

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

**Mejora de la eficiencia energética de una
maquina corrugadora**

Resumen ejecutivo

Proyecto Nº: 1308B

Autores: Gonzalez, Pedro
Laxague, Gaston
Peralta, Sebastián

Tutor: Mauro Moscatelli

Dirección de Proyectos:
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Marco, Luis

AÑO 2014

Resumen

El entorno económico actual donde se encuentran inmersas todas las empresas a nivel global, genera situaciones de alta competitividad. Debido a esto es necesario tener una producción de altísima calidad, disminuyendo los costos operativos para lograr así una mejor relación costo-calidad.

El presente Proyecto tiene como objetivo mejorar la eficiencia energética en una línea de cartón corrugado, para esto, se realizó un análisis del estado actual del sistema de vapor de la empresa PAMER, observándose importantes deficiencias en lo que se refiere al aprovechamiento de la energía contenida en el vapor.

De esta manera se incorporarán tres tanques flash, con lo cual se aumentara la capacidad de generación de vapor flash en un 550%, se modificara la alimentación de vapor en cabezales corrugadores para lograr una disminución del 18% en el consumo de vapor de los mismos, se aislaran las cañerías para que no haya disminución de pérdida de energía térmica por falta de aislación en un 90% y se reutilizara el vapor flash venteado a la atmosfera para el calentamiento del agua de alimentación en la UGV.

Abstract

The current economic environment in which the companies are immersed, generates highly competitive situations. Because of this, is necessary to produce with high quality, reducing operating costs, to accomplish better value for money.

This project aims to improve energy efficiency in a line of corrugated cardboard. To achieve this, an analysis of the current state of the steam system of PAMER was performed. As a result of it, were observed significant deficiencies in regard to the use of the energy contained in the steam.

In order to improve the system efficiency, will be incorporated three flash tanks with the purpose of increase the flash steam generation up to 550%, also the steam feed of corrugator machine will be redesigned, so as to reduce the steam consumption until 18%. To avoid the heat loss, the pipework will be isolated and the steam that is vented to the atmosphere will be used to heat the water of UGV feeding.

Agradecimientos

- A nuestras familias
- Ing. Mauro Moscatelli
- Ing. Gustavo Puente
- Ing. Julio Cimetta
- Ing. Gabriel Chichi
- Ing. Martín Dubourdieu
- Cr. Santiago Bastianelli
- Prof. Fabiana Gonzalez

INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

El entorno competitivo actual de las empresas a nivel global, demanda altísimos niveles de competitividad, en términos de productividad; calidad; eficacia; precio y cumplimiento de plazos de entregas.

En este marco una visión acertada de futuro, requiere de una gestión empresarial valiente, con inversiones apropiadas y diagnósticos sistemáticos por auditorías internas que permitan identificar los defectos, nichos de mercado, oportunidades de negocio, tendencias del sector y oportunidades de mejora, ofreciendo así productos necesarios que aseguren el éxito industrial.

Pamer, como empresa líder en el mercado del Cartón Corrugado, y en constante búsqueda de optimizar sus procesos, hace énfasis en el ahorro energético.

El vapor, representa aproximadamente el 6 % del costo total de producción en la máquina corrugadora y debido a esto, resulta imperioso orientar los esfuerzos permanentes a hacer eficiente el uso energético del recurso en este proceso productivo particular del cartón corrugado.

En este campo se han identificados varios puntos de mejora en su proceso vapor y el sistema de recuperación de condensados; posterior ser impulsado de retorno a caldera. Y por otro lado, un insuficiente caudal de vapor en determinada parte del proceso se requiere de vapor húmedo a baja presión, facilitado por 2 tanques flash dispuestos a la salida de la zona húmeda del cartón (mesa de secado). Debido a esto, la línea de vapor a baja presión se encuentra alimentada por la línea de 14 bar a través de una reguladora de presión que se encuentra ajustada en 2.5 bar.

Las mejoras en el sistema de vapor de la máquina corrugadora no sólo están destinadas a proporcionar una disminución en el costo operativo de la misma, sino

también a mejorar el proceso; por la adición de calor al cartón, la calidad de los papeles y la cantidad de adhesivo aplicado, siendo estos tres factores determinantes en la calidad de las planchas a la salida de la corrugadora.

Como resultante de la auditoría llevada a cabo en el sistema de vapor de la máquina corrugadora, se identificaron diversos puntos de baja eficiencia, los cuales se mencionan en los siguientes párrafos.

En primer lugar: se detectó una pérdida de calor importante en el tanque recolector de condensado (TQ1), en el cual se convierte el 18% del condensado en vapor flash por la despresurización de 14 bar a presión atmosférica (el tanque se encuentra abierto a la atmósfera) con la consiguiente pérdida de energía y por ende el aumento del costo en la generación de vapor.

También pudo observarse que en **los cabezales corrugadores se entrega calor en mayor proporción del necesario** para el correcto funcionamiento del mismo; esto, además de consumir mayor cantidad de vapor también es el factor de producir cartón de menor calidad.

Otra de las deficiencias encontradas es, que la planta cuenta con **solo dos tanques flash de revaporizado**, los cuales no alcanzan a satisfacer el caudal necesario de vapor a baja presión. Por esta causa, se ha instalado una válvula reductora de presión para alimentar la línea de vapor a baja presión, causando que los tanques flash permanezcan bloqueados la mayoría del tiempo lo que impide que cumplan con su propósito.

Otro de los puntos causales de la pérdida de energía, se encuentra en la **distribución del vapor y retorno de condensado**. Estas pérdidas de energía se originan debido al mal estado y en algunos casos la ausencia total de aislación térmica; tal es el caso de la línea de retorno de condensado, la cual se encuentra sin aislación

desde el tanque receptor de condensado (TQ1) hasta la unidad generadora de vapor.

Resumen

Como se puede apreciar, hay varios factores que propician la ineficiencia de la máquina corrugadora focalizados en el manejo del vapor, sobre los cuales se puede trabajar para lograr una disminución de las pérdidas de energía térmica y una consecuente reducción el consumo de vapor por tonelada.

OBJETIVOS Y ALCANCES

OBJETIVOS

Objetivo General:

Hacer un replanteo del sistema de vapor de la máquina corrugadora para aumentar su eficiencia energética.

Objetivos Particulares:

1. Generación de vapor flash autosostenible para atender los requerimientos de vapor a baja presión. Se incorporarán tres tanques flash para aumentar la capacidad de generación de vapor flash en un 550%.
2. Utilización del revaporizado en tanque abierto (tanque T1) para precalentar el agua de alimentación de la unidad generadora de vapor.
3. Automatización de la alimentación de vapor en cabezales corrugadores para lograr una disminución del 18% en el consumo de vapor de los mismos.
4. Diseño de la lógica de control mediante plc que llevará a cabo el control de temperatura y nivel del tanque de agua de la UGV, como también el control de la presión y nivel en el tanque T1.
5. Aislación térmica del sistema, estimada en un 90%.

ALCANCES

- Diseño y cálculo de tres tanques flash utilizando el código ASME.

- Diseño y cálculo de una nueva línea de vapor la cual será la responsable de llevar el vapor generado en el tanque TQ1 hasta la UGV.
- Cálculo de aislación de línea de vapor y condensado.
- Comprobación de todas las trampas de vapor para las nuevas condiciones de trabajo (aumento de la presión de descarga)
- Medición de espesor del tanque TQ1 y cálculo de presión admisible.
- Diseño de lógica de control utilizando plc existente para controlar niveles, temperatura y presión de los distintos tanques.
- Cálculo del ahorro de vapor (el agua de alimentación de la caldera se precalienta utilizando vapor de la misma caldera).
- Diseño y lógica del lazo de control para la automatización de temperatura en cabezales corrugadores.
- Selección de todos los materiales y accesorios a utilizar en el proyecto.
- Diseños de tableros eléctricos.
- Análisis de viabilidad económica. TIR

No contempla: Diseño y cálculo de línea de vapor de 14 bar, estudio de la mejora en la eficiencia en la unidad generadora de vapor, cálculo mecánico de ménsula soportes para línea de vapor, cálculo y selección de conductores aguas arriba y aguas abajo de tableros eléctricos.



PROYECTO FINAL DE CARRERA

(P F C)

**Mejora de la eficiencia energética de una
maquina corrugadora**

Ing. Basica

Proyecto N°: 1308B

Autores: Gonzalez, Pedro

Laxague, Gaston

Peralta, Sebastián

AÑO 2014

Índice

PROYECTO FINAL DE CARRERA	1
1- INSTALACIÓN EXISTENTE.....	3
1.1 -CONSUMO DE VAPOR EN MÁQUINA CORRUGADORA	3
1.1.1- VAPOR FLASH REQUERIDO POR LOS ROCIADORES.....	4
2 - MEJORAS A REALIZAR EN LÍNEA DE VAPOR A BAJA PRESIÓN.....	5
2.1- DISTRIBUCIÓN DE TANQUES FLASH.....	5
2.2- TANQUES FLASH.....	7
3- UTILIZACIÓN DE REVAPORIZADO EN TANQUE (TQ1)	8
4- AUTOMATIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE VAPOR DE LOS CABEZALES CORRUGADORES.....	13
4.2 - DISEÑO DE LA LÓGICA DE CONTROL	14
4.3 - DISEÑO DEL CUADRO DE VÁLVULAS.....	15
5 - DISEÑO DE LA LÓGICA DE CONTROL MEDIANTE PLC QUE LLEVARÁ A CABO EL CONTROL DE TEMPERATURA Y NIVEL DEL TANQUE DE AGUA DE LA UGV.....	16
5.1- CONTROL DE NIVEL TANQUE DE AGUA DE LA UGV.....	16
5.2- CONTROL DE TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA DE LA UGV	18
5.3- CONTROL DE NIVEL DEL TANQUE FLASH TQ1	19
6- AISLAMIENTO TÉRMICO EN CAÑERÍAS DE VAPOR.....	20

1- INSTALACIÓN EXISTENTE

En la actualidad la velocidad de fabricación de cartón corrugado onda simple es de 120m/min. Además de onda simple, la corrugadora tiene la posibilidad de producir cartón Doble Wall (doble pared), debido a las características que requiere este tipo de cartón, la velocidad de funcionamiento para este producto oscila entre 75 y 90 m/min.

1.1 -CONSUMO DE VAPOR EN MÁQUINA CORRUGADORA

En la siguiente tabla se representa el consumo de vapor teórico de cada equipo y la carga total de condensado de la máquina corrugadora.

CONSUMOS DE VAPOR EN MÁQUINA CORRUGADORA		
Cabezal corrugador onda C	740,3	kg/h
Cabezal corrugador onda B	730,8	kg/h
Precalentador de papel liner C	175,76	kg/h
Precalentador de papel liner B	175,76	kg/h
Precalentador single face C	119,80	kg/h
Precalentador single face B	119,80	kg/h
Precalentador liner exterior	175,76	kg/h
Mesa de secado	530,18	kg/h
TOTAL	2777,6	kg/h

1.1.1- VAPOR FLASH REQUERIDO POR LOS ROCIADORES

El vapor flash que se utiliza para humectar el cartón en los cabezales y fabricar el adhesivo, es la diferencia entre el caudal másico que ingresa a la máquina corrugadora y el condensado que en ella se produce.

El caudal de vapor erogado por la unidad generadora de vapor es leído en el caudalímetro existente a la salida de la misma. Los foguistas, llevan un registro de dichos caudales, por lo tanto el valor del caudal de vapor es extraído de la planilla de registro que llevan los operarios:

$$Q_{ingreso} = 2961 \text{ Kg / h}$$

Por lo tanto el vapor flash producido es:

$$V_{flash} = 183,4 \text{ Kg / h}$$

Con las nuevas disposiciones e incorporaciones que se plantean (en el punto “2 - MEJORAS A REALIZAR EN LÍNEA DE VAPOR A BAJA PRESIÓN”), la capacidad de generación de vapor flash por la despresurización de 14 bares a 3 bares (presión de trabajo establecida para el tanque flash), es del 13,1%. Consecuentemente, el caudal de vapor flash que se genera a partir del condensado (2777.6 Kg/h) es de 364,1Kg/h.

Es de decir que, con la nueva disposición de revaporizado del condensado, se obtiene el doble de la capacidad para producir el vapor flash requerido para la humectación del papel y la fabricación del adhesivo para el proceso de pegado.

2 - MEJORAS A REALIZAR EN LÍNEA DE VAPOR A BAJA PRESIÓN

2.1- DISTRIBUCIÓN DE TANQUES FLASH

El vapor flash que alimenta la línea de baja presión, se obtendrá de un total de 6 tanques flash, los cuales se dispondrán de la siguiente manera:

- Los tanques flash 1, 2 y 3 serán conectados a las descargas del primer, segundo y tercer grupo de planchas respectivamente.
- En el tanque flash 4, se volcaran los condensados del precalentador triple.
- El tanque flash 5 recibirá el condensado del cabezal corrugador onda B más el condensado del precalentador liner y onda B.
- El tanque flash 6 recibirá el condensado del cabezal corrugador onda C más el condensado del precalentador liner y onda C.

En busca de un correcto funcionamiento de las trampas de vapor instaladas arriba del tanque flash y a la salida de la máquina corrugadora, se necesita garantizar un determinado diferencial de presión.

Para asegurar que la presión que se genera en los tanques flash(es decir, aguas abajo de las trampas) no exceda la presión máxima de trabajo recomendada por el fabricante; se instala una válvula de alivio (Figura 2.1) en la línea de revaporizado. De esta manera se asegura que las trampas evacuen el caudal de condensado para el cual fueron seleccionadas.



Figura 2.1- Válvula de alivio

A continuación, en las figuras 2.2, 2.3 y 2.4, se presenta un esquema de las modificaciones a realizar en la línea de vapor; dichas modificaciones se representan en color magenta.

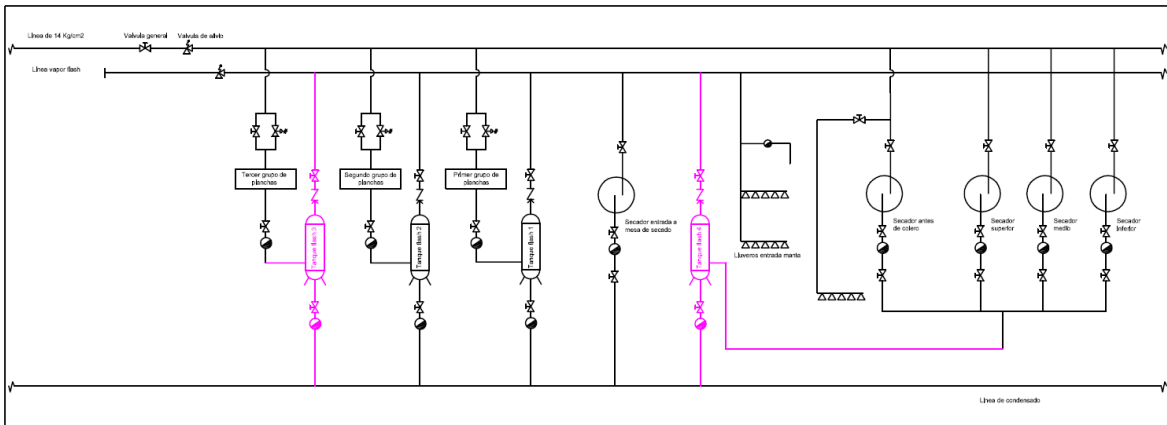


Figura 2.2 – Lay out de reformas a realizar sección I

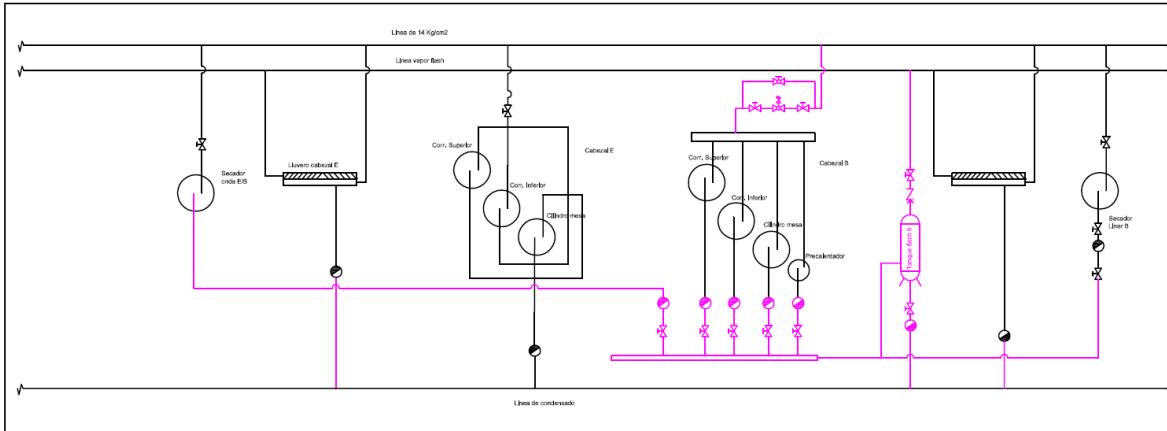


Figura 2.3 - Lay out de reformas a realizar sección II

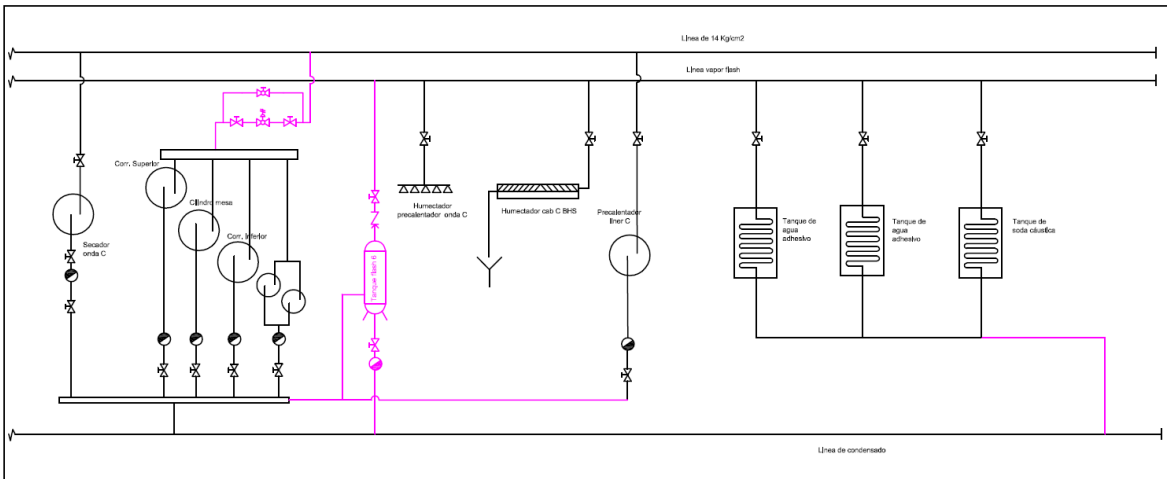


Figura 2.4 - Lay out de reformas a realizar sección III

2.2- TANQUES FLASH

El diseño y cálculo de los tanques flash se realizan siguiendo los pasos y las especificaciones estipuladas por el Código ASME Sección VIII Div. 1, siendo esta la que rige para el cálculo y construcción de recipientes sometidos a presión.



Figura 2.5 – Tanque de revaporizado

El recipiente en su exterior será recubierto con aislante térmico y una protección mecánica. Los materiales son lana de vidrio y chapa galvanizada, respectivamente. Las chapas se unen entre sí por medio de tornillos autorroscantes.

3- UTILIZACIÓN DE REVAPORIZADO EN TANQUE (TQ1)

Considerando que la carga de condensado que libera la máquina corrugadora es de 2777.6 Kg/h, se puede inferir que en el tanque abierto TQ1 se van a producir 284.4 Kg/h de vapor flash. Este vapor es liberado a la atmósfera con la consecuente pérdida de energía (553,4 MJ/h).

Tomando en cuenta que, actualmente, el agua de reposición de la caldera es calentada hasta 90 °C utilizando vapor vivo producido por la misma, se llevará a cabo una línea de vapor que canalice el vapor flash generado en el TQ1, con el

propósito de utilizar esta energía que hasta el momento es desperdiciada. De esta manera se logra reducir el consumo de combustible de la caldera, como también se disminuye el volumen de los gases emitidos a la atmósfera.

El trazado de esta nueva línea de vapor se llevará a cabo acompañando la línea de vapor de 14 bares existente, que une la UGV con la máquina corrugadora. La cañería se calculará en concordancia con el Código para tuberías a presión ANSI B31.1, como así también, la selección de tubos normalizados se regirá según normativa ANSI.

El material aislante a utilizar corresponde a lana de vidrio, en su formato de media caña; y recubierto con una protección mecánica en chapa de acero galvanizada, preformada y con uniones mediante tornillo autorroscante. En el capítulo 6, se detalla de manera más amplia el tema.

Los tramos en los cuales corresponda el uso de soportes, serán diseñados y planificados según catálogo de Spirax Sarco.

Apoyos de cañería:

Según Catálogo de Spirax Sarco, los soportes deben ir montados en las uniones de tuberías, ya sean curvas tipo “T”, válvulas y bridas, y a intervalos rectos no mayores a los recomendados por tabla. La distancia entre los soportes es función del diámetro nominal de la tubería. La razón de colocar los soportes en las uniones, es para eliminar las tensiones en juntas roscadas o con bridas.

Los apoyos utilizados serán del tipo patín deslizante con abrazadera debido a su característica de permitir el movimiento libre de dilatación y a su vez, mantener la alineación de la tubería, esto es recomendable cuando los tramos son superiores a 15mts. Los mismos serán montados sobre perfiles “U” empotrados en la pared del edificio.

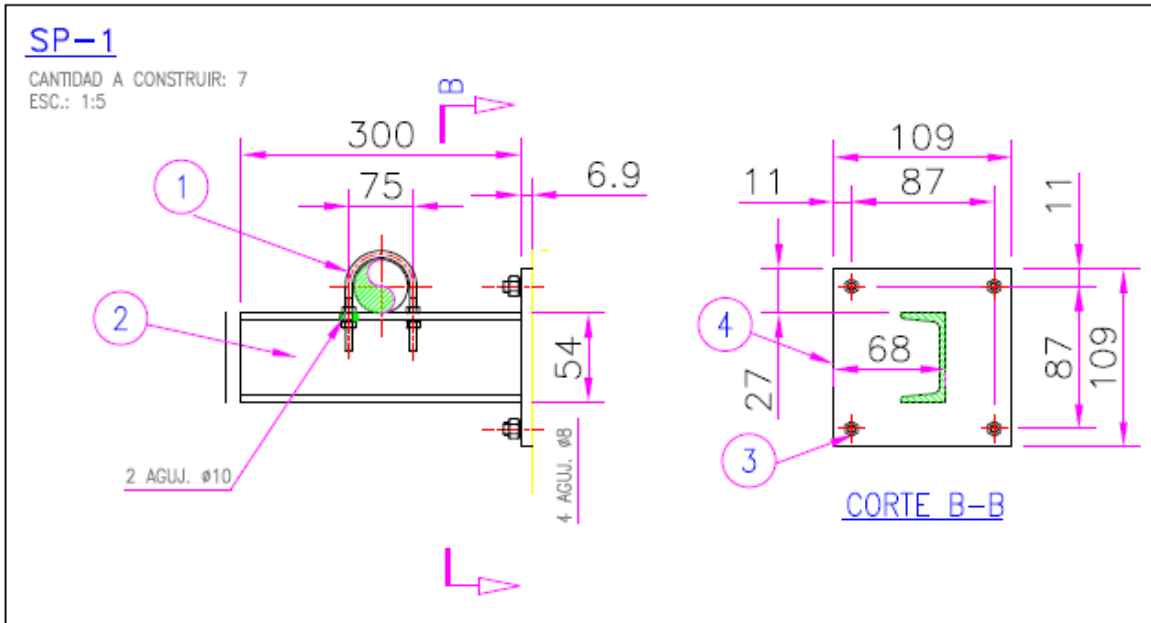
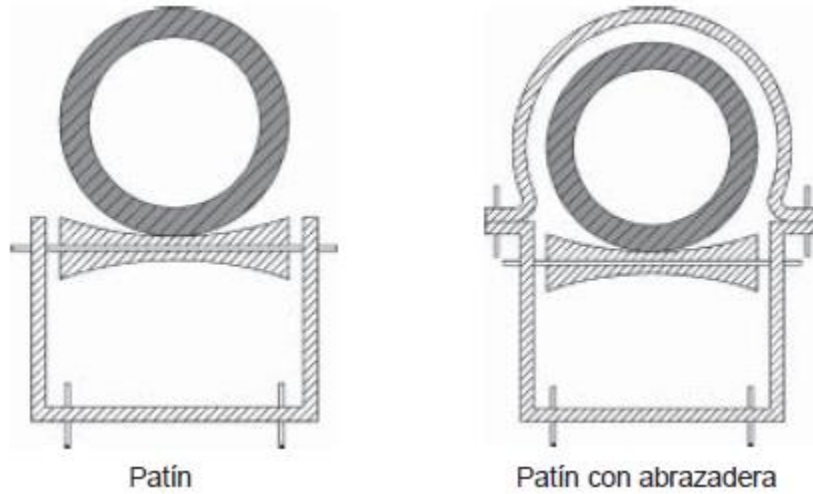


Figura 3.1 – Soportes de fijación para tubería de vapor

Tramos	Metros de cañería	de Soporte patín abrazadera	Tipo con	Soporte fijo en curvas
T/C1	2,4			1
C1/C2(Tramo vertical)	2,6			2
C2/C3	17	5		1
C3/C4	33	9		1
C4/C5	5			2
C5/C6	25	7		1

Figura 3.2 – Cantidad de soportes de fijación para tubería de vapor

Las tuberías verticales deben soportarse adecuadamente en la base, para aguantar todo el peso de la misma. Las derivaciones de las tuberías verticales no deben utilizarse como medio de soporte de la tubería, ya que esto causaría excesivos esfuerzos sobre las uniones en “T”.

En la figura 3.3 se puede observar el trazado de la nueva línea de vapor flash.

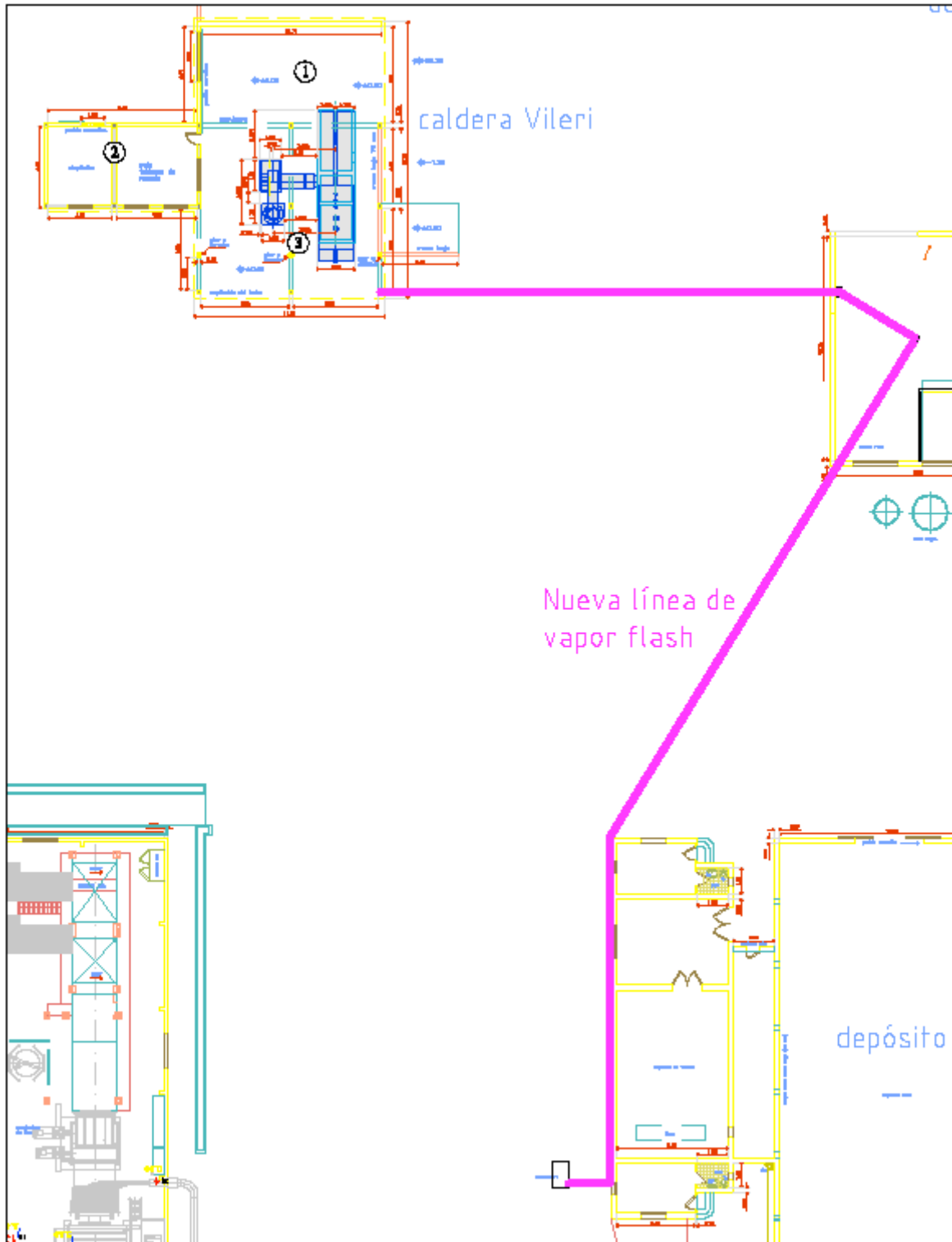


Figura 3.3 – Traza de la nueva línea de vapor

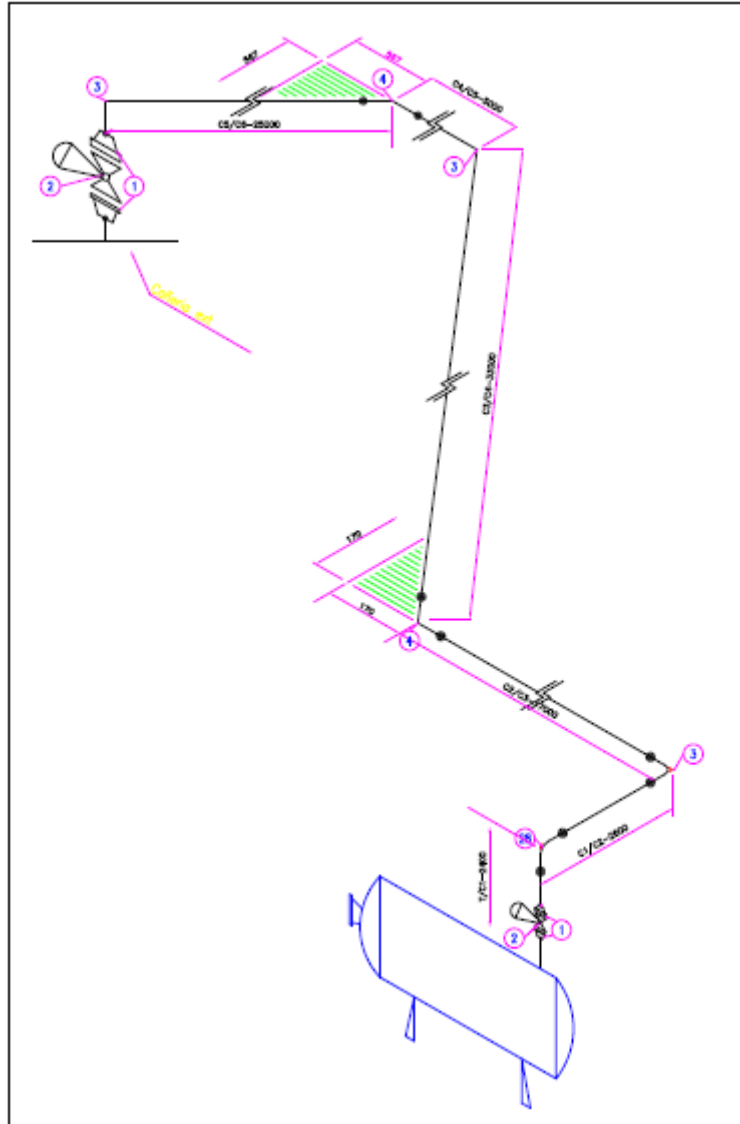


Figura 3.4 – Isométrico de la nueva línea de vapor

4- AUTOMATIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE VAPOR DE LOS CABEZALES CORRUGADORES

4.2 - DISEÑO DE LA LÓGICA DE CONTROL

La forma más directa que hay de medir la temperatura de salida del single face es usando un pirómetro óptico instalado justo a la salida del cabezal corrugador.

El control de la alimentación de vapor al cabezal corrugador se realizará mediante una válvula de control, la cual estará comandada por un controlador PID. De esta forma, el controlador PID recibirá la información de temperatura que le proveerá el pirómetro óptico y mediante una comparación con el set point establecido, le enviará una señal a la válvula para abrir o cerrar el paso de vapor según corresponda; cerrando así el lazo pirómetro-controlador-válvula.

Además, es necesario que el sistema sepa si el cabezal se encuentra en marcha o detenido, esto es debido a que si el cabezal se encuentra detenido, la temperatura del single face que se encuentra censando el pirómetro comenzará a descender producto del enfriamiento de los papeles. Al descender la temperatura, el sistema interpretará que es necesario proporcionar más vapor para recuperar dicha temperatura perdida, al abrir la válvula y no encontrar respuesta por parte del sistema (ya que el cabezal se va a calentar pero el single face no debido a que ya no está en contacto con el mismo) terminará abriendo la válvula al 100% provocando un recalentamiento del cabezal, el cual ocasionará problemas a la hora de volver a ponerlo en marcha.

Para sortear este problema, en el plc del cabezal se programará una rutina que mediante una salida analógica, ponga al controlador en set point remoto con una apertura del 20% de la válvula en el momento que el cabezal se encuentra detenido.

En la figura 4.1 se muestra un diagrama P&ID básico del control de temperatura que se llevará a cabo en los cabezales corrugadores.

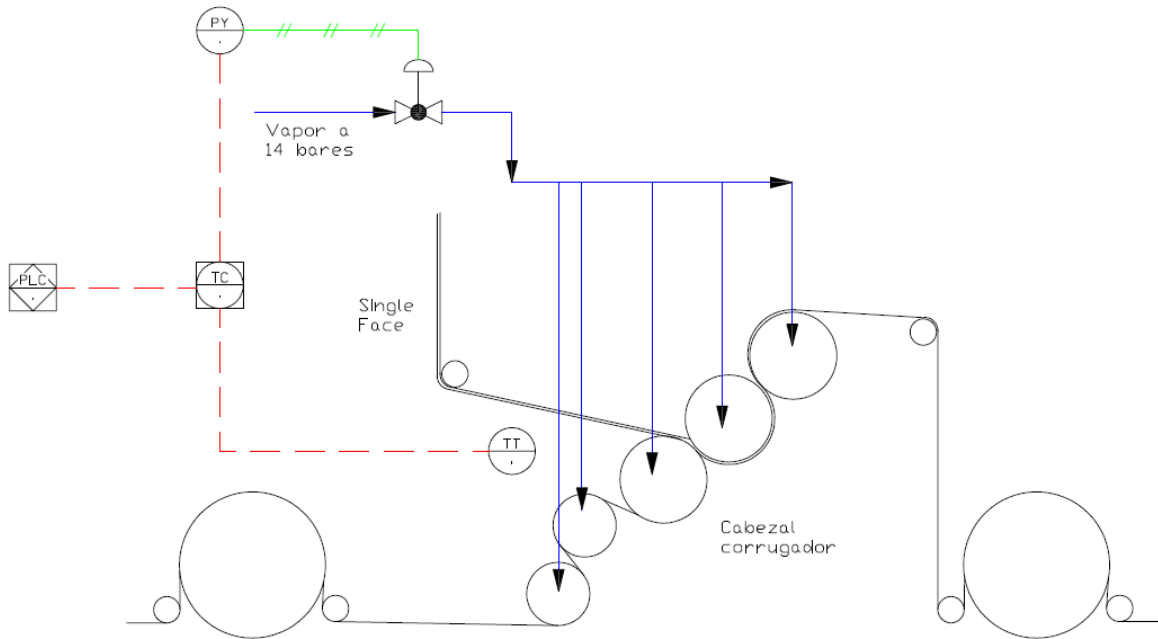


Figura 4.1 – Diagrama P&ID de control de temperatura en cabezales corrugadores

4.3 - DISEÑO DEL CUADRO DE VÁLVULAS.

A continuación, en la figura 4.2, se presenta el esquema del cuadro de válvulas donde irá montada la válvula de control.

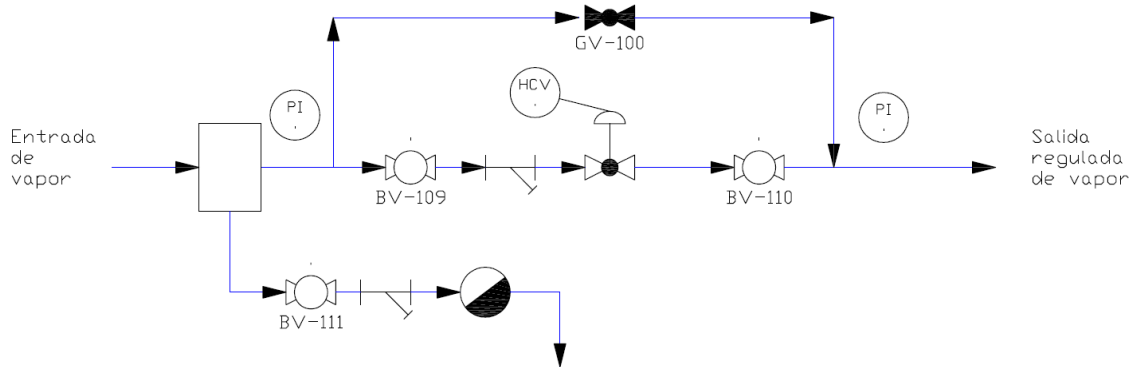


Figura 4.2 – Cuadro de válvulas con by-pass

Como se puede apreciar, el cuadro estará compuesto por un separador de gotas, la válvula de control con dos válvulas esféricas de aislación en caso de tener que realizarle mantenimiento, una válvula globo de by pass y dos manómetros aguas arriba y aguas debajo de la válvula para poder leer la presión del sistema.

5 - DISEÑO DE LA LÓGICA DE CONTROL MEDIANTE PLC QUE LLEVARÁ A CABO EL CONTROL DE TEMPERATURA Y NIVEL DEL TANQUE DE AGUA DE LA UGV

5.1- CONTROL DE NIVEL TANQUE DE AGUA DE LA UGV

Para llevar a cabo el control de nivel del tanque de alimentación de agua de la UGV, se utilizarán tres sensores de nivel ubicados en el tanque de reposición de agua. Los detectores de nivel a utilizarse son sensores de horquilla vibrante; se

ha optado por este tipo de sensor debido a que posee las ventajas de no ser afectados por la formación de depósitos, turbulencias, espumas o burbujas.

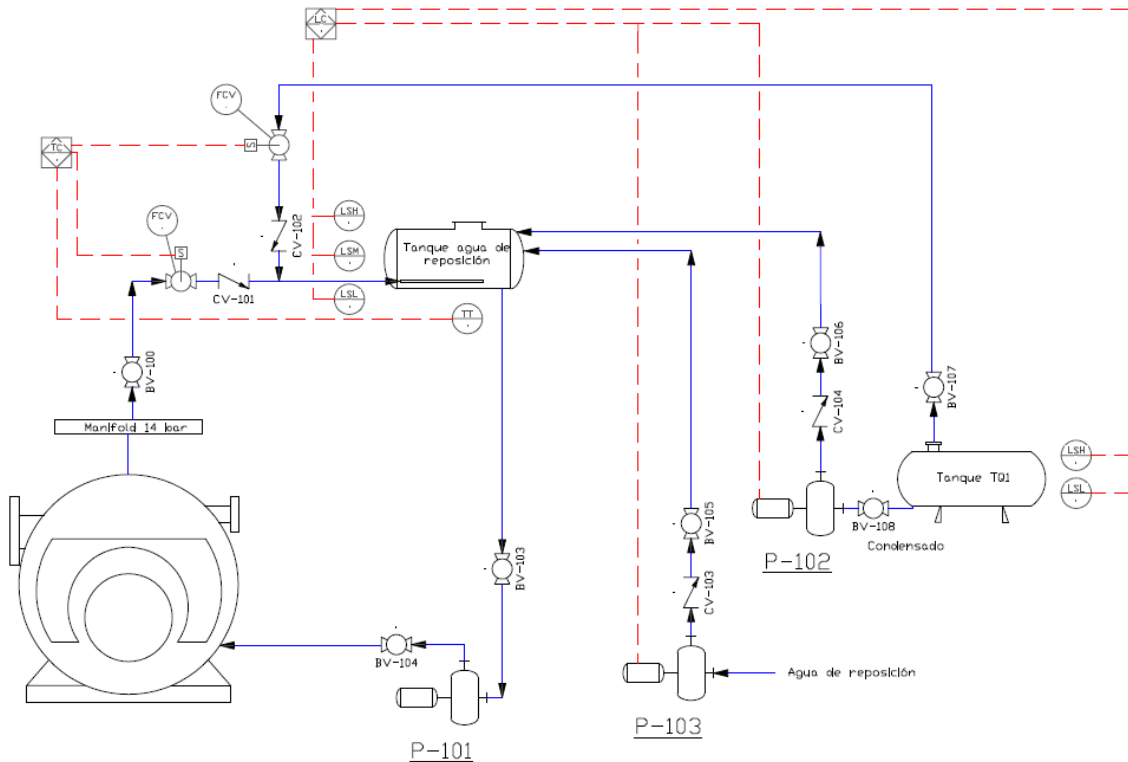


Figura 5.1- Diagrama P&ID básico de control de nivel y temperatura

Dichos niveles se ubicarán en la posición indicada en la figura 5.1. Los niveles de los mismos son:

- LSL= 20% de la máxima capacidad del recipiente
- LSM= 80% de la máxima capacidad del recipiente
- LSH= 100% de la máxima capacidad del recipiente

El propósito de la lógica es priorizar el llenado del tanque con el condensado de la máquina corrugadora, en caso que el nivel del líquido en el recipiente sea

insuficiente, es decir, que el nivel sea igual o inferior a LSM, se habilita el ingreso de agua de reposición a temperatura ambiente. Cuando el nivel del agua sea igual o inferior a LSL, debe activarse una alarma que advierte a los operadores la falta de líquido en el tanque.

Las consideraciones que se utilizarán para el encendido y apagado de las bombas priorizando la utilización del condensado de la máquina corrugadora es la siguiente:

- Nivel LSH: bomba de condensado y bomba de agua de reposición apagadas.
- Entre LSM y LSH bomba de condensado encendida y bomba agua reposición apagada.
- En LSM enciende bomba reposición de agua.
- Nivel inferior a LSL, se activa alarma de bajo nivel de agua
- Entre LSM y LSL las dos bombas encendidas.

5.2- CONTROL DE TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA DE LA UGV

La temperatura de agua de alimentación recomendada por el fabricante de la caldera es entre 80 y 90 °C. Por lo cual, se tomará como límites de trabajo para el control, las temperaturas las recomendadas.

El control de temperatura, se realizará utilizando vapor flash proveniente del tanque TQ1 y vapor vivo aportado por la UGV. Para el control de la alimentación, se utilizarán dos válvulas neumáticas on – off, las cuales serán accionadas según la lógica que se detalla a continuación.

Las consideraciones utilizadas para priorizar el calentamiento mediante la utilización de vapor flash son las siguientes:

- Si la temperatura desciende de 88 °C se abre la válvula de vapor flash (condición de enfriamiento por pérdida de calor al ambiente).
- Si válvula flash está abierta y en 5 minutos no hay variación positiva de temperatura, abrir válvula de vapor a 14 bares (condición de puesta en marcha de corrugadora).
- Cuando temperatura sea 90°C cerrar válvula vapor flash y válvula de 14 bares.

5.3- CONTROL DE NIVEL DEL TANQUE FLASH TQ1

Para la realización de la lógica de control del llenado del tanque TQ1, a continuación se detalla la lógica a seguir. Y para ello serán necesarios dos sensores de nivel que serán del tipo horquilla vibrante.

Cuando el nivel esté por encima del LSL1, de esta manera se asegura que la bomba no trabaje en vacío. Por cuestiones de seguridad, cuando el nivel alcanza el LSH1, entra en funcionamiento la segunda bomba en paralelo con la que ya está en funcionamiento.

Los niveles de líquido del tanque se ubicarán en la posición indicada en la Figura 5.1. Estos son:

- LSL1= 10% de la máxima capacidad del recipiente
- LSH1= 75% de la máxima capacidad del recipiente

Las consideraciones que se utilizarán para el encendido y apagado de la bomba son las siguientes:

- Nivel LSL1 o menor: bomba de condensado apagada.
- Entre LSL1 y LSH1: bomba de condensado enciende si lo requiere el control del tanque de alimentación de agua.
- En LSH1: enciende bomba de respaldo y acciona alarma (fallo de bomba 1)

Para realizar las lógicas de control de nivel como el de la temperatura, se utilizará un PLC Allen Bradley de la familia MicroLogix. Se ha optado por este tipo de PLC ya que es política de la empresa unificar criterios en cuanto a lo que se refiere a selección de PLCs. Esto es debido a que se busca tener un stock mínimo de partes de repuesto para estos equipos.



Figura 5.2 – PLC a ser usado para lógica de control

6- AISLAMIENTO TÉRMICO EN CAÑERÍAS DE VAPOR

El material a utilizar para aislar las distintas cañerías son medias cañas de lana de vidrio. Estos son trozos cilíndricos prefabricados, cuya superficie interior se adapta al diámetro exterior de las tuberías que se van a aislar; deben servirse

divididas en dos mitades en toda su longitud para facilitar su montaje a lo largo de la tubería.

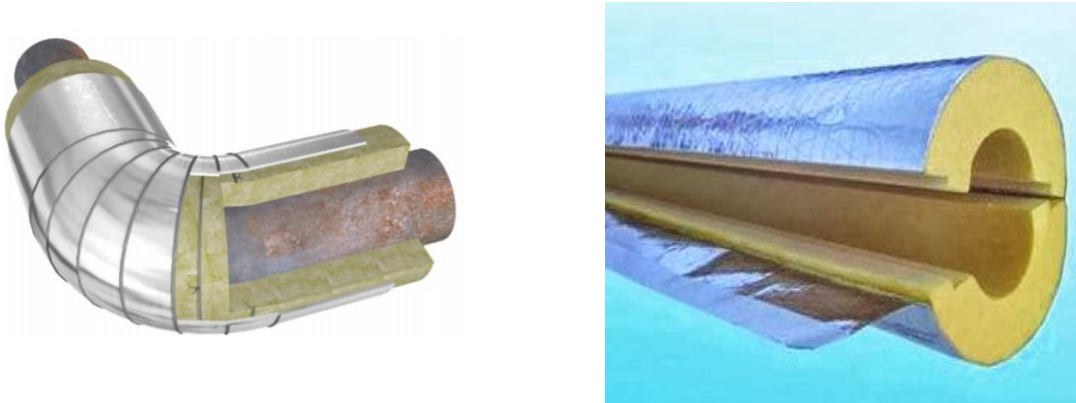


Figura 6.1- Aislación para tuberías de vapor

Los materiales aislantes térmicos no son resistentes a la abrasión, al impacto, a la erosión o a las condiciones climáticas y es por esta razón que se los protegerá con una barrera mecánica para prolongar su duración efectiva, y para permitir que desarrollen sus funciones bajo todas las condiciones.

