT, tube side, if applicable
- [15] - Nozzle Material
- [16] - Shell or Head Material
- [17] - Impact Testing required
- [18] - Impact Testing not required, see UCS-66(b)(3)
- [20] - Cylinder/Cone Junction MDMT based on Longitudinal Stress considerations
- [21] - Bolting Material

UG-84(b)(2) was not considered.  
 UCS-66(g) was not considered.  
 UCS-66(i) was not considered.

**Notes:**

- Impact test temps were not entered in and not considered in the analysis.
- UCS-66(i) applies to impact tested materials not by specification and
- UCS-66(g) applies to materials impact tested per UG-84.1 General Note (c).
- The Basic MDMT includes the (30F) PWHT credit if applicable.

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

Diameter Spec : mm OD			
Vessel Design Length, Tangent to Tangent	10.00	cm	
Specified Datum Line Distance	10.00	cm	
Internal Design Temperature	60	°C	
Internal Design Pressure	1.000	kgf/cm <sup>2</sup>	
External Design Temperature	60	°C	
External Design Pressure	1.055	kgf/cm <sup>2</sup>	
Maximum Allowable Working Pressure	6.706	kgf/cm <sup>2</sup>	
External Max. Allowable Working Pressure	1.951	kgf/cm <sup>2</sup>	
Hydrostatic Test Pressure	1.500	kgf/cm <sup>2</sup>	
Required Minimum Design Metal Temperature	-20.0	°C	
Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature	-196.0	°C	
Wind Design Code	ASCE-93		
Earthquake Design Code	UBC-94		

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normalized	Impact Tested
Head	SA-240 304	...	...	S30400	No	No

- Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.
- Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/ cm<sup>2</sup> & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P	Corrosion Allowance	Str. Flg. Gov.	In Creep Range
Ellipse	1.000	1.05	6.706	0.0000	Yes	No

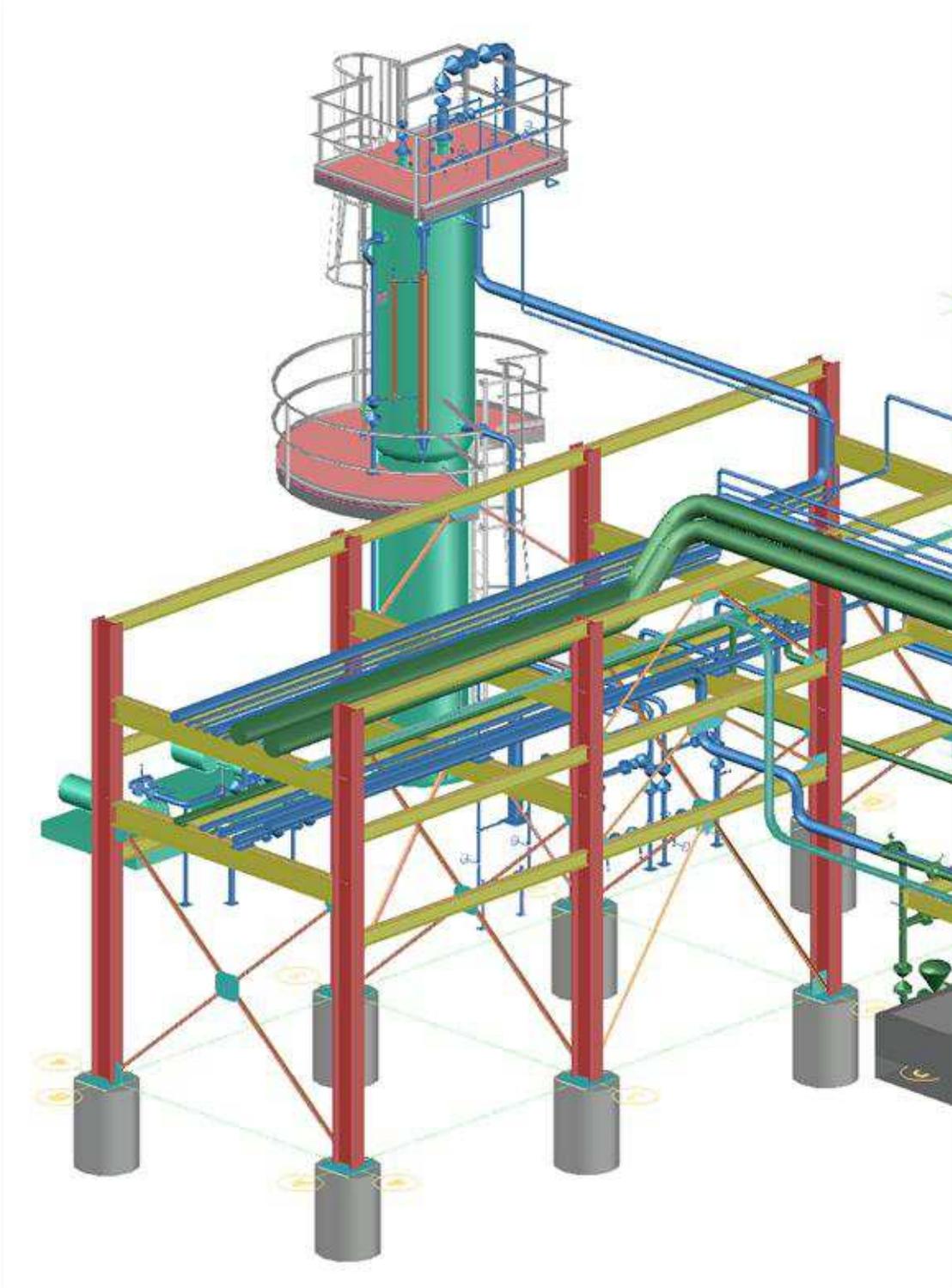
**Element Types and Properties:**

Element Type	"To" Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Ellipse	0.0	10.0	1.7	2.0	1.5	1.5	0.70	0.70

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	8.5	kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	53.2	kg
Shipping - Fab. + Rem. Intls.+ Shipping App.	8.5	kg
Erected - Fab. + Rem. Intls.+ Insul. (etc)	8.5	kg
Empty - Fab. + Intls. + Details + Wghts.	8.5	kg
Operating - Empty + Operating Liquid (No CA)	8.5	kg
Field Test - Empty Weight + Water (Full)	53.2	kg

## Project Data Page:



Cas̃ uec e de acero inoxidable de  $\text{Ø}167$



---

Table of Contents

Cover Page	1
Title Page	2
Warnings and Errors:	3
Input Echo:	4
XY Coordinate Calculations:	7
Internal Pressure Calculations:	8
External Pressure Calculations:	11
Element and Detail Weights:	13
Center of Gravity Calculation:	14
MDMT Summary:	15
Vessel Design Summary:	16

---

**DESIGN CALCULATION**

*In Accordance with ASME Section VIII Division 1*

ASME Code Version : 2017

Analysis Performed by :

Job File : C:\USERS\USUARIO\DESKTOP\MEMORIAS\16PULGADAS\16

Date of Analysis : Mar 9, 2020 4:32pm

PV Elite 2019 SP1, March 2019

---

Note:  
PV Elite performs all calculations internally in Imperial Units to remain compliant with the ASME Code and any built in assumptions in the ASME Code formulas. The finalized results are reflected to show the user's set of selected units.

---

Class From To : Basic Element Checks.  
=====

Class From To: Check of Additional Element Data  
=====

There were no geometry errors or warnings.

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

• PV Elite Vessel Analysis Program: Input Data

Design Internal Pressure (for Hydrotest) 1 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Design Internal Temperature 100.0 °C  
 Type of Hydrotest User Entered Pressure  
 Hydrotest Position Horizontal  
 Projection of Nozzle from Vessel Top 0 mm  
 Projection of Nozzle from Vessel Bottom 0 mm  
 Minimum Design Metal Temperature -20.0 °C  
 Type of Construction Welded  
 Special Service None  
 Degree of Radiography None  
 Use Higher Longitudinal Stresses (Flag) Y  
 Select t for Internal Pressure (Flag) N  
 Select t for External Pressure (Flag) N  
 Select t for Axial Stress (Flag) N  
 Select Location for Stiff. Rings (Flag) N  
 Consider Vortex Shedding N  
 Perform a Corroded Hydrotest N

Load Case 1 NP+EW+WI+FW+BW  
 Load Case 2 NP+EW+EE+FS+BS  
 Load Case 3 NP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 4 NP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 5 NP+HW+HI  
 Load Case 6 NP+HW+HE  
 Load Case 7 IP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 8 IP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 9 EP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 10 EP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 11 HP+HW+HI  
 Load Case 12 HP+HW+HE  
 Load Case 13 IP+WE+EW  
 Load Case 14 IP+WF+CW  
 Load Case 15 IP+VO+OW  
 Load Case 16 IP+VE+EW  
 Load Case 17 NP+VO+OW  
 Load Case 18 FS+BS+IP+OW  
 Load Case 19 FS+BS+EP+OW

Wind Design Code ASCE-7 93  
 Basic Wind Speed [V] 112.65 km/hr  
 Surface Roughness Category C: Open Terrain  
 Importance Factor 1.0  
 Type of Surface Moderately Smooth  
 Base Elevation 0 cm  
 Percent Wind for Hydrotest 33.0  
 Using User defined Wind Press. Vs Elev. N  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Ope) 0.0100  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Empty) 0.0000  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Filled) 0.0000

Seismic Design Code UBC 94  
 UBC Seismic Zone (1=1,2=2a,3=2b,4=3,5=4) 0.000  
 UBC Importance Factor 1.000  
 UBC Soil Type S1  
 UBC Horizontal Force Factor 3.000  
 UBC Percent Seismic for Hydrotest 0.000

Design Pressure + Static Head Y  
 Consider MAP New and Cold in Noz. Design N  
 Consider External Loads for Nozzle Des. Y  
 Use ASME VIII-1 Appendix 1-9 N

Material Database Year                      Current w/Addenda or Code Year

**Configuration Directives:**

Do not use Nozzle MDMT Interpretation VIII-1 01-37	No
Use Table G instead of exact equation for "A"	Yes
Shell Head Joints are Tapered	Yes
Compute "K" in corroded condition	Yes
Use Code Case 2286	No
Use the MAWP to compute the MDMT	Yes
For thickness ratios <= 0.35, MDMT will be -155F (-104C)	Yes
For PWHT & P1 Materials the MDMT can be < -55F (-48C)	No
Using Metric Material Databases, ASME II D	No
Calculate B31.3 type stress for Nozzles with Loads	Yes
Reduce the MDMT due to lower membrane stress	Yes
Consider Longitudinal Stress in MDMT calcs. (Div. 1)	Yes

**Complete Listing of Vessel Elements and Details:**

Element From Node	10	
Element To Node	20	
Element Type	Cylinder	
Description		
Distance "FROM" to "TO"	150	cm
Element Outside Diameter	406.4	mm
Element Thickness	3	mm
Internal Corrosion Allowance	0	mm
Nominal Thickness	0	mm
External Corrosion Allowance	0	mm
Design Internal Pressure	1	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature Internal Pressure	100	°C
Design External Pressure	1.0546	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature External Pressure	45	°C
Effective Diameter Multiplier	1.2	
Material Name	SA-213 TP304	
Allowable Stress, Ambient	1406.1	kgf/cm <sup>2</sup>
Allowable Stress, Operating	1159.8	kgf/cm <sup>2</sup>
Allowable Stress, Hydrotest	1828	kgf/cm <sup>2</sup>
Material Density	0.008027	kg/cm <sup>3</sup>
P Number Thickness	0	mm
Yield Stress, Operating	1734.1	kgf/cm <sup>2</sup>
External Pressure Chart Name	HA-1	
UNS Number	S30400	
Product Form	Smls. tube	
Efficiency, Longitudinal Seam	0.7	
Efficiency, Circumferential Seam	0.7	
Weld is pre-Heated	No	

Element From Node	20	
Element To Node	30	
Element Type	Elliptical	
Description		
Distance "FROM" to "TO"	5.08	cm
Element Outside Diameter	406.4	mm
Element Thickness	2	mm
Internal Corrosion Allowance	0	mm
Nominal Thickness	0	mm
External Corrosion Allowance	0	mm
Design Internal Pressure	1	kgf/cm <sup>2</sup>
Design Temperature Internal Pressure	100	°C
Design External Pressure	1.0546	kgf/cm <sup>2</sup>

PV Elite 2019 SP1 Licensee:  
FileName : 16 pulgadas  
Input Echo:

Step: 1 4:32pm Mar 9, 2020



---

Design Temperature External Pressure	100	°C
Effective Diameter Multiplier	1.2	
Material Name	SA-213 TP304	
Efficiency, Longitudinal Seam	0.7	
Efficiency, Circumferential Seam	0.7	
Elliptical Head Factor	2.0	
Weld is pre-Heated	No	

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**



**XY Coordinate Calculations:**

From	To	X (Horiz.) cm	Y (Vert.) cm	DX (Horiz.) cm	DY (Vert.) cm
10	20	150	...	150	...
20	30	155.08	...	5.08	...

**Element Thickness, Pressure, Diameter and Allowable Stress :**

From	To	Int. Press + Liq. Hd kgf/cm <sup>2</sup>	Nominal Thickness mm	Total Corr Allowance mm	Element Diameter mm	Allowable Stress (SE) kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	1	...	...	406.4	811.86
20	30	1	...	...	406.4	811.86

**Element Required Thickness and MAWP :**

From	To	Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.W.P. Corroded kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.P. New & Cold kgf/cm <sup>2</sup>	Minimum Thickness mm	Required Thickness mm
10	20	1	12.0574	14.6183	3	1.5
20	30	1	8.02236	9.77456	2	1.5

Minimum 8.022 9.774

MAWP: 8.022 kgf/cm<sup>2</sup>, limited by: Elliptical Head , Straight Flange Governing

**Internal Pressure Calculation Results :**

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

**Cylindrical Shell From 10 To 20 SA-213 TP304 at 100 °C**

Longitudinal Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1  
Circumferential Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:  
 =  $(P \cdot R_o) / (S \cdot E + 0.4 \cdot P)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 =  $(1.0 \cdot 203.2) / (1159.8 \cdot 0.7 + 0.4 \cdot 1.0)$   
 =  $0.2502 + 0.0000 = 0.2502$  mm

Note: The thickness required was less than the Code Minimum, therefore the Code Minimum value of 1.5000 mm per UG-16 will be used.

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:  
 =  $(S \cdot E \cdot t) / (R_o - 0.4 \cdot t)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 =  $(1159.8 \cdot 0.7 \cdot 3.0) / (203.2 - 0.4 \cdot 3.0)$   
 = 12.057 kgf/cm<sup>2</sup>

Maximum Allowable Pressure, New and Cold [MAPNC]:  
 =  $(S \cdot E \cdot t) / (R_o - 0.4 \cdot t)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 =  $(1406.14 \cdot 0.7 \cdot 3.0) / (203.2 - 0.4 \cdot 3.0)$   
 = 14.618 kgf/cm<sup>2</sup>

Actual stress at given pressure and thickness, corroded [Sact]:  
 =  $(P \cdot (R_o - 0.4 \cdot t)) / (E \cdot t)$   
 =  $(1.0 \cdot ((203.2 - 0.4 \cdot 3.0)) / (0.7 \cdot 3.0))$   
 = 96.190 kgf/cm<sup>2</sup>

SA-213 TP304, Min Metal Temp without impact per UHA-51: -196 °C

**Elliptical Head From 20 To 30 SA-213 TP304 at 100 °C**

Longitudinal Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Circumferential Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:

$$= (P \cdot D_o \cdot K_{cor}) / (2 \cdot S \cdot E + 2 \cdot P \cdot (K_{cor} - 0.1)) \text{ per Appendix 1-4 (c)}$$

$$= (1.0 \cdot 406.4 \cdot 1.0) / (2 \cdot 1159.8 \cdot 0.7 + 2 \cdot 1.0 \cdot (1.0 - 0.1))$$

$$= 0.2500 + 0.0000 = 0.2500 \text{ mm}$$

*Note: The thickness required was less than the Code Minimum, therefore the Code Minimum value of 1.5000 mm per UG-16 will be used.*

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:

$$= (2 \cdot S \cdot E \cdot t) / (K_{cor} \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K_{cor} - 0.1)) \text{ per Appendix 1-4 (c)}$$

$$= (2 \cdot 1159.8 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (1.0 \cdot 406.4 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))$$

$$= 8.062 \text{ kgf/cm}^2$$

Maximum Allowable Pressure, New and Cold [MAPNC]:

$$= (2 \cdot S \cdot E \cdot t) / (K \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K - 0.1)) \text{ per Appendix 1-4 (c)}$$

$$= (2 \cdot 1406.14 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (1.0 \cdot 406.4 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))$$

$$= 9.775 \text{ kgf/cm}^2$$

Actual stress at given pressure and thickness, corroded [Sact]:

$$= (P \cdot (K_{cor} \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K_{cor} - 0.1))) / (2 \cdot E \cdot t)$$

$$= (1.0 \cdot (1.0 \cdot 406.4 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))) / (2 \cdot 0.7 \cdot 2.0)$$

$$= 143.857 \text{ kgf/cm}^2$$

Straight Flange Required Thickness:

$$= (P \cdot R_o) / (S \cdot E + 0.4 \cdot P) + c_a \text{ per Appendix 1-1 (a) (1)}$$

$$= (1.0 \cdot 203.2) / (1159.8 \cdot 0.7 + 0.4 \cdot 1.0) + 0.0$$

$$= 0.250 \text{ mm}$$

Straight Flange Maximum Allowable Working Pressure:

$$= (S \cdot E \cdot t) / (R_o - 0.4 \cdot t) \text{ per Appendix 1-1 (a) (1)}$$

$$= (1159.8 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (203.2 - 0.4 \cdot 2.0)$$

$$= 8.022 \text{ kgf/cm}^2$$

SA-213 TP304, Min Metal Temp without impact per UHA-51: -196 °C

**Hydrostatic Test Pressure Results:**

Pressure per UG99b	= 1.30 * M.A.W.P. * Sa/S	12.644	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99b[36]	= 1.30 * Design Pres * Sa/S	1.576	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99c	= 1.30 * M.A.P. - Head (Hyd)	12.666	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG100	= 1.10 * M.A.W.P. * Sa/S	10.699	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per PED	= max(1.43*DP, 1.25*DP*ratio)	1.515	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per App 27-4	= M.A.W.P.	8.022	kgf/cm <sup>2</sup>
User Defined Hydrostatic Test Pressure at High Point		1.500	kgf/cm <sup>2</sup>

Horizontal Test performed per: User Hydro Pressure

*Please note that Nozzle, Shell, Head, Flange, etc MAWPs are all considered when determining the hydrotest pressure for those test types that are based on the MAWP of the vessel.*

**Stresses on Elements due to Test Pressure (kgf/cm<sup>2</sup>):**

From	To	Stress	Allowable	Ratio	Pressure
10	20	148.2	1828.0	0.081	1.54
20	30	221.6	1828.0	0.121	1.54

Stress ratios for Pressurized Vessel Elements (kgf/cm<sup>2</sup>):



Description	Ambient	Operating	Ratio
	1406.14	1159.80	1.212
	1406.14	1159.80	1.212

Minimum 1.212

Elements Suitable for Internal Pressure.

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**



**External Pressure Calculation Results :**

**External Pressure Calculations:**

From	To	Section Length cm	Outside Diameter mm	Corroded Thickness mm	Factor A	Factor B kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	158.433	406.4	3	0.00020221	198.388
20	30	No Calc	406.4	2	0.00068351	524.334

**External Pressure Calculations:**

From	To	External Actual T. mm	External Required T. mm	External Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	External M.A.W.P. kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	3	2.32837	1.05461	1.95264
20	30	2	1.5	1.05461	2.86709

Minimum

1.953

**External Pressure Calculations:**

From	To	Actual Length Bet. Stiffeners cm	Allowable Length Bet. Stiffeners cm	Ring Inertia Required cm <sup>**4</sup>	Ring Inertia Available cm <sup>**4</sup>
10	20	158.433	278.182	No Calc	No Calc
20	30	No Calc	No Calc	No Calc	No Calc

**Elements Suitable for External Pressure.**

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

**Cylindrical Shell From 10 to 20 Ext. Chart: HA-1 at 45 °C**

Elastic Modulus from Chart: HA-1 at 45 °C : 0.196E+07 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Allowable External Pressure (MAEP):**

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
3.000	406.40	1584.33	135.47	3.8985	0.0002022	198.39

EMAP = (4\*B) / (3\*(D/t)) = (4\*198.3881) / (3\*135.4667) = 1.9526 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Required Thickness (Tca):**

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
2.328	406.40	1584.33	174.54	3.8985	0.0001407	138.06

EMAP = (4\*B) / (3\*(D/t)) = (4\*138.061) / (3\*174.5427) = 1.0546 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Stiffened Length (Slen):**

Tca	OD	SLEN	D/t	L/D	Factor A	B
3.000	406.40	2781.82	135.47	6.8450	0.0001093	107.20

EMAP = (4\*B) / (3\*(D/t)) = (4\*107.1995) / (3\*135.4667) = 1.0551 kgf/cm<sup>2</sup>

**Elliptical Head From 20 to 30 Ext. Chart: HA-1 at 100 °C**

Elastic Modulus from Chart: HA-1 at 100 °C : 0.191E+07 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Allowable External Pressure (MAEP):**

Tca	OD	D/t	Factor A	B
2.000	406.40	203.20	0.0006835	524.33

EMAP = B / (K0\*D/t) = 524.3337 / ( 0.9 \*203.2 ) = 2.8671 kgf/cm<sup>2</sup>



Results for Required Thickness (Tca):

Tca	OD	D/t	Factor A	B
1.086	406.40	374.15	0.0003712	355.15

EMAP =  $B / (K_0 * D / t) = 355.1524 / (0.9 * 374.1515) = 1.0547 \text{ kgf/cm}^2$

*Check the requirements of UG-33(a)(1) using  $P = 1.67 * \text{External Design pressure for this head.}$*

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:

$$= (P * D * K_{cor}) / (2 * S * E - 0.2 * P) \text{ Appendix 1-4 (c)}$$

$$= (1.761 * 402.4 * 1.0) / (2 * 1159.8 * 1.0 - 0.2 * 1.761)$$

$$= 0.3056 + 0.0000 = 0.3056 \text{ mm}$$

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:

$$= ((2 * S * E * t) / (K_{cor} * D + 0.2 * t)) / 1.67 \text{ per Appendix 1-4 (c)}$$

$$= ((2 * 1159.8 * 1.0 * 2.0) / (1.0 * 402.4 + 0.2 * 2.0)) / 1.67$$

$$= 6.897 \text{ kgf/cm}^2$$

Maximum Allowable External Pressure [MAEP]:

$$= \min( MAEP, MAWP )$$

$$= \min( 2.87, 6.8967 )$$

$$= 2.867 \text{ kgf/cm}^2$$

*Thickness requirements per UG-33(a)(1) govern the required thickness of this head.*

**Element and Detail Weights:**

From	To	Element Metal Wgt. kg	Element ID Volume cm <sup>3</sup>	Corroded Metal Wgt. kg	Corroded ID Volume cm <sup>3</sup>	Extra due Misc % kg
10	20	45.7783	188873	45.7783	188873	...
20	30	4.17849	14989.8	4.17849	14989.8	...
Total		49	203862.59	49	203862.59	0

**Weight Summation Results: (kg)**

	Fabricated	Shop Test	Shipping	Erected	Empty	Operating
Main Elements	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Test Liquid	...	203.8	...	...	...	...
Totals	50.0	253.7	50.0	50.0	50.0	50.0

**Weight Summary:**

Fabricated Wt.	- Bare Weight without Removable Internals	50.0	kg
Shop Test Wt.	- Fabricated Weight + Water ( Full )	253.7	kg
Shipping Wt.	- Fab. Weight + removable Intls.+ Shipping App.	50.0	kg
Erected Wt.	- Fab. Wt + or - loose items (trays,platforms etc.)	50.0	kg
Ope. Wt. no Liq	- Fab. Weight + Internals. + Details + Weights	50.0	kg
Operating Wt.	- Empty Weight + Operating Liq. Uncorroded	50.0	kg
Oper. Wt. + CA	- Corr Wt. + Operating Liquid	50.0	kg
Field Test Wt.	- Empty Weight + Water (Full)	253.7	kg

**Note:**  
 The Corroded Weight and thickness are used in the Horizontal Vessel Analysis (Ope Case) and Earthquake Load Calculations.

**Outside Surface Areas of Elements:**

From	To	Surface Area cm <sup>2</sup>
10	20	19151.2
20	30	2438.91

Total 21590.057 cm<sup>2</sup>



**Shop/ Field Installation Options :**

Note : The CG is computed from the first Element From Node

Center of Gravity of Bare Shell New and Cold	81.910 cm
Center of Gravity of Bare Shell Corroded	81.910 cm
Vessel CG in the Operating Condition	81.910 cm
Vessel CG in the Fabricated (Shop/Empty) Condition	81.910 cm

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

**Minimum Design Metal Temperature Results Summary :**

Description	Curve Notes	Basic MDMT °C	Reduced MDMT °C	UG-20 (f) MDMT °C	Thickness ratio	Gov Thk mm	E*	PWHT reqd
	[16]	-196						
	[16]	-196						

Warmest MDMT: -196

Required Minimum Design Metal Temperature -20.0 °C  
 Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature -196.0 °C

**Notes:**

- [ ! ] - This was an impact tested material.
- [ 1 ] - Governing Nozzle Weld.
- [ 4 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-c).
- [ 5 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-b).
- [ 6 ] - MDMT Calculations at the Shell/Head Joint.
- [ 7 ] - MDMT Calculations for the Straight Flange.
- [ 8 ] - Cylinder/Cone/Flange Junction MDMT.
- [ 9 ] - Calculations in the Spherical Portion of the Head.
- [10] - Calculations in the Knuckle Portion of the Head.
- [11] - Calculated (Body Flange) Flange MDMT.
- [12] - Calculated Flat Head MDMT per UCS-66.3
- [13] - Tubesheet MDMT, shell side, if applicable
- [14] - Tubesheet MDMT, tube side, if applicable
- [15] - Nozzle Material
- [16] - Shell or Head Material
- [17] - Impact Testing required
- [18] - Impact Testing not required, see UCS-66(b)(3)
- [20] - Cylinder/Cone Junction MDMT based on Longitudinal Stress considerations
- [21] - Bolting Material

UG-84(b)(2) was not considered.  
 UCS-66(g) was not considered.  
 UCS-66(i) was not considered.

**Notes:**

- Impact test temps were not entered in and not considered in the analysis.
- UCS-66(i) applies to impact tested materials not by specification and
- UCS-66(g) applies to materials impact tested per UG-84.1 General Note (c).
- The Basic MDMT includes the (30F) PWHT credit if applicable.

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

Diameter Spec : 406.400 mm OD	
Vessel Design Length, Tangent to Tangent	155.08 cm
Specified Datum Line Distance	0.00 cm
Internal Design Temperature	100 °C
Internal Design Pressure	1.000 kgf/cm <sup>2</sup>
External Design Temperature	100 °C
External Design Pressure	1.055 kgf/cm <sup>2</sup>
Maximum Allowable Working Pressure	8.022 kgf/cm <sup>2</sup>
External Max. Allowable Working Pressure	1.953 kgf/cm <sup>2</sup>
Hydrostatic Test Pressure	1.500 kgf/cm <sup>2</sup>
Required Minimum Design Metal Temperature	-20.0 °C
Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature	-196.0 °C
Wind Design Code	ASCE-93
Earthquake Design Code	UBC-94

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normalized	Impact Tested
Shell	SA-213 TP304	...	...	S30400	No	No
Head	SA-213 TP304	...	...	S30400	No	No

- Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.
- Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/ cm<sup>2</sup> & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P	Corrosion Allowance	Str. Flg. Gov.	In Creep Range
Cylinder	1.000	1.05	12.057	0.0000	N/A	No
Ellipse	1.000	1.05	8.022	0.0000	Yes	No

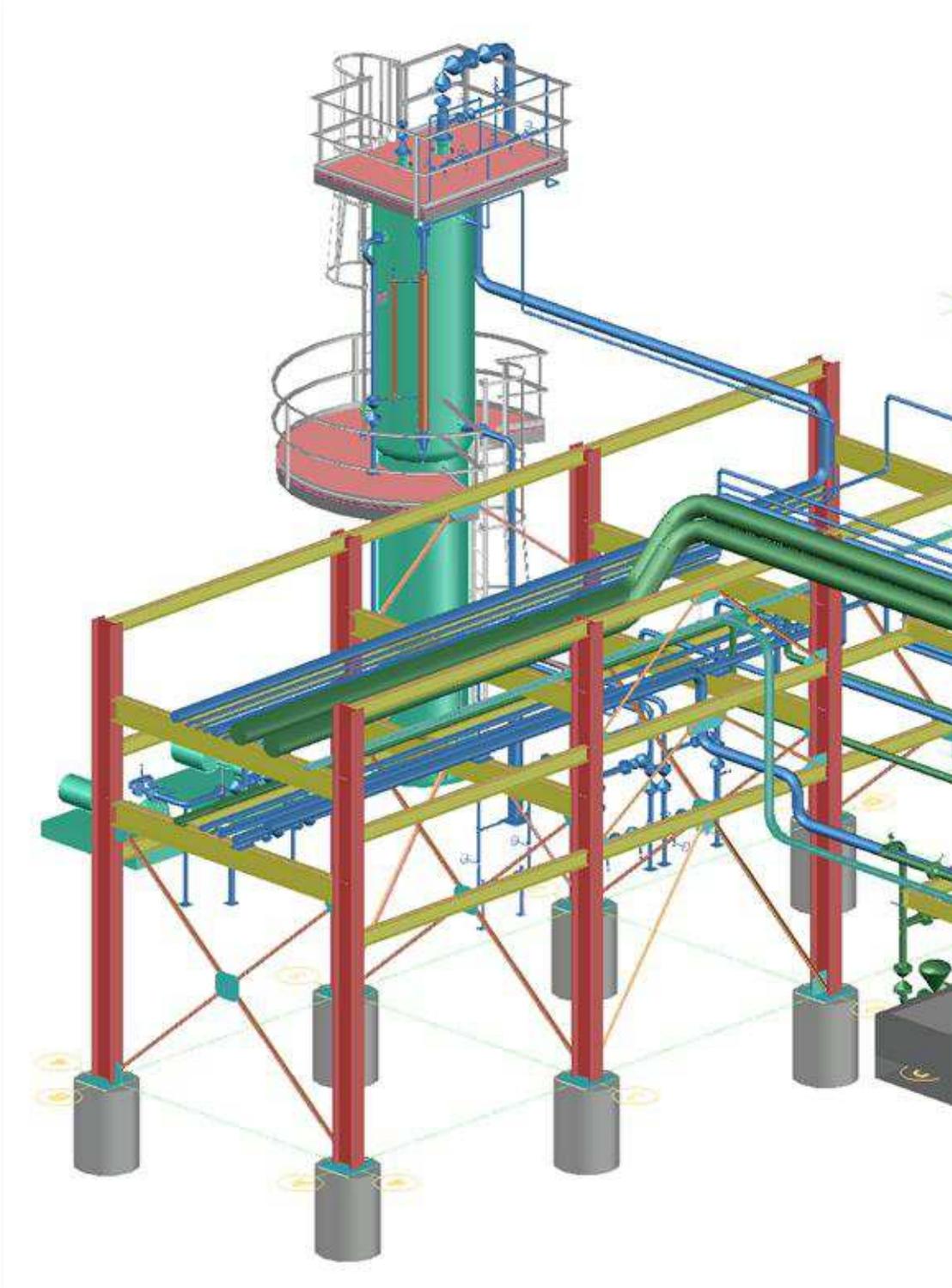
**Element Types and Properties:**

Element Type	"To" Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Cylinder	150.0	150.0	...	3.0	1.5	2.3	0.70	0.70
Ellipse	155.1	5.1	...	2.0	1.5	1.5	0.70	0.70

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	50.0 kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	253.7 kg
Shipping - Fab. + Rem. Intls.+ Shipping App.	50.0 kg
Erected - Fab. + Rem. Intls.+ Insul. (etc)	50.0 kg
Empty - Fab. + Intls. + Details + Wghts.	50.0 kg
Operating - Empty + Operating Liquid (No CA)	50.0 kg
Field Test - Empty Weight + Water (Full)	253.7 kg

## Project Data Page:



Casquete de acero inoxidable de Ø20"



---

Table of Contents

Cover Page	1
Title Page	2
Warnings and Errors:	3
Input Echo:	4
XY Coordinate Calculations:	7
Internal Pressure Calculations:	8
External Pressure Calculations:	11
Element and Detail Weights:	13
Center of Gravity Calculation:	14
MDMT Summary:	15
Vessel Design Summary:	16

---

**DESIGN CALCULATION**

*In Accordance with ASME Section VIII Division 1*

ASME Code Version : 2017

Analysis Performed by :

Job File : C:\USERS\USUARIO\DESKTOP\MEMORIAS\20 PULGADAS X

Date of Analysis : Mar 9, 2020 4:36pm

PV Elite 2019 SP1, March 2019

---

Note:  
PV Elite performs all calculations internally in Imperial Units to remain compliant with the ASME Code and any built in assumptions in the ASME Code formulas. The finalized results are reflected to show the user's set of selected units.

---

Class From To : Basic Element Checks.

=====  
Class From To: Check of Additional Element Data  
=====

There were no geometry errors or warnings.

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

• PV Elite Vessel Analysis Program: Input Data

Design Internal Pressure (for Hydrotest) 1 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Design Internal Temperature 100.0 °C  
 Type of Hydrotest User Entered Pressure  
 Hydrotest Position Horizontal  
 Projection of Nozzle from Vessel Top 0 mm  
 Projection of Nozzle from Vessel Bottom 0 mm  
 Minimum Design Metal Temperature -20.0 °C  
 Type of Construction Welded  
 Special Service None  
 Degree of Radiography None  
 Use Higher Longitudinal Stresses (Flag) Y  
 Select t for Internal Pressure (Flag) N  
 Select t for External Pressure (Flag) N  
 Select t for Axial Stress (Flag) N  
 Select Location for Stiff. Rings (Flag) N  
 Consider Vortex Shedding N  
 Perform a Corroded Hydrotest N

Load Case 1 NP+EW+WI+FW+BW  
 Load Case 2 NP+EW+EE+FS+BS  
 Load Case 3 NP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 4 NP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 5 NP+HW+HI  
 Load Case 6 NP+HW+HE  
 Load Case 7 IP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 8 IP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 9 EP+OW+WI+FW+BW  
 Load Case 10 EP+OW+EQ+FS+BS  
 Load Case 11 HP+HW+HI  
 Load Case 12 HP+HW+HE  
 Load Case 13 IP+WE+EW  
 Load Case 14 IP+WF+CW  
 Load Case 15 IP+VO+OW  
 Load Case 16 IP+VE+EW  
 Load Case 17 NP+VO+OW  
 Load Case 18 FS+BS+IP+OW  
 Load Case 19 FS+BS+EP+OW

Wind Design Code ASCE-7 93  
 Basic Wind Speed [V] 112.65 km/hr  
 Surface Roughness Category C: Open Terrain  
 Importance Factor 1.0  
 Type of Surface Moderately Smooth  
 Base Elevation 0 cm  
 Percent Wind for Hydrotest 33.0  
 Using User defined Wind Press. Vs Elev. N  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Ope) 0.0100  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Empty) 0.0000  
 Damping Factor (Beta) for Wind (Filled) 0.0000

Seismic Design Code UBC 94  
 UBC Seismic Zone (1=1,2=2a,3=2b,4=3,5=4) 0.000  
 UBC Importance Factor 1.000  
 UBC Soil Type S1  
 UBC Horizontal Force Factor 3.000  
 UBC Percent Seismic for Hydrotest 0.000

Design Pressure + Static Head Y  
 Consider MAP New and Cold in Noz. Design N  
 Consider External Loads for Nozzle Des. Y  
 Use ASME VIII-1 Appendix 1-9 N

Material Database Year                      Current w/Addenda or Code Year

**Configuration Directives:**

Do not use Nozzle MDMT Interpretation VIII-1 01-37                      No  
 Use Table G instead of exact equation for "A"                      Yes  
 Shell Head Joints are Tapered                      Yes  
 Compute "K" in corroded condition                      Yes  
 Use Code Case 2286                      No  
 Use the MAWP to compute the MDMT                      Yes  
 For thickness ratios <= 0.35, MDMT will be -155F (-104C)                      Yes  
 For PWHT & P1 Materials the MDMT can be < -55F (-48C)                      No

Using Metric Material Databases, ASME II D                      No  
 Calculate B31.3 type stress for Nozzles with Loads                      Yes  
 Reduce the MDMT due to lower membrane stress                      Yes  
 Consider Longitudinal Stress in MDMT calcs. (Div. 1)                      Yes

**Complete Listing of Vessel Elements and Details:**

Element From Node                      10  
 Element To Node                      20  
 Element Type                      Cylinder  
 Description  
 Distance "FROM" to "TO"                      150 cm  
 Element Outside Diameter                      508 mm  
 Element Thickness                      3 mm  
 Internal Corrosion Allowance                      0 mm  
 Nominal Thickness                      0 mm  
 External Corrosion Allowance                      0 mm  
 Design Internal Pressure                      1 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Design Temperature Internal Pressure                      100 °C  
 Design External Pressure                      1.0546 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Design Temperature External Pressure                      45 °C  
 Effective Diameter Multiplier                      1.2  
 Material Name                      SA-240 304  
     Allowable Stress, Ambient                      1406.1 kgf/cm<sup>2</sup>  
     Allowable Stress, Operating                      1159.8 kgf/cm<sup>2</sup>  
     Allowable Stress, Hydrotest                      1828 kgf/cm<sup>2</sup>  
     Material Density                      0.008027 kg/cm<sup>3</sup>  
     P Number Thickness                      0 mm  
     Yield Stress, Operating                      1734.1 kgf/cm<sup>2</sup>  
     External Pressure Chart Name                      HA-1  
     UNS Number                      S30400  
     Product Form                      Plate  
 Efficiency, Longitudinal Seam                      0.7  
 Efficiency, Circumferential Seam                      0.7  
 Weld is pre-Heated                      No

Element From Node                      20  
 Element To Node                      30  
 Element Type                      Elliptical  
 Description  
 Distance "FROM" to "TO"                      5.08 cm  
 Element Outside Diameter                      508 mm  
 Element Thickness                      2 mm  
 Internal Corrosion Allowance                      0 mm  
 Nominal Thickness                      0 mm  
 External Corrosion Allowance                      0 mm  
 Design Internal Pressure                      1 kgf/cm<sup>2</sup>  
 Design Temperature Internal Pressure                      100 °C  
 Design External Pressure                      1.0546 kgf/cm<sup>2</sup>



---

Design Temperature External Pressure	100	°C
Effective Diameter Multiplier	1.2	
Material Name	SA-240	304
Efficiency, Longitudinal Seam	0.7	
Efficiency, Circumferential Seam	0.7	
Elliptical Head Factor	2.0	
Weld is pre-Heated	No	



**XY Coordinate Calculations:**

From	To	X (Horiz.) cm	Y (Vert.) cm	DX (Horiz.) cm	DY (Vert.) cm
10	20	150	...	150	...
20	30	155.08	...	5.08	...

**Element Thickness, Pressure, Diameter and Allowable Stress :**

From	To	Int. Press + Liq. Hd kgf/cm <sup>2</sup>	Nominal Thickness mm	Total Corr Allowance mm	Element Diameter mm	Allowable Stress (SE) kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	1	...	...	508	811.86
20	30	1	...	...	508	811.86

**Element Required Thickness and MAWP :**

From	To	Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.W.P. Corroded kgf/cm <sup>2</sup>	M.A.P. New & Cold kgf/cm <sup>2</sup>	Minimum Thickness mm	Required Thickness mm
10	20	1	9.63442	11.6804	3	1.5
20	30	1	6.4128	7.80547	2	1.5

Minimum 6.413 7.805

MAWP: 6.413 kgf/cm<sup>2</sup>, limited by: Elliptical Head , Straight Flange Governing

**Internal Pressure Calculation Results :**

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

**Cylindrical Shell From 10 To 20 SA-240 304 at 100 °C**

Longitudinal Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1  
Circumferential Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:  
 =  $(P \cdot R_o) / (S \cdot E + 0.4 \cdot P)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 =  $(1.0 \cdot 254.0) / (1159.8 \cdot 0.7 + 0.4 \cdot 1.0)$   
 =  $0.3127 + 0.0000 = 0.3127$  mm

*Note: The thickness required was less than the Code Minimum, therefore the Code Minimum value of 1.5000 mm per UG-16 will be used.*

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:  
 =  $(S \cdot E \cdot t) / (R_o - 0.4 \cdot t)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 =  $(1159.8 \cdot 0.7 \cdot 3.0) / (254.0 - 0.4 \cdot 3.0)$   
 =  $9.634$  kgf/cm<sup>2</sup>

Maximum Allowable Pressure, New and Cold [MAPNC]:  
 =  $(S \cdot E \cdot t) / (R_o - 0.4 \cdot t)$  per Appendix 1-1 (a) (1)  
 =  $(1406.1 \cdot 0.7 \cdot 3.0) / (254.0 - 0.4 \cdot 3.0)$   
 =  $11.680$  kgf/cm<sup>2</sup>

Actual stress at given pressure and thickness, corroded [Sact]:  
 =  $(P \cdot (R_o - 0.4 \cdot t)) / (E \cdot t)$   
 =  $(1.0 \cdot ((254.0 - 0.4 \cdot 3.0)) / (0.7 \cdot 3.0))$   
 =  $120.381$  kgf/cm<sup>2</sup>

% Elongation per Table UG-79-1  $(50 \cdot t_{nom} / R_f) \cdot (1 - R_f / R_o)$  0.594 %  
 Note: Please Check Requirements of Table UHA-44 for Elongation limits.

SA-240 304, Min Metal Temp without impact per UHA-51: -196 °C

**Elliptical Head From 20 To 30 SA-240 304 at 100 °C**

Longitudinal Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1  
Circumferential Joint: No Radiography per UW 11(c) Type 1

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:

$$= (P \cdot D_o \cdot K_{cor}) / (2 \cdot S \cdot E + 2 \cdot P \cdot (K_{cor} - 0.1)) \text{ per Appendix 1-4 (c)}$$

$$= (1.0 \cdot 508.0 \cdot 1.0) / (2 \cdot 1159.8 \cdot 0.7 + 2 \cdot 1.0 \cdot (1.0 - 0.1))$$

$$= 0.3125 + 0.0000 = 0.3125 \text{ mm}$$

*Note: The thickness required was less than the Code Minimum, therefore the Code Minimum value of 1.5000 mm per UG-16 will be used.*

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:

$$= (2 \cdot S \cdot E \cdot t) / (K_{cor} \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K_{cor} - 0.1)) \text{ per Appendix 1-4 (c)}$$

$$= (2 \cdot 1159.8 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (1.0 \cdot 508.0 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))$$

$$= 6.438 \text{ kgf/cm}^2$$

Maximum Allowable Pressure, New and Cold [MAPNC]:

$$= (2 \cdot S \cdot E \cdot t) / (K \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K - 0.1)) \text{ per Appendix 1-4 (c)}$$

$$= (2 \cdot 1406.1 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (1.0 \cdot 508.0 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))$$

$$= 7.805 \text{ kgf/cm}^2$$

Actual stress at given pressure and thickness, corroded [Sact]:

$$= (P \cdot (K_{cor} \cdot D_o - 2 \cdot t \cdot (K_{cor} - 0.1))) / (2 \cdot E \cdot t)$$

$$= (1.0 \cdot (1.0 \cdot 508.0 - 2 \cdot 2.0 \cdot (1.0 - 0.1))) / (2 \cdot 0.7 \cdot 2.0)$$

$$= 180.143 \text{ kgf/cm}^2$$

Straight Flange Required Thickness:

$$= (P \cdot R_o) / (S \cdot E + 0.4 \cdot P) + ca \text{ per Appendix 1-1 (a) (1)}$$

$$= (1.0 \cdot 254.0) / (1159.8 \cdot 0.7 + 0.4 \cdot 1.0) + 0.0$$

$$= 0.313 \text{ mm}$$

Straight Flange Maximum Allowable Working Pressure:

$$= (S \cdot E \cdot t) / (R_o - 0.4 \cdot t) \text{ per Appendix 1-1 (a) (1)}$$

$$= (1159.8 \cdot 0.7 \cdot 2.0) / (254.0 - 0.4 \cdot 2.0)$$

$$= 6.413 \text{ kgf/cm}^2$$

% Elongation per Table UG-79-1  $(75 \cdot t_{nom} / R_f) \cdot (1 - R_f / R_o)$  1.731 %

Note: Please Check Requirements of Table UHA-44 for Elongation limits.

SA-240 304, Min Metal Temp without impact per UHA-51: -196 °C

**Hydrostatic Test Pressure Results:**

Pressure per UG99b	= 1.30 * M.A.W.P. * Sa/S	10.107	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99b[36]	= 1.30 * Design Pres * Sa/S	1.576	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG99c	= 1.30 * M.A.P. - Head(Hyd)	10.096	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per UG100	= 1.10 * M.A.W.P. * Sa/S	8.552	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per PED	= max(1.43*DP, 1.25*DP*ratio)	1.515	kgf/cm <sup>2</sup>
Pressure per App 27-4	= M.A.W.P.	6.413	kgf/cm <sup>2</sup>
User Defined Hydrostatic Test Pressure at High Point		1.500	kgf/cm <sup>2</sup>

**Horizontal Test performed per: User Hydro Pressure**

*Please note that Nozzle, Shell, Head, Flange, etc MAWPs are all considered when determining the hydrotest pressure for those test types that are based on the MAWP of the vessel.*

**Stresses on Elements due to Test Pressure (kgf/cm<sup>2</sup>):**

From To	Stress	Allowable	Ratio	Pressure
---------	--------	-----------	-------	----------



10	20	186.7	1828.0	0.102	1.55
20	30	279.4	1828.0	0.153	1.55

**Stress ratios for Pressurized Vessel Elements (kgf/ cm<sup>2</sup>):**

Description	Ambient	Operating	Ratio
	1406.10	1159.80	1.212
	1406.10	1159.80	1.212

Minimum 1.212

Elements Suitable for Internal Pressure.