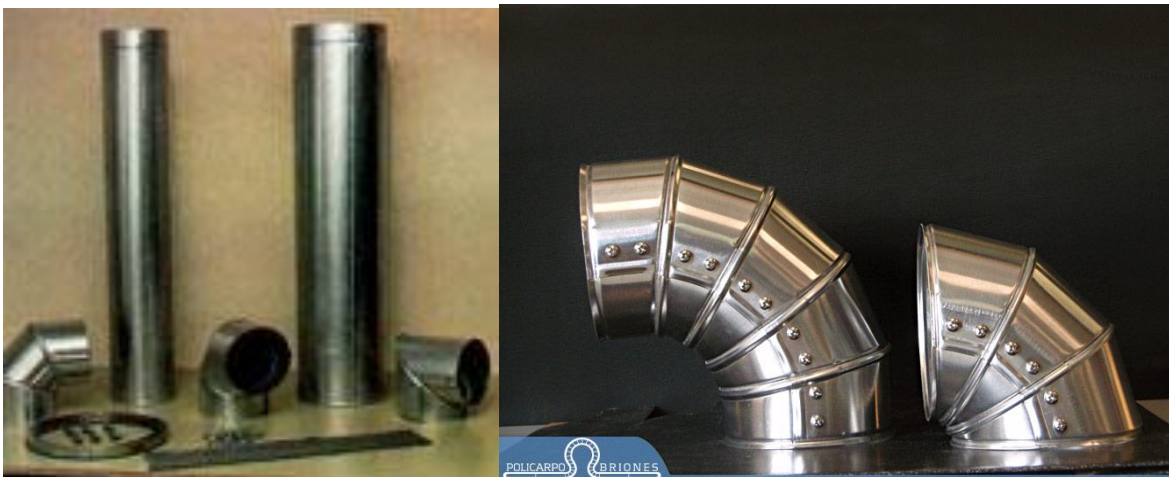


Figura 6.2 – Protección mecánica para aislaciones

La protección mecánica será construida de chapas galvanizadas calibre 24, normalizada por la ASTM, previamente cilindrada y unidas entre sí mediante tornillos autorroscantes.



Figura 6.3 – Tornillos autorroscantes



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

**Mejora de la eficiencia energética de una
maquina corrugadora**

Ingeniería de instrumentación y control de detalles.

Proyecto N°: 1308B

Autores: Gonzalez, Pedro
Laxague, Gaston
Peralta, Sebastián

Tutor: Mauro Moscatelli

Dirección de Proyectos:
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Marco, Luis

AÑO 2014

1- AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE TEMPERATURA DE LOS CABEZALES CORRUGADORES.	3
1.1 - SELECCIÓN DE COMPONENTES	5
1.1.1 – CONTROLADOR DE PROCESO.....	5
1.1.2 - SENSOR DE TEMPERATURA.....	7
1.1.3 - PLC	9
1.1.4 - RELÉ.....	9
1.2 – DISEÑO DEL PROGRAMA DEL PLC PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA.....	10
1.3 - DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.	18
2 - CALENTAMIENTO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN DE LA UGV MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE VAPOR FLASH DEL TQ1.....	19
.....	20
2.1 – SELECCIÓN DE COMPONENTES	21
2.1.1 - SELECCIÓN DEL PLC.....	21
2.1.2 - SELECCIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA.....	22
2.1.3 - SELECCIÓN DEL SENSOR DE NIVEL	25
2.1.4 - SELECCIÓN DE LOS RELÉS.....	28
2.1.5 - PULSADORES Y SELECTORAS	28
2.1.6 - BOCINA LUMÍNICA.....	29
2.1.7 - GABINETE.....	31
2.1.8 - INTERRUPTOR DE CORTE.....	32
2.1.9 - INTERRUPTOR DIFERENCIAL	32
2.1.10 – GUARDAMOTORES	33
2.1.11 - CONTACTORES.....	34
2.2 – PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	35
2.3 – PLANOS ELÉCTRICOS	35
3 - CARACTERÍSTICAS DEL MONTAJE.....	35

1- AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE TEMPERATURA DE LOS CABEZALES CORRUGADORES.

En el siguiente diagrama de bloques se puede apreciar en forma esquemática como funciona el sistema de vapor de los cabezales corrugadores. La válvula de control le entrega más o menos vapor al

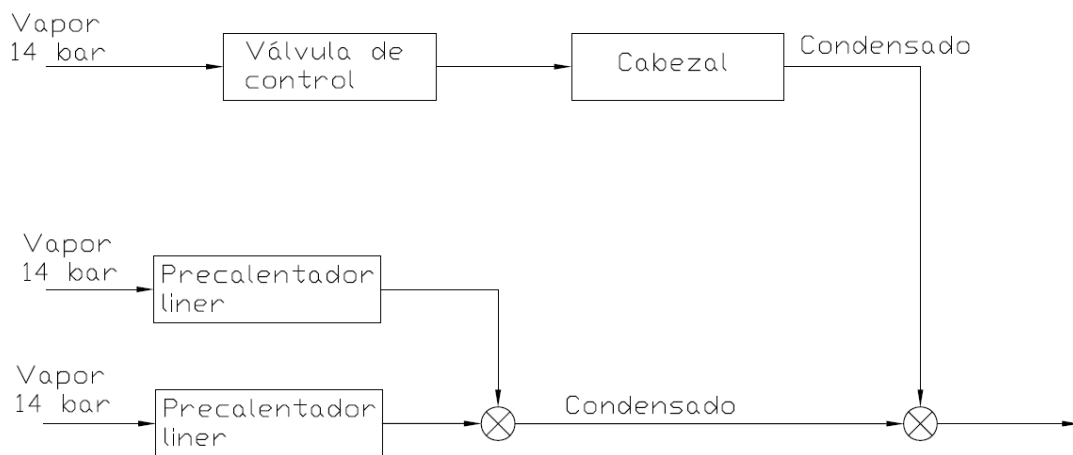


Figura 1-1 – Diagrama de bloques cabezales corrugadores

El sistema de control para la alimentación de vapor en los cabezales corrugadores, está formado por un lazo de control (102), el cual se muestra en el siguiente diagrama P&ID.

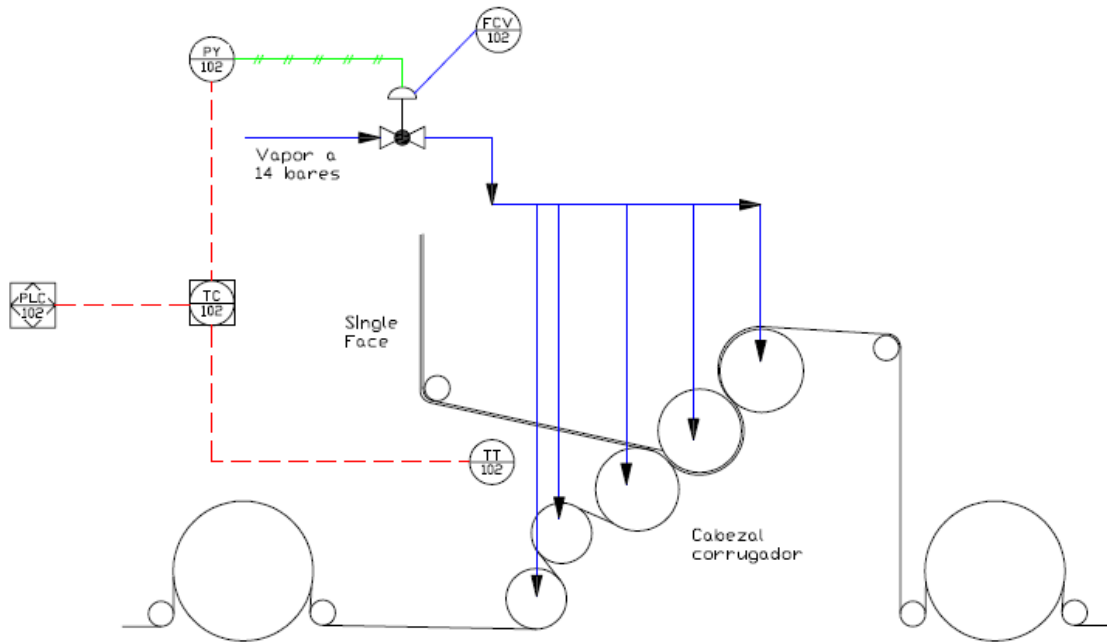


Figura 1-2 – Diagrama P&ID cabezales corrugadores

La instrumentación a instalarse para realizar el control se lista de la siguiente manera:

Tag	Lazo	Marca	Modelo	Proveedor	P&ID	Tipico
PY	102	Ari Armaturen	ARI 440	Fidemar	P&ID -003	TMI - 003, TMI - 008
FCV	102	Ari Armaturen	ARI 440	Fidemar	P&ID -003	TMI - 002
TC	102	Novus	1200	Syar	P&ID -003	TMI - 007
PLC	102	Allen Bradley	CompactLogix 5323E	Existente	-	-
TT	102	Banner	T-Gage M18T	Fidemar	P&ID -003	TMI - 009

En el ANEXO A y C, se encuentran las planillas de cableado para cada uno de los instrumentos y en sus respectivos típicos de montajes. Las consideraciones a seguir para realizar el montaje de los instrumentos se deben cumplir de forma adecuada, garantizando así su buen funcionamiento a lo largo del tiempo.

1.1 - SELECCIÓN DE COMPONENTES

Componentes electrónicos para realizar el control de temperatura en cabezales corrugadores.

Los componentes físicos encargados de realizar el control de temperatura en los cabezales corrugadores son el controlador de proceso, el sensor de temperatura, la válvula de control y el plc.

1.1.1 – CONTROLADOR DE PROCESO

El controlador que será utilizado para hacer el control de la válvula modulante es un controlador NOVUS N1200.



Figura 1.1.1-1 – Controlador de proceso

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 Vac/dc ($\pm 10\%$), 50/60 Hz
 Opcionalmente: 24 Vac/dc $\pm 10\%$
 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 la **Tabla 1**)
Resolución Interna: 32767 niveles (15 bits)
Resolución del Display: 12000 niveles (de -1999 hasta 9999)
Tasa de lectura de la entrada: hasta 55 por segundo
Precisión: Termocuplas J, K, T, E: 0.25 % del *span* ± 1 °C
 Termocuplas N, R, S, B: 0.25 % del *span* ± 3 °C
 Pt100: 0.2 % del *span*
 4-20 mA, 0-50 mV, 0-5 Vdc: 0.2 % del *span*
Impedancia de entrada: 0-50 mV, Pt100 y termocuplas: >10 M Ω
 0-5 V: >1 M Ω
 4-20 mA: 15 Ω (+2 Vdc @ 20 mA)
Medición de 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 Ω 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 Vac, uso general
 1 Relé SPDT (I/O3): 3 A / 250 Vac, 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: Corriente de 4-20 mA
 Esta característica requiere un resistor externo de 100 R, conectado a los terminales 9 y 10 del panel trasero del controlador.

COMPATIBILIDADE ELECTROMAGNÉTICA: EN 61326-1:1997 y EN 61326-1/A1:1998

SEGURIDAD: EN61010-1:1993 y EN61010-1/A2:1995

CONEXIONES PROPIAS PARA TERMINALES TIPO HORQUILLA DE 6,3 mm;
PANEL FRONTAL: IP65, POLICARBONATO UL94 V-2; **CAJA:** IP30, ABS+PC UL94 V-0;
CICLO PROGRAMABLE DE PWM DE 0.5 HASTA 100 SEGUNDOS;
INICIA OPERACIÓN DESPUÉS 3 SEGUNDOS DE ENCENDIDA LA ALIMENTACIÓN;

Figura 1.1.1-2 – Hoja de datos del controlador de procesos

Para el montaje del controlador referirse al plano TMI-007.

1.1.2 - SENSOR DE TEMPERATURA

El pirómetro que se utilizará para sensor la temperatura del single face es un T-GAGE M18T marca BANNER. Este sensor posee una salida análoga de 0 -10V y un rango de medición de 0 a 300 °C



Figura 1.1.2-1 – Sensor de temperatura infrarojo

Para utilizar este tipo de sensor es necesario hacerle una calibración previa. Para realizar esta calibración es necesario indicarle al sensor una temperatura mínima a la cual le será asignado el 0V de la salida analógica y una temperatura máxima, a la cual le será asignado el valor de 10V.

El valor que esperamos medir es un valor que se encuentra entre 90°C y 105°C por lo tanto tomaremos como valor mínimo el de la temperatura ambiente al momento de la calibración y como valor máximo el de la temperatura de saturación del vapor a 14 bares, el cual se encuentra disponible en diversos puntos del cabezal.

A continuación se detalla el procedimiento de programación por dos puntos:








	Two-Point TEACH Procedure		Result
	Push Button	Remote Line 0.04 sec. < T < 0.8 sec.	
Programming Mode	<ul style="list-style-type: none"> Push and hold push button for 2 seconds 	<ul style="list-style-type: none"> No action required 	<ul style="list-style-type: none"> Power LED turns Red Alarm LED turns ON
Learn 0 Volt Condition	<ul style="list-style-type: none"> Present condition for 0V output and "Click" the push button 	<ul style="list-style-type: none"> Present condition for 0V output Single-pulse the remote line 	<ul style="list-style-type: none"> Alarm LED turns OFF
Learn 10 Volt Condition	<ul style="list-style-type: none"> Present condition for 10V output and "Click" the push button 	<ul style="list-style-type: none"> Present condition for 10V output Single-pulse the remote line 	<p>Teach Accepted</p> <ul style="list-style-type: none"> Power LED turns Green Sensor automatically sets the analog range and returns to Run mode <p>Teach Unacceptable</p> <ul style="list-style-type: none"> Sensor returns to beginning of Teach
Exit Without Save	<ul style="list-style-type: none"> Push and hold push button for 2 seconds 	<ul style="list-style-type: none"> Hold remote line low for 2 seconds 	<ul style="list-style-type: none"> Sensor returns to Run mode without saving new settings

Figura 1.1.2-2 – Método de calibración por dos puntos

Las especificaciones del sensor de temperatura son las siguientes:

Specifications	
Temperature Measurement Range	0° to 300° C (32° to 572° F) standard; custom ranges available
Sensing Range	Depends on object size and sensing field of view (see page 2)
Wavelength	8 to 14 μm
Distance to Spot Size (D:S) Ratio	8:1, 6:1, or 14:1, depending on model
Supply Voltage	12 to 30V dc (10% maximum ripple); 35 mA max (exclusive of load)
Output Configuration	Analog: 0-10V Alarm: PNP (current sourcing)
Output Protection	Protected against short circuit conditions
Output Ratings	Analog: 2.5 kΩ minimum load resistance Alarm: Off-state leakage: < 10 microamps Saturation: < 1.2 V @ 10 mA and < 1.6V @ 100 mA
Output Response Time	75 ms (for a 95% step change)
Delay at Power-Up	1.5 seconds
Repeatability	± 1% of measurement, or ± 1° C, whichever is greater
Minimum Taught Differential	10° C
Linearity	From 0° to 50°C: ±2° C From 50° to 300°C: ±1° C or ±1%, whichever is greater
Adjustments	TEACH-Mode programming
Indicators	One bicolor (Green/Red) status LED, one Yellow LED (see page 4)
Remote Teach Input	Impedance: 3 kΩ minimum load resistance
Construction	Threaded Barrel: 304 stainless steel Push Button Housing: ABS/PC Push Button: Santoprene Lightpipes: Acrylic
Operating Conditions	Temperature: -20° to +70° C (-4° to 158° F)
Environmental Rating	Leakproof design is rated IEC IP67; NEMA 6
Temperature Warm-Up Time	5 minutes

Figura 1.1.2-3 – Especificaciones técnicas del sensor de temperatura

Relay Specification Overview			
Type	Screw Terminal or Spring Clamp		
Output Style	SPDT (1C/0)		
Wire Range	0.14 mm ² ... 2.5 mm ² (#26 ... #14 AWG)		
Pilot Duty Rating	6A B300, R300		
Contacts	Inductive	1-Pole	
		Break:	Make:
	24V AC, 1-phase	30 A	5 A
	120V AC, 1-phase	30 A	3 A
	240V AC, 1-phase	15 A	1.5 A
	Make/Break and Continuous V DV	24V DC	1.0 A
	120V DC	0.2 A	
	240V DC	0.1 A	
Min. Permissible Contact Ratings	Standard Silver: 12V, 6 mA (72mW) Gold Plated: 8V, 2.5 mA (50mW)		
Permissible Coil Voltage Variation	85 ... 110% of Normal Voltage at 50HZ 85 ... 110% of Normal Voltage at 60HZ 80 ... 110% of Normal Voltage at DC		
Contact Material	Silver Ox., AgSnO	Silver with Gold Plating, AgSnO/Au	
Output Ratings	Ith = 6 A		
Standards	cULus, cURus, ABS, RINA, CE		
Hazardous Location	Class 1, Div. 2 Groups A, B, C, D, Class 1, Zn 2, Groups IIC, Ex nC IIC T5 Ta <lt;/> 55° C		
Approvals	UL Listed	700-HLT1Z24-EX, 700-HLS1Z24-EX (24V DC supply) 700-HLT1U1-EX, 700-HLS1U1-EX (110V/125V AC/DC supply)	
	CSA Certified	700-HLT1Z24-EX, 700-HLS1Z24-EX (24V DC supply)	

Figura 1.1.4-2 – Especificaciones técnicas del relé de comando

1.2 – DISEÑO DEL PROGRAMA DEL PLC PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA.

Para poder obtener una interface HMI económica y amigable con los operadores de la máquina, se utilizará el controlador NOVUS previamente mencionado en el apartado 6.1.

Debido a que para hacer el control de temperatura cuando el cabezal se encuentra parado se deben programar unas líneas en el plc, a continuación se detalla la forma en que se deberá ejecutar la programación del mismo.

El PLC que tiene integrado el cabezal corrugador para el control del mismo es un CompactLogix 5323E- QBFC1 de ALLEN BRADLEY; dicho plc tiene cuatro

módulos I/O integrados y un módulo de expansión device net, los cuales se pueden apreciar a continuación en la captura de pantalla del software de programación rslogix, figura 1.2-1.

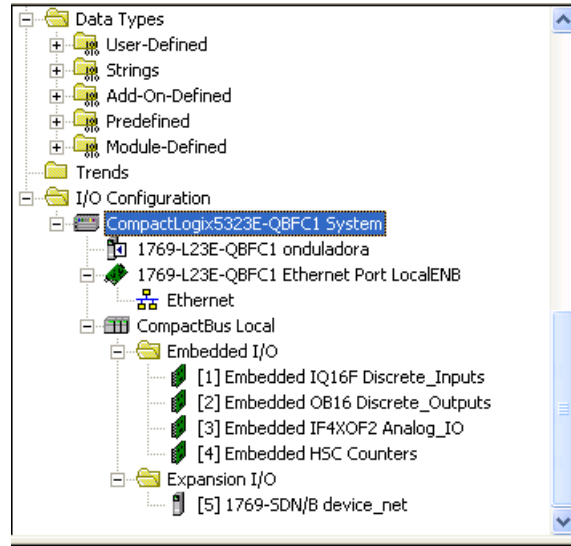


Figura 1.2-1- Componentes del PLC



Para crear la rutina de control en el plc que pueda entregar una señal en el momento en el que el cabezal se detenga, se crea una nueva rutina en la carpeta MainProgram del software RSLogix como se muestra a continuación.

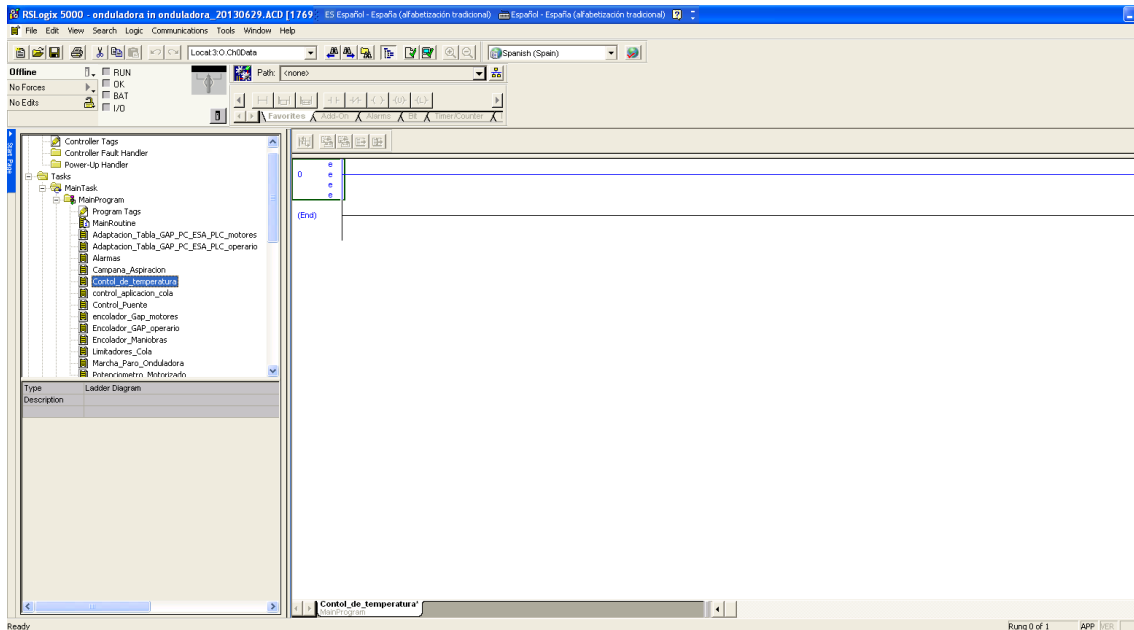


Figura 1.2-2- Rutina control de temperatura

En esta rutina llamada `Control_de_temperatura` se programa todas las líneas concernientes a nuestras modificaciones al programa para hacer el control de temperatura.

El controlador NOVUS 1200 posee una entrada digital para activar la función setpoint remoto; para activar dicha entrada se programa una salida del plc. Mediante la salida del plc activaremos un relé que cumplirá dos funciones: primero activar la entrada digital del controlador para ponerlo en modo SET POINT REMOTO y segundo hacer el cambio de la señal analógica proveniente del sensor de temperatura por la señal analógica proveniente del plc ya que la entrada analógica para el set point remoto coincide con la entrada analógica del sensor de temperatura (esto se puede apreciar en la Figura 1.2-3 - Cuadro de conexión del controlador NOVUS).

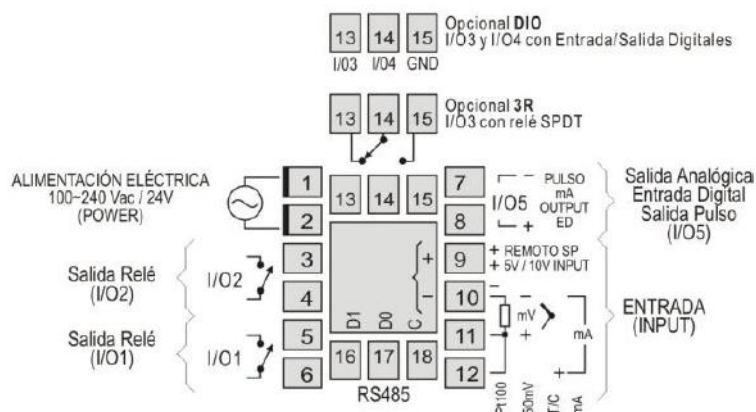


Figura 1.2-3- Cuadro de conexión del controlador NOVUS.

Función de I/O	Código	Tipo de I/O
Sin Función	oFF	Salida
Salida de Alarma 1	A1	Salida
Salida de Alarma 2	A2	Salida
Salida de Alarma 3	A3	Salida
Salida de Alarma 4	A4	Salida
Salida de la función LBD - <i>Loop break detection</i>	Lbd	Salida
Salida de Control (Relé o Pulso Digital)	ctrL	Salida
Alterna modo Automático/Man	ñAn	Entrada Digital
Alterna modo Run/Stop	run	Entrada Digital
Selección SP Remoto	rSP	Entrada Digital
Congela programa	HPrg	Entrada Digital
Selección programa 1	Pr 1	Entrada Digital
Salida de Control Analógica 0 a 20mA	C.020	Salida Analógica
Salida de Control Analógica 4 a 20mA	C.420	Salida Analógica
Retransmisión de PV 0 a 20mA	P.020	Salida Analógica
Retransmisión de PV 4 a 20mA	P.420	Salida Analógica
Retransmisión de SP 0 a 20mA	S.020	Salida Analógica
Retransmisión de SP 4 a 20mA	S.420	Salida Analógica

Tabla 2 - Tipos de funciones para los canales I/O

Figura 1.2-4- funciones entradas-salidas

Para obtener la señal de cabezal parado usaremos un tag ya existente en el MainProgram llamado Marca_Marcha_Onduladora; usaremos un contacto normal cerrado del mismo para habilitar la salida.

La salida usada es una de las disponibles en uno de los módulos device net, la misma es la Local:5:O.Data[10].14 a la cual se la etiquetó como Relé control de temperatura.

Ya obtenida la señal que activará el relé para entregar la señal digital al controlador, la cual lo pondrá en set point remoto (Figura 1.2-6); ahora

debemos programar la salida analógica para que le entregue al controlador una señal analógica constante predeterminada. Para esto se debe escalar la señal de salida del plc.

Name	Value	Force Mask	Style	Data Type	Description
+ Local:5:O.Data[5]	0		Decimal	DINT	
+ Local:5:O.Data[6]	0		Decimal	DINT	
+ Local:5:O.Data[7]	0		Decimal	DINT	
+ Local:5:O.Data[8]	0		Decimal	DINT	
+ Local:5:O.Data[9]	0		Decimal	DINT	
- Local:5:O.Data[10]	14094		Decimal	DINT	
- Local:5:O.Data[10].0	0		Decimal	BDQL	R., auxiliar paro emergencia
- Local:5:O.Data[10].1	1		Decimal	BDQL	EV. presion acanalado
- Local:5:O.Data[10].2	1		Decimal	BDQL	EV. presion prensa lisa
- Local:5:O.Data[10].3	1		Decimal	BDQL	EV. encolador dentro
- Local:5:O.Data[10].4	0		Decimal	BDQL	EV. encolador fuera
- Local:5:O.Data[10].5	0		Decimal	BDQL	EV. trampilla campana dentro
- Local:5:O.Data[10].6	0		Decimal	BDQL	EV. trampilla campana fuera
- Local:5:O.Data[10].7	0		Decimal	BDQL	EV. motor hidraulico giro prensa lisa
- Local:5:O.Data[10].8	1		Decimal	BDQL	habilitacion subida puente
- Local:5:O.Data[10].9	1		Decimal	BDQL	ev. humectador
- Local:5:O.Data[10].10	1		Decimal	BDQL	trampilla campana aspiracion
- Local:5:O.Data[10].11	0		Decimal	BDQL	VEL_CABC_UP
- Local:5:O.Data[10].12	1		Decimal	BDQL	VEL_CABC_DN
- Local:5:O.Data[10].13	1		Decimal	BDQL	Turbina Enfriamiento Levanta Canaleta
- Local:5:O.Data[10].14	0		Decimal	BDQL	Relé control de temperatura
- Local:5:O.Data[10].15	0		Decimal	BDQL	libre
- Local:5:O.Data[10].16	0		Decimal	BDQL	
- Local:5:O.Data[10].17	0		Decimal	BDQL	
- Local:5:O.Data[10].18	0		Decimal	BDQL	
- Local:5:O.Data[10].19	0		Decimal	BDQL	
- Local:5:O.Data[10].20	0		Decimal	BDQL	
- Local:5:O.Data[10].21	0		Decimal	BDQL	
- Local:5:O.Data[10].22	0		Decimal	BDQL	
- Local:5:O.Data[10].23	0		Decimal	BDQL	

Figura 1.2-5-Salida Rele (control de temperatura)

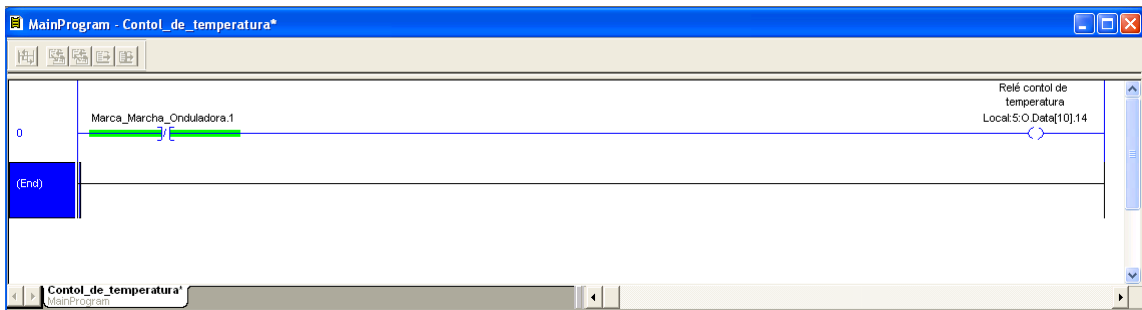


Figura 1.2-6-Rutina de activación para Rele

El modulo I/O analógico que posee el plc es un IF4XOF2, dicho módulo posee cuatro entradas y dos salidas analógicas; de las cuales hay dos entradas y una salida usada. La salida disponible es Local:3:O.Ch1Data, la cual se usa para nuestro propósito.

Para escalar la salida analógica, el software RSLogix 5000 posee la función de bloque SCL. Con dicha función vamos a convertir unidades de ingeniería en valores analógicos, más precisamente se convierte un valor de porcentaje de

apertura de la válvula (entre 0 y 100%) en un valor de salida analógica comprendido ente 0V y 10V.

Primero se procede a crear el bloque SCL, para esto, nos situamos en la carpeta MainProgram de RSLogix5000 y haciendo click derecho se selecciona New Routine

Para crear la nueva rutina, el software nos solicita determinada información que debemos proveerle, tal como nombre de la rutina, una descripción de la misma, el tipo de rutina y el programa donde queremos que nuestra rutina resida (Fig. 1.2-7).

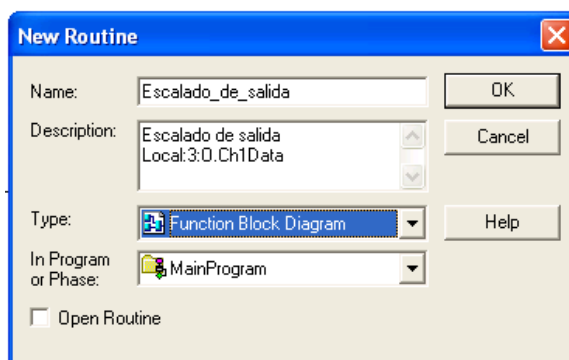


Figura 1.2-7 – Creación de nueva rutina

Una vez creada la nueva rutina, ingresamos a la misma y en la solapa de selección de elementos picamos sobre SCL y obtenemos nuestro bloque para escalar la salida analógica.

En una nueva línea del ladder se inserta la instrucción MOV; esta instrucción copia Source en Destination (Source no cambia).

Luego se crea un nuevo tag, llamado “Porcentaje_de_apertura”, para ingresar el porcentaje que deseamos que el plc le envíe en setpoint remoto a la válvula de control. Para crear el tag, nos situamos en Source y haciendo click derecho seleccionamos New Tag (Fig. 1.2-8). También se crea otro tag llamado “Valor_a_escalar” el cual será el valor de entrada al bloque de escalado.

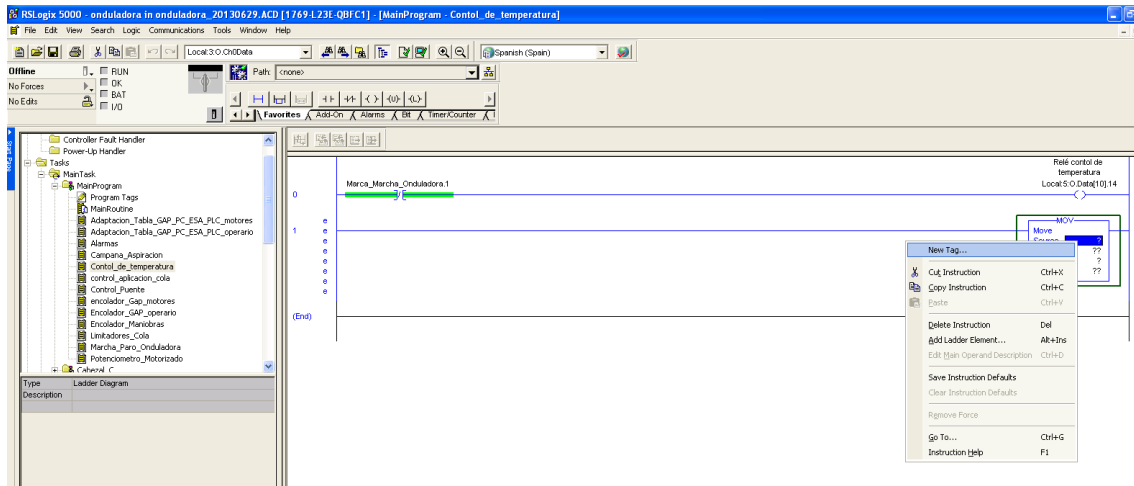


Figura 1.2-9 – Creación de un nuevo tag.

Para hacer el escalado propiamente dicho se ingresa al módulo de propiedades del bloque SCL el cual se puede apreciar la ventana que se muestra en la Figura 2.2-9. En esta ventana debemos ingresar los valores limites de entrada y salida del bloque.

Los valores máximos y mínimos crudos por especificaciones del módulo I/O analógico de este modelo son -32767 y 32767 (InRawMin , InRawMax), dichos valores corresponden a 0V y 10 V respectivamente. Los valores máximos y mínimos que queremos escalar son 0 y 100%.

- InRawMax - valor máximo de entrada
- InRawMin - valor mínimo de entrada
- InEUMax - valor máximo de ingeniería
- InEUMin - valor mínimo de ingeniería

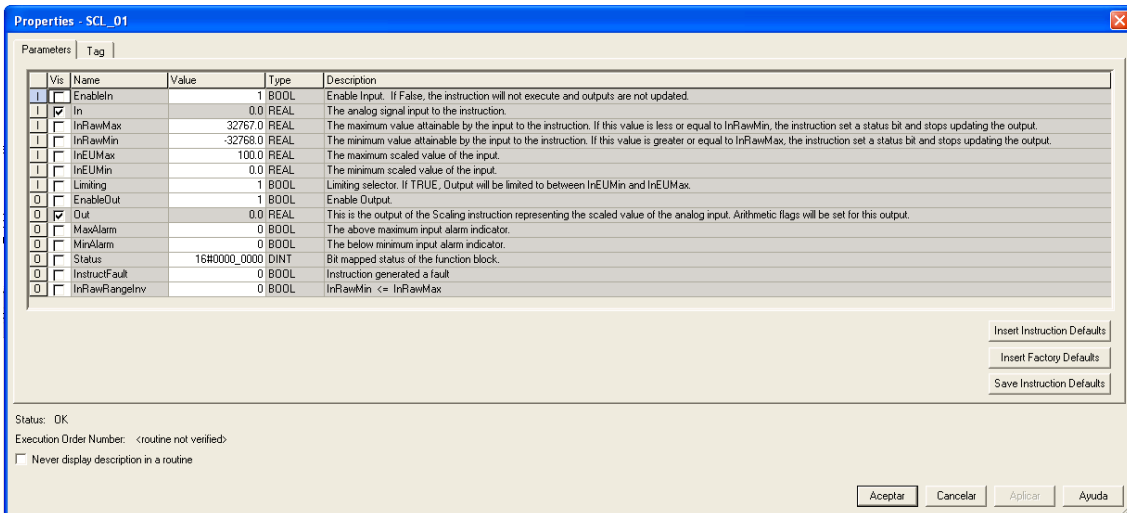


Figura 1.2-10 – Configuración del bloque SCL

En resumen, la rutina que le dará la orden de setpoint remoto al controlador NOVUS 1200 se resume en las Figuras 1.2-10 y 1.2-11.

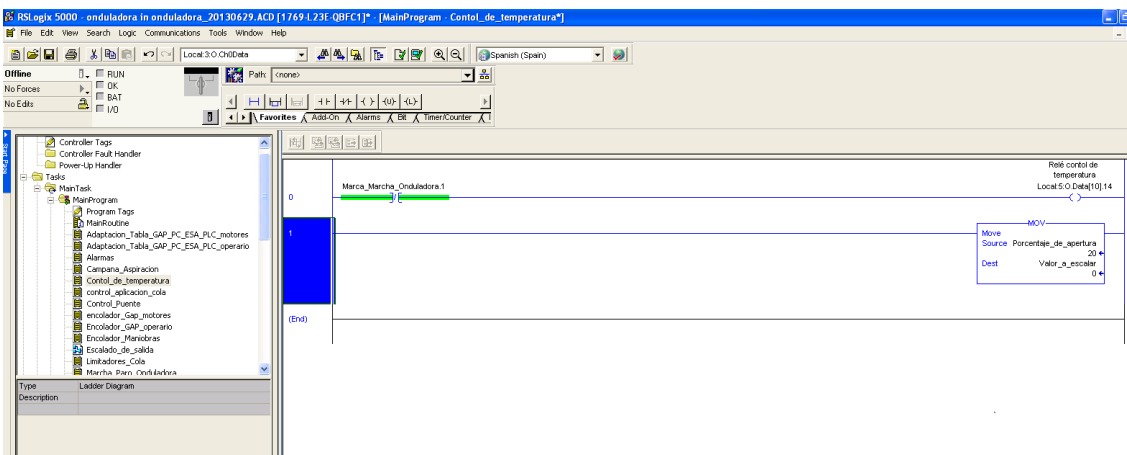


Figura 1.2-10 – Programa de control de temperatura

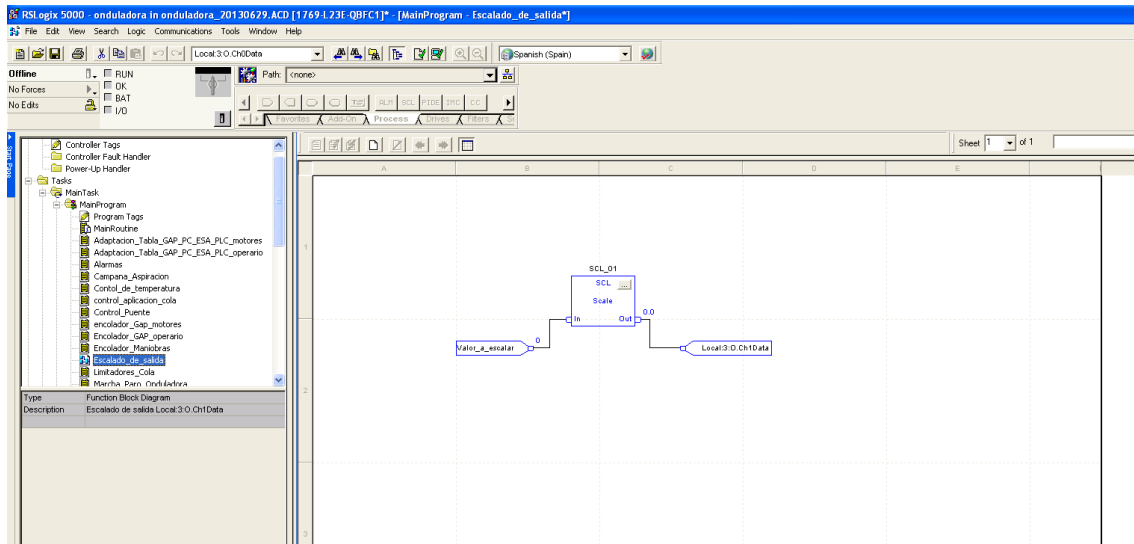


Figura 1.2-11 – Bloque de escalado

1.3 - DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.

Para el montaje del circuito eléctrico, referirse a los planos P&ID – 002, P&ID – 003 y ELE – 013.

2 - CALENTAMIENTO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN DE LA UGV MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE VAPOR FLASH DEL TQ1

En el diagrama de bloques que se muestra a continuación, se puede apreciar el proceso de reutilización del condensado proveniente de la máquina corrugadora. El condensado llega hasta el tanque TQ1, donde parte del mismo se convierte en vapor flash y el resto es bombeado hasta el tanque de alimentación de agua de la UGV.

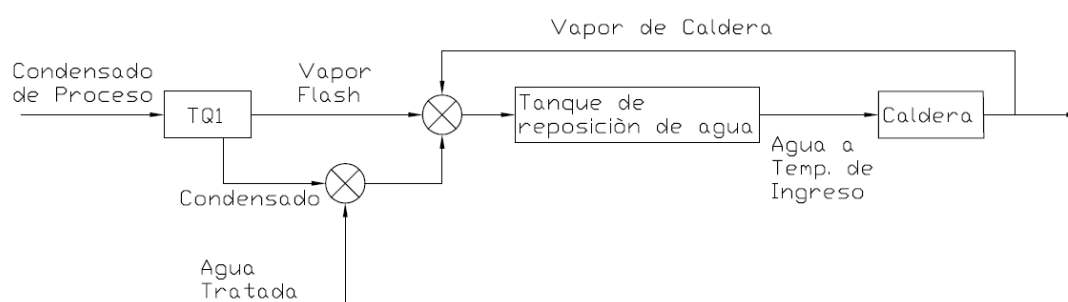


Figura 2-1 – Diagrama de bloques de flujo de condensado

En el siguiente diagrama P&ID, se muestran los distintos sensores que deberán ser instalados en el sistema para poder llevar a cabo el control requerido, así como también el lazo de control al que pertenece cada uno.

Para realizar la automatización de esta parte del proceso, se utilizarán dos lazos de control; el lazo 100 denominado lazo de control de temperatura y el lazo 101 llamado lazo de control de nivel.

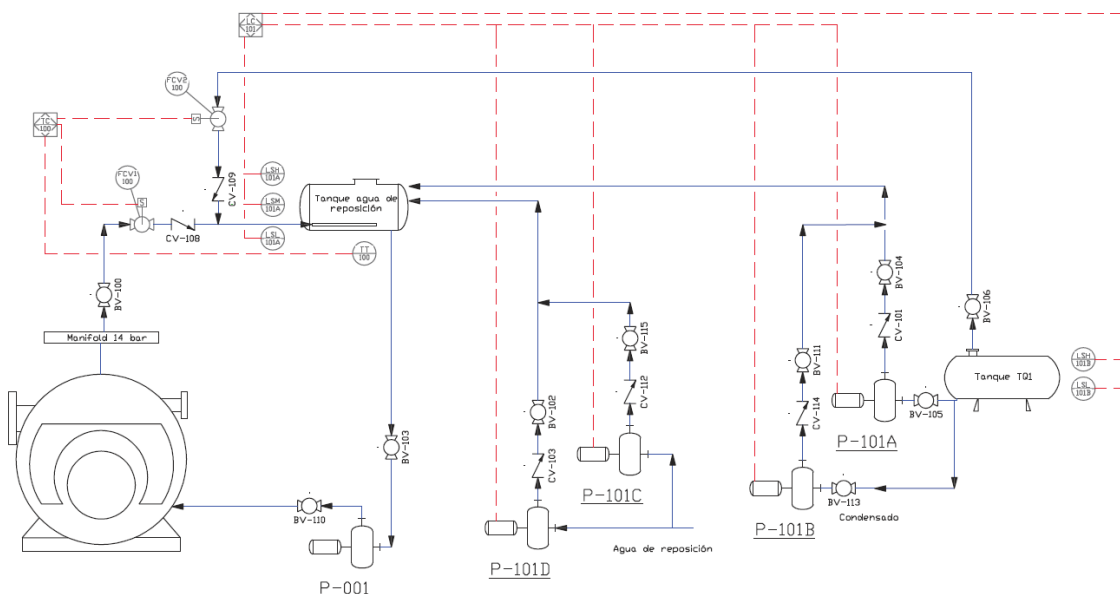


Figura 2-2 – Diagrama P&ID del calentamiento de agua de reposición UGV

En la siguiente tabla se presentan los elementos que forman parte de los lazos de control junto con sus características y planos ligados a los mismos.

Tag	Lazo	Marca	Modelo	Proveedor	P&ID	Típico
FCV1	100	Spirax Sarco	M31V150-2-FB-ISO -BVA310	Bako	P&ID - 001	TMI - 014
FCV2	100	Spirax Sarco	M31V150-2-FB-ISO -BVA310	Bako	P&ID - 001	TMI - 014
TT	100	Novus	TxIsoPack	Syar	P&ID - 001	TMI - 015
TC	100	Allen Bradley	1000	Syar	P&ID - 001	-
LSH	101A	Nivoswitch	RCM-400-3	Fidemar	P&ID - 001	TMI - 006
LSM	101A	Nivoswitch	RCM-400-3	Fidemar	P&ID - 001	TMI - 006
LSL	101A	Nivoswitch	RCM-400-3	Fidemar	P&ID - 001	TMI - 006
LSH	101B	Nivoswitch	RCM-400-3	Fidemar	P&ID - 001	TMI - 006
LSL	101B	Nivoswitch	RCM-400-3	Fidemar	P&ID - 001	TMI - 006
P-101A	101	Dab	-	Existente	P&ID - 001	-
P-101B	101	Dab	-	Existente	P&ID - 001	-
P-101C	101	Dab	-	Existente	P&ID - 001	-
P-101D	101	Dab	-	Existente	P&ID - 001	-

Tabla 2-1 – Listado de materiales

En el ANEXO B Y C, se encuentran las planillas de cableado para cada uno de los instrumentos y en sus respectivos típicos de montajes, las consideraciones

a seguir para realizar el montaje de los instrumentos se deben cumplir de forma adecuada, garantizando así su buen funcionamiento a lo largo del tiempo.

2.1 – SELECCIÓN DE COMPONENTES

2.1.1 – SELECCIÓN DEL PLC

El plc que mejor se ajusta a los requerimientos del proyecto es un MicroLogix 1000 1761L20BWA5A; por lo tanto este es el controlador que se utilizará para este proyecto.

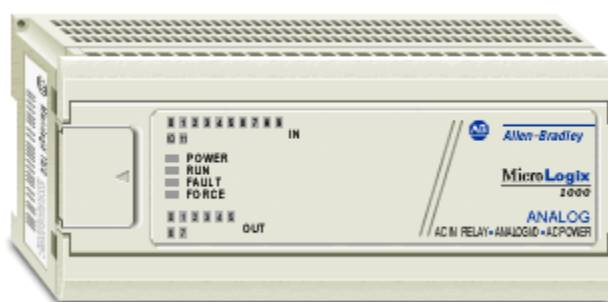


Figura 2.1.1-1 – PLC Allen Bradley

Table 6 Controller Digital Input Specifications

Specification	120/240V ac Controllers	24V dc Controllers	24V ac Controllers
On-State Voltage Range	79 to 132V ac at 47 to 62 Hz	14 to 26.4V dc max. at +55°C (+131°F) 14 to 30.0V dc max. at +30°C (+86°F)	18 to 26.4V ac at 55°C (131°F) 18 to 30V ac at 30°C (86°F)
Off-State Voltage Range	0 to 20V ac	0 to 5V dc	0 to 3V ac
Operating Frequency	n/a	standard inputs: 30 Hz to 1.0 kHz high-speed inputs: 30 Hz to 6.6 kHz	47 to 63 Hz
Signal Delay (max.)	ON Delay = 20 ms OFF Delay = 20 ms	standard inputs: selectable from 0.5 to 16 ms high-speed inputs: selectable from 0.075 to 16 ms	ON Delay = 20 ms (max.) OFF Delay = 20 ms (max.)
On-State Current (min.)	5.0 mA at 79V ac at 47 Hz	2.5 mA at 14V dc	3.0 mA at 18V ac
On-State Current (nominal.)	12.0 mA at 120V ac at 60 Hz	8.0 mA at 24V dc	8.0 mA at 24V ac
On-State Current (max.)	16.0 mA at 132V ac at 63 Hz	12.0 mA at 30V dc	12 mA at 30V ac
Off-State Leakage Current (max.)	2.5 mA	1.5 mA	1.0 mA
Nominal Impedance	12K Ω at 50 Hz, 10K Ω at 60 Hz	3K Ω	3K Ω
Maximum Inrush Current	250 mA max. ⁽¹⁾	n/a	n/a

(1) To reduce the inrush maximum to 35 mA, apply a 6.8K Ω 5W resistor in series with the input. The on-state voltage increases to 92V ac as a result.

Figura 2.1.1-2a – Especificaciones del plc MicroLogix 1000

Table 7 Controller Digital Output Specifications

Specification	Relay	MOSFET	Triac
Operating Voltage Range	5 to 125V dc 5 to 264V ac	20.4 to 26.4V dc	85 to 264V ac
Continuous Current per Point (max.)	See Table 8, Relay Contact Rating.	1.0A at 55°C (131°F) 1.5A at 30°C (86°F)	0.5A at 55°C (131°F) 1.0A at 30°C (86°F)
Continuous Current per Common (max.)	8.0A	3A for L10BBB and L16BBB 6A for L32BBB	6A
Continuous Current per Controller (max.)	1440 VA	3A for L10BBB and L16BBB 6A for L32BBB	1440 VA
On-State Current (min.)	10.0 mA	1 mA	10.0 mA
Off-State Leakage Current (max.)	0 mA	1 mA	2 mA at 132V ac 4.5 mA at 264V ac
Signal Delay (max.) - resistive load	ON Delay = 10 ms OFF Delay = 10 ms	ON Delay = 0.1 ms OFF Delay = 1 ms	ON Delay = 8.8 ms at 60 Hz ON Delay = 10.6 ms at 50 Hz OFF Delay = 11.0 ms
Surge Current per Point (peak)	n/a	4A for 10 ms ⁽¹⁾	10A for 25 ms ⁽¹⁾

(1) Repeatability is once every 2 seconds at +55°C (+131°F).

Figura 2.1.1-2b – Especificaciones del plc MicroLogix 1000

Table 9 Controller Analog Input Specifications

Specification	1761-L20xxx-5A
Voltage Input Range ⁽¹⁾	-10.5 to +10.5V dc
Current Input Range ⁽¹⁾	-21 to +21 mA
Input Coding (-21 to +21 mA, -10.5 to +10.5V dc)	-32,768 to +32,767
Voltage Input Impedance	210K Ω
Current Input Impedance	160 Ω
Input Resolution ⁽²⁾	16 bit
Non-linearity	< 0.002%
Overall Accuracy 0°C to +55°C (+32°F to +131°F)	±0.7% of full scale
Overall Accuracy Drift 0°C to +55°C (+32°F to +131°F) (max.)	±0.176%
Overall Accuracy at 25°C (77°F) (max.)	±0.525%
Update Time	selectable from 4 to 100 ms
Voltage Input Overvoltage Protection	24V dc
Current Input Overcurrent Protection	±50 mA
Input to Output Isolation and Field Wiring to Logic Isolation	30V rated working voltage, 500V isolation (test 60 Hz for 1s)

(1) The two voltage inputs accept ±10.5V dc. The two current inputs accept ±21 mA.

(2) The analog input update rate and input resolution are a function of the input filter selection.

Figura 2.1.1-2c – Especificaciones del plc MicroLogix 1000

2.1.2 - SELECCIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA

El sensor que será utilizado para la medición de la temperatura del agua del tanque de alimentación de la UGV es un PT100.



Figura 2.1.2-1 – Sensor PT100

El sensor seleccionado es un NOVUS serie CRZ-2005, el cual irá insertado en una vaina con cabezal de 200 mm de largo y 6 mm de diámetro.

SÉRIE CRZ								
TAMANHO REAL	MODELO	DIMENSÕES (mm) D L A	OHMS a 0°C	CLASSE	CORRENTE DE MEDIDA	COMPRIENTO TERMINAIS	TEMP. DE OPERAÇÃO	RESPOSTA EM (s)
	CRZ-2005	2 x 5 x 1,5	100	A, B	2 mA máx.	12 ±3 mm	-50 a 600°C	0,3*

* Tempo em segundos para 90% da resposta de 0°C a 100°C em água agitada

Figura 2.1.2-2 – Hoja de datos del sensor PT100

Para poder obtener una señal que se pueda ingresar en la entrada analógica del plc, se utilizará un transmisor de temperatura para cabezal TxIsoPack – USB; este será el encargado de convertir la señal entregada por el sensor en una señal de 4 a 20 mA.



Figura 2.1.2-3 – Transmisor de temperatura

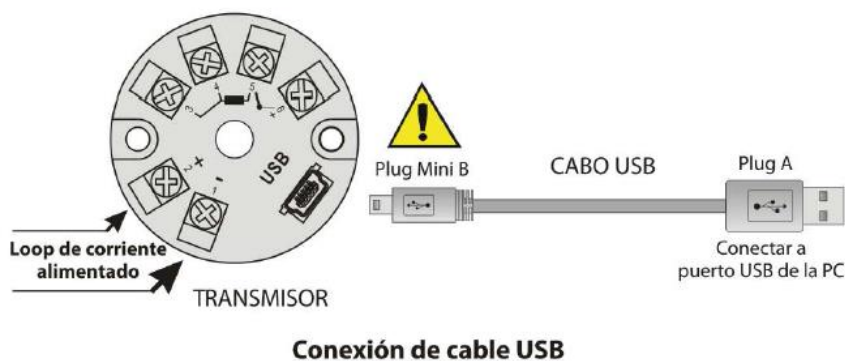


Figura 2.1.2-4 – Diagrama de conexión del transmisor

El TxIsoPack es un transmisor de temperatura aislado tipo 4 – 20 mA de dos hilos, para montaje en cabezal. Alimentado por loop de corriente, su configuración es realizada conectando el transmisor directamente a la interface USB de la PC, sin requerir la instalación de drivers adicionales. La corriente de salida representa la señal aplicada a la entrada del transmisor linealizada en función del tipo de entrada configurado.

ESPECIFICACIONES

- ENTRADA DE SENSOR: configurable
- Pt100: tipos: 2, 3 y 4 hilos, Excitación de 0,17 mA, = 0.00385, Según NBR 13773
- TENSIÓN: 0 a 50 mVcc. Impedancia $\gg 1 \text{ M}\Omega$
- PRECISIÓN TOTAL: error máximo 0,3 % del rango máximo para termocoplas; 0,2 % del rango máximo para Pt100 y tensión
- TIEMPO DE RESPUESTA: $\leq 500 \text{ ms}$
- AISLACIÓN: 1000 Vca por 1 minuto entre entrada y salida
- SALIDA: corriente de 4-20 mA o 20-4 mA, tipo 2 hilos; lineal en relación a la temperatura medida por sensor seleccionado
- RESOLUCIÓN DE LA SALIDA: 0,004 mA (12 bits)
- ALIMENTACIÓN: 12 a 35 Vcc, tensión sobre el transmisor
- CARGA MÁXIMA EN SERIE: $R_L = (V_{cc} - 12) / 0,02 \Omega$ donde Vcc es la tensión de alimentación
- TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -20 a 75 °C
- HUMEDAD AMBIENTE: 0 a 90 % HR
- COMPATIBILIDAD ELETROMAGNÉTICA: EN 50081-2, EN 50082-2
- Protección interna contra inversión de la polaridad de tensión de alimentación
- Compensación interna de junta fría para termocoplas
- Caja en ABS, diámetro de 44 mm y altura máxima de 24 mm
- Cable de conexión USB mini-B 5 pines

Figura 2.1.2-5 – Hoja de datos del transmisor

2.1.3 - SELECCIÓN DEL SENSOR DE NIVEL

Los sensores que serán utilizados para la detección de niveles son de horquilla vibrante; en este caso el instrumento seleccionado es un detector de nivel NIVOSWITCH modelo RCM-400-3.



Figura 2.1.3-1 – Sensor de nivel

2.5 ORDER CODES

NIVOSWITCH R **C** **M** - 4 **0** **0** - **3** *

TYPE	CODE	PROCESS CONNECTION	CODE	PROBE LENGTH	CODE	OUTPUT	CODE
Tube + plastic (PFA) coated fork	A	BSP 1"	M	Short (69 mm)	00	2-wire AC + connector	1
Tube + 1.4571 fork	C	BSP 1 1/2"	H	Standard (125 mm)	01	2-wire AC + cable	2
Tube + highly polished fork	G	NPT 1"	P	0.2 ... 3 m	02 ... 30	3-wire DC + connector	3
		NPT 1 1/2"	N			3-wire DC + cable	4
		DN50 PN16 PP DIN	F			2-wire DC + connector	6
		DN50 PN40 1.4571 DIN	G			2-wire DC + cable	7
		ANSI 2" RF150 PP	A			2-wire DC + connector + Ex	8
		ANSI 2" RF600 1.4571	B			2-wire DC + cable + Ex	9
		JIS 10K 50A PP	J			2-wire DC + M12 connector	K
		JIS 40K 50A 1.4571	K			2-wire DC + M12 connector + Ex	L
		Triclamp 1 1/2"	T			3-wire DC + M12 connector	M
		Triclamp 2"	R				
		DN40 Pipe coupling	D				
		DN50 Pipe coupling	E				

* Ex version with Ex mark.

Note: Flanged versions have 1" process connection.

Figura 2.1.3-2 – Código de compra para sensor de nivel

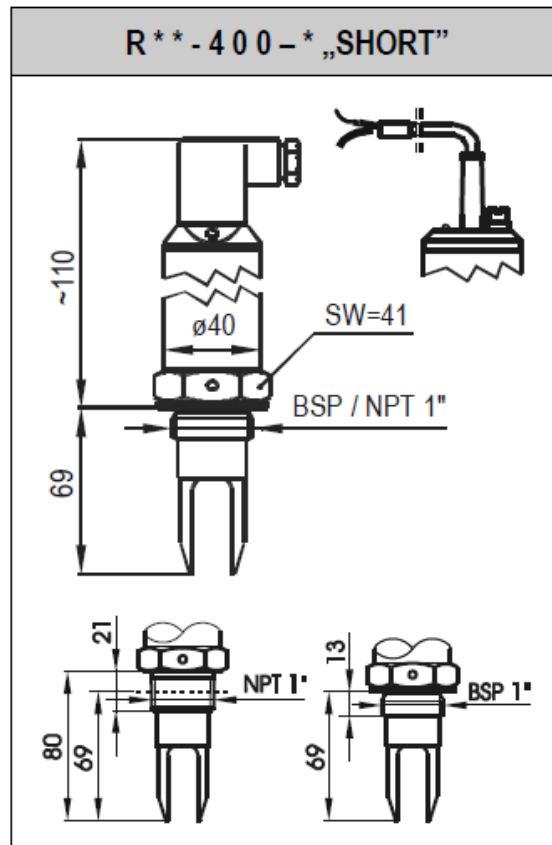
M31V150-2-FB- ISO X de DN65

GENERAL DATA

R-400 / R-400 Ex		
Medium pressure	40 bar, PP flange: 6 bar see „Temperature diagrams”	
Probe length	0.69 m... 3 m	
Material of wetted parts	DIN 1.4571, PFA coating	
Medium temperature	-40°C ... +130°C see table in 5.1 and diagrams	
Ambient temperature	-40°C...+70°C see table in 5.1 and diagrams R* *4* *-L Ex ; R* *4* *-M and R* *4* *-K -25°C...+70°C	
Liquid density	≥ 0.7 kg/dm ³	
Liquid viscosity	≤ 10000 mm ² /s (cSt)	
Response time	When immersed	0.5 sec
	When free	When free: ≤1 s see response time diagram
Output mode indication	Bi-colour (LED)	
Operation test	Output can be changed by test magnet	

Figura 2.1.3-3 – Hoja de datos del sensor de nivel

2.8 DIMENSIONS



Wiring in case of PLC applications

PNP-wiring

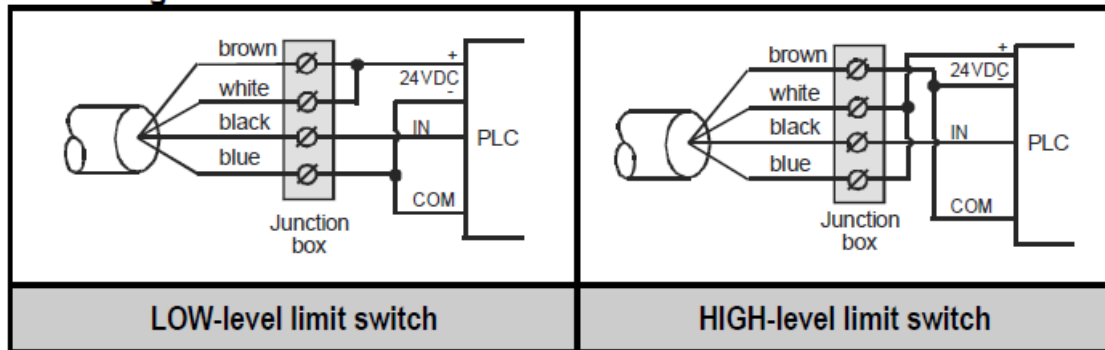


Figura 2.1.3-4 – Medidas y conexiones

2.1.4 - SELECCIÓN DE LOS RELÉS

Los relés que serán utilizados para el armado del gabinete eléctrico son los mismos que fueron seleccionados para la automatización de los cabezales corrugadores.

Por lo tanto el relé a ser utilizado en el circuito es un 700-HLT1Z24-EX de 24 VCC de ALLEN BRADLEY.

2.1.5 - PULSADORES Y SELECTORAS

Para el pulsador de reconocimiento de falla en el sistema de condensado se selecciona un pulsador luminoso color amarillo de la firma Schneider-Electric modelo XB4-BW35B5. El mismo posee un contacto NC y un contacto NA; además tiene un led integrado lo que le confiere mayor vida útil a la lámpara.

Componga usted mismo otros productos utilizando los subconjuntos cabezal + base + contactos + módulo luminoso

Pulsadores luminosos rasantes




Forma de la cabeza	Designación	Tipo de contacto	Tensión de alimentación	Color del pulsador	Referencia	Peso
		"NA" "NC"	V			kg
 XB4-BW33B5	 LED integrado	1	1	~ 24	Blanco XB4-BW31B5 (ZB4-BW0B15 + ZB4-BW313)	0,097
					Verde XB4-BW33B5 (ZB4-BW0B35 + ZB4-BW333)	0,097
					Rojo XB4-BW34B5 (ZB4-BW0B45 + ZB4-BW343)	0,097
					Amarillo XB4-BW35B5 (ZB4-BW0B55 + ZB4-BW353)	0,097
					Azul XB4-BW36B5 (ZB4-BW0B65 + ZB4-BW363)	0,097

Figura 2.1.5-1 – Pulsador luminoso

La llave selectora que servirá para poner en manual o automático el sistema es una XB4-BD25 de la firma Schneider-Electric también.



Selectores (2)						
Forma de la cabeza	Dispositivo de control	Tipo de contacto		Número y tipo de posiciones (1)	Referencia	Peso
		"NA"	"NC"			kg
	Con maneta corta negra	1	-	2 fijas	XB4-BD21 (ZB4-BZ101 + ZB4-BD2)	0,095
		1	1	2 fijas	XB4-BD25 (ZB4-BZ105 + ZB4-BD2)	0,105
		2	-	3 fijas (3)	XB4-BD33 (ZB4-BZ103 + ZB4-BD3)	0,105

Figura 2.1.5-2 – Selector de dos posiciones

2.1.6 - BOCINA LUMÍNICA

Para advertir a los operadores del nivel bajo del tanque de reposición de agua o de un fallo en el abastecimiento de condensado, serán instalados dos indicadores lumínicos audibles que alerten a dichos operadores del estado del sistema para que ellos puedan tomar las acciones necesarias.

El indicador seleccionado es de la firma BANNER modelo TL50RAQ.



Figura 2.1.6-1 – Bocina

Audible Models

Standard Audible Models ¹	# of LED Colors	LED Function ²	Connection ³	Inputs
TL50RAQ	1	Red	4-pin Euro integral QD connector	Bimodal (NPN or PNP)
TL50GRAQ	2	Green, Red		
TL50GYRAQ	3	Green, Yellow, Red	5-pin Euro integral QD connector	
TL50BGYRAQ	4	Blue, Green, Yellow, Red	8-pin Euro integral QD connector	

Figura 2.1.6-2 – Código para compra de bocina

Specifications

Supply Voltage and Current

18 to 30V dc (10% max. ripple); or 21 to 27V ac

Indicators: at 45 mA max. current per LED color

Standard Audible Alarm: 25 mA max. current

Sealed Audible Alarm: 35 mA max. current

Omni-Directional Sealed Audible Alarm: 45 mA max. current

Indicators

LEDs are independently selected, 1 to 5 colors depending on model

Supply Protection Circuitry:

Protected against reverse polarity and transient voltages

Input Response Time

Indicator ON/OFF: 10 ms (max.)

Audible Adjustment

Standard Audible Alarm: Unscrew the cover (up to 1.5 turns max.) to adjust the audible intensity. (Do not exceed 1.5 turns or the cover may detach during operation.) For max. intensity, rotate the center plug 180° counterclockwise to remove it.

Sealed Audible Alarm: Rotate the front cover until the desired intensity is reached.

Omni-Directional Sealed Audible Alarm: No adjustment.

Connections

Integral 4-pin, 5-pin, or 8-pin M12/Euro-style QD, 150 mm (5.9 in) PVC pigtail with QD, or 2 m (6.5 ft) integral cable, depending on model

Vibration and Mechanical Shock:

All models meet Mil. Std. 202F requirements method 201A (vibration: 10 to 60 Hz max., double amplitude 0.06 in, maximum acceleration 10G). Also meets IEC 947-5-2: 30G 11 ms duration, half sine wave.

Operating Conditions:

Non-Audible: -40° to +50° C (-40° to +122° F)

Standard and Sealed Audible: -20° to +50° C (-4° to +122° F)

Max. Rel. Humidity: 95% at 50° C (non-condensing)

Audible Alarm

Audible measurements are made in the direction sound exits the device.

For standard audible models, this is the top of the unit (when mounted vertically, sound is directed toward the ceiling). For sealed audible models, sound exits the vented openings in the side of the unit, which should be oriented so that the sound is directed toward the machine operator(s). In environments with high ambient noise levels or high ceilings that absorb sound, the sealed or omni-directional models are recommended.

Standard Audible Alarm: 2.7 KHz ± 500 Hz oscillation frequency; max. intensity 92 db at 1 m (3.3 ft) (typical)

Sealed Audible Alarm: 2.9 KHz ± 250 Hz oscillation frequency; max. intensity 94 db at 1 m (3.3 ft) (typical)

Omni-Directional Sealed Audible Alarm: 2.1 KHz ± 250 Hz oscillation frequency; max intensity 99 db at 1m (3.3 ft) (typical)

Construction:

Bases and Covers: ABS


Light Segment: Polycarbonate

Environmental Rating

Non-Audible and Sealed Audible: IEC IP67

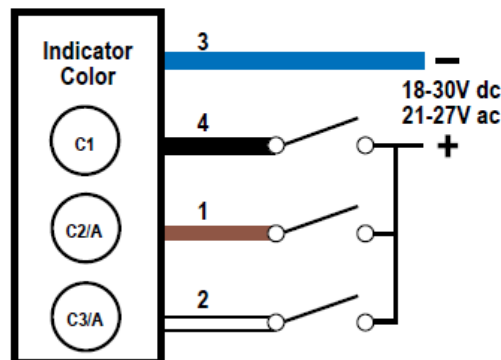
Standard Audible: IEC IP50

Certifications

 **Omni-Directional models:** pending

Hookups – 4-Pin Models

Sourcing (PNP) Input



Key:

1 = Brown

2 = White

3 = Blue

4 = Black

C1 = Color 1

C2 = Color 2

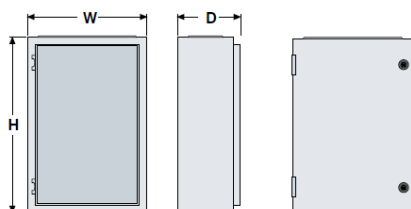
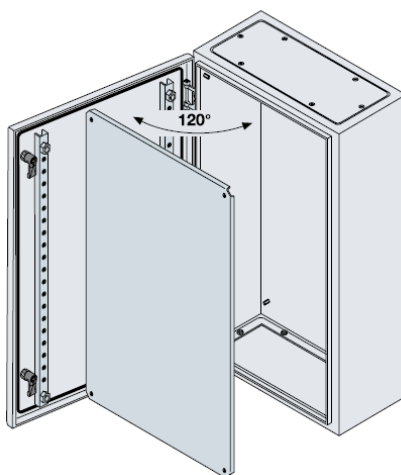
C3 = Color 3

A = Audible

Figura 2.1.6-3 – Especificaciones técnicas y conexiones

2.1.7 - GABINETE

El gabinete a ser utilizado para el montaje del circuito eléctrico es un SRN6420K de la firma ABB. El mismo es un gabinete metálico que posee grado de protección IP65 y es fabricado en concordancia con la norma CEI EN 60529.



Overall dimensions			Enclosures with blind door + back plate	Enclosure with glazed door	Kit for automation		Kit for distribution Supports for mounting modular panels			
H mm	W mm	D mm			Blind counterdoor IP20	Back plate	N° vertical mod. H=185mm	N° DIN mod. per row	Total modules	DIN Supports
300	200	150	SRN3215K							
	300		SRN3315K							
	400		SRN3415K							
400	300	150	SRN4315K							
	300		SRN4320K							
	400	200	SRN4420K							
	600		SRN4620K							
500	300	200	SRN5320K							
	400		SRN5420K	SRN5420VK	KC5040K	PF5040	2	14	28	KD5040K
	400		SRN5425K	SRN5425VK	KC5040K	PF5040	2	14	28	KD5040K
600	400	200	SRN6420K	SRN6420VK	KC6040K	PF6040	3	14	42	KD6040K
	400		SRN6425K	SRN6425VK	KC6040K	PF6040	3	14	42	KD6040K
	600	250	SRN6625K							
700	500	200	SRN7520K	SRN7520VK	KC7050K	PF7050				
	500		SRN7525K	SRN7525VK	KC7050K	PF7050				

Figura 2.1.7-1 – Gabinete eléctrico

2.1.8 - INTERRUPTOR DE CORTE



Marco de 100A. Tipo H, 3 polos

Capacidad de interrupción Icu: 100kA a 220/240 Vac
 25kA a 440 Vac
 18kA a 480 Vac
 10kA a 125 Vdc

Catálogo	Corriente Nominal A	Número de Polos
EZC100H3015	15	3
EZC100H3020	20	3
EZC100H3030	30	3
EZC100H3040	40	3
EZC100H3050	50	3
EZC100H3060	60	3

Figura 2.1.8-1 – Llave de corte

El interruptor seleccionado es el modelo EZC100H3015 de Schneider electric.

2.1.9 - INTERRUPTOR DIFERENCIAL

El interruptor diferencial seleccionado es de la marca Schneider Electric modelo B N° de referencia 16750. El mismo tiene una sensibilidad de 30 mA.



Figura 2.1.9-1 – Interruptor diferencial

Referencias

Tipo	Tensión (V CA)	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)	Ancho en pasos de 9 mm	Referencia
4P	230/400	25	30	8	16750
		40	300	8	16751
			30	8	16752
			300	8	16753
		63	300	8	16754
			500	8	16755
			30	8	16756
		80	300	8	16757
			300	8	16758
			500	8	16759
		80	30	8	16760
			300	8	16761
300	8		16762		

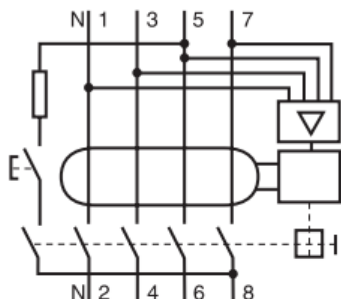


Figura 2.1.9-2 – Conexión y referencia de interruptor diferencial

2.1.10 – GUARDAMOTORES

Los guardamotores seleccionados son del modelo GV2-ME con mando por pulsadores. Para los motores de 2 HP (1.5 KW) se selecciona el guardamotor GV2-ME08 y para los motores de 3 HP (2.2 KW) el GV2-ME10.

Los guardamotores GV2-ME, son guardamotores magnetotérmicos tripolares adaptados al mando y a la protección de los motores, en conformidad con las normas IEC 60947-2 y IEC 60947-4-1.



GV2-ME
mando mediante
pulsadores

Figura 2.1.10-1 – Guardamotor

Guardamotores magnetotérmicos GV2-ME y GV2-P con borne a tornillo												
Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC-3									Rango de reglaje de los disparadores térmicos (2)	Corriente de disparo magnético Id ± 20%	Referencia	Peso
400/415 V			500 V			690 V						
P	Icu	Ics	P	Icu	Ics	P	Icu	Ics	A	A		kg
Guardamotores con mando de pulsadores												
0,06	★	★	-	-	-	-	-	-	0,16...0,25	2,4	GV2-ME02	0,260
0,09	★	★	-	-	-	-	-	-	0,25...0,40	5	GV2-ME03	0,260
0,12	★	★	-	-	-	0,37	★	★	0,40...0,63	8	GV2-ME04	0,260
0,18	★	★	-	-	-	-	-	-	0,40...0,63	8	GV2-ME04	0,260
0,25	★	★	-	-	-	0,55	★	★	0,63...1	13	GV2-ME05	0,260
0,37	★	★	0,37	★	★	-	-	-	1...1,6	22,5	GV2-ME06	0,260
0,55	★	★	0,55	★	★	0,75	★	★	1...1,6	22,5	GV2-ME06	0,260
0,75	★	★	1,1	★	★	1,5	3	75	1,6...2,5	33,5	GV2-ME07	0,260
1,1	★	★	1,5	★	★	2,2	3	75	2,5...4	51	GV2-ME08	0,260
1,5	★	★	2,2	★	★	3	3	75	2,5...4	51	GV2-ME08	0,260
2,2	★	★	3	50	100	4	3	75	4...6,3	78	GV2-ME10	0,260
3	★	★	4	10	100	5,5	3	75	6...10	138	GV2-ME14	0,260
4	★	★	5,5	10	100	7,5	3	75	6...10	138	GV2-ME14	0,260
5,5	15	50	7,5	6	75	9	3	75	9...14	170	GV2-ME16	0,260

Figura 2.1.10-1 – Hoja de datos del guardamotor

2.1.11 - CONTACTORES

El contactor seleccionado es un LC1-K0610M7 de la firma Schneider Electric. Este contactor es de la familia MINICONTACTORES de la serie K en conformidad con las normas IEC 60947-1, 947-4-1, NFC 63-110, VDE 0660 y BS 5424.



Figura 2.1.11-1 – Mini contactores

Minicontactores tripolares con bobina en corriente alterna						
- Fijación sobre perfil ancho 35 mm o por tornillos Ø 4.						
- Tornillos alojados.						
Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC-3		Corriente asignada de empleo en AC-3 hasta 440 V	Corriente asignada de empleo en AC-1 hasta 440 V	Contactos auxiliares instantáneos	Referencia básica a completar con el código de la tensión (1) (2)	Peso
380 V	440/500 V	A	A			Tensiones habituales
415 V	660/690 V					
kW	kW					kg
2,2	3	6	20	1 -	LC1-K0610●●	B7 F7 M7 0,180
				- 1	LC1-K0601●●	B7 F7 M7 0,180
4	4	9	20	1 -	LC1-K0910●●	B7 F7 M7 0,180
				- 1	LC1-K0901●●	B7 F7 M7 0,180

Figura 2.1.11-2 – Selección del mini contactor

La tensión seleccionada para el accionamiento del mismo es 220 Vac (código M7).

2.2 – PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para realizar la programación del plc se utilizó el software RSLogix 500. En el anexo I se encuentra bajo la carátula “Ladder UGV” la lógica de control utilizada en la automatización del nivel y temperatura del tanque de alimentación de agua de la UGV.

2.3 – PLANOS ELÉCTRICOS

Para el montaje del circuito eléctrico, referirse a los planos ELE -001 hasta ELE – 012.

3 - CARACTERÍSTICAS DEL MONTAJE

➤ Montaje de Bandejas

Deberá montarse las bandeja según plano TM-001-(bandeja perforada).

La distancia entre apoyos y/o soportes para las bandejas tipo perforadas no debe ser superior a 1.5mts. O sea cada tramo de bandeja Perforada deberá quedar soportado en los extremos y en el centro del tramo como mínimo.

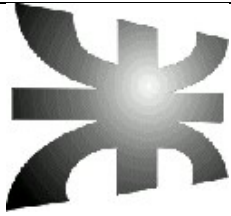
➤ **Acometida a instrumento.**

La acometida a instrumento se realizara según plano TM-002-(acometida a instrumento).

➤ **Identificaciones**

Se deberá proveer todos los carteles identificatorios con el TAG correspondiente a cada equipo y gabinete eléctrico, con cinta metálica de 12mm en acero inoxidable AISI-316 acunado.

Así mismo los cables deberán estar identificados en ambos extremos.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Concepción del Uruguay

INGENIERIAELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

(P F C)

**Mejora de la eficiencia energética de una
maquina corrugadora**

Ing. Mecánica de detalles

Proyecto N°: 1308B

Autores: Gonzalez, Pedro

Laxague, Gaston

Peralta, Sebastián

AÑO 2014

Índice

PROYECTO FINAL DE CARRERA	1
LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO	5
1- REFORMAS A REALIZAR EN EL SISTEMA DE VAPOR.....	8
2- AUTOMATIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE VAPOR EN CABEZALES CORRUGADORES	8
2.1- SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CUADRO DE VÁLVULAS.....	9
2.1.1- DIÁMETRO DE CAÑERÍA	9
2.1.2- BRIDAS Y ACCESORIOS	10
2.1.2.1 – Bridas.....	10
2.1.2.2- Codos y tees.....	10
2.1.2.3 -Válvulas esféricas	13
2.1.2.4 - Válvula globo para el by pass.....	14
2.1.2.5- Válvula de control	15
2.1.2.6 – Manómetros y conexión	16
2.1.2.7- Separador de gotas	18
2.1.2.8 – Selección del filtro.....	20
2.1.2.9 – Trampa termodinámica para la purga del condensado.....	21
3- DISEÑO Y CÁLCULO DE TANQUES FLASH	22
3-1- ENVOLVENTE	23
3.3- SELECCIÓN DE THREDOLET	25
3.4- SELECCIÓN DE MANÓMETROS Y CONEXIÓN.....	26
3.5- SALIDA DEL VAPOR FLASH.....	28
3.5.1- NIPLE SALIDA VAPOR FLASH.....	29
Selección de caño:	29

3.5.2- BRIDA SALIDA VAPOR FLASH	30
3.5.3- VÁLVULA ESFÉRICA SALIDA VAPOR FLASH	32
3.5.4- VÁLVULA DE RETENCIÓN DE SALIDA VAPOR FLASH.....	35
3.5.4.1- Características	35
3.5.4.2- Instalación	36
3.5.5- INSTALACIÓN DEL CONJUNTO.....	36
3.6- ENTRADA DE CONDENSADO A 14 BAR AL TANQUE FLASH.....	37
3.6.1- NIPLE ENTRADA DE CONDENSADO	37
3.6.2- BRIDA ENTRADA CONDENSADO.....	38
3.6.3- Selección de Codo.....	40
3.6.4- VÁLVULA DE ENTRADA DE CONDENSADO.....	41
3.6.5- INSTALACIÓN DE ACCESORIOS.....	44
3.7- SALIDA DE CONDENSADO DE TANQUE FLASH.....	44
3.7.1- NIPLE.....	44
3.7.2- BY PASS SALIDA DE CONDENSADO	45
En la siguiente figura se esquematiza el bypass, que se detalla en el plano TMI-011 (Anexo I).	45
3.7.2.1- Accesorios componentes del bypass.....	46
3.7.2.1.1- Válvulas esféricas	46
3.7.2.1.2- Selección uniones dobles.....	47
3.7.2.1.3- Selección entre roscas.....	49
3.7.2.1.4- Selección codos roscados.....	49
3.7.2.1.5- Selección tee roscadas	50
3.7.2.1.6- Selección del filtro	51
3.7.2.1.7- Selección de trampa de flotador.....	53
3.8- CAÑO DE DESAGOTE	54
3.8.1- NIPLE DE DESAGOTE DE CONDENSADO.....	54

3.8.2- VÁLVULA DE DESAGOTE DE CONDENSADO	55
3.8.3- TAPÓN	56
3.9- CUPLAS DE INSPECCIÓN	57
3.9.1- SELECCIÓN DE THREDOLET	57
3.9.2- SELECCIÓN DE TAPONES PARA MIRILLA DE INSPECCIÓN	58
3.10- AISLACIÓN	59
3.10.1- SELECCIÓN DE AISLANTE	59
3.10.2- SELECCIÓN DE PROTECCIÓN MECÁNICA	59
3.11- SELECCIÓN DE JUNTA	60
3.12- SELECCIÓN VÁLVULA DE SEGURIDAD	63
4 - DETALLE LÍNEA DE REVAPORIZACIÓN TQ1-UVG	63
4.1 - ESQUEMA DE CAÑERÍA DESDE TQ1 – UVG	63
4.2 - ACCESORIOS EN LA CAÑERÍA.....	65
4.2.1 - SELECCIÓN DE CAÑO.....	65
4.2.2 - SELECCIÓN DE ACCESORIOS	66
4.2.3 - SELECCIÓN DE LA BRIDA	67
4.2.4 - SELECCIÓN DE JUNTA	68
4.2.5 - TABLA DE TORQUE QUE SE LE DEBE APLICAR A LAS BRIDAS	70
4.2.6 - SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS.....	71
4.3 - CANTIDAD Y TIPOS DE APOYOS	71
4.4 - CANTIDAD Y TIPOS DE JUNTAS DE DILATACIÓN.....	73
4.6 - ESPESOR Y TIPO DE AISLACIÓN.....	75
4.6.1 – AISLACIÓN	75
4.6.2- SELECCIÓN DE AISLANTE	76
4.6.3 - SELECCIÓN DE PROTECCIÓN MECÁNICA	76
5 – AISLACIÓN DE CAÑERÍAS	77

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO
PREFABRICADO, MONTAJE DE CAÑERÍAS Y CUADRO DE VÁLVULAS**

- Construcción y montaje de las cañerías de interconexión TQ1 - UVG, de acuerdo a los planos entregados, Ver Plano ISO - 001.
- Construcción y montaje del cuadro de válvulas, de acuerdo a los planos entregados (Ver Plano TMI-010).
- Las cañerías de acero al carbono correspondientes al Tie-in serán prefabricadas pero deberán realizarse los ajustes correspondientes y soldaduras finales en obra. El 30% de las soldaduras en campo serán radiografiadas.
- El porcentaje de radiografías a realizar sobre cañerías prefabricadas en taller será del 30% en todos los casos.
- Sobre las costuras no radiografiadas (weldolets, threadolet, bridas SO, etc) se realizarán tintas penetrantes en el 100% de los casos, con su respectivo informe emitido por la empresa contratista.
- Todas las soldaduras corresponden a una soldadura a tope, la cual se realiza con una pasada de electrodo celulósico y las restantes con electrodos básicos. La penetración de la soldadura es muy importante, los biseles en la raíz deben fundirse. La cañería llevará un 30% de gammagrafía.
- Todos los soldadores deberán calificarse con dichos procedimientos.
- El material del caño debe ser de acero al carbono fabricado bajo la normativa ASTM A53.
- Todas las uniones bridas serán bajo norma ANSI B16.5, en este caso se utilizarán clase 150#.
- Todos los accesorios serán adquiridos en conformidad de fabricación según norma ANSI B16.9, serán marca WELDBEND por ser los disponibles en el mercado local.
-
- Los casquetes adquiridos cumplirán con los requerimientos del Código ASME VII DIV. 1

- Los accesorios roscados se adoptaron bajo norma ASME B16.11. La rosca cumple las especificaciones ANSI B1.20.1 (rosca interna y externa cónica).
- Se eligió una junta modelo Grafito Flexible GRAFLEX® del fabricante TEADIT.
-
- Tanto las cañerías, como los accesorios de acero al carbono serán arenados al grado SA 2.5 (metal blanco) interior y exteriormente.
- El tratamiento interior de las cañerías de acero al carbono será de fosfatizado (tefos 1005 diluido) y posterior tapado en sus extremos para evitar corrosión interna.
- Exteriormente se aplicara el esquema de pintado definido por PAMER para cañerías de acero al carbono con 150 micrones de película seca de epoxi. Las condiciones ambientales deberán ser controladas diariamente para habilitarse al pintado y se deberán realizar los registros pertinentes ya sean de condiciones ambientales, de rugosidad en el arenado, de espesores de pintura y de resistencia a la tracción.
- Se realizará el Torqueado de todas las uniones bridadas, para asegurar estanqueidad; dejando registro de ello en planillas diseñadas a tal efecto.
- Se repintarán las cañerías de acero al carbono soldadas en obra, respetando el esquema de Pamer.
- Se realizarán los retoques de pintura necesarios luego del montaje de los soportes, respetando el esquema de pintura de Pamer.

PREFABRICADO Y MONTAJE DE SOPORTERÍA

- Prefabricado y montaje de toda la soportaría indicada en plano TSP-001.
- El esquema de pintura a utilizar para los soportes de A°C° consistirá preparación de superficie arenado Grado SA2,5 metal blanco, 150 micrones de película seca de Epoxi y 100 micrones de película seca de poliuretano azul RAL 5019.

- Todos los soportes serán ajustados de acuerdo a la instalación definitiva de la cañería correspondiente.
- Los soportes amurados a la pared se fijarán con anclajes químicos HILTI RE 500, en estos casos por el diámetro de las perforaciones se podrá utilizar una herramienta retro percutora.
- Los retoques de pintura en sectores de la soldadura donde se practiquen soldaduras cumplirán las siguientes condiciones limpieza mecánica de la superficie, quitando todo rastro de óxido y suciedad lijado de la misma, para que tome mordiente; y aliviado de cantos vivos. Luego se aplicará una mano de carbomastic 15, en segundo lugar una mano de epoxi 80 micrones y por último 100 micrones de película seca de poliuretano.

TRABAJOS DE AISLACIÓN

- En los casos de aislación para protección personal o conservación de temperatura, se utilizarán medias cañas de lana de vidrio MARBEX y como la protección mecánica chapas galvanizadas calibre 24, según ASTM, previamente cilindrada y atornilladas entre sí mediante tornillos autorroscantes.
- Las válvulas quedarán siempre accesibles para la operación.
- Los cajones aislados de las válvulas serán removibles para facilitar las tareas de mantenimiento, de manera que al retirar el cajón la cañería permanezca montada.
- Las uniones bridadas se aislarán de manera que faciliten también las prácticas de mantenimiento.
- Todas las tuberías, accesorios, válvulas, tanques serán aislados según IP-002- instructivo montaje de aislamiento, ANEXO I.

TÍPICOS DE MONTAJE

Los típicos que se presentan a continuación establecen las pautas para el montaje de cada uno de los elementos de la instalación.

<i>TÍPICOS DE MONTAJE</i>	
Código	Descripción
TMI-001	Indicador de presión
TMI-002	Válvula de control
TMI-003	Acometida eléctrica a instrumento
TMI-004	Acometida eléctrica a instrumento con caja
TMI-005	Acometida neumática a instrumentos
TMI-006	Horquilla vibrante
TMI-007	Controlador de proceso
TMI-008	Acometida neumática a válvulas de control
TMI-009	Pirómetro Óptico
TMI-010	Cuadro de montaje de válvula modulante
TMI-011	By pass de salida de condensado tanque flash
TMI-012	Válvula de alivio

1- REFORMAS A REALIZAR EN EL SISTEMA DE VAPOR

La ubicación de los tanque flash proyectados se detalla en el layout graficado en los planos LYO – 001, LYO – 002, LYO – 003 y LYO – 004 (ANEXO I). En ellos, los trazos realizados en magenta representan las reformas proyectas sobre la línea de vapor.

2- AUTOMATIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE VAPOR EN CABEZALES CORRUGADORES

Para la construcción del cuadro de válvulas y la bajada de vapor desde la línea de 14 bares hasta el mismo, se utilizará un caño de 1 ½" SCH 40 ASTM A53. La figura 2.1 muestra los elementos constitutivos del cuadro de válvulas y en el ANEXO I se adjunta el plano TMI - 010 de construcción del mismo.

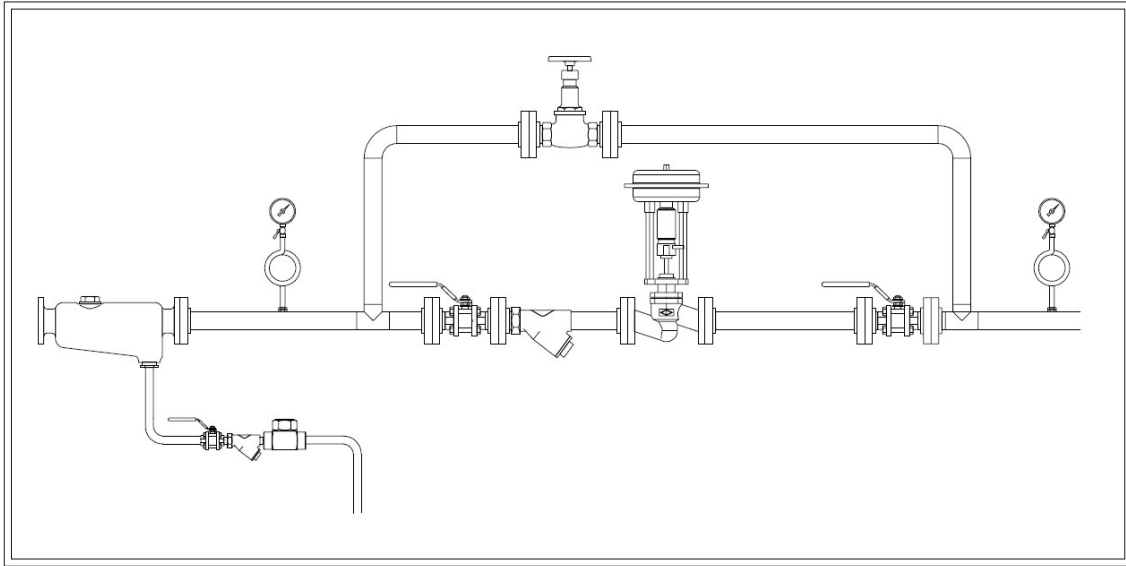


Figura 2.1- Cuadro de válvulas

el cuadro estará compuesto por un separador de gotas con purga; válvula de control con dos válvulas esféricas de aislamiento, para permitir tareas de mantenimiento; una válvula globo de by pass y dos manómetros aguas arriba y abajo de ella. La purga del separador de gotas consta de una válvula esférica y un filtro "Y" seguido por una trampa termodinámica.

2.1- SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CUADRO DE VÁLVULAS

2.1.1- DIÁMETRO DE CAÑERÍA

El diámetro adoptado para la cañería es de 1 ½”, por lo tanto se considera igual diámetro para la construcción del cuadro de válvulas.

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.4 - Cálculo del diámetro de caño para la alimentación del cabezal.

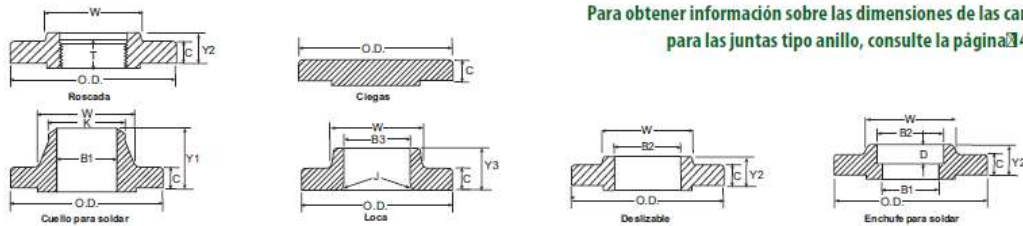
2.1.2- BRIDAS Y ACCESORIOS

2.1.2.1 – BRIDAS

Se seleccionó una brida de cuello deslizante (slip on) de 1 ½”, cuyas dimensiones se muestran a continuación.

www.weldbend.com

BRIDAS DE ACERO CLASE 150



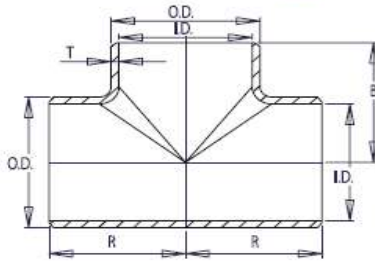
Tamaño del tubo	Diámetro exterior de la brida	Espesor de la brida (Min.)	Espesor de la junta de solapa (Min.)	Diámetro del centro*	Diámetro del cuello para soldar	Longitud a lo largo del centro			Diámetro Interior					Radio de la junta de solapa	Profundidad del enchufe
						Rosca, deslizante, enchufe para soldar	Loca	Cuello para soldar	Largo de la rosca (Min.)	Deslizable y enchufe para soldar (Min.)	Loca (Min.)	Cuello para soldar y enchufe para soldar	J			D
NPS	O.D.	C	C	W	K	Y2	Y3	Y1	T	B2	B3	B1 ▲	J	D	
ASME B16.5															
½	90	9.6	11.2	30	21.3	14	16	46	16	22.2	22.9	15.8	3	10	
¾	100	11.2	12.7	38	26.7	14	16	51	16	27.7	28.2	20.9	3	11	
1	110	12.7	14.3	49	33.4	16	17	54	17	34.5	34.9	26.6	3	13	
1 ¼	115	14.3	15.9	59	42.2	19	21	56	21	43.2	43.7	35.1	5	14	
1 ½	125	15.9	17.5	65	48.3	21	22	60	22	49.5	50.0	40.9	6	16	
2	150	17.5	19.1	78	60.3	24	25	62	25	61.9	62.5	52.5	8	17	

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.5.1 - Selección de las bridas.

2.1.2.2- CODOS Y TEES

Se presenta a continuación la selección de codos y tees

CÉDULA 40

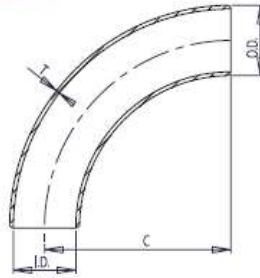


WELDBEND NOTAS

1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A234 WPB.
2. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
3. Para conocer los detalles de biselado, consulte la página 107.
4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 24, llámenos.
6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.

Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Diámetro interior	Espesor de la pared	Centro a centro	Centro a extremo	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
NPS	O.D.	I.D.	T	R	B		
1/2	21.3	15.76	2.77	25	25	40	0.16
3/4	26.7	20.96	2.87	29	29	40	0.23
1	33.4	26.64	3.38	38	38	40	0.34
1 1/4	42.2	35.08	3.56	48	48	40	0.59
1 1/2	48.3	40.94	3.68	57	57	40	0.86
2	60.3	52.48	3.91	64	64	40	1.45
2 1/2	73.0	62.68	5.16	76	76	40	2.63

CÉDULA 40



WELDBEND NOTAS

1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A234 WPB.
2. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
3. Para conocer los detalles de biselado, consulte la página 107.
4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 24, llámenos.
6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.

Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Diámetro interior	Espesor de la pared	Centro a extremo	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
NPS	O.D.	I.D.	T	C		
3/4	26.7	20.96	2.87	57	40	0.14
1	33.4	26.64	3.38	76	40	0.36
1 1/4	42.2	35.08	3.56	95	40	0.50
1 1/2	48.3	40.94	3.68	114	40	0.73
2	60.3	52.48	3.91	152	40	1.45
2 1/2	73.0	62.68	5.16	190	40	2.90
3	88.9	77.92	5.49	229	40	4.35

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.5.2 – Selección de codos y tees.

2.1.2.3 -VÁLVULAS ESFÉRICAS

Del catálogo general de válvulas esféricas de SPIRAX SARCO, se eligió el tipo de válvula según la aplicación.

Matriz de selección de válvulas esféricas

Aplicaciones	3 piezas	2 piezas		1 pieza		
	Roscadas, SW, BW, bridadas	Bridas ANSI	Bridas DIN	Bridas ANSI	Bridas DIN	
Vapor (ver catálogo de Vapor)	Vapor de baja presión (<10 bar)	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Vapor de media presión (<17.5 bar)	M10S	M31S	M31S	M40S	M21S
	Vapor de alta presión (<39 bar)	M10H	M31H	M31H	M20H	M20H
	Vapor limpio	M60V M60G				
	Condensado y agua de procesos	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Purga de caldera				M20S	M20S

Para trabajar con vapor de media presión (menos de 17.5 bares), se selecciona la válvula esférica de tres cuerpos M10S.

M10S y M10S ISO



- ¼" a 2½"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bridas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PDR 0.8
- Presión máxima de trabajo 100 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 260°C
- Accionamiento manual o automático

- Aplicaciones:
- Vapor de media presión
 - Aceites térmicos
 - Hidrocarburos líquidos
 - Aceite mineral
 - Gas natural
 - Gases industriales
 - CO₂

Por lo tanto se utilizarán dos válvulas M10S DN 40 para aislamiento de la válvula de control, y una válvula M10S DN15 para la descarga del separador de gotas.