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**



**External Pressure Calculation Results :**

**External Pressure Calculations:**

From	To	Section Length cm	Outside Diameter mm	Corroded Thickness mm	Factor A	Factor B kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	159.28	508	3	0.0001848	181.309
20	30	No Calc	508	2	0.00054681	476.815

**External Pressure Calculations:**

From	To	External Actual T. mm	External Required T. mm	External Design Pressure kgf/cm <sup>2</sup>	External M.A.W.P. kgf/cm <sup>2</sup>
10	20	3	2.66179	1.05461	1.42763
20	30	2	1.5	1.05461	2.0858

Minimum

1.428

**External Pressure Calculations:**

From	To	Actual Length Bet. Stiffeners cm	Allowable Length Bet. Stiffeners cm	Ring Inertia Required cm <sup>**4</sup>	Ring Inertia Available cm <sup>**4</sup>
10	20	159.28	212.035	No Calc	No Calc
20	30	No Calc	No Calc	No Calc	No Calc

**Elements Suitable for External Pressure.**

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

**Cylindrical Shell From 10 to 20 Ext. Chart: HA-1 at 45 °C**

Elastic Modulus from Chart: HA-1 at 45 °C : 0.196E+07 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Allowable External Pressure (MAEP):**

Tca OD SLEN D/t L/D Factor A B  
3.000 508.00 1592.80 169.33 3.1354 0.0001848 181.31  
EMAP = (4\*B)/(3\*(D/t)) = (4\*181.3087)/(3\*169.3333) = 1.4276 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Required Thickness (Tca):**

Tca OD SLEN D/t L/D Factor A B  
2.662 508.00 1592.80 190.85 3.1354 0.0001539 150.96  
EMAP = (4\*B)/(3\*(D/t)) = (4\*150.9608)/(3\*190.8493) = 1.0547 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Stiffened Length (Slen):**

Tca OD SLEN D/t L/D Factor A B  
3.000 508.00 2120.35 169.33 4.1739 0.0001366 134.02  
EMAP = (4\*B)/(3\*(D/t)) = (4\*134.0204)/(3\*169.3333) = 1.0553 kgf/cm<sup>2</sup>

**Elliptical Head From 20 to 30 Ext. Chart: HA-1 at 100 °C**

Elastic Modulus from Chart: HA-1 at 100 °C : 0.191E+07 kgf/cm<sup>2</sup>

**Results for Maximum Allowable External Pressure (MAEP):**

Tca OD D/t Factor A B  
2.000 508.00 254.00 0.0005468 476.81  
EMAP = B/(K0\*D/t) = 476.8149/(0.9 \* 254.0) = 2.0858 kgf/cm<sup>2</sup>



Results for Required Thickness (Tca):

Tca	OD	D/t	Factor A	B
1.358	508.00	374.15	0.0003712	355.15

EMAP =  $B / (K_0 * D / t) = 355.1547 / (0.9 * 374.1491) = 1.0547 \text{ kgf/cm}^2$

*Check the requirements of UG-33(a)(1) using  $P = 1.67 * \text{External Design pressure for this head.}$*

Material UNS Number: S30400

Required Thickness due to Internal Pressure [tr]:

$$= (P * D * K_{cor}) / (2 * S * E - 0.2 * P) \text{ Appendix 1-4 (c)}$$

$$= (1.761 * 504.0 * 1.0) / (2 * 1159.8 * 1.0 - 0.2 * 1.761)$$

$$= 0.3827 + 0.0000 = 0.3827 \text{ mm}$$

Max. Allowable Working Pressure at given Thickness, corroded [MAWP]:

$$= ((2 * S * E * t) / (K_{cor} * D + 0.2 * t)) / 1.67 \text{ per Appendix 1-4 (c)}$$

$$= ((2 * 1159.8 * 1.0 * 2.0) / (1.0 * 504.0 + 0.2 * 2.0)) / 1.67$$

$$= 5.507 \text{ kgf/cm}^2$$

Maximum Allowable External Pressure [MAEP]:

$$= \min( \text{MAEP}, \text{MAWP} )$$

$$= \min( 2.09, 5.5075 )$$

$$= 2.086 \text{ kgf/cm}^2$$

*Thickness requirements per UG-33(a)(1) govern the required thickness of this head.*

**Element and Detail Weights:**

From	To	Element Metal Wgt. kg	Element ID Volume cm <sup>3</sup>	Corroded Metal Wgt. kg	Corroded ID Volume cm <sup>3</sup>	Extra due Misc % kg
10	20	57.3082	296885	57.3082	296885	...
20	30	6.2161	26893.1	6.2161	26893.1	...
Total		63	323778.31	63	323778.31	0

**Weight Summation Results: (kg)**

	Fabricated	Shop Test	Shipping	Erected	Empty	Operating
Main Elements	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5	63.5
Test Liquid	...	323.6	...	...	...	...
Totals	63.5	387.2	63.5	63.5	63.5	63.5

**Weight Summary:**

Fabricated Wt.	- Bare Weight without Removable Internals	63.5	kg
Shop Test Wt.	- Fabricated Weight + Water ( Full )	387.2	kg
Shipping Wt.	- Fab. Weight + removable Intls.+ Shipping App.	63.5	kg
Erected Wt.	- Fab. Wt + or - loose items (trays,platforms etc.)	63.5	kg
Ope. Wt. no Liq	- Fab. Weight + Internals. + Details + Weights	63.5	kg
Operating Wt.	- Empty Weight + Operating Liq. Uncorroded	63.5	kg
Oper. Wt. + CA	- Corr Wt. + Operating Liquid	63.5	kg
Field Test Wt.	- Empty Weight + Water (Full)	387.2	kg

**Note:**  
 The Corroded Weight and thickness are used in the Horizontal Vessel Analysis (Ope Case) and Earthquake Load Calculations.

**Outside Surface Areas of Elements:**

From	To	Surface Area cm <sup>2</sup>
10	20	23938.9
20	30	3608.11

Total 27547.047 cm<sup>2</sup>



**Shop/ Field Installation Options :**

Note : The CG is computed from the first Element From Node

Center of Gravity of Bare Shell New and Cold	83.221 cm
Center of Gravity of Bare Shell Corroded	83.221 cm
Vessel CG in the Operating Condition	83.221 cm
Vessel CG in the Fabricated (Shop/Empty) Condition	83.221 cm

**PV Elite is a trademark of Intergraph CADWorx & Analysis Solutions, Inc. 2019**

**Minimum Design Metal Temperature Results Summary :**

Description	Curve Notes	Basic MDMT °C	Reduced MDMT °C	UG-20 (f) MDMT °C	Thickness ratio	Gov Thk mm	E*	PWHT reqd
	[16]	-196						
	[16]	-196						

Warmest MDMT: -196

Required Minimum Design Metal Temperature -20.0 °C  
 Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature -196.0 °C

**Notes:**

- [ ! ] - This was an impact tested material.
- [ 1 ] - Governing Nozzle Weld.
- [ 4 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-c).
- [ 5 ] - ANSI Flange MDMT Calcs; Thickness ratio per UCS-66(b)(1)(-b).
- [ 6 ] - MDMT Calculations at the Shell/Head Joint.
- [ 7 ] - MDMT Calculations for the Straight Flange.
- [ 8 ] - Cylinder/Cone/Flange Junction MDMT.
- [ 9 ] - Calculations in the Spherical Portion of the Head.
- [10] - Calculations in the Knuckle Portion of the Head.
- [11] - Calculated (Body Flange) Flange MDMT.
- [12] - Calculated Flat Head MDMT per UCS-66.3
- [13] - Tubesheet MDMT, shell side, if applicable
- [14] - Tubesheet MDMT, tube side, if applicable
- [15] - Nozzle Material
- [16] - Shell or Head Material
- [17] - Impact Testing required
- [18] - Impact Testing not required, see UCS-66(b)(3)
- [20] - Cylinder/Cone Junction MDMT based on Longitudinal Stress considerations
- [21] - Bolting Material

UG-84(b)(2) was not considered.  
 UCS-66(g) was not considered.  
 UCS-66(i) was not considered.

**Notes:**

Impact test temps were not entered in and not considered in the analysis.  
 UCS-66(i) applies to impact tested materials not by specification and  
 UCS-66(g) applies to materials impact tested per UG-84.1 General Note (c).  
 The Basic MDMT includes the (30F) PWHT credit if applicable.

**ASME Code, Section VIII Division 1, 2017**

Diameter Spec : 508.000 mm OD	
Vessel Design Length, Tangent to Tangent	155.08 cm
Specified Datum Line Distance	0.00 cm
Internal Design Temperature	100 °C
Internal Design Pressure	1.000 kgf/cm <sup>2</sup>
External Design Temperature	100 °C
External Design Pressure	1.055 kgf/cm <sup>2</sup>
Maximum Allowable Working Pressure	6.413 kgf/cm <sup>2</sup>
External Max. Allowable Working Pressure	1.428 kgf/cm <sup>2</sup>
Hydrostatic Test Pressure	1.500 kgf/cm <sup>2</sup>
Required Minimum Design Metal Temperature	-20.0 °C
Warmest Computed Minimum Design Metal Temperature	-196.0 °C
Wind Design Code	ASCE-93
Earthquake Design Code	UBC-94

**Materials of Construction:**

Component Type	Material	Class	Thickness	UNS #	Normalized	Impact Tested
Shell	SA-240 304	...	...	S30400	No	No
Head	SA-240 304	...	...	S30400	No	No

- Normalized is determined based on the UCS-66 material curve selection and Figure UCS-66.
- Impact Tested is based on material selection and material data properties.

**Element Pressures and MAWP (kgf/ cm<sup>2</sup> & mm):**

Element Description or Type	Design Pressure + Stat. head	Ext. Press.	Element M.A.W.P	Corrosion Allowance	Str. Flg. Gov.	In Creep Range
Cylinder	1.000	1.05	9.634	0.0000	N/A	No
Ellipse	1.000	1.05	6.413	0.0000	Yes	No

**Element Types and Properties:**

Element Type	"To" Elev cm	Element Length cm	Nominal Thickness mm	Finished Thickness mm	Reqd Thk Internal mm	Reqd Thk External mm	Long Eff	Circ Eff
Cylinder	150.0	150.0	...	3.0	1.5	2.7	0.70	0.70
Ellipse	155.1	5.1	...	2.0	1.5	1.5	0.70	0.70

**Weights:**

Fabricated - Bare W/O Removable Internals	63.5 kg
Shop Test - Fabricated + Water ( Full )	387.2 kg
Shipping - Fab. + Rem. Intls.+ Shipping App.	63.5 kg
Erected - Fab. + Rem. Intls.+ Insul. (etc)	63.5 kg
Empty - Fab. + Intls. + Details + Wghts.	63.5 kg
Operating - Empty + Operating Liquid (No CA)	63.5 kg
Field Test - Empty Weight + Water (Full)	387.2 kg

***ANEXO N° 3: Proceso de Fabricación – Manuales, data sheets y catálogos de componentes. Procedimientos de Soldadura.***

# Serie CEA-CA

## Electrobombas centrífugas monoblock de acero inoxidable de simple y doble etapa.

Cuenta con todos los componentes en contacto con el líquido bombeado de acero inoxidable AISI 304 o AISI 316. Se encuentra disponible en versiones de un impulsor (CEA) y de dos impulsores (CA).



### Especificaciones Técnicas

- Caudal: hasta 31 m<sup>3</sup>/h.
- Altura de elevación: hasta 61 m.
- Cuenta con una **versión normal** para temperaturas entre -10°C y 85°C, y con una **versión ácido** para líquidos agresivos o temperaturas entre -10 ° C y 110°C.
- La presión máxima de trabajo es de 8 bar.
- Ofrece la posibilidad de desmontar el conjunto motor - turbina sin necesidad de desarmar cañerías (Back pull out).
- El motor es blindado 100% con refrigeración externa y caja de aleación de aluminio provista de aletas.
- Potencias de 0,5 a 2,5 HP en las versiones monofásicas y de 0,5 a 4 HP en las trifásicas.
- Las versiones monofásicas vienen provistas con protección térmica.
- Aislación: Clase F.
- Protección eléctrica: IP55.

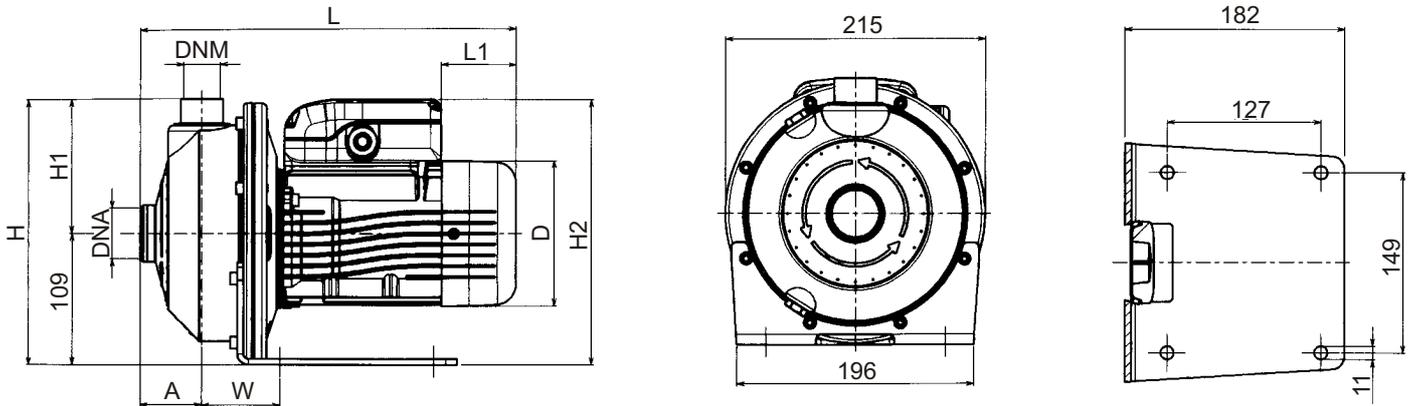
### Aplicaciones

- Manipulación de líquidos compatibles con el acero inoxidable AISI 304 y 316 en instalaciones civiles e industriales.
- Sistemas de riego.
- Manipulación de aguas para uso doméstico.
- Lavado de equipos industriales.
- Tratamiento de aguas.
- Sistemas de presurización.

### Materiales

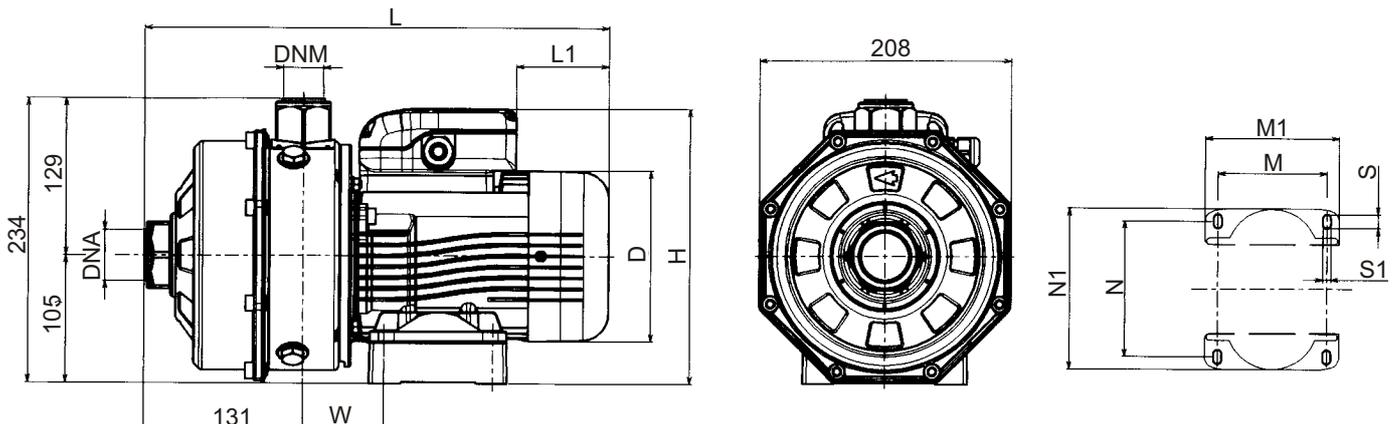
- Versiones con cuerpo de bomba, brida, alojamiento sello, impulsor y difusor de acero inoxidable AISI 304 o 316 (para líquidos muy agresivos).
- Extensión del eje en contacto con el líquido de acero inoxidable AISI 304 (CA) o 316 (CEA).
- Tapones de carga y descarga de de acero inoxidable AISI 316.
- Cuentan con sello mecánico de carbono/cerámica. Sellos mecánicos especiales bajo pedido.
- La **versión normal** tiene o-rings de NBR y la **versión ácido** de vitón.

Diagrama y tabla de dimensiones. Serie CEAM-CEA.



Modelo de bomba	Dimensiones (mm)										Peso (Kg)
	A	D	H	H1	H2	L	L1	W	DNA	DNM	
CEAM 70/3	51	120	220	111	220	311	62	65	1¼"	1"	9.7
CEAM 70/5	51	140	220	111	230	325	76	65	1¼"	1"	11.6
CEAM 80/5	51	140	220	111	230	325	76	65	1¼"	1"	12.5
CEAM 120/3	51	140	220	111	230	325	76	65	1¼"	1"	11.5
CEAM 120/5	51	140	220	111	239	325	31	65	1¼"	1"	13
CEAM 210/2	54	140	222	113	230	339	76	76	1½"	1¼"	13
CEAM 210/3	54	156	222	113	246	385	69	76	1½"	1¼"	14.5
CEAM 210/4	54	156	222	113	246	385	69	76	1½"	1¼"	16.1
CEAM 210/5	54	174	222	113	243	429	84	76	1½"	1¼"	17
CEAM 370/1	54	156	222	113	246	385	69	76	2"	1¼"	14
CEAM 370/2	54	156	222	113	246	385	69	76	2"	1¼"	16.1
CEAM 370/3	54	174	222	113	243	429	84	76	2"	1¼"	20
CEA 70/3	51	120	220	111	220	311	62	65	1¼"	1"	9.7
CEA 70/5	51	140	220	111	230	325	76	65	1¼"	1"	11.6
CEA 80/5	51	155	220	111	238	371	114	65	1¼"	1"	15.8
CEA 120/3	51	140	220	111	230	325	76	65	1¼"	1"	11.5
CEA 120/5	51	155	220	111	238	371	114	65	1¼"	1"	16
CEA 210/2	54	155	222	113	238	385	114	76	1½"	1¼"	16
CEA 210/3	54	155	222	113	238	385	114	76	1½"	1¼"	17.8
CEA 210/4	54	174	222	113	243	429	172	76	1½"	1¼"	21
CEA 210/5	54	174	222	113	243	429	172	76	1½"	1¼"	21
CEA 370/1	54	155	222	113	238	385	114	76	2"	1¼"	17
CEA 370/2	54	174	222	113	243	429	172	76	2"	1¼"	21
CEA 370/3	54	174	222	113	243	429	172	76	2"	1¼"	21
CEA 370/5	54	174	222	113	243	429	172	76	2"	1¼"	21

Diagrama de dimensiones. Serie CAM-CA.



**Tabla de dimensiones. Serie CAM-CA.**

Modelo de bomba	D	H	L	L1	Dimensiones (mm)						S	S1	W	DNA	DNM	Peso (Kg)
					M	M1	N	N1								
CAM 70/33	140	226	383	76	90	113	112	135	12	7	66	1¼"	1"	15		
CAM 70/34	140	235	383	31	90	113	112	135	12	7	66	1¼"	1"	15.8		
CAM 70/45	156	242	420	69	100	125	125	153	12	9	76	1¼"	1"	18.5		
CAM 120/33	156	242	420	69	100	125	125	153	12	9	76	1¼"	1"	18.4		
CAM 120/35	156	242	420	69	100	125	125	153	12	9	76	1¼"	1"	20.2		
CAM 120/55	174	239	454	84	125	155	140	170	13	10	98	1¼"	1"	27		
CAM 200/33	174	239	454	84	125	155	140	170	13	10	98	1½"	1"	27		
CAM 200/35	174	239	454	84	125	155	140	170	13	10	98	1½"	1"	27		
CA 70/33	155	234	420	114	100	125	125	153	12	9	76	1¼"	1"	18		
CA 70/34	155	234	420	114	100	125	125	153	12	9	76	1¼"	1"	19		
CA 70/45	155	234	420	114	100	125	125	153	12	9	76	1¼"	1"	20		
CA 120/33	155	234	420	114	100	125	125	153	12	9	76	1¼"	1"	20		
CA120/35	178	242	433	125	125	150	140	170	13	10	98	1¼"	1"	22.5		
CA 120/55	178	242	433	125	125	150	140	170	13	10	98	1¼"	1"	24		
CA 200/33	178	242	433	125	125	150	140	170	13	10	98	1½"	1"	24		
CA 200/35	178	242	433	125	125	150	140	170	13	10	98	1½"	1"	24		
CA 200/55	178	242	453	145	125	150	140	170	13	10	98	1½"	1"	26		

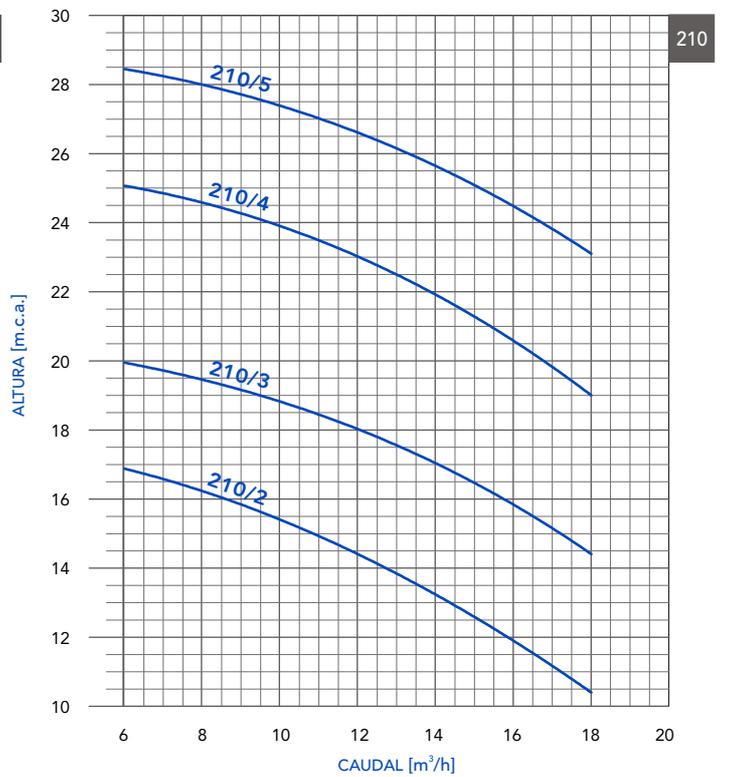
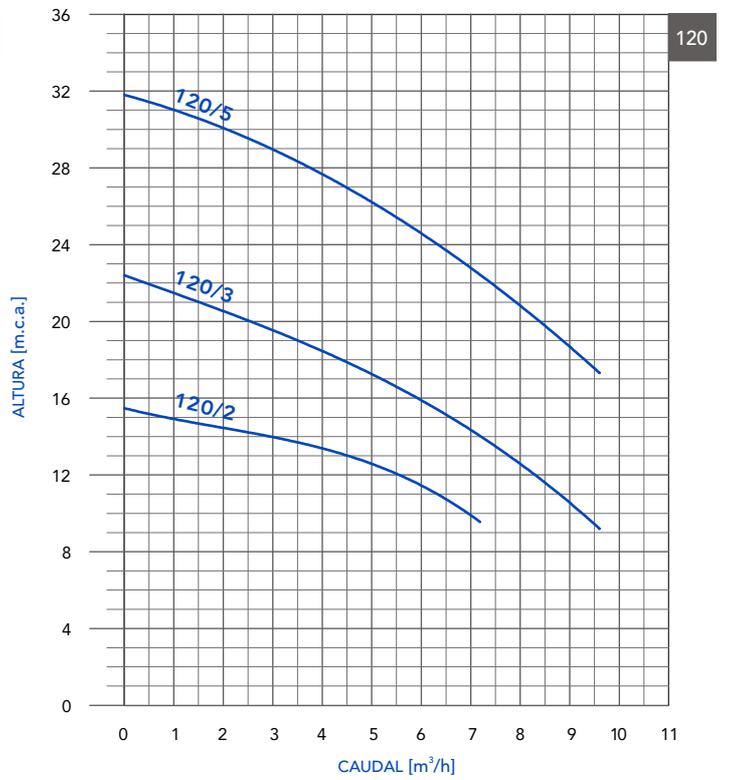
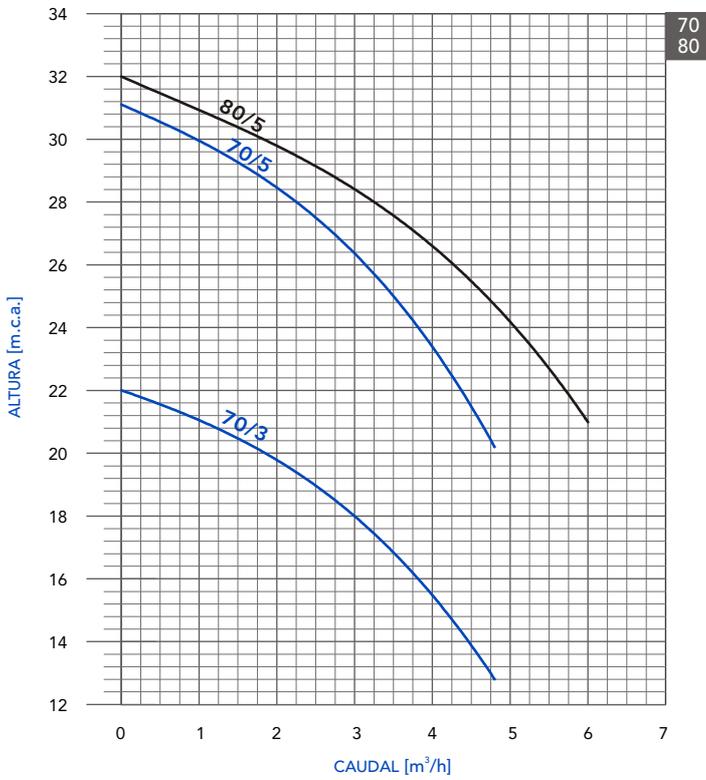
**Tabla de performance. Serie CEAM-CEA.**

Modelo de bomba	Potencia Motor		l/min m³/h	Q = Caudal																	Ø Salida
	Kw	HP		0	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300	350	400	430	480	
CEA(M) 70/3	0.37	0.5	22	20.1	19.1	16.6	12.8														1"
CEA(M) 70/5	0.55	0.75	31.1	28.8	27.7	24.7	20.2														1"
CEA(M) 80/5	0.75	1	32	30	29.3	27.4	24.7	21													1"
CEA 120/2	0.37	0.5	15.5	14.4	14.3	13.7	12.8	11.4	9.6												1"
CEA(M) 120/3	0.55	0.75	22.4			18.9	17.5	15.9	14	11.8	9.2										1"
CEA(M) 120/5	0.9	1.2	31.8			28.2	26.5	24.6	22.4	20	17.3										1"
CEA(M) 200/3	0.9	1.2	21.3			20.8	20.3	19.8	19.1	18.3	17.3	16.3	15								1"
CEA(M) 200/4	1.1	1.5	26.5			25.7	25.2	24.6	24	23.2	22.3	21.2	20.1								1"
CEA(M) 200/5	1.5	2	32.6			30.4	29.7	28.9	28	27.2	26.3	25.3	24.4								1"
CEA(M) 210/2	0.75	1	17.7						16.5	16.1	15.6	15	14.4	12.6	10.4						1¼"
CEA(M) 210/3	1.1	1.5	20.8						19.7	19.3	19	18.5	18	16.5	14.4						1¼"
CEA(M) 210/4	1.5	2	25.5						24.8	24.5	24	23.6	23	21.3	19						1¼"
CEA(M) 210/5	1.85	2.5	29						28.2	27.9	27.5	27.1	26.6	25.1	23.1						1¼"
CEA(M) 370/1	1.1	1.5	16.3									15.5	15.2	14.3	13	11.4	9.4	8.1			1¼"
CEA(M) 370/2	1.5	2	20.4										19.1	18.3	17.2	15.8	14.1	13	10.8		1¼"
CEA(M) 370/3	1.85	2.5	24.4										22.9	22.1	21.1	19.8	18.2	17.1	15	13	1¼"
CEA 370/5	3	4	30.4										28.3	27.5	26.5	25.3	23.8	22.8	21	18.9	1¼"

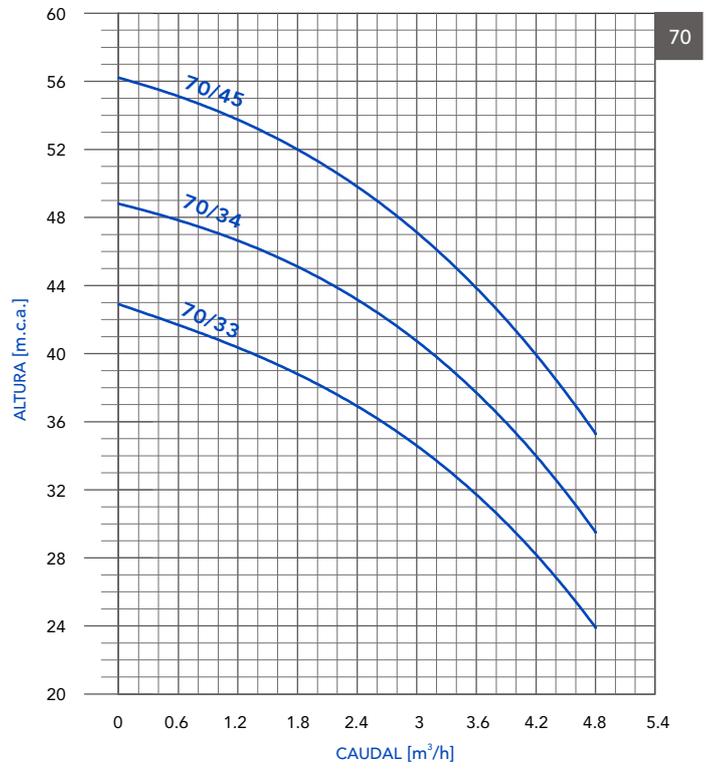
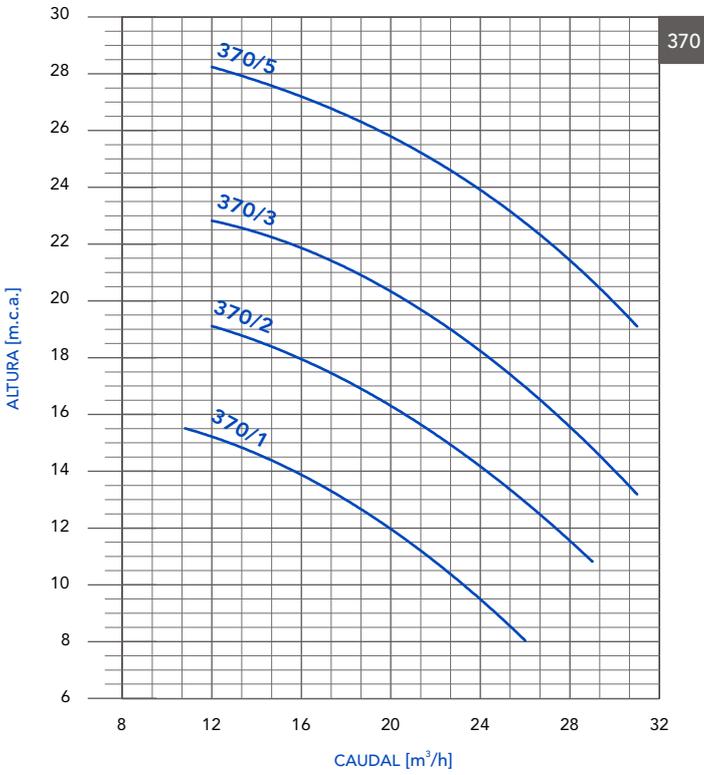
**Tabla de performance. Serie CAM-CA.**

Modelo de bomba	Potencia Motor		l/min m³/h	Q = Caudal																	Ø Salida
	Kw	HP		0	30	40	50	60	70	80	100	120	150	180	210	300	350	400	430	480	
CA(M) 70/33	0.75	1	42.9	38.8	36.9	34.6	31.7	28.2	23.9												1"
CA(M) 70/34	0.9	1.2	48.8	45.1	43.2	40.7	37.7	34	29.5												1"
CA(M) 70/45	1.1	1.5	56.2	52	49.8	47.1	43.9	39.9	35.3												1"
CA(M) 120/33	1.1	1.5	44.3			39.1	37.8	36.4	34.8	31.4	27.6	21									1"
CA(M) 120/35	1.5	2	54			49.4	48.1	46.6	44.9	41.2	36.8	29.3									1"
CA(M) 120/55	2.2	2.5	63.8			59.6	58.2	56.6	54.8	50.6	45.7	37.1									1"
CA(M) 200/33	1.85	2.5	43.2			41.8	41.2	40.6	39.9	38.3	36.4	33.2	29.5	25.5							1"
CA 200/35	2.2	3	53.5			52.4	51.9	51.4	50.7	49.2	47.5	44.3	40.6	36.5							1"
CA 200/55	3	4	62.6			61	60.6	60.1	59.5	58.2	56.6	53.8	50.4	46.2							1"

Curvas de performance. Serie CEAM-CEA.



**Curvas de performance. Serie CEAM-CEA 370 y CAM-CA 70-120-200.**



# VENTILADOR AXIAL DE CONDUCTO, PARED O TECHO

## PARED - CONDUCTO - TECHO

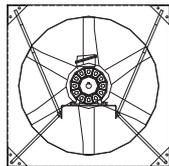
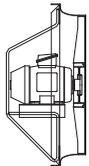


Foto: Ventilador Axial de Conducto con palas en polipropileno

### Características Constructivas

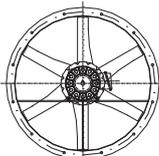
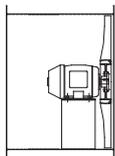
#### Se fabrica en tres versiones:

- AXP: Panel cuadrado, para amurar en pared.



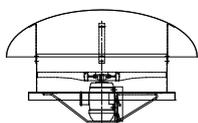
Axial de Panel  
(AXP)

- AXD: Envoltura cilíndrica, para intercalar en conductos de ventilación.



Axial de Conducto  
(AXD)

- AXM: Con capota aerodinámica para techos.



Axial de Techo  
(AXM)

#### Construcción:

- La carcasa se fabrica en acero al carbono soldado eléctricamente.
- El conjunto rotante se entrega calibrado estáticamente y balanceado dinámicamente.
- La terminación de la carcasa se realiza con pintura antióxido gris sobre chapa desengrasada y fosfatizada.
- El rotor está sustentado en voladizo.

### Aplicaciones

#### Ventilación Comercial e Industrial:

- Ventilación en galpones.
- Naves industriales.
- Talleres.
- Locales comerciales.

### Características Generales

- Tamaños disponibles: 357 - 1260.
- Diámetros de rotores: 357 a 1260 mm.
- Caudales: 0,19 a 27,8 m<sup>3</sup>/s.
- Presión estática: 31 a 622 Pa.
- Material: Carcasa en acero al carbono y rotor de polipropileno.
- Disposición mecánica:
  - En acople directo.
  - Con poleas y correas.
- Temperatura [C°]: Hasta 50° en Polipropileno y 70° en Noryl.

### Rotor

El diseño AXFOIL se fabrica con álabes de polipropileno reforzados con fibra de vidrio o noryl. La sección transversal del álabe AXFOIL se expande gradualmente desde la periferia hasta la raíz para obtener un perfil aerodinámico. El resultado es un flujo de aire uniforme a lo largo de todo el álabe, que permite obtener rendimientos de hasta un 70%. Esto representa más caudal de aire para la misma potencia instalada. Según las prestaciones requeridas es posible seleccionar los modelos con 3, 4, 6, 9 o 12 álabes con ángulos de ataque de 4 hasta 28 grados.

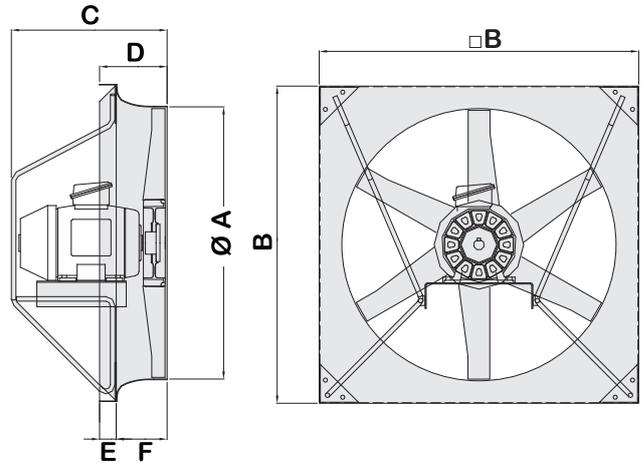
### Construcciones Especiales:

- Materiales según requerimientos técnicos específicos:
  - Acero inoxidable.
  - Otros materiales especiales.
- Construcciones a pedido:
  - Alta temperatura (con álabes de aluminio).
- Tratamientos superficiales con pinturas especiales.

## Dimensiones Generales

### Axial de Panel

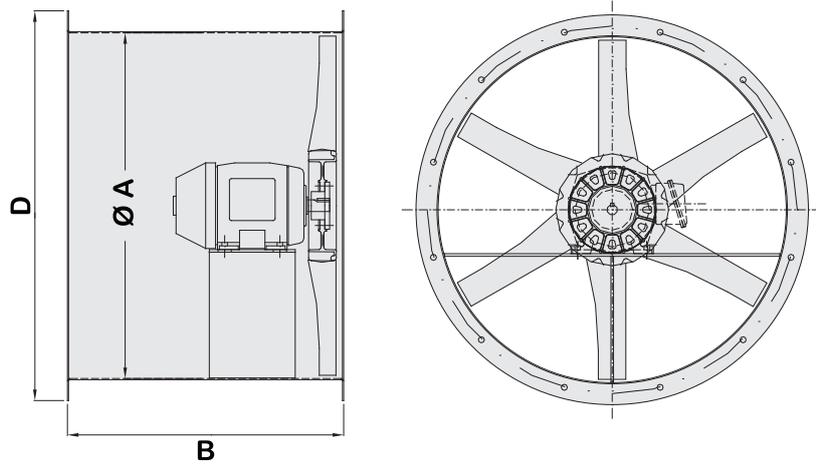
Tamaño	Superficie Orificio (m <sup>2</sup> )	A	B	C*	D	E	F	Peso sin motor (kg**)
357	0.100	357	425	283	91	25	66	4
400	0.126	400	463	338				
450	0.159	450	514	379				
500	0.196	500	584	337	127	35	92	8
560	0.247	560	647					
630	0.312	630	711					
714	0.400	714	832	406	176	45	131	12
800	0.503	800	915	502				
900	0.636	900	1016	524				
1000	0.785	1000	1156	672	243	57	186	62
1120	0.985	1120	1276	716				
1260	1.247	1260	1422	775				
						37		67



\* MEDIDA MÁXIMA (VARÍA SEGÚN LA CARCASA DEL MOTOR ELÉCTRICO).  
 \*\* SE DEBE SUMAR EL PESO DEL MOTOR (VARÍA SEGÚN LA CARCASA).

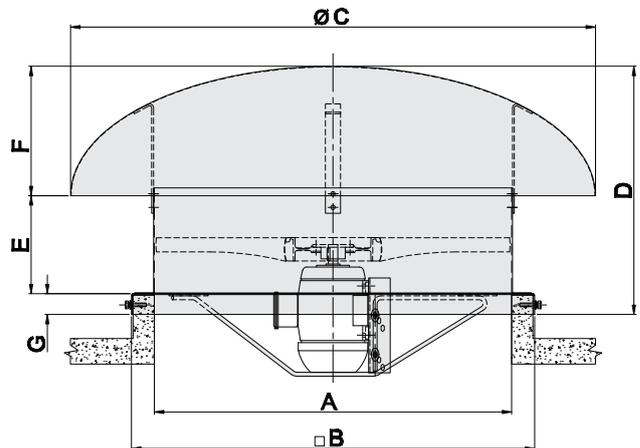
### Axial de Conducto

Tamaño	Superficie Orificio (m <sup>2</sup> )	A	B	D
357	0.1	357	400	406
400	0.126	400		458
450	0.159	450		508
500	0.196	500		558
560	0.247	560		622
630	0.312	630	550	698
714	0.4	714		782
800	0.503	800		874
900	0.636	900	740	980
1000	0.785	1000		1084
1120	0.985	1120	760	1204
1260	1.247	1260	810	1344



### Axial de Techo

Tamaño	Superficie Orificio (m <sup>2</sup> )	A	B	C	D	E	F	G
357	0.1	357	626	776	496	275	183	38
400	0.126	400	666					
450	0.159	450	714					
500	0.196	500	784	1028	601	295	260	46
560	0.247	560	848					
630	0.312	630	912					
714	0.4	714	1032	1200	608	310	330	53
800	0.503	800	1116					
900	0.636	900	1220					
1000	0.785	1000	Consultar dimensiones					
1120	0.985	1120						
1260	1.247	1260						





### Tablas de Prestaciones de ventiladores (densidad: 1.21 Kg/m<sup>3</sup> - 21°C y 0 m.s.n.m.)

#### 3000 RPM

Tamaño	HP Motor	CAUDAL (M <sup>3</sup> /min.) / MODELO DE HELICE												
		A BOCA LIBRE		PRESION ESTATICA (mm c.a.)										
				5	10	15	20	30	40	50	60			
357	0,25	71 3DJ	56 3DA	47 4CE	38 6BK	26 6BH								
	0,33	78 4DK	67 4DG	56 4DC	47 6CF	34 6CC	19 12BB	12 12BB						
	0,5	86 4EG	76 4EF	68 6DI	61 6DI	55 9CL	31 12BK	18 12BH						
	0,75	98 6EK	91 6EJ	82 6EI	74 9ED	68 12EA	43 12DH	33 12DA						
	1	106 9FA	100 9EL	93 9EK	87 9EK	83 12EI								
	1,5	110 12FA	105 12FA	100 12FA	96 12FA	91 12FA	59 12FA							
400	0,25	73 4CB	54 4BI	40 4BE	35 4BI	22 6BA								
	0,33	84 4CH	67 9BK	55 9BH	47 4CC	34 6BH								
	0,5	97 4DI	87 4DD	77 4DE	66 4DB	59 9CB	33 9BI	21 12BA						
	0,75	111 9DK	109 4EG	91 6DI	83 6DI	75 9DA	54 12CE	35 12BK	23 12BG					
	1	129 4FA	116 4EL	108 6EG	99 6EG	89 9EB	67 12DG	47 12CI	34 12CE					
	1,5	144 9FA	138 9FA	133 9FA	124 9EL	114 12EI	94 12EI	57 12EE	48 12EA	36 12DH				
450	0,25	81 3BI	66 3BH	47 3BF	30 3BE	23 3BI								
	0,33	92 3CA	79 3CA	65 4BH	44 4BE	36 6BA								
	0,5	118 3CL	99 3CI	83 4CC	72 6BJ	60 6BI	33 9BB							
	0,75	133 3DK	117 3DH	107 6CI	97 6CG	84 6CF	61 9BK	40 12BE						
	1	147 4EA	133 4DK	124 6DE	112 6DC	104 9CI	83 12CD	58 12BL	39 12BI					
	1,5	170 4FA	159 6EE	148 6ED	137 6EC	129 9DJ	109 12CA	83 12DA	59 12CH	44 12CE				
2	187 6FA	179 6FA	171 6FA	157 6EK	153 12EA	132 12EA	98 12DL	72 12DF	56 12DA					

#### 1500 RPM

Tamaño	HP Motor	CAUDAL (M <sup>3</sup> /min.) / MODELO DE HELICE												
		A BOCA LIBRE		PRESION ESTATICA (mm c.a.)										
				5	10	15	20	30	40	50	60			
400	0,25	74 12FA	65 12FA	30 12EE	21 12EE									
450	0,25	95 12EG	75 12EA	51 12DJ	29 12DA									
	0,33	106 12FA	90 12EJ	61 12EI	34 12DI									
	0,5	106 12FA	96 12FA	78 12FA										
500	0,25	107 3EE	80 4DE	51 6CE	26 6CA									
	0,33	114 3EJ	90 4EC	65 6DE	38 9CE									
	0,5	130 4FA	112 6EH	86 9EB	61 12DH	46 12DA								
	0,75	148 9FA	135 9FA	115 12EI	73 12EI	52 12DI								
	1	153 12FA	140 12FA	127 12FA	77 12FA									
560	0,25	126 3DA	85 4CE	56 9BE	29 9BA									
	0,33	141 3EA	105 4DA	79 9CA	42 9BG									
	0,5	156 3EJ	124 4EE	102 9CL	69 12CB	48 12BK								
	0,75	179 4FA	158 6EI	130 9ED	99 12DK	70 12CL								
	1	198 9FA	180 9EL	156 9EK	122 12EG	80 12EE								
1,5	203 12FA	191 12FA	178 12FA											
630	0,25	138 3CD	94 4BI	59 6BC										
	0,33	155 3CI	113 4CB	81 6BH	46 9BB									
	0,5	181 3DI	146 6CH	115 6CE	83 9BJ	51 12BD								
	0,75	209 4EC	179 6DG	147 9CK	121 9CH	89 12CB								
	1	232 6EE	200 6EB	177 9DI	150 12DB	112 12CK								
	1,5	268 9EK	246 9EJ	221 12EE	194 12EC	150 12EA								
2	290 12FA	276 12FA	262 12FA	238 12EL	202 12EK									
714	0,75	256 3CG	205 3CC	158 3CA	122 4BH	64 4BE								
	1	284 3DB	239 3CK	198 3CJ	160 4CC	128 6BG								
	1,5	332 4DI	298 4DG	260 4DE	227 4DE	189 6CF	108 12BE	66 12BB						
	2	366 4EE	336 4ED	303 4EC	273 6DE	235 6DC	160 12CB	87 12BI						
	3	423 6EJ	398 6EI	371 6EH	341 6EG	307 6EF	247 12DD							
	4	461 9FA	442 9FA	417 9EL	392 9EK	361 9EI	306 12EC							
5,5	473 12FA	453 12FA	433 12FA	415 12FA	399 12FA	353 12FA	171 12FA							
800	0,75	297 3BL	238 3BI	179 3BG	108 3BF									
	1	339 3CG	285 3CD	221 3CA	162 3BL	107 4BG								
	1,5	394 3DE	345 3DC	292 3DA	230 3CK	190 4CD	106 9BB							
	2	431 3DL	387 3DK	329 3DH	269 3DF	248 4CL	166 9BI	106 12BC						
	3	494 4EF	460 4EE	417 4EC	372 4EB	347 6DD	279 9CI	172 12CB						
	4	537 4FA	518 6EE	480 6EC	447 6EB	410 6EA	337 9DE	252 12CK	112 12CA					
	5,5	609 9EL	583 9EK	556 9EJ	520 9EH	488 9EG	433 12EA	338 12DJ	112 12CA					
7,5	642 12FA	625 12FA	607 12FA	589 12FA	570 12FA	513 12EK	423 12EI	112 12CA						
900	1	372 3CA	283 3BI	221 3BH	147 3BG									
	1,5	439 3CI	383 3CH	302 3CE	237 3CD	204 6BE								
	2	497 3DD	433 3DB	365 3CL	286 3CJ	259 6BJ	165 9BD							
	3	574 3EA	510 3DK	486 4DG	420 4DE	369 6CI	277 9CA	181 12BH	108 12BD					
	4	620 3EH	606 4ED	558 4EC	488 4DL	439 6DD	360 9CI	251 12CC	152 12BJ					
	5,5	647 3FA	685 6EF	638 6ED	594 6EC	535 6EA	459 9DG	361 12CL	228 12CI	152 12CE				
	7,5	783 6FA	753 6FA	723 6FA	670 6EK	632 9EE	543 9EC	468 12DI	228 12CI	177 12CI				
10	851 12FA	831 12FA	812 12FA	768 9FA	739 9FA	657 9EL	570 12EF	374 12EE	177 12CI					

**Tablas de Prestaciones de ventiladores (densidad: 1.21 Kg/m<sup>3</sup> - 21°C y 0 m.s.n.m.)**

1000 RPM		CAUDAL (M <sup>3</sup> /min.) / MODELO DE HELICE												
Tamaño	HP Motor	A BOCA LIBRE		PRESION ESTATICA (mm c.a.)										
				5	10	15	20	25	30	40				
500	0,125	82	6EE	43	6EA									
	0,25	102	12FA	78	12FA									
560	0,25	128	6FA	90	12EE	45	12DE							
	0,33	135	12FA	104	12EJ	49	12EE							
630	0,25	146	4EG	97	6DI	57	12CE							
	0,33	163	6EI	111	6EE	68	12DA							
	0,5	192	12FA	151	9EL	95	12EF	48	12DG					
	0,75	-	-	170	12FA	108	12FA							
714	0,25	181	4CI	110	4CA									
	0,33	199	4DC	138	6CA	77	6BI							
	0,5	232	4EA	183	6DB	128	9CD	68	12BH					
	0,75	265	4FA	226	6EC	176	9DE	100	12CI					
	1	290	6FA	257	6FA	214	9EG	159	12DI					
	1,5	314	12FA	284	12FA	258	12FA	213	12FA					
800	0,25	209	3CC	119	3BI									
	0,33	232	3CI	150	3CD	80	6BB							
	0,5	272	3DH	201	4CJ	133	6BK	69	9BE					
	0,75	306	3EG	251	4DJ	194	6CK	111	9CB	71	12BH			
	1	340	4EI	291	6DJ	237	6DH	168	9CK	85	12CA			
	1,5	392	6FA	350	6FA	303	9EE	237	9EA					
2	426	12FA	380	9FA	350	12EI	303	12EG						
900	0,25	222	3BI	116	3BE									
	0,33	260	3CC	148	3BJ									
	0,5	312	3DA	202	3CG	115	6BE	70	9BA					
	0,75	372	4DG	274	4DA	197	6CD	118	9BH					
	1	416	4EB	333	4DJ	252	9CG	179	9CD	108	12BI			
	1,5	473	6EF	403	6EB	327	9DF	255	9DC	164	12CH			
2	519	6FA	455	6EJ	392	9EC	314	9DL	238	12DE				
3	564	12FA	535	12FA	480	12EJ	424	12EH	339	12EG				
4	-	-	-	-	503	12FA	461	12FA	378	12FA				
1000	1	435	3CC	328	3BK	225	3BI	131	4BC					
	1,5	517	3DB	386	3CI	329	3CI	236	4CB					
	2	573	3DJ	501	4DC	412	4CL	335	6CB	247	9BG	172	12BA	
	3	659	4ED	597	4EC	529	6DE	450	6DC	380	9CG	294	12CA	
	4	728	4FA	654	4EL	609	6EB	537	6DL	481	9DE	407	12CK	260
	5,5	819	9EK	759	9EI	710	9EH	650	9EF	595	9EE	530	12DK	363
7,5	861	12FA	818	12FA	777	12FA	742	12FA	708	12FA	639	12EK	542	
1120	1	502	3BI	363	3BE	253	3BD							
	1,5	606	3CF	483	3CB	362	3BL	236	4BF					
	2	675	3DA	567	3CJ	451	3CH	361	6BF	260	6BE			
	3	774	3DK	692	4DD	562	3DG	503	6CD	408	6CB	316	12BE	236
	4	850	4EB	777	4DL	683	4DJ	606	6CL	528	6CK	436	12CA	346
	5,5	961	6EC	888	6EA	810	6DK	725	6DI	656	6DI	588	12CK	495
7,5	1074	6FA	1006	6EL	932	9EE	857	9EC	787	9EB	737	12DI	644	
10	1168	12FA	1100	12EK	1033	12EI	995	12EI	926	12EG	869	12EF	794	
12,5	-	-	1131	12FA	1094	12FA	1055	12FA	1014	12FA	969	12FA	911	
1260	1,5	655	3BL	493	3BI	344	3BG							
	2	748	3CF	612	3CD	449	3CA	331	4BG	222	6BA			
	3	898	3DD	766	3DB	627	4CF	499	4CD	386	6BI	283	9BC	197
	4	1013	4DG	901	4DE	767	4DC	617	4CL	525	6CD	441	9BJ	305
	5,5	1149	4EC	1038	4EA	918	4DK	776	4DI	689	6DA	600	9CF	457
	7,5	1250	6ED	1155	6EB	1075	6EA	960	6DK	864	9DE	763	9DC	650
	10	1396	6EL	1299	6EJ	1218	6EI	1105	6EG	1017	9EA	936	12DG	831
	12,5	1496	9EL	1418	9EK	1339	9EJ	1234	9EH	1149	9EG	1060	12EA	977
	15	1536	12FA	1495	12FA	1433	12EL	1348	12EJ	1279	12EI	1184	12EG	1099
	20	-	-	-	-	1455	12FA	1412	12FA	1363	12FA	1306	12FA	1239

## Tablas de Prestaciones de ventiladores (densidad: 1.21 Kg/m<sup>3</sup> - 21°C y 0 m.s.n.m.)

750 RPM		CAUDAL (M <sup>3</sup> /min.) / MODELO DE HELICE							
Tamaño	HP Motor	A BOCA LIBRE		PRESION ESTATICA (mm c.a.)					
				5	10	15	20		
714	0,25	182	3FA	103	4EA				
	0,33	199	4FA	116	4EI	43	12BI		
	0,5	235	12FA	181	9EJ	95	12EA		
	0,75	235	12FA	198	12FA	114	12FA		
800	0,25	217	3EA	132	6CE				
	0,33	232	3EH	160	6DA				
	0,5	267	4FA	202	6EA	112	12CK		
	0,75	307	9FA	252	9EJ	152	12EB		
	1	320	12FA	283	12FA	222	12FA		
900	0,25	252	3DE	130	6CC				
	0,33	273	3DJ	162	6CE				
	0,5	325	4EE	222	6DE	124	12CC		
	0,75	370	6EI	274	6EC	186	12DB		
	1	420	9FA	330	12ED	240	12DK		
1000	1,5	423	12FA	383	12FA	316	12FA		
	0,33	287	3BI	146	3BD				
	0,5	350	3CG	217	3CB				
	0,75	414	3DG	289	3DB	186	9BE	89	9BA
	1	454	3EC	341	3DL	253	9CA	148	12BF
	1,5	523	4EI	358	4DF	346	9DA	237	12CF
1120	2	584	6EK	504	6EH	420	9DK	328	12DD
	3	646	12FA	590	12FA	528	12EK	447	12EI
	0,5	405	3BL	238	3BG				
	0,75	477	3CI	330	3CE	200	6BC		
	1	537	3DE	393	3DA	274	6BI	148	9BC
	1,5	607	3EC	464	3DK	390	6CH	251	9BL
	2	674	4EF	564	4EC	477	6DE	370	9CI
1260	3	790	6EK	693	6EH	596	12DI	506	12DF
	4	841	9FA	787	9FA	696	12EF	606	12EC
	5,5	876	12FA	826	12FA	774	12FA	714	12FA
	0,5	429	3BG	227	3BC				
	0,75	531	3CC	321	3BJ				
1260	1	609	3CJ	408	3CE	265	6BE		
	1,5	725	4DD	553	4DK	388	6CA	247	9BF
	2	818	4DK	659	4DG	497	6CI	367	9CA
	3	922	4EH	779	4EE	635	6DG	536	9DA
	4	1027	6EJ	907	6EG	772	6ED	643	9DI
	5,5	1150	9FA	1041	9EK	909	9EH	802	12EB
	7,5	1160	12FA	1106	12FA	1048	12FA	975	12FA

Las prestaciones indicadas en el catálogo corresponden a ventiladores de panel acoplados directamente, sin conductos de entrada ó salida. La potencia consumida real puede exceder a la indicada hasta un máximo de 5% debido al gran caudal de aire de enfriamiento que el ventilador hace circular por el motor.

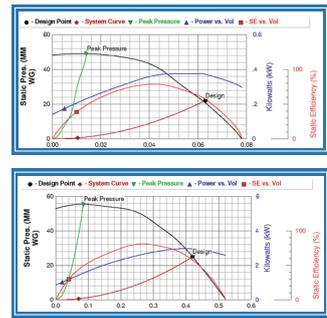
### Ventiladores con certificación internacional



### Prestaciones Certificadas

**Chicago Blower Corporation**  
 Las prestaciones de todas nuestras líneas de ventiladores han sido certificadas mediante ensayos y procedimientos realizados en los laboratorios de Chicago Blower Corporation, USA, en un todo de acuerdo a los requerimientos de la publicación 210 de AMCA cumpliendo así con lo solicitado por el "Certified Ratings Program" de AMCA.

### Curvas de prestación



## ARTICULO: 5065A Válvula Neumática 2 vías Modulante 2 Ways Modulating Pneumatic Valve



### Características

La válvula de control juega un papel muy importante en el bucle de regulación, en el control automático de los procesos industriales. Realiza la función de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida, comportándose como un orificio de área continuamente variable.

Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador.

El obturador es quien realiza la función de control del paso del fluido y actúa en la dirección de su propio eje.

#### Obturador isoporcentual.

En el obturador con característica isoporcentual cada incremento de carrera del obturador produce un cambio en el caudal que es proporcional al caudal que fluía antes de la variación.

### Features

*The control valve plays an important role in the loop adjustments, in the automatic control of industrial processes. Performs the function of varying the flow of control fluid, which modifies the value of the measured variable, behaving like a continuously variable area orifice. Within the control loop is as important as the primary element, the transmitter and controller.*

*The shutter control performs the function of fluid flow, acting in the direction of its axis.*

#### **Shutter equal percentage:**

*In a shutter with equal percentage characteristic, every increment of stroke in the shutter produce a change in the flow that is proportional to the one that flowed before the change.*

Se utilizan válvulas con obturadores isoporcentuales para:

- Procesos rápidos.
- Cuando la dinámica del sistema no se conoce muy bien.
- Cuando se requiere alto rango de control (rangeability)\*

\*La "Rangeability" o campo de control de caudal que la válvula es capaz de regular manteniendo la curva característica inherente.

### **Válvula de Globo:**

Válvula cuya construcción se distingue por el control del flujo mediante un movimiento lineal.

Válvula de Simple Asiento y 2 vías.

Las válvulas de simple asiento precisan de un actuador de mayor tamaño para que el obturador cierre en contra de la presión diferencial del proceso.

El cierre estanco se logra con obturador de acero inoxidable y asiento de PPL.

Válvulas de Control Normalmente Cerradas (Simple Efecto, retorno con muelles)  
Accionamiento: neumático (aire/abre)

### **Características:**

Material del cuerpo: ASTM A216 WCB  
Conexión: ASME B 16.5. ANSI clase 150.

Límite de presión: Agua 19 bar a 120°C  
Vapor 13 bar a 200°C

Temperatura de Trabajo -20°C / + 230°C

### **Características del actuador:**

Tipo a diafragma, simple efecto, normal cerrado  
Máxima presión de alimentación: 6 bar

Estanqueidad: DIN EN 1349 Clase VI (fuga 0)

*Gaskets are used isopercentual valves for:*

- *Fast processes.*
- *When the system dynamics are not well understood.*
- *When you need high range flow control (rangeability) \**

*\* The "Rangeability" or field of flow control that valve is capable to regulate maintaining the inherent characteristic curve.*

### **Globe Valve:**

*Valve whose construction is distinguished by controlling the flow through a linear movement.*

*Valve with single seat and 2 ways.*

*Single seat valves require a larger actuator for closing the shutter against the differential pressure of the process.*

*The tight closure is achieved with stainless steel shutter and PPL seat.*

*Normally Closed Control Valves (Spring Return)*

*Drive: pneumatic (air to open)*

### **Features:**

*Body material: ASTM A216 WCB  
Connection: ASME B 16.5. ANSI CLASS 150.*

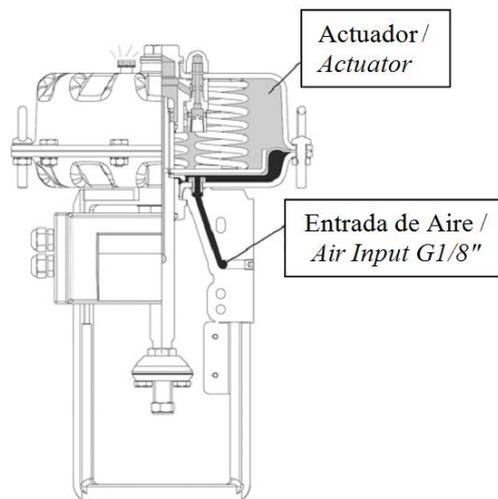
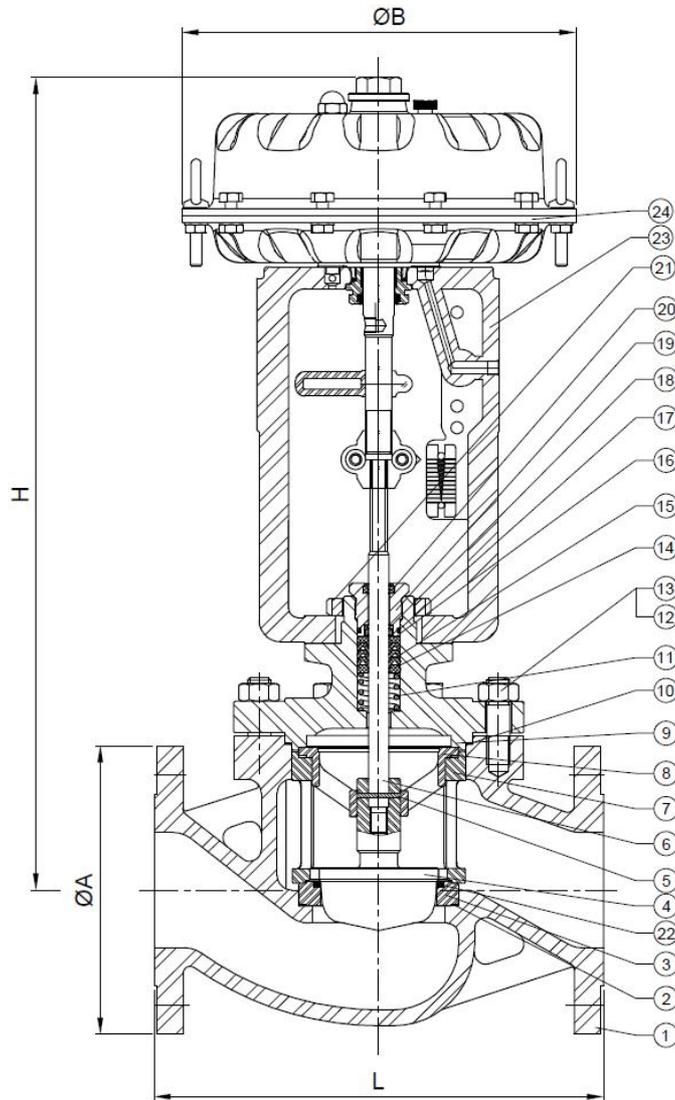
*Limit of pressure: Water 19 bar at 120°C  
Steam 13 bar at 200°C*

*Working Temperature: -20°C / + 230°C*

### **Features of Actuator:**

*Diaphragm type, spring return, normal close.  
Maximum input pressure: 6 bar.*

*Sealing: DIN EN 1349 Class VI (zero leakage)*



## LISTA DE PARTES / PARTS LIST

Nº	Denominación / Name	Material	Acabado superficial / Surface treatment	Kit Ref.
1	Cuerpo / Body	ASTM A216 WCB	Pintura Epoxi / Epoxy Painting	-----
2*	Junta Asiento / Seat Gasket	Grafito + Inox. / Graphite + S. Steel	-----	K5065A
3*	Porta asiento / Seat support	Inox.304 / S.S. 304	-----	K5065A
4*	Obturador / Plug	Inox.304 / S.S. 304	-----	K5065A
5	Pasador / Pin	Inox.304 / S.S. 304	-----	-----
6	Eje / Stem	Inox.304 / S.S. 304	-----	-----
7	Jaula / Cage	Inox.304 / S.S. 304	-----	-----
8	Manguito de guía / Guide Sleeve	Inox.304 / S.S. 304	-----	-----
9	Bonete / Bonnet	ASTM A216 WCB	Pintura Epoxi / Epoxy Painting	-----
10*	Junta Cuerpo / Body Gasket	Grafito + Inox. / Graphite + S. Steel	-----	A5065A E5065A K5065A
11	Muelle / Spring	AISI 304	-----	-----
12	Esparrago / Stud Bolt	Inox.304 / S.S. 304	-----	-----
13	Tuerca / Nut	Inox.304 / S.S. 304	-----	-----
14*	Empaquetadura / Packing	Grafito / Graphite	-----	E5065A
15*	Empaquetadura / Packing	Grafito / Graphite	-----	E5065A
16*	Empaquetadura / Packing	Grafito / Graphite	-----	E5065A
17*	Junta Tórica / O'ring	FKM	-----	E5065A
18*	Protector / Sealing ring	FKM	-----	E5065A
19	Tuerca prensaestopa / Packing Nut	2Cr13	-----	-----
20*	Protector / Sealing ring	FKM	-----	E5065A
21	Tuerca / Nut	Acero Carbono / Carbon Steel	-----	-----
22*	Asiento / Seat	PPL	-----	A5065A
23	Horquilla / Yoke	Acero Carbono / Carbon Steel	Pintura Epoxi / Epoxy Painting	-----
24	Actuador / Actuator	Acero Carbono / Carbon Steel	Pintura Epoxi / Epoxy Painting	-----

**\* Piezas de recambios disponibles / Available spare parts.**

Genebre, S.A. también dispone de recambio de Diafragma y Muelles para el actuador. Por favor, consulte disponibilidad.

*Genebre, S.A. also can provide Diaphragm and Springs as spare parts for the actuator. Please, check availability.*

## DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref.	Medida / Size	PN	ØA	ØB	H	L	Peso / Weight (Kg)
5065A 05	¾"	19	98,6	228	535	184	20,000
5065A 06	1"	19	108	228	535	184	20,500
5065A 07	1 ¼"	19	117	228	480	180	21,500
5065A 08	1 ½"	19	127	272	552	222	29,500
5065A 09	2"	19	152,5	272	552	254	33,500
5065A 10	2 ½"	19	177,8	272	592	276	46,500
5065A 11	3"	19	190,5	272	592	298	51,000
5065A 12	4"	19	228,6	272	592	352	66,000

Ref.	Medida / Size	Características Técnicas / Technical Features				
		Carrera / Stroke (mm)	Kv (m³/h)	ΔP Max. (Bar)	Area del Diafragma Actuator / Diaphragm area (cm²)	Cantidad Muelles / Spring Qty
Mínima presión de aire / Min. Air supply 3.5 – 4 ( bar )						
5065A 05	¾"	20	6,3	19	210	6
5065A 06	1"	20	10,0	19	210	6
5065A 07	1 ¼"	20	16,0	19	210	6
5065A 08	1 ½"	20	25,0	19	320	6
5065A 09	2"	20	40,0	12	320	6
5065A 10	2 ½"	30	63,0	9	320	6
5065A 11	3"	30	100,0	6	320	6
5065A 12	4"	30	160,0	3.5	320	6

### CONSUMO DE AIRE (Litros)

### AIR CONSUMPTION (Liters)

Actuador / Actuator	Presión de Aire / Air Pressure		
	4 Bar	5 Bar	6 Bar
210 cm²	5	5,84	6,81
320 cm²	10	11,68	13,62

## Curva de apertura / Opening Curve

Relación de porcentaje de caudal en Función del porcentaje de apertura del obturador /  
The relative flow value in a variety of inherent flow characteristic under relative stroke

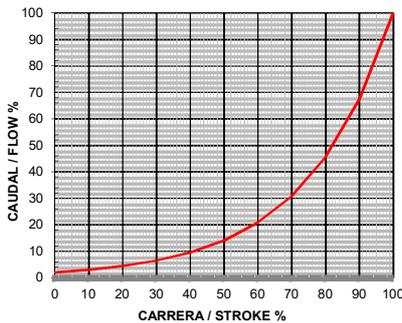
Carrera / Stroke (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Caudal / Flow (%)	2	3	4.37	6.5	9.6	14.1	20.9	30.9	45.7	67.6	100

## Ejemplo / Example:

Medida Nominal / *Nominal Size*: 2"

Kv 2" : 40 m<sup>3</sup>/h

Válvula abierta al 50% : Caudal 14.1 % de 40 = 5,64 m<sup>3</sup>/h  
*Opening Valve at 50% : Flow 14.1 % of 40 = 5,64 m<sup>3</sup>/h*



## Accesorios Opcionales / Optional Accessories:

Posicionador Neumático 3-15 psi /  
*Pneumatic Positioner 3-15 psi*  
(Ref. Genebre: 5952 02)

Posicionador Electroneumático 4-20 mA /  
*Electropneumatic Positioner 4-20 mA*  
(Ref. Genebre: 5952 00)

Posicionador Electroneumático 4-20 mA con  
retransmisor de posición /  
*Electropneumatic Positioner 4-20 mA with  
position transmitter*  
(Ref. Genebre: 5952 04)

Posicionador Digital 4-20 mA /  
*Smart Positioner 4-20 mA*  
(Ref. Genebre: 5954 00)



## **Art. 5952 04 Posicionador Electro-Neumático con Retransmisor para Actuadores Neumáticos Lineales** **Art. 5952 04 Electro-Pneumatic Positioner with position transmitter for Linear Pneumatic Actuators**

### **Características**

1. El posicionador Electro - Neumático es utilizado para el control de válvulas con actuador neumático lineal por medio de una señal de control de 4 – 20 mA.
2. Se puede utilizar en actuadores neumáticos de doble efecto ó simple efecto.
3. Fácil ajuste del cero y el recorrido.
4. Rápida y exacta respuesta.
5. Bajo consumo de aire.
6. Fácil conexionado de las tuberías de aire.
7. Soporte y perno para montaje incluido.

Disponible recambio de válvula piloto P5951.

### **Features**

1. *The Electro - Pneumatic positioner is used for the control of valves with pneumatic linear actuator by means of a control signal of 4 - 20 mA.*
2. *Can be used in double action or spring return pneumatic actuator.*
3. *Easy to adjust zero and span.*
4. *Fast and accurate response.*
5. *Low air consumption.*
6. *Easy to install air tubing connection.*
7. *Include Bracket and shaft for mounting.*

*Available spare Pilot valve P5951*

### **Características**

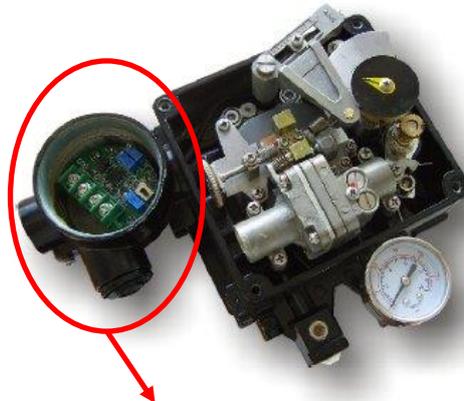
El retransmisor electrónico de posición (especialmente para válvulas de control) detecta mecánicamente el cambio de posición del eje de la válvula / actuador y transforma a señal de corriente eléctrica de salida de 4 –20 mA CC para ordenadores o Sistemas de Control de Procesos Industriales.

### **Features**

*Electronic Position Transmitter (specially for valve positioner) senses mechanical position change of stem being on the valve or similar device and converses to current signal of 4 – 20 mA DC output for computers or Industry Processing Control System.*

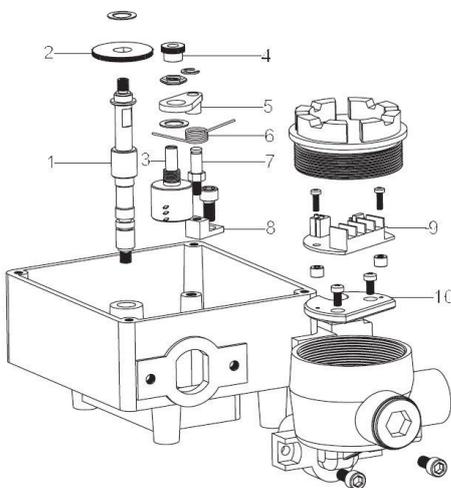


Descripción / Description	Valores / Values
Señal de entrada / Input signal	4 – 20 mA
Impedancia / Impedance	250 ±15Ω
Presión de entrada / Supply pressure	1.4 ~ 7 bar (20 ~ 100psi)
Movimiento / Stroke	0 - 90°
Conexión del aire / Air connection	G 1/4"
Conexión de manómetros / Gauge connection	G 1/8"
Protección / Protection	IP66
Temperatura ambiente / Ambient temperature	-20°C ~ 70°C
Linealidad / Linearity	± 1,5 % F.S. (final de escala)
Histéresis / Hysteresis	± 1,5 % F.S. (final de escala)
Sensibilidad / Sensitivity	± 0.4 % F.S. (final de escala)
Consumición del aire / Air consumption	3 LPM (Sup = 1.4 bar, 20psi)
Capacidad de flujo / Flow capacity	80 LPM (Sup =1.4 bar, 20psi)
Material / Material	Aleación de aluminio / Aluminum Alloy
Peso / Weight	2,8 Kg.



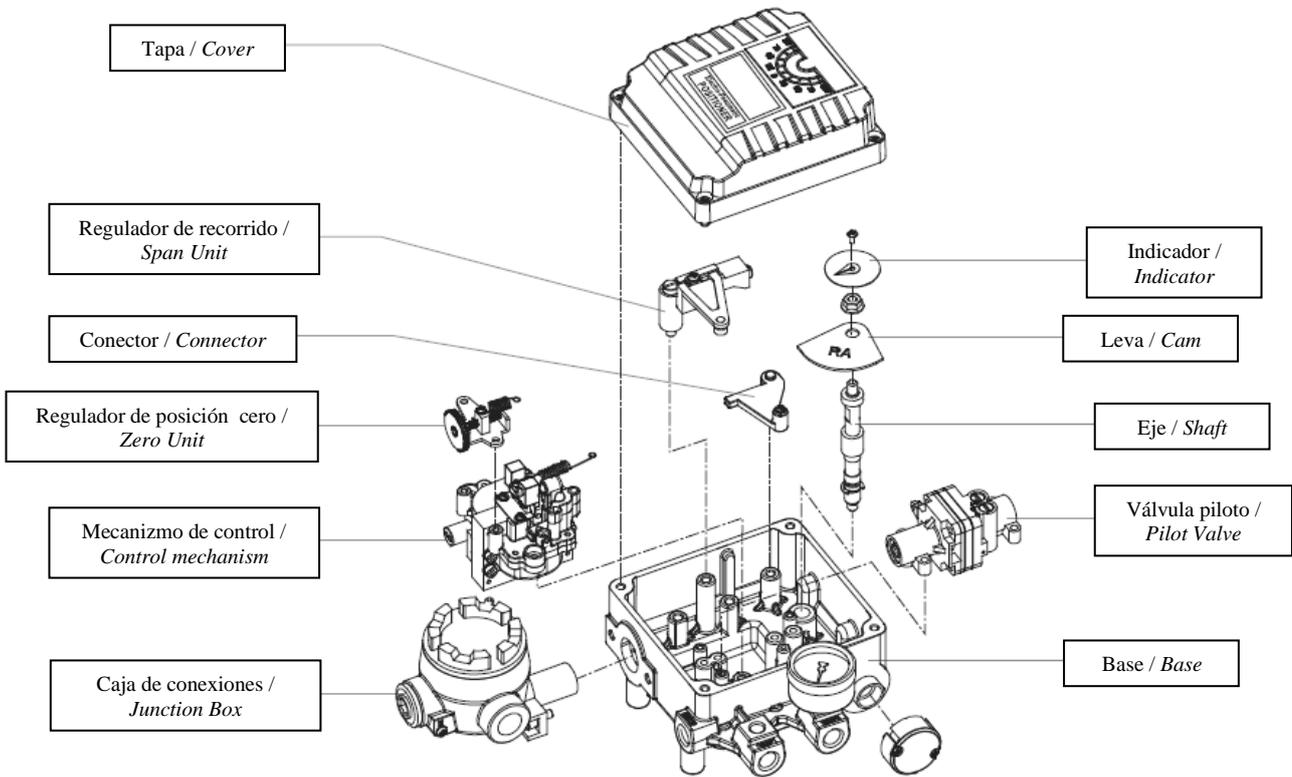
**Retransmisor /  
Position  
Transmitter**

Características Técnicas Retransmisor / <i>Technical Date Position Transmitter</i>	
Tipo de Conexión / <i>Connection Type</i>	2 hilos / 2 Wire
Señal de Entrada / <i>Input Signal</i>	4 – 20 mA DC
Señal de Salida / <i>Output Signal</i>	4 – 20 mA DC
Impedancia / <i>Load Resistance</i>	0 – 600 Ω
Tensión de Alimentación / <i>Supply Voltage</i>	15 – 30V DC
Rango de ruido / <i>Noise Range</i>	50mVp.p
Rango Temperatura / <i>Ambient Temp</i>	-20°C / 60°C
Linealidad / <i>Linearity</i>	± 1% F.S
Histéresis / <i>Hysteresis</i>	0.002 F.S
Sensibilidad / <i>Sensitivity</i>	± 0.2% F.S
Rango de Ajuste / <i>Adjustable Range</i>	Zero: ± 10 % Span: 60 – 110 %

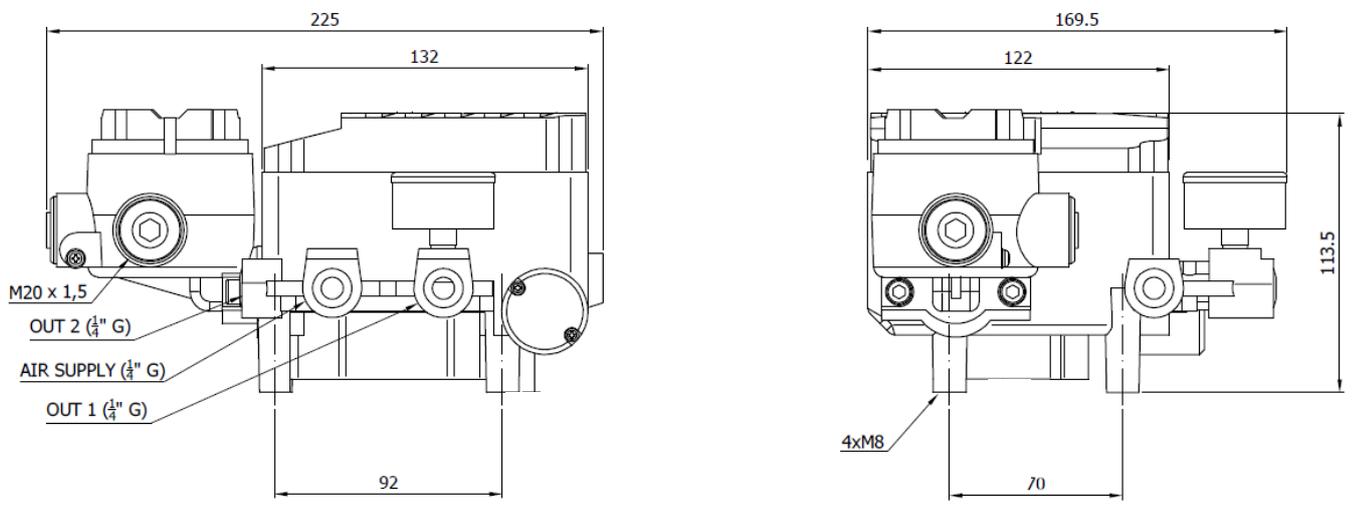


Nº	Nombre / <i>Name of part</i>
1	Eje / <i>Shaft</i>
2	Engranaje mayor / <i>Big Gear</i>
3	Potenciómetro / <i>Potentiometer</i>
4	Engranaje menor / <i>Small Gear</i>
5	Soporte / <i>Connector</i>
6	Muelle / <i>Spring</i>
7	Eje Hexagonal / <i>Hexagonal shaft</i>
8	Soporte / <i>Connector</i>
9	Transmisor electrónico / <i>Position transmitter PCB</i>
10	Disco de Aluminio / <i>Aluminum plate</i>

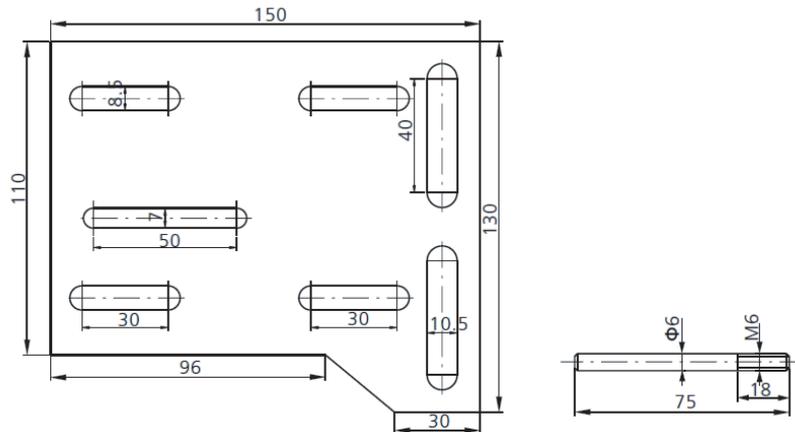
## ESTRUCTURA BÁSICA – BASIC STRUCTURE



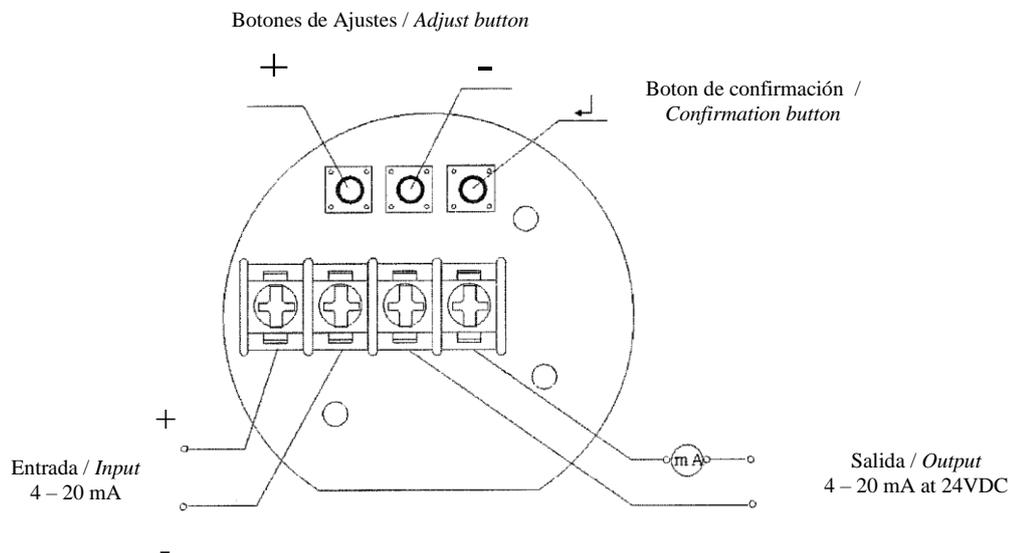
## DIMENSIONES – DIMENSIONS



## SOPORTE y PERNO PARA MONTAJE – BRACKET AND SHAFT FOR MOUNTING



## Instrucciones de conexión / Wiring Instruction





# Controlador N1100

## CONTROLADOR UNIVERSAL - MANUAL DE OPERACIÓN – V4.0x E

### ALERTAS DE SEGURIDAD

Los símbolos abajo son utilizados en equipamientos y en este documento para llamar la atención del usuario a informaciones importantes sobre seguridad y operación.

<p><b>CUIDADO:</b> Lea completamente el manual antes de instalar y operar el equipo.</p>	<p><b>CUIDADO O PELIGRO:</b> Riesgo de electrocución</p>

Todas las recomendaciones de seguridad que aparecen en este manual deben ser observadas para asegurar la seguridad personal y prevenir daños al instrumento o al sistema. Si el instrumento es utilizado de una forma distinta a la especificada en este manual, las protecciones de seguridad del equipamiento no serán eficaces.

### INTRODUCCIÓN

Controlador de proceso extremadamente versátil. Acepta en un único modelo la mayoría de los sensores y señales utilizados en la industria además de proporcionar los principales tipos de salida necesarios para el comando de diversos procesos.

La configuración puede ser efectuada directamente en el controlador o a través de la interface USB. El software **NConfig** (gratuito) es la herramienta usada para la gestión de la configuración. Cuando se conecta a la USB de un ordenador con sistema operacional *Windows*, el controlador es detectado como un puerto de comunicación serie (COM) que opera con el protocolo Modbus RTU.

A través de la interface USB, aunque desconectada la alimentación, se puede guardar la configuración establecida en un archivo, e esta puede ser copiada a otros equipos que requieran de los mismos parámetros de configuración.

Es importante que el usuario lea atentamente este manual antes de utilizar el controlador. Verificar si la versión de este manual coincide con la de su instrumento (el número de la versión del *software* se muestra cuando el controlador es energizado).

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Entrada multisensor universal sin el cambio del *hardware*;
- Protección para sensor abierto en cualquier condición;
- Salidas de control del tipo relé, 4-20 mA y pulso, todas disponibles;
- Auto sintonía de los parámetros PID;
- Función automática / manual con transferencia "bumpless";
- Cuatro alarmas independientes, con funciones de valor mínimo, máximo, diferencia (desvío), sensor interrumpido y evento;
- Temporización para las alarmas;
- Retransmisión de la PV o del SP en 0-20 mA o 4-20 mA;
- Entrada para *setpoint* remoto;
- Entrada digital con 5 funciones;
- *Soft-start* programable;
- Rampas y mesetas con siete programas de siete segmentos, conectables entre si;
- Señal para protección del teclado;
- Alimentación bi-voltaje.

### CONFIGURACIÓN / RECURSOS

El tipo de entrada a ser utilizado por el controlador es definido en la configuración del equipo. La **Tabla 1** muestra todas las opciones disponibles.

TIPO	CÓDIGO	CARACTERÍSTICA / RANGO DE MEDICIÓN
J	<b>J</b>	Rango: -110 a 950 °C (-166 a 1742 °F)
K	<b>K</b>	Rango: -150 a 1370 °C (-238 a 2498 °F)
T	<b>T</b>	Rango: -160 a 400 °C (-256 a 752 °F)
N	<b>N</b>	Rango: -270 a 1300 °C (-454 a 2372 °F)
R	<b>R</b>	Rango: -50 a 1760 °C (-58 a 3200 °F)
S	<b>S</b>	Rango: -50 a 1760 °C (-58 a 3200 °F)
B	<b>B</b>	Rango: 400 a 1800 °C (752 a 3272 °F)
E	<b>E</b>	Rango: -90 a 730 °C (-130 a 1346 °F)
Pt100	<b>Pt</b>	Rango: -200 a 850 °C (-328 a 1562 °F)
0-50 mV	<b>L050</b>	Señal Analógica Lineal Indicación programable de -1999 a 9999
4-20 mA	<b>L420</b>	
0-5 Vcc	<b>L05</b>	
4-20 mA	<b>59rE</b>	Con extracción de raíz cuadrada Indicación programable de -1999 a 9999
4-20 mA NO LINEAL	<b>Ln J</b>	Señal Analógica no-Lineal Rango de indicación de acuerdo con el sensor asociado.
	<b>Ln K</b>	
	<b>Ln T</b>	
	<b>Ln N</b>	
	<b>Ln R</b>	
	<b>Ln S</b>	
	<b>Ln B</b>	
<b>Ln E</b>		
	<b>LnPt</b>	

Tabla 1 - Tipos de entradas

**Notas:** Todos los tipos de entrada disponibles son calibrados de fábrica.

### SELECCIÓN DE SALIDAS, ALARMAS Y ENTRADAS DIGITALES

El controlador posee canales de entrada y salida (I/O) que, dependiendo de la necesidad, pueden asumir múltiples funciones: salida de control, salida de alarma, entrada digital, retransmisión de PV y SP. Esos canales son identificados como I/O 1, I/O 2, I/O 3, I/O 4 e I/O 5.

El código de la función a ser utilizado en cada I/O debe ser programado en el controlador de acuerdo con las opciones mostradas en la **Tabla 2**.

TIPO DE I/O	FUNCIÓN DE I/O	CÓDIGO
-	Sin Función	<b>oFF</b>
Salida	Salida de Alarma 1	<b>A1</b>
Salida	Salida de Alarma 2	<b>A2</b>
Salida	Salida de Alarma 3	<b>A3</b>
Salida	Salida de Alarma 4	<b>A4</b>
Salida	Salida de Control (Relé o Pulso Digital)	<b>ctrL</b>
Entrada Digital	Alterna modo Automático/Man	<b>ñAn</b>
Entrada Digital	Alterna modo Run/Stop	<b>run</b>
Entrada Digital	Selecciona SP Remoto	<b>rSP</b>
Entrada Digital	Congela programa	<b>HPrG</b>
Entrada Digital	Selecciona programa 1	<b>Pr 1</b>
Salida Analógica	Salida de Control Analógica 0 a 20 mA	<b>C.020</b>
Salida Analógica	Salida de Control Analógica 4 a 20 mA	<b>C.420</b>
Salida Analógica	Retransmisión de PV 0 a 20 mA	<b>P.020</b>
Salida Analógica	Retransmisión de PV 4 a 20 mA	<b>P.420</b>
Salida Analógica	Retransmisión de SP 0 a 20 mA	<b>S.020</b>
Salida Analógica	Retransmisión de SP 4 a 20 mA	<b>S.420</b>

**Tabla 2** - Tipos de funciones para los canales I/O

Cuando configuran los canales, solamente son mostradas en la pantalla las opciones válidas para cada canal. Estas funciones son descritas a seguir:

- **oFF** - Sin función

El canal I/O programado con el código **oFF** no será utilizado por el controlador

**Nota:** Aunque sin función, este canal podrá ser accionado a través del comando vía comunicación serial (comando 5 MODBUS).

- **A1, A2, A3, A4** - Salidas de Alarma

Define que el canal I/O programado actúe como salidas de alarma. Disponible para todos los canales I/O.