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.2-Selección de las válvulas esféricas.

2.1.2.4 - VÁLVULA GLOBO PARA EL BY PASS

La válvula seleccionada es una HV3 DN 40 de SPIRAX SARCO.

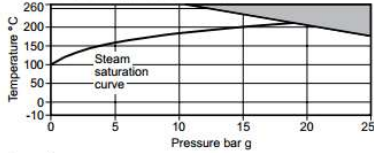
Description

A bronze bodied globe valve for steam, water, oil or air applications.
To BS 5154 Series A.

Sizes and pipe connections

½", ¾", 1", 1¼", 1½" and 2" screwed BSP parallel.

Pressure/temperature limits



■ The product must not be used in this region.

Maximum body design conditions PN25

PMA Maximum allowable pressure 25 bar g @ 170°C

TMA Maximum allowable temperature 260°C @ 10.5 bar g

Minimum allowable temperature -10°C

PMO Maximum operating pressure 25 bar g @ 170°C

TMO Maximum operating temperature 260°C @ 10.5 bar g

Minimum operating temperature -10°C

Designed for a maximum cold hydraulic test pressure of 38 bar g

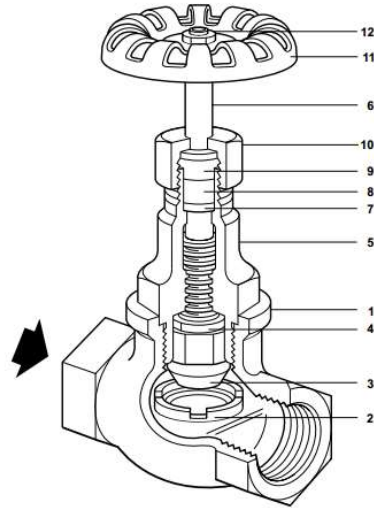
Materials

No.	Part	Material	
1	Body	Gunmetal	BS 1400 LG2
2	Valve seat	Stainless steel	AISI 431
3	Valve	Stainless steel	AISI 431
4	Lock-nut	Gunmetal	BS 1400 LG2
5	Bonnet	Gunmetal	BS 1400 LG2
6	Stem	½" - 1" Austenitic stainless steel	BS 970 303 S31
		1¼" - 2" Gunmetal	BS 1400 LG2
7	Washer	Gunmetal	BS 1400 LG2
8	Gland packing	PTFE	
9	Gland	Gunmetal	BS 1400 LG2
10	Packing nut	Gunmetal	BS 1400 LG2
11	Handwheel	Aluminium	DIN 1725 GK-A1 Si 1
12	Handwheel nut	Brass	DIN 17660 MS63

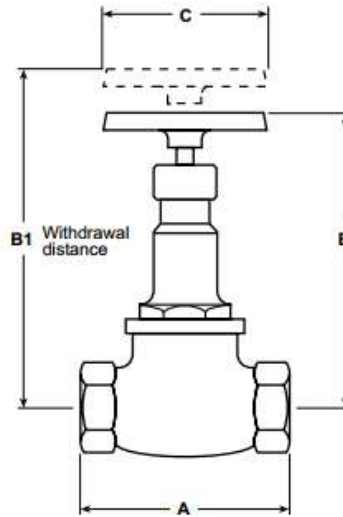
Kv values

Size	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"
Kv	1.3	1.6	4.2	13.8	19.7	28

For conversion: Cv (UK) = Kv x 0.963 Cv (US) = Kv x 1.156



Dimensions / weights (approximate) in mm and kg					
Size	A	B	B1	C	Weight
½"	67	102	110	60	0.60
¾"	80	110	125	60	0.86
1"	95	130	146	80	1.30
1¼"	112	144	160	100	2.08
1½"	132	144	160	100	2.86
2"	160	174	203	120	4.65



Safety information, installation and maintenance

For full details see the Installation and Maintenance Instructions (IM-P060-04) supplied with the product.

Installation note:

Install the valve in the direction of flow given by the arrow on the body. The valve can be installed in any plane but not with the handwheel below the valve body.

Disposal

The product is recyclable. No ecological hazard is anticipated with the disposal of this product, providing due care is taken.

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.3 - Selección de la válvula globo para el by pass.

2.1.2.5- VÁLVULA DE CONTROL

La válvula seleccionada es una ARI ARMATUREN DN 40 con Kvs 25.

Control valve in straightway form with pneumatic actuator ARI-DP

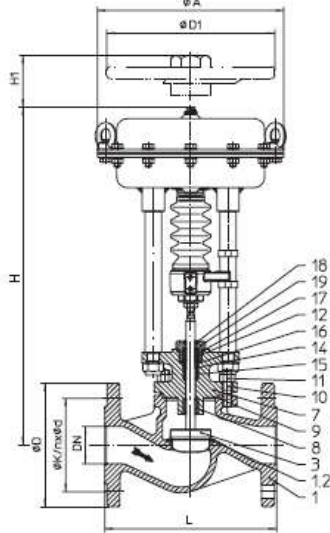


Fig. 440

Figure	Nominal pressure	Material	Nominal diameter
12.440 / 12.441	PN16	EN-JL1040	DN15-150
22.440 / 22.441	PN16	EN-JS1049	DN15-150
23.440 / 23.441	PN25	EN-JS1049	DN15-150
34.440 / 34.441	PN25	1.0619+N	DN15-150
35.440 / 35.441	PN40	1.0619+N	DN15-150
55.440 / 55.441	PN40	1.4408	DN15-150

Other materials and versions on request.

Stem sealing

- Fig. 440:
- PTFE-V-ring unit -10°C up to +220°C
 - PTFE-packing -10°C up to +250°C
 - Pure graphite-packing -10°C up to +450°C

- Fig. 441:
- Stainless steel bellows seal with safety stuffing box -60°C up to +450°C

Plug design

- standard:
- Parabolic plug, metal seat
- optional:
- Parabolic plug with PTFE soft seat (max. 200°C)
 - V-port plug, metal seat
 - Parabolic pressure balanced plug, metal seat, Material of piston seal: PTFE with stainless steel spring (max. 200°C)

Guiding

- Parabolic plug: Stem guiding
- V-port plug: Stem and port guiding

Flow characteristic

- Equal percentage or linear (from Kvs 100 modified equal percentage)

Rangeability

- 50 : 1 on parabolic plug
- 30 : 1 on V-port plug

Shut off class (seat / plug leakage classes)

- Metal seat - Leakage class IV acc. to DIN EN 1349 or IEC 60534-4
- Soft seat Leakage - class VI acc. to DIN EN 1349 or IEC 60534-4

Closing pressures refer to page 28.

Technical data for actuator refer to data sheet.

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.4 - Selección de la válvula de control.

2.1.2.6 – MANÓMETROS Y CONEXIÓN

Para la lectura de presión antes y después de la válvula de control, se utilizarán manómetros de 100 mm de diámetro con escala en bar. Para garantizar la temperatura de diseño de los mismos (217°C) se montarán con un sifón, tipo R. El manómetro tendrá RANGO 5, de 0 a 16 bar.

Tamaños y conexiones

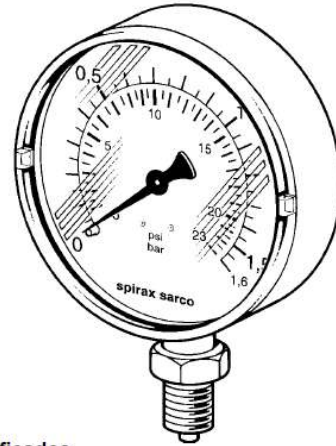
Manómetro:	3/8" BSP macho (BS 2779)
Válvula:	Lado manóm. 3/8" BSP hembra (BS 2779)
	Lado sifón 3/8" BSP hembra (BS 21)
Sifón R o U:	Lado válvula 3/8" BSP macho (BS 21)
	Lado proceso 3/8" macho (BS 21)

Condiciones límite

Condiciones máximas de diseño PN25
 Temperatura máxima de diseño 217°C
 (Deben montarse con sifón tipo R o U para alcanzar estas condiciones).
 Rango 6 (0-25 bar r), con vapor o aire comprimido limitado a 21 bar r (BS 1387). Temperatura máxima servicio, si no se monta sifón, de 60°C. Para aplicaciones por encima de 60°C debe montarse tubo sifón.
 El rango de protección es IP3 y debe mantenerse en un ambiente seco y protegido de la intemperie.

Rangos de presión

Rango	bar	psi
1	0 - 1,6	0 - 23
2	0 - 4	0 - 53
3	0 - 6	0 - 86
4	0 - 10	0 - 145
5	0 - 16	0 - 230
6	0 - 25	0 - 360



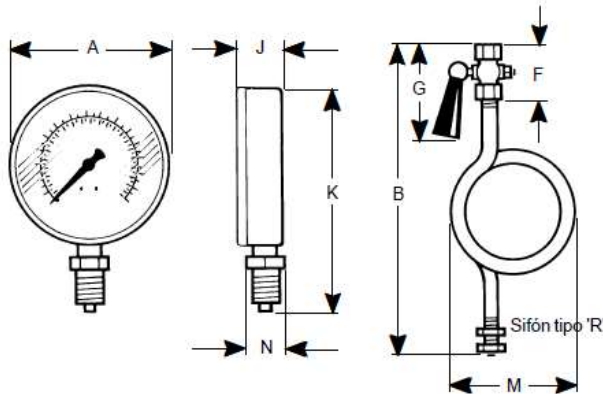
Certificados

Este producto dispone de certificados de conformidad y pruebas. Se dispone de un certificado de calibración, bajo pedido y con un coste adicional.

Dimensiones / Peso (aproximados) en milímetros y kg

Manómetro				
A	J	K	N	Peso
100	29	137	22 E/C	0,43

Sifón R				
B	F	G	M	Peso Sifón / Válvula
321	35	80	116	0,94 / 0,21



Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.7 – Selección de manómetros y conexión.

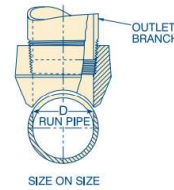
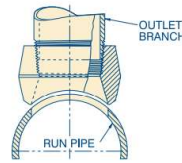
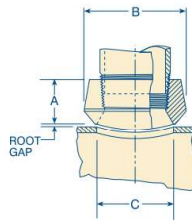
Para conectar los manómetros al cuadro de válvulas se utilizarán 2 THREDOLET de 3/8".



Thredolet® Reducing, Size on Size and Flat

CL 3000

CL 6000

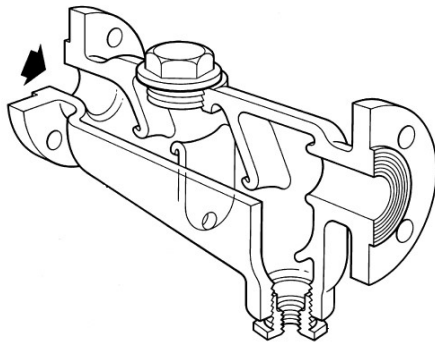


REDUCING SIZES

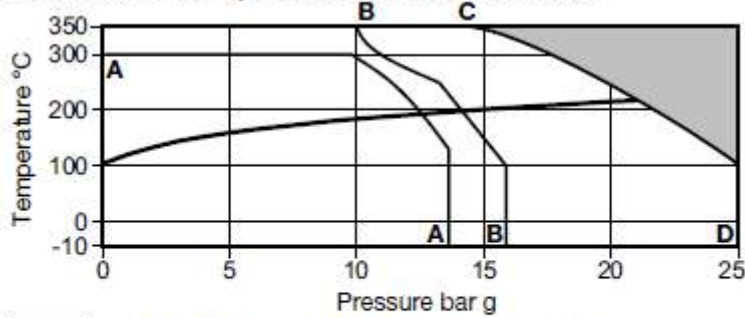
Outlet Size Inches	Dimensions			Appx. Weight Pounds
	A	B	C	
1/8	3/4	1	5/8	.10
1/4	3/4	1	5/8	.10
3/8	13/16	1-1/4	3/4	.20
1/2	1	1-13/32	15/16	.25
3/4	1-1/16	1-23/32	1-5/32	.35
1	1-5/16	2	1-7/16	.60

2.1.2.7- SEPARADOR DE GOTAS

El separador seleccionado es un SPIRAX SARCO modelo S13 Flanged EN 1092 PN16 DN40; que presenta las siguientes características técnicas.



Pressure/temperature limits (ISO 6552)



■ The product **must not** be used in this region.

- A - A** Flanged JIS 10K
- B - B** Flanged EN 1092 PN16
- B - C - D** Flanged EN 1092 PN25 and JIS 20K

Note: S13 flanged type separators may be supplied with a lower pressure rating than that cast into the body. Reference should be made to the appropriate operating chart to determine the actual product limitations.

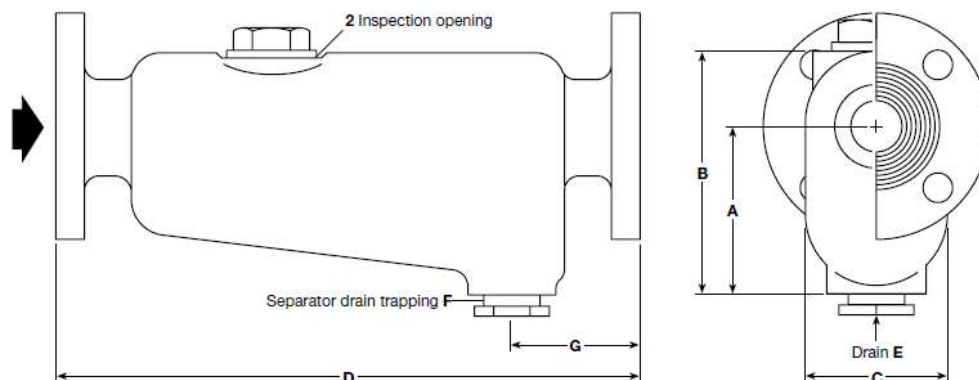
Body design conditions		PN25
PMA	Maximum allowable pressure	25 bar g @ 100°C
TMA	Maximum allowable temperature	350°C @ 14 bar g
Minimum allowable temperature		-10°C
PMO	Maximum operating pressure for saturated steam service	JIS/ KS 10K 12.3 bar g PN16 13.7 bar g PN25 and JIS/KS 20K 21.3 bar g
	TMO	Maximum operating temperature 350°C @ 14 bar g
	Minimum operating temperature -10°C	
Note: For lower operating temperatures consult Spirax Sarco		
Designed for a maximum cold hydraulic test pressure of:	JIS/KS 10K	20.4 bar g
	PN16	24.0 bar g
	PN25 and JIS/KS 20K	37.5 bar g

Dimensions, weight and volumes
(approximate) in mm, kg and litres

Size	A	B	C	D	E	F	G	Weight	Volume
DN40	111	156	89	365	½"	1"	94	14	1.6
DN50	146	205	117	456	½"	1"	98	25	3.2
DN65	178	249	146	406	¾"	1½"	98	28	4.6
DN80	178	252	152	483	1"	1½"	98	36	6.5
DN100	223	315	197	692	1"	1½"	118	60	13.5
DN125	226	397	381	706	1"	1½"	121	128	38.5
DN150	226	397	381	706	1"	1½"	121	130	42.5
DN200	308	502	426	762	1½"	1½"	140	190	68.0

Recommended tightening torques

Item	Size	or mm	N m	
2	DN40	46 A/F	M56	150 - 165
	DN50	46 A/F	M56	150 - 165
	DN65	46 A/F	M56	150 - 165
	DN80	60 A/F	M72	190 - 210
	DN100	60 A/F	M72	190 - 210
	DN125	60 A/F	M72	190 - 210
	DN150	60 A/F	M72	190 - 210
	DN200	60 A/F	M72	190 - 210



Safety information, installation and maintenance

For full details see the Installation and Maintenance Instructions (IM-P023-55) supplied with the product.

Installation note:

Install in a horizontal pipeline with the drain directly below. **Note:** To ensure that any separated liquid is drained away quickly, a suitable liquid drainer or steam trap must be connected to the drain connection 'E' - consult Spirax Sarco for further details.

Disposal

This product is recyclable. No ecological hazard is anticipated with the disposal of this product, providing due care is taken.

How to order

Example: 1 off DN50 Spirax Sarco S13 separator with SG iron body having flanged EN 1092 PN16 connections.

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.6- Selección del separador de gotas.

2.1.2.8 – SELECCIÓN DEL FILTRO

Para proteger los elementos activos de las suciedades se instalará un filtro Y de 1 ½” antes de la válvula de control y un filtro Y de ½” antes de la trampa termodinámica.

Materiales

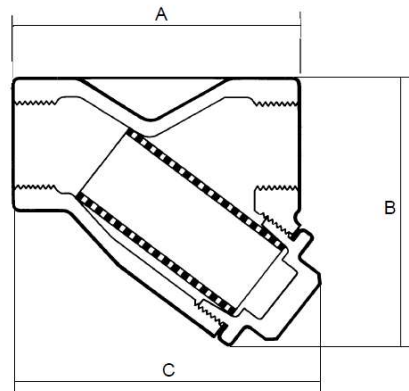
Nº	Parte	Material	
1	Cuerpo	Acero	ASTM A216 WCB
2	Tamiz	Acero Inoxidable	AISI 316
3	Junta tapa	Acero dulce	SAE 1010
4	Tapa	Acero	SAE 12 L14

Elemento filtrante

* Estándar: Malla de alambre AISI 316 de Ø= 0,50 mm, de 18 agujeros por pulgada lineal (324 agujeros por pulgada cuadrada).
 * Otras mallas: Bajo pedido.

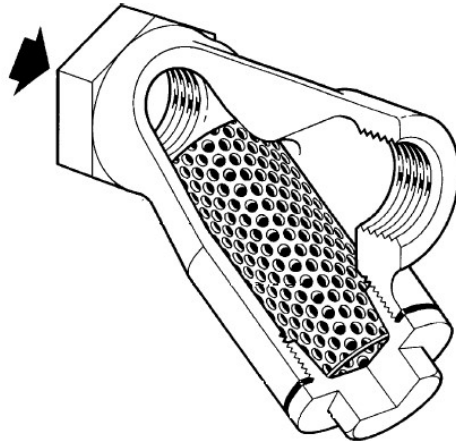
Dimensiones (aproximadas) en milímetros

Tamaño	A	B	C	Peso kg
½"	87	85	90	0,70
¾"	114	111	119	1,34
1"	126	120	129	1,76
1¼"	137	136	144	2,25
1½"	161	160	170	4,06
2"	190	187	200	6,86



Cómo pasar pedido

Filtro SPIRAX SARCO de 2”, modelo CT de acero fundido.
 Conexiones para soldar SW.



Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.8 – Selección del filtro.

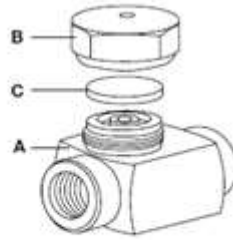
2.1.2.9 – TRAMPA TERMODINÁMICA PARA LA PURGA DEL CONDENSADO

La trampa a utilizar en la extracción del condensado del separador de gotas es una trampa modelo TD52 de ½” de la marca SPIRAX SARCO.

Descripción

Las TD52, TD552 y TD552 LC son trampas termodinámicas para drenaje de líneas de vapor; la TDS52LC en particular se utiliza donde los caudales de condensado son típicamente bajos. Descargan condensado a la temperatura del vapor saturado. Totalmente de acero inoxidable. Partes activas endurecidas. Son robustas y no son afectadas por golpes de ariete, vapor sobrecalentado, vibraciones ni condensado corrosivo. Responden instantáneamente y funcionan con la mayor eficiencia en todos los rangos de presión.

El filtro o canasto incorporado a las trampas TD552 y TDS52LC reduce el espacio de instalación y garantiza la retención de suciedades antes de depositarse en el asiento, evitando el desgaste provocado por el cierre defectuoso del disco. Purgando el canasto, se mantiene siempre en excelentes condiciones de retención de partículas.



TD52

Condiciones limite

PMO - Presión máxima de operación 42 kg/cm²

TMO - Temperatura máxima de operación 430°C

PMOB - Contrapresión máxima: no puede exceder el 80% de la presión de entrada

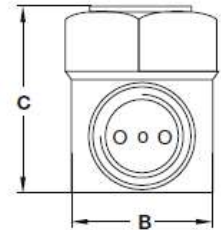
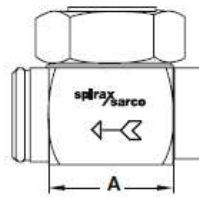
Presión diferencial admisible mínima para trabajar satisfactoriamente 0,250 kg/cm²

Materiales

Parte	Material	
A	Cuerpo	AISI 420 F
B	Tapa	AISI 416
C	Disco	AISI 420 F
D	Tapón para canasto	AISI 416
E	Junta	AISI 304
F	Malla	AISI 304 Mesh 25

Dimensiones (aproximadas) en mm y kg TD52

Tamaño	A	B	C	Peso
DN10 - 3/8"	51	35	43	0,34
DN15 - 1/2"	68	38	50	0,57
DN20 - 3/4"	72	44	60	0,90
DN25 - 1"	84	54	72	1,36



Ref.: en memoria de cálculo CAP- 2.5.9 – Selección de la trampa termodinámica.

3- DISEÑO Y CÁLCULO DE TANQUES FLASH

El Tanque Flash se construirá bajo las normas y procedimientos ASME Sección VIII División 1.



3-1- ENVOLVENTE

Selección de caño:



Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	12 pulgadas
Diámetro exterior	323,8 mm
Espesor	5,16 mm
Largo	1,52 m
Condiciones extremos	Biselados para el soldado de cabezales
Cantidad	1

Ver Anexo I, plano de construcción TCO-001.

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt2 por metro lineal de tubería
NPS	DN	Real		Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	(in.)	(mm.)					
12	300	12.750	323.85	0.203	5.16	-	-	27.20	40.55	1.017
				0.219	5.56	-	-	29.31	43.63	
				0.250	6.35	-	20	33.38	49.71	
				0.281	7.14	-	-	37.42	55.75	
				0.312	7.92	-	-	41.45	61.69	
				0.330	8.38	-	30	43.77	65.18	
				0.344	8.74	-	-	45.58	67.90	
				0.375	9.52	STD	-	49.52	73.78	
				0.406	10.31	-	40	53.52	79.70	
				0.438	11.13	-	-	57.59	85.82	
				0.500	12.70	XS	-	65.42	97.43	
				0.562	14.27	-	60	73.15	108.92	
				0.688	17.28	-	80	88.63	132.04	
				0.844	21.44	-	100	107.32	159.86	
				1.000	25.40	XXS	120	125.49	186.91	
				1.125	28.57	-	140	139.68	208.00	
1.312	33.32	-	160	160.27	238.68					

Ref.: memoria de cálculo CAP- 3.3.2.3.5- Paso 5: Largo de recipiente y CAP- 3.3.2.4.-
Cálculo envolvente.

3.2- CABEZAL DE TANQUE FLASH

CASQUETE SEMIELIPTICO ASME VIII DIV 1

• ASME VIII (03)

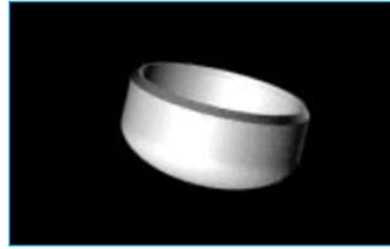
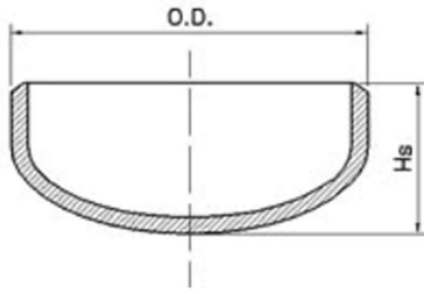


TABLA 1 (mm)

Diámetro Nominal	Diámetro Externo O.D.			4,8 (3/16")			6,3 (1/4")			9,5 (3/8")			12,7 (1/2")		
	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.
4"	112,7	114,3	115,9				42	45	48	61	64	67	61	64	67
5"	139,7	141,3	143,7				46	52	58	70	76	82	70	76	82
6"	166,7	168,3	170,7				52	58	64	58	64	70	79	85	91
8"	217,5	219,1	221,5				65	71	77	72	78	84	92	98	104
10"	269,8	273,0	277,0				79	85	91	85	91	97	105	111	117
12"	320,6	323,8	327,8				108	114	120	110	116	122	118	124	130
14"	352,4	355,6	359,6	110	116	122	110	116	122	114	120	126	126	132	138
16"	403,2	406,4	410,4	116	122	128	133	139	145	137	143	149	138	144	150
18"	453,8	457	461,0	130	136	142	139	145	151	150	156	162	151	157	163

Especificaciones de cabezales	
Fabricante	SIMAT S.R.L.
Tipo cabezal	semielíptico
Diámetro nominal	12 pulgadas
Diámetro exterior	323,8 mm
Espesor	6,35 mm
Altura	114 mm
Cantidad	2

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.3.2.2.5- Cálculo de cabezal.

3.3- SELECCIÓN DE THREDOLET

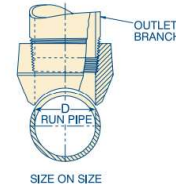
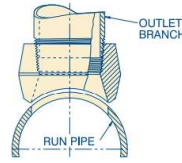
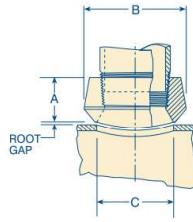
Para conectar el manómetro al tanque flash utilizará un THREDOLET de 3/8".



Thredolet® Reducing, Size on Size and Flat

CL 3000

CL 6000



REDUCING SIZES

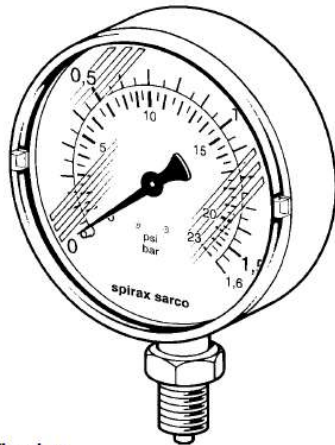
Outlet Size Inches	Dimensions			Appx. Weight Pounds
	A	B	C	
1/8	3/4	1	5/8	.10
1/4	3/4	1	5/8	.10
3/8	13/16	1-1/4	3/4	.20
1/2	1	1-13/32	15/16	.25
3/4	1-1/16	1-23/32	1-5/32	.35
1	1-5/16	2	1-7/16	.60

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.13.1- Cupla de conexión tanque flash-manómetro.

Especificaciones de cupla	
Fabricante	Tupy
Tamaño cupla	3/8 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

3.4- SELECCIÓN DE MANÓMETROS Y CONEXIÓN

El conjunto cola de chanco y manómetro van ubicados en la thredolet de 3/8" dispuesta en el casquete superior del tanque flash.



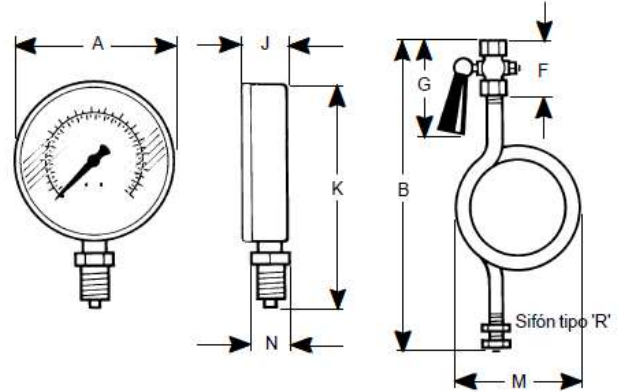
Certificados

Este producto dispone de certificados de conformidad y pruebas. Se dispone de un certificado de calibración, bajo pedido y con un coste adicional.

Dimensiones / Peso (aproximados) en milímetros y kg

Manómetro				
A	J	K	N	Peso
100	29	137	22 E/C	0,43

Sifón R					
B	F	G	M	Sifón	Peso Válvula
321	35	80	116	0,94	0,21



Tamaños y conexiones

Manómetro:	$\frac{3}{8}$ "	BSP macho (BS 2779)
Válvula:	Lado manóm.	$\frac{3}{8}$ " BSP hembra (BS 2779)
	Lado sifón	$\frac{3}{8}$ " BSP hembra (BS 21)
Sifón R o U:	Lado válvula	$\frac{3}{8}$ " BSP macho (BS 21)
	Lado proceso	$\frac{3}{8}$ " macho (BS 21)

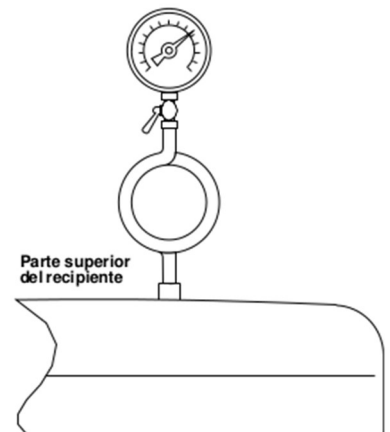
Condiciones límite

Condiciones máximas de diseño PN25
 Temperatura máxima de diseño 217°C
 (Deben montarse con sifón tipo R o U para alcanzar estas condiciones).
 Rango 6 (0-25 bar r), con vapor o aire comprimido limitado a 21 bar r (BS 1387).
 Temperatura máxima servicio, si no se monta sifón, de 60°C. Para aplicaciones por encima de 60°C debe montarse tubo sifón.
 El rango de protección es IP3 y debe mantenerse en un ambiente seco y protegido de la intemperie.

Rangos de presión

Rango	bar	psi
1	0 - 1,6	0 - 23
2	0 - 4	0 - 53
3	0 - 6	0 - 86
4	0 - 10	0 - 145
5	0 - 16	0 - 230
6	0 - 25	0 - 360

Aplicación típicas de un manómetro y sifón tipo 'R'



Especificaciones de manómetro y sifón	
Fabricante	Spirax Sarco
Rango manómetro	5 (0-16bar)
Sifón	Tipo R
Cantidad	1

Instalación

El sifón debe llenarse con agua antes de montar el manómetro, para proteger al manómetro.

La cupla que sirve de unión entre el casquete y la cola de chanco, será soldada.

3.5- SALIDA DEL VAPOR FLASH



Sobre la salida de vapor flash del tanque, se instalará una válvula esférica y una válvula de retención.

3.5.1- NIPLE SALIDA VAPOR FLASH



SELECCIÓN DE CAÑO:

Ver plano de construcción en Anexo I TCO-001

Diámetro Nominal NPS DN		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt2 por metro lineal de tubería
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	0.067
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	
2-1/2	65	2.875	73.03	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	0.229
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	
				0.375	9.52	...	160			
				0.552	14.02	XXS	-			
3	80	3.500	88.90	0.125	3.18	...	-	4.51	6.72	0.279
				0.156	3.96	...	-	5.57	8.29	
				0.188	4.78	...	-	6.65	9.92	
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	
				0.250	6.35	...	-	8.68	12.93	
				0.281	7.14	...	-	9.66	14.40	
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	

Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	2 pulgadas
Identificación	Schedule 40
Largo	100 mm
Condiciones extremos	En uno de los extremos refrentado, y en el otro biselado para soldar brida de cuello soldable (welding neck)
Cantidad	1

Ver Anexo I, plano de construcción TCO-002

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.3.2.3.7- Paso 7: Cálculo de diámetro y espesor en cañería de salida del vapor flash.

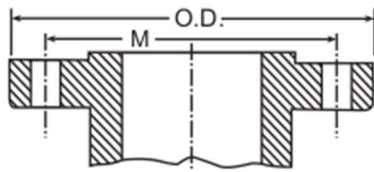
3.5.2- BRIDA SALIDA VAPOR FLASH



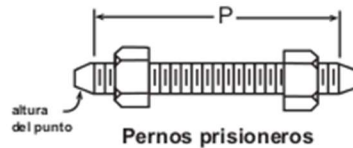


BRIDAS DE ACERO CLASE 150

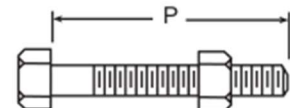
Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 48.



Bridas



Pernos prisioneros

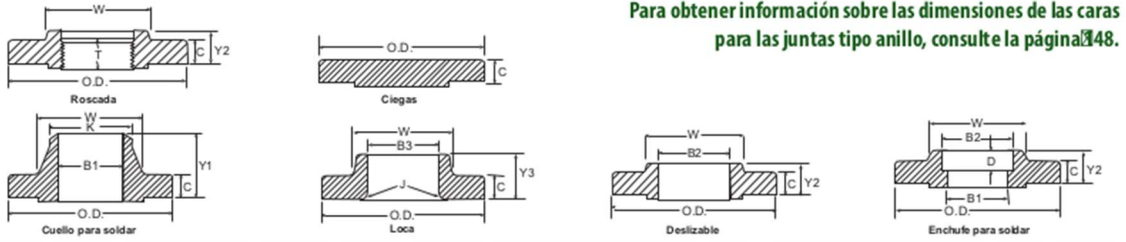


Pernos comunes

Patrón de empernado y largo de los pernos								
Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Taladrado				Largo de los pernos		
		Diámetro del círculo del perno	Diámetro de los agujeros de los pernos	Número de agujeros de los tornillos	Diámetro de los pernos	Pernos prisioneros para bridas de cara realzada 2 mm	Pernos prisioneros Junta tipo anillo	Pernos comunes para bridas de cara realzada 2 mm
NPS	O.D.	M				P	P	P

ASME B16.5

½	90	60.3	☒	4	½	55	*	50
¾	100	69.9	☒	4	½	65	*	50
1	110	79.4	☒	4	½	65	75	55
1 ¼	115	88.9	☒	4	½	70	85	55
1 ½	125	98.4	☒	4	½	70	85	65
2	150	120.7	¾	4	☒	85	95	70
2 ½	180	139.7	¾	4	☒	90	100	75
3	190	152.4	¾	4	☒	90	100	75
3 ½	215	177.8	¾	8	☒	90	100	75
4	230	190.5	¾	8	☒	90	100	75
5	255	215.9	☒	8	¾	95	110	85
6	280	241.3	☒	8	¾	100	115	85



Tamaño del tubo	Diámetro exterior de la brida	Espesor de la brida (Min.)	Espesor de la junta de solapa (Min.)	Diámetro del centro*	Diámetro del cuello para soldar	Longitud a lo largo del centro			Diámetro interior				Radio de la junta de solapa	Profundidad del enchufe
						Roscada, deslizable y enchufe para soldar	Loca	Cuello para soldar	Largo de la rosca (Min.)	Deslizable y enchufe para soldar (Min.)	Loca (Min.)	Cuello para soldar y enchufe para soldar		
NPS	O.D.	C	C	W	K	Y2	Y3	Y1	T	B2	B3	B1▲	J	D

ASME B16.5

½	90	9.6	11.2	30	21.3	14	16	46	16	22.2	22.9	15.8	3	10
¾	100	11.2	12.7	38	26.7	14	16	51	16	27.7	28.2	20.9	3	11
1	110	12.7	14.3	49	33.4	16	17	54	17	34.5	34.9	26.6	3	13
1¼	115	14.3	15.9	59	42.2	19	21	56	21	43.2	43.7	35.1	5	14
1½	125	15.9	17.5	65	48.3	21	22	60	22	49.5	50.0	40.9	6	16
2	150	17.5	19.1	78	60.3	24	25	62	25	61.9	62.5	52.5	8	17
2½	180	20.7	22.3	90	73.0	27	29	68	29	74.6	75.4	62.7	8	19
3	190	22.3	23.9	108	88.9	29	30	68	30	90.7	91.4	77.9	10	21
3½	215	22.3	23.9	122	101.6	30	32	70	32	103.4	104.1	90.1	10	
4	230	22.3	23.9	135	114.3	32	33	75	33	116.1	116.8	102.3	11	
5	255	22.3	23.9	164	141.3	35	36	87	36	143.8	144.4	128.2	11	
6	280	23.9	25.4	192	168.3	38	40	87	40	170.7	171.4	154.1	13	


Especificaciones de Brida	
Fabricante	Weldbend
Diámetro nominal	2 pulgadas
Identificación	Cuello soldable (welding neck)
Clase	150
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.2- BRIDAS.

3.5.3- VÁLVULA ESFÉRICA SALIDA VAPOR FLASH

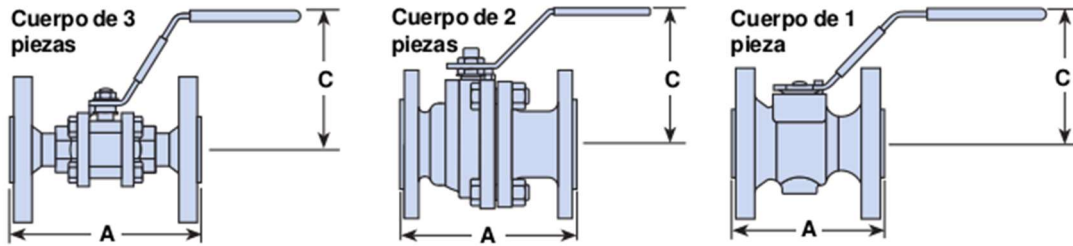
Del catálogo general de válvulas esféricas de SPIRAX SARCO, se eligió como válvula para presión media, (1a) de tres cuerpos M10S bridada.

Tabla de selección

Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso RB = Paso reducido FB = Paso total	Material del cuerpo 
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C			
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, ANSI 1150	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI 1150	RB	
	M31V ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI 1150 ANSI 300 PN16 F1 y F4 / F5	FB	Fundición 2 ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
	M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI 1150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M
Vapor de media presión, condensado y agua de procesos	M10S M10S ISO	DN6 a DN50	3 Piezas	17,5	208	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, PN40 ANSI 1150 ANSI 300	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
		DN65					RB	
	M31S ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	11,6	190	PN16	FB	Fundición 2 DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
				17,5	208	ANSI 1150 ANSI 300		
	M20S	DN25 a DN150	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300 PN 40	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M (Solo bridas PN40)
	M21S ISO	DN15 a DN100	1 Pieza	17,5	208	PN40	RB	Fundición 2 DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
M40S ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M	

Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN		Rosca, BW	RB	SW	FB	A			Rosca, SW, BW	C
RB	FB					ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40		Bridas PN40 & ANSI 150
6		56	56	-	-	-	-	57	-	
10	6	56	51	56	-	-	-	57	-	
15	10	63	51	63	108	140	130	61	87	
20	15	68	59	68	117	152	150	63	89	
25	20	86	84	86	127	165	160	91	91	
32	25	97	93	97	140	178	180	95	95	
40	32	106	102	106	165	190	200	109	109	
50	40	124	118	124	178	216	230	115	115	
65	50	152	152	152	191	241	290	132	132	

Se selecciona la válvula M10S DN 50 bridada para la salida del vapor flash del tanque de revaporizado.

M10S y M10S ISO



- 1/4" a 2 1/2"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bridas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PDR 0.8
- Presión máxima de trabajo 100 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 260°C
- Accionamiento manual o automático

Aplicaciones:

- Vapor de media presión
- Aceites térmicos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite mineral
- Gas natural
- Gases industriales
- CO₂

Código de pedido a fabricante: DN50 M10S 2 FB ANSI150.

Especificaciones de válvula esférica	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	M10S
Diámetro nominal	DN 50
Tipo	Bridada(ANSI 150)
Cuerpo	3 piezas
Material cuerpo	Acero al carbono
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.5.4.1- Válvula salida vapor flash.

3.5.4- VÁLVULA DE RETENCIÓN DE SALIDA VAPOR FLASH

Se selecciona la válvula de retención de disco Spirax Sarco DCV 9 de DN50 para montar entre bridas ANSI 150.

3.5.4.1- CARACTERÍSTICAS

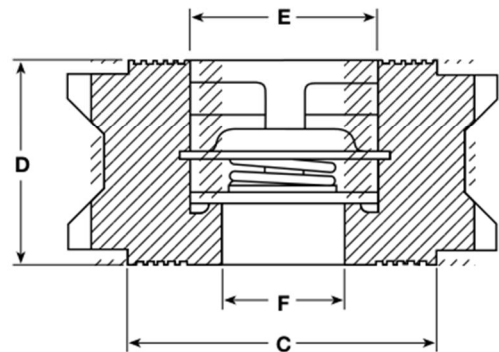
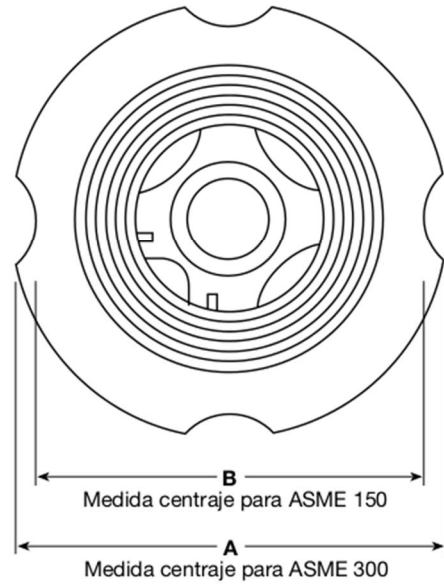
Dimensiones/pesos (aproximados) en mm y kg

Tamaño	ASME	ASME	C	D	E	F	Peso
	300	150					
	A	B					
DN15	54	47	38	25	22,35	15	0,24
DN20	67	57	46	31	27,35	20	0,41
DN25	73	67	54	35	33,15	25	0,54
DN40	95	86	76	45	49,15	40	1,15
DN50	111	105	95	56	59,15	50	1,84
DN80	149	136	130	71	90,15	80	3,69
DN100	181	174	160	80	111,15	100	5,70

Valores K_V

DN	15	20	25	40	50	80	100
K_V	4,4	7,5	12	26	39	84	150

Para convertir: C_V (UK) = $K_V \times 0,963$ C_V (US) = $K_V \times 1,156$



Presiones de apertura en mbar

Presión diferencial con caudal cero con resortes estándar y de alta temperatura.

→ Dirección del flujo

DN	15	20	25	32	40	50	65	80	100
↑	25	25	25	27	28	29	30	31	33
→	22,5	22,5	22,5	23,5	24,5	24,5	25	25,5	26,5
↓	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Donde se requieran presiones de apertura más bajas, se pueden instalar sin resorte en tuberías verticales con flujo ascendente.

Sin resorte

↑	2,5	2,5	2,5	3,5	4	4,5	5	5,5	6,5
---	-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	-----

Resortes alta carga aproximadamente 700 mbar

3.5.4.2- INSTALACIÓN

La válvula de retención de disco debe ser montada de acuerdo con la dirección del flujo en el sentido que indica la flecha. La misma es sin resorte, por lo que debe instalarse en la tubería vertical y con el flujo ascendente.

Especificaciones de válvula de retención	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	DCV 9
Diámetro nominal	DN 50
Tipo	Montaje entre bridas ANSI 150
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.8- VÁLVULA DE RETENCIÓN

3.5.5- INSTALACIÓN DEL CONJUNTO

La válvula de retención debe ser montada entre las bridas de la salida del vapor flash y la válvula esférica bridada, con su correspondiente junta Graflex en cada unión. Los espárragos encargados de la unión de las bridas serán de 1/2"x5", con arandela de presión y doble arandela plana.

3.6- ENTRADA DE CONDENSADO A 14 BAR AL TANQUE FLASH

Para el ingreso de condensado al tanque flash, se colocará una válvula esférica adosada con niple bridado en un extremo, y con un codo en el otro extremo.



3.6.1- NIPLE ENTRADA DE CONDENSADO



Diámetro Nominal		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt2 por metro lineal de tubería
NPS	DN	(in.)	mm.	Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
Pulgadas in.	Milímetros mm.			(in.)	(mm.)					
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	0.067
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	
2-1/2	65	2.875	73.03	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	0.229
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	
				0.375	9.52	---	160			
				0.552	14.02	XXS	-			
3	80	3.500	88.90	0.125	3.18	---	-	4.51	6.72	0.279
				0.156	3.96	---	-	5.57	8.29	
				0.188	4.78	---	-	6.65	9.92	
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	
				0.250	6.35	---	-	8.68	12.93	
				0.281	7.14	---	-	9.66	14.40	
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	

Ver Anexo I, plano de construcción TCO-002.

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.3.2.3.6- Paso 6: Cálculo de diámetro y espesor de cañería de entrada de condensado a tanque flash.

3.6.2- BRIDA ENTRADA CONDENSADO

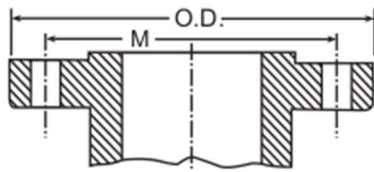


Selección de brida

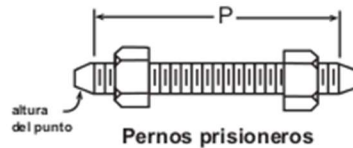


BRIDAS DE ACERO CLASE 150

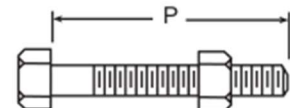
Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 48.



Bridas



Pernos prisioneros

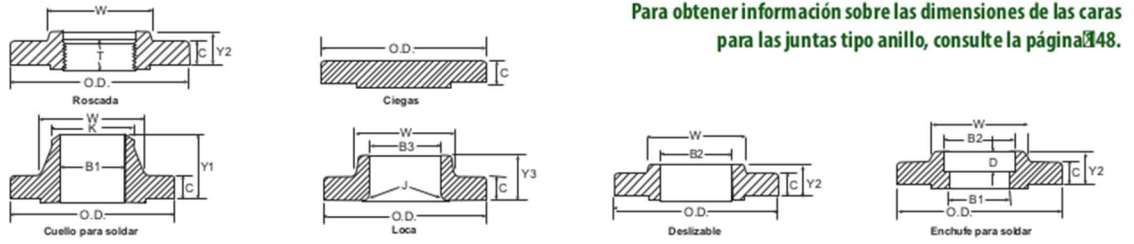


Pernos comunes

Patrón de empernado y largo de los pernos								
Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Taladrado				Largo de los pernos		
		Diámetro del círculo del perno	Diámetro de los agujeros de los pernos	Número de agujeros de los tornillos	Diámetro de los pernos	Pernos prisioneros para bridas de cara realzada 2 mm	Pernos prisioneros Junta tipo anillo	Pernos comunes para bridas de cara realzada 2 mm
NPS	O.D.	M				P	P	P

ASME B16.5

½	90	60.3	☒	4	½	55	*	50
¾	100	69.9	☒	4	½	65	*	50
1	110	79.4	☒	4	½	65	75	55
1 ¼	115	88.9	☒	4	½	70	85	55
1 ½	125	98.4	☒	4	½	70	85	65
2	150	120.7	¾	4	☒	85	95	70
2 ½	180	139.7	¾	4	☒	90	100	75
3	190	152.4	¾	4	☒	90	100	75
3 ½	215	177.8	¾	8	☒	90	100	75
4	230	190.5	¾	8	☒	90	100	75
5	255	215.9	☒	8	¾	95	110	85
6	280	241.3	☒	8	¾	100	115	85



Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 148.

Tamaño del tubo	Diámetro exterior de la brida	Espesor de la brida (Min.)	Espesor de la junta de solapa (Min.)	Diámetro del centro*	Diámetro del cuello para soldar	Longitud a lo largo del centro			Diámetro interior			Radio de la junta de solapa	Profundidad del enchufe	
						Roscada, deslizable y enchufe para soldar	Loca	Cuello para soldar	Largo de la rosca (Min.)	Deslizable y enchufe para soldar (Min.)	Loca (Min.)			Cuello para soldar y enchufe para soldar
NPS	O.D.	C	C	W	K	Y2	Y3	Y1	T	B2	B3	B1▲	J	D

ASME B16.5

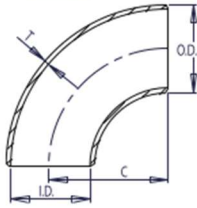
½	90	9.6	11.2	30	21.3	14	16	46	16	22.2	22.9	15.8	3	10
¾	100	11.2	12.7	38	26.7	14	16	51	16	27.7	28.2	20.9	3	11
1	110	12.7	14.3	49	33.4	16	17	54	17	34.5	34.9	26.6	3	13
1¼	115	14.3	15.9	59	42.2	19	21	56	21	43.2	43.7	35.1	5	14
1½	125	15.9	17.5	65	48.3	21	22	60	22	49.5	50.0	40.9	6	16
2	150	17.5	19.1	78	60.3	24	25	62	25	61.9	62.5	52.5	8	17
2½	180	20.7	22.3	90	73.0	27	29	68	29	74.6	75.4	62.7	8	19
3	190	22.3	23.9	108	88.9	29	30	68	30	90.7	91.4	77.9	10	21
3½	215	22.3	23.9	122	101.6	30	32	70	32	103.4	104.1	90.1	10	
4	230	22.3	23.9	135	114.3	32	33	75	33	116.1	116.8	102.3	11	
5	255	22.3	23.9	164	141.3	35	36	87	36	143.8	144.4	128.2	11	
6	280	23.9	25.4	192	168.3	38	40	87	40	170.7	171.4	154.1	13	

Especificaciones de Brida	
Fabricante	Weldbend
Diámetro nominal	2 pulgadas
Identificación	Cuello soldable (welding neck)
Clase	150
Canitdad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.2- BRIDAS.