- **ctrL** - Salida de Control PWM

Define el canal I/O que será utilizado como salida de control con accionamiento por relé o pulso digital. Disponible para todos los canales I/O. La salida con pulso digital es obtenida en el I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

- **ñAn** - Entrada Digital con función Auto / Manual

Define el canal como Entrada Digital (ED) con la función de Alternar el modo de control entrada **Automático** y **Manual**. Disponible para I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

**Cerrado** = control Manual / NO

**Abierto** = control Automático / YES

- **run** - Entrada Digital con función RUN

Define canal como Entrada Digital (ED) con la función de habilitar/Deshabilitar las salidas de control y alarma ("**run**": **YES** / **no**). Disponible para I/O3, I/O4 (si disponibles) y I/O5.

**Cerrado** = salidas desconectadas / NO

**Abierto** = salidas habilitadas / YES

- **rSP** - Entrada Digital con función SP Remoto

Define canal como Entrada Digital (ED) con la función de seleccionar SP remoto. Disponible para I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

**Cerrado** = utiliza SP remoto

**Abierto** = utiliza SP principal

- **HPrG** - Entrada Digital con función Hold Program

Define canal como Entrada Digital (ED) con la función de comandar la ejecución del **programa en proceso**. Disponible para I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

**Cerrado** = Habilita ejecución del programa

**Abierto** = interrumpe ejecución del programa

**Nota:** Incluso con la interrupción del programa en ejecución, el control sigue actuando en el punto (*Setpoint*) de interrupción. Cuando la ED es accionada, el programa retoma su ejecución normal a partir de este mismo punto.

- **Pr 1** - Entrada Digital con función Ejecutar programa 1

Define canal como Entrada Digital (ED) con la función de comandar la ejecución del **programa 1**. Disponible para I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

Función útil cuando es necesario alternar entre el setpoint principal y un segundo setpoint definido por el **programa 1**.

**Cerrado** = selecciona programa 1;

**Abierto** = selecciona *setpoint* principal

- **C.020 / C.420** - Salida de Control Analógica en corriente

Define canal para actuar como salida de control analógico. Disponible apenas para I/O 5.

- **P.020 / P.420** - Salida de Retransmisión de PV en corriente.

Define canal para actuar como salida de Retransmisión de los valores de PV. Disponible apenas para I/O 5.

- **S.020 / S.420** - Salida de Retransmisión de SP en corriente

Define canal para actuar como salida de Retransmisión de los valores de SP. Disponible apenas para I/O 5.

### CONFIGURACIÓN DE ALARMAS

El controlador posee 4 alarmas independientes. Estas alarmas pueden ser configuradas para operar con ocho funciones distintas, presentadas en la **Tabla 3**.

- **oFF** – Alarmas desligadas.
- **IErr** – Alarmas de Sensor Abierto – (*sensor break alarm*)

La alarma de sensor abierto actúa siempre que los cables del sensor de entrada estén interrumpidos o mal conectados.

- **rS** – Alarma de Evento de programa

Configura la alarma para actuar cuando se alcanza un determinado segmento del programa de rampas y mesetas. Ver la sección "Programas de Rampas y Mesetas" en este manual.

- **Lo** – Alarma de Valor Máximo Absoluto

Se activa cuando el valor de la PV medida es **abajo** que del valor definido por el *Setpoint* de alarma.

- **Hl** – Alarma de Valor Máximo Absoluto

Se activa cuando el valor de la PV medida es **mayor** que el valor definido por el *Setpoint* de alarma.

- **dIF** – Alarma de Valor Diferencial

En esta función los parámetros "**SPA1**", "**SPA2**", "**SPA3**" y "**SPA4**" representan el Desvío de la PV en relación al SP principal.

Utilizando la Alarma 1 como ejemplo: para valores Positivos SPA1, la alarma Diferencial dispara cuando el valor de PV esté fuera del rango definido por:

$$(SP - SPA1) \text{ hasta } (SP + SPA1)$$

Para un valor negativo en SPA1, la alarma Diferencial se activa cuando el valor de PV esté dentro del rango definido arriba.

- **dIFL** – Alarma de Valor Mínimo Diferencial

Dispara cuando el valor de PV esté **abajo** del punto definido por:

$$(SP - SPA1)$$

Utilizando la Alarma 1 como ejemplo.

- **dIFH** – Alarma de Valor Máximo Diferencial

Dispara cuando el valor de la PV esté **arriba** del punto definido por:

$$(SP + SPA1)$$

Utilizando la Alarma 1 como ejemplo.

PANTALLA	TIPO	ACTUACIÓN
<b>aFF</b>	Inoperante	Salida no es utilizada como alarma.
<b>iErr</b>	Sensor abierto (input Error)	Accionado cuando la señal de entrada tiene problemas de conexión.
<b>rS</b>	Evento (ramp and Soak)	Accionado en un segmento específico de programa.
<b>Lo</b>	Valor mínimo (Low)	
<b>Hi</b>	Valor máximo (High)	
<b>dIFL</b>	Mínimo Diferencial (differential Low)	
<b>dIFH</b>	Máximo Diferencial (differential High)	
<b>dIF</b>	Diferencial (differential)	

Tabla 3 – Funciones de alarma

Donde SPAn refiere a los Setpoints de Alarma "SPR1", "SPR2", "SPR3" y "SPR4".

**TEMPORIZACIÓN DE ALARMA**

El controlador permite cuatro variaciones en el modo de accionamiento de las alarmas:

- Accionamiento por tiempo indefinido (normal).
- Accionamiento por tiempo definido;
- Atraso en el accionamiento;
- Accionamiento intermitente;

Las figuras en la **Tabla 4** muestran el comportamiento de las salidas de alarma con estas variaciones de accionamientos definidas por los intervalos de tiempo **t1** y **t2** disponibles en los parámetros **R1E1**, **R1E2**, **R2E1**, y **R2E2**.

OPERACIÓN	T 1	T 2	ACTUACIÓN
Operación normal	0	0	
Accionamiento con tiempo definido	1 a 6500 s	0	
Accionamiento con atraso	0	1 a 6500 s	
Accionamiento intermitente	1 a 6500 s	1 a 6500 s	

Tabla 4 - Funciones de Temporización para las Alarmas

Los señalizadores asociados a las alarmas encienden siempre que ocurre la condición de alarma, independientemente del estado de la salida de alarma.

**BLOQUEO INICIAL DE ALARMA**

La opción de **bloqueo inicial** inhibe el accionamiento de la alarma cuando exista la condición de alarma en el momento en que el controlador es conectado. La alarma solamente es habilitada después que el proceso pasa por una condición de no alarma.

El bloqueo inicial es útil, por ejemplo, cuando una de las alarmas está configurado como alarma de valor mínimo, lo que puede causar el accionamiento de la alarma en el momento del arranque del proceso, comportamiento muchas veces indeseado.

El bloqueo inicial no es válido para la función Sensor Abierto.

**EXTRACCIÓN DE LA RAÍZ CUADRADA**

Recurso disponible con la selección de la opción **SPrt** en el tipo de entrada. Con este recurso habilitado el controlador pasa a presentar en el visor el valor correspondiente a la raíz cuadrada de la señal 4-20 mA aplicado en los terminales de entrada.

**RETRANSMISIÓN ANALÓGICA DEL PV Y SP**

El controlador posee una salida analógica (disponible en I/O5) que puede realizar la retransmisión de los valores de PV o SP en señal de 0-20 mA o 4-20 mA. La retransmisión analógica es escalable, es decir, tiene los límites mínimo y máximo, que definen el rango de salida, definidos en los parámetros "SPLL" y "SPHL".

No **hay aislamiento eléctrica** entre comunicación serial (RS485) y el canal I/O5.

**SOFT-START**

Recurso que impide variaciones abruptas en la potencia entregada a la carga por la salida de control del controlador.

Un intervalo de tiempo define la tasa máxima de subida de la potencia entregada a la carga, donde 100 % de la potencia solamente será alcanzada al final de este intervalo.

El valor de potencia entregada a la carga continúa siendo determinado por el controlador. La función *Soft-start* simplemente limita la velocidad de subida de este valor de potencia a lo largo del intervalo de tiempo definido por el usuario.

La función *Soft-start* es normalmente utilizada en procesos que requieran partida lenta, donde la aplicación instantánea de 100 % de la potencia disponible sobre la carga puede dañar parte del proceso.

Para inhabilitar esta función, el respectivo parámetro debe ser configurado con 0 (cero).

**SETPOINT REMOTO**

El controlador puede tener su valor de SP definido a través de una señal analógica generado remotamente. Este recurso es habilitado a través de los canales de I/O3, I/O4 o I/O5 cuando son utilizados como entrada digital y configurados con la función **rSP** (Selecciona SP Remoto) o en la configuración del parámetro **ErSP**. Las señales aceptados son 0-20 mA, 4-20 mA, 0-5 V y 0-10 V.

Para las señales de 0-20 y 4-20 mA, un resistor *shunt* de **100 Ω** debe ser montado externamente junto a los terminales del controlador y conectado conforme **Figura 4c**.

**MODO DE CONTROL**

El controlador puede actuar en dos modos diferentes: Modo Automático o modo Manual.

En el modo automático el controlador define el valor instantáneo de la salida de control que actúa sobre el proceso. En el modo manual, el usuario es quien define este valor. En el modo manual se permite el ajuste de la MV en la pantalla **PV / MV**.

El parámetro "Ruto" define el modo de control que será adoptado.

**MODO AUTOMÁTICO PID**

Para el modo Automático existen dos estrategias de control distintas: control automático PID y control automático ON/OFF.

El control automático PID utiliza técnicas sofisticadas para determinar el valor de la salida de control, con base en los parámetros Banda Proporcional (**Pb**), Tasa integral (**Ir**) y tiempo derivativo (**dE**). Estos parámetros difieren de un proceso para otro y pueden ser obtenidos a través de la Sintonía Automática de los parámetros PID (**Rtun**).

Mientras que el control ON/OFF (obtenido cuando Pb=0) actúa con 0 % o 100 % de potencia, cuando la PV desvía del SP.

La determinación de los parámetros **Pb**, **Ir** y **dE** están descritas en el tópico DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS PID de este manual.

**INTERFACE USB**

La interface USB se utiliza para CONFIGURACIÓN o MONITOREO del controlador. Para CONFIGURACIÓN debe ser utilizado el software **NConfig**, que ofrece recursos para crear, visualizar, guardar y abrir configuraciones a partir del equipo o de archivos en el ordenador. Los recursos de guardar y abrir configuraciones en archivos permiten la transferencia de configuraciones entre equipos diferentes y la realización de hacer copias de seguridad. Para algunos modelos específicos, el **NConfig** permite también actualizar el firmware (software interno) del controlador a través de la interface USB.

Para el MONITOREO se puede usar cualquier software de supervisión (SCADA) o de laboratorio que ofrezca soporte a la comunicación MODBUS RTU con un puerto de comunicación serie. Cuando está conectado al puerto USB de un ordenador, el controlador es reconocido como un puerto serie convencional (COM x). Utilizar el **NConfig** o consultar el ADMINISTRADOR DE DISPOSITIVOS en el PANEL DE CONTROL del Windows para identificar el puerto COM que fue designado al controlador. Consultar el mapa de la memoria MODBUS en manual de comunicación del controlador y la documentación de su software de supervisión para realizar o MONITOREO.

Seguir el procedimiento descrito a continuación para utilizar la comunicación USB del equipo:

1. Descargar el programa **NConfig** de nuestra página web e instalar el mismo en el ordenador. Además del software serán instalados los drivers USB necesarios para la comunicación.
2. Conectar el cable USB en el equipo y en el ordenador. El controlador no necesita ser alimentado, la USB proporcionará la energía necesaria para la comunicación (otras funciones del equipo puede ser que no operen sin la conexión de energía).
3. Ejecutar el software **NConfig**, configurar la comunicación e iniciar la detección del dispositivo.

 	<p>La interface USB NO ESTÁ AISLADA de la entrada de la señal (PV) ni de las entradas y salidas digitales del controlador. Su propósito es el uso temporario durante la CONFIGURACIÓN y para períodos definidos de MONITOREO. Para asegurar la seguridad del personal y de los equipos, esta interface solo se debe utilizar con el equipo totalmente desconectado de los cables de señal, tanto los de entrada como los de salida. El uso de la USB en cualquier otra condición de conexión es posible, pero requiere de un análisis cuidadoso de parte del responsable por la instalación. Para MONITOREO por largos períodos y con las entradas y salidas conectadas se recomienda usar la interface RS485, disponible instalada o como opcional en la mayor parte de nuestros productos.</p>
------	--

**INSTALACIÓN / CONEXIONES**

El controlador debe ser fijado en el panel, siguiendo la secuencia de pasos abajo:

- Hacer un recorte de 45,5 x 45,5 mm en el panel;
- Retirar las presillas de fijación del controlador;
- Inserte el controlador en el recorte por la parte frontal del panel;
- Recoloque las presillas en el controlador presionando hasta obtener una fijación firme con el panel.

**RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN**

- Los conductores de las señales de entrada, deben recorrer la planta del sistema separados de los conductores de salida y de alimentación, si es posible en ductos con puesta a tierra.
- La alimentación de los instrumentos electrónicos debe venir de una red propia para instrumentación.
- Debe ser usado FILTROS RC en bobinas de contactoras, solenoides, etc.

**CONEXIONES ELÉCTRICAS**

La disposición de los recursos en el panel trasero del controlador es mostrada en la **Figura 1**:

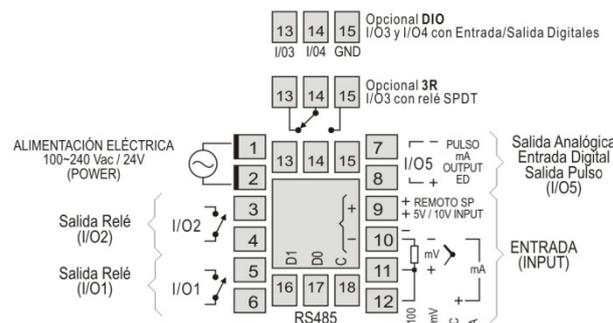
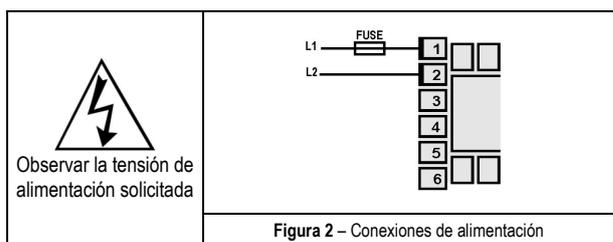


Figura 1 - Conexiones del panel trasero

**Conexiones de Alimentación**



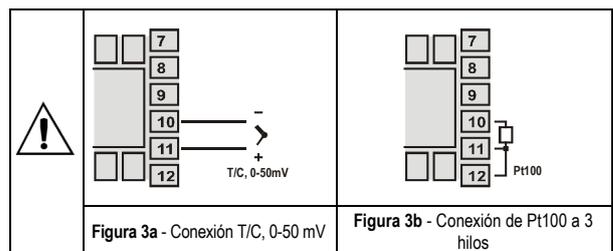
**Conexiones de Entrada**

- Termocupla (T/C) y 0-50 mV

La **Figura 3a** indica como hacer las conexiones de termocupla y señal de 0-50 mV. Ambos tienen polaridad que debe ser observada durante la instalación. Cuando haya necesidad de extender la longitud del termocupla, utilice cables de compensación apropiados.

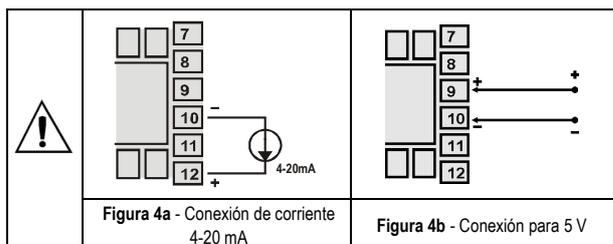
- RTD (Pt100):

Es utilizado la conexión a tres hilos, conforme la **Figura 3b**. El cable utilizado debe tener hilos con la misma sección, para evitar errores de medida en función de la longitud del cable (utilizar conductores del mismo calibre y longitud). Si el sensor posee 4 hilos, dejar uno desconectado junto al controlador. Para Pt100 a 2 hilos, hacer un cortocircuito entre los terminales 11 y 12.



- 4-20 mA:

Las conexiones para señales de corriente 4-20 mA deben ser realizadas conforme la **Figura 4a**.

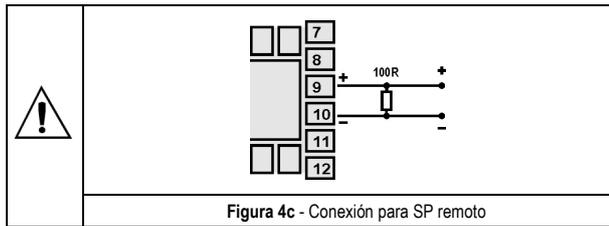


- 5 V

Las conexiones para señales de tensión deben ser realizadas conforme la **Figura 4b**.

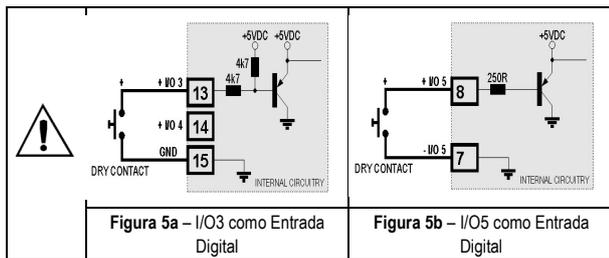
**Setpoint Remoto**

Recurso disponible en los terminales 9 y 10 del controlador. Cuando la señal de SP Remoto es 0-20 mA o 4-20 mA, un resistor *shunt* de 100 Ω debe ser montado externamente junto a los terminales del controlador y conectado conforme **Figura 4c**.



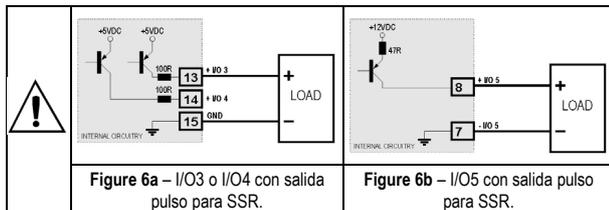
**Conexiones de Entrada Digital**

Para accionar los canales I/O 3, I/O 4 o I/O 5 como Entrada Digital conectar un interruptor o equivalente (contacto seco (*Dry Contact*) a sus terminales.



**Conexión de Salidas**

Los canales de I/O, cuando configurados como salida, deben tener sus límites de capacidad de carga respetados, conforme las especificaciones.



**OPERACIÓN**

El panel frontal del controlador, con as sus partes, puede ser visto en la **Figura 7**:

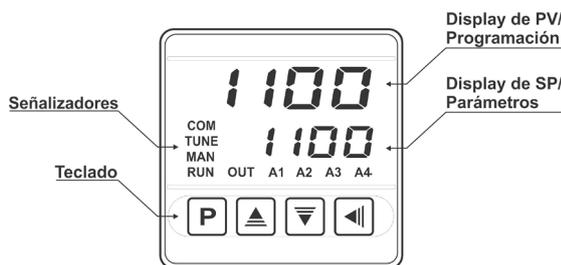


Figura 7 - Identificación de las partes del panel frontal

**Pantalla de la PV / Programación:** Presenta el valor actual de la PV (*Process Variable*). Cuando en configuración, muestra los mnemotécnicos de los diversos parámetros que deben ser definidos.

**Pantalla de SP / Parámetros:** Presenta el valor de SP (*Setpoint*). Cuando en configuración, muestra los valores definidos para los diversos parámetros.

**Señalizador COM:** Parpadea toda la vez que el controlador intercambia datos con el exterior vía RS485.

**Señalizador TUNE:** Permanece conectado mientras el controlador esté en proceso de sintonía.

**Señalizador MAN:** Indican que el controlador está en el modo de control manual.

**Señalizador RUN:** Indica que el controlador está activo, con la salida de control y alarmas habilitadas.

**Señalizador OUT:** Para salida de control Relé o Pulso, el señalizador OUT representa el estado instantáneo de esta salida. Para salida de control analógica (0-20 mA o 4-20 mA) este señalizador permanece constantemente encendido.

**Señalizadores A1, A2, A3 y A4:** Indican la ocurrencia de una situación de alarma.

**Tecla P:** Tecla utilizada para avanzar a los sucesivos parámetros del controlador.

**Tecla Back:** Tecla utilizada para retroceder parámetros.

**Tecla de aumento y Tecla Disminución:** Estas teclas permiten alterar los valores de los parámetros.

Al ser energizado, el controlador presenta durante 3 segundos el número de su versión de *software*, pasando luego a operar, mostrando en el visor superior la variable del proceso (PV) y en el visor de SP / Parámetros el valor del *Setpoint* de control (pantalla de indicación).

Para operar adecuadamente, el controlador necesita de una configuración que es la definición de cada uno de los diversos parámetros presentados por el controlador. El usuario debe entender la importancia de cada parámetro y para cada uno determine una condición válida o un valor válido.

**Importante:**  
Siempre el primer parámetro a ser definido es el tipo de entrada.

Los parámetros de configuración están reunidos en grupos de afinidades, llamados ciclos de parámetros. Los 7 ciclos de parámetros son:

CICLO	ACCESO
1- Operación	Acceso libre
2- Sintonía	Acceso reservado
3- Programas	
4- Alarma	
5- Escala	
6- I/Os	
7- Calibración	

Tabla 5 - Ciclos de Parámetros

El ciclo de operación (1º ciclo) tiene acceso fácil a través de la tecla **P**. Los demás ciclos necesitan de una combinación de teclas para ser accedidos. La combinación es:

**◀ (BACK) y P (PROG) presionadas simultáneamente**

En el ciclo deseado, se puede recorrer todos los parámetros de ese ciclo presionando la tecla **P** (o **◀**, para retroceder en el ciclo). Para retornar al ciclo de operación, presione **P** hasta que todos los parámetros del ciclo sean recorridos o presione la tecla **◀** durante 3 segundos.

Todos los parámetros configurados son almacenados en memoria protegida. Los valores alterados son guardados cuando el usuario avanza para el siguiente parámetro. El valor de SP también es guardado en el intercambio de parámetro o cada 25 segundos.

**DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS**

Indicación de PV (Visor Rojo)	<b>Pantalla Indicación PV / SP</b> - El visor superior indica el valor actual de la PV. El visor inferior indica el valor de SP de control adoptado.
Indicación de SP (Visor Verde)	
<b>Auto Control</b>	<b>Modo de Control:</b> <b>YES</b> - Significa modo de control automático. <b>no</b> - Significa modo de control manual. Transferencia <i>bumpless</i> entre automático y manual.
Indicación de PV (Visor Rojo)	<b>Pantalla PV / MV</b> - Presenta en el visor superior el valor de la PV y en el visor inferior el valor porcentual aplicado a la salida de control (MV). En modo de control automático, el valor de MV sólo puede ser visualizado. En modo de control manual, el valor de MV puede ser alterado por el usuario. Para diferenciar esta pantalla indicación PV / MV, el valor de MV parpadea constantemente.
Indicación de MV (Visor Verde)	
<b>Pr n Enable Program</b>	<b>Ejecución de Programa</b> - Selecciona el programa de rampas y mesetas que será ejecutado. <b>0</b> - no ejecuta programa <b>1 a 7</b> - número del programa a ser ejecutado Con salidas habilitadas ( <b>run= YES</b> ), el programa seleccionado entra en ejecución inmediatamente.
<b>run</b>	Habilita salidas de control y alarmas <b>YES</b> - Salidas habilitadas. <b>no</b> - Salidas no habilitadas.

**CICLO DE SINTONÍA**

<b>Auto-tune</b>	Habilita la sintonía automática de los parámetros PID. Ver el capítulo 9 de este manual. <b>YES</b> - Ejecuta la sintonía automática. <b>no</b> - No ejecuta la sintonía automática.
<b>Pb Proporcional Band</b>	Banda Proporcional - Valor del término <b>P</b> del modo de control PID, en porcentual del rango máximo del tipo de entrada. Ajusta de entre 0 y 500.0 %. <b>Cuando en 0.0 (cero), determina modo de control ON/OFF.</b>
<b>Ir Integral Rate</b>	Tasa Integral - Valor del término <b>I</b> del modo de control PID, en repeticiones por minuto ( <i>Reset</i> ). Ajustable entre 0 y 24.00. Presentado si banda proporcional ≠ 0.
<b>dt Derivative Time</b>	Tiempo Derivativo - Valor del término <b>D</b> del modo de control PID, en segundos. Ajustable entre 0 y 250 segundos. Presentado si la banda proporcional ≠ 0.
<b>Ct Cycle Time</b>	Tiempo del Ciclo PWM - Valor en segundos del período del ciclo PWM de control PID. Ajustable entre 0.5 y 100.0 segundos. Presentado si la banda proporcional ≠ 0.
<b>HYS hysteresis</b>	Histéresis de control - Valor de la histéresis para control ON/OFF. Ajustable entre 0 y el ancho del rango de medición del tipo de entrada seleccionado. Presentado si la banda proporcional = 0.
<b>Action</b>	Lógica de Control: <b>re</b> Control con Acción reversa. Propia para <b>calentamiento</b> . Conecta salida de control cuando PV está abajo de SP. <b>dir</b> Control con Acción directa. Propia para <b>refrigeración</b> . Conecta salida de control cuando PV está arriba de SP.

<b>bias</b>	Función Bias - Permite alterar el valor porcentual de la salida de control (MV), sumando un valor entre -100 % y +100 %. El valor 0 (cero) desactiva la función.
<b>oLL Output Low Limit</b>	Límite inferior para la salida de control - Valor porcentual mínimo asumido por la salida de control cuando en modo automático y en PID. Típicamente configurado con <b>0.0 %</b> .
<b>oHL Output High Limit</b>	Límite Superior para la salida de control - Valor porcentual máximo posible asumido por la salida de control cuando en modo automático y en PID. Típicamente configurado con <b>100.0 %</b> .
<b>SFS Softstart</b>	Función <i>SoftStart</i> - Intervalo de tiempo, en segundos, durante el cual el controlador limita la velocidad de subida de la salida de control (MV). Valor cero (0) inhabilita la función <i>Softstart</i> .
<b>SP1 SP2 SP3 SP4</b>	SP de Alarma: Valor que define el punto de actuación de las alarmas programados con funciones "Lo" o "Hi". Para las alarmas programadas con funciones tipo <b>Diferencial</b> , estos parámetros definen desvíos entre PV y SP. Para las demás funciones de alarma no es utilizado.

**CICLO DE PROGRAMAS**

<b>tbas Program time base</b>	Base de tiempo de los Programas - Define la base de tiempo adoptada por los programas en edición y también los ya elaborados. <b>SEC</b> - Base de tiempo en segundos; <b>min</b> - Base de tiempo en minutos;
<b>Pr n Program number</b>	Programa en edición - Selecciona el programa de Rampas y Mesetas a ser definido en las siguientes pantallas de este ciclo. Son 7 programas posibles.
<b>Ptol Program Tolerance</b>	Desvío máximo admitido entre la PV y SP. Si es excedido, el programa se interrumpe (para de contar el tiempo) hasta el desvío se mantenga dentro de esta tolerancia. El valor 0 (cero) desactiva la función.
<b>PSP0 PSP7 Program SP</b>	SP's de Programa, 0 a 7: Conjunto de 8 valores de SP que definen el perfil del programa de rampas y mesetas.
<b>Pt1 Pt7 Program Time</b>	Tiempo de los segmentos del programa, 1 a 7: Define el tiempo de duración, en segundo o minutos, de cada uno de los 7 segmentos del programa en edición.
<b>PE1 PE7 Program event</b>	Alarmas de Evento, 1 a 7: Parámetros que definen cuales alarmas deben ser accionados durante la ejecución de un determinado segmento de programa. Las alarmas adoptadas deben aún ser configuradas con la función Alarma de Evento "rS".
<b>LP Link Program</b>	Enlace de Programas. Al final de la ejecución de un programa, otro programa puede ser iniciado a continuación de forma inmediata. <b>0</b> - no conectar a ningún otro programa. <b>1 a 7</b> - número del programa a ser conectado.

## CICLO DE ALARMES

<b>FJA1</b> <b>FJA2</b> <b>FJA3</b> <b>FJA4</b> <i>Function Alarm</i>	Funciones de Alarma. Define las funciones de las alarmas entre las opciones de la <b>Tabla 3</b> . <b>oFF</b> , <b>IErr</b> , <b>rS</b> , <b>Lo</b> , <b>Hl</b> , <b>dIFL</b> , <b>dIFH</b> , <b>dIF</b>
<b>bLA1</b> <b>bLA2</b> <b>bLA3</b> <b>bLA4</b> <i>Blocking Alarm</i>	Bloqueo inicial de Alarmas. Función de bloqueo inicial para alarmas 1 a 4. <b>YES</b> - habilita bloqueo inicial <b>no</b> - desactiva el bloqueo inicial
<b>HYA1</b> <b>HYA2</b> <b>HYA3</b> <b>HYA4</b> <i>Hysteresis of Alarm</i>	Histéresis de Alarma. Define la diferencia entre el valor de la PV en que la alarma es activada y el valor en que ella es desactiva. Un valor de histéresis para cada alarma.
<b>At1</b> <b>At2</b> <i>Alarm Time t1</i>	Define intervalo de tiempo <b>t1</b> para la temporización en los accionamientos de las alarmas. En segundos. El valor 0 (cero) desactiva la función.
<b>At2</b> <b>At2</b> <i>Alarm Time t2</i>	Define intervalo de tiempo <b>t2</b> para la temporización en los accionamientos de las alarmas. En segundos. El valor 0 (cero) desactiva la función.

## CICLO DE ESCALA

<b>TYPE</b> <i>Type</i>	Tipo de Entrada. Selección del tipo entrada utilizada por el controlador. Consultar la <b>Tabla 1</b> . <b>Obligatoriamente el primer parámetro a ser configurado.</b>
<b>dPPo</b> <i>Decimal Point</i>	Define la presentación del punto decimal.
<b>unit</b> <i>Unit</i>	Define la unidad de temperatura que será utilizada: <b>Celsius " °C "</b> o <b>Fahrenheit " °F "</b> Parámetro presentado cuando son utilizados los sensores de temperatura.
<b>OFFS</b> <i>Offset</i>	Parámetro que permite al usuario hacer correcciones en el valor de la PV indicado.
<b>SPLL</b> <i>Setpoint Low Limit</i>	Define el límite inferior para ajuste de SP. Para entradas tipo <b>señal analógica lineal</b> disponibles (0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV y 0-5 V) establece el valor mínimo del rango de indicación de PV, además de limitar el ajuste del SP. Define límite inferior para el rango de retransmisión de PV y SP.
<b>SPHL</b> <i>Setpoint High Limit</i>	Define el límite superior para ajuste de SP. Para entradas tipo <b>señal analógica lineal</b> disponibles (0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV y 0-5 V) establece el valor máximo del rango de indicación de PV, además de limitar el ajuste del SP. Define límite superior para el rango de retransmisión de PV y SP.
<b>ErSP</b> <i>Enable Remote SP</i>	Habilita SP remoto. <b>YES</b> Habilita la Función <b>no</b> No habilita la Función Parámetro no presentado cuando la selección de SP remoto es definida por las Entradas Digitales.

<b>rSP</b> <i>Remote SP</i>	Define el tipo de señal para SP remoto. <b>0-20</b> Corriente de 0-20 mA <b>4-20</b> Corriente de 4-20 mA <b>0-5</b> Tensión de 0-5 V <b>0-10</b> Tensión de 0-10 V Parámetro presentado cuando habilitado el SP remoto.
<b>rSLL</b> <i>Remote SP Low Limit</i>	Define la escala de valores de SP remoto. Determina el valor mínimo de esta escala. Parámetro presentado cuando el SP remoto es habilitado.
<b>rSHL</b> <i>Remote SP High Limit</i>	Define la escala de valores de SP remoto. Determina el valor máximo de esta escala. Parámetro presentado cuando el SP remoto es habilitado.
<b>BAud</b> <i>Baud Rate</i>	<b>Baud Rate</b> de la comunicación serial. Disponible en los siguientes tasas de bits (en <i>kbps</i> ): 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, 38.4, 57.6 y 115.2
<b>Prty</b> <i>Parity</i>	Paridad de la comunicación serial. <b>nonE</b> Sin paridad <b>EVEN</b> Paridad par <b>Odd</b> Paridad impar
<b>Addr</b> <i>Address</i>	Dirección de Comunicación. Número que identifica el controlador en la red de comunicación serial, entre 1 y 247.

## CICLO DE I/Os

<b>IO 1</b>	Función del canal I/O 1: Selección de la función utilizada en el canal I/O 1, conforme la <b>Tabla 2</b> .
<b>IO 2</b>	Función del canal I/O 2: Selección de la función utilizada en el canal I/O 2, conforme la <b>Tabla 2</b> .
<b>IO 3</b>	Función del canal I/O 3: Selección de la función utilizada en el canal I/O 3, conforme la <b>Tabla 2</b> .
<b>IO 4</b>	Función del canal I/O 4: Selección de la función utilizada en el canal I/O 4, conforme la <b>Tabla 2</b> .
<b>IO 5</b>	Función del canal I/O 5: Selección de la función utilizada en el canal I/O 5, conforme la <b>Tabla 2</b> .

## CICLO DE CALIBRACIÓN

**Todos los tipos de entrada y salida son calibrados en la fábrica. Si es necesaria una recalibración, esta debe ser realizada por un profesional especializado. Si este ciclo es acedido en forma accidental, pase por todos los parámetros sin realizar alteraciones en sus valores o presione  (back) até voltar la pantalla de PV / SP.**

<b>PASS</b> <i>Password</i>	Entrada de la Contraseña de Acceso. Este parámetro es presentado antes de los ciclos protegidos. Vea el tópico Protección de la Configuración.
<b>CALib</b> <i>Calibration?</i>	Habilita la posibilidad de calibración del controlador. <b>YES</b> - Calibrar controlador <b>no</b> - No calibrar controlador
<b>InLC</b> <i>Input Low Calibration</i>	Declaración de la señal de calibración de inicio del rango aplicado en la entrada analógica. Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la entrada.
<b>InHC</b> <i>Input High Calibration</i>	Declaración de la señal de calibración de final del rango aplicado en la entrada analógica. Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la entrada.
<b>rSLLC</b> <i>Remote SP Low Calibration</i>	Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la entrada. Declaración de la señal de calibración del inicio del rango aplicado en la entrada de SP remoto.

<b>rSHC</b> Remote SP High Calibration	Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la entrada. Declaración de la señal de calibración de final del rango, aplicada en la entrada de SP remota.
<b>OU LC</b> Output Low Calibration	Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la salida analógica. Declaración del valor presente en la salida analógica.
<b>OU HC</b> Output High Calibration	Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la salida analógica. Declaración del valor presente en la salida analógica.
<b>rSEr</b> Restore	Recupera los valores de calibración de fábrica de las variables de entrada, salida analógica y del SP remoto, borrando todas las alteraciones anteriores hechas por el usuario.
<b>CJ</b> Cold Junction	Ajuste de la temperatura de junta fría del controlador.

<b>HTYP</b> Hardware Type	Parámetro que adapta el controlador al opcional de hardware disponible. No debe ser alterado por el usuario, excepto cuando un accesorio es introducido o retirado.  0 – Modelo básico con o sin 485. Sin opcionales de I/O's. 1 – 3R (485) 2 – DIO (3R)
<b>PASC</b> Password Change	Permite definir una nueva contraseña de acceso, siempre diferente de cero.
<b>Prot</b> Protection	Establece el Nivel de Protección. Vea <b>Tabla 7</b> .

CICLO DE OPERACIÓN	CICLO DE SINTONÍA	CICLO DE PROGRAMAS	CICLO DE ALARMA	CICLO DE ESCALA	CICLO DE I/OS	CICLO DE CALIBRACIÓN
PV / SP	Rtun	tBAS	FUR 1 - FUR4	TYPE	Io 1	PASS
Ruto	Pb	Pr n	bLR 1 - bLR4	dPPo	Io2	InLC
PV / MV	lr	PtoL	HYR 1 - HYR4	un It	Io3	InHC
Pr n	dt	PSP0 - PSP7	R It 1	oFF5	Io4	rSLC
run	Ct	PE 1 - PE 7	R It2	SPLL	Io5	rSHC
	HYS t	PE 1 - PE 7	R2t 1	SPHL		OU LC
	ACT	LP	R2t2	Er SP		OU HC
	b IAS			rSP		rSEr
	ouLL			rSLL		CJ
	ouHL			rSHL		HTYP
	SFS t			bAud		PASC
	SPR 1 - SPR4			Pr tY		Prot
				Rddr		

Tabla 6 – Todos los Parámetros del Controlador

### PROTECCIÓN DE CONFIGURACIÓN

El controlador permite la protección de la configuración elaborada por el usuario, impidiendo alteraciones indebidas. El parámetro **Protección (Prot)**, en el ciclo de Calibración, determina el nivel de protección a ser adoptado, limitando el acceso a los ciclos, conforme tabla abajo.

Nivel de protección	Ciclos protegidos
1	Apenas el ciclo de Calibración es protegido.
2	Ciclos de I/Os y Calibración.
3	Ciclos de Escala, I/Os y Calibración.
4	Ciclos de Alarma, Escala, I/Os y Calibración.
5	Ciclos de Programas, Alarma, Escala, I/Os y Calibración.
6	Ciclos de Sintonía, Programas, Alarma, Escala, I/Os y Calibración.
7	Ciclos de Operación (excepto SP), Sintonía, Programas, Alarma, Escala, I/Os y Calibración.
8	Ciclos de Operación (inclusive SP), Sintonía, Programas, Alarma, Escala, I/Os y Calibración.

Tabla 7 – Niveles de Protección de la Configuración

### Contraseña de Acceso

Los ciclos protegidos, cuando son accedidos, solicitan al usuario la **Contraseña de Acceso** que, si es insertada correctamente, da permiso para alteraciones en la configuración de los parámetros de estos ciclos.

La contraseña de acceso es insertada en el parámetro **PASS** que es mostrado en el primero de los ciclos protegidos.

Sin la contraseña de protección, los parámetros de los ciclos protegidos pueden ser apenas visualizados.

La Contraseña de Acceso es definida por el usuario en el parámetro **Password Change (PASC)**, presente en el ciclo de Calibración.

Los controladores nuevos salen de fábrica con la contraseña de acceso definida como 1111.

### Protección de la contraseña de acceso

El controlador prevé un sistema de seguridad que ayuda a prevenir la entrada de innumerables contraseñas en el intento de acertar la contraseña correcta. Una vez identificada la entrada de 5 contraseñas inválidas seguidas, el controlador deja de aceptar contraseñas durante 10 minutos.

### Contraseña Maestra

En el caso de un olvido eventual de la contraseña de acceso, el usuario puede utilizar el recurso de la Contraseña Maestra. Esta contraseña cuando es insertada, da acceso con posibilidad de alteración al parámetro *Password Change (PRSC)* y permite al usuario la definición de una nueva contraseña de acceso para el controlador.

La contraseña maestra está compuesta por los tres últimos dígitos del número de serie del controlador **sumados** al número 9000.

Como ejemplo, para el equipo con número de serie 07154321, la contraseña maestra es 9321.

### PROGRAMA DE RAMPAS Y MESETAS

Característica que permite a elaboración de un perfil de comportamiento para el proceso. Cada programa está compuesto por un conjunto de hasta **7 segmentos**, llamado PROGRAMA DE RAMPAS Y MESETAS, definido por valores de SP e intervalos de tiempo.

Pueden ser creados hasta **7 diferentes programas** de rampas y mesetas. La siguiente figura muestra un modelo de programa:

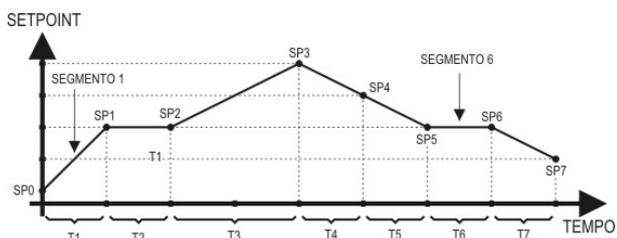


Figura 8 - Ejemplo de programa de rampas y mesetas

Una vez definido el programa y colocado en ejecución, el controlador pasa a generar automáticamente el SP de acuerdo con el programa elaborado.

Para la ejecución de un programa con un número de segmentos menor que 7 (siete), basta programar 0 (cero) para el tiempo del segmento que suceden el último segmento ejecutado.

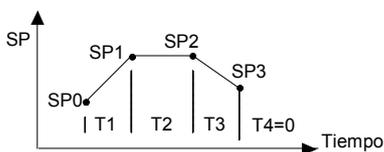


Figura 9 - Ejemplo de programa con pocos segmentos

La función tolerancia de programa "*Ptol*" define el desvío máximo entre PV y SP durante la ejecución del programa. Si este desvío es excedido, el conteo de tiempo es interrumpido hasta que el desvío quede dentro de la tolerancia programada (da prioridad al SP). Si programado cero en la tolerancia, el controlador ejecuta el programa definido sin considerar eventuales desvíos entre PV y SP (da prioridad al tiempo).

### LINK DE PROGRAMAS

Es posible elaborar un gran programa, más complejo, con hasta 49 segmentos, conectando los 7 programas. De esta manera, al final de la ejecución de un programa el controlador inicia inmediatamente la ejecución de otro.

En la elaboración de un programa se define en la pantalla "*LP*" si habrá o no conexión a otro programa.

Para el controlador ejecute continuamente un determinado programa o programas, basta conectar un programa a él mismo o el último programa al primero.

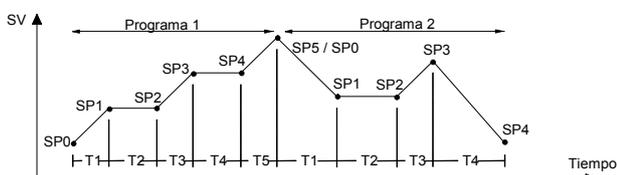


Figura 10 - Ejemplo de programas interconectados

### ALARME DE EVENTO

La función Alarma de Evento permite programar el accionamiento de las alarmas en segmentos específicos de un programa.

Para que esta función opere, las alarmas a ser accionados deben tener su función definida como *r5* y son configuradas en los parámetros *PE1* a *PE7*.

#### Notas:

1- Al retornar de una falta de energía el controlador retoma la ejecución del programa a partir del inicio del segmento que fue interrumpido.

### AUTO SINTONÍA DE LOS PARÁMETROS PID

Durante la sintonía automática el proceso es controlado en ON / OFF para el SP programado. Dependiendo de las características del proceso, pueden ocurrir grandes oscilaciones para arriba y abajo del valor del SP. La sintonía automática puede tardar algunos minutos para llevarse a cabo a ciertos procesos.

O procedimiento recomendado para su ejecución es el siguiente:

- Desactivar el control del proceso en la pantalla (*run* = NO).
- Programar la operación en modo automático (*Auto* = YES).
- Programar la banda proporcional > 0 (*Pb* > 0).
- Desactivar la función *Soft-start (SFSt* = 0).
- Desactivar la función de rampas y mesetas (*Pr n* = 0).
- Seleccionar SP próximo del valor deseado para el proceso.
- Habilitar la sintonía automática (*Auto* = YES).
- Habilitar el control (*run* = YES).

El indicador "*TUNE*" permanecerá encendido durante el proceso de sintonía automática.

Para la salida de control tipo relé o pulso, la sintonía automática calcula el mayor valor posible para el Tiempo de Ciclo PWM (*Lt*). Este valor puede ser disminuido en el caso que ocurra una pequeña inestabilidad. Cuando la salida de control comanda un relé de estado sólido se recomienda su reducción para 1 segundo.

Si la sintonía automática no resulta en control satisfactorio, la **Tabla 7** presenta orientación en como corregir el comportamiento del proceso.

PARÁMETRO	PROBLEMA VERIFICADO	SOLUCIÓN
Banda Proporcional	Respuesta lenta	Disminuir
	Gran oscilación	Aumentar
Tasa de Integración	Respuesta lenta	Aumentar
	Gran oscilación	Disminuir
Tiempo Derivativo	Respuesta lenta o inestabilidad	Disminuir
	Gran oscilación	Aumentar

Tabla 7 - Orientación para ajuste manual de los parámetros PID

### MANTENIMIENTO

#### PROBLEMAS CON EL CONTROLADOR

Los errores de conexión y la programación inadecuada constituyen la mayor parte de los problemas presentados en la utilización del controlador. Una revisión final puede evitar pérdidas de tiempo y perjuicios.

El controlador muestra algunos mensajes que tiene por objetivo auxiliar al usuario en la identificación de problemas.

MENSAJE	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
----	Entrada abierta. Sin sensor o señal.
<b>Err1</b> <b>Err6</b>	Problemas de conexión y/o configuración. Revisar las conexiones hechas y la configuración.

Otros mensajes de errores mostrados por el controlador representan daños internos que implican necesariamente en el envío del equipo para el mantenimiento. Informar el número de serie del aparato, que puede ser visto presionando la tecla durante de 3 segundos.