3.6.3- SELECCIÓN DE CODO

**RADIO LARGO
CÉDULA STD**



ACCESORIOS

WELDBEND NOTAS

1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A234 WPB.
 2. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
 3. Para conocer los detalles de bridad o, consulte la página 107.
 4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
 5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 48, llámenos.
 6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.
- * Esta combinación de tamaño y espesor no corresponde a ningún número de cédula de tubo.

Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Diámetro interior	Espesor de la pared	Centro a extremo	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
NPS	O.D.	I.D.	T	C		
½	21.3	15.76	2.77	38	40	1.27
¾	26.7	20.96	2.87	38	40	1.69
1	33.4	26.64	3.38	38	40	2.50
1 ¼	42.2	35.08	3.56	48	40	3.39
1 ½	48.3	40.94	3.68	57	40	4.05
2	60.3	52.48	3.91	76	40	5.44
2 ½	73.0	62.68	5.16	95	40	8.63
3	88.9	77.92	5.49	114	40	11.29
3 ½	101.6	90.12	5.74	133	40	13.57
4	114.3	102.26	6.02	152	40	16.08
5	141.3	128.20	6.55	190	40	21.77
6	168.3	154.08	7.11	229	40	28.26
8	219.1	202.74	8.18	305	40	42.55
10	273.0	254.46	9.27	381	40	60.29
12	323.8	304.74	9.53	457	*	73.86
14	355.6	336.54	9.53	533	30	81.33
16	406.4	387.34	9.53	610	30	93.27
18	457.0	437.94	9.53	686	*	105.17
20	508.0	488.94	9.53	762	20	117.15
24	610.0	590.94	9.53	914	20	141.12
30	762.0	742.94	9.53	1143	*	176.85
36	914.0	894.94	9.53	1372	*	212.57
42	1067.0	1047.94	9.53	1600	*	248.53
48	1219.0	1199.94	9.53	1829	*	284.25


Especificaciones de codo	
Fabricante	Weldbend
Diámetro nominal	2 pulgadas
Identificación	Cédula STD (SCH 40)
Clase	Radio largo
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.3- CODOS Y TÉES.

3.6.4- VÁLVULA DE ENTRADA DE CONDENSADO

Se selecciona una válvula correspondiente a media presión.

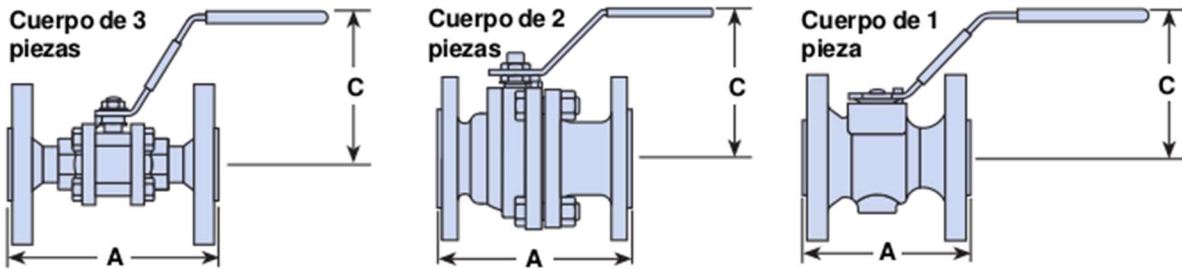
Tabla de selección

Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso RB = Paso reducido FB = Paso total	Material del cuerpo 
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C			
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, ANSI 150	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI 150	RB	
	M31V ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI 150 ANSI 300 PN16 F1 y F4 / F5	FB	Fundición 2 ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
	M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M
Vapor de media presión, condensado y agua de procesos	M10S M10S ISO	DN6 a DN50	3 Piezas	17,5	208	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, PN40, ANSI 150	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
		DN65					RB	
	M31S ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	11,6	190	PN16	FB	Fundición 2 DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
				17,5	208	ANSI 150 ANSI 300		
	M20S	DN25 a DN150	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300 PN40	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M (Solo bridas PN40)
	M21S ISO	DN15 a DN100	1 Pieza	17,5	208	PN40	RB	Fundición 2 DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
M40S ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M	

Se eligió la válvula esférica de tres cuerpos M10S bridada.

Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN		Rosca, BW	RB	SW		A			Rosca, SW, BW	C Bridas PN40 & ANSI 150
RB	FB			RB	FB	ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40		
6		56	56	-	-	-	-	57	-	
10	6	56	51	56	-	-	-	57	-	
15	10	63	51	63	108	140	130	61	87	
20	15	68	59	68	117	152	150	63	89	
25	20	86	84	86	127	165	160	91	91	
32	25	97	93	97	140	178	180	95	95	
40	32	106	102	106	165	190	200	109	109	
50	40	124	118	124	178	216	230	115	115	
65	50	152	152	152	191	241	290	132	132	

M10S y M10S ISO



- ¼" a 2½"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bridas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PDR 0.8
- Presión máxima de trabajo 100 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 260°C
- Accionamiento manual o automático

Aplicaciones:

- Vapor de media presión
- Aceites térmicos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite mineral
- Gas natural
- Gases industriales
- CO₂

La válvula seleccionada es la M10S DN 50 bridada para la entrada del condensado al tanque de revaporizado.

Código de pedido a fabricante: DN50 M10S 2 FB ANSI150.

Especificaciones de válvula esférica	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	M10S
Diámetro nominal	DN 50
Tipo	Bridada(ANSI 150)
Cuerpo	3 piezas
Material cuerpo	Acero al carbono
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.5.2- Válvula entrada condensado.

3.6.5- INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

La válvula esférica y la brida de salida del vapor flash serán fijadas mediante espárragos de 1/2"X4", con una junta de Graflex entre los asientos de las bridas.

3.7- SALIDA DE CONDENSADO DE TANQUE FLASH

3.7.1- NIPLE



Diámetro Nominal		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt2 por metro lineal de tubería
NPS	DN			Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	(in.)	(mm.)					
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	0.067
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	

Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	1 pulgada
Identificación	Schedule 40
Largo	100 mm
Condiciones extremos	En uno de sus dos extremos refrentado, en el otro extremo, roscado según norma ANSI B1.20.1
Cantidad	1

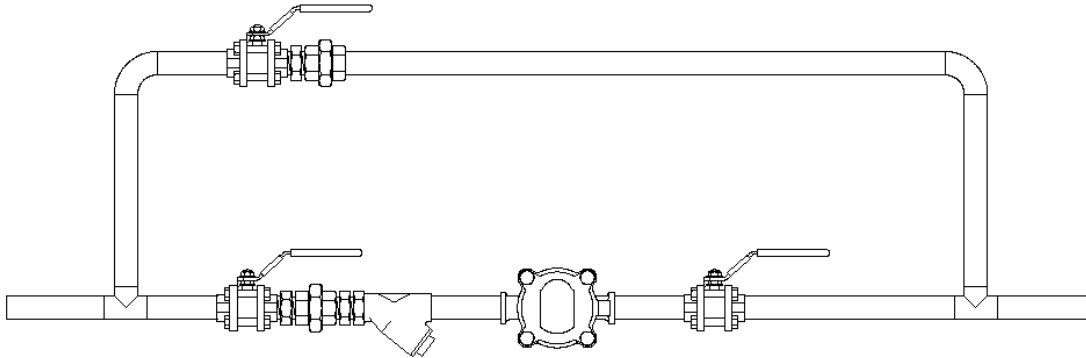
Ver Anexo I, plano de construcción TCO-002

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.3.2.3.8- Paso 8: Cálculo de diámetro y espesor en cañería de salida de condensado.

3.7.2- BY PASS SALIDA DE CONDENSADO

En la siguiente figura se esquematiza el bypass, que se detalla en el plano TMI-

011 (Anexo I).



3.7.2.1- ACCESORIOS COMPONENTES DEL BYPASS

3.7.2.1.1- VÁLVULAS ESFÉRICAS

Se selecciona la válvula esférica de tres cuerpos M10V Roscada

Código de pedido a fabricante: DN25 M10V 2 FB.

M10V



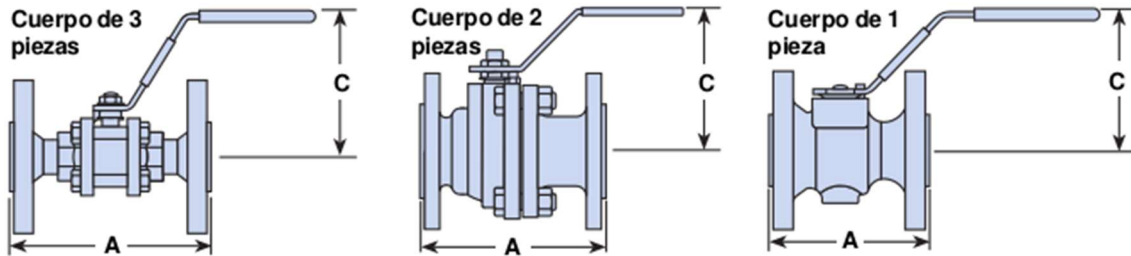
- 1/4" a 2 1/2"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bridas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PTFE
- Presión máxima de trabajo 70 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 230 °C
- Accionamiento manual

Aplicaciones:

- Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite comestible
- Gas natural
- Glicol
- Aire comprimido
- CO₂

Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN		Rosca, BW	RB	SW	FB	A			Rosca, SW, BW	C
RB	FB					ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40			Bridas PN40 & ANSI 150
6		56	56	-	-	-	-	57	-	
10	6	56	51	56	-	-	-	57	-	
15	10	63	51	63	108	140	130	61	87	
20	15	68	59	68	117	152	150	63	89	
25	20	86	84	86	127	165	160	91	91	
32	25	97	93	97	140	178	180	95	95	
40	32	106	102	106	165	190	200	109	109	
50	40	124	118	124	178	216	230	115	115	
65	50	152	152	152	191	241	290	132	132	

Especificaciones de válvula esférica	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	M10V
Diámetro nominal	DN 25
Tipo	Roscada
Cuerpo	3 piezas
Material cuerpo	Acero al carbono
Cantidad	3

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.5.3- Válvulas que conforman by pass salida condensado.

3.7.2.1.2- SELECCIÓN UNIONES DOBLES

Se seleccionan uniones dobles de acero al carbono 1035.

Diámetro Nominal		Dimensões em mm			Peso Unit.
Polegada	mm	C	S	S1	g
1/4	8	39,5	34	19	144
3/8	10	43,5	38	23	204
1/2	15	46	44,5	27	281
3/4	20	54	54,5	34	523
1	25	58,5	63	41	645
1 1/4	32	67,5	76,5	50	941
1 1/2	40	72,5	83,5	57	1375
2	50	82	100,5	70	1897
2 1/2	65	84,5	120	85	3142
3	80	104	136,5	104	4471
4	100	113,5	178	132	8481


Especificaciones de unión doble

Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	2

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.11- UNIONES DOBLES

3.7.2.1.3- SELECCIÓN entre roscas

Se seleccionan entre roscas de acero al carbono 1035.

		2001		NIPLES DUPLOS	
Diámetro Nominal		Dimensões em mm		Peso Unit. g	
Polegada	mm	B	S		
1/4	8	41	19	39	
3/8	10	42	22	56	
1/2	15	53	27	96	
3/4	20	53	32	130	
1	25	64	41	255	
1 1/4	32	65	50	371	
1 1/2	40	67	55	504	
2	50	70	70	774	
2 1/2	65	100	85	1392	
3	80	102	100	2110	
4	100	110	130	3511	
6	150	125	180	7345	

Especificaciones de entre rosca	
Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	3

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.12- ENTRE ROSCAS

3.7.2.1.4- SELECCIÓN CODOS ROSCADOS

El bypass del condensado se armará con unión roscada, para esto se eligen los siguientes elementos roscados.

		2015	COTOVELOS
Diámetro Nominal		Dimensão em mm	Peso Unit.
Polegada	mm	A	g
1/4	8	23,9	92
3/8	10	26,9	132
1/2	15	31,8	217
3/4	20	36,6	339
1	25	41,4	515
1 1/4	32	49,3	842
1 1/2	40	54,1	1081
2	50	63,5	1842
2 1/2	65	74,7	2745
3	80	85,9	4182
4	100	114	8415
6	150	159	18165

Especificaciones de codo roscado	
Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	3

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.9- CODOS ROSCADOS

3.7.2.1.5- SELECCIÓN TEE ROSCADAS

Para generar el ramal paralelo del bypass, se seleccionan las siguientes tée.

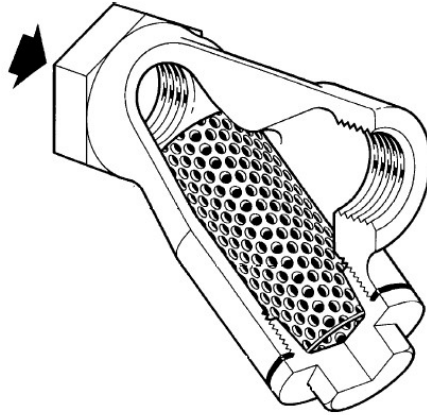
		2060		TÊS	
Diámetro Nominal		Dimensão em mm		Peso Unit.	
Polegada	mm	A		g	
1/4	8	23,9		119	
3/8	10	26,9		185	
1/2	15	31,8		309	
3/4	20	36,6		460	
1	25	41,4		779	
1 1/4	32	49,3		1102	
1 1/2	40	54,1		1462	
2	50	63,5		2472	
2 1/2	65	74,7		3690	
3	80	85,9		5464	
4	100	114		10485	
6	150	159		25195	

Especificaciones de tee roscadas	
Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	2

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.10- TÉE ROSCADAS

3.7.2.1.6- SELECCIÓN DEL FILTRO

Para proteger los elementos activos de la instalación se emplazará un filtro Y de 1" antes de la trampa de flotador.



Tamaños y conexiones

1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2" y 2"
 Conexiones roscadas NPT o BSP bajo pedido.
 Preparadas para soldar "Socket Weld"

Materiales

N°	Parte	Material	
1	Cuerpo	Acero	ASTM A216 WCB
2	Tamiz	Acero Inoxidable	AISI 316
3	Junta tapa	Acero dulce	SAE 1010
4	Tapa	Acero	SAE 12 L14

Elemento filtrante

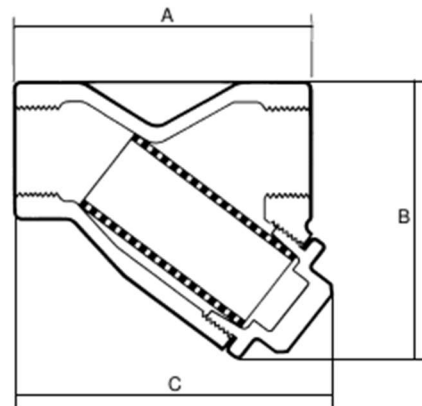
* Estándar: Malla de alambre AISI 316 de Ø= 0,50 mm, de 18 agujeros por pulgada lineal (324 agujeros por pulgada cuadrada).
 * Otras mallas: Bajo pedido.

Dimensiones (aproximadas) en milímetros

Tamaño	A	B	C	Peso kg
1/2"	87	85	90	0,70
3/4"	114	111	119	1,34
1"	126	120	129	1,76
1 1/4"	137	136	144	2,25
1 1/2"	161	160	170	4,06
2"	190	187	200	6,86

Cómo pasar pedido

Filtro SPIRAX SARCO de 2", modelo CT de acero fundido.
 Conexiones para soldar SW.





Especificaciones de filtro	
Fabricante	Spirax Sarco
Tipo	Y
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.6- SELECCIÓN DEL FILTRO.

3.7.2.1.7- SELECCIÓN DE TRAMPA DE FLOTADOR

Se selecciona la trampa FTV-273 de 1" del fabricante SF.

SERIE	MODELO	DIÁMETRO	PRESION DIFERENCIAL (Vapor / Aire Comprimido) - P (Kg/cm²) x Q (Kg/h)																
			ASIENTO	MM	0,1	0,4	0,7	1,1	1,4	2,1	3,5	4,2	7,1	10,0	12,3	14,2	21,0	24,7	32,0
			PULGADA	25,40	4	11	23	34	45	67	112	134	227	320	394	454	672	350	1024
ORIFICIO																			
	FTV-171	1/2" o 3/4"	5/64"	1,98	23	41	57	71	84	103	141	152	191	222	240	252			
	FTV-171	1"	5/32"	3,97	38	69	99	111	134	157	178	189	221	268	297	301			
	FTV-172	1/2" o 3/4"	7/64"	2,78	63	91	126	150	175	216	273	296	376	410					
	FTV-172	1"	15/64"	5,95	140	210	298	311	400	412	508	600	703	800					
	FTV-173	1/2" o 3/4"	5/32"	3,97	159	220	273	298	336	380	446	485							
	FTV-173	1"	9/32"	7,14	300	520	600	711	760	890	1020	1230							
	FTV-271	1"	5/32"	3,97	133	202	276	331	377	453	571	620	780	923	1004	1067			
	FTV-271	1 1/2"	13/32"	10,32	502	778	1083	1315	1508	1830	2335	2547	3250	3880	4245	4524			
	FTV-271	2"	43/64"	17,07	1000	1552	2165	2630	3020	3669	4688	5117	66539	7815	8553	9120			
	FTV-272	1"	15/64"	5,95	215	325	444	533	607	729	918	997	1256	1485					
	FTV-272	1 1/2"	29/64"	11,51	783	1212	1687	2047	2349	2850	3636	3967	5061	6043					
	FTV-272	2"	53/64"	21,03	2155	3337	4644	5636	6465	7845	10010	10920	13934	16636					
	FTV-273	1"	9/32"	7,14	500	756	1034	1241	1414	1698	2138	2321							
	FTV-273	1 1/2"	9/16"	14,29	1585	2454	3415	4144	4754	5769	7361	8030							
FTV-273	2"	19/64"	7,54	5357	8293	11543	14006	16066	19495	24873	27280								

Especificaciones de trampa a flotador	
Fabricante	SF
Tipo	FTV-273
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.7. SELECCIÓN DE TRAMPA DE FLOTADOR.

3.8- CAÑO DE DESAGOTE

3.8.1- NIPLE DE DESAGOTE DE CONDENSADO



Diámetro Nominal		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt2 por metro lineal de tubería
NPS	DN			Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	(in.)	(mm.)					
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	0.067
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	

Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	1 pulgada
Identificación	Schedule 40
Largo	100 mm
Condiciones extremos	En uno de sus dos extremos refrentado, en el otro extremo, roscado según norma ANSI B1.20.1
Cantidad	1

Ver Anexo I, plano de construcción TCO-002

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.3.2.3.9- Paso 9: Cálculo de diámetro y espesor en cañería de desagote.

3.8.2- VÁLVULA DE DESAGOTE DE CONDENSADO

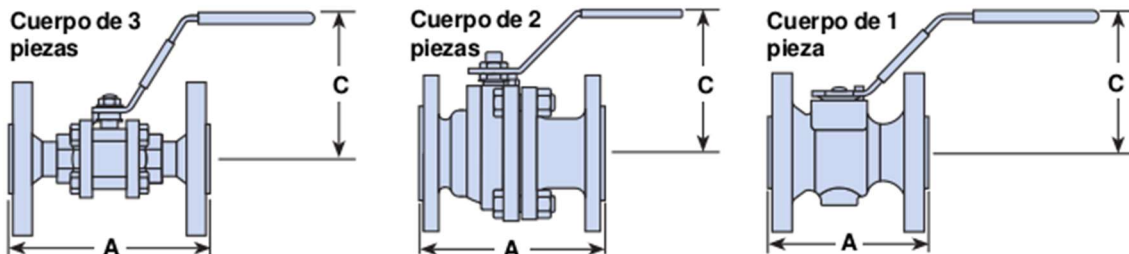
La presión de salida del condensado es de 3 bares, que corresponde a baja presión. La válvula a seleccionar incumbe a esta categoría.

Se selecciona la válvula esférica de tres cuerpos DN 25 M10V roscada.

Código de pedido a fabricante: DN25 M10V 2 FB.

Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN		A							C	
RB	FB	Rosca, BW	RB	SW	FB	ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40	Rosca, SW, BW	Bridas PN40 & ANSI 150
6		56	56	-	-	-	-	-	57	-
10	6	56	51	56	-	-	-	-	57	-
15	10	63	51	63	108	140	130	130	61	87
20	15	68	59	68	117	152	150	150	63	89
25	20	86	84	86	127	165	160	160	91	91
32	25	97	93	97	140	178	180	180	95	95
40	32	106	102	106	165	190	200	200	109	109
50	40	124	118	124	178	216	230	230	115	115
65	50	152	152	152	191	241	290	290	132	132

M10V



- 1/4" a 2 1/2"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bridas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PTFE
- Presión máxima de trabajo 70 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 230°C
- Accionamiento manual

Aplicaciones:

- Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite comestible
- Gas natural
- Glicol
- Aire comprimido
- CO₂

Especificaciones de válvula esférica	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	M10V
Diámetro nominal	DN 25
Tipo	Roscada
Cuerpo	3 piezas
Material cuerpo	Acero al carbono
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.5.3- Válvula desagote condensado.

3.8.3- TAPÓN

Por cuestión de seguridad, luego de la válvula de desagote se instalará un tapón con el fin de evitar algún eventual incidente con la fuga de condensado, previniendo posibles accidentes y fugas propiamente dicha.

		290		BUJÕES COM REBORDO	
Diâmetro Nominal		Dimensões em mm		Peso Unit.	
Polegada	mm	A	S (máx)	g	
1/4	8	27,5	8	22	
3/8	10	28	10	37	
1/2	15	33,5	11	48	
3/4	20	36,5	17	87	
1	25	41,5	19	148	
1 1/4	32	46	22	212	
1 1/2	40	48	22	264	
2	50	56	27	429	
2 1/2	65	63	32	707	
3	80	68	36	1059	

Especificaciones de tapón	
Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.14.1- Tapón válvula salida condensado.

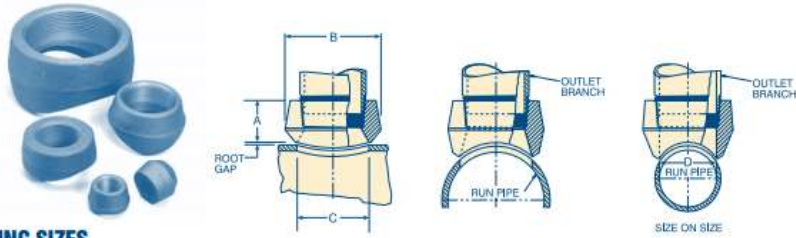
3.9- CUPLAS DE INSPECCIÓN

3.9.1- SELECCIÓN DE THREDOLET

Las thredolet para la conexión de inspección son las que se muestran a continuación.

B Thredolet® Reducing, Size on Size and Flat
 BONNEY FORGE

CL 3000
CL 6000



REDUCING SIZES

	Outlet Size Inches	Dimensions			Appx. Weight Pounds
		A	B	C	
CL 3000	1/8	3/4	1	5/8	.10
	1/4	3/4	1	5/8	.10
	3/8	13/16	1-1/4	3/4	.20
	1/2	1	1-13/32	15/16	.25
	3/4	1-1/16	1-23/32	1-5/32	.35
	1	1-5/16	2	1-7/16	.60
	1-1/4	1-5/16	2-9/16	1-3/4	.90
	1-1/2	1-3/8	2-27/32	2	1.00
	2	1-1/2	3-15/32	2-9/16	1.75
	2-1/2	1-13/16	4-1/16	3	3.00
	3	2	4-13/16	3-11/16	4.35
	3-1/2	2-1/8	5-7/32	4	5.75
	4	2-1/4	5-31/32	4-3/4	7.10
	5	2-5/8	7-5/16	5-9/16	12.00
	6	2-3/4	8-5/8	6-11/16	15.30

3.9.2- SELECCIÓN DE TAPONES PARA MIRILLA DE INSPECCIÓN

	290	BUJÕES COM REBORDO		
Diâmetro Nominal		Dimensões em mm		Peso Unit.
Polegada	mm	A	S (máx)	g
1/4	8	27,5	8	22
3/8	10	28	10	37
1/2	15	33,5	11	48
3/4	20	36,5	17	87
1	25	41,5	19	148
1 1/4	32	46	22	212
1 1/2	40	48	22	264
2	50	56	27	429
2 1/2	65	63	32	707
3	80	68	36	1059

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.14.1- Tapón cuplas inspección.

3.10- AISLACIÓN

La aislación del tanque de revaporizado se realizará de acuerdo al Instructivo de montaje de aislamiento IP-02. El espesor de la aislación deberá ser de 2 pulgadas en material lana de vidrio.

3.10.1- SELECCIÓN DE AISLANTE

Para que la temperatura de la cañería no exceda los 30°, Se utiliza un aislante 2" de espesor.

Dimensiones:

Espesor		Diámetro Interior		Largo (m)
(mm)	Pulgadas	Pulgadas	(mm)	
25	1	1/2 a 14	21 a 356	1,00
38	1 1/2			
50	2			
63	2 1/2			
75	3			

3.10.2- SELECCIÓN DE PROTECCIÓN MECÁNICA

La protección mecánica se realizará con chapas galvanizadas calibre 24. Debido a que PAMER utiliza como criterio para todas las aislaciones térmicas este tipo de material.

Peso de Chapa Galvanizada (Tambien Aplica para Alambres)					
Calibre		Espesor	Kg x m2	1 x 2 m	1,22 x 2,44 m
14	Chapa N° 14	2 mm	16,0	32,0	48,0
16	Chapa N° 16	1,6 mm	13,0	26,0	40,0
18	Chapa N° 18	1,25 mm	10,2	20,4	31,0
20	Chapa N° 20	0,9 mm	7,5	15,0	23,0
22	Chapa N° 22	0,70 mm	6,0	12,0	18,5
24	Chapa N° 24	0,55 mm	4,7	9,4	14,5
27	Chapa N° 27	0,40 mm	3,5	7,0	11,0
28	Chapa N° 28	0,35 mm	3,1	6,2	9,7
30	Chapa N° 30	0,30 mm	2,6	5,2	8,2

3.11- SELECCIÓN DE JUNTA

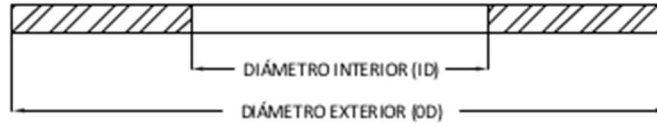
Tabla 3.2
Tipos de Placas de Graflex®

Tipo	TJR	TJE	TJB
Refuerzo	Lámina lisa de acero inoxidable 316L	Lámina perforada de acero inoxidable 316L	Sin Refuerzo
Aplicación	Servicios generales, vapor, hidrocarburos	Servicios generales, vapor, fluido térmico, hidrocarburos	Servicios generales, bridas frágiles en general

Tabla 3.3
Temperaturas de Trabajo

Temperatura °C				
Medio	Mínima	Máxima		
		TJR	TJE	TJB
Neutro / reductor	-240	870	870	3 000
Oxidante	-240	450	450	450
Vapor	-240	650	650	No recomendado

MEDIDAS DE JUNTAS SEGÚN ASME B16.21, PARA
BRIDAS SEGUN ASME B16.5



Medida (NPS)	Clase 150 Libras			
	Diámetro interior (ID)		Diámetro exterior (OD)	
	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm
1/2	0.84	21	1.88	48
3/4	1.06	27	2.25	57
1	1.31	33	2.62	67
1 1/4	1.66	42	3.00	76
1 1/2	1.91	49	3.38	86
2	2.38	60	4.12	105
2 1/2	2.88	73	4.88	124
3	3.50	89	5.38	137
3 1/2	4.00	102	6.38	162
4	4.50	114	6.88	175
5	5.56	141	7.75	197
6	6.62	168	8.75	222
8	8.62	219	11.00	279
10	10.75	273	13.38	340
12	12.75	324	16.13	410
14	14.00	356	17.75	451
16	16.00	406	20.25	514
18	18.00	457	21.62	549
20	20.00	508	23.88	607
24	24.00	610	28.25	718

Ref.: memoria de cálculo CAP 3.4.4- SELECCIÓN DE JUNTA.

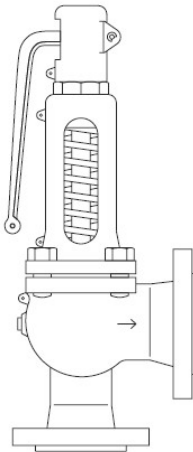
Especificaciones de junta	
Fabricante	Teadit
Tipo	Lámina reforzada con acero inox. 316L
Tamaño	2 pulgada
Cantidad	2

3.12- SELECCIÓN VÁLVULA DE SEGURIDAD

Para mantener los distintos niveles de presión establecidos en el sistema, con el fin de asegurar un correcto manejo del condensado, en la línea de vapor flash se montará una válvula de alivio que garantice que la presión de la misma no supere los 3 bares.

A continuación se presenta la válvula seleccionada.

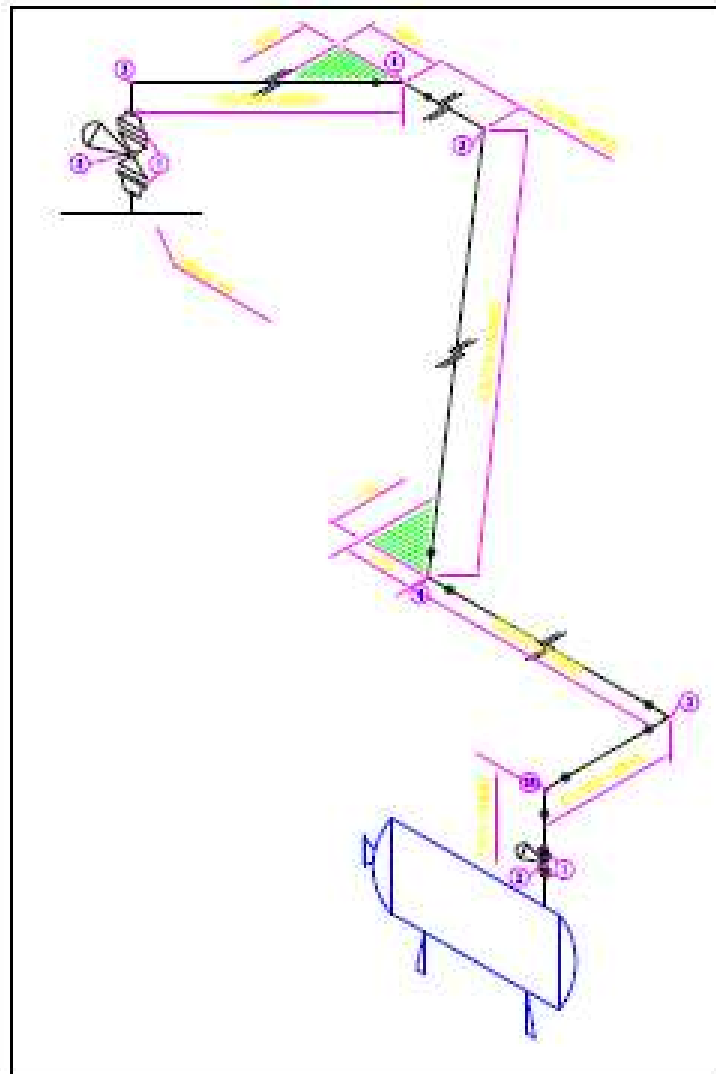
La válvula de seguridad seleccionada es una SPIRAX SARCO CV60 DN32.



Válvula de seguridad SV60										
Capacidades para vapor y aire										
SV60 Capacidad de paso para vapor kg/h (calculado de acuerdo con AD MERKBLATT A2 y TRD 421).										
Tamaño DN	20/32	25/40	32/50	40/65	50/80	65/100	80/125	100/150	125/200	150/250
Orificio (mm)	17,1	23,8	30,7	38,1	50,2	59,0	73,0	91,0	105	125
Area (mm ²)	230	445	740	1 140	1 979	2 734	4 185	6 504	8 659	12 272
α_w (P > 4 bar)	0,78	0,86	0,76	0,68	0,64	0,71	0,66	0,70	0,72	0,73
Presión tara (bar r)	kg/h									
0,2	65	138	258	256	582	857	1 182	1 549	2 170	3 921
0,5	113	238	356	461	777	1 187	1 651	2 705	3 754	5 428
1,0	180	381	577	772	1 251	1 919	2 683	4 373	6 043	8 703
1,5	239	508	770	1 045	1 678	2 568	3 610	5 871	8 108	11 651
2,0	296	630	952	1 303	2 089	3 194	4 514	7 334	10 130	14 551
2,5	352	748	1 125	1 548	2 481	3 797	5 393	8 759	12 102	17 395
3,0	406	862	1 289	1 782	2 859	4 381	6 249	10 133	14 028	20 184
3,5	459	973	1 447	2 007	3 224	4 949	7 086	11 495	15 915	22 924
4,0	510	1 090	1 603	2 209	3 610	5 531	7 872	12 973	17 766	25 528
4,5	561	1 198	1 792	2 428	3 967	6 079	8 651	14 257	19 524	28 054

4 - DETALLE LÍNEA DE REVAPORIZACIÓN TQ1-UVG

4.1 - ESQUEMA DE CAÑERÍA DESDE TQ1 – UVG



4.2 - ACCESORIOS EN LA CAÑERÍA

Materiales a utilizar para el montaje de la cañería.

Materiales	Diámetro	
	2 1/2"	1/2"
CAÑO S/C 2 1/2" - ASTM A106 Gr.B, Sch. 40 - EXTR. BISELADO	85 m	
CODO 90° R.L 2 1/2" - ASTM A53 Gr. WPB, Sch. 40 - BISELADO	4	
CODO 45° R.L 6" - ASTM A53 Gr. WPB, Sch. 40 - BISELADO	2	
BRIDA 2" - ASTM A105 - Sch. 40, SERIE 150 - W.N.R.F	10	
ESPARRAGO UNC 1/2" x 100 LONG. - ASTM A 193 Gr. B7 / ASTM A 194 Gr. 2H		48 UN
Junta grafiro flexible, GRAFLEX TEDIT	4	
Válvula esférica M31V150-2-FB- ISO X de DN50, con actuador neumático, spirax sarco	2	

4.2.1 - SELECCIÓN DE CAÑO



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
ASTM A53 / A106
Area de La Superficie del Tubo

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en m ² por metro lineal de tubería
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	0.067
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	
2-1/2	65	2.875	73.03	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	0.229
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	
				0.375	9.52	---	160			
				0.552	14.02	XXS	-			
3	80	3.500	88.90	0.125	3.18	---	-	4.51	6.72	0.279
				0.156	3.96	---	-	5.57	8.29	
				0.188	4.78	---	-	6.65	9.92	
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	
				0.250	6.35	---	-	8.68	12.93	
				0.281	7.14	---	-	9.66	14.40	
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	

Diámetro comercial correspondiente a $D=2\ 1/2\ "$, éste corresponde a Schedule 40, según la norma API.

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 4.2.1 - Calculo del diámetro de la tubería.

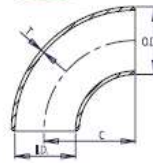
4.2.2 - SELECCIÓN DE ACCESORIOS

TEL: 708/594-1700
 FAX: 708/458-0106
 www.weldbend.com

CODOS DE 90°

Tamaño del tubo NPS	Diámetro exterior O.D.	Diámetro interior I.D.	Espesor de la pared T	Centro a extremo c	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
1/2	21.3	15.76	2.77	38	40	1.27
3/4	26.7	20.96	2.87	38	40	1.69
1	33.4	26.64	3.38	38	40	2.50
1 1/4	42.2	35.08	3.56	48	40	3.39
1 1/2	48.3	40.94	3.68	57	40	4.05
2	60.3	52.48	3.91	76	40	5.44
2 1/2	73.0	62.68	5.16	95	40	8.63
3	88.9	77.92	5.49	114	40	11.29
3 1/2	101.6	90.12	5.74	133	40	13.57
4	114.3	102.26	6.02	152	40	16.08
5	141.3	128.2	6.55	190	40	21.77
6	168.3	154.08	7.11	229	40	28.26
8	219.1	202.74	8.18	305	40	42.55
10	273.0	254.46	9.27	381	40	60.29
12	323.8	303.18	10.31	457	40	79.71
14	355.6	333.34	11.13	533	40	94.55
16	406.4	381.00	12.70	610	40	123.31
18	457.0	428.46	14.27	686	40	155.81
20	508.0	477.82	15.09	762	40	183.43
24	610.0	575.04	17.48	914	40	255.43

RADIO LARGO
CÉDULA 40



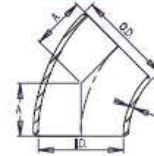
WELDBEND NOTAS

1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A234 WPB.
2. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
3. Para conocer los detalles de soldadura, consulte la página 107.
4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 24, llamemos.
6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.

ACCESORIOS

Tamaño del tubo NPS	Diámetro exterior O.D.	Diámetro interior I.D.	Espesor de la pared T	Centro a extremo A	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
½	21.3	15.76	2.77	16	40	0.04
¾	26.7	20.96	2.87	19	40	0.05
1	33.4	26.64	3.38	22	40	0.10
1 ¼	42.2	35.08	3.56	25	40	0.15
1 ½	48.3	40.94	3.68	29	40	0.20
2	60.3	52.48	3.91	35	40	0.39
2 ½	73.0	62.68	5.16	44	40	0.77
3	88.9	77.92	5.49	51	40	1.13
3 ½	101.6	90.12	5.74	57	40	1.54
4	114.3	102.26	6.02	64	40	2.04
5	141.3	128.20	6.55	79	40	3.40
6	168.3	154.08	7.11	95	40	5.31
8	219.1	202.74	8.18	127	40	10.57
10	273.0	254.46	9.27	159	40	18.55
12	323.8	303.18	10.31	190	40	29.48
14	355.6	333.34	11.13	222	40	36.29
16	406.4	381.00	12.70	254	40	47.63
18	457.0	428.46	14.27	286	40	58.97
20	508.0	477.82	15.09	318	40	74.84
24	610.0	575.04	17.48	381	40	106.59

RADIO LARGO
CÉDULA 40



WELDBEND NOTAS

1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A234 WPB.
2. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
3. Para conocer los detalles de bridas, consulte la página 107.
4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 24, llámenos.
6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.

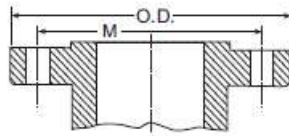
ACCESORIOS

Como se ve en la figura se utilizara codo 90° Radio largo y codo a 45° radio largo, Schedule 40, con un diámetro exterior 73 mm y un espesor de 5.16mm.

4.2.3 - SELECCIÓN DE LA BRIDA

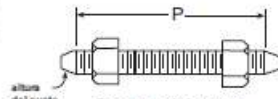
Las dimensiones de la brida se muestran a continuación.

BRIDAS DE ACERO CLASE 150

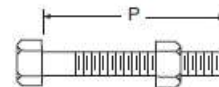


Bridas

Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 348.



Pernos prisioneros



Pernos comunes

Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Taladrado				Largo de los pernos		
		Diámetro del círculo del perno	Diámetro de los agujeros de los pernos	Número de agujeros de los tornillos	Diámetro de los pernos	Pernos prisioneros para bridas de cara realzada 2 mm	Pernos prisioneros Junta tipo anillo	Pernos comunes para bridas de cara realzada 2 mm
NPS	O.D.	M				P	P	P
ASME B16.5								
1/2	90	60.3	Ø	4	1/2	55	*	50
3/4	100	69.9	Ø	4	1/2	65	*	50
1	110	79.4	Ø	4	1/2	65	75	55
1 1/4	115	88.9	Ø	4	1/2	70	85	55
1 1/2	125	98.4	Ø	4	1/2	70	85	65
2	150	120.7	3/4	4	3/4	85	95	70
2 1/2	180	139.7	3/4	4	Ø	90	100	75
3	190	152.4	3/4	4	Ø	90	100	75
3 1/2	215	177.8	3/4	8	Ø	90	100	75
4	230	190.5	3/4	8	Ø	90	100	75
5	255	215.9	Ø	8	3/4	95	110	85

TEL: 708/594-1700
FAX: 708/458-0106
www.weldbend.com

BRIDAS DE ACERO CLASE 150

Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 348.

Tamaño del tubo	Diámetro exterior de la brida	Espesor de la brida (Mil.)	Espesor de la junta (Mil.)	Diámetro del centro	Diámetro del cuello para soldar	Longitud a lo largo del centro				Diámetro interior				
NPS	O.D.	C	C	W	K	T2	Y2	Y1	T	B2	B3	B1 A	J	D
ASME B16.5														
1/2	90	9.6	11.2	30	21.3	14	16	46	16	22.2	22.9	15.8	3	10
3/4	100	11.2	12.7	38	26.7	14	16	51	16	27.7	28.2	20.9	3	11
1	110	12.7	14.3	49	33.4	16	17	54	17	34.5	34.9	26.6	3	13
1 1/4	115	14.3	15.9	59	42.2	19	21	56	21	43.2	43.7	35.1	5	14
1 1/2	125	15.9	17.5	65	48.3	21	22	60	22	49.5	50.0	40.9	6	16
2	150	17.5	19.1	78	60.3	24	25	62	25	61.9	62.5	52.5	8	17
2 1/2	180	20.7	22.3	90	73.0	27	29	68	29	74.6	75.4	62.7	8	19
3	190	22.3	23.9	108	88.9	29	30	68	30	90.7	91.4	77.9	10	21
3 1/2	215	22.3	23.9	122	101.6	30	32	70	32	103.4	104.1	90.1	10	
4	230	22.3	23.9	135	114.3	32	33	75	33	116.1	116.8	102.3	11	

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 4.3.3 - Selección de las Bridas.

4.2.4 - SELECCIÓN DE JUNTA

Se utilizara 4 juntas de Grafito Flexible GRAFLEX® del fabricante TEADIT.

Temperaturas de Trabajo

Temperatura °C				
Medio	Mínima	Máxima		
		TJR	TJE	TJB
Neutro / reductor	-240	870	870	3 000
Oxidante	-240	450	450	450
Vapor	-240	650	650	No recomendado

Tipos de Placas de Graflex®

Tipo	TJR	TJE	TJB
Refuerzo	Lámina lisa de acero inoxidable 316L	Lámina perforada de acero inoxidable 316L	Sin Refuerzo
Aplicación	Servicios generales, vapor, hidrocarburos	Servicios generales, vapor, fluido térmico, hidrocarburos	Servicios generales, bridas frágiles en general

Los valores de “m” e “y” y de las constantes para cálculo para cada tipo de Placa de Graflex están en :

Valores para Cálculo

Tipo	TJR	TJE	TJB
m	2	2	1.5
y (psi)	1 000	2 800	900
G _b (MPa)	5.628	9.655	6.690
a	0.377	0.324	0.384
G _s (MPa)	4.552 10 ⁻⁴	6.897 10 ⁻⁵	3.448 10 ⁻⁴
Presión de aplastamiento máxima (MPa)	165	165	165

Ref.: en memoria de cálculo CAP- 4.3.4 - Selección de la Junta.

DIMENSIONES DE JUNTAS RF ASME/ANSI B16.5 PARA BRIDAS Y ACCESORIOS CLASE 150, 300, 400, 600 Y 900

Dimensiones en milímetros

Medida nominal	Diámetro interior	Diámetro exterior				
		150	300	400	600	900
1/2	21,3	47,8	53,8	53,8	53,8	63,5
3/4	26,9	57,2	66,5	66,5	66,5	69,9
1	33,3	66,5	73,2	73,2	73,2	79,2
1 1/4	42,2	76,2	82,6	82,6	82,6	88,9
1 1/2	48,5	85,9	95,3	95,3	95,3	98,6
2	60,5	104,6	111,3	111,3	111,3	142,7
2 1/2	73,2	124,0	130,0	130,0	130,0	165,1
3	88,9	136,7	149,4	149,4	149,4	168,1
3 1/2	101,6	162,1	165,1	162,1	162,1	-
4	114,3	174,8	180,8	177,8	193,5	206,2
5	141,2	196,9	215,9	212,9	241,3	247,7

Se utilizara bulones de 1/2", por criterio de uniformidad de la planta.

Ref.: en memoria de cálculo CAP - 4.3.5 - Cálculos de los bulones.

4.2.5 - TABLA DE TORQUE QUE SE LE DEBE APLICAR A LAS BRIDAS

BOLT TORQUE TABLES								
GASKET TYPE	IT - GASKET		SPIRAL WOUNDED GASKET - GRAPHHITE					
FLANGE RATING	PN 16		PN 16		PN 25		PN 40	
FLANGE SIZE	BOLT ø	TORQUE N/m	BOLT ø	TORQUE N/m	BOLT ø	TORQUE N/m	BOLT ø	TORQUE N/m
15	4 X M12	50	4 X M12	30	4 X M12	30	4 X M12	32
25	4 X M12	77	4 X M12	50	4 X M12	50	4 X M12	50
40	4 X M16	144	4 X M16	90	4 X M16	95	4 X M16	95
50	4 X M16	165	4 X M16	120	4 X M16	130	4 X M16	130
80	4 X M16	155	4 X M16	125	8 X M16	135	8 X M16	135
100	8 X M16	181	8 X M16	130	8 X M20	170	8 X M20	170
150	8 X M20	258	8 X M20	260	8 X M24	325	8 X M24	325
200	12 X M20	261	12 X M20	265	12 X M24	365	12 X M27	400
250	12 X M24	368	12 X M24	425	12 X M27	485	12 X M30	580

4.2.6 - SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS

M31V ISO / M31S ISO / M31H ISO (Cuerpo de 2 piezas)

Tamaño DN	A				C		
	ANSI 150	ANSI 300	PN16 F1	PN16 F4/F5	ANSI 150	ANSI 300	PN16 F1 y F4/F5
50	178	216	230	150	140	140	140
65	190	241	290	170	166	168	166
80	203	283	310	180	180	182	180
100	229	305	350	190	218	218	218
150	394	+403	480	350	266	266	266
200	457	502	600	400	311	315	311

Tabla de selección

Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso RB = Paso reducido FB = Paso total	Material del cuerpo  2 = Cuerpo en acero al carbono 3 = Cuerpo en acero inoxidable 4 = Cuerpo, tornillos y tuercas en acero inox.
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C			
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, ANSI 150	RB y FB	Fojado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI 150	RB	
		DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI 150 ANSI 300 PN16 F1 y F4 / F5	FB		Fundición 2 ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
	M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M

Modelo M31V150-2-FB- ISO X de DN65 con cuerpo de acero al carbono forjado zincado, paso total y esfera con alivio. Conexiones con bridas ANSI clase 150. Con actuador neumático spirax sarco.

Ref.: memoria de cálculo CAP- 4.3.2- Selección de las Válvulas.

4.3 - CANTIDAD Y TIPOS DE APOYOS

En el Isométrico ISO - 001 se muestra la disposición de los soportes a montar por cada tramo.