## CALIBRACIÓN DE LA ENTRADA

Todos los tipos de entrada del controlador ya salen calibrados de la fábrica, siendo la recalibración un procedimiento no aconsejado para operadores sin experiencia. Si es necesaria la recalibración de alguna escala, proceder como descrito a seguir:

- Configurar el tipo de entrada a ser calibrada.
- Programar los límites inferior y superior de indicación para los extremos del tipo de entrada.
- Aplicar a la entrada una señal correspondiente a una indicación conocida y poco arriba al límite inferior de indicación.
- Acceder al parámetro "**InLc**". Con las teclas  $\blacktriangle$  y  $\blacktriangledown$ , hacer con que el visor de parámetros indique el valor esperado. Enseguida presionar la tecla **P**.
- Aplicar a la entrada una señal correspondiente a una indicación conocida y poco abajo del límite superior de la indicación.
- Acceder al parámetro "**InHc**". Con las teclas  $\blacktriangle$  y  $\blacktriangledown$ , hacer con que el visor de parámetros indique el valor esperado. Enseguida presionar la tecla **P**.

**Nota:** Cuando efectuadas comprobaciones en el controlador, observar si la corriente de excitación del Pt100 exigida por el calibrador utilizado es compatible con la corriente de excitación de Pt100 usada en este instrumento: 0,170 mA.

## CALIBRACIÓN DEL SETPOINT REMOTO

Todos los tipos de entrada del setpoint remoto salen calibrados de fábrica, siendo la recalibración un procedimiento no aconsejado para operadores sin entrenamiento específico. Caso sea necesario recalibrar alguna escala, se proceder como descrito a seguir:

- Configurar el tipo de *setpoint* remoto a ser calibrado.
- Programar los límites inferior y superior del *setpoint* remoto para los puntos extremos del tipo de entrada.
- Aplicar a la entrada del *setpoint* remoto una señal correspondiente a una indicación conocida y poco mayor que el límite inferior.
- Acceder al parámetro "**rSLC**". Con las teclas  $\blacktriangle$  y  $\blacktriangledown$ , hacer coincidir la pantalla con el valor esperado. Después presionar la tecla **P**.
- Aplicar a la entrada del *setpoint* remoto una señal correspondiente a una indicación conocida y poco menor que el límite superior de la indicación.
- Acceder al parámetro "**rSHc**". Con las teclas  $\blacktriangle$  y  $\blacktriangledown$ , hacer coincidir la pantalla con el valor esperado. Después presionar la tecla **P**.

## CALIBRACIÓN DE LA SALIDA ANALÓGICA

- Configurar para modo manual (**Auto = no**).
- Habilitar control (**run = YES**).
- Configurar I/O 5 para salida de corriente que se desea calibrar, sea de control o retransmisión.
- Conectar un miliamperímetro a la salida de control analógica.
- Entrar en el ciclo de calibración.
- Seleccionar la pantalla "**ouLc**". Presionar las teclas  $\blacktriangle$  y  $\blacktriangledown$ .
- Leer la corriente indicada en el miliamperímetro e indicarla en la pantalla de "**ouLc**" a través de las teclas  $\blacktriangle$  y  $\blacktriangledown$ .
- Seleccionar la pantalla "**ouHc**". Actuar las teclas  $\blacktriangle$  y  $\blacktriangledown$ .
- Leer la corriente indicada en el miliamperímetro y indicarla en la pantalla de "**ouHc**" a través de las teclas  $\blacktriangle$  y  $\blacktriangledown$ .
- Salir del ciclo de calibración.

## COMUNICACIÓN SERIAL

El controlador puede ser proporcionado opcionalmente con la interface de comunicación serial asíncrona RS-485 para comunicación con una computadora supervisora (master). El controlador actúa siempre como esclavo. La comunicación es siempre iniciada por el maestro, que transmite un comando para la dirección del esclavo con el cual se desea comunicar. El esclavo direccionado asume el comando y envía la respuesta al master. El controlador acepta también comandos tipo *broadcast*.

## CARACTERÍSTICAS

- Señales compatibles con el estándar RS-485. Protocolo MODBUS (RTU). Conexión a 2 hilos entre 1 master y hasta 31 (pudiendo direccionar hasta 247) instrumentos en topología en *bus*. Las señales de comunicación son aisladas eléctricamente del resto del aparato;
- Máxima distancia de conexión: 1000 metros.
- Tiempo de desconexión del controlador: Máximo 2 ms después del último *byte*.
- Velocidad seleccionable; 8 de bits de datos; 1 bit de parada; paridad seleccionable (sin paridad, par o impar);
- Tiempo de inicio de transmisión de respuesta: máximo 100 ms después recibir el comando.
- No hay aislación eléctrica entre comunicación serial (RS485) y el canal I/O5.

Las señales RS-485 son:

D1	D	D+	B	Línea bidireccional de datos.	Terminal 16
D0	$\bar{D}$	D-	A	Línea bidireccional de datos invertida.	Terminal 17
C				Conexión opcional que mejora el desempeño de la comunicación.	Terminal 18
GND					

## CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA COMUNICACIÓN SERIAL

Tres parámetros deben ser configurados para utilización del serial:

**bAud:** Velocidad de comunicación.

**Prty:** Paridad de la comunicación.

**Raddr:** Dirección de comunicación del controlador.

## TABLA RESUMIDA DE REGISTRADORES PARA COMUNICACIÓN SERIAL

### PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Es soportado el protocolo MODBUS RTU esclavo. Todos los parámetros configurables del controlador pueden ser leídos y/o escritos a través de la comunicación serial. Se permite también la escritura en los Registradores en modo de difusión (*broadcast*), utilizándose la dirección 0.

Los comandos *Modbus* disponibles son los siguientes:

03 - Read Holding Register	06 - Preset Single Register
05 - Force Single Coil	16 - Preset Multiple Register

### TABLA RESUMIDA DE REGISTRADORES TIPO HOLDING REGISTER

A continuación se presentan los registradores más utilizados. Para informaciones completas consulte la **Tabla de Registradores para Comunicación Serial** disponible para download en la página del N1100 en el web site – [www.novusautomation.com](http://www.novusautomation.com).

Los registradores en la tabla abajo son del tipo *entero 16 bits con signo*.

Dirección	Parámetro	Descripción del Registrador
0000	SP ativo	Lectura: <i>Setpoint</i> de Control activo (de la pantalla principal, do Programa de Rampas y Mesetas o del <i>setpoint</i> remoto). Escritura: <i>Setpoint</i> de Control en la pantalla principal. Rango máximo: desde <b>SPLL</b> hasta el valor seteado en <b>SPHL</b> .
0001	PV	Lectura: Variable de Proceso. Escritura: no permitida. En medición de temperatura, el valor siempre será multiplicado por 10, independientemente del valor de <b>dPPa</b> .
0002	MV	Lectura: Potencia de Salida activa (manual o automático). Escritura: apenas permitida cuando en modo manual. Rango: 0 a 1000 (0.0 a 100.0 %).

### ESPECIFICACIONES

**DIMENSIONES:** ..... 48 x 48 x 110 mm (1/16 DIN)  
..... Peso Aproximado: 150 g

**RECORTE EN EL PANEL:** ..... 45,5 x 45,5 mm (+0,5 -0,0 mm)

**ALIMENTACIÓN:** ..... 100 a 240 Vca/cc ( $\pm 10\%$ ), 50/60 Hz  
Opcional 24V: ..... 12 a 24 Vcc / 24 Vca (-10 % / +20 %)  
Consumo máximo: ..... 9 VA

#### CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura de Operación: ..... 5 a 50 °C  
Humedad Relativa: ..... 80 % máx. hasta 30 °C  
Para temperaturas mayores que 30 °C, disminuir 3 % por °C  
Uso interno; Categoría de instalación II, Grado de contaminación 2; altitud < 2000 m

**ENTRADA** ..... T/C, Pt100, tensión y corriente (conforme **Tabla 1**)

**Resolución Interna:** ..... 32767 niveles (15 bits)

**Resolución del Pantalla:** ...12000 niveles (de -1999 hasta 9999)

**Tasa de lectura de la entrada:** ..... hasta 5 por segundo

**Precisión:** ..... Termocuplas **J, K, T, E:** 0,25 % del *span*  $\pm 1$  °C

..... Termocuplas **N, R, S, B:** 0,25 % del *span*  $\pm 3$  °C

..... Pt100: 0,2 % del *span*

..... 4-20 mA, 0-50 mV, 0-5 Vcc: 0,2 % del *span*

**Impedancia de entrada:** 0-50 mV, Pt100 y termocuplas: >10 M $\Omega$

..... 0-5 V: >1 M $\Omega$

..... 4-20 mA: 15  $\Omega$  (+2 Vcc @ 20 mA)

**Medición do Pt100:** ..... Tipo 3 hilos, ( $\alpha=0,00385$ ) con compensación de longitud del cable, corriente de excitación de 0,170 mA.

Todos los tipos de entrada calibrados de fábrica. Termocuplas conforme norma NBR 12771/99, RTD's NBR 13773/97;

**SALIDA ANALÓGICA (I/O5):** ..... 0-20 mA o 4-20 mA, 550  $\Omega$  max. .... 31000 niveles, aislada, para control o retransmisión de PV y SP

#### CONTROL OUTPUT:

..... 2 Relés SPST-NA (I/O1 y I/O2): 1,5 A / 240 Vca, uso general

..... 1 Relé SPDT (I/O3): 3 A / 250 Vca, uso general

..... Pulso de tensión para SSR (I/O5): 10 V máx. / 20 mA

..... Pulso de tensión para SSR (I/O3 y I/O4): 5 V máx. / 20 mA

**ENTRADA DE SP REMOTO:** ..... 0-20 mA, 4-20 mA, 5 V, 10 V

Esta característica requiere un resistor externo de 100 R, conectado a los terminales 9 y 10 del panel trasero del controlador. Para entradas 0-5 V y 0-10 V esse resistor no es necesario.

**COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA:** ..... EN 61326-1:1997 y EN 61326-1/A1:1998

**SEGURIDAD:** ..... EN61010-1:1993 y EN61010-1/A2:1995

**INTERFACE USB:** 2.0, clase CDC (puerto serie virtual), protocolo MODBUS RTU.

**CONEXIONES APROPIAS PARA TERMINALES TIPO HORQUILLA DE 6,3 mm;**

**PANEL FRONTAL:** IP65, policarbonato UL94 V-2;

**CAJA:** IP20, ABS+PC UL94 V-0;

**CICLO PROGRAMABLE DE PWM:** de 0.5 hasta 100 segundos;

**INICIA OPERACIÓN:** después 3 segundos de encendida la alimentación.

**CERTIFICACIONES:** ..... CE / UL (FILE: E300526)

#### IDENTIFICACIÓN

N1100 -	3R -	485 -	24V
A	B	C	D

**A:** Modelo de controlador:

**N1100;**

**B:** Opcionales de I/O:

**Nada mostrado** (versión básica, sin los siguientes opcionales);

**3R** (versión con Relé SPDT disponible en I/O3);

**DIO** \*(versión con I/O3 y I/O4 disponibles);

**C:** Comunicación Digital:

**Nada mostrado** (versión básica, sin comunicación serial);

**485** (versión con serial RS485, Modbus *protocol*);

**D:** Alimentación Eléctrica:

**Nada mostrado** (versión básica, de 100 a 240 Vca/cc);

**24V** \*(versión con alimentación de 12 a 24 Vcc / 24 Vca).

\* Modelos disponibles hasta 2015. Después de esa fecha, los mismos serán atendidos por la línea N1200.

### INFORMACIONES DE SEGURIDAD

Los proyectos de sistemas de control deben tener en cuenta el potencial de falla de cualquiera de sus partes. Este producto no es un dispositivo de seguridad o protección y sus alarmas internas no proveen protección en caso de falla. Dispositivos de seguridad externos deben ser previstos siempre que hubiera riesgos para personas o bienes.

El desempeño y las especificaciones de este producto pueden ser afectados por su ambiente de operación e instalación. Es responsabilidad del usuario garantizar la adecuada puesta a tierra, el blindaje, recorrido de los cables y filtrado de ruidos eléctricos siguiendo las normas locales y las buenas prácticas de instalación y compatibilidad electromagnética.

### SOPORTE Y ASISTENCIA TÉCNICA

Este producto no contiene piezas plausibles de reparación. Contacte a nuestro representante local para obtener servicio autorizado. Para soluciones de problemas visite nuestras FAQ en [www.novusautomation.com](http://www.novusautomation.com).

### GARANTÍA LIMITADA Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

NOVUS garantiza al comprador de origen que este producto está libre de defectos de materia prima y fabricación bajo uso y servicios normales dentro de 1 (un) año a partir de la fecha de despacho de fábrica o de su canal oficial de ventas hacia el comprador de origen.

La responsabilidad de NOVUS durante el período de garantía se restringe al costo de la corrección del defecto presentado por el equipamiento o su sustitución y termina juntamente con el plazo de garantía.

Para informaciones completas sobre garantía y limitaciones de responsabilidad, verificar la sección en nuestro sitio web [www.novusautomation.com/garantia](http://www.novusautomation.com/garantia).

# Relé de propósito general LY

## Relé de potencia miniaturizado

- Equipado con barrera supresora de arcos.
- Rigidez dieléctrica: 2.000 V.
- Modelos de diodo incorporado añadidos a la serie LY.
- Los modelos de uno y dos polos son aplicables a bobinas de operación con valores nominales de 100/110 Vc.a., 110/120 Vc.a., 200/220 Vc.a., 220/240 Vc.a. ó 100/110 Vc.c.
- Los modelos de tres y cuatro polos son aplicables a bobinas de operación con valores nominales de 100/110 Vc.a., 200/220 Vc.a. ó 100/110 Vc.c.



## Tabla de selección

### ■ Relés abiertos

Tipo	Configuración de contacto	Terminales enchufables/para soldar 	Terminales enchufables/para soldar con indicador LED 	Terminales de CI 	Terminales enchufables/para soldar de montaje en parte superior 
Estándar	SPDT	LY1	LY1N	LY1-0	LY1F
	DPDT	LY2	LY2N	LY2-0	LY2F
	DPDT (bifurcado)	LY2Z	LY2ZN	LY2Z-0	LY2ZF
	3PDT	LY3	LY3N	LY3-0	LY3F
	4PDT	LY4	LY4N	LY4-0	LY4F
Con diodo incorporado (sólo c.c.)	SPDT	LY1-D	LY1N-D2	---	---
	DPDT	LY2-D	LY2N-D2	---	---
	DPDT (bifurcado)	LY2Z-D	LY2ZN-D2	---	---
	3PDT	LY3-D	---	---	---
	4PDT	LY4-D	LY4N-D2	---	---
Con CR incorporado (sólo c.a.)	SPDT	---	---	---	---
	DPDT	LY2-CR	LY2N-CR	---	---
	DPDT (bifurcado)	LY2Z-CR	LY2ZN-CR	---	---

**Nota: 1.** Al hacer el pedido, incluya la tensión nominal de bobina con el número de modelo. Las tensiones nominales de bobina se proporcionan en la tabla de valores nominales de la bobina.

Ejemplo: LY2, 6    Vc.a.    Tensión nominal de bobina

2. Los relés con terminales de conexión rápida #187 también están disponibles con contacto SPDT y DPDT. Consulte a su representante de OMRON para obtener más información.
3. Modelos SEV y relés estándar excluidos los modelos DPDT (bifurcado).
4. Los relés VDE o LR se deben especificar al realizar el pedido.

## ■ Accesorios (pedir por separado)

### Bases

Polos	Base de conexión frontal	Base de conexión posterior		
	Terminales de tornillos/Para montaje en carril DIN	Terminales enchufables/para soldar	Terminales wire-wrap	Terminales para CI
1 ó 2	PTF08A-E, PTF08A	PT08	PT08QN	PT08-0
3	PTF11A	PT11	PT11QN	PT11-0
4	PTF14A-E, PTF14A	PT14	PT14QN	PT14-0

- Nota: 1. Para PTF08-E y PTF14A-E, ver "Base de montaje en carril".  
2. Las bases PTF□A (-E) son conformes a las normas UL y CSA: UL 508/CSA C22.2.

### Placas de montaje para bases

Modelo de base	Para 1 base	Para 10 bases	Para 12 bases	Para 18 bases
PT08 PT08QN	PYP-1	---	---	PYP-18
PT11 PT11QN	PTP-1-3	---	PTP-12	---
PT14 PT14QN	PTP-1	PTP-10	---	---

### Emparejamientos de base y clip de fijación

Tipo de relé	Polos	Bases de conexión frontal		Bases de conexión posterior	
		Modelo de base	Modelo de clip	Modelo de base	Modelo de clip
Estándar, contactos bifurcados, indicador de operación, diodo incorporado	1, 2	PTF08A-E, PTF08A	PYC-A1	PT08(QN), PT08-0	PYC-P
	3	PTF11A		PT11(QN), PT11-0	
	4	PTF14A-E, PTF14A		PT14(QN), PT14-0	
Circuito CR	2	PTF08A-E, PTF08A	Y92H-3	PT08(QN), PT08-0	PYC-1

## Especificaciones

### ■ Valores nominales de la bobina

#### Relés de uno y dos polos

Tensión nominal	Corriente nominal		Resistencia de la bobina	Inductancia de la bobina (valor de referencia)		Tensión mínima de operación	Tensión máxima de reposición	Tensión máxima	Consumo (aprox.)
	50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON				
c.a.	6 V	214,1 mA	183 mA	12,2 Ω	0,04 H	0,08 H	80% máx. 30% mín.	110%	1,0 a 1,2 VA (60 Hz)
	12 V	106,5 mA	91 mA	46 Ω	0,17 H	0,33 H			
	24 V	53,8 mA	46 mA	180 Ω	0,69 H	1,30 H			
	50 V	25,7 mA	22 mA	788 Ω	3,22 H	5,66 H			
	100/110 V	11,7/12,9 mA	10/11 mA	3,750 Ω	14,54 H	24,6 H			
	110/120 V	9,9/10,8 mA	8,4/9,2 mA	4,430 Ω	19,20 H	32,1 H			
	200/220 V	6,2/6,8 mA	5,3/5,8 mA	12,950 Ω	54,75 H	94,07 H			
220/240 V	4,8/5,3 mA	4,2/4,6 mA	18,790 Ω	83,50 H	136,40 H				
C.C.	6 V	150 mA		40 Ω	0,16 H	0,33 H	10% mín.		0,9 W
	12 V	75 mA		160 Ω	0,73 H	1,37 H			
	24 V	36,9 mA		650 Ω	3,20 H	5,72 H			
	48 V	18,5 mA		2,600 Ω	10,6 H	21,0 H			
	100/110 V	9,1/10 mA		11,000 Ω	45,6 H	86,2 H			

Nota: Ver las notas de la parte inferior de la página siguiente.

## Relés de tres polos

Tensión nominal	Corriente nominal		Resistencia de la bobina	Inductancia de la bobina (valor de referencia)		Tensión mínima de operación	Tensión máxima de reposición	Tensión máxima	Consumo (aprox.)	
	50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON					% de la tensión nominal
c.a.	6 V	310 mA	270 mA	6,7 Ω	0,03 H	0,05 H	80% máx.	30% mín.	110%	1,6 a 2,0 VA (60 Hz)
	12 V	159 mA	134 mA	24 Ω	0,12 H	0,21 H				
	24 V	80 mA	67 mA	100 Ω	0,44 H	0,79 H				
	50 V	38 mA	33 mA	410 Ω	2,24 H	3,87 H				
	100/110 V	14,1/16 mA	12,4/13,7 mA	2.300 Ω	10,5 H	18,5 H				
	200/220 V	9,0/10,0 mA	7,7/8,5 mA	8.650 Ω	34,8 H	59,5 H				
C.C.	6 V	234 mA		25,7 Ω	0,11 H	0,21 H	10% mín.		1,4 W	
	12 V	112 mA		107 Ω	0,45 H	0,98 H				
	24 V	58,6 mA		410 Ω	1,89 H	3,87 H				
	48 V	28,2 mA		1.700 Ω	8,53 H	13,9 H				
	100/110 V	12,7/13 mA		8.500 Ω	29,6 H	54,3 H				

**Nota:** Ver notas de la tabla siguiente.

## Relés de cuatro polos

Tensión nominal	Corriente nominal		Resistencia de la bobina	Inductancia de la bobina (valor de referencia)		Tensión mínima de operación	Tensión máxima de reposición	Tensión máxima	Consumo (aprox.)	
	50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON					% de la tensión nominal
c.a.	6 V	386 mA	330 mA	5 Ω	0,02 H	0,04 H	80% máx.	30% mín.	110%	1,95 a 2,5 VA (60 Hz)
	12 V	199 mA	170 mA	20 Ω	0,10 H	0,17 H				
	24 V	93,6 mA	80 mA	78 Ω	0,38 H	0,67 H				
	50 V	46,8 mA	40 mA	350 Ω	1,74 H	2,88 H				
	100/110 V	22,5/25,5 mA	19/21,8 mA	1.600 Ω	10,5 H	17,3 H				
	200/220 V	11,5/13,1 mA	9,8/11,2 mA	6.700 Ω	33,1 H	57,9 H				
C.C.	6 V	240 mA		25 Ω	0,09 H	0,21 H	10% mín.		1,5 W	
	12 V	120 mA		100 Ω	0,39 H	0,84 H				
	24 V	69 mA		350 Ω	1,41 H	2,91 H				
	48 V	30 mA		1.600 Ω	6,39 H	13,6 H				
	100/110 V	15/15,9 mA		6.900 Ω	32 H	63,7 H				

- Nota:**
1. La corriente nominal y la resistencia de la bobina se miden a una temperatura de bobina de 23°C con tolerancias de +15%/–20% para las corrientes nominales y ±15% para la resistencia de bobina de c.c.
  2. Las características técnicas de funcionamiento se miden a una temperatura de bobina de 23°C.
  3. La resistencia y la impedancia de bobina de c.a. se ofrecen como valores de referencia (a 60 Hz).
  4. La caída del consumo se ha medido de acuerdo con los datos anteriores. Cuando excite transistores, compruebe la corriente de fuga y conecte una resistencia de absorción si es necesario.

## ■ Valores nominales de contacto

Relé	Contacto simple				Contactos bifurcados	
	1 polo		2, 3 ó 4 polos		2 polos	
<b>Carga</b>	Carga resistiva ( $\cos\phi = 1$ )	Carga inductiva ( $\cos\phi=0,4$ , L/R=7 ms)	Carga resistiva ( $\cos\phi = 1$ )	Carga inductiva ( $\cos\phi=0,4$ , L/R=7 ms)	Carga resistiva ( $\cos\phi = 1$ )	Carga inductiva ( $\cos\phi=0,4$ , L/R=7 ms)
<b>Carga nominal</b>	110 Vc.a. 15 A 24 Vc.c. 15 A	110 Vc.a. 10 A 24 Vc.c. 7 A	110 Vc.a. 10 A 24 Vc.c. 10 A	110 Vc.a. 7,5 A 24 Vc.c. 5 A	110 Vc.a. 5 A 24 Vc.c. 5 A	110 Vc.a. 4 A 24 Vc.c. 4 A
<b>Corriente nominal</b>	15 A		10 A		7 A	
<b>Tensión de conmutación máxima</b>	250 Vc.a. 125 Vc.c.		250 Vc.a. 125 Vc.c.		250 Vc.a. 125 Vc.c.	
<b>Corriente de conmutación máxima</b>	15 A		10 A		7 A	
<b>Capacidad de conmutación máx.</b>	1.700 VA 360 W	1.100 VA 170 W	1.100 VA 240 W	825 VA 120 W	550 VA 120 W	440 VA 100 W
<b>Tasa de fallos (valor de referencia)</b>	100 mA, 5 Vc.c.		100 mA, 5 Vc.c.		10 mA, 5 Vc.c.	

\*Nota: Nivel P:  $\lambda_{60} = 0,1 \times 10^{-6}$ /operación, valor de referencia

## ■ Características

Elemento	Todos excepto los relés con contactos bifurcados	Relés con contactos bifurcados
<b>Resistencia de contacto</b>	50 mΩ máx.	
<b>Tiempo de operación</b>	25 ms máx.	
<b>Tiempo de reposición</b>	25 ms máx.	
<b>Frecuencia máx. de operación</b>	Mecánica: 18.000 operaciones/hr Eléctrica: 1.800 operaciones/hr (a carga nominal)	
<b>Resistencia de aislamiento</b>	100 MΩ mín. (a 500 Vc.c.)	
<b>Rigidez dieléctrica</b>	1.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 minuto entre contactos de la misma polaridad 2.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 minuto entre contactos de polaridad distinta	
<b>Resistencia a vibraciones</b>	Destrucción: de 10 a 55 a 10 Hz, 0,5 mm de amplitud (1,0 mm de amplitud p-p) Malfunción: de 10 a 55 a 10 Hz, 0,5 mm de amplitud (1,0 mm de amplitud p-p)	
<b>Resistencia a golpes</b>	Destrucción: 1.000 m/s <sup>2</sup> Malfunción: 200 m/s <sup>2</sup>	
<b>Vida útil</b>	Mecánica: c.a.: 50.000.000 operaciones mín. (a 18.000 operaciones/hr) c.c.: 100.000.000 operaciones mín. (a 18.000 operaciones/hr) Eléctrica: Uno, tres y cuatro polos: 200.000 operaciones mín. (a 1.800 operaciones/hr a carga nominal) Dos polos: 500.000 operaciones mín. (a 1.800 operaciones/hr a carga nominal)	
<b>Temperatura ambiente*</b>	En servicio: Relés de contacto bifurcado estándar de uno y dos polos: -25°C a 55°C (sin formación de hielo) (-25°C a 70°C si la corriente es 4 A o menos) Todos los demás relés: -25°C a 40°C (sin formación de hielo) (-25°C a 55°C si la corriente es 4 A o menos)	
<b>Humedad ambiente</b>	En servicio: de 5% a 85%	
<b>Peso</b>	Uno y dos polos: aprox. 40 g, tres polos: aprox. 50 g, cuatro polos: aprox. 70 g	

Nota: 1. Los valores indicados anteriormente son valores iniciales.

2. El límite superior de 40°C para algunos relés se debe a la relación entre la temperatura de unión de diodo y el elemento utilizado.

## ■ Resistencia a cargas reales (sólo referencia)

### LY1

Tensión nominal	Tipo de carga	Condiciones	Frecuencia de activación	Vida útil eléctrica
100 Vc.a.	Motor de c.a.	400 W, 100 Vc.a. monofásico con corriente de pico de 35 A, corriente de 7 A	ON durante 10 s, OFF durante 50 s	50.000 operaciones
	Lámpara de c.a.	300 W, 100 Vc.a. con corriente de pico de 51 A, corriente de 3 A		ON durante 5 s, OFF durante 55 s
		500 W, 100 Vc.a. con corriente de pico de 78 A, corriente de 5 A	25.000 operaciones	
	Condensador (2.000 µF)	24 Vc.c. con corriente de pico de 50 A, corriente de 1 A	ON durante 1 s, OFF durante 6 s	100.000 operaciones
	Solenoides de c.a.	50 VA con corriente de pico de 2,5 A, corriente de 0,25 A		ON durante 1 s, OFF durante 2 s
		100 VA con corriente de pico de 5 A, corriente de 0,5 A	800.000 operaciones	

### LY2

Tensión nominal	Tipo de carga	Condiciones	Frecuencia de activación	Vida útil eléctrica
100 Vc.a.	Motor de c.a.	200 W, 100 Vc.a. monofásico con corriente de pico de 25 A, corriente de 5 A	ON durante 10 s, OFF durante 50 s	200.000 operaciones
	Lámpara de c.a.	300 W, 100 Vc.a. con corriente de pico de 51 A, corriente de 3 A		ON durante 5 s, OFF durante 55 s
		Condensador (2.000 µF)	24 Vc.c. con corriente de pico de 50 A, corriente de 1 A	
	24 Vc.c. con corriente de pico de 20 A, corriente de 1 A		150.000 operaciones	
	Solenoides de c.a.	50 VA con corriente de pico de 2,5 A, corriente de 0,25 A	ON durante 1 s, OFF durante 2 s	1.000.000 operaciones
		100 VA con corriente de pico de 5 A, corriente de 0,5 A		500.000 operaciones

### LY4

Tensión nominal	Tipo de carga	Condiciones	Frecuencia de activación	Vida útil eléctrica
100 Vc.a.	Motor de c.a.	200 W, 200 Vc.a. trifásico con corriente de pico de 5 A, corriente de 1 A	ON durante 10 s, OFF durante 50 s	500.000 operaciones
		750 W, 200 Vc.a. trifásico con corriente de pico de 18 A, corriente de 3,5 A		70.000 operaciones
	Lámpara de c.a.	300 W, 100 Vc.a. con corriente de pico de 51 A, corriente de 3 A	ON durante 5 s, OFF durante 55 s	50.000 operaciones
	Condensador (2.000 µF)	24 Vc.c. con corriente de pico de 50 A, corriente de 1 A	ON durante 1 s, OFF durante 15 s	5.000 operaciones
		24 Vc.c. con corriente de pico de 20 A, corriente de 1 A	ON durante 1 s, OFF durante 2 s	200.000 operaciones
	Solenoides de c.a.	50 VA con corriente de pico de 2,5 A, corriente de 0,25 A	ON durante 1 s, OFF durante 2 s	1.000.000 operaciones
		100 VA con corriente de pico de 5 A, corriente de 0,5 A		500.000 operaciones

■ Normas aprobadas

**Homologación UL 508 (Nº de expediente E41643)**

Nº de polos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto	Operaciones
1	6 a 240 Vc.a. 6 a 125 Vc.c.	15 A, 30 Vc.c. (resistiva)	6 x 10 <sup>3</sup>
		15 A, 240 Vc.a. (uso general)	25 x 10 <sup>3</sup>
		TV-5, 120 Vc.a. 1/2 HP, 120 Vc.a.	
2		15 A, 28 Vc.c. (resistiva)	6 x 10 <sup>3</sup>
		15 A, 120 Vc.a. (resistiva)	25 x 10 <sup>3</sup>
		12 A, 240 Vc.a. (uso general) 1/2 HP, 120 Vc.a.	
3 y 4		10 A, 30 Vc.c. (resistiva)	6 x 10 <sup>3</sup>
		10 A, 240 Vc.a. (uso general)	
		1/3 HP, 240 Vc.a.	

**Listado CSA 22.2 Nº 14 (Nº de expediente LR31928)**

Nº de polos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto	Operaciones
1	6 a 240 Vc.a. 6 a 125 Vc.c.	15 A, 30 Vc.c. (resistiva)	6 x 10 <sup>3</sup>
		15 A, 120 Vc.a. (uso general)	25 x 10 <sup>3</sup>
		1/2 HP, 120 Vc.a. TV-5, 120 Vc.a.	
2		15 A, 30 Vc.c. (resistiva)	6 x 10 <sup>3</sup>
		15 A, 120 Vc.a. (resistiva)	
		1/2 HP, 120 Vc.a. TV-3, 120 Vc.a.	
3 y 4		10 A, 30 Vc.c. (resistiva)	6 x 10 <sup>3</sup>
		10 A, 240 Vc.a. (uso general)	

**Listado SEV (Nº de expediente D3,31/137)**

Nº de polos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto	Operaciones
1	6 a 240 Vc.a. 6 a 125 Vc.c.	15 A, 24 Vc.a.	6 x 10 <sup>3</sup>
		15 A, 220 Vc.c.	
2 a 4		10 A, 24 Vc.a. 10 A, 220 Vc.c.	

**TÜV (Nº de expediente R9251226) (IEC255)**

Nº de polos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto	Operaciones
1 a 4	6 a 125 Vc.c. 6 a 240 Vc.a.	LY1, LY1-FD 15 A, 110 Vc.a. (cosφ=1) 10 A, 110 Vc.a. (cosφ=0,4) LY2, LY2-FD, LY3, LY3-FD, LY4, LY4-FD 10 A, 110 Vc.a. (cosφ=1) 7,5 A, 110 Vc.a. (cosφ=0,4)	100 x 10 <sup>3</sup>

**Homologación VDE (Nº 9903UG y 9947UG)**

Nº de polos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto	Operaciones
1	6, 12, 24, 50, 110, 220 Vc.a. 6, 12, 24, 48, 110 Vc.c.	10 A, 220 Vc.a. (cosφ=1)	200 x 10 <sup>3</sup>
		7 A, 220 Vc.a. (cosφ=0,4)	
	10 A, 28 Vc.c. (L/R=0 ms)		
	7 A, 28 Vc.c. (L/R=7 ms)		
2		7 A, 220 Vc.a. (cosφ=1)	
		4 A, 220 Vc.a. (cosφ=0,4)	
		7 A, 28 Vc.c. (L/R=0 ms)	
		4 A, 28 Vc.c. (L/R=7 ms)	

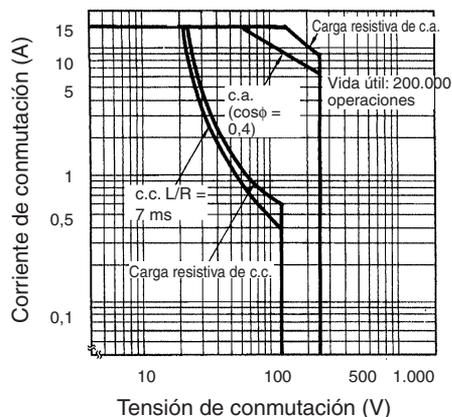
**Homologación LR (Nº 563KOB-204523)**

Nº de polos	Valores nominales de la bobina	Valores nominales de contacto
2, 4	6 a 240 Vc.a. 6 a 110 Vc.c.	7,5 A, 230 Vc.a. (PF0.4) 5 A, 24 Vc.c. (L/R=7 ms)

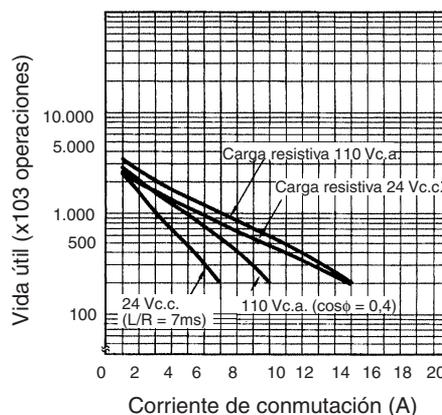
# Curvas Características

## LY1

Corriente de conmutación máxima

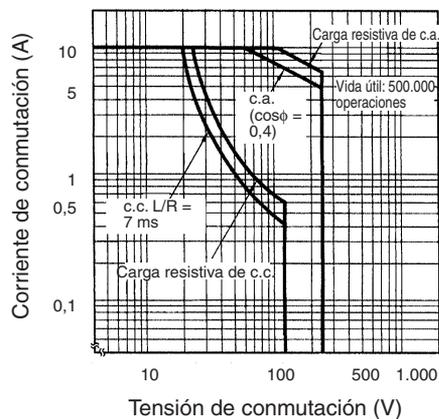


Vida útil

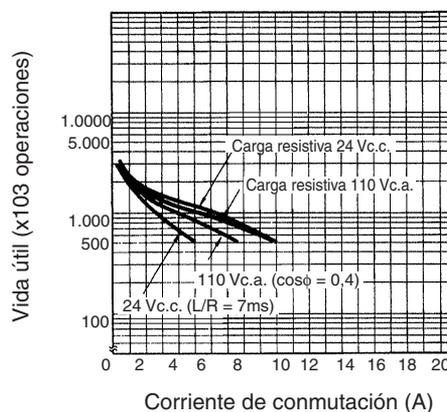


## LY2

Corriente de conmutación máxima

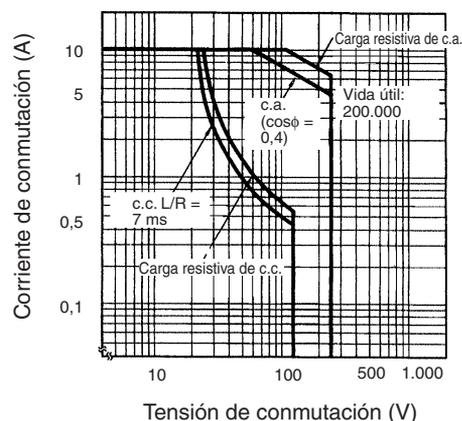


Vida útil

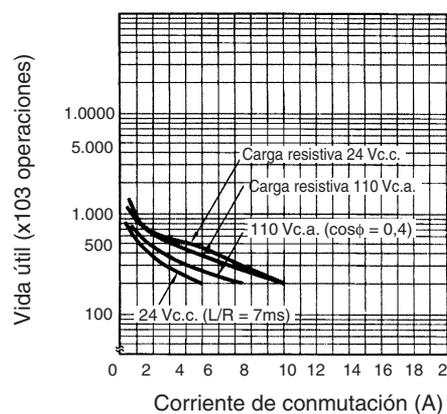


## LY3 y LY4

Corriente de conmutación máxima

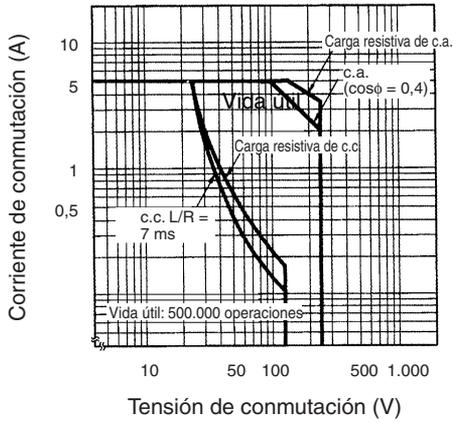


Vida útil

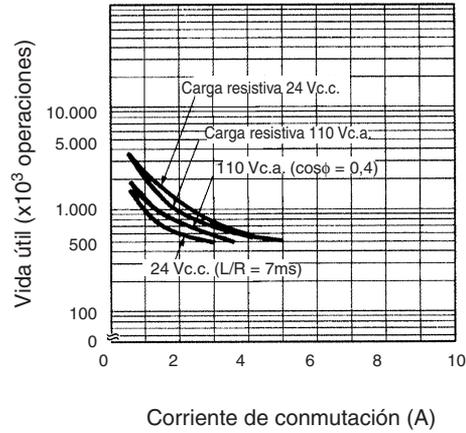


**LY2Z**

**Corriente de conmutación máxima**



**Vida útil**

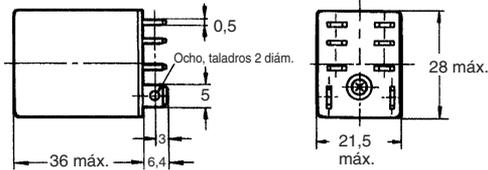
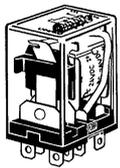


**Dimensiones**

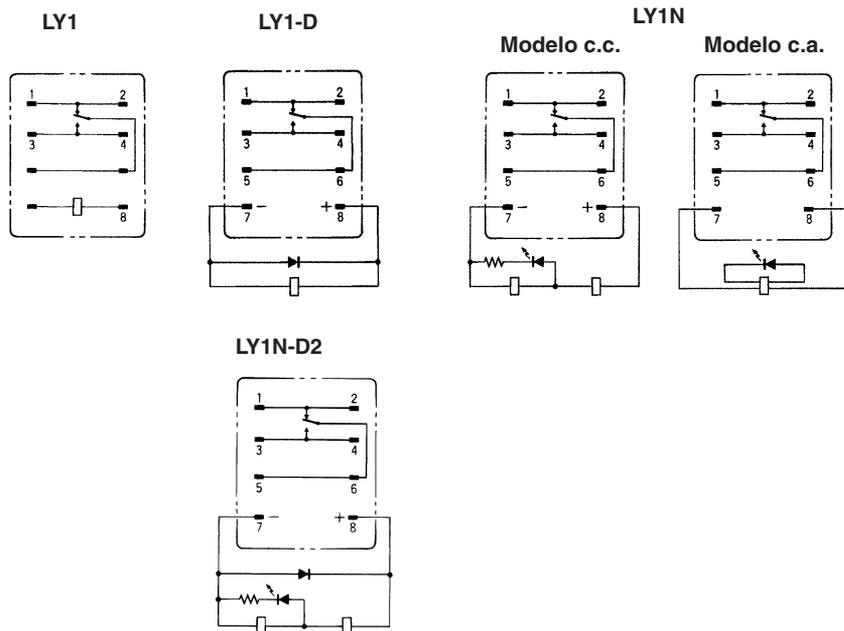
**Nota:** Todas las dimensiones se expresan en milímetros, a menos que se especifique lo contrario.

**Relés con terminales de soldadura/enchufables**

LY1  
LY1N (-D2)  
LY1-D



**Disposición de terminales/Conexiones internas (Vista inferior)**

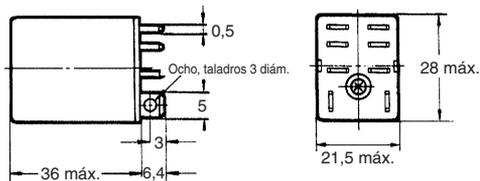


**Nota:** Los modelos de c.c. guardan polaridad.

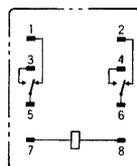
LY2  
LY2-D  
LY2N  
LY2N-D2

LY2Z  
LY2Z-D  
LY2ZN  
LY2ZN-D2

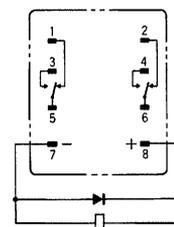
Disposición de terminales/Conexiones internas (Vista inferior)



LY2(Z)

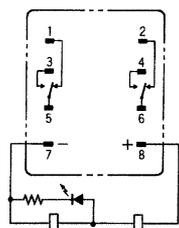


LY2(Z)-D

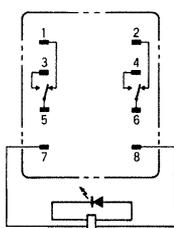


LY2(Z)N

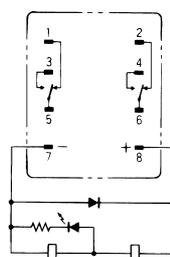
Modelo c.c.



Modelo c.a.

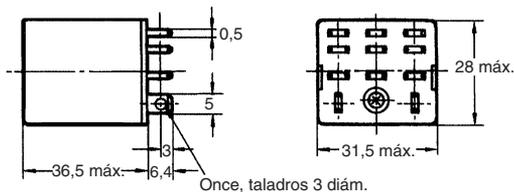
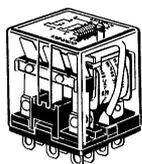


LY2(Z)N-D2



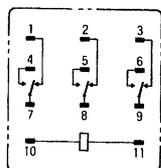
Nota: Los modelos de c.c. guardan polaridad.

LY3Z  
LY3N  
LY3-D

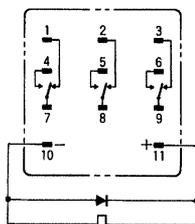


Disposición de terminales/Conexiones internas (Vista inferior)

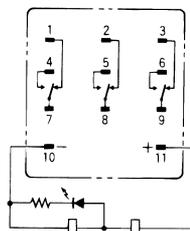
LY3



LY3-D

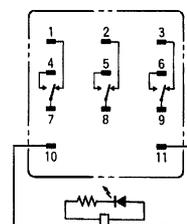


Modelo c.c.



LY3N

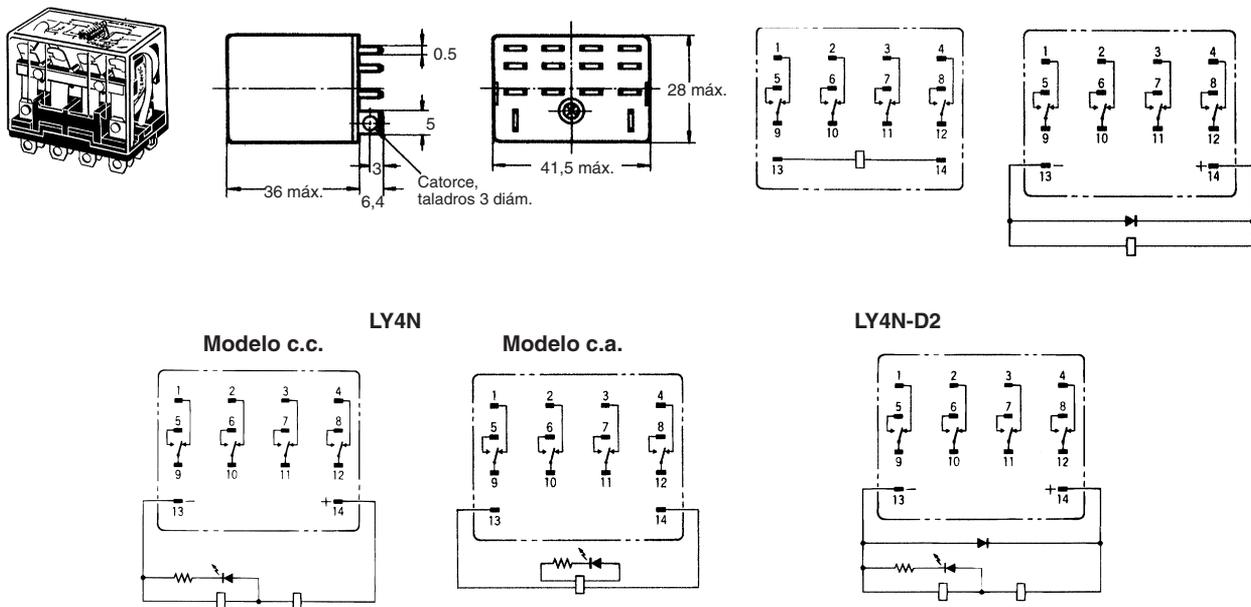
Modelo c.a.



Nota: Los modelos de c.c. guardan polaridad.

LY4 LY4N  
LY4-D LY4N-D2

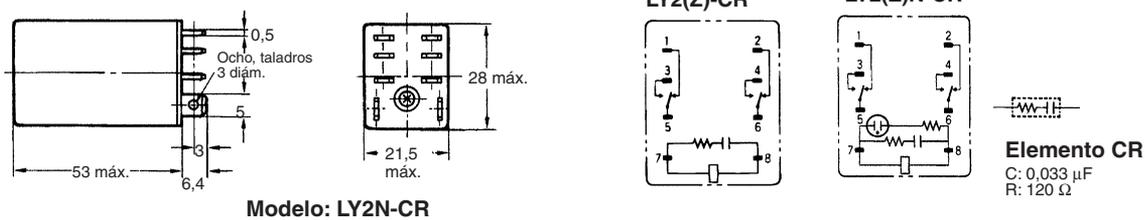
Disposición de terminales/Conexiones internas (Vista inferior)



Nota: Los modelos de c.c. guardan polaridad.

LY2-CR  
LY2Z-CR  
LY2N-CR  
LY2ZN-CR

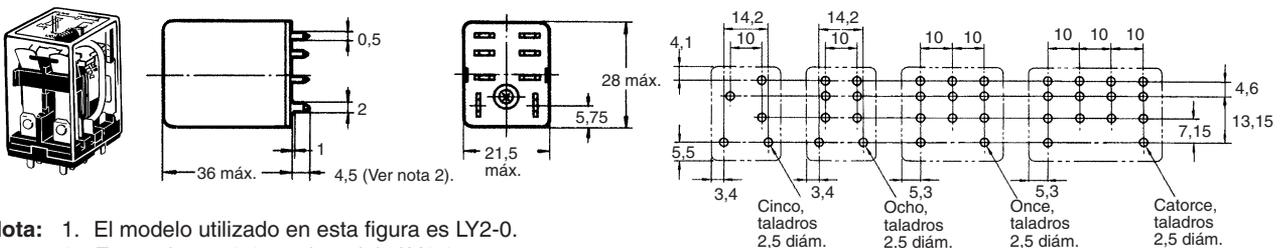
Disposición de terminales/Conexiones internas (Vista inferior)



Relés con terminales para circuito impreso

LY1-0 LY3-0  
LY2-0 LY4-0

Taladros de la placa de circuito impreso (Vista inferior)

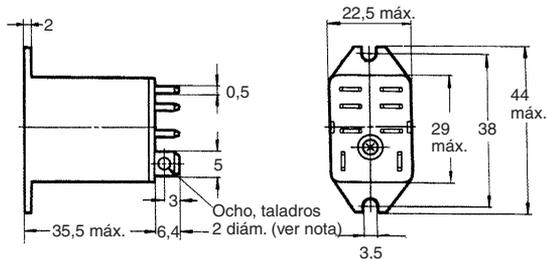
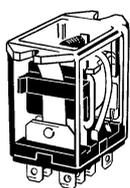


Nota: 1. El modelo utilizado en esta figura es LY2-0.  
2. Este valor es 6,4 en el modelo LY1-0.

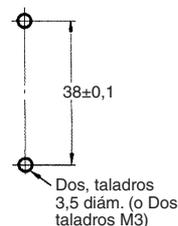
Nota: 1. La tolerancia correspondiente a las cifras anteriores es 0,1 mm.  
2. Además de los terminales, varias partes del modelo LY1-0 transmiten corriente. Tome las precauciones adecuadas al montar el modelo LY1-0 en una placa de circuito impreso de dos caras.

## Relés de montaje superior

LY1F  
LY2F

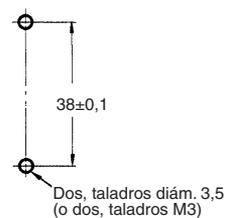
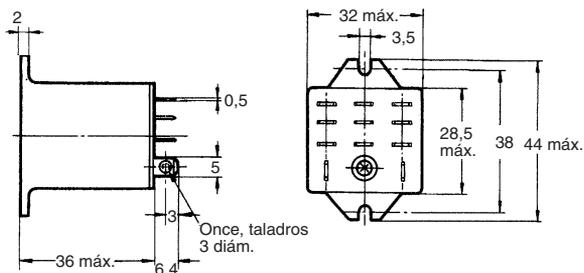
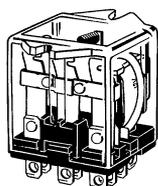


Taladros de montaje

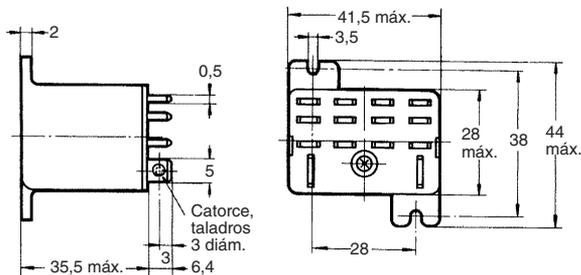
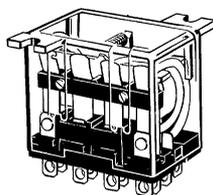


**Nota:** 1. Se deben aplicar Ocho taladros 3 diám. al modelo LY2F.

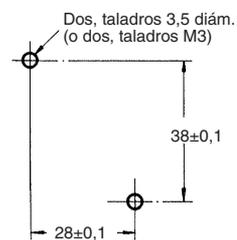
LY3F



LY4F



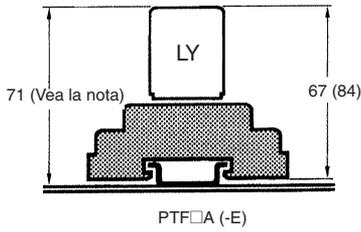
Taladros de montaje



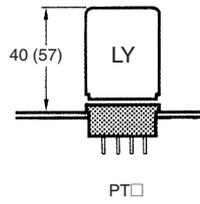
## Altura de montaje con base

Se deben mantener las siguientes alturas de base.

### Conexiones frontales



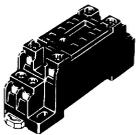
### Conexiones posteriores



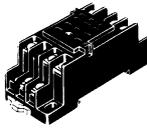
- Nota:**
1. El modelo PTF□A (-E) se puede montar en carriles o fijar mediante tornillos.
  2. En el caso del modelo LY□-CR (circuito CR de tipo integrado), medida es de 88.

## Bases

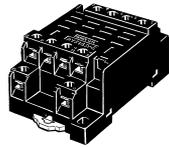
PTF08A-E



PTF11A



PTF14A-E



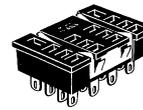
PT08



PT11



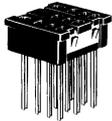
PT14



PT08QN



PT11QN



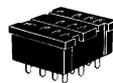
PT14QN



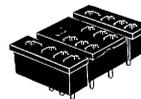
PT08-0



PT11-0

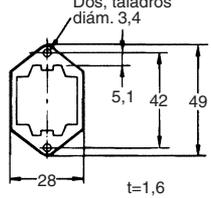


PT14-0

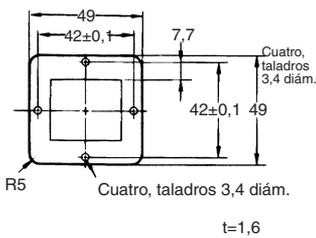


## Placas de montaje para bases de montaje posterior.

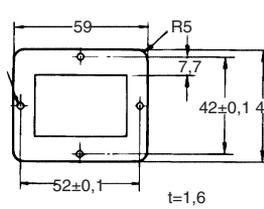
PYP-1



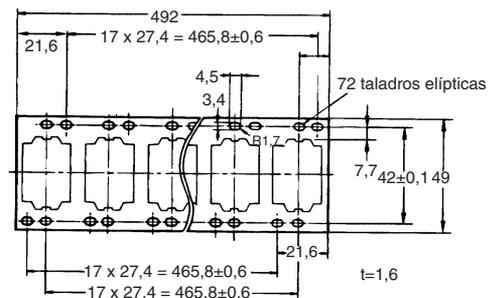
PTP-1-3



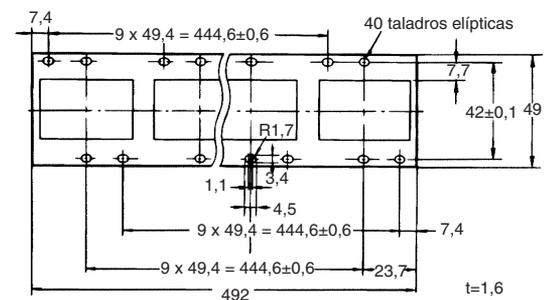
PTP-1



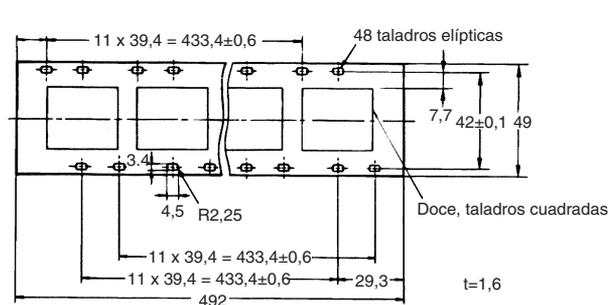
PYP-18



PTP-10

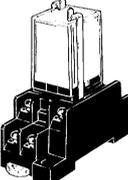
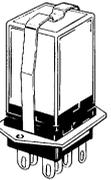
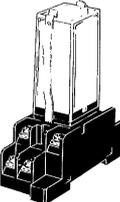


PTP-12



## ■ Clips de fijación

Los clips de fijación se utilizan para mantener los relés en las bases e impedir que queden sueltos a consecuencia de las vibraciones o los golpes.

Se utiliza con base		Se utiliza con placa de montaje de base	Para relé con circuito CR integrado	
<p>PYC-A1</p> 	<p>PYC-P</p> 	<p>PYC-S</p> 	<p>Y92H-3</p> 	<p>PYC-1</p> 

## Precauciones

Consulte las precauciones generales.

### ■ Conexiones

No invierta la polaridad cuando conecte relés accionados por c.c. con diodos o indicadores incorporados.

TODAS LAS DIMENSIONES SE ESPECIFICAN EN MILÍMETROS.

Para convertir de milímetros a pulgadas, multiplique por 0,03937. Para convertir de gramos a onzas, multiplique por 0,03527.

Cat. No. J002-ES1-10

Debido a las continuas mejoras y actualizaciones de los productos Omron, las especificaciones están sujetas a modificaciones sin previo aviso.

**INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO Y PUESTA EN SERVICIO:**

Es necesario tener muy en cuenta que la puesta en servicio deberá hacerse en forma gradual, por lo tanto es recomendable abrir la válvula inferior lentamente hasta llegar a la temperatura y presión de trabajo, y luego de la misma forma, abrir la válvula superior.

La resistencia de los cristales a los golpes térmicos no es ilimitada por lo tanto es recomendable proteger convenientemente el indicador de nivel contra lluvias y/o corrientes de aire.

**METODO PARA CONEXION DE INDICADORES AL RECIPIENTE:**

Para este tipo de conexión los métodos generalmente utilizados son los roscados, bridado o soldado cuyos usos se explican en el punto anterior.

**METODO PARA EL CAMBIO DE CRISTALES:**

Generalmente, la rotura de los cristales se debe más que a las presiones que soportan, a esfuerzos mecánicos, falta de rigidez o montaje impropio, por ello es muy importante que al realizar un cambio de cristal se tengan en cuenta las siguientes indicaciones:

a) Limpiar perfecta y cuidadosamente los asientos de las cámaras y de las tapas eliminando los restos de juntas que hayan podido quedar, evitando usar elementos cortantes que puedan dañar dichos asientos. Al colocar las juntas nuevas (esto debe hacerse cada vez que se desarme) no usar ningún elemento antiadhesivo (aceites, grasas, disulfuro de molibdeno, grafito, etc.).

b) Una vez ubicadas las juntas y el cristal se procederá a ajustar las tuercas en forma cruzada, gradual y pareja desde el centro hacia los extremos. Para desarmar se efectuará la operación en forma inversa.

Las torsiones que se utilizan son las siguientes:

para condiciones de trabajo de hasta:

55 kg/cm<sup>2</sup> a 38°C = 2,10 kgm (15 lb/pie)

100 kg/cm<sup>2</sup> a 38°C = 3 kgm (22 lb/pie)

Es recomendable darle el último ajuste una vez que se haya llegado al régimen normal de trabajo.

Los indicadores sometidos a altas presiones y/o temperaturas con un tiempo prolongado de uso, están expuestos a fatiga de material, por lo tanto, se recomienda controlar periódicamente si no han sufrido deformaciones, cuyo síntoma más notorio lo da la rotura constante de los cristales.

**METODO PARA CONEXION DEL NIVEL A LAS VALVULAS:**

Por lo general se utilizan 4 métodos de conexión:

a) Caja de Prensa Estopa: depende de la empaquetadura para sellar la unión; se usa con indicadores de cristal tubular y de cristal plano con adaptadores tubulares (espigas).

b) Conexión Roscada: comprende una unión con rosca cónica y se emplea para indicadores de cristal plano en construcciones de tipo rígido.

c) Conexión Bridada: utilizado cuando la seguridad exige la eliminación de conexiones roscadas.

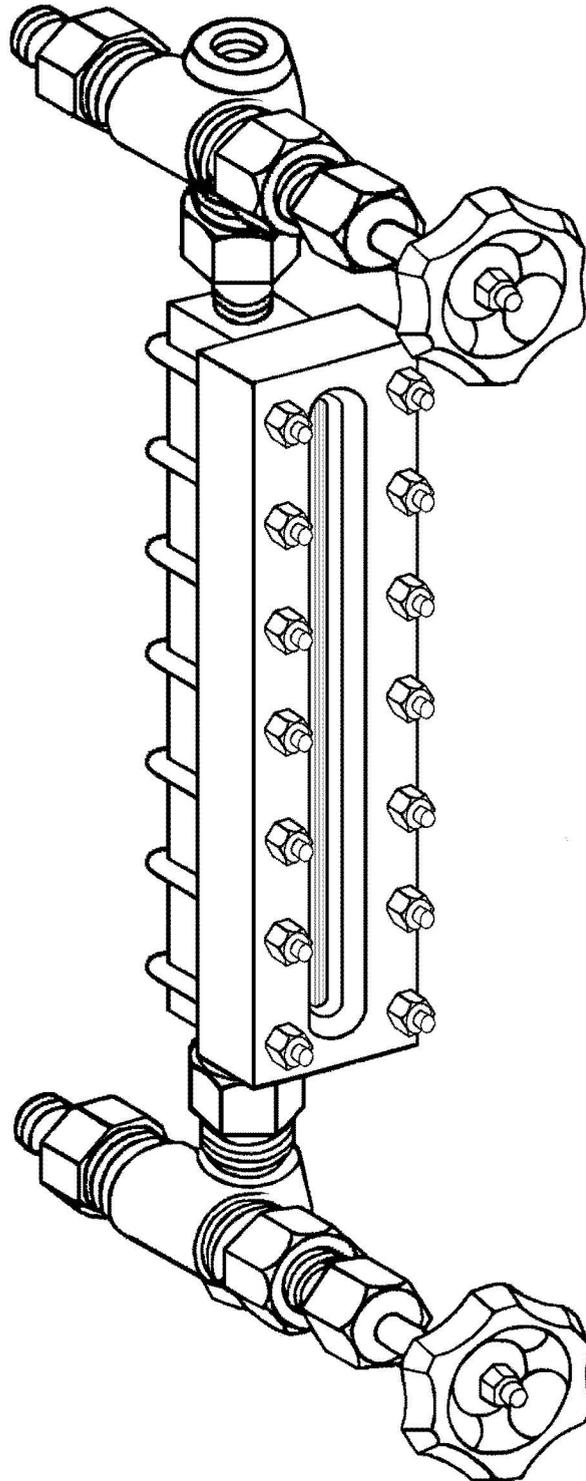
d) Conexión Soldada: solamente para construcciones donde se requiere que el indicador sea parte integral del tanque.

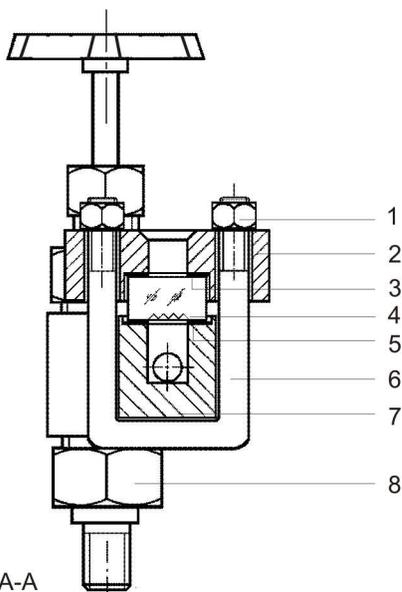
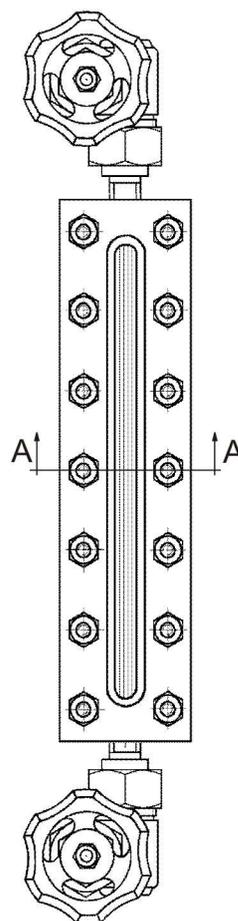
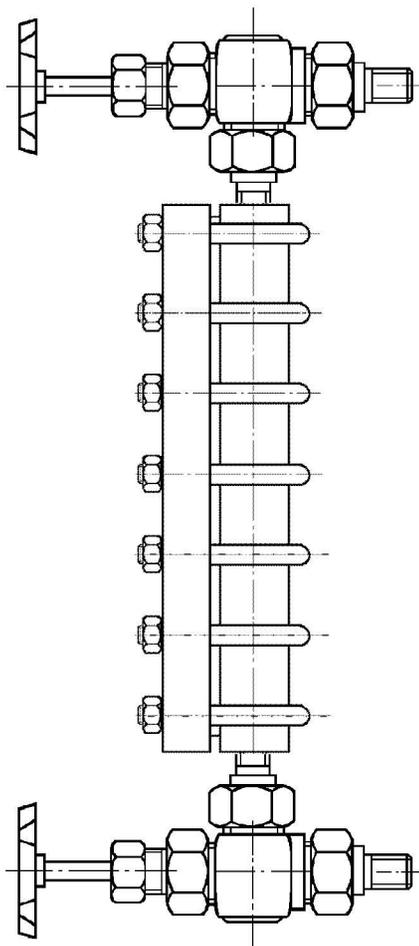
El diseño de cajas de empaquetaduras es apropiado para presiones medias. Resulta fácil cambiar el tubo de vidrio simplemente aflojando en su totalidad las tuercas del prensa estopa, introduciendo el cristal en la válvula superior, lo suficiente como para liberarlo de la inferior, luego ladeándolo hasta separarlo de la misma y así poder retirarlo.

Este mismo sistema, pero utilizando espigas como adaptadores tubulares, se emplea para indicadores de cristal plano.

El método de conexión roscada asegura rigidez y un buen sellado contra altas presiones; en el mismo las válvulas se roscan directamente a las conexiones del indicador a través de un niple tubular o media unión plana. Esta última permite remover el indicador, simplemente desenroscando las tuercas.

Estos dos tipos de conexiones posibilitan posicionar el indicador de tal forma que sea factible la visión desde cualquier dirección.

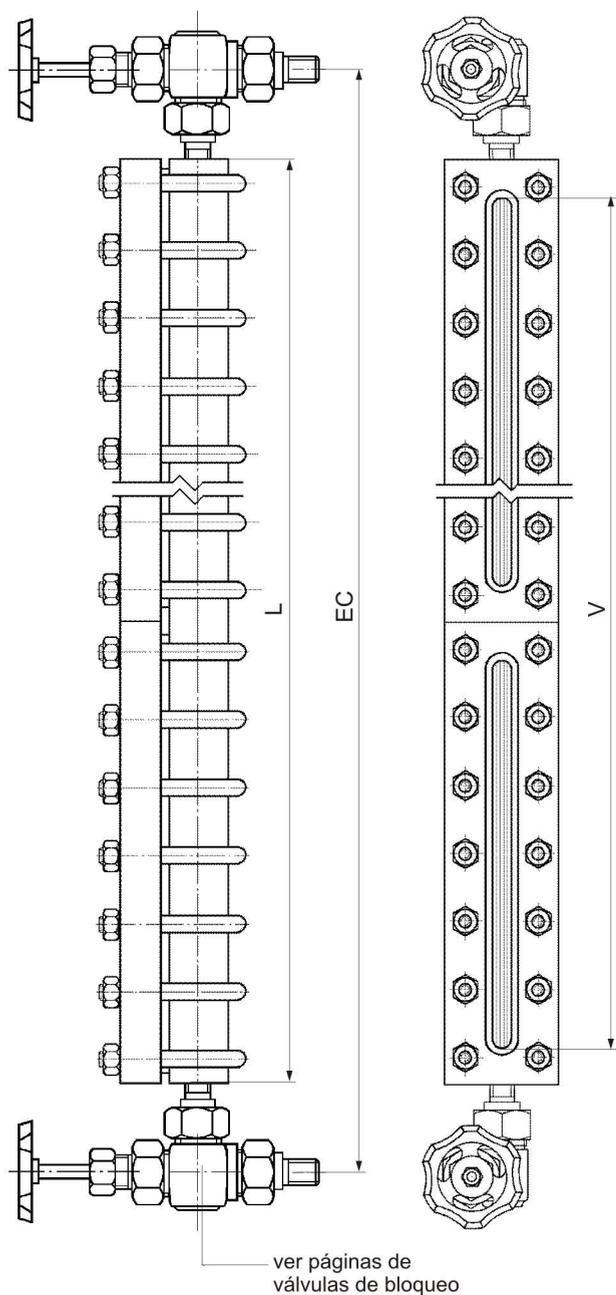




CORTE A-A

CONSTRUCCIÓN

PARTES	
1	TUERCA
2	TAPA
3	JUNTA EXTERIOR
4	VIDRIO
5	JUNTA INTERNA
6	ABRAZADERA
7	CUERPO
8	VALVULA DE BLOQUEO



MODELO	VISION	LARGO	ENTRE CENTROS
ver nota 1	V	L	EC
11 R 20	95	135	285
12 R 20	120	160	310
13 R 20	145	185	335
14 R 20	170	210	360
15 R 20	200	240	390
16 R 20	230	270	420
17 R 20	260	300	450
18 R 20	300	340	490
19 R 20	320	360	510
110 R 20	350	390	540
24 R 20	380	420	570
25 R 20	440	480	630
26 R 20	500	540	690
27 R 20	560	600	750
28 R 20	640	680	830
29 R 20	680	720	870
210 R 20	740	780	930
34 R 20	590	630	780
36 R 20	770	810	960
37 R 20	860	900	1050
38 R 20	980	1020	1170
39 R 20	1040	1080	1250
310 R 20	1130	1170	1340
44 R 20	800	840	990
45 R 20	920	960	1110
47 R 20	1160	1200	1350
48 R 20	1320	1360	1510
49 R 20	1400	1440	1590
410 R 20	1520	1560	1710
57 R 20	1460	1500	1650
58 R 20	1660	1700	1850
59 R 20	1760	1800	1950
510 R 20	1910	1950	2100
68 R 20	2000	2040	2190
69 R 20	2120	2160	2310
610 R 20	2300	2340	2490
78 R 20	2340	2380	2530
79 R 20	2480	2520	2670
710 R 20	2690	2730	2880
88 R 20	2680	2720	2870
89 R 20	2840	2880	3030
810 R 20	3080	3120	3270

## OBSERVACIONES

1) El código de los modelos debe interpretarse de la siguiente manera:

- el primer número indica la cantidad de módulos
- el segundo número indica el tamaño del cristal, la letra R, que el mismo es de reflexión, y el número 20 indica el modelo del nivel.

**Ejemplo:** 38 R 20 es un nivel de tres cuerpos con cristal reflex tamaño 8 modelo 20.

La distancia entre centros (EC) es estándar. A pedido se realizan en medidas especiales.

**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (EPS)**

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

**QW -482 ASME Boiler and Pressure Vessel Code SECTION IX – 2010 Edition. Add. 2011**

EPS N° / WPS N°: **F103**

Fecha / Date:

Avalado por RCP N°/ Supporting PQR N°: **F103-M**

Revisión N° / Revision N°: **00**

Fecha / Date:

Proceso(s) de Soldadura / Process(es):

<b>A</b>	<b>GTAW</b>			
<b>MANUAL</b>				

Tipo(s) / Type (s):

**JUNTAS / JOINTS (QW-402):**

Diseño de Junta / Joint design:

**A Tope / Butt Weld**

Abertura de raíz / Root spacing:

**Según esquema / See details**

Respaldo / Backing:

**NO / No**

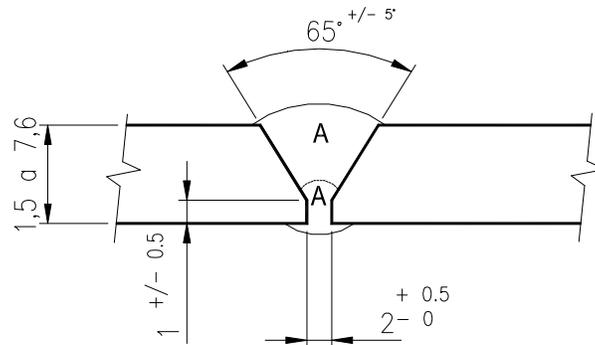
Tipo / Type:

**NO / No**

Material Respaldo / Backing Material:

**NO / No**

Esquema / Detail:



**O ver detalles en planos / or see details in drawings**

**METAL BASE / BASE METAL (QW-403):**

P N°: **8**

Grupo N° / Group N°: **NA** a / to

P N°: **8**

Grupo N° / Group N°: **NA**

ó / or

Especific. (Tipo y Grado) / Specification (Type / grade): **SA-312 TP304L**

A Especific. (Tipo y Grado) / to Specification (Type / grade) : **SA-312 TP304L**

ó / or

Comp. química y Prop. Mecánicas / Chem. Analysis and Mech. Prop.: -

A Comp. química y Prop. Mecánicas / to Chem. Analysis and Mech. Prop.: -

Ensayo de tenacidad / Impact Test:

**NO / No**

Variables Supl. Esenciales / Supplementary Essential Variables: **NO / No**

Temperatura de ensayo / Temperature Test:

Energía Mínima / Energy, Minimum:

Rango de espesores / Thickness Range:

Metal Base / Base Metal:

A tope / Groove: **1,5 a 7,6 mm**

Filete / Fillet: **TODOS / All**

Espesor de pasada máxima ≤ 1/2" / Maximum Pass Thickness ≤ 1/2": **NO / No**

Otros / Other:



**TECNICA / TECHNIQUE (QW-410):**

Cordón recto u oscilado / *String or Weave Bead*: **Oscilado / Weaved – 7 mm Max.**

Oscilación / *Oscillation*: **NO / No**

Orificio o tamaño de Boquilla / *Orifice, Nozzle, or Gas Cup Size*: **7 – 8 mm.**

Limpieza Inicial / *Inicial Cleaning*: **Cepillo / Brushing**

Limpieza entre Pasadas / *Interpass Cleaning*: **Amolado y Cepillado / Grinding and Brushing**

Método de Limpieza de Raíz / *Method of Back Gouging*: **NO / No**

Distancia Tubo Contacto a Pieza / *Contact Tube to Work Distance*: **NO / No**

Pasada(s) por lado / *Multiple or Single Pass (Per Side)*: **Múltiple / Multiple**

Electrodo simple ó múltiple / *Multiple or Single Electrodes*: **NO / No**

Espesor Máximo por pasada (para impacto) / *Pass Thickness, Maximum*: **NO / No**

Martillado / *Peening*: **NO / No**

Otros / *Other*: **NO / No**

**REGISTRO CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (RCP)**

*PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)*

**QW -483 ASME Boiler and Pressure Vessel Code SECTION IX – 2010 Edition. Add. 2011**

RCP N° / PQR N°: **FI03-M**

Fecha / Date

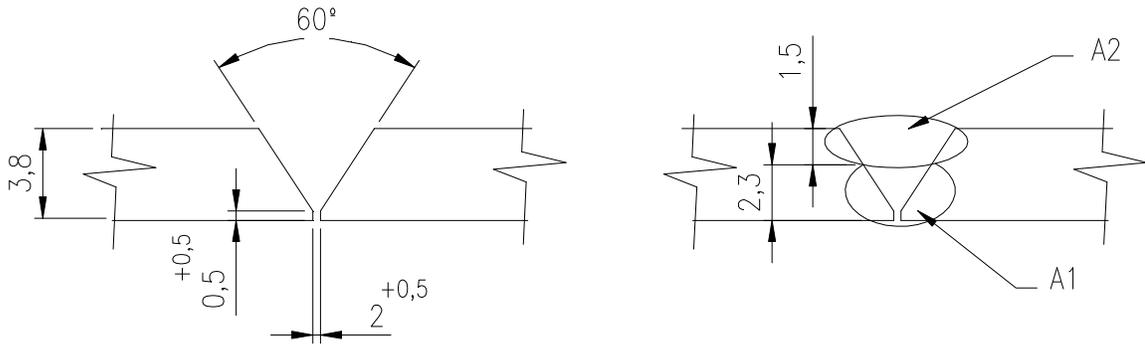
EPS N° / WPS N°: **FI03**

Proceso(s) de Soldadura / Process(es):

<b>A1</b>	<b>GTAW</b>	<b>A2</b>	<b>GTAW</b>		
<b>MANUAL</b>		<b>MANUAL</b>			

Tipo(s) / Type (s):

**JUNTAS / JOINTS (QW-402):**



**METAL BASE / BASE METAL (QW-403):**

Especific. (Tipo y Grado) / Specification (Type / grade): **SA-312 TP304L**

A Especific. (Tipo y Grado) / to Specification (Type / grade) : **SA-312 TP304L**

P N°: **8**

Grupo N° / Group N°: **1**

a / to

P N°: **8**

Grupo N° / Group N°: **1**

Ensayo de tenacidad / Impact Test: **NO / No**

Variables Supl. Esenciales / Supplementary Essential Variables: **NO / No**

Temperatura de ensayo / Temperature Test: **NO / No**

Energía Mínima / Energy, Minimum: **NO / No**

Espesor de la probeta / Thickness of Test Coupon: **3,8 mm**

Diámetro de la probeta / Diameter of Test Coupon: **60,3 mm**

Espesor de pasada máxima / Maximum Pass Thickness: **NO / No**

Otros / Other: **NO / No**

**METAL DE APORTE / FILLER METAL (QW-404):**

	<b>A1</b>	<b>A2</b>
Especific. N° / Spec. N° (SFA):	<b>SFA-5.9</b>	<b>SFA-5.9</b>
AWS. N° (Clase / class):	<b>ER308L</b>	<b>ER308L</b>
F N°:	<b>6</b>	<b>6</b>
A N°:	<b>8</b>	<b>8</b>
Dim. Metal de aporte / Size of Filler Metal:	<b>1,6 mm</b>	<b>2,4 mm</b>
Metal de aporte Supl. / Supplemental Filler Metal:	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>
Espesor Metal depositado / Weld Metal Thickness:	<b>2,3</b>	<b>1,5</b>
Fundente-Electrodo (Clase) / Electrode-Flux (Class):	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>
Tipo de Fundente / Flux Type:	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>
Marca de Fundente / Flux Trade Name:	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>
Inserto consumible / Consumable Insert:	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>
Otros / Other:	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>

**POSICIONES / POSITIONS (QW-405):**

Posiciones de la Junta / Position(s) of Groove: **1G Rotated**  
 Progresión de Soldadura / Welding Progression: **NO / No**  
 Otros / Other: **NO / No**

**PRECALENTAMIENTO / PREHEAT (QW-406):**

Mínima Temperatura de Calentamiento / Preheat Temperature, Minimum: **30 °C**  
 Máxima Temperatura entre Pasadas / Interpass Temperature, Maximum: **140 °C**  
 Otros / Other: **NO / No**

**TRATAMIENTO TERMICO POST SOLDADURA / POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407):**

Temperatura / Temperature: **NO / No**  
 Tiempo / Time: **NO / No**  
 Otros / Other: **NO / No**

**GAS / GAS (QW-408):**

	Gas(es) / Gas(es)	% Composición Mezcla % Composition (Mixture)	Flujo / Flow Rate (l/min)
Protección / Shielding:	<b>Argón</b>	<b>NO / No</b>	<b>22</b>
Arrastre / Trailing:	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>
Respaldo / Backing:	<b>Argón</b>	<b>NO / No</b>	<b>16</b>
Otros / Other:	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>	<b>NO / No</b>

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS / ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409):**

Pasadas Weld Pass(es)	Proceso Process	Metal de aporte Filler Metal		Corriente Current		Volts	Velocidad soldadura Travel Speed (cm/min)	Otros Other
		Clasificación Classification	Diámetro Diameter	Tipo y polaridad Type and polarity	Amp. Amp.			
<b>A1</b>	<b>GTAW</b>	<b>ER308L</b>	<b>1,6 mm</b>	<b>CC (-)</b>	<b>78</b>	<b>10</b>	<b>5,5</b>	
<b>A2</b>	<b>GTAW</b>	<b>ER308L</b>	<b>2,4 mm</b>	<b>CC (-)</b>	<b>88</b>	<b>11,5</b>	<b>6</b>	

Comentarios / Comments: **NO / No**

**TECNICA / TECHNIQUE (QW-410):**

Cordón recto u oscilado / *String or Weave Bead*: **Oscilado / Weaved (7 mm máx.)**  
 Oscilación / *Oscillation*: **NO / No**  
 Orificio o tamaño de Boquilla / *Orifice, Nozzle, or Gas Cup Size*: **7 mm**  
 Limpieza Inicial / *Inicial Cleaning*: **Cepillo / Brushing**  
 Limpieza entre Pasadas / *Interpass Cleaning*: **Amolado y Cepillado / Grinding and Brushing**  
 Método de Limpieza de Raíz / *Method of Back Gouging*: **NO / No**  
 Distancia Tubo Contacto a Pieza / *Contact Tube to Work Distance*: **NO / No**  
 Pasada(s) por lado / *Multiple or Single Pass (Per Side)*: **Múltiple / Multiple**  
 Electrodo simple ó múltiple / *Multiple or Single Electrodes*: **NO / No**  
 Espesor Máximo por pasada (para impacto) / *Pass Thickness, Maximum*: **NO / No**  
 Martillado / *Peening*: **NO / No**

Otros / *Other*: **NO / No**

**ENSAYO DE TRACCION / TENSILE TEST (QW-150):**

Probeta N° <i>Specimen N°</i>	Ancho <i>Width</i> (mm)	Espesor <i>Thickness</i> (mm)	Area <i>Area</i> (mm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura <i>Ultimate Total Load</i> (daN)	Tensión de Rotura <i>Ultimate Unit Stress</i> (MPa)	Tipo de Falla y Ubicación <i>Type of Failure and Location</i>
FI03-T1	12,9	3,5	45,15	2941	651	Metal de aporte <i>Filler Metal</i>
FI03-T2	13,0	3,6	46,80	2892	618	Metal de aporte <i>Filler Metal</i>

**ENSAYO DE PLEGADO / GUIDED-BEND TEST (QW-160):**

Tipo y Figura N° <i>Type and Figure N°</i>	Resultado <i>Result</i>
FI03-C1 - Cara / <i>Face</i> – (QW-462.3(a))	Aprobado / <i>Satisfactory</i>
FI03-C2 - Cara / <i>Face</i> – (QW-462.3(a))	Aprobado / <i>Satisfactory</i>
FI03-R1 - Raíz / <i>Root</i> – (QW-462.3(a))	Aprobado / <i>Satisfactory</i>



<b>In.te.c</b> Inspecciones-Técnicas de Ensayos Consultora Derqui 8029 Rosario Telefax 0341-4592035 email: <a href="mailto:in.te.c@fibertel.com.ar">in.te.c@fibertel.com.ar</a>		<b>ESPECIF. DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b> <b>ASME IX (WPS) QW-482</b>																																																					
		Procedimiento de soldadura: <b>F07</b>		040305-03		Rev.: 0																																																	
Soportado por PQR: 040305-04																																																							
Proceso(s) de soldadura		SMAW																																																					
Tipo(s)		MANUAL																																																					
<b>JUNTAS (QW-402)</b> Diseño de junta: V o X (ver esquema) Respaldo: No Tipo: --- Material respaldo: --- Retenedor: Otros:				<b>TRATAMIENTO TERMICO POST. (QW-407)</b> Rango de temp.: --- Rango de tiempo: ---																																																			
<b>METAL BASE (QW-403)</b> N°P: S/I Grupo S/I a N°P S/I Grupo S/I ó IRAM IAS U 500-42 F-24 Especificación, tipo y grado ó IRAM IAS U 500-42 F-24 Especificación, tipo y grado ó --- Composición química y prop. mecánicas				<b>GAS (QW-408)</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Gas</th> <th>% composic.</th> <th>Caudal(Dm<sup>3</sup>/min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Respaldo</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Sendero</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>					Gas	% composic.	Caudal(Dm <sup>3</sup> /min)	Protección	---	---	---	Respaldo	---	---	---	Sendero	---	---	---																																
	Gas	% composic.	Caudal(Dm <sup>3</sup> /min)																																																				
Protección	---	---	---																																																				
Respaldo	---	---	---																																																				
Sendero	---	---	---																																																				
<b>Rango de espesores</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Bisel</th> <th>Filete</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Metal base</td> <td>1,6 a 19</td> <td>Todos</td> </tr> <tr> <td>Rango ø caño</td> <td>Todos</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Otros:---</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Bisel	Filete	Metal base	1,6 a 19	Todos	Rango ø caño	Todos	---	Otros:---			<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Capa</th> <th>Proceso</th> <th colspan="2">Aporte</th> <th colspan="2">Corriente (A)</th> <th>Tensión (V)</th> <th>Avance (cm/min)</th> <th>Notas</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th></th> <th>clase</th> <th>Ø (mm)</th> <th>tp/pol</th> <th>rango</th> <th>rango</th> <th>rango</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SMAW</td> <td>E 6010</td> <td>2.5 3.2 5</td> <td>c.c. (+)</td> <td>60/ 130</td> <td>20/26</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 a N</td> <td>SMAW</td> <td>E 7015</td> <td>2.5 3.2 4</td> <td></td> <td>70/ 135</td> <td>20/26</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Capa	Proceso	Aporte		Corriente (A)		Tensión (V)	Avance (cm/min)	Notas	N°		clase	Ø (mm)	tp/pol	rango	rango	rango		1	SMAW	E 6010	2.5 3.2 5	c.c. (+)	60/ 130	20/26			2 a N	SMAW	E 7015	2.5 3.2 4		70/ 135	20/26		
	Bisel	Filete																																																					
Metal base	1,6 a 19	Todos																																																					
Rango ø caño	Todos	---																																																					
Otros:---																																																							
Capa	Proceso	Aporte		Corriente (A)		Tensión (V)	Avance (cm/min)	Notas																																															
N°		clase	Ø (mm)	tp/pol	rango	rango	rango																																																
1	SMAW	E 6010	2.5 3.2 5	c.c. (+)	60/ 130	20/26																																																	
2 a N	SMAW	E 7015	2.5 3.2 4		70/ 135	20/26																																																	
<b>METALES DE APORTE (QW-404)</b> Espec.N° (SFA): 5.1 AWS N° (clase): E 6010 / E 7015 F N°: 3 y 4 A N°: 1 ø aporte (mm): 2,5 ó 3,25 ó 4 Metal deposit. Rango Bisel: máx.6010; 3mm / 7015; 16 mm Esp. Filete: Todos Fund./Elec.(CI): --- Marca fund.: --- Inserto cons.: --- Otros: ---				<b>TECNICA (QW-410)</b> Tamaño y tipo de electrodo: --- Modo de transf. (GMAW): --- Rango aliment. alambre: --- cm/min <b>ESQUEMA:</b> 																																																			
<b>POSICIONES (QW-405)</b> Posición(es) del bisel: Todas Progresión de sold.: Ascendente (vertical) Posición(es) del filete: Todas				<b>ESQUEMA:</b> Tamaño y tipo de electrodo: --- Modo de transf. (GMAW): --- Rango aliment. alambre: --- cm/min <b>TECNICA (QW-410)</b> Cordón: Recto u oscilado Tamaño orificio o tobera: --- Limpieza inicial: Amolado Limpieza entre pasadas: Piqueta + cepillo Método de repelado: Amolado Oscilación: 3 Ø de electrodo Distancia tubo de cont.-pieza: --- Pasada (por lado): Múltiple Electrodo: Simple Veloc. avance (rango): --- Martillado: --- Otros: ---																																																			
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b> Temp. precalentam. (min.): 60 °C Temp. entre pasadas (máx.): 200 °C Mantenimiento precalentam.: No																																																							
<b>NOTAS:</b> 1- Admite bisel en "X" con igual secuencia de pasadas																																																							
Rev	Descripción			Por	Rev.	Apr.	Fecha	Hoja																																															
0	Primera emisión			N SPINELLI	N SPINELLI	I	04/03/05	1 de 1																																															

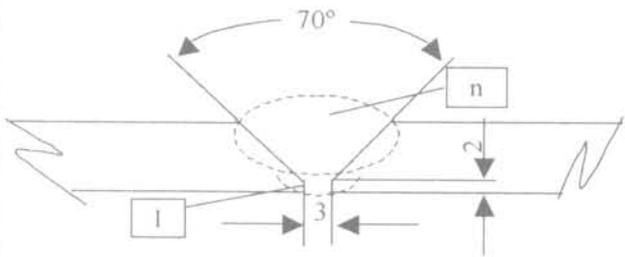
NORBERTO SPINELLI  
 Nivel II

**REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE  
PROCEDIMIENTOS (ASME IX)**

HOJA : 1 DE 2

Registro de Calificación de Procedimiento N°.040305-04.....Fecha .....04/03/05.....N° Informe:..OT 00203382

E.P.S. N° .040305-03..... Proceso(s) de Soldadura(s)..SMAW....Tipos..MANUAL.....

<p align="center"><u>UNIÓN (QW-402)</u></p> <p align="center">DETALLE DE LA UNIÓN USADA</p> 	<p align="center"><u>METAL BASE (QW-403)</u></p> <p>Especif. de material:.....F-24.....</p> <p>Grado o tipo:.....-----.....</p> <p>N° P..... S/I..... a N° P..... S/I.....</p> <p>Espesor:.....9,5mm.....</p> <p>Diámetro:.....-----.....</p> <p>Otros:.....-----.....</p>
<p align="center"><u>METAL DE APORTE (QW-404)</u></p> <p>N° A de Análisis del Mat. de Aporte:.....1.....</p> <p>Diámetro del electrodo:.....3.....</p> <p>N° F del Mat. de Aporte:.....3 y 4.....</p> <p>Especificación S.F.A.:.....5,1.....</p> <p>Clasificación A.W.S.:.....E 6010 y E-7015.....</p> <p>Otros:.....-----.....</p>	<p align="center"><u>POSICIÓN (QW-405)</u></p> <p>Posición de Ranura:.....3G.....</p> <p>Progresión de la soldadura:.....ASCENDENTE.....</p> <p align="right">(Asc o Desc.)</p> <p>Otros:.....-----.....</p>
<p align="center"><u>TRATAMIENTO TÉRMICO POST-SOLD (QW-407)</u></p> <p>Temperatura:.....-----.....</p> <p>Tiempo:.....-----.....</p> <p>Otros:.....-----.....</p>	<p align="center"><u>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</u></p> <p>T° de Pre calentamiento:.....60° C.....</p> <p>T° entre pasadas:.....190° C.....</p> <p>Otros:.....-----.....</p>
<p align="center"><u>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</u></p> <p>Corriente:.....CONTINUA.....</p> <p>Polaridad:.....POSITIVA.....</p> <p>Amperes:.....80/110..... Volts:.....22/25.....</p> <p>Velocidad de Avance:.....-----.....</p> <p>Otros:.....-----.....</p>	<p align="center"><u>GAS (QW-408)</u></p> <p>Tipo de Gas (es):.....-----.....</p> <p>Composición de la Mezcla de Gas:.....-----.....</p> <p>Caudal:.....-----.....</p> <p>Otros:.....-----.....</p>
<p align="center"><u>TECNICA (QW-410)</u></p> <p>Cordón recto u oscilado:.....OSCILANTE.....</p> <p>Oscilación:.....-----.....</p> <p>Simple o Multipasada:.....MULTIPASADA.....</p> <p align="right">(Por lado)</p> <p>Electrodos múltiples o simples:.....SIMPLE.....</p>	

<p>INSPECTOR:</p> <p align="center"><b>Norberto Spinelli</b> Inspector Soldadura Nivel II IRAM-IAS U500-169 Certificado N° 0914</p>	<p>REVISIÓN:</p> <p align="center">FECHA: 04/03/2005</p>	<p align="center"><b>DTO: INSPECCIÓN</b> <b>In.te.c</b> Inspecciones-Técnicas de Ensayos Consultora Derqui 8029 Rosario Telefax 0341-4592035 email: in.te.c@fibertel.com.ar</p>
---	--	---

**NORBERTO SPINELLI**  
Nivel II

Registro de Calificación de Procedimiento N°.040305-04.....Fecha .....04/03/05.....N° Informe:..OT 00203382

E.P.S. N° .040305-03..... Proceso(s) de Soldadura(s)..SMAW....Tipos..MANUAL.....