Tramos	Metros de cañería	Soporte Tipo patín con abrazadera	Soporte fijo en curvas
T-C1	2,4		1
C1-C2(Tramo vertical)	2,6		1
C2-C3	17	5	1
C3-C4	33	9	1
C4-C5	5		2
C5-C6	25	7	1

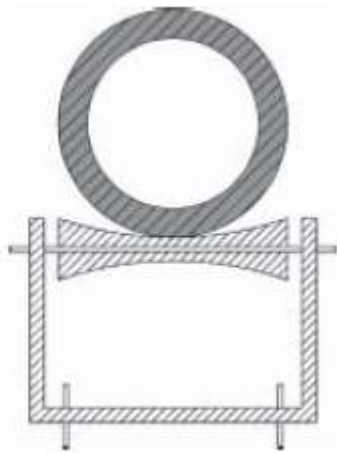


Fig. 26 Patín

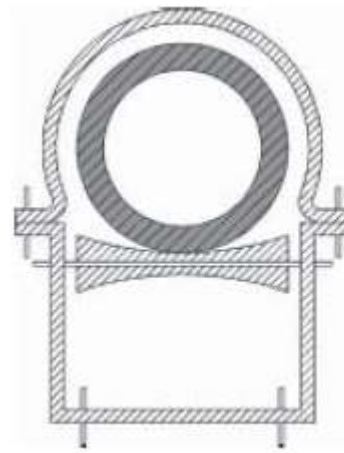
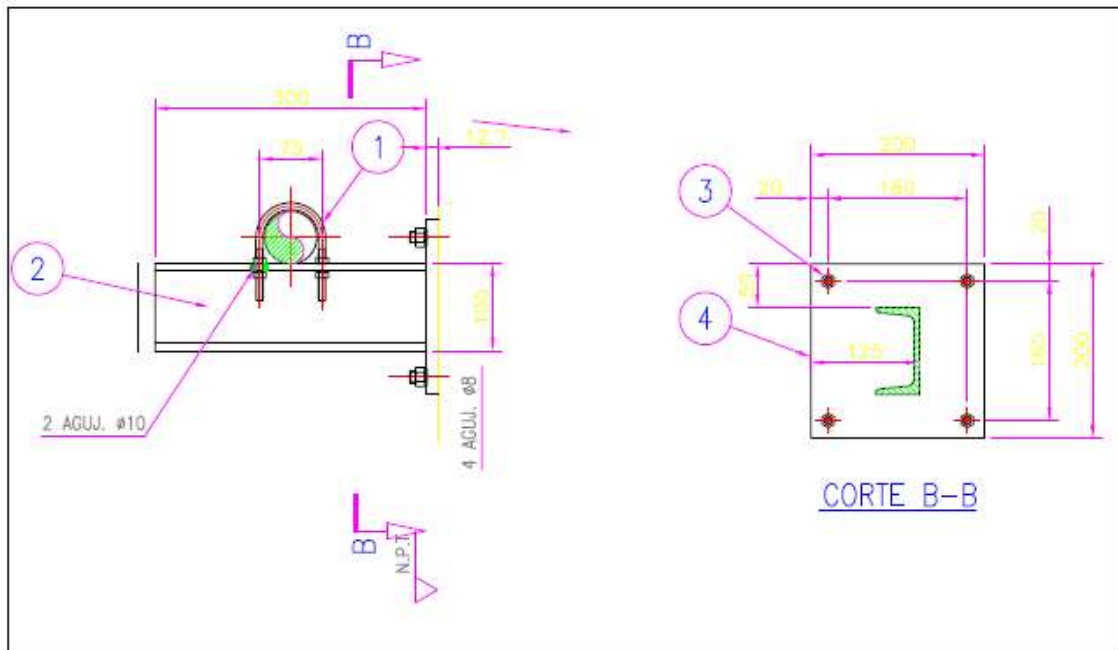


Fig. 27 Patín con abrazadera



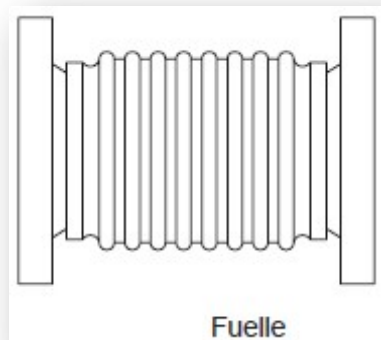
Soportes de fijación para tubería de vapor

Ref.: memoria de cálculo CAP- 4.4- Cantidad y tipos de apoyos.

4.4 - CANTIDAD Y TIPOS DE JUNTAS DE DILATACIÓN

Fuelles

Un simple fuelle tiene la ventaja de ser un accesorio que se monta y no requiere empaquetadura, como en el caso de la junta deslizante.



Según tabla 6 del manual Spirax Sarco de redes de vapor

Tabla 6 Dilatación de las tuberías (mm cada 10 m)

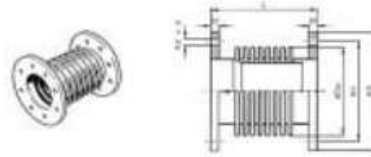
Temperatura °C	Materiales				
	Acero al carbono mm/10 m	Acero 12 % Cr mm/10 m	Acero inox. 18/8 mm/10 m	Hierro dúctil mm/10 m	Cobre mm/10 m
-30	-4,99	-5,05	-7,79	-4,54	-7,16
-25	-4,44	-4,49	-6,92	-4,04	-6,38
-20	-3,90	-3,94	-6,05	-3,53	-5,59
-15	-3,35	-3,38	-5,19	-3,03	-4,79
-10	-2,80	-2,82	-4,32	-2,52	-4,00
-5	-2,24	-2,26	-3,46	-2,02	-3,20
0	-1,69	-1,69	-2,59	-1,51	-2,41
5	-1,13	-1,13	-1,73	-1,01	-1,61
10	-0,56	-0,57	-0,86	-0,50	-0,80
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,57	0,57	0,86	0,50	0,81
25	1,14	1,13	1,73	1,01	1,61
30	1,71	1,70	2,59	1,51	2,42
35	2,29	2,27	3,46	2,02	3,24
40	2,86	2,84	4,32	2,52	4,05
45	3,44	3,42	5,18	3,21	4,87
50	4,03	3,99	6,05	3,75	5,68
55	4,61	4,56	6,91	4,28	6,50
60	5,20	5,14	7,78	4,82	7,33
65	5,79	5,72	8,64	5,36	8,15
70	6,39	6,29	9,50	5,89	8,98
75	6,98	6,87	10,37	6,43	9,80
80	7,58	7,45	11,23	6,96	10,63
85	8,18	8,03	12,09	7,50	11,47
90	8,79	8,62	12,95	8,03	12,30
95	9,39	9,20	13,82	8,57	13,14
100	10,00	9,78	14,68	9,10	13,97
110	11,23	10,96	16,41	10,53	15,66
120	12,47	12,13	18,13	11,64	17,35
130	13,72	13,32	19,85	12,75	19,04
140	14,97	14,50	21,58	13,86	20,75
150	16,24	15,69	23,30	14,97	22,46
160	17,52	16,89	25,02	16,00	24,19
170	18,81	18,08	26,75	17,14	25,92
180	20,11	19,29	28,47	18,29	27,65
190	21,43	20,50	30,19	20,03	29,40
200	22,75	21,71	31,91	21,18	31,15
210	24,08	23,04	33,63	23,38	
220	25,42	24,28	35,35	24,58	
230	26,78	25,53	37,07		

La dilatación de la tubería en una longitud en 17 m, 33m y 25 m, será de 1.7cm, 3.3cm, 2.5cm, por lo que adoptamos un fuelle de dilatación para cada tramo recto de la cañería.



SIMPLE (AXIAL)

Con bridas. Tipo F (sin camisa) y FS (con camisa)
With flanges. Type F (without sleeve). Type FS (with sleeve)



PN-10 / PN-16																					
DN σ		Movimiento		L ± 5	Bridas / Flanges PN-10					σ Do ± 1	Area efect. a _e cm ²	Bridas / Flanges PN-16					Resistencia Spring $\pm 30\%$		Peso Aprox. Aprox. Weight		
		Axial \pm	Total		σ D	b ₁	σ K	Aguj. n ^o	σ d			σ D	b ₁	σ K	Aguj. n ^o	σ d	PN-10 N/mm.	PN-16 N/mm.	PN-10 Kg.	PN-16 Kg.	
mm.	pulg./in	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
50	2"	15 21 26	30 42 52	160 210* 225	165	18	125	4	18	81	39	165	18	125	4	18	141 68 43	182 79 48	5	6	
65	2 1/2"	16 22 28	32 44 56	160 210* 225	185	18	145	4	18	102	62	185	18	145	4	18	222 79 62	244 132 112	7	7	
80	3"	15 22 26	30 44 52	160 210* 230	200	20	160	8	18	117	86	200	20	160	8	18	364 181 126	801 404 269	9	9	
100	4"	20 30 35	40 60 70	160 210* 260	220	20	180	8	18	145	134	220	20	180	8	18	309 154 106	702 351 232	10	10	

Ref.: memoria de cálculo CAP- 4.3.7.1- Tipos de junta de dilatación.

4.6 - ESPESOR Y TIPO DE AISLACIÓN

4.6.1 – AISLACIÓN

La aislación del tanque de revaporizado se realizará de acuerdo al Instructivo de montaje de aislamiento IP-02. El espesor de la aislación deberá ser de 2 pulgadas en material lana de vidrio.

4.6.2- SELECCIÓN DE AISLANTE

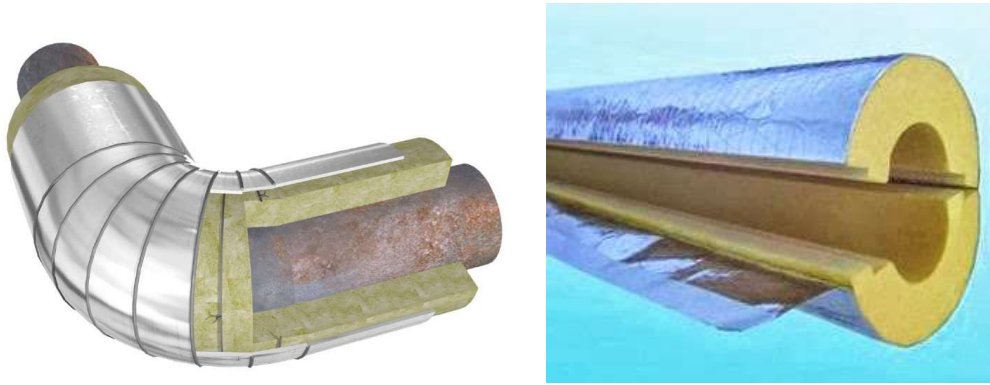
Dimensiones:

Espesor		Diámetro Interior		Largo (m)
(mm)	Pulgadas	Pulgadas	(mm)	
25	1	1/2 a 14	21 a 356	1,00
38	1 1/2			
50	2			
63	2 1/2			
75	3			

4.6.3 - SELECCIÓN DE PROTECCIÓN MECÁNICA

La protección mecánica se realizará con chapas galvanizadas calibre 24.

Peso de Chapa Galvanizada (Tambien Aplica para Alambres)					
Calibre		Espesor	Kg x m2	1 x 2 m	1,22 x 2,44 m
14	Chapa Nº 14	2 mm	16,0	32,0	48,0
16	Chapa Nº 16	1,6 mm	13,0	26,0	40,0
18	Chapa Nº 18	1,25 mm	10,2	20,4	31,0
20	Chapa Nº 20	0,9 mm	7,5	15,0	23,0
22	Chapa Nº 22	0,70 mm	6,0	12,0	18,5
24	Chapa Nº 24	0,55 mm	4,7	9,4	14,5
27	Chapa Nº 27	0,40 mm	3,5	7,0	11,0
28	Chapa Nº 28	0,35 mm	3,1	6,2	9,7
30	Chapa Nº 30	0,30 mm	2,6	5,2	8,2



Aislación para tuberías de vapor



Protección mecánica para aislaciones

Ref.: memoria de cálculo CAP- 4.5.3- Perdidas térmicas de tuberías aisladas.

5 – AISLACIÓN DE CAÑERÍAS

En el relevamiento realizado en la línea de vapor se observó que existe deficiencia en las aislaciones en la línea de vapor, las cuales se detallan a continuación:

Diám. de cañería vapor	Cañería sin aislar[m]
------------------------	-----------------------

3"	5
2"	4,3
1 1/2"	9,5
1 1/4"	3
1"	2,7
3/4"	5
1/2"	15

Como puede apreciarse en la tabla, la cantidad de metros de cañería sin aislar es considerable, como así también las consecuentes pérdidas de calor que esto provoca.

Los tramos a ser aislados, son aquellos que presentan el caño de vapor al descubierto, por lo tanto no necesitan ser especificados.

Es por eso que estos tramos de tubería serán aislados según IP-002- instructivo montaje de aislamiento en la industria, que se encuentra en el Anexo I.

Como se menciona más arriba en el detalle de las tareas a realizar, el material a utilizar para aislar las distintas cañerías aislamiento para protección personal o conservación de temperatura, el material aislante será medias cañas de lana de vidrio MARBEX de un espesor de 2" y la protección mecánica se realizara con chapas galvanizadas calibre 24, normalizada por la ASTM, previamente cilindrada y unidas entre sí mediante tornillos autorroscantes.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

**Mejora de la eficiencia energética de una
maquina corrugadora**

Memorias de cálculo

Proyecto N°: 1308B

Autores: Gonzalez, Pedro
Laxague, Gaston
Peralta, Sebastián

Tutor: Mauro Moscatelli

Dirección de Proyectos:
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Marco, Luis

AÑO 2014

Ing. Pereira 676 –C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina

Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: frcu@frcu.utn.edu.ar

1- AUDITORIA DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE VAPOR DE LA MÁQUINA CORRUGADORA.....	7
1.1- CÁLCULO DE CONSUMO DE VAPOR ACTUAL EN MÁQUINA CORRUGADORA.....	7
1.1.1 - COSUMO DE VAPOR EN CABEZAL C BHS.....	7
1.1.2 - CONSUMO DE VAPOR EN PRECALENTADORES.....	12
1.1.3 - CONSUMO DE VAPOR DE PRECALENTADORES DE SINGLE FACE.....	16
1.1.4 - CONSUMO DE VAPOR EN MESA DE SECADO.....	20
2 - AUTOMATIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE VAPOR DE CABEZALES CORRUGADORES.....	26
2.1-FUNDAMENTO TEÓRICO.....	26
2.2-DISEÑO DE LA LÓGICA DE CONTROL.....	32
2.3-DISEÑO DEL CUADRO DE VÁLVULAS.....	33
2.4- CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE CAÑO PARA LA ALIMENTACIÓN DEL CABEZAL.....	34
2.5-SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CUADRO DE VÁLVULAS.....	35
2.5.1- SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE CAÑERÍA.....	35
2.5.2-SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS ESFÉRICAS.....	36
2.5.3 - SELECCIÓN DE LA VÁLVULA GLOBO PARA EL BY PASS.....	37
2.5.4 - SELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE CONTROL.....	39
2.5.5 - SELECCIÓN DE LAS BRIDAS Y ACCESORIOS.....	41
2.5.5.1 – Bridas.....	42
2.5.5.2 – Selección de codos y tees.....	43
2.5.6- SELECCIÓN DEL SEPARADOR DE GOTAS.....	45
2.5.7 – SELECCIÓN DE MANÓMETROS Y CONEXIÓN.....	48
2.5.8 – SELECCIÓN DEL FILTRO.....	49
2.5.9 – SELECCIÓN DE LA TRAMPA TERMODINÁMICA.....	50
2.6 – SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS.....	53
2.6.1 – CONTROLADOR DE PROCESO.....	53
2.6.2 - SENSOR DE TEMPERATURA.....	55
2.7 – DISEÑO DEL PROGRAMA DEL PLC PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA.....	56
2.8 - DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.....	63
2.9 – CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA.....	63
3 - REPLANTEO EN EL MANEJO DE CONDENSADOS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA GLOBAL DEL RENDIMIENTO TÉRMICO.....	68
3.1 – VAPOR FLASH.....	68

3.2 – TANQUE DE REVAPORIZADO	68
3.3- DISEÑO Y CÁLCULO DE TANQUE FLASH.....	69
3.3.1- CAUDAL DE FLUIDO EN TANQUE FLASH.....	69
3.3.1.1- Caudal de vapor en precalentadores liner	69
3.3.1.2- Consumo de vapor en cabezal c bhs	73
3.3.1.3- Caudal total de vapor flash.....	79
3.3.2- DISEÑO Y CÁLCULO DEL RECIPIENTES A PRESIÓN	79
3.3.2.1- Separadores	80
3.3.2.1.1- Clasificación.....	81
3.3.2.1.1.1- Separador vertical.....	82
3.3.2.1.1.2- Separador horizontal	84
3.3.2.1.1.3- Separador esférico	85
3.3.2.1.2- Selección	86
3.3.2.2- Condiciones de trabajo	87
3.3.2.3- Dimensionamiento del recipiente.....	88
3.3.2.3.1- Paso 1: factor de separación	91
3.3.2.3.2- Paso 2: Factor de velocidad de diseño	92
3.3.2.3.3- Paso 3: área seccional mínima del recipiente.....	92
3.3.2.3.4- Paso 4: diámetro del recipiente	93
3.3.2.3.5- Paso 5: largo de recipiente	93
3.3.2.3.6- Paso 6: cálculo de diámetro y espesor de cañería de entrada de condensado a tanque flash	95
3.3.2.3.6.1- Cálculo de Diámetro.....	95
3.3.2.3.6.2- Cálculo de espesor.....	97
3.3.2.3.7- Paso 7: cálculo de diámetro y espesor en cañería de salida del vapor flash	101
3.3.2.3.7.1- Cálculo de diámetro	101
3.3.2.3.7.2- Cálculo del espesor	102
3.3.2.3.8- Paso 8: cálculo de diámetro y espesor en cañería de salida de condensado	105
3.3.2.3.8.1- Cálculo de diámetro	105
3.3.2.3.8.2- Cálculo del espesor	106
3.3.2.3.9- Paso 9: cálculo de diámetro y espesor en cañería de desagote.....	109
3.3.2.3.9.1- Cálculo de diámetro	109
3.3.2.3.9.2- Cálculo del espesor	110
3.3.2.4- Cálculo envolvente.....	113
3.3.2.4.1- Tensión admisible del recipiente.....	113
3.3.2.4.2- Cálculo de la tensión admisible.....	114

3.3.2.4.3- Determinación del espesor de la envolvente cilíndrica.....	115
3.3.2.2.5- Cálculo de cabezal.....	118
3.4- SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS.....	123
3.4.1- MANÓMETRO Y COLA DE CHANCHO.....	123
3.4.1.1- Mantenimiento y recalibración.....	124
3.4.1.2- Seguridad.....	125
3.4.1.2.1- Presión.....	125
3.4.1.2.2- Temperatura	125
3.4.1.2- Selección	125
3.4.2- BRIDAS	127
3.4.2.1- Tipos de bridas	127
3.4.2.1.1- Bridas con cuello para soldar (welding neck).....	127
3.4.2.1.2- Bridas deslizantes (slip on)	128
3.4.2.1.3- Bridas con asiento para soldar (socket welding)	128
3.4.2.1.4- Bridas roscadas (threaded).....	129
3.4.2.1.5- Bridas para junta con solapa (lap-joint)	129
3.4.2.1.6- Bridas ciegas (blind).....	130
3.4.2.2 - Tipos de superficie de contacto para el sellado en bridas	130
3.4.2.2.1- Cara plana.....	130
3.4.2.2.2- Cara con resalte	131
3.4.2.2.3- Lengüeta y ranura.....	131
3.4.2.2.4- Macho y hembra.....	132
3.4.2.2.5- Cara plana y ranura	132
3.4.2.2.6- Ring-joint	133
3.4.2.3- Selección de brida	133
3.4.3- SELECCIÓN DE CODO	136
3.4.4- SELECCIÓN DE JUNTA.....	137
3.4.4.1- Fuerza en una unión bridada	138
3.4.4.2- Condiciones operacionales	139
3.4.4.2.1- Simbología	139
3.4.4.2.2- Condiciones operacionales.....	142
3.4.4.2.3- Aplastamiento	146
3.4.4.3- Área de los bulones	146
3.4.4.3.1- Cálculos de los bulones.....	147
3.4.4.5- Verificación del ancho de la junta a los reventones	148
3.4.5- SELECCIÓN DE VÁLVULAS.....	149
3.4.5.1- Válvula salida vapor flash.....	149

3.4.5.2- Válvula entrada condensado.....	152
3.4.5.3- Válvulas que conforman by pass salida condensado	155
3.4.5.4- Válvula desagote condensado	158
3.4.6- SELECCIÓN DEL FILTRO	160
3.4.7- SELECCIÓN DE TRAMPA DE FLOTADOR.....	162
3.4.8- VÁLVULA DE RETENCIÓN	163
3.4.8.1- Funcionamiento	165
3.4.8.2- Condiciones extremas de funcionamiento	166
3.4.8.3- Tamaños y conexiones	166
3.4.8.4- Características	167
3.4.8.5- Rango de operación.....	168
3.4.8.6- Instalación	169
3.4.9- CODOS ROSCADOS	169
3.4.10- TEE ROSCADAS	170
3.4.11- UNIONES DOBLES.....	171
3.4.12- ENTRE ROSCAS	171
3.4.13- SELECCIÓN DE THREDOLET Y CUPLA.....	172
3.4.13.1- Cupla de conexión tanque flash-manómetro.....	172
3.4.13.2- Cupla de inspección en tanque flash	173
3.4.14- TAPONES.....	174
3.4.14.1- Tapón cuplas inspección	174
3.4.14.2- Tapón válvula desagote de condensado	175
3.6- INSTRUCTIVO PARA LA PRUEBA HIDRÁULICA	176
3.6- AISLAMIENTO Y PROTECCIÓN MECÁNICA	176
3.6.1- AISLAMIENTO	176
3.6.2- PROTECCIÓN MECÁNICA	177
3.7 - AISLACIÓN DE TANQUE FLASH.....	180
4.1 -FUNDAMENTO TEÓRICO.....	187
4.1.2 - PERDIDA DE CARGA Y DIMENSIONAMIENTO EN TUBERÍAS ...	187
4.2 - CALCULO DE LA CAÑERÍA DE RE VAPORIZACIÓN	192
4.2.1 - CALCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA	192
4.2.2 - CÁLCULO ESPESOR DE TUBERÍAS	194
4.2.3 - CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA.....	197
4.2.4 - CALCULO DE LA LONGITUD TOTAL EQUIVALENTE DE TUBERÍA	199
4.3 - SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS Y LAS VÁLVULAS	200
4.3.1- SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS (CODOS).....	200

4.3.2- SELECCIÓN DE LAS VALVULAS	201
4.3.3 - SELECCIÓN DE LAS BRIDAS	202
4.3.4 - SELECCIÓN DE LA JUNTA.	204
4.3.5 - CÁLCULOS DE LOS BULONES	209
4.3.6 - VERIFICACIÓN DEL ANCHO DE LA JUNTA A LOS REVENTONES	209
4.3.7- CANTIDAD Y TIPOS DE JUNTAS DE DILATACIÓN:.....	212
4.3.7.1- Tipos de junta de dilatación.	212
4.4- CANTIDAD Y TIPOS DE APOYOS.....	216
4.5- IMPORTANCIA DE LAS ASOLACIONES TÉRMICAS	220
4.5.1- CANTIDAD DE CALOR PERDIDO POR LAS TUBERÍAS SIN AISLACIÓN.....	221
4.5.2- ESPESOR Y TIPO DE AISLACIÓN	223
4.5.3- PERDIDAS TÉRMICAS DE TUBERIAS AISLADAS	223
4.6 - SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LÍNEAS	225
4.7 - PRESIÓN QUE SOPORTA EL TANQUE DE REVAPORIZADO TQ1.....	227
5 - DISEÑO DE LA LÓGICA DE CONTROL MEDIANTE PLC QUE LLEVARÁ A CABO EL CONTROL DE TEMPERATURA Y NIVEL DEL TANQUE DE AGUA DE LA UGV	233
5.1- CONTROL DE NIVEL TANQUE DE AGUA DE LA UGV	233
5.2- CONTROL DE TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA DE LA UGV ..	234
5.3- CONTROL DE NIVEL DEL TANQUE FLASH TQ1	235
5.4- SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL ..	236
5.4.1 -SELECCIÓN DEL PLC.....	236
5.4.1- SELECCIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA.....	239
5.4.2- SELECCIÓN DEL SENSOR DE NIVEL	240
5.4.3- SELECCIÓN DE LOS RELÉS.....	240
5.4.4- PULSADORES Y SELECTORAS.....	241
5.4.5- BOCINA LUMÍNICA.....	242
5.4.6- GABINETE	242
5.4.7- INTERRUPTOR DE CORTE.....	243
5.4.8- INTERRUPTOR DIFERENCIAL	244
5.4.9- GUARDAMOTORES.....	245
5.4.10- CONTACTORES.....	246
6 - BIBLIOGRAFÍA	

1- AUDITORIA DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE VAPOR DE LA MÁQUINA CORRUGADORA.

1.1- CÁLCULO DE CONSUMO DE VAPOR ACTUAL EN MÁQUINA CORRUGADORA

La máquina corrugadora de cartón tiene la característica de poseer gran flexibilidad en cuanto a las diferentes características del cartón corrugado que es capaz de producir, tanto en el ancho del cartón como en los distintos gramajes corrugados.

En la actualidad la velocidad de fabricación de cartón corrugado onda simple es de 120m/min. Además de onda simple la corrugadora tiene la posibilidad de producir cartón Doble Wall (doble pared), debido a las características que requiere este tipo de cartón la velocidad de funcionamiento para este tipo de producto oscila entre 75 m/min y 90 m/min.

1.1.1 - CONSUMO DE VAPOR EN CABEZAL C BHS

Para el desarrollo de los cálculos las hipótesis son consideradas en las situaciones más desfavorables. Estas corresponden al ancho máximo que es capaz producir la máquina y los gramajes de mayores pesos que se corrugan en dicho cabezal.

Consumo de vapor cabezal C BHS	
Cant. de adhesivo aplicado en el cabezal	3 (g/m ²)
Volumen de agua por g de adhesivo	0,0024 lts/g
Volumen de agua por m ²	0,0072 lts/m ²
Velocidad de máquina	120 (m/min)
Ancho del papel	2,11 m
Área máx por minuto	253,2 (m ² /min)
Caudal de agua aportada por adhesivo	1,82 (lts/min)
Caudal de agua aportada por adhesivo	109,4 kg/h
Humedad máxima del papel	10 %
Evaporando un 5%	5 %
Gramaje de papel liner	275 g/m ²
Gramaje de papel onda	130 g/m ²
Calor específico del papel	1,25 kJ/Kg °C
Caudal de agua por papel	307,64 lts/h
Total de agua a evaporar	417,02 kg/h
Cant. de energía necesaria para evaporar el agua	2256,6 kJ/kg
Energía disponible en vapor a 14 bar	1960,9 kJ/kg
Caudal másico de vapor a 14 bar necesario para secar cartón	479,91 kg vapor/h
Vol esp del vapor saturado a 14 bar	0,1443 m ³ /kg
Caudal volumétrico de vapor	69,25 m ³ /h
	0,019 m ³ /s
Energía para calentar el papel desde 70 hasta 117°C	361474,65 KJ/h
Caudal másico de vapor necesario para calentar el papel	184,3 kg/h
Caudal total de vapor	664,2 kg vapor /h

Como puede apreciarse en la tabla, la cantidad de vapor a utilizar por el cabezal es directamente proporcional a la cantidad de agua a evaporar del cartón corrugado más el calor necesario para el calentamiento de los papeles que componen el mismo. Para evaporar esta cantidad de agua y calentar el papel es necesario una cierta cantidad de calor, el cuál es cedido por el vapor saturado aportado por la unidad generadora de vapor. Decir que el consumo de vapor del cabezal es 664,2 kg vapor/hora es equivalente a expresar que la máquina libera la misma cantidad en flujo de masa de condensado, el cuál es vertido al tanque de revaporizado para su despresurización y en consecuencia generar vapor flash a menor presión.

Los valores expresados en la anterior tabla son resultado de las siguientes operaciones:

Litros de agua en el adhesivo por m² de papel:

$$V = \text{adhesivo aplicado en cabezal} \times \text{volumen de agua por g de adhesivo}$$

En los cabezales corrugadores se aplica por estadística aproximadamente 3 g/m² de almidón. La fórmula de preparación de adhesivo involucra 0,0024 lts de agua por gramo de almidón, por lo tanto:

$$V = 3 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 0,0024 \frac{\text{lts}}{\text{g}} = 0,0072 \frac{\text{lts}}{\text{m}^2}$$

Área máxima corrugada por minuto:

$$\dot{A}_{\text{máx}} = \text{Vel}_{\text{papel}} * \text{Ancho}_{\text{papel}}$$

donde: Velocidad del papel es la velocidad de funcionamiento de la máquina, y el ancho es correspondiente al ancho útil de la máquina.

$$\dot{A}_{\text{máx}} = 120 \frac{\text{m}}{\text{min}} * 2,11\text{m} = 253,2 \frac{\text{m}^2}{\text{min}}$$

Caudal de agua aportada por adhesivo:

El caudal de agua aportada por el adhesivo es el producto entre el volumen de agua por metro cuadrado de papel y el área máxima que es capaz de producir la máquina por minuto.

$$Q_{\text{agua por adhesivo}} = 0,0072 \frac{\text{lts}}{\text{m}^2} * 253,2 \frac{\text{m}^2}{\text{min}} = 1,82 \frac{\text{lts}}{\text{min}}$$

$$\text{Agua}_{\text{adhesivo}} = 1,82 \frac{\text{lts}}{\text{min}} \approx 109,4 \frac{\text{lts}}{\text{h}}$$

haciendo la consideración que el volumen específico del agua que conforma el adhesivo es 1kg/lts, se expresa el caudal en unidades másicas:

$$\text{Agua}_{\text{adhesivo}} = 109,4 \frac{\text{lts}}{\text{h}} * 1,00 \frac{\text{kg}}{\text{lts}}$$

$$\text{Agua}_{\text{adhesivo}} = 109,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Caudal de agua aportada por porcentaje humedad del papel:

El gramaje del papel liner es de 275 g/m², y el gramaje del papel onda es de 130 g/m², por lo tanto el caudal de agua aportada por los papeles, considerando que el papel ingresa con una humedad del 10% y egresa con una humedad del 5%.

$$Q_{\text{agua aportada por papel}} = (\text{gramaje papel liner} + \text{gramaje papel onda}) * \dot{A}_{\text{máx}} * 0,05 \frac{\text{kg agua}}{\text{kg papel}}$$

$$Agua_{\text{aportada por papel}} = (0,275 + 0,130) \frac{\text{kg papel}}{\text{m}^2} * 253,2 \frac{\text{m}^2}{\text{min}} * 0,05 \frac{\text{kg agua}}{\text{kg papel}}$$

$$Agua_{\text{aportada por papel}} = 5,13 \frac{\text{lbs}}{\text{min}} \approx 307,6 \frac{\text{lbs}}{\text{h}}$$

haciendo la misma consideración que anteriormente: $v_e=1\text{kg/lbs}$

$$Agua_{\text{aportada por papel}} = 307,6 \frac{\text{lbs}}{\text{h}} * 1 \frac{\text{kg}}{\text{lbs}}$$

$$Agua_{\text{aportada por papel}} = 307,6 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Caudal de agua a evaporar en el cabezal:

El caudal de agua a evaporar es la suma del caudal de agua presente en el adhesivo y la reducción de humedad que presenta el cartón.

$$Agua_{\text{total a evaporar}} = Agua_{\text{adhesivo}} + Agua_{\text{aportada por papel}}$$

$$Agua_{\text{total a evaporar}} = 109,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + 307,6 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$Agua_{\text{total a evaporar}} = 417 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Caudal másico de vapor necesario a 14 bar para evaporar agua en los papeles liner y ondulado:

El caudal másico necesario de vapor a 14 bar, para evaporar el agua contenido en el papel y el adhesivo se obtiene por la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{evaporar agua}} = \frac{\text{Agua}_{\text{total a evaporar}} * \text{Energía necesaria para evaporar agua a presión atmosférica (Entalpía}(h_{fg}))}{\text{Energía disponible envapor a 14bar (Entalpía}(h_{fg}))}$$

$$Q_{\text{evaporar agua}} = \frac{417 \frac{\text{kg agua}}{\text{h}} * 256,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{1960,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$Q_{\text{evaporar agua}} = 479,9 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

Caudal másico de vapor necesario a 14 bar para aumentar la temperatura de los papeles:

Los papeles (liner y onda) en este proceso se aumenta su temperatura de 70°C, que es la temperatura aproximada a la que ingresa el papel al cabezal, hasta los 117°C que es la temperatura a la que sale el mismo del cabezal. El propósito del calentamiento de los papeles es para reducir la humedad en los mismos, logrando con esto una mayor y mejor penetración del adhesivo en las crestas del papel corrugado, lo que facilita y garantiza una mejor adhesión entre el papel liner y el papel corrugado.

$$\text{Calor}_{\text{calentar papel}} = m * C_{e_{\text{papel}}} * \Delta t = \text{Gramaje}(\text{liner} + \text{onda}) * \text{Área} * C_{e_{\text{papel}}} * \Delta t$$

$$\text{Calor}_{\text{calentar papel}} = \frac{(275 + 130) \frac{\text{g}}{\text{m}^2}}{1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} * 253,2 \frac{\text{m}^2}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} * 1,25 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (117 - 70)^\circ\text{C}$$

$$Calor_{calentar\ papel} = 361474,6 \frac{kJ}{h}$$

El caudal másico de vapor es:

$$Q_{calentar\ papel} = \frac{Calor_{calentar\ papel}}{Energía\ disponible\ en\ vapor\ a\ 14\ bar} = \frac{361474,6 \frac{kJ}{h}}{1960,9 \frac{kJ}{kg}}$$

$$Q_{calentar\ papel} = 184,3 \frac{kg_{vapor}}{h}$$

Caudal másico total de vapor en cabezal C:

El total del caudal de vapor saturado a 14 bar es la suma de los cálculos anteriores, es decir, el vapor necesario para evaporar parte del agua presente en los papeles y el vapor necesario para calentar los papeles que conforman el cartón corrugado:

$$Q_{Cabezal\ C} = Q_{evaporar\ agua} + Q_{calentar\ papel}$$

$$Q_{total\ de\ vapor\ a\ 14\ bar} = 479,9 \frac{kg_{vapor}}{h} + 184,3 \frac{kg_{vapor}}{h}$$

$$Q_{Cabezal\ C} = 664,2 \frac{kg_{vapor}}{h}$$

1.1.2 - CONSUMO DE VAPOR EN PRECALENTADORES

Los precalentadores tienen como función aumentar la temperatura del papel a la entrada del cabezal con el objetivo que la humedad relativa del papel disminuya y así el papel, propiamente dicho, tenga mayor absorción del

adhesivo, y por ende el pegado de los papeles liners y ondulado sea de mejor calidad.

Se toma como temperatura de ingreso del papel al precalentador de 10°C, la cual es la condición mas desfavorable y ocurre en invierno. La temperatura recomendada de salida del papel del precalentador es 65°C.

CONSUMO DE VAPOR EN PRECALENTADORES LINER	
Temp inicial	10 °C
Temp final	65 °C
Calor específico del papel	1,25 kJ/kg °C
Calor específico del agua	4,19 kJ/Kg °C
Gramaje papel	0,275 kg/m ²
Ancho máx de papel	2,11 m
Velocidad max	120 m/min
Masa total	69,63 kg/min
Porcentaje agua en papel	8,5 %
Masa agua (Masa total*0,085)	5,92 kg/min
Masa fibra (Masa total – Masa agua)	63,71 kg/min
Calor necesario agua(Q=m*Ce*ΔT)	1363,93 kJ/min
Calor necesario fibra(Q=m*Ce*ΔT)	4380,16 kJ/min
Calor necesario (Q=m*Ce*ΔT)	5744,09 kJ/min
Energía disponible en vapor a 14 bar	1960,9 kJ/kg
Caudal de vapor	175,76 kg/h

Área máxima de papel por minuto:

$$\dot{A}_{m\acute{a}x} = Vel_{papel} * Ancho_{papel}$$

donde: Velocidad del papel es la velocidad de funcionamiento de la máquina, y el ancho es correspondiente al ancho útil de la máquina.

$$\dot{A}_{m\acute{a}x} = 120 \frac{m}{min} * 2,11 m = 253,2 \frac{m^2}{min}$$

Masa total de papel liner (agua + fibra):

$$m_T = \dot{A}_{m\acute{a}x} * Gramaje de papel$$

$$m_T = 253,2 \frac{m^2}{min} * 0,275 \frac{kg}{m^2}$$

$$m_T = 69,6 \frac{kg}{min}$$

Masa de agua presente en el papel:

El porcentaje de agua presente en el papel es del 8,5%, por lo que la cantidad másica de agua presente es:

$$m_{agua} = m_T * 0,085$$

$$m_{agua} = 69,6 \frac{kg_{agua+fibra}}{min} * 0,085 \frac{kg_{agua}}{kg_{agua+fibra}}$$

$$m_{agua} = 5,9 \frac{kg_{agua}}{min}$$

Masa de fibra:

$$m_{fibra} = m_T - m_{agua}$$

$$m_{fibra} = 69,6 \frac{kg_{agua+fibra}}{min} - 5,9 \frac{kg_{agua}}{min}$$

$$m_{fibra} = 63,7 \frac{kg_{fibra}}{min}$$

Calor necesario para elevar la temperatura del papel:

Para obtener la cantidad total de calor necesario para aumentar la temperatura de 10°C a 65°C, es menester calcular la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura del agua presente en el papel y la fibra de papel.

Calor necesario para aumentar temperatura de agua:

$$Calor_{agua} = m_{agua} * C_e * \Delta t$$

$$Calor_{agua} = 5,9 \frac{kg_{agua}}{min} * 4,19 \frac{kJ}{kg_{agua} * ^\circ C} * (65^\circ C - 10^\circ C)$$

$$Calor_{agua} = 1363,9 \frac{kJ}{min}$$

Calor necesario para aumentar temperatura de fibra:

$$Calor_{fibra} = m_{fibra} * C_e * \Delta t$$

$$Calor_{fibra} = 63,7 \frac{kg_{fibra}}{min} * 1,25 \frac{kJ}{kg_{fibra} * ^\circ C} * (65^\circ C - 10^\circ C)$$

$$Calor_{fibra} = 4380,2 \frac{kJ}{min}$$

Calor total:

$$Calor_{Total} = Calor_{fibra} + Calor_{agua}$$

$$Calor_{Total} = 4380,2 \frac{kJ}{min} + 1363,9 \frac{kJ}{min}$$

$$Calor_{Total} = 5744,1 \frac{kJ}{min}$$

Caudal de vapor necesario para el aumento de temperatura del liner:

El vapor saturado que se utiliza para realizar la entrega de calor se encuentra a 14 bar, y la entalpía disponible a esta presión es de 1960,9 kJ/kg.

$$Q_{vapor\ 14bar} = \frac{Calor_{Total}}{h_{fg}}$$

$$Q_{precalentadorLiner} = \frac{5744,1 \frac{kJ}{min}}{1960,9 \frac{kJ}{kg}} * 60 \frac{min}{h}$$

$$Q_{precalentadorLiner} = 175,8 \frac{kg}{h}$$

1.1.3 - CONSUMO DE VAPOR DE PRECALENTADORES DE SINGLE FACE

Como se explicó anteriormente, los precalentadores tienen como función aumentar la temperatura del papel a la entrada del cabezal con el objetivo que la humedad relativa del papel disminuya y así el papel, propiamente dicho, tenga mayor absorción del adhesivo, y por ende el pegado de los papeles liners y ondulado sea de mejor calidad.

La temperatura de ingreso del papel al precalentador es de 40°C, que es la temperatura a la cual se ha enfriado el papel luego de haber salido del cabezal corrugador y haber pasado por el puente hasta su arribo al precalentador. La temperatura recomendada de salida del papel del precalentador es de 65°C.

CONSUMO VAPOR EN PRECALENTADORES DE SINGLE FACE	
Temp inicial	40 °C
Temp final	65 °C
Calor específico del papel	1,25 kJ/kg °C
Calor específico del agua	4,19 kJ/Kg °C
Gramaje de liner	0,275 kg/m ²
Gramaje de papel onda	0,13 kg/m ²
Tk cabezal	1,44
Gramaje papel onda onda	0,187 kg/m ²
Gramaje single face	0,462 kg/m ²
Ancho máx de papel	2,11 m
Velocidad máx	120 m/min
Masa total	117,03 kg/min
Porcentaje agua evaporada en el Single Face	3 %
Masa agua (Masa total*0,03)	3,51 kg/min
Masa fibra (Masa total – Masa agua)	113,52 kg/min
Calor necesario agua(Q=m*Ce*ΔT)	367,76 kJ/min
Calor necesario fibra(Q=m*Ce*ΔT)	3547,44 kJ/min
Calor necesario (Q=m*Ce*ΔT)	3915,21 kJ/min
Energía disponible en vapor a 14 bar	1960,9 KJ/kg
Caudal de vapor	119,80 kg/h

Área máxima de papel por minuto:

$$\dot{A}_{m\acute{a}x} = Vel_{papel} * Ancho_{papel}$$

donde: Velocidad del papel es la velocidad de funcionamiento de la máquina, y el ancho es correspondiente al ancho útil de la máquina.

$$\dot{A}_{m\acute{a}x} = 120 \frac{m}{min} * 2,11m = 253,2 \frac{m^2}{min}$$

Masa total Single Face (agua + fibra):

Como supo mencionarse el Single Face está formado por un papel ondulado pegado a una hoja de papel liner mediante un adhesivo, lo que se concluye que el gramaje del Single Face es la suma de sus componentes:

$$Gramaje_{Single\ Face} = Gramaje_{liner} + Gramaje_{ondulado}$$

$$Gramaje_{ondulado} = Tk * Gramaje_{papel\ liner}$$

donde Tk es el factor de ondulado del papel liner.

$$Gramaje_{ondulado} = 1,44 * 0,130 \frac{kg}{m^2}$$

$$Gramaje_{ondulado} = 0,187 \frac{kg}{m^2}$$

$$Gramaje_{Single\ Face} = 0,275 \frac{kg}{m^2} + 0,187 \frac{kg}{m^2}$$

$$\text{Gramaje}_{\text{Single Face}} = 0,462 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$m_T = \dot{A}_{\text{máx}} * \text{Gramaje}_{\text{Single Face}}$$

$$m_T = 253,2 \frac{\text{m}^2}{\text{min}} * 0,462 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$m_T = 117 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

Masa de agua presente en el papel:

El porcentaje de agua presente en el papel es del 5,5%, y la cantidad másica de agua a evaporar es el 3%:

$$m_{\text{agua}} = m_T * 0,03$$

$$m_{\text{agua}} = 117 \frac{\text{kg}_{\text{agua+fibra}}}{\text{min}} * 0,03 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{\text{agua+fibra}}}$$

$$m_{\text{agua}} = 3,5 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{min}}$$

Masa de fibra de celulosa:

$$m_{\text{fibra}} = m_T - m_{\text{agua}}$$

$$m_{\text{fibra}} = 117 \frac{\text{kg}_{\text{agua+fibra}}}{\text{min}} - 3,5 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{min}}$$

$$m_{\text{fibra}} = 113,5 \frac{\text{kg}_{\text{fibra}}}{\text{min}}$$

Calor necesario para elevar la temperatura del Single Face:

Para obtener la cantidad total de calor necesario para aumentar la temperatura de 40°C a 65°C, es menester calcular la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura del agua presente en el papel y la fibra de papel.

Calor necesario para aumentar temperatura de agua:

$$Calor_{agua} = m_{agua} * C_e * \Delta t$$

$$Calor_{agua} = 3,5 \frac{kg_{agua}}{min} * 4,19 \frac{kJ}{kg_{agua} * ^\circ C} * (65^\circ C - 40^\circ C)$$

$$Calor_{agua} = 367,8 \frac{kJ}{min}$$

Calor necesario para aumentar temperatura de fibra:

$$Calor_{fibra} = m_{fibra} * C_e * \Delta t$$

$$Calor_{fibra} = 117 \frac{kg_{fibra}}{min} * 1,25 \frac{kJ}{kg_{fibra} * ^\circ C} * (65^\circ C - 40^\circ C)$$

$$Calor_{fibra} = 3547,4 \frac{kJ}{min}$$

Calor total:

$$Calor_{Total} = Calor_{fibra} + Calor_{agua}$$

$$Calor_{Total} = 3547,7 \frac{kJ}{min} + 367,8 \frac{kJ}{min}$$

$$Calor_{Total} = 3915,2 \frac{kJ}{min}$$

Caudal de vapor necesario para el aumento de temperatura en el Single Face:

El vapor saturado que se utiliza para realizar la entrega de calor se encuentra a 14 bar, y la entalpía disponible a esta presión es de 1960,9 kJ/kg.

$$Q_{vapor14bar} = \frac{Calor_{Total}}{h_{fg}}$$

$$Q_{precalentadorSingleFace} = \frac{3915,2 \frac{kJ}{min}}{1960,9 \frac{kJ}{kg}} * 60 \frac{min}{h}$$

$$Q_{precalentadorSingleFace} = 119,8 \frac{kg}{h}$$

1.1.4 - CONSUMO DE VAPOR EN MESA DE SECADO

La cantidad de vapor a utilizar por la mesa de secado es directamente proporcional a la cantidad de agua a evaporar incorporada por el adhesivo al cartón, más el calor necesario para el calentamiento de los dos tipos de papeles que componen el cartón corrugado. Para evaporar esta cantidad de agua y calentar el papel es necesario una cierta cantidad de calor, el cuál es cedido por el vapor saturado aportado por la unidad generadora de vapor.

La máquina corrugadora produce cartón de pared simple (Simple Wall) y cartón de pared doble (Doble Wall). Se realizó una evaluación de los distintos consumo de vapor para los dos tipos de producto, y sus respectivas velocidades (la velocidad del Simple Wall es 30% mayor que la del Doble Wall) y los valores se expresan en las siguientes tablas.

CONSUMO DE VAPOR EN MESA DE SECADO(Simple Wall)	
Cant de adhesivo aplicado en el cabezal	3 (g/m ²)
Volumen de agua por g de adhesivo	0,0024 lts/g
Volumen de agua por m ²	0,0072 lts/m ²
Velocidad de maquina	120 (m/min)
Ancho máx de papel	2,11 m
Área máx por minuto	253,2 (m ² /min)
Gramaje de liner	0,275 kg/m ²
Gramaje single face	0,462 kg/m ²
Gramaje Simple Wall	0,737 kg/m ²
Volumen de agua aportada por adhesivo	1,82 (lts/min)
Masa de agua aportada por adhesivo	109,38 kg/h
Masa total	11308,92 kg/h
Masa fibra (Masa total – Masa agua)	11199,54 kg fibra/h
Energía necesaria para evaporar agua a P_atm	2256,6 kJ/kg
Energía disponible en vapor a 14 bar	1960,9 kJ/kg
Cant de vapor necesaria para evaporar agua del Doble	125,88 Kg de vapor/h
Temp inicial del papel	60 °C
Temp final del papel	85 °C
Calor específico del papel	1,25 kJ/Kg °C
Calor necesario para calentar papel (Q=m*Ce*ΔT)	349985,70 kJ/h
Caudal de vapor necesario para calentar papel	178,48 kg/h
Caudal de vapor total	304,36 kg/h

CONSUMO DE VAPOR EN MESA DE SECADO(Doble Wall)	
Cant. de adhesivo aplicado en el cabezal	6 (g/m ²)
Volumen de agua por g de adhesivo	0,0024 lts/g
Volumen de agua por m ²	0,0144 lts/m ²
Velocidad de máquina	85 (m/min)
Ancho máx de papel	2,11 m
Área máx por minuto	179,35 (m ² /min)
Gramaje de liner	0,275 kg/m ²
Gramaje single face C	0,462 kg/m ²
Gramaje single face B	0,413 kg/m ²
Gramaje Doble Wall	1,15 kg/m ²
Volumen de agua aportada por adhesivo	2,58 (lts/min)
Masa de agua aportada por adhesivo	154,96 kg/h
Masa total	12530,11 kg/h
Masa fibra (Masa total – Masa agua)	12375,15 kg fibra/h
Energía necesaria para evaporar agua a P_atm	2256,6 kJ/kg
Energía disponible en vapor a 14 bar	1960,9 kJ/kg
Cant de vapor necesario para evaporar agua del Doble Wall	178,33 Kg de vapor/h
Temp inicial del papel	60 °C
Temp final del papel	85 °C
Calor específico del papel	1,25 kJ/Kg °C
Calor necesario para calentar papel (Q=m*Ce*ΔT)	386723,44 kJ/h
Caudal de vapor necesario para calentar papel	197,22 kg/h
Caudal de vapor total	375,54 kg/h

Como puede apreciarse el mayor consumo de vapor ocurre para el Doble Wall, que es cuando es necesario evaporar mayor cantidad de agua suministrado por el adhesivo, sobreponiéndose a una velocidad mayor de producción.

A continuación se detallan los cálculos resumidos en la tabla anterior:

CONSUMO DE VAPOR EN MESA DE SECADO	
Cant. de adhesivo aplicado en el cabezal	6 (g/m ²)
Volumen de agua por g de adhesivo	0,0024 lts/g
Volumen de agua por m ²	0,0144 lts/m ²
Velocidad de máquina	85 (m/min)
Ancho máx de papel	2,11 m
Área máx por minuto	179,35 (m ² /min)
Gramaje de liner	0,275 kg/m ²
Gramaje single face C	0,462 kg/m ²
Gramaje single face B	0,413 kg/m ²
Gramaje Doble Wall	1,15 kg/m ²
Volumen de agua aportada por adhesivo	2,58 (lts/min)
Masa de agua aportada por adhesivo	154,96 kg/h
Masa total	12530,11 kg/h
Masa fibra (Masa total – Masa agua)	12375,15 kg fibra/h
Energía necesaria para evaporar agua a P_atm	2256,6 kJ/kg
Energía disponible en vapor a 14 bar	1960,9 kJ/kg
Cant de vapor necesario para evaporar agua del Doble Wall	178,33 Kg de vapor/h
Temp inicial del papel	60 °C
Temp final del papel	85 °C
Calor específico del papel	1,25 kJ/Kg °C
Calor necesario para calentar papel (Q=m*Ce*ΔT)	386723,44 kJ/h
Caudal de vapor necesario para calentar papel	197,22 kg/h
Caudal de vapor total	375,54 kg/h

Volumen de agua incorporado por adhesivo por cada m² de cartón Doble Wall:

$$V = \text{adhesivo aplicado en mesa de secado} * \text{volumen de agua por g de adhesivo}$$

En los cabezales se aplica por estadística aproximadamente 3 g/m² de almidón, visto que el Doble Wall se forma por dos Sigle Face y un liner, el total de adhesivo agregado es el doble, es decir 6 g/m². La fórmula de preparación de adhesivo involucra 0.0024 lts de agua por gramo de almidón, por lo tanto:

$$V = 6 \frac{g}{m^2} * 0,0024 \frac{lts}{g} = 0,0144 \frac{lts}{m^2}$$

Área máxima de papel por minuto:

$$\dot{A}_{m\acute{a}x} = Vel_{papel} * Ancho_{papel}$$

dónde: Velocidad del papel es la velocidad de funcionamiento de la máquina, y el ancho es correspondiente al ancho útil de la máquina.

$$\dot{A}_{m\acute{a}x} = 85 \frac{m}{min} * 2,11m = 179,3 \frac{m^2}{min}$$

Caudal de agua aportada por adhesivo:

El caudal de agua aportada por el adhesivo es el producto entre el volumen de agua por metro cuadrado de papel y el área máxima que es capaz de producir la máquina por minuto.

$$Agua_{adhesivo} = 0,0144 \frac{lts}{m^2} * 179,3 \frac{m^2}{min} = 2,58 \frac{lts}{min}$$

$$Agua_{adhesivo} = 2,58 \frac{lts}{min} \approx 155 \frac{lts}{h}$$

haciendo la consideración que el volumen específico del agua es 1,0 kg/lts

$$Agua_{poradhesivo} = 155 \frac{lbs}{h} * 1,0 \frac{kg}{lbs} = 155 \frac{kg}{h}$$

Caudal másico de vapor necesario a 14 bar para evaporar agua por adhesivo:

El caudal másico necesario de vapor a 14 bar, para evaporar el agua aportada por el adhesivo se obtiene por la siguiente fórmula:

$$Q_{adhesivo} = \frac{Agua_{adhesivo} * Energía\ necesaria\ para\ evaporar\ agua\ a\ presión\ atmosférica (Entalpía(h_{fg}))}{Energía\ disponible\ en\ vapor\ a\ 14bar (Entalpía(h_{fg}))}$$

$$Q_{adhesivo} = \frac{155 \frac{kg\ agua}{h} * 2256,6 \frac{kJ}{kg}}{1960,9 \frac{kJ}{kg}}$$

$$Q_{adhesivo} = 178,3 \frac{kg_{vapor}}{h}$$

Caudal másico de vapor necesario a 14 bar para aumentar temperatura de papeles:

En este proceso la temperatura de los componentes del cartón corrugado aumentan desde 60°C, que es la temperatura aproximada a la que ingresa el papel a la mesa de secado, hasta 85°C que es la temperatura a la que sale de la misma. El propósito del calentamiento de los papeles es para reducir la humedad en los papeles componentes, logrando con esto una mayor y mejor impregnación del adhesivo en las crestas del papel corrugado, lo que facilita y garantiza una mejor adhesión entre el papel liner y el papel corrugado.

La masa de la fibra a calentar es:

$$masa_{Fibra} = Gramaje_{DobleWall} * \dot{A}_{m\acute{a}x}$$

$$masa_{Fibra} = 1,15 \frac{kg}{m^2} * 179,3 \frac{m^2}{min} * 60 \frac{min}{h}$$

$$masa_{Fibra} = 12375,1 \frac{kg}{h}$$

$$Calor_{fibra} = m_{fibra} * C_e * \Delta t$$

$$Calor_{calentar\ papel} = 12375,1 \frac{kg}{h} * 1,25 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} (85 - 60)^{\circ}C$$

$$Calor_{calentarpapel} = 386723,4 \frac{kJ}{h}$$

El caudal másico de vapor es:

$$Q_{calentarpapel} = \frac{Calor_{calentarpapel}}{Energ\acute{a}disponibleenvapora14bar} = \frac{386723,4 \frac{kJ}{h}}{1960,9 \frac{kJ}{kg}}$$

$$Q_{calentarpapel} = 197,2 \frac{kg_{vapor}}{h}$$

Caudal másico total de vapor necesario:

El total del caudal de vapor saturado a 14 bar es la suma de los cálculos anteriores, es decir, el vapor necesario para evaporar agua incorporada por el adhesivo y el vapor necesario para calentar los papeles que conforman el cartón corrugado:

$$Q_{\text{mesa secado}} = Q_{\text{adhesivo}} + Q_{\text{calentar papel}}$$

$$Q_{\text{mesasecado}} = 178,3 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}} + 197,22 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{mesasecado}} = 375,5 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

Caudal másico total de vapor a 14bar:

En la siguiente tabla se representa el consumo de vapor de cada equipo y la carga total de condensado de la máquina corrugadora.

CONSUMOS DE VAPOR EN MÁQUINA CORRUGADORA		
Cabezal corrugador onda C	664,25	kg/h
Cabezal corrugador onda B	664,25	kg/h
Precalentador de papel liner C	175,76	kg/h
Precalentador de papel liner B	175,76	kg/h
Precalentador single face C	119,80	kg/h
Precalentador single face B	119,80	kg/h
Precalentador liner exterior	175,76	kg/h
Mesa de secado	530,18	kg/h
TOTAL	2625,55	kg/h

2 - AUTOMATIZACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE VAPOR DE CABEZALES CORRUGADORES.

2.1-FUNDAMENTO TEÓRICO.

En la auditoría realizada al sistema de vapor se detectó que en los cabezales corrugadores, se trabaja con distintos formatos de papel en lo que se refiere al ancho, gramaje (gr/ m²) y humedad; pero todo esto aplicando siempre la máxima cantidad de vapor que el sistema pueda absorber. Esto es debido a que independientemente del tipo de papel con el que se esté trabajando, el cabezal corrugador siempre tiene la válvula de vapor abierta al 100% lo que provoca que el cabezal le entregue al papel la máxima cantidad de calor posible.

Como resultado de la condición expuesta anteriormente, el papel recibe siempre más calor del requerido para un óptimo pegado. Esto no solo produce un incremento innecesario en el consumo de vapor sino que también produce una disminución en la calidad del cartón corrugado.

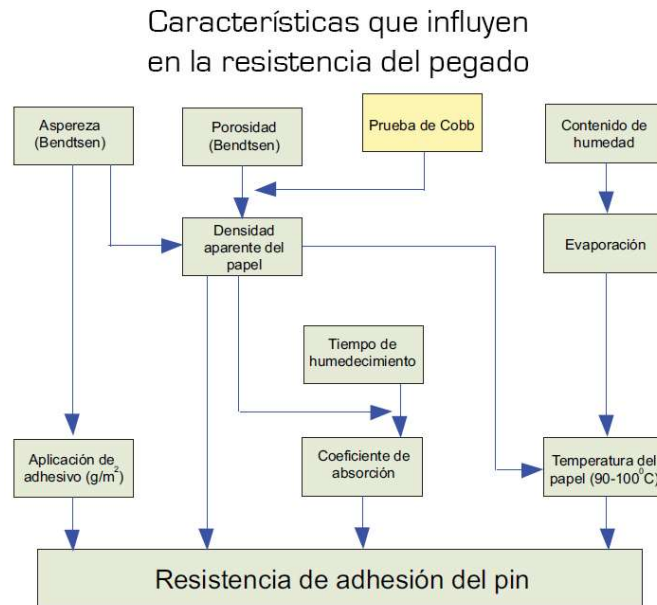
El papel liner y el medium necesitan de ciertos requerimientos a la hora de aplicarles el adhesivo para obtener un correcto pegado; estos requerimientos dependen en gran medida del calor que se le aplica a los papeles y la humedad que poseen los mismos antes de que se le aplique la cola. A continuación se detallan los factores que intervienen en el proceso de pegado del cartón.

1. Factores que afectan la adhesividad

- a. características del papel;
- b. calor;
- c. características del adhesivo;
- d. condiciones del proceso.

a. Características del papel

La mayoría de las características de los papeles están interrelacionadas. En el siguiente diagrama se aprecia la relación entre la aspereza, la porosidad, el contenido de humedad y la relación de algunos coeficientes.



Gramaje

A mayor gramaje, la aplicación de adhesivo debe incrementarse; esta aplicación debe ser controlada, y una de las técnicas que se utiliza es la prueba de yodo. Como regla empírica, 1 g/m² de adhesivo aplicado es igual a un espesor de película de 25µm.

La prueba de yodo determina el grosor de la línea de goma y la continuidad de la misma. Va de la mano con la prueba de adhesión de pines, que viene a ser la prueba final para determinar la resistencia de la unión.

Debe vigilarse la aplicación, ya que la cantidad de adhesivo demandado difiere entre papeles de fibra primaria y papeles de fibra secundaria. Los papeles de fibra secundaria poseen menor adhesión entre sus fibras, tanto en el liner como en el medium; esto produce una adhesión más débil y se requerirá más aplicación de adhesivo.

Por otro lado, existen papeles liner de alto desempeño, llamados también papeles de alto ring crush (HPL). El HPL es una categoría de liner que tiene un

valor de ring crush al menos igual a 2 libras por cada libra de peso base. Estos papeles poseen mejor adhesión entre las fibras, mejoran la resistencia vertical del papel y por ende también mejoran el ECT.

Por su alta densidad, estos papeles absorben más rápidamente el calor, y es aquí donde el control adecuado de la viscosidad del adhesivo cobra mucha importancia para la penetración y adhesión de estos papeles de alto desempeño.

Un adhesivo de baja viscosidad tiende a humedecer el papel o a ser absorbido por este más rápidamente que un adhesivo de mayor viscosidad. Baja viscosidad y un HPL caliente producen un cartón que se torna quebradizo después de ser curado. Una viscosidad adecuada en máquina va de 35 segundos S.H. a 45 segundos S.H.

Aspereza

La cantidad mínima de adhesivo requerida para lograr una buena resistencia de adhesión del pin se ve afectada por las cavidades que debe llenarse en las superficies del medium y del liner. Esta cantidad se puede señalar por medio del coeficiente de aspereza, el cual se determina por la prueba de absorción de corto periodo.

Porosidad

La porosidad del papel se define como la razón entre el volumen de los poros y el volumen total de la hoja. El término de porosidad frecuentemente es confundido con el término de permeabilidad al aire, lo cual es incorrecto.

Por lo general, en el laboratorio no se mide la porosidad, pero si la permeabilidad al aire. Para ello se mide la resistencia al paso del aire a través de un papel con dimensiones dadas y bajo ciertas condiciones de patrón de presión, temperatura y humedad relativa; y se expresa como el tiempo necesario para que 100 ml de aire atraviesen al papel.

Contenido de humedad del papel

El contenido de humedad es fundamental para determinar la temperatura de la superficie del papel. Hay que considerar que el calentamiento del papel es un proceso que involucra los efectos de evaporación, condensación y secado.

A mayor contenido de humedad del papel, la resistencia a la adhesión de los pines es menor. Un exceso de humedad impide el calentamiento, mientras que lo contrario produce sobrecalentamiento.

Pruebas desarrolladas en el Instituto para la Fabricación del Papel, en Alemania, mostraron que un papel calentado sobre un precalentador a 170° C, provoca una disminución lineal del contenido de humedad en 2.5%. En este rango lineal, la temperatura de la superficie del papel no puede sobrepasar un límite que es claramente inferior a la temperatura del precalentador.

El contenido de humedad óptimo debe estar entre 6% y 7%.

Absorción de agua

La absorción de agua puede realizarse por dos mecanismos diferentes:

- a. *índice de deshidratación del adhesivo;*
- b. *índice de absorción.*

La absorción de agua ejerce un efecto negativo en la adhesión, porque altera el proceso de gelatinización, que requiere agua y calor. La resistencia de adhesión interna del papel afecta la correlación entre las características del papel y la resistencia de adhesión de pin.

Se obtiene una menor resistencia de adhesión de pin cuando los coeficientes de absorción son más elevados. Esta tendencia es más evidente en el medium porque se ha pegado con el liner, que es menos absorbente.

b. Calor

El calor es fundamental en el proceso de corrugado, ya que favorece la gelatinización; por ello se sugiere actuar de manera preventiva en el control de temperatura.

Cuando se aplica el adhesivo, el calor provoca que los gránulos de almidón crudo en la solución se conviertan en gelatina, y que la viscosidad de la pasta aumente drásticamente. Esta propiedad única del almidón es responsable del desarrollo de la fuerza inicial de adhesión.

El calentamiento del papel es un proceso complejo, la temperatura de operación depende de la presión de vapor disponible.

La temperatura de vapor teórica es como se expresa en las siguientes tablas:

En liners de peso más ligero, por ejemplo hasta 155 g/m², generalmente la humedad debe dirigirse por todo el papel hasta el lado del adhesivo. En liners más pesados, el paso de la humedad a través del papel no es tan rápido, causando que la humedad permanece en el lado caliente. Por lo tanto, estos papeles deben enrollarse en el precalentador, quedando el lado del pegamento en contacto con el cilindro.

La explicación de esto es que la temperatura de la superficie del medium ejerce una influencia más fuerte en la gelatinización del adhesivo que la temperatura del liner, porque el medium tiene el primer contacto con el adhesivo. El medium tiene que gelatinizar una pequeña porción del adhesivo, sin secarlo, antes de unirse con el liner para que se efectúe la adhesión húmeda. Se recomienda una temperatura de superficie del medium de 100° C medida justamente antes de aplicar el adhesivo.

c. Características del adhesivo

El adhesivo posee tres características que deben ser medidas de forma regular, tanto durante la preparación como durante el proceso de corrugado:

a. temperatura;

b. viscosidad:

c. punto de gelatinización.

La temperatura va de la mano con la viscosidad; a mayor temperatura, la viscosidad disminuye, por lo que debe establecerse un patrón de relación entre ambas variables.

Un adhesivo a baja viscosidad produce una unión débil y quebradiza.

d. Condiciones del proceso

Se evalúa diferentes condiciones que influyen en la resistencia a la adhesión del pin; ellas son las siguientes:

Preacondicionamiento del médium

El preacondicionamiento del medium debe darse en dos etapas: primero, aplicar calor con el preacondicionador a fin de abrir los poros del papel y mejorar su recepción del adhesivo, y luego aplicar vapor para suavizar el papel medium y tener una mejor formación de flautas.

Dedos del rodillo de adhesivo

Los dedos de limpieza de la ranura del rodillo engomador deben ser ajustados; en caso contrario, la unión en sus líneas será débil. Los dedos desgastados deberán ser sustituidos de inmediato.

Rodillos corrugadores

La temperatura de la superficie de corrugación debe estar entre 170° C y 185 ° C durante la operación; esta temperatura debe ser medida regularmente.

El rodillo de presión debe contar con la presión ascendente correcta para reaccionar ante la presión descendente del rodillo corrugador.

El resultado final debe garantizar que exista una presión lineal del pin uniforme a todo lo largo entre los dos rodillos corrugadores, y que esto suceda entre el rodillo de corrugación inferior y el rodillo de presión.

El paralelismo en los rodillos corrugadores debe evaluarse a fin de evitar fracturas o cortes sobre los lados de las estrías, corrugaciones inclinadas, desgaste anormal del rodillo y el efecto de presión inútil. Se recomienda efectuar la medida de paralelismo durante la instalación y al menos una vez al mes. Una forma de hacer las mediciones es con papel NCR, en cada extremo y al centro del rodillo. Las indicaciones del papel deben ser iguales en espesor y localización.

Rodillos precalentadores

El nivel de arropado del liner debe ser controlado para evitar un sobrecalentamiento, principalmente en los liners livianos, debido a que puede causar adhesiones débiles y cristalización del adhesivo.

Se debe medir la temperatura del papel a la salida del precalentador, y mantenerse entre estándares fijos. Si la máquina permanece detenida por un tiempo relevante, se aconseja desenrollar el papel, pues la temperatura en esa zona causará problemas de pegado.

Como hemos visto en los párrafos anteriores, la temperatura y la humedad de los papeles juegan un papel fundamental al momento del pegado; estos dos parámetros pueden ser controlados de forma confiable automatizando la alimentación de vapor a los cabezales corrugadores.

2.2-DISEÑO DE LA LÓGICA DE CONTROL

Consultada la bibliografía existente y los operadores de la máquina corrugadora, ambos coinciden en que para obtener un buen pegado y cartón de alta calidad, la temperatura de salida del single face del cabezal corrugador debe estar entre los 90°C y 105°C.

La forma más directa que hay de medir la temperatura de salida del single face es usando un pirómetro óptico instalado justo a la salida del cabezal corrugador.

El control de la alimentación de vapor al cabezal corrugador se realizará mediante una válvula de control la cual estará comandada por un controlador PID. De esta forma, el controlador PID recibirá la información de temperatura que le proveerá el pirómetro óptico y mediante una comparación con el set point establecido, le enviará una señal a la válvula para abrir o cerrar el paso de vapor según corresponda cerrando así el lazo pirómetro-controlador-válvula. Además es necesario que el sistema sepa si el cabezal se encuentra en marcha o detenido, esto es debido a que si el cabezal se encuentra detenido, la

temperatura del single face que se encuentra censando el pirómetro comenzará a descender producto del enfriamiento de los papeles. Al descender la temperatura, el sistema interpretará que es necesario proporcionar más vapor al sistema para recuperar dicha temperatura perdida, al abrir la válvula y no encontrar respuesta por parte del sistema (ya que el cabezal se va a calentar pero el single face no debido a que ya no está en contacto con el mismo) terminará abriendo la válvula al 100% provocando un recalentamiento del cabezal el cual ocasionará problemas a la hora de volver a ponerlo en marcha.

Para sortear este problema, en el plc del cabezal se programará una rutina que mediante una salida analógica, ponga al controlador en set point remoto con una apertura del 20% de la válvula en el momento que el cabezal se encuentra detenido.

2.3-DISEÑO DEL CUADRO DE VÁLVULAS.

A continuación se presenta el esquema del cuadro de válvulas donde irá montada la válvula de control. En el ANEXO 1- plano TMI - 010 se detalla con mayor detalle las dimensiones y componentes de dicho cuadro.

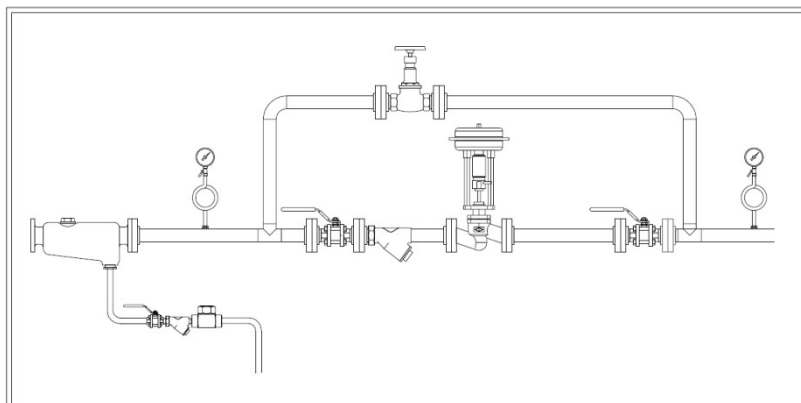


Figura 2.3 – 1 – Instalación de válvula de control.

Como se puede apreciar en la figura, el cuadro estará compuesto por un separador de gotas, la válvula de control con dos válvulas esféricas de aislación en caso de tener que realizarle mantenimiento, una válvula globo de by pass y dos manómetros aguas arriba y aguas debajo de la válvula para poder leer la presión del sistema. La purga de condensados que se encuentra antes del cuadro de válvulas, estará formada por el separador propiamente dicho, una válvula esférica, un filtro y una trampa termodinámica.

El condensado atrapado por el separador será enviado al colector de vapor que posee el cabezal.

2.4- CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE CAÑO PARA LA ALIMENTACIÓN DEL CABEZAL.

Para el diseño de la cañería de bajada desde la línea principal hasta el cabezal corrugador se adopta una velocidad de vapor de 30 m/s.

Debido a que los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la máquina corrugadora se repiten a diario por el tipo de programación del trabajo, la instalación de vapor se encuentra expuesta a la erosión producida por las gotas de agua que se generan durante la puesta en marcha de la misma.

En este caso se adopta una velocidad de vapor relativamente baja debido a que en el momento de la puesta en marcha de la máquina, el consumo de vapor se estima aproximadamente el doble del consumo en régimen y como en ese momento hay presencia de condensado en la línea, es aconsejable tener una baja velocidad de vapor en pro de alargar la vida útil de los asientos de la válvula de control.

El caudal necesario de vapor es:

$$Q=139 \text{ m}^3 / h$$

$$Q = v * \frac{d^2 * \pi}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{Q * 4}{\pi * v}} = \sqrt{\frac{(139 / 3600) * 4}{\pi * 30}} * 1000 \text{ mm/m} =$$

$$d = 39.8 \text{ mm}$$

Caños SCH 40



Tubos / Caños Schedule 40.

Son tubos para alta presión, tubos con costura, muy utilizados para conducción de fluidos, calefacción, redes de incendio.

Los mismos se venden galvanizados si el cliente así lo requiera Solicitar Cotización.

Tubos SCH 40

TABLA DE DIMENSIONES, PESOS y EMPAQUE CAÑOS SCHEDULE 40 ASTM A53

Tipo - Diámetro Nominal	Diám. Exterior (mm)	Espesor Nominal (mm)	Peso Teórico (Kg/m)	Tubos por paquete
Caños SCH-40 1/2"	21.30	2.77	1.270	127
Caños SCH-40 3/4"	26.70	2.87	1.690	91
Caños SCH-40 1"	33.40	3.38	2.500	61
Caños SCH-40 1 1/4"	42.20	3.56	3.300	61
Caños SCH-40 1 1/2"	48.30	3.68	4.050	37
Caños SCH-40 2"	60.30	3.91	5.440	37
Caños SCH-40 2 1/2"	73.00	5.16	8.630	19
Caños SCH-40 3"	88.90	5.49	11.290	10
Caños SCH-40 4"	114.30	6.02	16.070	10
Caños SCH-40 6"	168.30	7.11	26.128	7

Vea también: [Caños Epoxi](#) - [Caños de Acero Negro](#) - [Caños Galvanizados](#) - [Galvanizado en caliente](#)

Figura 2.4 – 1 – Selección del caño de alimentación de vapor.

El caño seleccionado es de 1 1/2" SCH 40, el cual tiene un diámetro exterior de 48.3 mm y un espesor de pared de 3.68 mm; esto da un diámetro interior de 40.9mm.

2.5-SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CUADRO DE VÁLVULAS

2.5.1- SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE CAÑERÍA.

Como se vio en el apartado anterior, el diámetro del caño adoptado para la toma de vapor es de 1 1/2", por lo tanto se adopta el mismo caño para construir el cuadro de válvulas.

2.5.2-SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS ESFÉRICAS.

Del catálogo general de válvulas esféricas de SPIRAX SARCO, seleccionamos el tipo de válvula según la aplicación.


Matriz de selección de válvulas esféricas

Aplicaciones	3 piezas	2 piezas		1 pieza		
	Roscadas, SW, BW, bridadas	Bridas ANSI	Bridas DIN	Bridas ANSI	Bridas DIN	
Vapor (ver catálogo de Vapor)	Vapor de baja presión (<10 bar)	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Vapor de media presión (<17.5 bar)	M10S	M31S	M31S	M40S	M21S
	Vapor de alta presión (<39 bar)	M10H	M31H	M31H	M20H	M20H
	Vapor limpio	M60V M60G				
	Condensado y agua de procesos	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Purga de caldera				M20S	M20S

Figura 2.5.2 – 1- Matriz de selección de válvulas

Para trabajar con vapor de media presión (menos de 17.5 bares), seleccionamos la válvula esférica de tres cuerpos M10S.

M10S y M10S ISO



- ¼" a 2½"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bridas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PDR 0.8
- Presión máxima de trabajo 100 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 260°C
- Accionamiento manual o automático

Aplicaciones:

- Vapor de media presión
- Aceites térmicos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite mineral
- Gas natural
- Gases industriales
- CO₂

Figura 2.5.2 – 2- Válvula seleccionada.

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, el punto de operación de la válvula se encuentra dentro del rango de operación admisible de la misma.

Rangos de operación

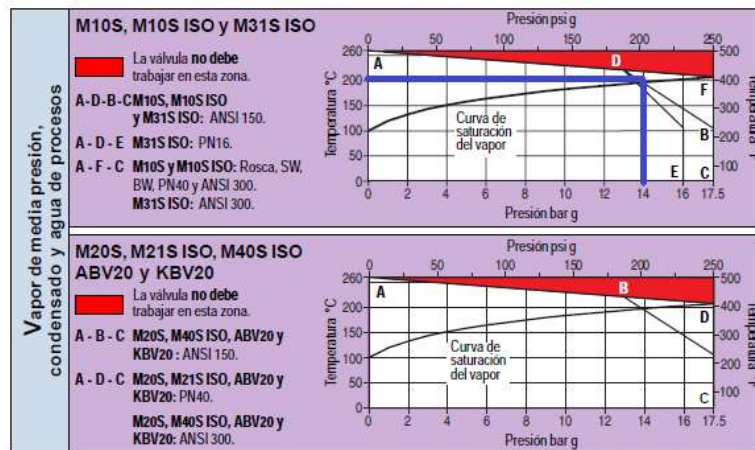


Figura 2.5.2 – 3- Rangos de operación de las válvulas seleccionadas.

Por lo tanto se utilizarán dos válvulas M10S DN 40 para las válvulas de aislamiento de la válvula de control y una válvula M10S DN15 para la descarga del separador de gotas.

2.5.3 - SELECCIÓN DE LA VÁLVULA GLOBO PARA EL BY PASS.

Las válvulas globo permiten regular el paso del fluido, el cual al pasar por la válvula cambia de dirección debido a su diseño por lo que ofrece una gran resistencia a su circulación.

Se selecciona este tipo de válvula debido a que en el momento de sacar la válvula de control para realizarle servicio, es necesario proporcionar al sistema, una regulación del caudal de vapor entregado al cabezal corrugador en forma manual.

La válvula seleccionada es una HV3 DN 40 de SPIRAX SARCO.

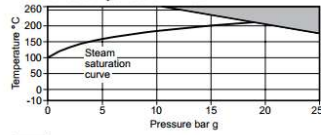
Description

A bronze bodied globe valve for steam, water, oil or air applications. To BS 5154 Series A.

Sizes and pipe connections

½", ¾", 1", 1¼", 1½" and 2" screwed BSP parallel.

Pressure/temperature limits



The product must not be used in this region.

Maximum body design conditions	PN25
PMA Maximum allowable pressure	25 bar g @ 170°C
TMA Maximum allowable temperature	260°C @ 10.5 bar g
Minimum allowable temperature	-10°C
PMO Maximum operating pressure	25 bar g @ 170°C
TMO Maximum operating temperature	260°C @ 10.5 bar g
Minimum operating temperature	-10°C
Designed for a maximum cold hydraulic test pressure of 38 bar g	

Materials

No.	Part	Material		
1	Body	Gunmetal	BS 1400 LG2	
2	Valve seat	Stainless steel	AISI 431	
3	Valve	Stainless steel	AISI 431	
4	Lock-nut	Gunmetal	BS 1400 LG2	
5	Bonnet	Gunmetal	BS 1400 LG2	
6	Stem	½" - 1" Austenitic stainless steel	BS 970 303 S31	
		1¼" - 2"	Gunmetal	BS 1400 LG2
7	Washer	Gunmetal	BS 1400 LG2	
8	Gland packing	PTFE		
9	Gland	Gunmetal	BS 1400 LG2	
10	Packing nut	Gunmetal	BS 1400 LG2	
11	Handwheel	Aluminium	DIN 1725 GK-A1 Si 1	
12	Handwheel nut	Brass	DIN 17660 MS63	

Kv values

Size	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"
Kv	1.3	1.6	4.2	13.8	19.7	28

For conversion: Cv (UK) = Kv x 0.963 Cv (US) = Kv x 1.156

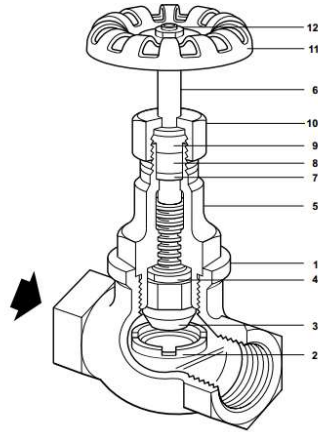
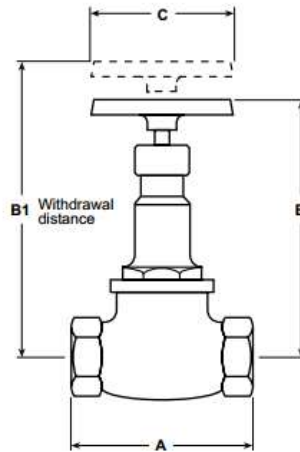


Figura 2.5.3 – 1- Hoja de datos de válvula globo HV3

Dimensions / weights (approximate) in mm and kg

Size	A	B	B1	C	Weight
½"	67	102	110	60	0.60
¾"	80	110	125	60	0.86
1"	95	130	146	80	1.30
1¼"	112	144	160	100	2.08
1½"	132	144	160	100	2.86
2"	160	174	203	120	4.65



Safety information, installation and maintenance

For full details see the Installation and Maintenance Instructions (IM-P060-04) supplied with the product.

Installation note:

Install the valve in the direction of flow given by the arrow on the body. The valve can be installed in any plane but not with the handwheel below the valve body.

Disposal

The product is recyclable. No ecological hazard is anticipated with the disposal of this product, providing due care is taken.

Figura 2.5.3 – 2 – Dimensiones de la válvula globo HV3

2.5.4 - SELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE CONTROL.

Cálculo del factor Kv

El caudal que pasa por la válvula cuando se aplica un salto de presión estática de Δp es:

$$Q = Kv \sqrt{\frac{\Delta P \cdot 1000}{\rho}}$$

con:

ρ [kg/m³]

Q[m³/h]

Δp [bar]

Asumiendo una pérdida de carga de 0.3 bares en el pasaje por la válvula obtenemos:

$$Kv = \frac{Q}{\sqrt{\frac{\Delta P \cdot 1000}{\rho}}}$$

$$Kv = \frac{139 \text{ m}^3 / \text{h}}{\sqrt{\frac{0.3 \text{ bar} \cdot 1000}{7.35 \text{ kg/m}^3}}}$$

$$\boxed{Kv = 21}$$

El valor cuando la válvula está totalmente abierta es Kvs.

Las válvulas se escalan según la serie geométrica de Reynard:

Kvs: 1.0 1.6 2.5 4.0 6.3 10 16 25 40 ...

Por lo tanto se selecciona el Kvs 25 que es el inmediato superior al calculado.

Fig. 440 / 441

Kvs	DN												Travel	
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200		250
m ³ /h	Seat-Ø in mm												mm	
2,5	21	21												20
4,0	21	21												
6,3		21	27											
10			27	31										
16				31	41									
25					41	51								30
40						51								
40							66							
63							66	81						
100								81	101					
160									101					50
160										126				
250										126	151			
400											151			

Figura 2.5.4 – 1- Cuadro de selección de la válvula de control.

La válvula seleccionada es una ARI ARMATUREN DN 40 con Kvs 25.

Control valve in straightway form with pneumatic actuator ARI-DP

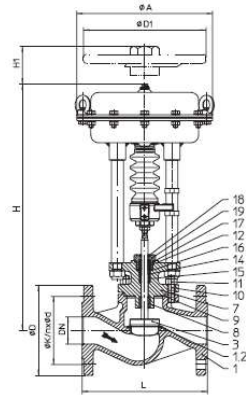


Fig. 440

Figure	Nominal pressure	Material	Nominal diameter
12.440 / 12.441	PN16	EN-JL1040	DN15-150
22.440 / 22.441	PN16	EN-LS1049	DN15-150
23.440 / 23.441	PN25	EN-LS1049	DN15-150
34.440 / 34.441	PN25	1.0619+Ni	DN15-150
35.440 / 35.441	PN40	1.0619+Ni	DN15-150
55.440 / 55.441	PN40	1.4408	DN15-150

Other materials and versions on request.

Stem sealing

Fig. 440:

- PTFE-V-ring unit -10°C up to +220°C
- PTFE-packing -10°C up to +250°C
- Pure graphite-packing -10°C up to +450°C

Fig. 441:

- Stainless steel bellows seal with safety stuffing box -60°C up to +450°C

Plug design

standard:

- Parabolic plug, metal seat

optional:

- Parabolic plug with PTFE soft seat (max. 200°C)
- V-port plug, metal seat
- Parabolic pressure balanced plug, metal seat, Material of piston seat: PTFE with stainless steel spring (max. 200°C)

Guiding

- Parabolic plug: Stem guiding
- V-port plug: Stem and port guiding

Flow characteristic

- Equal percentage or linear (from Kvs 100 modified equal percentage)

Rangeability

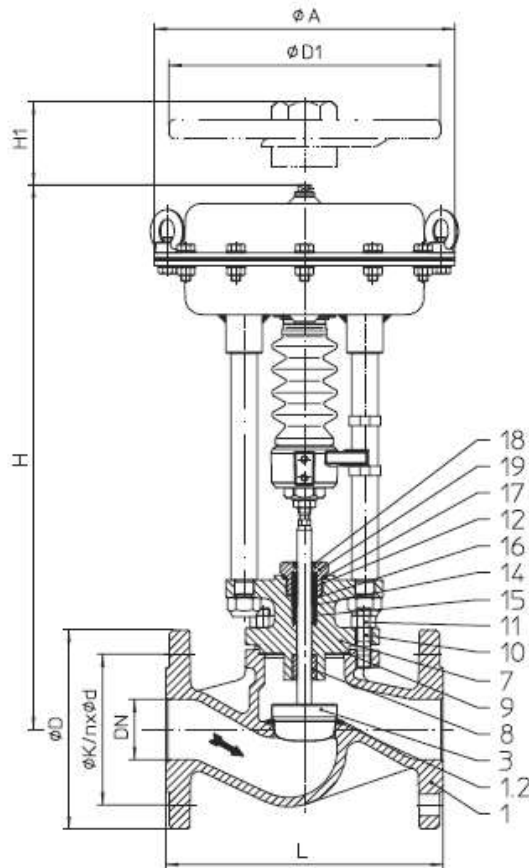
- 50 : 1 on parabolic plug
- 30 : 1 on V-port plug

Shut off class (seat / plug leakage classes)

- Metal seat - Leakage class IV acc. to DIN EN 1349 or IEC 60534-4
- Soft seat Leakage - class VI acc. to DIN EN 1349 or IEC 60534-4

Closing pressures refer to page 28.

Technical data for actuator refer to data sheet.



Actuator		DP32	DP33	DP34
$\phi D1$	(mm)	225	300	400
H1	(mm)	270	284	442
Weight	(kg)	5	8	17

Technical data for actuator refer to data sheet DP32-34Tri.



Dimensions and weights

DN			15	20	25	32
L		(mm)	130	150	160	180
DP32	ϕA	(mm)	250			
	H	(mm)	627	627	635	635
	PN16	(kg)	17	17	18	20,5
	PN25/40	(kg)	19	20,5	23	26

Figura 2.5.4 – 2- Datos de la válvula ARI ARMATUREN 440

2.5.5 - SELECCIÓN DE LAS BRIDAS Y ACCESORIOS.

2.5.5.1 – BRIDAS

Las bridas son muy utilizadas para conexiones en donde se desea que los componentes del sistema sean removibles. Tal situación incluye revisiones periódicas del sistema, modificaciones anticipadas o actualizaciones del sistema y elementos temporales para componentes. Además, las bridas son la conexión estándar en muchos tipos de válvulas para uso industrial.

Una de las normas que regula la fabricación de bridas es la ANSI B16.5, que establece las siguientes clases, según sea el intervalo presión-temperatura de trabajo 150#, 300#, 400#, 600#, 900#, 1500# y 2500#. Para las bridas de acero al Carbono la temperatura máxima es de 260 C (500 F) para 150 y de 455 C (850 F) para las demás clases. La variación de presión - temperatura es de valores más altos para acero inoxidable y aleados. Se pueden graficar de la siguiente manera:

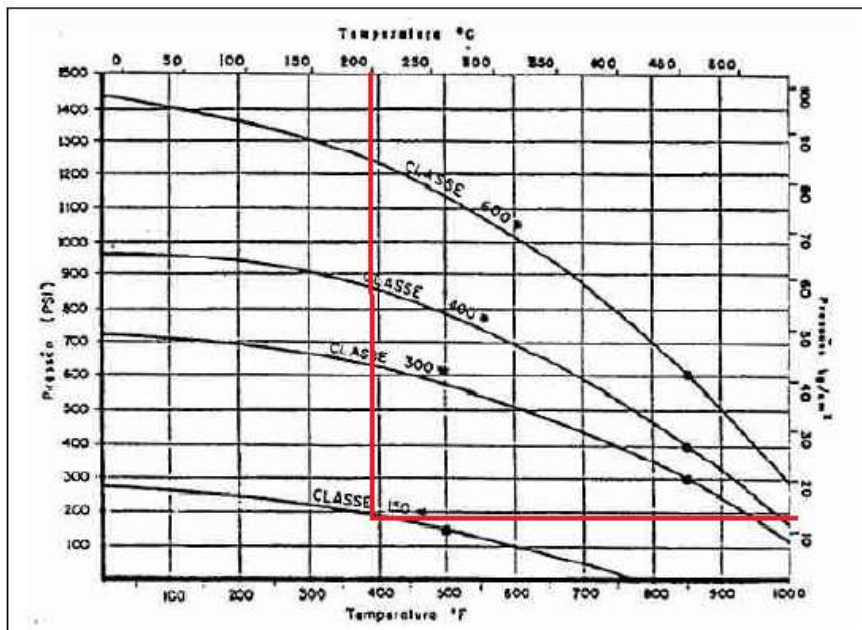
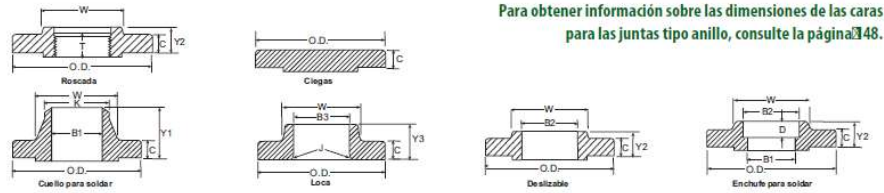


Figura 2.5.5.1 – 1- Selección de las bridas

Como se puede observar, en nuestro caso, se selecciona una brida clase ANSI 150 deslizable (slip on) ya que cumple con las condiciones de presión y temperatura (14 bares y 200°C).

Las dimensiones de la brida se muestran a continuación.



Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 148.

Tamaño del tubo NPS	Diámetro exterior de la brida O.D.	Espesor de la brida (Min.) C	Espesor de la junta de solapa (Min.) C	Diámetro del centro* W	Diámetro del cuello para soldar K	Longitud a lo largo del centro			Diámetro Interior					Profundidad del enchufe D
						Rosca de enchufe para soldar Y2	Loca Y3	Cuello para soldar Y1	Largo de la rosca (Min.) T	Deslizable y enchufe para soldar (Min.) B2	Loca (Min.) B3	Cuello para soldar y enchufe para soldar B1 ▲	Radio de la junta de solapa J	
ASME B16.5														
1/2	90	9.6	11.2	30	21.3	14	16	46	16	22.2	22.9	15.8	3	10
3/4	100	11.2	12.7	38	26.7	14	16	51	16	27.7	28.2	20.9	3	11
1	110	12.7	14.3	49	33.4	16	17	54	17	34.5	34.9	26.6	3	13
1 1/4	115	14.3	15.9	59	42.2	19	21	56	21	43.2	43.7	35.1	5	14
1 1/2	125	15.9	17.5	65	48.3	21	22	60	22	49.5	50.0	40.9	6	16
2	150	17.5	19.1	78	60.3	24	25	62	25	61.9	62.5	52.5	8	17

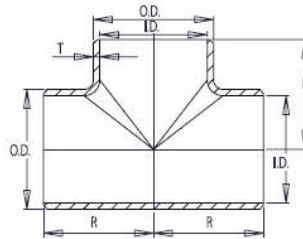
Figura 2.5.5.1 – 2 – Datos de las bridas seleccionadas.

2.5.5.2 – SELECCIÓN DE CODOS Y TEES

Todos los accesorios serán adquiridos en conformidad de fabricación según normativa ANSI B16.9.

Los accesorios serán marca WELDBEND ya que son los que pueden ser adquiridos en el mercado local.

CÉDULA 40



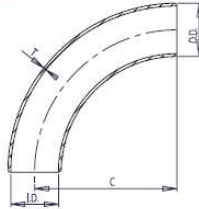
WELDBEND NOTAS

1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A234 WPB.
2. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
3. Para conocer los detalles de biselado, consulte la página 107.
4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 24, llámenos.
6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.

Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Diámetro Interior	Espesor de la pared	Centro a centro	Centro a extremo	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
NPS	O.D.	I.D.	T	R	B		
½	21.3	15.76	2.77	25	25	40	0.16
¾	26.7	20.96	2.87	29	29	40	0.23
1	33.4	26.64	3.38	38	38	40	0.34
1 ¼	42.2	35.08	3.56	48	48	40	0.59
1 ½	48.3	40.94	3.68	57	57	40	0.86
2	60.3	52.48	3.91	64	64	40	1.45
2 ½	73.0	62.68	5.16	76	76	40	2.63

Figura 2.5.5.2 – 1- Hoja de datos de TEE

CÉDULA 40



WELDBEND NOTAS

1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A234 WPB.
2. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
3. Para conocer los detalles de biselado, consulte la página 107.
4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 24, llámenos.
6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.

Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Diámetro interior	Espesor de la pared	Centro a extremo	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
NPS	O.D.	I.D.	T	C		
¾	26.7	20.96	2.87	57	40	0.14
1	33.4	26.64	3.38	76	40	0.36
1 ¼	42.2	35.08	3.56	95	40	0.50
1 ½	48.3	40.94	3.68	114	40	0.73
2	60.3	52.48	3.91	152	40	1.45
2 ½	73.0	62.68	5.16	190	40	2.90
3	88.9	77.92	5.49	229	40	4.35

Figura 2.5.5.2 – 2- Hoja de datos de codo radio largo

2.5.6- SELECCIÓN DEL SEPARADOR DE GOTAS.

Para evitar el deterioro de los asientos de la válvula de control por la acción erosiva del condensado en la línea, se instalará un separador de gotas el cual garantizará que el vapor que ingrese al cuadro de regulación sea vapor seco.

El separador seleccionado es un SPIRAX SARCO modelo S13 Flanged EN 1092 PN16 DN40.

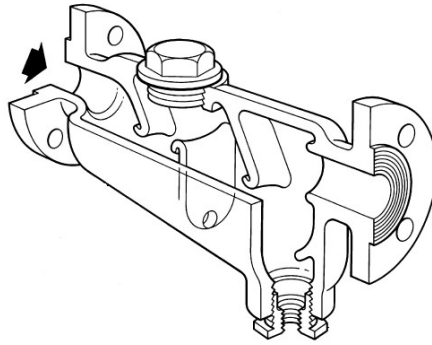


Figura 2.5.6 – 1- Separador de gotas SPIRAX SARCO S13

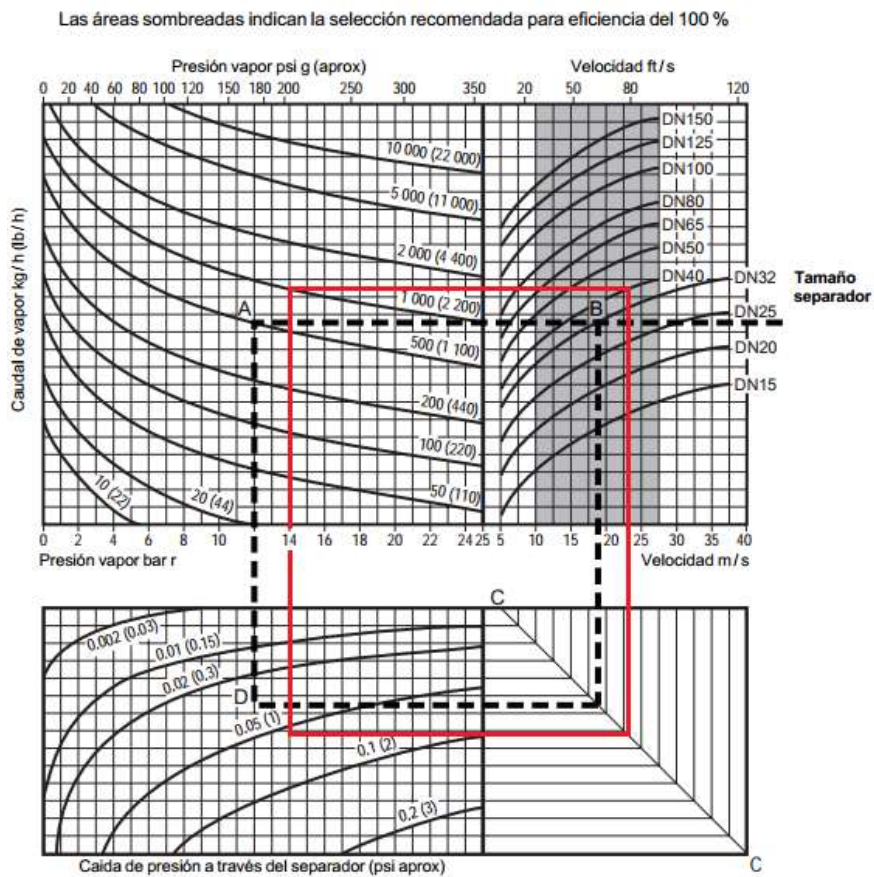
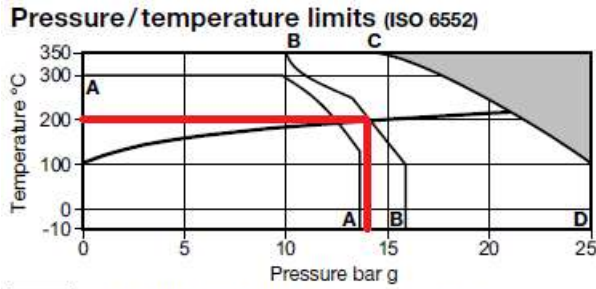


Figura 2.5.6 - 2 - Gráfico de dimensionado del separador.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, el separador seleccionado, trabaja en la zona de eficiencia cercana al 100% con una caída de presión aproximada de 0.06 bares.