ENSAYO DE TRACCIÓN (QW-150)						
PROBETA N°	ANCHO mm	ESPESOR mm	AREA mm²	CARGA DE ROTURA (DaN)	TENSIÓN DE ROTURA MPa	CARACTER DE ROTURA Y LOCALIZACIÓN
T 1	19	9,60	182,40	8065	442,16	FUERA DEL CORDON
T 2	19,10	9,60	183,4	8145	444,21	FUERA DEL CORDON
ENSAYO DE PLEGADO GUIADO						
TIPO Y FIGURA N°		RESULTADO		TIPO Y FIGURA N°		RESULTADO
CARA 1		APROBADO		RAIZ 1		APROBADO
CARA 2		APROBADO		RAIZ 1		APROBADO
ENSAYO DE RESILIENCIA						
PROBETA N°	LOCALI-ZACION	ENTALLA TIPO	VALOR IMPACTO	VALOR PROMED	EXP. LATERAL %CORTE MICRONES	PESO DE CAIDA ROMPIÓ NO-ROMPIÓ

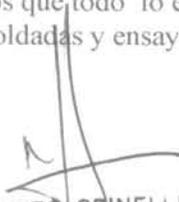
Tipo de En:sayo:.....  
 Análisis del Deposito:.....  
 Otros:.....

**ENSAYO DE SOLDADURA DE FILETE (QW-180)**

Resultado Satisfactorio:..... Penetración Dentro del Metal Base:.....  
 (Si - No)

Tipo y carácter de la Falla:..... Macro - Resultado:.....  
 Nombre del Soldador:.....GRAMAGLIA GUSTAVO.....N° de Tarjeta:.....C4.....  
 Ensayo Conducido Por:.....NORBERTO SPINELLI.....N° de Ensayo de Laboratorio:..OT 00203382...  
 Para:.....

Nosotros certificamos que todo lo establecido en este registro es correcto y las pruebas del soldador fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos del código ASME (sección IX)

  
**NORBERTO SPINELLI**  
 Nivel II

Firma:.....  
 (Fabricante)

Fecha:.....04/03/2005.....

Lugar:.....ESPERANZA (STA. FE).....

INSPECTOR:  <p style="text-align: center;"><b>Norberto Spinelli</b>          Inspector Soldadura Nivel II          IRAM-IAS U500-169 Certificado N° 0914</p>	REVISIÓN:  FECHA: 04/03/2005	<p style="text-align: center;"><b>DTO: INSPECCIÓN</b>  <b>In.te.c</b>          Inspecciones-Técnicas de Ensayos Consultora          Derqui 8029 Rosario Telefax 0341-4592035          email: in.te.c@fibertel.com.ar</p>
--	------------------------------------	--



Laboratorio  
**LABTESA S.A.**

**Sr(es).**  
**IN.TE.C. (84265)**

O.T. **00203382**

Fecha: **04/03/2005**

Pag.: **1/2**

## **CERTIFICADO DE ANALISIS**

### **REFERENCIAS:**

La(s) muestra(s) se identifica(n) de la siguiente manera:

**MUESTRA 1: IDENTIFICADA COMO S.A. MATERIAL  
F-24A-36. ESPESOR 10 MM. WPS F07-B.  
SOLDADOR GRAMAGLIA GUSTAVO (C4). VERTICAL  
ASCENDENTE. PROCESO SMAW.**

Fecha de Recepción de la muestra: 21/02/2005

Fecha de Finalización del ensayo: 03/03/2005

### **TRABAJOS REALIZADOS:**

ENSAYOS FISICOS

### **RESULTADOS:**

Los resultados obtenidos son los siguientes:

#### **ENSAYO DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

##### **1.- ENSAYO DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

###### **1.1- CONDICIONES DE ENSAYO**

METODO DE ENSAYO SEGUN ASME IX

EQUIPO UTILIZADO

MAQUINA DE TRACCION MARCA AMSLER TAG MM-08

###### **1.2- RESULTADOS OBTENIDOS**

###### **1.2.1- ENSAYO DE TRACCION**

PROBETAS DE ENSAYO: S/QW-462.1(b)

PROBETA	T1	T2
Ancho (mm)	19.00	19.10
Espesor (mm)	9.60	9.60
Sección (mm <sup>2</sup> )	182.40	183.36
C. de Rotura (DaN)	8065	8145
T. de Rotura (MPa)	442.16	444.21
Z. de Rotura	M.BASE	M.BASE
Tipo de Rotura	DUCTIL	DUCTIL

###### **1.2.2- ENSAYO DE PLEGADO**



Laboratorio  
**LABTESA S.A.**

**Sr(es).**  
**IN.TE.C. (84265)**

O.T. **00203382**

Fecha: **04/03/2005**

Pag.: **2/2**

**CERTIFICADO DE ANALISIS**

**ENSAYO DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (Continuación)**

PROBETAS DE ENSAYO: S/QW-462.3(a)

$\phi$  Mandril : 4 Esp.  
Esp. de prob. : 9.6 mm

PROBETA	T. DE PLEGADO	RESULTADO
PC1	CARA	APROBADO
PC2	CARA	APROBADO
PR1	RAIZ	APROBADO
PR2	RAIZ	APROBADO

LABTESA S.A.  
ERNESTO GALLEGO  
TEL. 5484 4757  
M.P. N° 5093

Cant. Pág.:2

Brandsen 2933 - Ciudadela - Tel.: 4712-5484 4757-7818/7762  
www.labtesa.com.ar / E-mail: labtesa@labtesa.com.ar

Este certificado no puede ser reproducido salvo autorización expresa de LABTESA S.A. Los resultados se refieren exclusivamente a la muestra ensayada.

***ANEXO N° 4: Análisis económico – Cotización de materiales***

X

COTIZACION

N° DSACOT100497307

Fecha 17/04/2020

C.U.I.T.: 30-71081650-2  
Convenio Multilateral: 921-722602-9  
Inicio Actividad: 12/2008

Razon Social: DELLASANTA EZEQUIEL  
Cliente: 999999  
Dirección: CERDAN 330  
C.P. ( S2300 ) - Loc. RAFAELA Prov. S-Santa Fe

Teléfono:  
IVA: Consumidor Final  
N° CUIT: 99999999  
I.B.:

Condicion de Venta: CONTADO EFECTIVO  
Condicion de Entrega: En domicilio acordado sobre camión

Código	Cantidad	Unid.	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Importe
002195	1.00	CH	CHAPA NEGRA LC 5/16 1.50mts. x 3.0mts.	25,704.75	\$5,140.95	20,563.80
002196	1.00	CH	CHAPA NEGRA LC 3/8 1.5mts. x 3mts.	30,603.66	\$6,120.73	24,482.93
003395	1.00	CH	CHAPA NEGRA LC 1/2 1.5mts. x 12.5mm x 3mts.	40,254.30	\$8,050.86	32,203.44
001962	1.00	TU	TUBO CUADRADO 50mm. x 50mm. x 2mm.	2,675.99	\$1,070.40	1,605.59

Lugar de Entrega:

Calle: CERDAN 330 Loc: RAFAELA  
C.P. S2300 Prov.: S-Santa Fe  
Son: \$ 95,415.47

Subtotal	\$ 78,855.76
IVA 21.00 %	\$ 16,559.71
Total	\$ 95,415.47

Condiciones de Pago: CONTADO EFECTIVO  
Día: 17/04/2020 Importe: \$ 95,415.47

Observaciones:

Importes sujetos a variaciones de acuerdo a vuestra situación impositiva que se deduzca de la documentación que nos entregue.

**FISA METAL S.R.L.****RedAcindar**

Ruperto Godoy 3270 - (3000) Santa fe  
(0342) 489-3415 / 489-6269 / 489-6603 Fax directo (0342) 489-7902  
E-mail: fisametal@fisametal.com.ar

IVA RESPONSABLE INSCRIPTO - CUIT.: 30-61230653-9

**PROPUESTA DE VENTA - Cotización****Nro: 184410****Fecha: 17/04/2020****SRES****CONSUMIDOR FINAL**

RUPERTO GODOY 3276  
(3000) SANTA FE  
Santa Fe - ARGENTINA

IVA CONSUMIDOR FINAL

C.U.I.T.:

Cliente Nro.: 2689

Orden Compra:

Vendedor:

1

**ENTREGA DE ARTICULOS**

RUPERTO GODOY 3276  
(3000) SANTA FE  
Santa Fe - ARGENTINA

Modalidad de Entrega:

Condiciones de Venta: PAGO CONTADO.-

Importe en Pesos: Ciento treinta y nueve mil trescientos veintiocho con 72 ctvs.

	CANT.	PRESENTACION	PRODUCTO	CANT. TOTAL	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<input type="checkbox"/>	1.000	POR PIEZA	PLANCHUELA 63,5 X 7,94 MM.	24.000 K	89,27	2.142,57
<input type="checkbox"/>	1.000	FRACCION 3.000 M	CHAPA NEGRA 9,52 MM. 1,50X6 MT	346.500 K	96,75	33.524,43
<input type="checkbox"/>	1.000	FRACCION 3.000 M	CHAPA NEGRA 7,94 MM. 1,50X6 MT	292.500 K	95,77	28.013,17
<input type="checkbox"/>	1.000	FRACCION 3.000 M	CHAPA NEGRA 12,7 MM. 1,50X6 MT	463.500 K	96,75	44.844,37
<input type="checkbox"/>	10.000	POR PIEZA	CANO 50 X 50 X 3,2 MM.	300.000 K	102,68	30.804,18

*\* Precios unitarios INCLUYEN IVA.***SUBTOTAL 139.328,72****Notas:***\* Precios sujetos a modificaciones sin previo aviso.**\* El monto calculado de impuestos puede variar, acorde a las alícuotas vigentes al momento de facturación.***TOTAL 139.328,72****Observaciones:**

Estado: SS

Confeccionó: yanina



## CEM PROVISIONES INDUSTRIALES

Av. San Martín 3148  
(S2200FPN) San Lorenzo - Santa Fe  
Tel.: 03476 426900  
E-mail: cem@cemprovin.com.ar  
Web: www.cemprovin.com.ar

San Lorenzo, 17 de Abril de 2020

Señores:  
REPUESTOS RAFAELA S.A.  
BV. ROCA 512  
2300 RAFAELA  
SANTA FE

CUENTA Nº 5087/08

AT. SR. EZEQUIEL DELLASANTA

PRESUPUESTO Nº 2002546

Item	Cant.	Descripcion	Precio Unitario	Plazo de Entrega
1	1,00	Planchuela de hierro de 2.1/2" x 5/16" de espesor. Largo: 6 metros. Precio por unidad.	2062,70	3/5 dias
2	1,00	Chapa SAE 1010, e-5/16", en medidas de 1500 x 3000 mm. Precio por unidad.	23268,95	3/5 dias
3	1,00	Chapa SAE 1010, e-3/8", en medidas de 1500 x 3000 mm.. Precio por unidad.	28156,85	3/5 dias
4	1,00	CHAPA SAE 1010 L.C en medido de 1500 x 3000 de 1/2" de espesor. Precio por unidad.	37134,40	3/5 dias
5	10,00	Barra de caño estructural de hierro, seccion cuadrada de 50 x 50 mm, espesor x 2,50 mm. Longitud 6 metros. Precio por unidad.	2379,65	3/5 dias

### Condiciones:

Plazo de Entrega      Segun se especifica, salvo ventas previas.  
Condicion de Pago    Transferencia bancaria previa al envio.  
Lugar de Entrega     Sobre transporte en la ciudad de Rosario.  
Validez de Oferta    05 dias fecha del presupuesto.  
Observaciones        Precios en PESOS NETOS + IVA.

Sin otro particular, hacemos propicia la oportunidad para saludarle/s muy atte.

LUNARDI MARINO

**Hierros Trotta SA**

Domicilio : Av. 44 Nro. 2588 e/146 y 147 - La Plata Buenos Aires - CP:B1908FNP  
Telefono : (0221) 470-0217/3613 479-4021 CUIT: 30-68489492-3

Hoja: 1

Cliente : **CONSUMIDOR FINAL** **9999**  
Domicilio : SD  
Buenos Aires  
Telefono :  
CUIT : 11111111 Nro. OC :

**Presupuesto**  
Numero: **23393**  
Fecha: 17/4/2020  
F. Entrega:  
Moneda: **PES**  
Coti.: 1.0000  
Cond. Vta:

Referencia : Vendedor :

Articulo	Descripcion	UM	Cantidad	Precio	% Dto	Subtotal	Bultos	% IVA
0638	Hierro Planchuela 2 1/2x5/16x6mts (63.50mm x 7.90mm)	UN?	24,00	86,658	7,00	1.934,21	1,00	21,00
1947	Chapa Laminada en Caliente 5/16 1.5x3mts (8mm)	KG?	297,50	92,994	7,00	25.729,11	1,00	21,00
1949	Chapa Laminada en Caliente 3/8 1.5x3mts (9.5mm)	300	346,00	95,370	7,00	30.688,16	1,00	21,00
1951	Chapa Laminada en Caliente 1/2 1.5x3mts (12.7mm)	KG?	452,00	95,370	7,00	40.089,73	1,00	21,00
5003	Caño Cuadrado 50x50x3.2mm x 6mts	KG	300,00	104,346	7,00	29.112,53	10,00	21,00

**SubTotal 127.553,75**  
**Dto. Gral. 0,00 % 0,00**  
**Total 127.553,75**

**Observaciones :**

Material en stock. Salvo venta.



X

DOCUMENTO NO VALIDO COMO FACTURA

H I E R R O S R A T T I

de: Hijos de Segundo Ratti S.R.L.

Perfiles-Angulo-Planchuela-Redondo-Trefilado cuadrado  
Chapa lisa-D.D.-Antideslizante-Perforada-Galvanizada  
Mdp-Malla soldada-Hierro Forjado-Electrodos  
Tubo estructural-Caño Galvanizado y negro  
Hierro T-IPN-UPN  
Cortes a Medida-Pantógrafos Ópticos y CNC (Autocad)  
Corte y Plegado de Chapa CNC

Buenos Aires 17 de abril de 2020  
Sres: Ezequiel Dellasanta  
At Sr.  
Tel/fax:  
Cotizado por: Esteban  
mail: ezequieldellasanta@outlook.com

B

Presupuesto por la Provisión de:

<u>Item</u>	<u>Cant</u>	<u>Descripcion</u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
1	1	planchuela 2 1/2 x 5/16 x 6.000	2.532,41	2.532,41 *
2	1	chapa 5/16 de 1.500 x 3.000	34.410,00	34.410,00 *
3	1	chapa 3/8 de 1.500 x 3.000	41.290,00	41.290,00 *
4	1	chapa 1/2 de 1.500 x 3.000	56.758,00	56.758,00 *
5	10	caños 50 x 50 x 2 x 6.000	2.250,00	22.500,00 *
6				0,00
7				0,00
8				0,00
9				0,00
				-----
				157.490,41
				15% 23.623,56
				-----
				133.866,85



Cotizacion salvo Stock a la fecha de aprobación del presupuesto  
Validez de la oferta 48 Hs  
Condicion de pago: Contado anticipado

Honduras 5051 - 1414 Capital Federal  
Tel/Fax: 4833-5257/8 (rotativas)  
Fax: 4833-5806  
[info@hierrosratti.com.ar](mailto:info@hierrosratti.com.ar)

1 CONS FINAL

Ctl Int: **44314**

CP:

A CONS. FINAL

CONTADO

1,00 David

11222333

KG/Cantidad	Unidades	Descripcion	Pcio_Final_U	Importe
24,00	1,0	PLANCHUELA 2 1/2" X 5/16" ( 63.5 X 7.92 ) MM	97,88	2349,12
295,00	1,0	CHAPA 5/16" (7.92) MM ( 1.50 X 3.00 ) MTS SAE1010	84,02	24785,90
343,50	1,0	CHAPA 3/8" (9.52) MM ( 1500 X 3000 ) MM SAE 1010	84,90	29163,15
450,00	1,0	CHAPA 1/2" (12.75)MM ( 1500 X 3000 ) MM SAE 1010	84,90	38205,00
185,00	10,0	TUBO ESTRUCTURAL 50 X 50 ( 2.00 ) MM	93,02	17208,70
290,00	10,0	TUBO ESTRUCTURAL 50 X 50 ( 3.25 ) MM	90,50	26245,00

SUBTOTAL FINAL: \$137956.87 Dcto: 0.00% Subtotal C/dto: \$ 137956.87

Percep. IIBB: (0.00%) \$0.00

**TOTAL \$ 137956,87**





Documento no válido como factura

**PRESUPUESTO**

Nº: **0001 - 00000113**

Fecha 17/04/2020

ZAPIOLA 1550  
(1876) BERNAL OESTE - BUENOS AIRES  
Tel.: 4251-9388 / 2005-9149  
www.hierroszapiola.com.ar - ventas@hierroszapiola.com.ar

C.U.I.T. 30-71249774-9  
I.I.B.B.: 902-343744-3  
INICIO DE ACTIVIDADES: 10/10/2012  
IVA: Responsable Inscripto

Señor/ es Consumidor Final ( 00000000000 )  
C.U.I.T. 11111111 Cuenta Corriente  
Cat. IVA: B  
Teléfono:

Domicilio BERNAL -  
- BUENOS AIRES

CANTIDAD	DETALLE	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1,00	001001045 PLANCHUELA LISA 2 1/2"X5/16" (63,5X7,9 MM) X 6000 CALIDAD F24	2.172,91	2.172,91
1,00	001019006 CHAPA LISA LAMINADA EN CALIENTE 5/16" - 7,9 MM (1500X3000)	24.783,16	24.783,16
1,00	001019007 CHAPA LISA LAMINADA EN CALIENTE 3/8" - 9,5 MM (1500X3000)	30.051,85	30.051,85
1,00	001019008 CHAPA LISA LAMINADA EN CALIENTE 1/2" - 12,7 MM (1500X3000)	40.076,98	40.076,98
10,00	001016029 CAÑO ESTRUCTURAL CUADRADO 50X50X2,0(6000 MM)	1.886,43	18.864,26

Perc. IVA	0,00	GRAVADO	95825,75
Perc. Ganan.	0,00	NO GRAV.	0,00
P. IIBB BS.AS.	0,00	Descuento	0,00
P. IIBB CABA	0,00	SUBTOTAL	95.825,75
P. A.R.Fiscal	0,00		
P. Rég.Simp.	0,00		

**TOTAL \$ 115.949,16**

SON PESOS:ciento quince mil novecientos cuarenta y nueve con 16/100.\_



VENTAS - SIDERCON <ventas@sidercon.com>

Vie 17/4/2020 08:52

Usted; ventas@sidercon.com



Buen día, se adjuntan precios c/iva incl. materiales puestos en nuestros depósitos, consultar por envíos; cordiales sd

Planchuela 63,5 x 6,4 x 6 mts: cant. 1 \$ 1655.28

Chapa lisa comercial 5/16" 7.92 x 1.500 x 3.000: cant. 1 \$ 26910.52

Chapa lisa comercial 3/8" 9,52 x 1.500 x 3.000: cant. 1 \$ 32054.50

Chapa lisa comercial 1/2" 12.7 x 1.500 x 3.000: cant. 1 \$ 42176.97

Tubo estructural cuadrado 50 x 50 x 2: cant. 10 \$ 19117.26

### DANIEL COLLOSA

**SIDERCON** | Responsable de Ventas – PISV

 +54 342 485-6227

 +54 342 453-3362 (int.1114) / 342 499-6558

 Colectora Sur, Paque industrial - Sauce Viejo - C.P. 3017

 [ventas@sidercon.com](mailto:ventas@sidercon.com)

 [www.sidercon.com](http://www.sidercon.com)

 Seguinos en Instagram

 Encontranos en Facebook



**VLADIMIRSKY SRL** - AV. Facundo Zuviria 6349  
CUIT: 30-71029397-6

**PROFORMA NRO** 9603-00001380  
**VENDEDOR:** PEJ, MATIAS

**FECHA** 17/04/2020 08:32:26

Sr. (es): CONSUMIDOR FINAL (10)

CUIT:

3000- Santa Fe

ARTICULO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
161114	PLANCHUELA 63.5 X 7.9 MM. (2 1/2X5/16) (1010) - BARRA	1.00	2,484.31	2,484.31
191041	CHAPA NEGRA - 7.90 MM. (5/16) FRACCIONADA	3.00	9,649.15	28,947.45
191051	CHAPA NEGRA - 9.50 MM. (3/8) FRACCIONADA	3.00	11,723.65	35,170.95
191061	CHAPA NEGRA - 12.70 MM. (1/2) FRACCIONADA	3.00	15,662.55	46,987.65
244160	TUBO CUAD. 50 X 50 X 2 MM. - BARRA	10.00	1,933.37	19,333.70

**TOTAL: 132,924.06**

PRECIOS CON IVA INCLUIDO. SUJETOS A MODIFICACIONES DE MERCADO. PAGO CONTADO O DEBITO : 10% DESCUENTO

PLAN AHORA 12: 13% RECARGO - PLAN AHORA 18: 20% RECARGO

OBSERVACIONES:

Descripción	Acerma	Hierros Trotta	Vladimirsky	Hierros Zapiola	Sidercon	Hierros Ratti
Planchuela 63,5 x 7,90 x 6 mts	-	2340,4	2484,31	2172,91	1655,28	2152,2
Chapa lisa comercial 5/16" 7.92 x 1.500 x 3.000	24882,2	31132,22	28947,45	24783,16	26910,52	29248,5
Chapa lisa comercial 3/8" 9,52 x 1.500 x 3.000	29624,35	37132,67	35170,95	30051,85	32054,5	35096,5
Chapa lisa comercial 1/2" 12.7 x 1.500 x 3.000	48707,7	48508,57	46987,65	40076,98	42176,97	48244,3
Tubo estructural cuadrado 50 x 50 x 3,2 x 6 mts		3522,61	-	-	-	-
Tubo estructural cuadrado 50 x 50 x 2 x 6 mts	1942,764	-	1933,37	1886,43	1911,73	1912,5

Fisa Metal	Costo unit.	Costo unit.
2142,57	\$ 89,27	USD 1,33
28013,17	\$ 95,77	USD 1,43
33524,43	\$ 96,75	USD 1,44
44844,37	\$ 96,75	USD 1,44
3080,42	\$ 102,68	USD 1,53

Hierros Torrent	Costo unit.	Costo unit.
2394,12	\$ 99,76	USD 1,49
24785,9	\$ 84,02	USD 1,25
29163,15	\$ 84,90	USD 1,27
38205	\$ 84,90	USD 1,27
2624,5	\$ 90,50	USD 1,35
1720,87	\$ 93,02	USD 1,39

**De:** [lgnocchi@cintolo.com.ar](mailto:lgnocchi@cintolo.com.ar) <[lgnocchi@cintolo.com.ar](mailto:lgnocchi@cintolo.com.ar)>

**Enviado el:** jueves, 16 de abril de 2020 16:35

**Para:** Tulio Augusto Pianetti <[tpianetti@fimaco.com.ar](mailto:tpianetti@fimaco.com.ar)>

**CC:** Arlando Leon Ruiz <[aleonruiz@fimaco.com.ar](mailto:aleonruiz@fimaco.com.ar)>

**Asunto:** RE: Pedido de Valorizacion - LDF

Tulio, buenas tardes

Cotizo ...

Cas. Se. 20" 3/16" ASME VIII D1 A234-WPB

U\$S 78.63 más IVA

En stock

Cas. Se. 26" 3/8" ASME VIII D1 A234-WPB

U\$S 279.10 más IVA

En stock

Cas. Se. 16" 3/16" ASME VIII D1 A234-WPB

U\$S 55.11 más IVA

En stock

Sds.

Lorena Gnocchi

Cintolo Hnos Met. SAIC

Tel. 54.11 4624-2021

Bs. As. - AR



Marina Gago <mgago@cintolo.com.ar>

Vie 17/4/2020 08:47

Usted ∨



Ofrecemos,

Cotizamos:

---

art. 12123

2 unidades

CAS. SE. 16"

Esp: 3/16"

Nor: ASME VIII D1

CASQUETES

Cal: SA-234-WPB

U/Med PZA

Precio unitario: **US\$ 55,11**

Plazo de entrega: *en stock*

art. 12541

2 unidades

CAS. SE. 20"

Esp: 3/16"

Nor: ASME VIII D1

CASQUETES

Cal: SA-234-WPB

U/Med PZA

Precio unitario: **US\$ 78,63**

Plazo de entrega: *en stock*

Adicionar I.V.A. 21%

Condiciones de compra: *contado*

Validez 7 días.

Entrega en nuestro depósito o transporte a designar en Capital Federal

Tipo de cambio: *Dólar vendedor banco Nación*

---

Saludos cordiales,

CINTOLO HNOS. METALURGICA S.A.I. y C.

Marina Gago



## CEM PROVISIONES INDUSTRIALES

Av. San Martín 3148  
(S2200FPN) San Lorenzo - Santa Fe  
Tel.: 03476 426900  
E-mail: cem@cemprovin.com.ar  
Web: www.cemprovin.com.ar

San Lorenzo, 17 de Abril de 2020

Señores:  
REPUESTOS RAFAELA S.A.  
BV. ROCA 512  
2300 RAFAELA  
SANTA FE

CUENTA N° 5087/08

AT. SR. EZEQUIEL DELLASANTA

PRESUPUESTO N° 2002545

Item	Cant.	Descripcion	Precio Unitario	Plazo de Entrega
1	6,00	Mt. de Cano acero al carbono sin costura ASTM A-53/106 Gr B Sch 40 de 2". Precio por metro.	13,40	Inmed.
2	2,00	Brida SORF A-105 S-150 de 2". FA.	8,26	Inmed.
3	2,00	Cupla A-105 S-3000 de 1/2" SW.	2,04	Inmed.

Condiciones:

Plazo de Entrega      Segun se especifica, salvo ventas previas.  
Condicion de Pago      Transferencia bancaria previa al envio.  
Lugar de Entrega      Sobre transporte en la ciudad de Rosario.  
Validez de Oferta      05 dias fecha del presupuesto.  
Observaciones      PRECIOS EN DOLARES ESTADOUNIDENSES NETOS + I.V.A. Los mismos se deberan cancelar en PESOS segun cotizacion Banco Nacion (tipo cambio vendedor) correspondiente al dia anterior fecha efectivo cobro.

Sin otro particular, hacemos propicia la oportunidad para saludarle/s muy atte.

LUNARDI MARINO



**FRANCOVIGH S.A.**

Av. Ovidio Lagos 6298 - Tel./Fax: (54-341) 462-1000 S2011MY ROSARIO (Santa Fe)  
Rivadavia 15042 - Tel./Fax: (54-11) 4659-0061/62/63 B1704ESV RAMOS MEJIA (Bs. As.)  
www.francovigh.com.ar | franco@francovigh.com.ar  
REPUBLICA ARGENTINA

COTIZACION NRO: 0001-00052834

FECHA 11/05/2020

Señores: **EZEQUIEL DELLASANTA**

Ped.Cotiz: 11/05

Solicito : EZEQUIEL DELLASANTA

Item	Descripción de Pieza	Cant.	Uni.	Precio Unit.	Entrega
1	A105 SO 150 RF 2"	2	C/U	9,67	EN STOCK
					<b>TOTAL u\$s 19,34</b>

#### Condiciones generales

Nota Precios : UNITARIOS EN DOLARES ESTADOUNIDENSES MAS IMPUESTOS.  
Lugar entrega : RAMOS MEJIA (PCIA. BS.AS.) O ROSARIO (PCIA. SANTA FE).  
Validez oferta : 10 DIAS CORRIDOS FECHA DE LA PRESENTE.  
Condición pago : CONTADO CON TRANSFERENCIA BANCARIA ANTES DEL DESPACHO.-

#### Notas

.El material comprendido en la presente oferta se entregara con sus correspondientes certificados de calidad/fabricacion, llevandose a cabo la totalidad de los ensayos en laboratorios propios avalados segun norma DIN EN ISO 9001 2008.

.Bridas dimensionadas S/ANSI B16.5.

.Inspeccion y ensayos: Visual-Dimensional. Los inspectores actuantes tendran libre acceso a nuestra planta a los efectos de verificar procedimientos avance y produccion de los materiales.

.La garantia de los materiales en cuestion se limita a su reposicion y/o reparacion bajo las mismas condiciones de adjudicacion.

.FRANCOVIGH SA no acepta imposicion de clausulas punitorias por el eventual atraso en la entrega de materiales.

.La provision de la totalidad de los materiales descriptos en la presente oferta se acoge unicamente a lo requerido en norma ASTM A105. Todo ensayo adicional o complementario sera por cuenta y orden del comprador.

En caso de presentarse alguna discrepancia,agradeceremos nos haga llegar su comentario.

.La cara de contacto de las bridas es del tipo FONOGRAFICO o ESPIRALADO con una rugosidad comprendida entre 125 y 250 AARH ( Salvo caras de contacto ring joint).

.Los materiales comprendidos en la presente propuesta no incluyen ningun tipo de accesorios.

.Los materiales comprendidos en la presente propuesta incluyen embalaje. El mismo se conforma por una base de madera recubierta por una pelicula de polietileno termocontraible (100 micrones).

.La totalidad de los materiales comercializados por FRANCOVIGH SA son de su propia fabricacion (Industria Argentina).

Sin otro particular hacemos propicia la oportunidad para saludarle/s muy atte.



**FRANCOVIGH S.A.**

Av. Ovidio Lagos 6298 - Tel./Fax: (54-341) 462-1000 S2011MY ROSARIO (Santa Fe)  
Rivadavia 15042 - Tel./Fax: (54-11) 4659-0061/62/63 B1704ESV RAMOS MEJIA (Bs. As.)  
www.francovich.com.ar | franco@francovich.com.ar  
REPUBLICA ARGENTINA

COTIZACION NRO: **0001-00052834**

FECHA 11/05/2020

Señores: **EZEQUIEL DELLASANTA**

Ped.Cotiz: 11/05

Solicito : EZEQUIEL DELLASANTA

---

**GARINO GONZALO**  
ggarino@francovich.com

---

Solicitamos sírvase citar el número de esta cotización para sus pedidos.

Red Motor <bombas@redmotor.com.ar>

Jue 16/4/2020 09:18

Usted ∨

Ezequiel,

El precio de la 70/3 en 220v es de .....: \$ 23.366,00 + iva 21%

Plazo de entrega.....: 48hs Aprox.

Forma de pago.....: Transf Bancaria con Acreditacion previa a la entrega.-

**Presupuesto N°: 20625 / 20**

Buenos Aires, 17 de Abril de 2020

**At.:** Ezequiel Dellasanta**Cel:****Ref.:** Cotizacion**E-mail:** ezequieldellasanta@outlook.com

De nuestra mayor consideración:

Tenemos el agrado de cotizar a ustedes la provisión de ventiladores centrífugos y/o axiales con curvas de performance certificadas mediante ensayos realizados en los laboratorios de **Chicago Blower Corporation** de acuerdo con la **norma N° 210 de AMCA** (Air Movement & Control Association):

**Prestación requerida**

<b>Item:</b>	<b>A</b>
Cantidad	1
Caudal (m3/min):	372
Presión Estática (mmca):	0
Temperatura (°C):	21
Altura (msnm):	0
Densidad del aire (kg./m3):	1.2

**Equipos seleccionados**

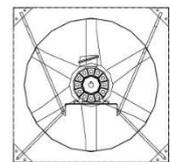
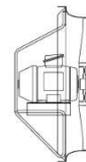
Diseño y Tamaño:	<b>AXP 900 - 3 CA</b>
Arreglo :	4
Motor sugerido (kW/rpm):	0.75 / 1500

Ventilador (sin motor):	<b>USD 440.00</b>
Motor eléctrico:	<b>USD 125.00</b>
Total (Ventilador y Motor)	<b>USD 565.00</b>

Los precios son unitarios y se encuentran en dólares netos sin IVA (21%)  
La velocidad de giro máxima es considerada a la temperatura de selección del ventilador

**Descripción de la Provisión**

- Ventilador Axial de carcasa cuadrada para amurar en pared, fabricado en chapa de acero al carbono de robusto espesor y tobera aerodinámica. Hélice Axial de perfil aerodinámico AIRFOIL® fabricada en polipropileno reforzado con fibra de vidrio acoplada al motor eléctrico en forma directa

**Axial de Panel (AXP)**

### Presupuesto N°: 20625 / 20

- Motores Eléctricos:** Los motores serán marca WEG 3 x 380V 50 Hz IP 55, clase F, en base a disponibilidad
- Balanceo:** Se realizará balanceo estático y dinámico según Norma ISO 1940 Grado 6.3.
- Terminación:** Limpieza fosfatizante y desengrasado. Antióxido y esmalte epoxi (50mic).
- Calidad:** Puesta en marcha, medición y análisis de vibraciones (hasta 75hp).
- Garantía:** 12 meses (ver ítem 12 de las "Condiciones Generales de Venta").
- Embalaje:** No considerado. Los equipos son aptos para transporte carretero y poseen cáncamos de izaje.

#### Condiciones Comerciales

- Forma de pago:** 50% Con orden de compra con transferencia electrónica - Saldo contra entrega. Los valores serán ajustados según el tipo de cambio dólar vendedor BNA al día de la acreditación del pago.
- Plazo de entrega:** **A confirmar según requerimientos de obra.** Plazo actual de fabricación: 30 / 45 días de recibida la orden de compra, aclarados los temas técnicos y efectivizado el anticipo.
- El plazo de entrega de los componentes importados (motores eléctricos, rodamientos, etc.) corresponde al período normal de fabricación y no contemplan eventuales demoras que puedan surgir debido a las nuevas reglamentaciones implementadas para la importación.
- Los posibles retrasos resultantes serán considerados como justificación de atraso por causa de fuerza mayor y en caso de corresponder, se informará en forma inmediata sobre dichos plazos para tomar en forma conjunta las medidas correspondientes.
- Lugar de entrega:** Sobre camión en Planta Chicago Blower Argentina
- Validez de la oferta:** A confirmar.

A la espera de una respuesta favorable, saludamos a Ud. muy atentamente,

**Gabriela Martinez**  
**Ventas Técnicas**

**Presupuesto N°: 20625 / 20****CONDICIONES GENERALES DE VENTA**

El contrato de venta se cumplirá de acuerdo a las condiciones establecidas en la cotización y especificaciones técnicas detalladas en la misma. Además se ajustará a las siguientes condiciones en que Chicago Blower Argentina S.A. será, en adelante, el proveedor y la firma contratante el comprador.

- 1- Toda modificación debe ser formulada y aceptada por el proveedor y el comprador, por escrito.
- 2- Los datos técnicos, dibujos y planos que se suministren al comprador por trabajos proyectados o contratados pertenecen al proveedor y en ningún caso se transfieren los derechos ni la propiedad de los mismos.
- 3- En todos los casos de que se trate de suministros de equipos o instalaciones contratadas, sin colocación en obra, el proveedor declina toda responsabilidad sobre inconvenientes o errores en el montaje de las mismas.
- 4- Cuando las mercaderías sean enviadas a la obra y el montaje debe realizarse posteriormente, el proveedor no estará obligado a efectuar la descarga de las mismas, aunque este a su cargo el montaje de los equipos contratados.
- 5- Los precios cotizados, se entienden por mercaderías puestas sobre camión en la fábrica del proveedor y sin embalaje, salvo que en la propuesta se establezca otra variante.
- 6- Queda especialmente entendido que las cotizaciones se han calculado con la base del precio de la materia prima y mano e obra vigentes en la fecha de la propuesta. Toda modificación de precios de materiales y/o mano de obra que se produzca antes del suministro de los equipos o instalaciones contratadas, dará derecho al proveedor a reajustar los precios de la venta convenidos.
- 7- El plazo de entrega convenido comienza el día en que el proveedor recibe la orden por escrito o presupuesto aceptado y firmado por el comprador, pero no antes de que haya recibido los datos técnicos necesarios para ejecutar los planos definitivos y el pago del anticipo estipulado en el contrato. Además se deducirá del plazo de entrega, la demora en que incurra el comprador en devolver los planos sometidos a su aprobación, que deban ser utilizados para ejecutar el pedido. Igualmente el proveedor no estará obligado a cumplir el plazo de entrega estipulado, en caso de que su cumplimiento sea dificultado por causas de fuerza mayor, ajenas a su control, como ser huelgas, incendio, limitaciones en el uso de energía eléctrica, falta de medios de transporte, falta de materias primas o atraso en la entrega de materiales a suministrar por el comprador.
- 8- El proveedor se reserva el derecho de efectuar entregas parciales o realizar esas entregas a pedido del comprador. En ambos casos tendrá derecho a facturar las mercaderías a medida que realicen las referidas entregas.
- 9- El comprador se compromete a realizar los pagos conforme con las condiciones estipuladas. Todo atraso en uno o más pagos convenidos, dará derecho al proveedor a suspender la entrega de las mercaderías y eximirse del cumplimiento de sus demás obligaciones del contrato.
- 10- En toda operación convenida con pagos diferidos, documentadas o no, sujetas a referencias que deben obtenerse después de la firma del contrato, el proveedor se reserva el derecho de anular las franquicias y exigir el pago de las mercaderías contra entrega de las mismas, cuando los informes requeridos no sean, a su juicio, completamente satisfactorios.
- 11- De acuerdo a las investigaciones de la AMCA (Air Movement and Control Association, Inc.) en cooperación con los comités de códigos de ensayos de las sociedades de ingeniería de los E.U.A. no se han desarrollado métodos de ensayos en el terreno (en obra) prácticos y precisos por medio de análisis de gases o de tubo Pitot u otros instrumentos, resultando los valores obtenidos mediante ensayos en el terreno con grandes diferencias respecto a los reales. La garantía de performance de ventiladores sólo puede asegurarse mediante ensayos realizados por el fabricante de acuerdo con el "código de ensayo normal para ventiladores centrífugos y axiales" aprobado conjuntamente por AMCA (Air Movement and Control Association, Inc.) y ASHRAE (American Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.) con la cooperación del Comité N° 10 del Comité de Ensayos de Potencia de ASME (American Society Mechanical Engineers).
- 12- El proveedor se compromete a reparar o a su opción reemplazar por su cuenta en su fábrica o en obra de dentro del radio de Capital Federal, todas las piezas que resulten deficientes por la calidad del material empleado o por fallas en la construcción por el termino de un año desde la fecha de entrega de la mercadería, quedando excluida toda posibilidad de otros reclamos e indemnizaciones.  
La garantía tendrá vigencia en cuanto el comprador cumpla con lo estipulado en el correspondiente manual de mantenimiento.  
El proveedor declina toda responsabilidad por deterioro producido por desgaste natural, accidentes, alteraciones, abuso o mal uso.

Chicago Blower Argentina S.A. ofrece a requerimiento y costo del comprador, un representante técnico para supervisar la puesta en marcha de los ventiladores.

INICIO / LINEA INDUSTRIAL 2 / VÁLVULA NEUMÁTICA 2 VÍAS MODULANTE 2" - GENE BRE - ARTÍCULO 5065A

STOCK DISPONIBLE



## Válvula Neumática 2 Vías Modulante 2" - Genebre - Artículo 5065A

PRECIO ONLINE **\$134,225**

Válvula Neumática 2 Vías Modulante 2" - Genebre - Artículo 5065A

Referencia: 5065A

Válvula Neumática 2 Vías Modulante 2" - Genebre - Artículo 5065A - Válvula Globo de Control, Normal Cerrada, Construcción Acero al Carbono WCB, Extremos Bridados ANSI 150, Asientos PPL, Señal de Mando 3-15 PSI, Temperatura de Trabajo -10°C/+230°C. Límite de Presión 10BAR Para Vapor, 16 BAR Para Agua. Característica: Igual Porcentaje.

- [Origen: España](#)
- [Nota: Este producto solo se vende en caja de 1 \( Unidad \)](#)
- [Somos Distribuidores Autorizados - Garantía: 1 año](#)
- [Precio y stock sujetos a variación sin previo aviso](#)



1

Iniciar pedido

(C1) 00\_CONSUMIDOR FINAL  
VELEZ SANSFIELD 699. (2000) ROSARIO - Santa Fe. Argentina.  
**Cond. de Venta:** CONTADO

**Teléfono:** 436-2600  
**Mail:** boggio@ingenieriaboggio.com.ar  
**DNI:** 99999999  
**Cond. IVA:** Consumidor Final

Nos es grato cotizarle los artículos que se detallan a continuación:

Art.	Detalle	Marca	Cantidad	Precio	Importe s/IVA
1 17055	 GABINETE EST 300X450X225 MM IP55 (099203)	GENROD	1,00	3.357,502	3.357,50
2 81011	 CABLE CU/PVC FLEX 1X 2.5MM2 NEGRO X MT FRACCIONADO (1007)	FONSECA FRACCIONA DO	10,00	18,905	189,05
3 91955	CABLE TPR 2X 2.5MM2 FRACCIONADO X MT (76)	NEUTROLUZ	10,00	53,165	531,65
4 98974	PULSADOR DE EMERGENCIA TIPO HONGO 40 MM COLOR ROJO - 2NC (NP2- BS544) Garantía: 0 meses	CHINT	1,00	519,349	519,35
5 98962	OJO DE BUEY D22MM COLOR ROJO LED CAP 220V (ND16-22C/4 230V-RED) Garantía: 0 meses	CHINT	3,00	158,357	475,07
6 94163	 INT TERMOMAG 2X 6A 6KA CURVA C (NXB-63 2P C6 6kA)	CHINT	3,00	336,246	1.008,74
7 94164	 INT TERMOMAG 2X 10A 6KA CURVA C (NXB-63 2P C10 6kA)	CHINT	1,00	299,625	299,63

**Sugerencias**



IMPRESORA THM MMP MULTIMARK (TERMOTRANSFERENCIA) EB204.16



CORTADORA DE RIEL DIN



PERFORADORA HIDRAULICA + PUNZON CIRCULAR

**Debido a la situación de público conocimiento y respetando las normas nacionales hasta próximo aviso Ingeniería Boggio permanecerá cerrada**

**Sólo se atenderán urgencias relacionadas con empresas que estén incluidas en: ARTÍCULO 6º del DECNU-2020-297-APN-PTE**

**Urgencias Rosario Industrial: +54 9 341 611-1513**

**Urgencias Rosario Iluminacion: +54 9 341 560-1297**

**Urgencias Santa Fe: +54 9 342 633-5633**

**Urgencias Rafaela: +54 9 349 267-6464**

**¿Cómo lo hemos atendido?**

**Validez del Presupuesto:** 3 días

**Fecha de entrega:** 15/04/2020 Por favor validar con vendedor fechas de entrega de artículos con (\*)

Los precios e importes de los artículos están expresados en ARS y s/IVA incluido. Las garantías son de 1 año a menos que se indique otra duración en el producto.

Observaciones: Gracias por su consulta! Estamos a disposición por cualquier pregunta.

**SUBTOTAL \$ 6.380,99**

**IMPUESTOS**

IVA 1.340,01

Los importes NO incluyen IVA

**TOTAL \$ 7.721,00**







## HERRAMIENTAS

Whatsapp: 11-3675-1405  
Mail: [info@buloneraquemes.com.ar](mailto:info@buloneraquemes.com.ar)  
Web: [www.buloneraquemes.com.ar](http://www.buloneraquemes.com.ar)

### Bulonera Guemes de Gustavo Pugliese

Domicilio : Av. Crovara 2701/05/09 - La Tablada Bs. As. - CP:1766  
Telefono : 4453-0080/27/22/1687 CUIT: 20-23939582-2

Hoja: 1

Cliente : **CONSUMIDOR FINAL** **7594**  
Domicilio : S/D  
Buenos Aires  
Telefono :  
CUIT : 10000000 Nro. OC :

### Pedido/Presup.

Numero: **19560**  
Fecha: 17/04/2020  
F. Entrega:  
Moneda: **PES**  
Cond. Vta:

Referencia :

Articulo / Concep.	Descripcion	UM	Cantidad	Precio	% Descuen.	Subtotal
BMA16/65	BULON ACERO 16X2X65	UNI	41.0000	65.1141	0.00	2,669.68
TA16	TUERCA DE ACERO M. 16X2.00	UNI	200.0000	15.8940	0.00	3,178.80
BMA24/50	BULON ACERO 24X3X50	UNI	5.0000	151.7434	0.00	758.72
BMA20/80	BULON ACERO 20X2.5X80	UNI	20.0000	127.3562	0.00	2,547.12
AZ3/4	ARAND.PLANA ZINCADA 3/4	UNI	200.0000	9.8113	0.00	1,962.26
TA20	TUERCA DE ACERO M. 20X2.50	UNI	100.0000	30.4605	0.00	3,046.05
CANH10	CANCAMO HEMBRA N° 10	UNI	7.0000	112.8498	0.00	789.95
BMA10/70	BULON ACERO 10 X 1.50 X 70	UNI	100.0000	26.3930	0.00	2,639.30
AZ3/8	ARAND.PLANA ZINCADA 3/8	UNI	100.0000	2.0492	0.00	204.92
AMA12/40	ALLEN DE AC. C.C. 12 X 40	UNI	100.0000	23.8548	0.00	2,385.48
AZ1/2	ARAND.PLANA ZINCADA 1/2	UNI	200.0000	5.5897	0.00	1,117.94
TA12	TUERCA DE ACERO M. 12X1.75	UNI	100.0000	7.9200	0.00	792.00

**LOS PRECIOS INCLUYEN IVA.**

	<b>SubTotal</b>	<b>22,092.22</b>
<b>Dto. Gral.</b>	0.00 %	<b>0.00</b>
	<b>Total</b>	<b>22,092.22</b>

Observaciones :



HERRAMIENTAS

Whatsapp: 11-3675-1405  
Mail: [info@buloneraquemes.com.ar](mailto:info@buloneraquemes.com.ar)  
Web: [www.buloneraquemes.com.ar](http://www.buloneraquemes.com.ar)

**Bulonera Guemes de Gustavo Pugliese**

Domicilio : Av. Crovara 2701/05/09 - La Tablada Bs. As. - CP:1766  
Telefono : 4453-0080/27/22/1687 CUIT: 20-23939582-2

Hoja: 1

Cliente : **CONSUMIDOR FINAL** **7594**  
Domicilio : S/D  
Buenos Aires  
Telefono :  
CUIT : 10000000 Nro. OC :

**Pedido/Presup.**

Numero: **19561**  
Fecha: 17/04/2020  
F. Entrega:  
Moneda: **PES**  
Cond. Vta:

Referencia :

Articulo / Concep.	Descripcion	UM	Cantidad	Precio	% Descuen.	Subtotal
TARE8/34	TORN. AUTOR. CAB/HEXAGONAL 8 X 3/4 MECHA ZINC.	UNI	100.0000	3.1502	0.00	315.02

**LOS PRECIOS INCLUYEN IVA.**

<b>SubTotal</b>	<b>315.02</b>
<b>Dto. Gral.</b> 0.00 %	<b>0.00</b>
<b>Total</b>	<b>315.02</b>

Observaciones :

Detalle	La Bulonera Virtual			
	Bulón	Tuerca	Arandela	TOTAL
Bulón y doble tuerca M16x2x60	69,77	15,4	-	\$ 121,69
Bulones Hexagonales M24 x 3 x 50 mm	190,41	-	-	\$ 230,40
Bulones Hexagonales M20 x 2,5 x 80 mm con 2 arandela y tuerca	144	29,9	20,96	\$ 261,14
Bulonex Hexagonales M10 x 1,5 x 70 mm con 1 arandela	16,2	-	2,7	\$ 22,87
Bulón Allen M12x1,75x40 cabeza cilíndrica, 2 arandelas y tuerca	17,68	5,93	3,94	\$ 38,10
Cáncamo hembra M10	-	-	-	\$ 224,77
Autoperforantes M4 x 5	-	-	-	\$ 1,49
Autoperforantes hexagonal 4,2 x 19 mm	-	-	-	\$ 1,49

Bulonera Güemes			
Bulón	Tuerca	Arandela	TOTAL
65,11	15,89	-	\$ 96,89
151,74	-	-	\$ 151,74
127,35	30,46	9,81	\$ 177,43
26,39	-	2,05	\$ 28,44
23,86	7,92	5,59	\$ 42,96
-	-	-	\$ 112,85
-	-	-	\$ 1,50
-	-	-	\$ 1,50



PRESTIGIO S.A. - AV. J B JUSTO 837 - CABA -  
TEL:4779-8000

Válido hasta el:25/04/2020

Atendido por: MAYORISTA TLMKG  
VTATEL

Cliente: 1CONSUMIDOR FINAL

Domicilio:

Localidad: ()

Cond. I.V.A.: CONSUMIDOR FINAL

C.U.I.T.: - 9999999-9

Cond. de venta: CONTADO

ITEM/REF	ARTÍCULO	DETALLE	CANTIDAD	UNIT.C/IVA	TOTAL
1	9737 (6959)	KEM LUSTRAL ESM.D.ACCION S.COLOR ULT.D x3.60 (E)	1.00	5,215.77	5,215.77
2	19026	KEM LUSTRAL ESMALTE DOBLE ACCION ( B ) 029 GRIS HIELO 4.00 LT	1.00	3,533.03	3,533.03

prestigio

VENDEDOR 1380 (MARIEL IENNI) PRECIOS SIN DESCUENTO  
DESCUENTOS Y FORMAS DE PAGO SE DETALLAN EN EL MAIL  
ENVIO CABA -GBA- LA PLATA \$550, BONIFICADO EN FACTURAS SUPERIORES A \$10000

SUBTOTAL 8,748.80

TOTAL 8,748.80

REDONDEO

En el presente Presupuesto no se incluyen Percepciones que pudieran aplicarse en el momento de Facturar.  
Atención al Cliente: 0800-999-7737 - consultas@prestigioweb.com



Todos los días  
12 cuotas sin interés + 10%  
de descuento



Todos los días  
18 cuotas sin interés + 5%  
de descuento

PROMOCIÓN VÁLIDA TODOS LOS DÍAS. PROGRAMA AHORA 12, 12 CUOTAS SIN INTERÉS Y 10% DE DESCUENTO SOBRE EL TOTAL DE LA COMPRA. PROGRAMA AHORA 18, 18 CUOTAS SIN INTERÉS Y 5% DE DESCUENTO SOBRE EL TOTAL DE LA COMPRA SOBRE EL PRECIO DE LISTA DE TODOS LOS PRODUCTOS DE FABRICACIÓN NACIONAL. VÁLIDO HASTA EL 31/12/2019.

**NEW LAURENT'S PINTURERIAS S.A.**

Av. Gral. Bartolomé Mitre 613 (2300) Rafaela  
TEL: 03492 42-8272 / 03492 42-9974  
nlpintureria@gmail.com

**Presupuesto Cliente**

FECHA : 20/04/2020

**8163 - DELLASANTA EZEQUIEL**

(2300) Rafaela  
Santa Fe - Argentina  
20-00000000-0

\*\*\* PRESUPUESTO NUMERO : 4464

**MONEDA : PESOS**

\*\*\* FECHA ENTREGA MERCADERIA : 20/04/2020

LISTA : LISTA PRECIO LISTA

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	DESC	P.UNITARIO	P.TOTAL
----------	--------	-------------	------	------------	---------

1.0	28044	CASAB MULTI BRI BASE A X 3.6 LTS C	0.00%	2,424.80	2,424.80
1.0	28046	CASAB MULTI BRI BASE C X 3.6 LTS C	0.00%	3,171.88	3,171.88

-----  
TOTAL 5,596.67  
-----

COND DE PAGO

15% DESCUENTO CONTADO O DEBITO

Documento no válido como factura

**FABRICACIÓN DE:**  
 Válvulas de retención COMATTI  
 Indicadores de nivel visual CMTI  
 Válvulas globo a pistón COMATTI

**IMPORTADOR DE:**  
 Micas - Tubos de vidrio  
 Visores circulares de vidrio templado  
 Vidrios estriados y lisos para nivel



I.V.A. Responsable Inscripto  
 C.U.I.T.: 30-69079386-1  
 Av.101 (Iturraspe) N° 895  
 (1650) San Martin, Prov. de Buenos Aires  
 Tel/Fax: 4752-3389// 4753-0804/0931/0950  
 tecnival@sinectis.com.ar  
 Fecha: 18/06/20

**REPUESTOS RAFAELA S.A.**  
 BV. ROCA 512  
 RAFAELA  
 Santa Fe

**CLIENTE Nº2,424**  
 (2300 )

C.U.I.T.:33-71185307-9  
 IVA Responsable Inscripto  
 Vend: Casa Central

CÓD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNITARIO	DTO. %	TOTAL
NR11R20.66UR	NIVEL REFLEX COMATTI 11R20 CON 66UR 1/2"	1.00	793.50	40	476.10
NR15R20.66UR	NIVEL REFLEX COMATTI 15R20 CON 66UR 1/2"	1.00	862.50	40	517.50

PLAZO DE ENTREGA: 7 DIAS HABILIS (TENER EN CUENTA QUE POR RAZONES DE PUBLICO CONOCIMIENTO LOS MISMOS PUEDEN VERSE AFECTADOS)

MATERIAL A RETIRAR DE NUESTRA PLANTA O PUESTO SOBRE CAMION C.A.B.A. EN EL TRANSPORTE QUE UDS. INDIQUEN.

**SON DOLARES: NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES CON 60/100**

**MAS 21% I.V.A**

**LOS PRECIOS ESTAN EXPRESADOS EN DOLARES Y SE CONVERTIRAN A PESOS, SEGUN LA COTIZACION BILLETE DEL TIPO DE CAMBIO VENDEDOR DEL BANCO NACION DEL DIA ANTERIOR DE LA FACTURA. SI AL MOMENTO DE LA EFECTIVA ACREDITACION DEL PAGO LA COTIZACION DEL DOLAR DIFIERE UN 3% O MAS RESPECTO A LA INDICADA EN LA FACTURA, SE EMITIRA UNA NOTA DE DEBITO O CREDITO, SEGUN CORRESPONDA.**

**TOTAL: 993.60 MAS 21% I.V.A.**  
**MANTENIMIENTO DE OFERTA: 10 DIAS**  
**COND. DE PAGO: CONTADO**

TECNIVAL S.A. garantizará por escrito la calidad de los productos de su fabricación (Válvulas COMATTI®, Indicadores de nivel COMATTI® y CMTI®; y todos sus repuestos) como así también de los componentes importados utilizados en su elaboración (tubos de vidrio de borosilicato tipo Pyrex, cristales lisos y estriados para Indicadores de nivel), materiales que importamos de Europa.

**AGRADECIENDO SU INTERÉS EN NUESTROS PRODUCTOS, SALUDAMOS MUY ATENTAMENTE**

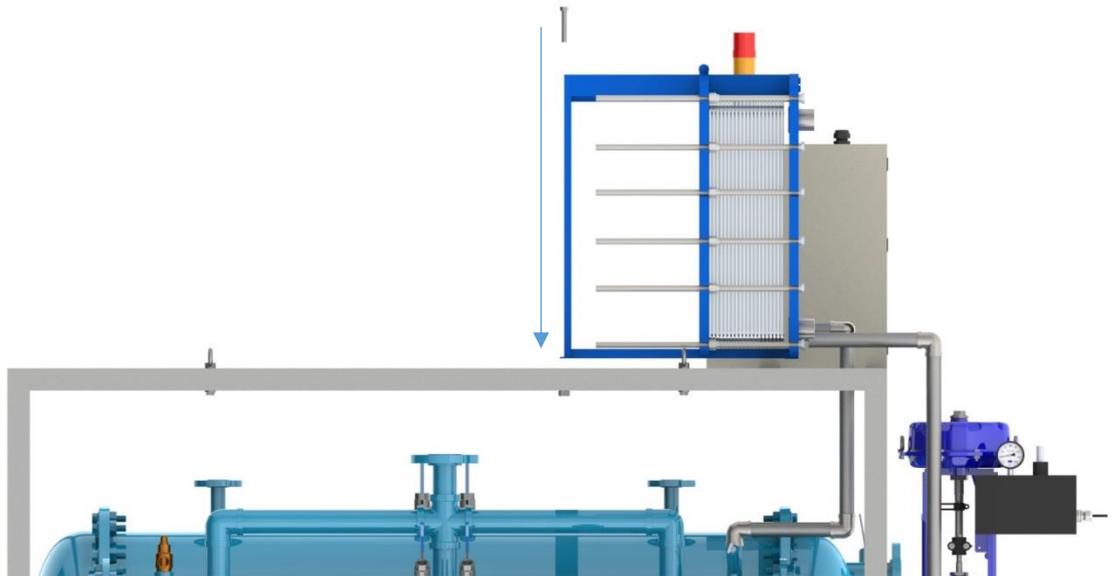
## ***ANEXO N° 5: Instrucciones para el Servicio Técnico para Conexión y Llenado***

### **Conexiones de tuberías**

#### Montaje de intercambiador de placas

Antes de realizar las conexiones hidráulicas, debe realizarse el montaje del intercambiador de placas Hassen provisto junto al Equipo.

Posicionar el intercambiador de placas sobre el estructural de montaje y colocar con bulón hexagonal M12 x 1,75 x 70.



*Fig. Anexo 5-1 - Montaje de intercambiador de placas.*

#### Conexiones del circuito de refrigerante

Para el armado del circuito hidráulico del paso de refrigerante, deben conectarse los distintos intercambiadores y componentes entre sí.

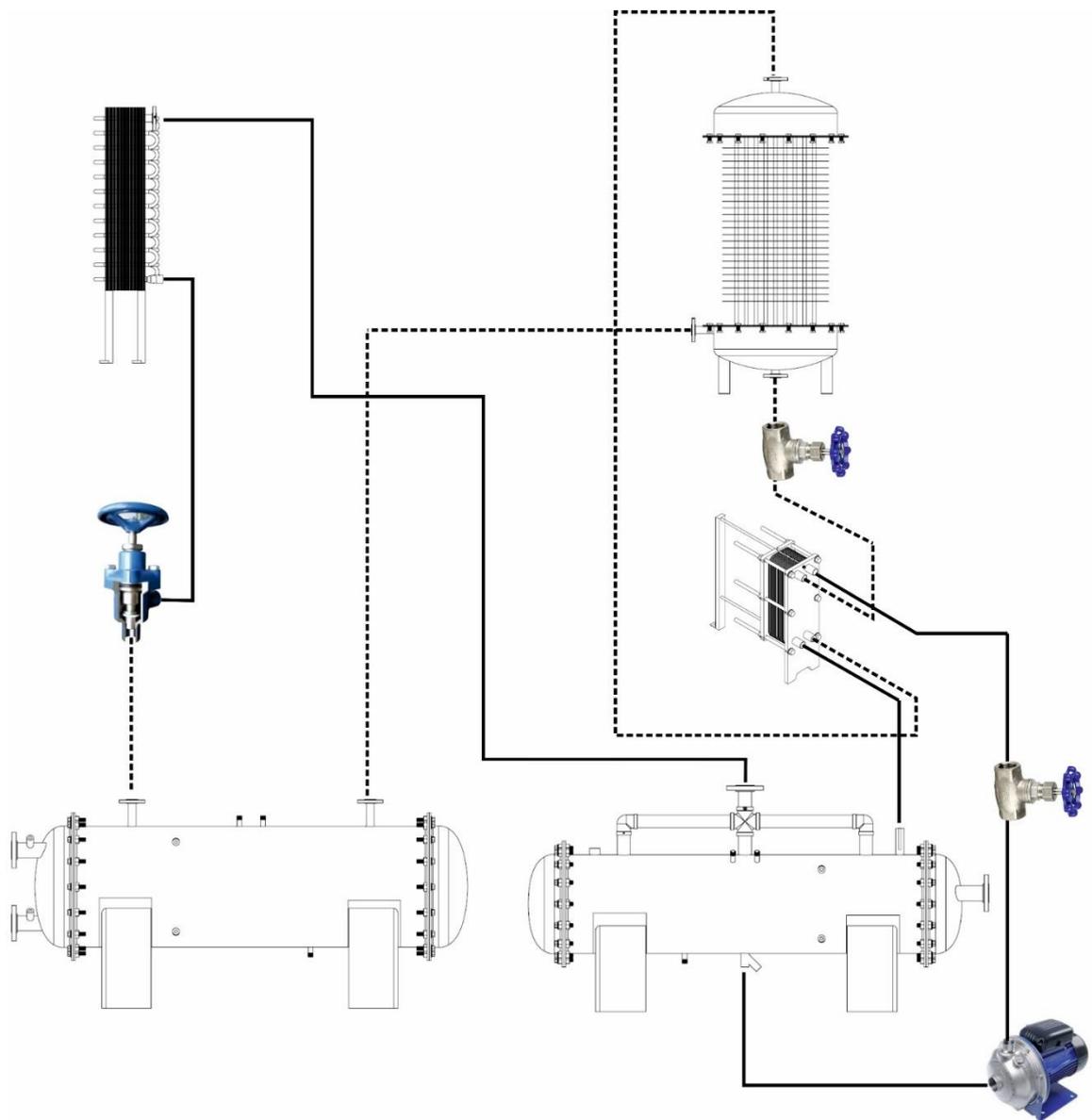
Las conexiones se deben hacer mediante:

- Tubos de acero inoxidable de 1”.
- Bridas slip on de acero inoxidable 1” tipo S-150.

Para acoplar las bridas se debe:

1. Colocar la junta entre las bridas.
2. Posicionar los pernos en las perforaciones de las bridas.
3. Ajustar los pernos correctamente; ajustando los pernos posicionados en forma de cruz.

Los intercambiadores y componentes se conectan de la siguiente forma. En la representación, las líneas continuas son aquellas conexiones que ya están instaladas en el equipo. Las líneas de punto son aquellas conexiones que deben realizarse al momento de la instalación del equipo.



REFERENCIAS:

- Conexiones montadas
- - - Conexiones a instalar

*Fig. Anexo 5-2 - Representación de conexiones instaladas y conexiones que se deben realizar en la instalación del Equipo.*

### Conexiones del circuito de agua caliente

La conexión de la fuente de calor (agua caliente) debe conectarse en las bridas del generador.

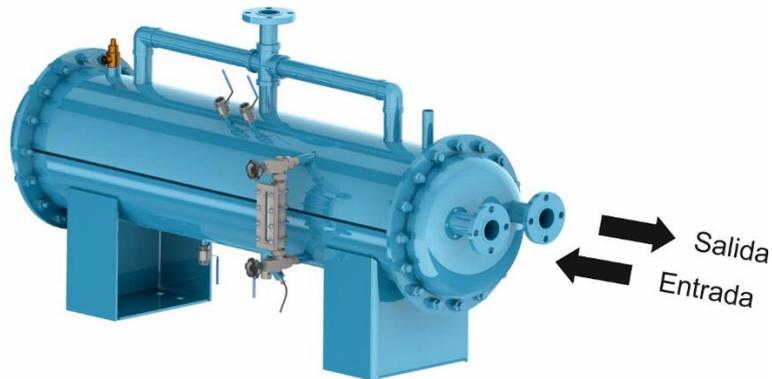


Fig. Anexo 5-3 - Conexión de tuberías de agua caliente al Equipo.



Para evitar la formación de burbujas de aire por cavitación en la aspiración de la bomba que envíe agua caliente al Generador, es necesario asegurar la altura manométrica mínima determinada por el fabricante de la misma.



Utilizar agua tratada y filtrada por Ósmosis, o agua destilada, en el circuito cerrado de agua caliente para evitar la formación de incrustaciones dentro de los tubos del intercambiador casco y tubo.

### Conexiones del circuito de agua a enfriar

La conexión del agua a enfriar debe conectarse en las bridas del evaporador.

#### Requisitos:

- Caudal nominal: 83 lts/min o 5 m<sup>3</sup>/hs.
- Tubería de calidad comercial.
- Brida slip on de 2" S-150.



Fig. Anexo 5-4 - Conexión de tuberías de agua a enfriar al Equipo.



Utilizar agua tratada y filtrada por Ósmosis, o agua destilada, en el circuito cerrado de agua caliente para evitar la formación de incrustaciones dentro de los tubos del intercambiador casco y tubo.

### Conexión del tablero

Debe conectar la llave termomagnética general a la fase de alimentación de 380 V.



Utilizar cables de sección 4 mm<sup>2</sup>. Se recomienda el uso de diferentes colores para las fases y verde y amarillo para la protección eléctrica (PE).



Siempre asegúrese de estar trabajando sin tensión.

### Puesta en marcha

#### Generación de vacío



Llevar Equipo de Vacío con el herramientas necesario.

Antes de comenzar a usar, se debe generar las condiciones de vacío en el Equipo.

El generador y condensador forman parte del circuito de alta presión, mientras que el evaporador y absorbedor, del circuito de baja presión. Las presiones de trabajos en los circuitos son:

Circuito	Presión (Pascal)
Alta presión	10.000
Baja presión	650

En ambos intercambiadores del tipo casco y tubo montados en el estructural inferior (generador y evaporador) se cuenta con una válvula mariposa on/off de ½” como muestra la figura.



Fig. Anexo 5-5 - Ubicación de las válvulas mariposas para la generación de presión en los circuitos y el llenado del equipo.

Para generar la presión de trabajo del circuito de alta presión:

1. Cerrar completamente la válvula de laminación del evaporador y del absorbedor.
2. Posicionar manguera de la bomba de vacío en la entrada de la válvula.
3. Abrir la válvula mariposa del Generador (posición on).
4. Setear la bomba para generar una presión de 10.000 Pascales.
5. Encender la bomba de vacío.
6. Una vez alcanzada la presión seteada, apagar la bomba. Luego, cerrar la válvula mariposa.



Asegurar el cierre 100% de la válvula mariposa para evitar pérdidas de presión.

Repetir el proceso para el circuito de baja presión, seteando la bomba de vacío a 650 Pascales.

#### Ingreso de refrigerante del equipo

Una vez generada la presión de trabajo en los intercambiadores, se debe ingresar el refrigerante al circuito del Equipo.

Las cantidades que se debe ingresar a cada circuito será:

Fluido	Volumen (litros)
Bromuro de Litio concentrado (63%)	145 ± 2
Agua tratada	195 ± 5

La solución de bromuro de litio al 63% de concentración estará formada por:

- 37% de agua tratada, siendo 53,5 litros.
- 63% de bromuro de litio en polvo, donde:

Densidad del BrLi:  $1,71 \text{ kg/cm}^3$

Siendo 63% un volumen de 90,5 litros, dado la densidad del mismo y que el Bromuro de Litio es un polvo, se necesitarán 156 kg.

Para ingresar el refrigerante:

1. En un tambor graduado, colocar 156 kg de bromuro de litio en polvo y 53,5 litros de agua tratada.
2. Conectar el tambor con la válvula mariposa on/off de ingreso de líquido del generador



Se debe asegurar un cierre total del sistema, para evitar pérdidas de presión.

3. Abrir la válvula mariposa para que, por diferencia de presión, el refrigerante pase del tambor al equipo.
4. Completado el proceso, cerrar la válvula y desconectar la manguera.

Repetir el proceso para el circuito del evaporador, dónde debe ingresarse 195 litros de agua tratada.

### Regulación de caudal

Debe regularse el caudal de impulsión de la bomba a través de la válvula globo. Para ello, se debe abrir la válvula de tal modo que el caudalímetro que mide el caudal entrante al Absorbedor y el sensor de conductividad del Absorbedor que mide la concentración de Bromuro de Litio se equilibren. Regule hasta que en la pantalla del tablero eléctrico desaparezca la alarma de “caudal bajo”.

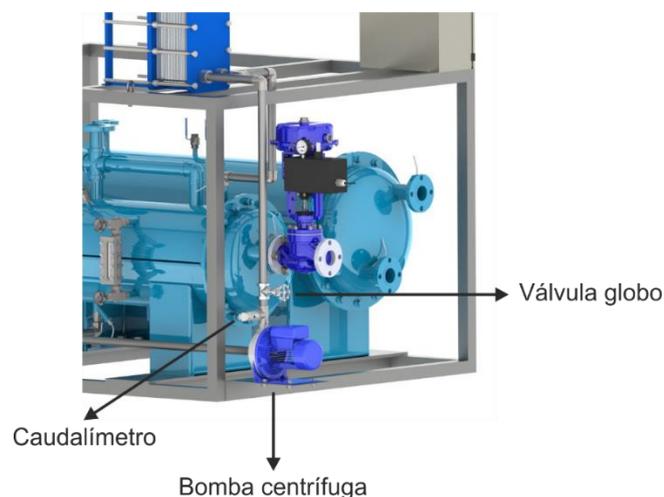


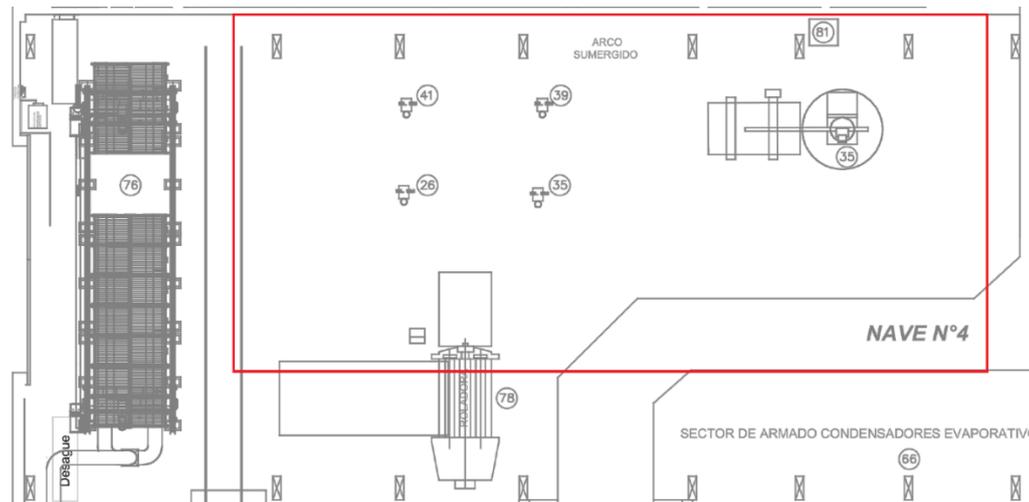
Fig. Anexo 5-6 - Regulación de caudal de Bromuro de Litio al Absorbedor

## ***ANEXO N° 6: Cálculo Riesgo de incendio.***

Para el calculo de incendio se tomo de referencia lo reglamentado en la LEY 19.587 DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO - Anexo VII Decreto 351/79

En el calculo de incendio se decidió tomar un sector de producción en la elaboración del equipo y absorbedor. El sector para analizar será el área de soldadura.

En el siguiente grafico se mostrará el área analizar.



*Fig. Anexo 6-1 – Área de Soldadura.*

El área de cálculo presenta una dimensión de 25m x 12,5m. Al descontar el área del pasillo tendremos una superficie de 304,5m<sup>2</sup> a cubrir.

Para poder calcular la capacidad o necesidad extintora ante un probable incendio es necesario calcular la carga de fuego del mismo lugar a analizar. Según el punto 1.2 Anexo VII Decreto 351/79 la carga de fuego se define como el peso en madera por unidad de superficie capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio. Como patrón de referencia se considera madera con poder calorífico inferior de 18,41 MJ/kg.

Como consecuencia a continuación se identificarán los combustibles posibles identificando sus riesgos, poder y carga calorífica.

Donde los Riesgos (1.5.5 Anexo VII Decreto 351/79). A los efectos de su comportamiento ante el calor u otra forma de energía, las materias y los productos que con ella se elaboren, transformen, manipulen o almacenen, se dividen en las siguientes categorías:

**Riesgo 1 (Explosivos):** Sustancia o mezcla de sustancias susceptibles de producir en forma súbita, reacción exotérmica con generación de grandes cantidades de gases, por ejemplo, diversos nitroderivados orgánicos, pólvoras, determinados ésteres nítricos y otros.

**Riesgo 2 (Inflamables de 1° Categoría):** Líquidos que pueden emitir vapores que mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles; su

punto de inflamación momentáneo será igual o inferior a 40°C, por ejemplo: Alcohol, éter, nafta, benzol, acetona y otros.

Riesgo 2 (Inflamables de 2° Categoría): Líquidos que pueden emitir vapores que mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles; su punto de inflamación momentáneo estará comprendido entre 41 y 120° C, por ejemplo: Kerosene, aguarrás, ácido acético y otros.

Riesgo 3 (Muy Combustibles): Materias que expuestas al aire, puedan ser encendidas y continúen ardiendo una vez retirada la fuente de ignición, por ejemplo: hidrocarburos pesados, madera, papel, tejidos de algodón y otros.

Riesgo 4 (Combustibles): Materias que puedan mantener la combustión aún después de suprimida la fuente externa de calor; por lo general necesitan un abundante aflujo de aire; en particular se aplica a aquellas materias que puedan arder en hornos diseñados para ensayos de incendios y a las que están integradas por hasta un 30 % de su peso por materias muy combustibles; por ejemplo: determinados plásticos, cueros, lanas, madera y tejidos de algodón tratados con retardadores y otros.

Riesgo 5 (Poco combustibles): Materias que se encienden al ser sometidas a altas temperaturas, pero cuya combustión invariablemente cesa al ser apartada la fuente de calor, por ejemplo: celulosas artificiales y otros.

Riesgo 6 (Incombustibles): Materias que al ser sometidas al calor o llama directa, pueden sufrir cambios en su estado físico, acompañados o no por reacciones químicas endotérmicas, sin formación de materia combustible alguna, por ejemplo: hierro, plomo y otros.

Riesgo 7 (Refractarios): Materias que al ser sometidas a altas temperaturas, hasta 1.500°C, aun durante períodos muy prolongados, no alteran ninguna de sus características físicas o químicas, por ejemplo: amianto, ladrillo

Tabla Anexo 6-1 – Carga Calorífica Sala de soldadura

LEY 19.587 DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO - Anexo VII Decreto 351/79					
Sector Incendio (1)	Soldado	Código Sector (2)	1		
Actividad del sector (3)	Metalúrgica				
Superficie piso (4) (m2)	304,5	Riesgo sector(5)	3	Fecha rel. (7)	4/10/2020
Tipo de personas (8)	Trabajadores de producción				
Combustible		Riesgo del combustible (6)	Cantidad (kg)	Poder Calorífico (Mcal/kg)	Carga Calor (Mcal)
Banco de trabajos	TIPO A	4	100	4	400
Sillas	TIPO A	4	70	4	280
Sillas de metal	TIPO A	4	100	2	200
Varios	TIPO A				3000
			<b>Subtotal</b>	<b>3880</b>	
Tiner limpieza	TIPO B	3	10	50	500
Oxido Acetilino	TIPO B	3	100	50	5000
Varios	TIPO B				4000
			<b>Subtotal</b>	<b>9500</b>	
Tableros electricos (dos)	TIPO C	4	70	5	350
Soldadoras	TIPO C	4	100	5	500
Soldadoras convencionales	TIPO C	4	200	5	1000
Iluminacion	TIPO C	4	5	5	25
Herramientas (Varios)	TIPO C	4	20	10	200
Varios	TIPO C				2000
			<b>Subtotal</b>	<b>4075</b>	

Si tomamos en cuenta el poder calorífico de la madera y lo relacionamos a los m<sup>2</sup> de superficie podemos decir que:

Tabla Anexo 6-2 – Resumen Carga Calorífica Sala de soldadura

Carga de fuego A	53,3	MJ/m <sup>2</sup>	2,9	kg/m <sup>2</sup>
Carga de fuego B	130,6	MJ/m <sup>2</sup>	7,1	kg/m <sup>2</sup>
Carga de fuego C (Evaluada para A)	56,0	MJ/m <sup>2</sup>	3,0	kg/m <sup>2</sup>

Si tomamos el cuadro de referencia de extintores como se definen la carga de fuego en base a los riesgos mostramos la siguiente figura.

Tabla 1

Carga de Fuego	Riesgos				
	1	2	3	4	5
Hasta 15 kg/m <sup>2</sup>	--	--	1A	1A	1A
Desde 16 a 30 kg/m <sup>2</sup>	--	--	2A	1A	1A
Desde 31 a 60 kg/m <sup>2</sup>	--	--	3A	2A	1A
Desde 61 a 100 kg/m <sup>2</sup>	--	--	6A	4A	3 <sup>a</sup>
Más de 100 kg/m <sup>2</sup>	A determinar en cada caso				

**Decreto 351/79 Anexo VII inciso 4.2.** El potencial mínimo de los matafuegos para fuegos de clase B, responderá a lo establecido en la Tabla 2, exceptuando fuegos de líquidos inflamables que presenten una superficie mayor de 1 m<sup>2</sup>.

Tabla 2

Carga de Fuego	Riesgos				
	1	2	3	4	5
Hasta 15 kg/m <sup>2</sup>	--	6B	4B	--	--
Desde 16 a 30 kg/m <sup>2</sup>	--	8B	6B	--	--
Desde 31 a 60 kg/m <sup>2</sup>	--	10B	8B	--	--
Desde 61 a 100 kg/m <sup>2</sup>	--	20B	10B	--	--
Más de 100 kg/m <sup>2</sup>	A determinar en cada caso				

Fig. Anexo 6-2 – Carga de Fuego / Riesgos.

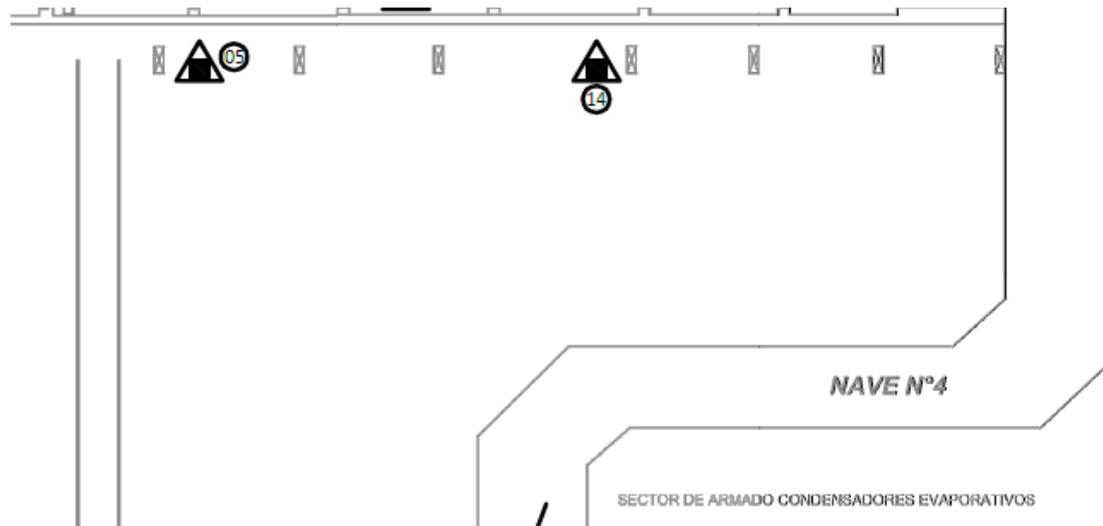
Determinaremos un potencial extintor mínimo de **1A – 4B – C**

Por lo que con un matafuego de tales características servirá ante un potencial incendio, sin tener que recurrir a otro tipo de sistemas de extinción.

De igual manera teniendo en cuenta el decreto 351/79 art. 176. “...En todos los casos deberá instalarse como mínimo un matafuego cada 200 m<sup>2</sup> de superficie a ser protegida. La máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros para fuegos de clase A y 15 metros para fuegos de clase B...” cambiara nuestra primer respuesta.

Al superar la superficie de trabajo los 200m<sup>2</sup> será necesario un segundo matafuego.

La misma ira en la siguiente ubicación.



*Fig. Anexo 6-2 – Ubicación de Extintores*

Finalmente es necesario seleccionar comercialmente ambos matafuegos a seleccionar. Por ello se recurrió a diferentes catálogos de fabricantes donde se seleccionó el siguiente tipo de matafuego para los dos es necesidad.

# EXTINTOR DE POLVO BAJO PRESIÓN

**2,5kg**  
Contenido  
Neto



## CARACTERÍSTICAS

- AGENTE EXTINTOR**  
 Utiliza polvo químico seco, especialmente fluidizado y silicizado de fosfato monoamónico ABC60 con Sello IRAM 3569.
- FUNCIONAMIENTO**  
 Aísla químicamente los fuegos Clase A, fundiéndose a aproximadamente a 177 °C y cubre la superficie a la que se aplicó, sofoca y rompe la reacción en cadena de los fuegos Clase B y no conduce electricidad hacia el operador.  
 Son los indicados para combatir el fuego en lugares de máximo riesgo, una sola persona puede trasladarlo con facilidad y operarlo con sencillez y seguridad, gracias a su exclusiva válvula de disparo.
- COMPONENTES**  
 El cilindro está construido en chapa de acero al carbono laminada en frío de primera calidad, tratado químicamente en su interior y recubierto exteriormente con pintura en polvo termoconvertible, con alta resistencia a la intemperie.  
 Válvula de latón cobreado forjado pulido con rosca M30, con palancas de acero al carbono recubiertas con pintura en polvo termoconvertible, vástago de latón, con asiento y o'ring de caucho sintético.  
 Manguera de descarga de caucho sintético con tobera en plástico industrial negro liso.  
 Manómetro con cuerpo de latón, caja de acero inoxidable y visor de plástico, con Sello IRAM 3533 y fabricados según Norma ABNT NBR 15808.  
 Caño de pesca construido en acero al carbono.  
 Placa de instrucciones de uso y mantenimiento de fácil lectura.
- MANTENIMIENTO**  
 El equipo está presurizado con Nitrógeno Seco.  
 La garantía de fabricación es de 12 meses. Por su principio de funcionamiento (presión incorporada) son sencillos de mantener y de bajo costo, además de tener un gran poder extintor.

## • CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Rango de temperatura: -20°C a +55°C Presión de trabajo: 1.4 Mpa  
 Presión de ensayo: 3.5 Mpa

## • CERTIFICACIONES



Embalados individualmente

## • APLICACIONES



CAPACIDAD NOMINAL	2,5 kg	ALTURA	415 mm	TIEMPO DE DESCARGA	10 seg.
PESO CON CARGA	4,6 kg	ANCHO	220 mm	NORMA IRAM	3523
AGENTE EXTINTOR	Polvo Químico ABC 60	POTENCIAL EXTINTOR	3A 20B:C	TIPO DE FUEGO	A B C
PROFUNDIDAD	125 mm	ALCANCE	3 - 4 mts		

www.matafuegosgeorgia.com

tel: (011) 4585 4400

ventas@matafuegosgeorgia.com

**GEORGIA**  
SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Fig. Anexo 6-3 – Catalogo Georgia - Matafuegos.

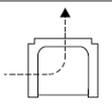
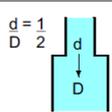
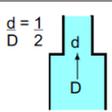
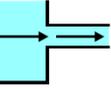
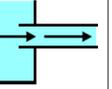
## ANEXO N° 7: Cálculo de pérdida de carga – Selección de la bomba.

Tabla Anexo 7-1 – Valores de pérdida de carga de cañería y accesorios.

### Pérdidas por fricción en caños rectos de hierro

Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Pérdidas (en metros por cada 100 metros)								
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	
1,14	7,7	2,4	0,6	0,3	0,1				
2,27	27,8	8,6	2,3	1,1	0,4				
3,40	58,6	18,5	4,8	2,2	0,8	0,3			
4,55	99,5	30,8	8,1	3,8	1,3	0,5			
5,68		46,9	12,1	5,7	2,0	0,7	0,3		
6,80		65,2	16,9	8,1	2,8	1,0	0,4		
7,95		87,0	23,9	10,8	3,8	1,3	0,5		
9,10		111,5	29,5	13,8	4,8	1,6	0,7		
10,2			35,0	17,0	6,0	2,0	0,8		
11,4	5"		44,0	20,8	7,3	2,5	1,0	0,2	
13,6			62,3	29,0	10,2	3,4	1,4	0,3	
15,9			82,8	38,2	13,6	4,5	1,9	0,4	
17,0				44,0	44,0	15,4	5,1	2,1	0,5
18,2		0,2		49,8	49,8	17,4	5,8	2,4	0,6
20,4		6"		61,7	21,7	7,3	3,0	0,7	
22,7	0,3			8"	75,2	26,2	8,8	3,7	0,9
28,4	0,4					39,3	13,1	5,4	1,3
34,1	0,5		0,2			55,4	18,3	8,0	1,8
39,8	0,8						24,3	10,1	2,5
42,0	0,9	0,3		10"		27,3	11,3	2,7	
45,4	1,1	0,4	0,1			31,8	13,1	3,2	
56,8	1,6	0,7	0,2				19,5	3,6	
62,4	1,9	0,8			12"		23,1	5,7	
68,2	2,3	0,9						27,7	6,8
79,4	3,1	1,2	0,3			14"		8,9	
85,0	3,4	1,4		0,1				10,1	
90,8	3,9	1,6	0,4					11,7	
102	4,9	1,8	0,5					14,5	
108	5,3	2,0						15,9	
113	5,9	2,1	0,6	0,2	0,1	16"	17,6		
170	12,6	4,9	1,3	0,4	0,2		0,1		
227	19,4	8,8	2,2	0,7	0,3		0,2		
250		10,3	2,6	0,9	0,4			0,1	
234		13,2	3,2	1,1	0,5			18"	
341		18,8	4,6	1,6	0,6	0,3	0,2		
454			7,9	2,6	1,1	0,5	0,3		
568				3,9	1,6	0,8	0,4	0,2	
683				5,6	2,2	1,1	0,6	0,3	
796				7,3	3,0	1,4	0,8	0,4	
910					3,9	1,9	1,0	0,6	
1022					4,7	2,3	1,2	0,7	
1137					5,8	2,7	1,5	0,9	
1250					7,1	3,4	1,7	1,0	
1363						3,9	2,0	1,2	

Los valores de la tabla corresponden a agua limpia en cañería nueva de hierro

Diámetro nominal de los caños normales								
mm.	Pulg.							
12	1/2	1,00	0,24	1,09	0,30	0,18	0,27	0,49
19	3/4	1,37	0,30	1,52	0,45	0,24	0,40	0,61
25	1	1,74	0,40	1,83	0,52	0,30	0,46	0,76
32	1 1/4	2,32	0,51	2,53	0,70	0,40	0,61	1,04
38	1 1/2	2,74	0,61	3,05	0,82	0,45	0,73	1,22
51	2	3,66	0,76	3,96	1,07	0,58	0,91	1,52

## Cálculo de la distancia desde la salida del Abs a la entrada de Recuperador

1° Altura geométrica		
Circuito	Long (m)	Long (m) CALCULADA
Absorbedor a Recuperador	x	1,26
Recuperador a Generador	1,1	1,1
TOTAL		2,36
		<b>3,07</b>

2° Altura eq. pérdida por fricción			
Circuito	Descripción	Long. Equivalente (m)	Long. Equivalente CALCULADA (m)
Absorbedor a Recuperador	1 codos 90° de 1"	0,52	1,04
	Caño de 1"	x	1,26
Recuperador a Generador	4 codos 90° de 1"	2,08	2,08
	Caño de 1"	0,93	0,93
	TOTAL	3,53	5,31
Por fricción,	<b>18,8</b>	m/100 m -->	<b>1,00</b>
	(valor con agua)		mca

$P_{\text{final Gen}} = P_{\text{inicial Abs}} - \text{Pérdida Recuperador} - \text{Pérdida Cañería} + \text{Altura geométrica}$

$10.000 \text{ Pa} = 650 \text{ Pa} - 1,30 \text{ mca} - \text{Pérdida Cañería} + d. g. H$

$1,0197 \text{ mca} = 0,00663 \text{ mca} - 1,30 \text{ mca} - [(3,53 \text{ m} * 0,188 \text{ m}) + (x * 0,188)] + [1,1 + (x)] * 1,3$

$1,0197 \text{ mca} = 0,00663 \text{ mca} - 1,30 \text{ mca} - 0,663 \text{ mca} - 0,188x \text{ m} + 1,43 + 1,3 x$

Dónde  $x = 1,27 \text{ m}$ , que es la distancia desde la salida del Abs a la entrada de Recuperador.

## Presión de funcionamiento necesario en la Bomba

1° Altura geométrica	
Circuito	Long (m)
Recuperador a Absorbedor	2,66
Generador a Recuperador	1,1
TOTAL	<b>3,76</b>

2° Altura eq. pérdida por fricción				
Circuito	Descripción	Long. Equivalente (m)		
Recuperador a Absorbedor	1 codos 90° de 1"	0,52		
	Caño de 1"	2,66		
Generador a Recuperador	4 codos 90° de 1"	0,52		
	Caño de 1"	1,2		
	1 válv globo	8,24		
	TOTAL	13,14		
Por fricción,	18,8	m/100 m -->	2,47	mca
	(valor con agua)			

$P_{\text{final Abs}} = P_{\text{inicial Gen}} - \text{Pérdida Recuperador} - \text{Pérdida Cañería} - \text{Altura geométrica} + P_{\text{bomba}}$

$650 \text{ Pa} = 10000 \text{ Pa} - 1,30 \text{ mca} - \text{Pérdida Cañería} - d. g. H + Z$

$0,00663 \text{ mca} = 1,0197 \text{ mca} - 1,30 \text{ mca} - 2,47 + [3,76] * 1,3$

Dónde Z son los metros columna de agua necesarios de la bomba es de 7,65 mca.

Se selecciona la bomba Lowara modelo 120/2 con variador de frecuencia.  
Recomendación: 30 Hz como mínimo

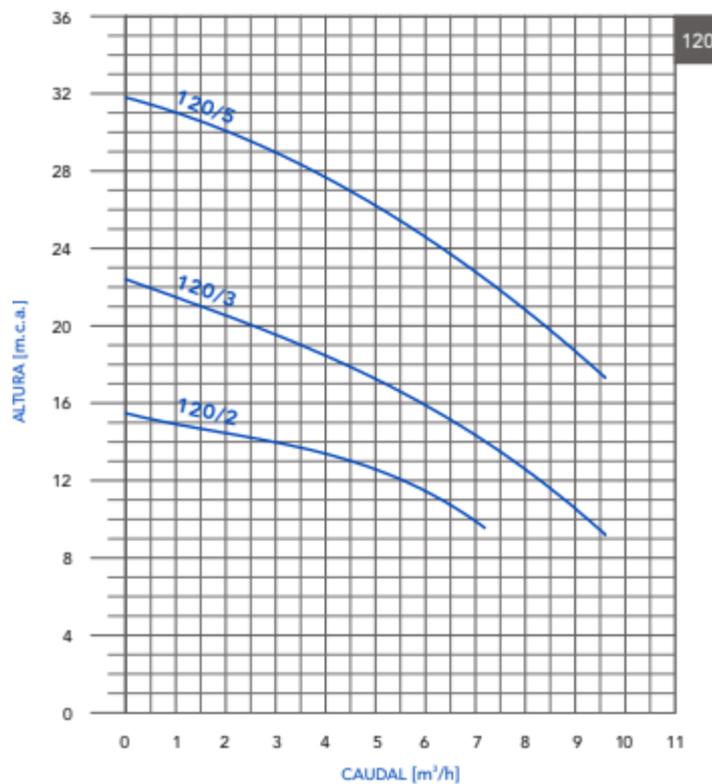


Fig. Anexo 7-1 - Curva de la bomba Lowara seleccionada.