A continuación se detallan las características técnicas del separador de gotas S13.



■ The product **must not** be used in this region.

- A - A** Flanged JIS 10K
- B - B** Flanged EN 1092 PN16
- B - C - D** Flanged EN 1092 PN25 and JIS 20K

Note: S13 flanged type separators may be supplied with a lower pressure rating than that cast into the body. Reference should be made to the appropriate operating chart to determine the actual product limitations.

Body design conditions		PN25	
PMA	Maximum allowable pressure	25 bar g @ 100°C	
TMA	Maximum allowable temperature	350°C @ 14 bar g	
Minimum allowable temperature		-10°C	
PMO	Maximum operating pressure for saturated steam service	JIS/ KS 10K 12.3 bar g PN16 13.7 bar g PN25 and JIS/ KS 20K 21.3 bar g	
	TMO	Maximum operating temperature	350°C @ 14 bar g
	Minimum operating temperature		-10°C
Note: For lower operating temperatures consult Spirax Sarco			
Designed for a maximum cold hydraulic test pressure of:	JIS/ KS 10K	20.4 bar g	
	PN16	24.0 bar g	
	PN25 and JIS/ KS 20K	37.5 bar g	

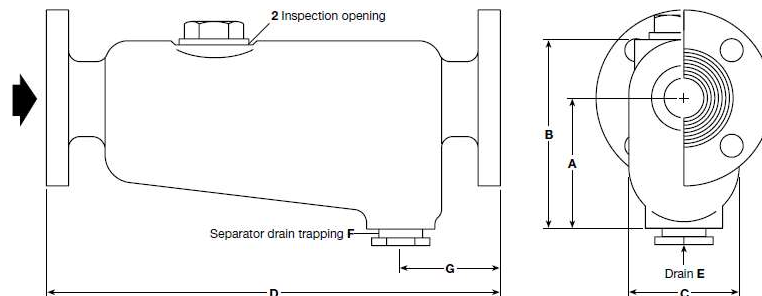
Figura 2.5.6 – 3a- Hoja de datos del separador de gotas

Dimensions, weight and volumes
(approximate) in mm, kg and litres

Size	A	B	C	D	E	F	G	Weight	Volume
DN40	111	156	89	365	½"	1"	94	14	1.6
DN50	146	205	117	456	½"	1"	98	25	3.2
DN65	178	249	146	406	¾"	1½"	98	28	4.6
DN80	178	252	152	483	1"	1½"	98	36	6.5
DN100	223	315	197	692	1"	1½"	118	60	13.5
DN125	226	397	381	706	1"	1½"	121	128	38.5
DN150	226	397	381	706	1"	1½"	121	130	42.5
DN200	308	502	426	762	1½"	1½"	140	190	68.0

Recommended tightening torques

Item	Size	or mm	N m
2	DN40	46 A/F M56	150 - 165
	DN50	46 A/F M56	150 - 165
	DN65	46 A/F M56	150 - 165
	DN80	60 A/F M72	190 - 210
	DN100	60 A/F M72	190 - 210
	DN125	60 A/F M72	190 - 210
	DN150	60 A/F M72	190 - 210
	DN200	60 A/F M72	190 - 210



Safety information, installation and maintenance

For full details see the Installation and Maintenance Instructions (IM-P023-55) supplied with the product.

Installation note:

Install in a horizontal pipeline with the drain directly below. **Note:** To ensure that any separated liquid is drained away quickly, a suitable liquid drainer or steam trap must be connected to the drain connection 'E' - consult Spirax Sarco for further details.

Disposal

This product is recyclable. No ecological hazard is anticipated with the disposal of this product, providing due care is taken.

How to order

Example: 1 off DN50 Spirax Sarco S13 separator with SG iron body having flanged EN 1092 PN16 connections.

Figura 2.5.6 – 3b- Hoja de datos del separador de gotas

2.5.7 – SELECCIÓN DE MANÓMETROS Y CONEXIÓN.

Para la lectura de presión antes y después de la válvula de control se utilizarán manómetros de 100 mm de diámetro con escala en bar. Para garantizar la temperatura de diseño de los mismos (217°C) se debe montar con un sifón, en este caso se utilizará un sifón tipo R. El manómetro deberá poseer RANGO 5, de 0 a 16 bar.

Tamaños y conexiones

Manómetro:	3/8" BSP macho (BS 2779)
Válvula:	Lado manóm. 3/8" BSP hembra (BS 2779)
	Lado sifón 3/8" BSP hembra (BS 21)
Sifón R o U:	Lado válvula 3/8" BSP macho (BS 21)
	Lado proceso 3/8" macho (BS 21)

Condiciones límite

Condiciones máximas de diseño PN25

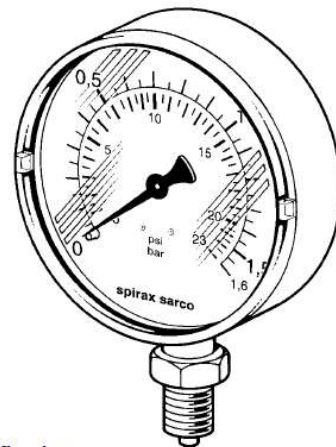
Temperatura máxima de diseño 217°C

(Deben montarse con sifón tipo R o U para alcanzar estas condiciones). Rango 6 (0-25 bar r), con vapor o aire comprimido limitado a 21 bar r (BS 1387). Temperatura máxima servicio, si no se monta sifón, de 60°C. Para aplicaciones por encima de 60°C debe montarse tubo sifón.

El rango de protección es IP3 y debe mantenerse en un ambiente seco y protegido de la intemperie.

Rangos de presión

Rango	bar	psi
1	0 - 1,6	0 - 23
2	0 - 4	0 - 53
3	0 - 6	0 - 86
4	0 - 10	0 - 145
5	0 - 16	0 - 230
6	0 - 25	0 - 360



Certificados

Este producto dispone de certificados de conformidad y pruebas. Se dispone de un certificado de calibración, bajo pedido y con un coste adicional.

Dimensiones / Peso (aproximados) en milímetros y kg

Manómetro					
A	J	K	N	Peso	
100	29	137	22 E/C	0,43	
Sifón R					
B	F	G	M	Sifón	Peso Válvula
321	35	80	116	0,94	0,21

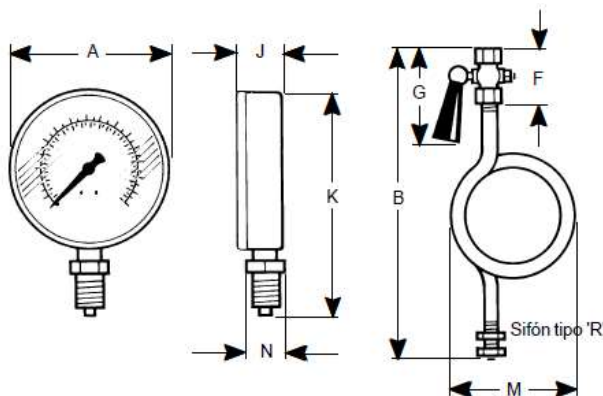


Figura 2.5.7 – 1 - Hoja de datos del manómetro.

2.5.8 – SELECCIÓN DEL FILTRO.

Las tuberías casi siempre contienen elementos extraños tales como sedimentos, incrustaciones de óxido, restos de juntas, metal de soldaduras y otras partículas. Estos elementos pueden obstruir válvulas, alterar el correcto funcionamiento de los purgadores para drenaje del condensado, o juntarse en el lugar menos deseado.

Debido a lo expresado anteriormente es necesario instalar filtros en distintos puntos de la instalación con el fin de proteger la misma contra todo esto, acumulando las suciedades y suministrando un sistema para eliminarlas.

Para proteger los elementos activos de la instalación se emplazará un filtro Y de 1 ½" antes de la válvula de control y un filtro Y de ½" antes de la trampa termodinámica.

Materiales

Nº	Parte	Material
1	Cuerpo	Acero ASTM A216 WCB
2	Tamiz	Acero Inoxidable AISI 316
3	Junta tapa	Acero dulce SAE 1010
4	Tapa	Acero SAE 12 L14

Elemento filtrante

* Estándar: Malla de alambre AISI 316 de $\phi = 0,50$ mm. de 18 agujeros por pulgada lineal (324 agujeros por pulgada cuadrada).
* Otras mallas: Bajo pedido.

Dimensiones (aproximadas) en milímetros

Tamaño	A	B	C	Peso kg
½"	87	85	90	0,70
¾"	114	111	119	1,34
1"	126	120	129	1,76
1½"	137	136	144	2,25
2"	190	187	200	6,86

Cómo pasar pedido

Filtro SPÍRAX SÁRCO de 2", modelo CT de acero fundido.
Conexiones para soldar SW.

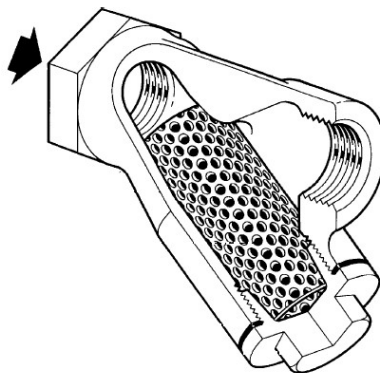
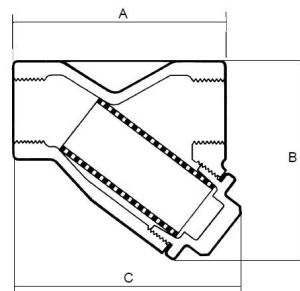


Figura 2.5.8 -- Hoja de datos del filtro.

2.5.9 – SELECCIÓN DE LA TRAMPA TERMODINÁMICA.

Para realizar la purga del separador de gotas se utilizará una trampa termodinámica, debido a que su construcción es muy robusta, muy compacta y soporta golpe de ariete. Como es intermitente, su aplicación se limita a sistemas donde no se requiere un control estricto de la temperatura, su principal aplicación se da en drenaje de líneas, distribuidores de vapor o en sistemas de bajo régimen de consumo de vapor.

Para dimensionar la trampa termodinámica, se considerará el momento de puesta en marcha del sistema de vapor ya que en este momento la carga de condensado en la línea es máxima.

Para el cálculo de la carga de condensado se utiliza el software que provee SPIRAX SARCO para tal fin. Los datos a ingresar en el sistema son el tipo de tubería, la distancia equivalente en metros considerada, presión de vapor, temperatura ambiente, tiempo de puesta en marcha y ubicación de la línea (interior, exterior sin aislación o con aislación).

Puesta en marcha y Pérdidas en funcionamiento

Nota: - Para los decimales no se pueden usar comas (,) hay que usar puntos (.)
Ejemplo: 1.02 y no 1,02

Pipe Standard	ANSI - Schedule 40
Nominal Pipe Size	3 in, 80 mm
Equivalent Pipe Length	20 m
Steam Pressure	14 bar gauge
Ambient Temperature	5 °C
Start Up Time	30 min
Choose Pipe Location	<input checked="" type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Outdoor Sheltered <input type="radio"/> Outdoor Exposed
<input type="button" value="Calculate"/> <input type="button" value="Reset"/> <input type="button" value="Print"/>	

Start Up Condensing Rate		
Start Up Condensing Rate	21.9828	kg/h
Minimum Start Up Valve Capacity	0.122019	Kv
Minimum Number of Traps Required	1.00000	
Running Condensing Rate		
Un-insulated Pipe	53.6067	kg/h
50mm Insulation	4.32633	kg/h
75mm Insulation	3.52855	kg/h
100mm Insulation	2.90082	kg/h

Figura 2.5.9 – 1- Programa para el cálculo de condensado de SPIRAX SARCO.

Teniendo en cuenta que la línea posee una aislación de 50 mm de espesor, obtenemos una carga de condensado de 4,326 Kg/h para condiciones normales de funcionamiento y 21,98 Kg/h para la puesta en marcha.

Como se puede observar en el gráfico siguiente, la trampa modelo TD52 de ½” (respetando el diámetro de salida del separador), para una presión diferencial aproximada de 10 bares, descarga una cantidad de condensado de 380 Kg/h aproximadamente lo que resulta más que suficiente para nuestros requerimientos.

**Capacidad de descarga
a temperatura de vapor saturado**

TD52 y TDS52

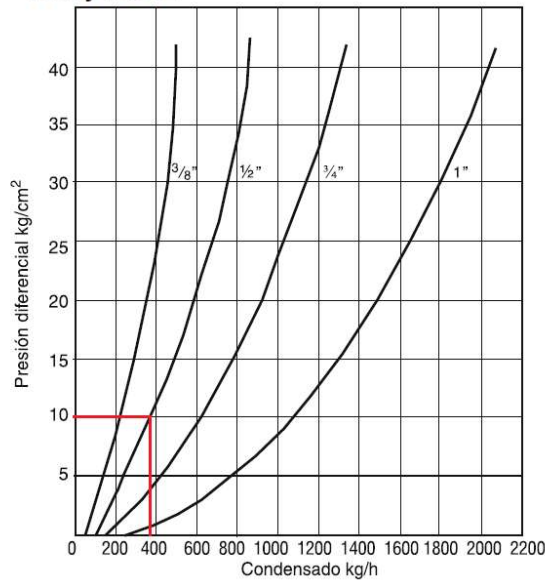


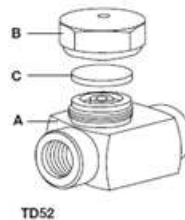
Figura 2.5.9 – 2 – Selección de la trampa termodinámica.

A continuación se presentan las características técnicas de la trampa seleccionada.

Descripción

Las TD52, TDS52 y TDS52 LC son trampas termodinámicas para drenaje de líneas de vapor; la TDS52LC en particular se utiliza donde los caudales de condensado son típicamente bajos. Descargan condensado a la temperatura del vapor saturado. Totalmente de acero inoxidable. Partes activas endurecidas. Son robustas y no son afectadas por golpes de ariete, vapor sobrecalentado, vibraciones ni condensado corrosivo. Responden instantáneamente y funcionan con la mayor eficiencia en todos los rangos de presión.

El filtro o canasto incorporado a las trampas TDS52 y TDS52LC reduce el espacio de instalación y garantiza la retención de suciedades antes de depositarse en el asiento, evitando el desgaste provocado por el cierre defectuoso del disco. Purgando el canasto, se mantiene siempre en excelentes condiciones de retención de partículas.



Condiciones límite

PMO - Presión máxima de operación	42 kg/cm²
TMO - Temperatura máxima de operación	430°C
PMOB - Contrapresión máxima: no puede exceder el 80% de la presión de entrada	
Presión diferencial admisible mínima para trabajar satisfactoriamente	0,250 kg/cm²

Materiales

Parte	Material
A	Cuerpo AISI 420 F
B	Tapa AISI 416
C	Disco AISI 420 F
D	Tapón para canasto AISI 416
E	Junta AISI 304
F	Malla AISI 304 Mesh 25

**Dimensiones (aproximadas) en mm y kg
TD52**

Tamaño	A	B	C	Peso
DN10 - 3/8"	51	35	43	0,34
DN15 - 1/2"	68	38	50	0,57
DN20 - 3/4"	72	44	60	0,90
DN25 - 1"	84	54	72	1,36

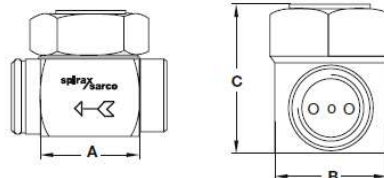


Figura 2.5.9 – 3 – Hoja de datos de la trampa termodinámica.

2.6 – SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS.

2.6.1 – CONTROLADOR DE PROCESO

El controlador que será utilizado para hacer el control de la válvula de control es un controlador NOVUS N1200.

Este es un controlador de proceso sumamente versátil. Acepta en un único modelo la mayoría de los sensores y señales utilizados en la industria y proporciona los principales tipos de salida necesarios a la actuación en los diversos procesos.

Toda la configuración del controlador es realizada a través del teclado, sin cualquier alteración en el circuito. Siendo así, la selección del tipo de entrada y de salida, de la forma de actuación de las alarmas, además de otras funciones, son todas accesadas y programadas vía teclado frontal.



Figura 2.6.1 – 1 – Controlador de proceso NOVUS 1200

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 Vac/dc ($\pm 10\%$), 50/60 Hz
Opcionalmente: 24 Vac/dc $\pm 10\%$
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 la **Tabla 1**)

Resolución Interna: 32767 niveles (15 bits)

Resolución del Display: 12000 niveles (de -1999 hasta 9999)

Tasa de lectura de la entrada: hasta 55 por segundo

Precisión: Termocuplas J, K, T, E: 0.25 % del *span* ± 1 °C

..... Termocuplas N, R, S, B: 0.25 % del *span* ± 3 °C

..... Pt100: 0.2 % del *span*

..... 4-20 mA, 0-50 mV, 0-5 Vdc: 0.2 % del *span*

Impedancia de entrada: 0-50 mV, Pt100 y termocuplas: >1 M Ω

..... 0-5 V: >1 M Ω

..... 4-20 mA: 15 Ω (+2 Vdc @ 20 mA)

Medición de 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 Ω 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 Vac, uso general

..... 1 Relé SPDT (I/O3): 3 A / 250 Vac, 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: Corriente de 4-20 mA

Esta característica requiere un resistor externo de 100 Ω , conectado
a los terminales 9 y 10 del panel trasero del controlador.

COMPATIBILIDADE ELECTROMAGNÉTICA: EN 61326-1:1997
y EN 61326-1/A1:1998

SEGURIDAD: EN61010-1:1993 y EN61010-1/A2:1995

**CONEXIONES PROPIAS PARA TERMINALES TIPO HORQUILLA
DE 6,3 mm;**

PANEL FRONTAL: IP65, POLICARBONATO UL94 V-2; **CAJA:** IP30,
ABS+PC UL94 V-0;

**CICLO PROGRAMABLE DE PWM DE 0.5 HASTA 100
SEGUNDOS;**

**INICIA OPERACIÓN DESPUÉS 3 SEGUNDOS DE ENCENDIDA LA
ALIMENTACIÓN;**

Figura 2.6.1 – 2 – Características del NOVUS 1200

2.6.2 - SENSOR DE TEMPERATURA

El pirómetro que se utilizará para sensar la temperatura del single face es un T-GAGE M18T marca BANNER. Este sensor posee una salida análoga de 0 -10V y un rango de medición de 0 a 300 °C



Figura 2.6.2 – 1 – Sensor de temperatura infrarojo.

Para utilizar este tipo de sensor es necesario hacerle una calibración previa. Para realizar esta calibración es necesario indicarle al sensor una temperatura mínima a la cual le será asignado el 0V de la salida analógica y una temperatura máxima, a la cual le será asignado el valor de 10V.

El valor que esperamos medir es un valor que se encuentra entre 90°C y 105°C por lo tanto tomaremos como valor mínimo el de la temperatura ambiente al momento de la calibración y como valor máximo el de la temperatura de saturación del vapor a 14 bares, el cual se encuentra disponible en diversos puntos del cabezal.

A continuación se detalla el procedimiento de programación por dos puntos:








	Two-Point TEACH Procedure		Result
	Push Button	Remote Line 0.04 sec. < T < 0.8 sec.	
Programming Mode	<ul style="list-style-type: none"> Push and hold push button for 2 seconds 	<ul style="list-style-type: none"> No action required 	<ul style="list-style-type: none"> Power LED turns Red Alarm LED turns ON
Learn 0 Volt Condition	<ul style="list-style-type: none"> Present condition for 0V output and "Click" the push button 	<ul style="list-style-type: none"> Present condition for 0V output Single-pulse the remote line 	<ul style="list-style-type: none"> Alarm LED turns OFF
Learn 10 Volt Condition	<ul style="list-style-type: none"> Present condition for 10V output and "Click" the push button 	<ul style="list-style-type: none"> Present condition for 10V output Single-pulse the remote line 	<p>Teach Accepted</p> <ul style="list-style-type: none"> Power LED turns Green Sensor automatically sets the analog range and returns to Run mode <p>Teach Unacceptable</p> <ul style="list-style-type: none"> Sensor returns to beginning of Teach
Exit Without Save	<ul style="list-style-type: none"> Push and hold push button for 2 seconds 	<ul style="list-style-type: none"> Hold remote line low for 2 seconds 	<ul style="list-style-type: none"> Sensor returns to Run mode without saving new settings

Figura 2.6.2 – 2 – Método de calibración del sensor de temperatura por dos puntos.

Las especificaciones del sensor de temperatura son las siguientes:

Specifications	
Temperature Measurement Range	0° to 300° C (32° to 572° F) standard; custom ranges available
Sensing Range	Depends on object size and sensing field of view (see page 2)
Wavelength	8 to 14 μ m
Distance to Spot Size (D:S) Ratio	8:1, 6:1, or 14:1, depending on model
Supply Voltage	12 to 30V dc (10% maximum ripple); 35 mA max (exclusive of load)
Output Configuration	Analog: 0-10V Alarm: PNP (current sourcing)
Output Protection	Protected against short circuit conditions
Output Ratings	Analog: 2.5 k Ω minimum load resistance Alarm: Off-state leakage: < 10 microamps Saturation: < 1.2 V @ 10 mA and < 1.6V @ 100 mA
Output Response Time	75 ms (for a 95% step change)
Delay at Power-Up	1.5 seconds
Repeatability	\pm 1% of measurement, or \pm 1° C, whichever is greater
Minimum Taught Differential	10° C
Linearity	From 0° to 50°C: \pm 2° C From 50° to 300°C: \pm 1° C or \pm 1%, whichever is greater
Adjustments	TEACH-Mode programming
Indicators	One bicolor (Green/Red) status LED, one Yellow LED (see page 4)
Remote Teach Input	Impedance: 3 k Ω minimum load resistance
Construction	Threaded Barrel: 304 stainless steel Push Button Housing: ABS/PC Push Button: Santoprene Lightpipes: Acrylic
Operating Conditions	Temperature: -20° to +70° C (-4° to 158° F)
Environmental Rating	Leakproof design is rated IEC IP67; NEMA 6
Temperature Warm-Up Time	5 minutes

Figura 2.6.2 – 3 – Especificaciones del sensor de temperatura infrarojo.

Luego de calibrado el sensor de temperatura, se puede hacer un ajuste fino de la temperatura (Measured value) mediante la aplicación de un Offset en el controlador PID.

2.7 – DISEÑO DEL PROGRAMA DEL PLC PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA.

Para poder obtener una interface HMI económica y amigable con los operadores de la máquina, se utilizará el controlador NOVUS previamente mencionado en el apartado 2.6.1.

Como se explicó anteriormente, el control pid lo realizará el controlador Novus; para tener un mejor control de la temperatura del cabezal y evitar que el mismo sobrepase la temperatura requerida en los momento que el cabezal se encuentra parado, se incorpora unas líneas en el programa del plc existente en

cabezal corrugador para que en el momento de parada del mismo, el plc le entregue una señal fija predeterminada a la válvula de vapor.

El PLC que tiene integrado el cabezal corrugador para el control del mismo es un CompactLogix 5323E- QBFC1 de ALLEN BRADLEY; dicho plc tiene cuatro módulos I/O integrados y un módulo de expansión device net, los cuales se pueden apreciar a continuación en la captura de pantalla del software de programación rslogix, figura 2.7-1.

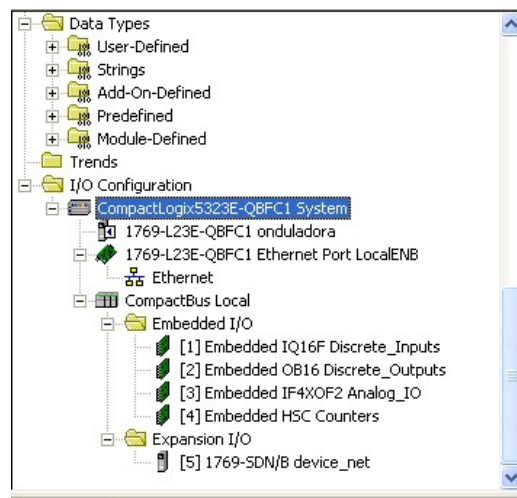


Figura 2.7-1 – Módulos de entradas y salidas del plc CompactLogix



Para crear la rutina de control en el plc que pueda entregar una señal en el momento en el que el cabezal se detenga, se crea una nueva rutina en la carpeta MainProgram del software RSLogix como se muestra a continuación.

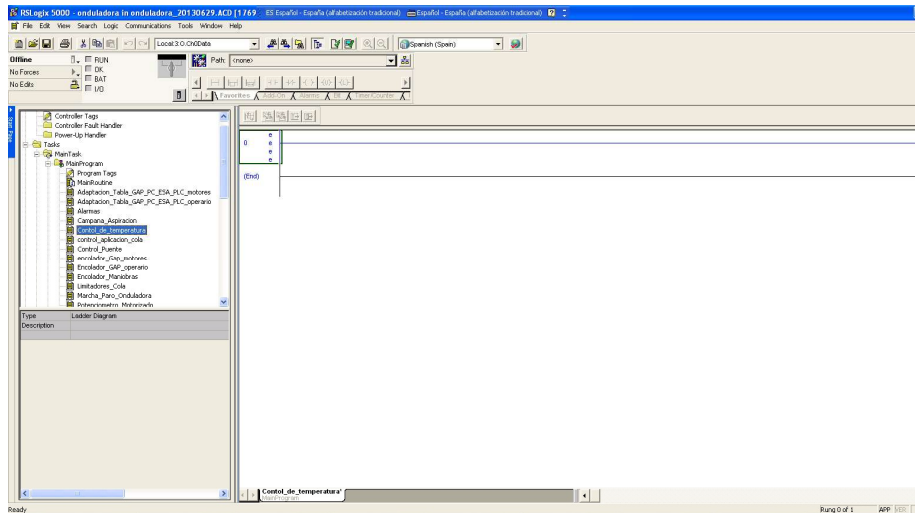


Figura 2.7-2 – Ventana principal del software RSLogix 5000

En esta rutina llamada `Control_de_temperatura` se programa todas las líneas concernientes a nuestras modificaciones al programa para hacer el control de temperatura.

El controlador NOVUS 1200 posee una entrada digital para activar la función setpoint remoto; para activar dicha entrada se programa una salida del plc. Mediante la salida del plc activaremos un relé que cumplirá dos funciones: primero activar la entrada digital del controlador para ponerlo en modo SET POINT REMOTO y segundo hacer el cambio de la señal analógica proveniente del sensor de temperatura por la señal analógica proveniente del plc ya que la entrada analógica para el set point remoto coincide con la entrada analógica del sensor de temperatura (esto se puede apreciar en la Figura 2.7-3 - Cuadro de conexión del controlador NOVUS).

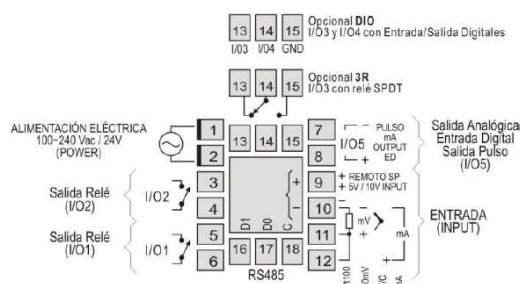


Figura 2.7-3 – Conexión del controlador NOVUS

Función de I/O	Código	Tipo de I/O
Sin Función	oFF	Salida
Salida de Alarma 1	R1	Salida
Salida de Alarma 2	R2	Salida
Salida de Alarma 3	R3	Salida
Salida de Alarma 4	R4	Salida
Salida de la función LBD - Loop break detection	Lbd	Salida
Salida de Control (Relé o Pulso Digital)	ctrL	Salida
Alterna modo Automático/Man	rAn	Entrada Digital
Alterna modo Run/Stop	run	Entrada Digital
Selecciona SP Remoto	rSP	Entrada Digital
Congela programa	HPrg	Entrada Digital
Selecciona programa 1	Pr 1	Entrada Digital
Salida de Control Analógica 0 a 20mA	C.020	Salida Analógica
Salida de Control Analógica 4 a 20mA	C.420	Salida Analógica
Retransmisión de PV 0 a 20mA	P.020	Salida Analógica
Retransmisión de PV 4 a 20mA	P.420	Salida Analógica
Retransmisión de SP 0 a 20mA	S.020	Salida Analógica
Retransmisión de SP 4 a 20mA	S.420	Salida Analógica

Tabla 2 - Tipos de funciones para los canales I/O

Figura 2.7-4 – Selección de setpoint remoto.

Para obtener la señal de cabezal parado usaremos un tag ya existente en el MainProgram llamado Marca_Marcha_Onduladora; usaremos un contacto normal cerrado del mismo para habilitar la salida.

La salida usada es una de las disponibles en uno de los módulos device net, la misma es la Local:5:O.Data[10].14 a la cual se la etiquetó como Relé control de temperatura.

Ya obtenida la señal que activará el relé para entregar la señal digital al controlador, la cual lo pondrá en set point remoto (Figura 2.7-6); ahora debemos programar la salida analógica para que le entregue al controlador una señal analógica constante predeterminada. Para esto se debe escalar la señal de salida del plc.

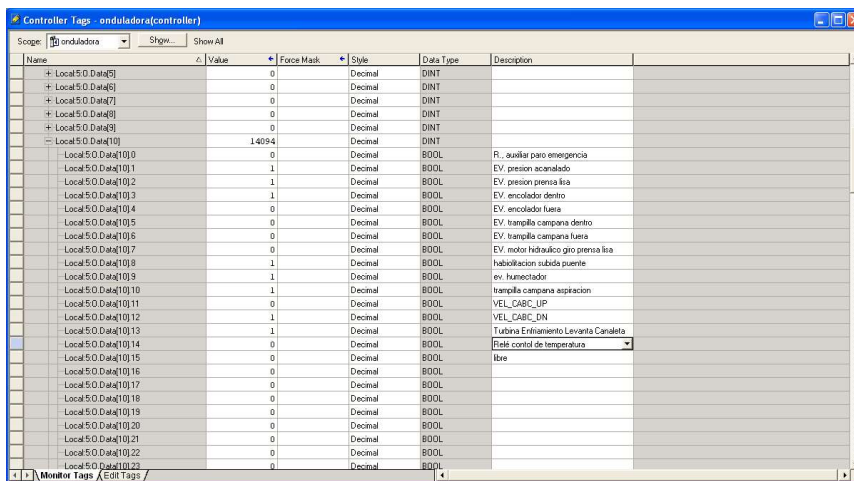


Figura 2.7-5 – Creación de un nuevo tag en el software RSLogix 5000

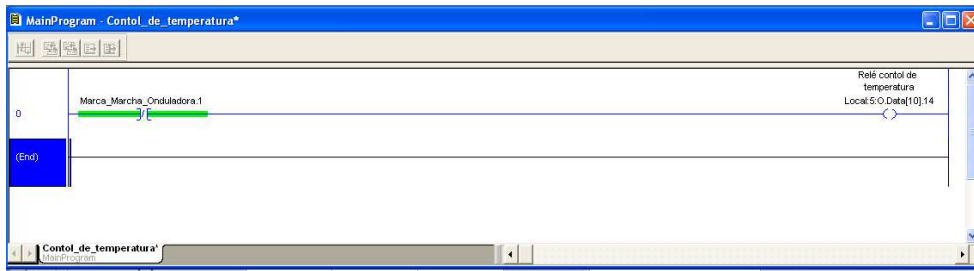


Figura 2.7-6 – Main program

El modulo I/O analógico que posee el plc es un IF4XOF2, dicho módulo posee cuatro entradas y dos salidas analógicas; de las cuales hay dos entradas y una salida usada. La salida disponible es Local:3:O.Ch1Data, la cual se usa para nuestro propósito.

Para escalar la salida analógica, el software RSLogix 5000 posee la función de bloque SCL. Con dicha función vamos a convertir unidades de ingeniería en valores analógicos, mas precisamente se convierte un valor de porcentaje de apertura de la válvula (entre 0 y 100%) en un valor de salida analógica comprendido ente 0V y 10V.

Primero se procede a crear el bloque SCL, para esto, nos situamos en la carpeta MainProgram de RSLogix5000 y haciendo click derecho se seleccionaNew Rutine

Para crear la nueva rutina el software nos solicita determinada información que debemos proveerle tal como nombre de la rutina, una descripción de la misma, el tipo de rutina y el programa donde queremos que nuestra rutina resida (Fig. 2.7-7).

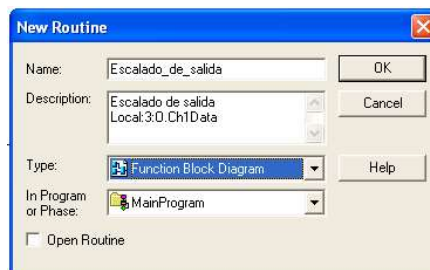


Figura 2.7-7 – Nueva rutina de programación para el escalado

Una vez creada la nueva rutina, ingresamos a la misma y en la solapa de selección de elementos picamos sobre SCL y obtenemos nuestro bloque para escalar la salida analógica.

En una nueva línea del ladder se inserta la instrucción MOV; esta instrucción copia Source en Destination (Source no cambia).

Luego se crea un nuevo tag llamado “Porcentaje_de_apertura” para ingresar el porcentaje que deseamos que el plc le envíe en setpoint remoto a la válvula de control. Para crear el tag, nos situamos en Source y haciendo click derecho seleccionamos New Tag(Fig. 2.7-8). También se crea otro tag llamado “Valor_a_escalar” el cual será el valor de entrada al bloque de escalado.

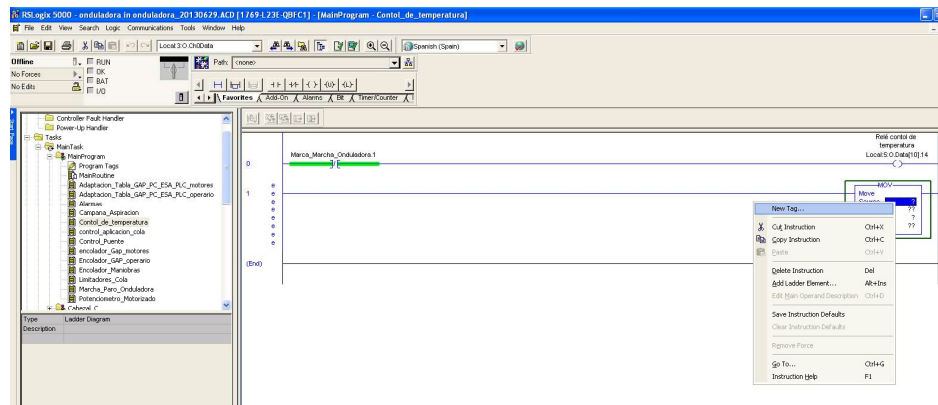


Figura 2.7- 8 – Ventana principal del software de programación.

Para hacer el escalado propiamente dicho se ingresa al módulo de propiedades del bloque SCL el cual se puede apreciar la ventana que se muestra en la Figura 2.7-9. En esta ventana debemos ingresar los valores limites de entrada y salida del bloque.

Los valores máximos y mínimos crudos por especificaciones del módulo I/O analógico de este modelo son -32767 y 32767 (InRawMin , InRawMax), dichos valores corresponden a 0V y 10 V respectivamente. Los valores máximos y mínimos que queremos escalar son 0 y 100%.

- InRawMax - valor máximo de entrada
- InRawMin - valor mínimo de entrada
- InEUMax - valor máximo de ingeniería

- InEUMin - valor mínimo de ingeniería

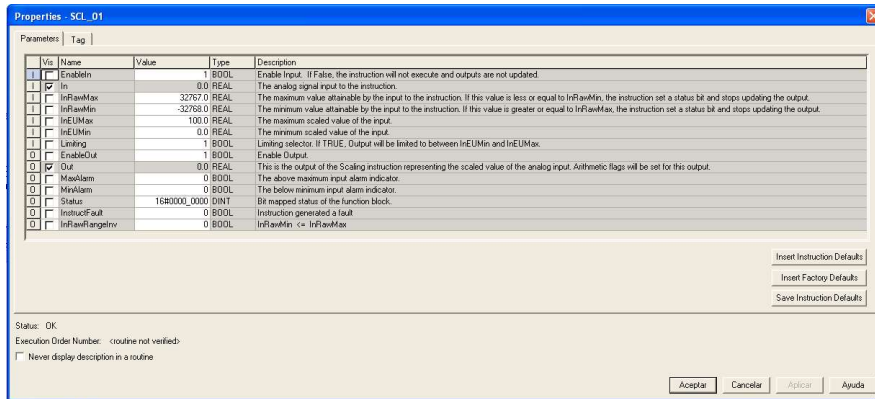


Figura 2.7-9 – Parámetros de entrada y salida del bloque de escalado

En resumen, la rutina que le dará la orden de setpoint remoto al controlador NOVUS 1200 se resume en las Figuras 2.7-10 y 2.7-11.

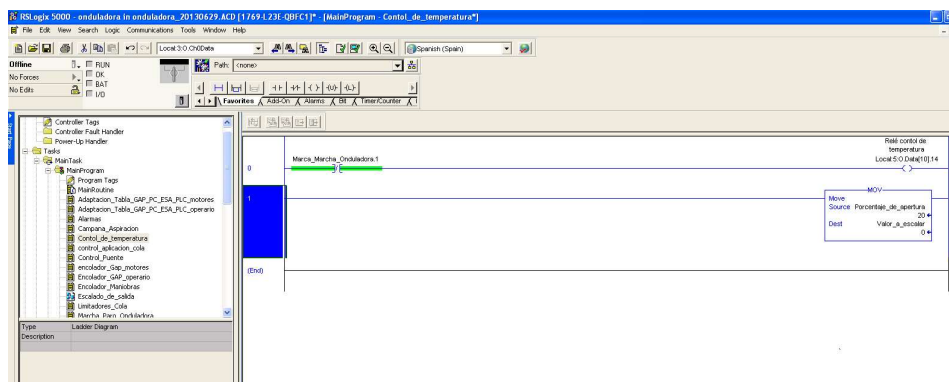


Figura 2.7-10 – Programa para activar el relé de salida.

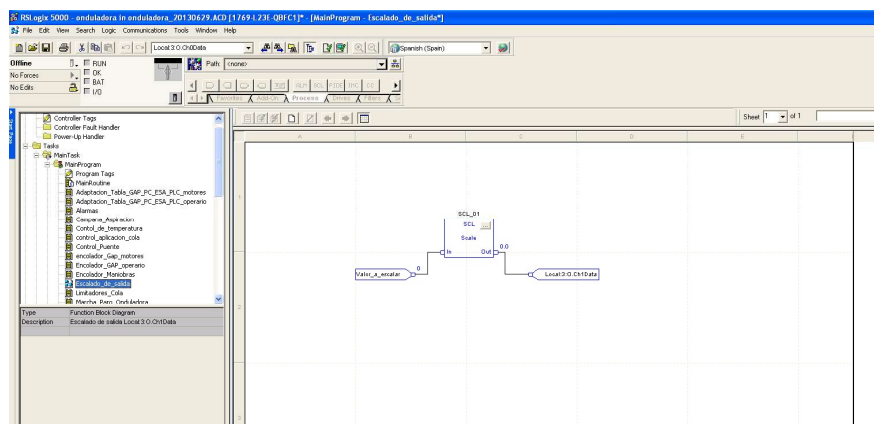
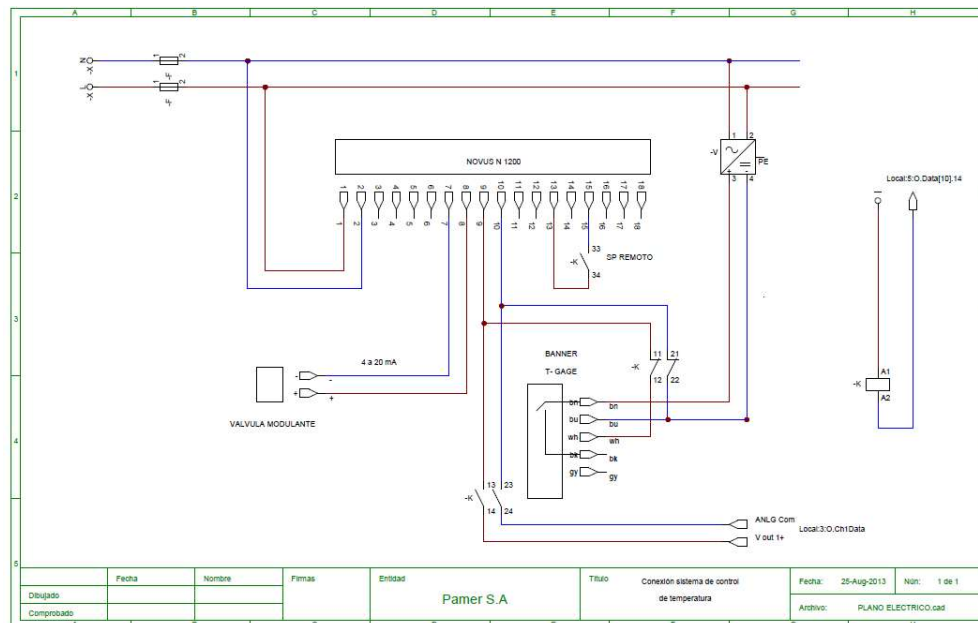


Figura 2.7-11 – Bloque SCL

2.8 - DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO



2.9 – CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA

El ahorro de vapor producido por esta mejora en la alimentación de vapor en los cabezales corrugadores, radica en el hecho de que en la actualidad el cartón, en los cabezales, es sobrecalentado hasta una temperatura más elevada que la necesaria. Con esta mejora, al reducir la temperatura de salida del single face se reduce la cantidad de energía aportada al mismo.

Para poder calcular el ahorro de energía producido por la mejora realizada en la alimentación de vapor en los cabezales corrugadores, se realizó un análisis detallado de los tipos de papeles corrugados en dichos cabezales.

La máquina corrugadora produce cartón onda simple B, C y además cartón doble pared BC. Estos cartones están formados por los single faces más el liner exterior, por lo tanto para poder tener un cálculo certero de la cantidad de papel que se corruga en los cabezales debemos hacer un análisis de todos los formatos corrugados y a estos descontarles el peso del liner exterior.

PRODUCCION POR MATERIAL

JUNIO 2013

Tipo Material	Onda	Kg Corrugados	% Liner Exterior	Kg SIN LINER EXTERIOR
165	B	39.617	36,31	25.232
1A1	B	24.030	31,28	16.513
1A5	B	39.470	34,68	25.782
1A9	B	62.825	29,06	44.568
2A2	B	26.377	34,51	17.274
2A5	B	9.727	31,56	6.657
2A7	B	2.255	22,47	1.748
2D7	B	3.328	21,31	2.619
2DS	B	793	29,51	559
6A6	B	22.697	28,4	16.251
9A9	B	1.621	30,03	1.134
SA9	B	5.443	27,86	3.927
1AAA2	BC	8.958	23,25	6.875
1AAA5	BC	24.075	20,95	19.031
1AAA7	BC	60.659	13,15	52.682
1AAA8	BC	2.423	21,98	1.890
1AAAS	BC	13.887	20,47	11.044
2AAA2	BC	26.075	21,97	20.346
2AAA8	BC	44.799	20,75	35.503
2AAAS	BC	14.363	19,31	11.590
2DD2	BC	72.858	20,29	58.075
2DDDN	BC	8.098	23,39	6.204
2DD2Z	BC	58.350	23,39	44.702
2DFD2	BC	42.678	19,5	34.356
2DFD5	BC	7.762	17,48	6.405
2DFDS	BC	10.656	17,07	8.837
2FDF2	BC	5.439	19,5	4.378
2FFF2	BC	377.465	17,59	311.069
KFFF5	BC	16.795	14,8	14.309
KLK5	BC	226.006	13,33	195.879
KLKLS	BC	10.361	13	9.014
ZFFF5	BC	10.841	14,82	9.234
ZQZH5	BC	160.441	15,46	135.637
ZQZHZ	BC	1.872	20,05	1.497
ZUZH5	BC	66.786	15,26	56.594
ZUZH8	BC	27.664	16,07	23.218
ZUZHS	BC	15.646	14,39	13.395
165	C	1.656	35,28	1.072
1A1	C	144.617	30,26	100.856
1A5	C	10.792	33,61	7.165
1A7	C	21.282	24,14	16.145
1A9	C	5.096	28,08	3.665
1D0	C	6.282	26,48	4.619
1D1	C	53.777	28,59	38.402
1D7	C	800	22,69	618
1F1	C	10.553	25,74	7.837
2A2	C	294.395	33,57	195.567
2A5	C	3.672	30,66	2.546
2D2	C	10.058	32,01	6.838
2D5	C	20.828	29,18	14.750
2DS	C	8.656	28,58	6.182
2F2	C	1.559	29,29	1.102

2F5	C	320.115	26,21	236.213
2F8	C	8.189	27,81	5.912
2F5	C	29.498	26,04	21.817
2FZ	C	36.322	33,21	24.259
666	C	1.997	28,99	1.418
8A5	C	3.568	31,43	2.447
8F5	C	19.247	27,18	14.016
8F8	C	3.347	28,41	2.396
KA8	C	9.686	28,54	6.922
KD5	C	12.333	26,13	9.110
KD5	C	20.582	25,57	15.319
KF8	C	35.339	25,18	26.441
KL5	C	3.729	23,13	2.866
KL8	C	2.164	24,23	1.640
KLS	C	10.813	22,61	8.368
SAS	C	39.640	31,73	27.062
SDS	C	2.827	30,1	1.976
SF5	C	16.682	27,88	12.031
SF5	C	6.674	27,3	4.852
SFZ	C	10.827	34,64	7.077
7A7	E	4.023	27,81	2.904
7A9	E	10.792	32,1	7.328
2DDDS	EC	30.456	18,21	24.910
		<u>2.786.013</u>		<u>2.128.679</u>

En la planilla anterior, obtenida a través de PLANBOX que es el software utilizado para la programación de la producción en la máquina corrugadora y convertidoras, se puede observar que el total de kilos de cartón corrugado en el mes de junio del 2013 fue de 2786013 kg, a los cuales se le ha descontado el peso del liner exterior obteniendo así 2128679 kg de cartón corrugado por los cabezales corrugadores.

El análisis de los datos arrojados por el software es bastante engorroso por lo que se ha tomado el mes de junio de 2013 como mes de referencia para el cálculo, ya que es un mes típico en lo que se refiere a calidades y cantidades corrugadas.

En la siguiente tabla, se muestran los códigos empleado para designar las distintas calidades de papel utilizadas en el cartón corrugado; por ejemplo un cartón calidad 2A2 está formado por un liner exterior de 190/200 gr/m², un papel medium de 135 g/m² y un liner exterior de 190/200 g/m².

CODIGO	PAPEL
0	LINER PAMER 135
1	LINER PAMER 160
2	LINER PAMER 190/200
3	LINER BLANCO PAMER 140
4	LINER BLANCO PAMER 190/200
5	LINER BCO IMP 170/175/200
6	LINER PAMER 118
7	LINER IMP 110/115/120/125
8	LINER KRAFT IMP 170/175/185/186/190/200
9	LINER BLANCO IMP 130/135/140/150
A	ONDA 135
B	LINER IMPORTADO 150
D	ONDA 160
F	ONDA 195
G	ONDA 118
H	ONDA IMP 160(MONDI) 165/175 (RIGESA)
I	ONDA IMP 165 POWER FLUTE
J	ONDA IMP 195/200
K	LINER PAMER 270
L	ONDA 215
M	LINER PAMER 130
N	LINER PAMER 230/235
P	LINER PAMER 120
R	LINER PAMER 180
V	LINER KRAFT IMP 300
W	LINER PAMER 300
X	LINER IMP 400
Y	LINER PAMER 115/125
Z	LINER KRAFT IMP 240/260/265/270/280

Una vez obtenida la cantidad total de cartón corrugado en los cabezales C y B, para poder hacer un cálculo exacto de la temperatura de salida del cartón corrugado en las condiciones actuales, debemos tomar la temperatura de salida del single face para cada calidad. Para obtener estos valores, se ha entregado una planilla a los operadores de máquina para que ellos mismos tomen las mediciones de temperatura correspondiente a cada calidad. Los resultados obtenidos muestran una temperatura promedio de salida del single face de 117°C.

Para hacer el cálculo del excedente de energía entregada a los papeles debemos considerar que los papeles están constituidos por fibras y agua, en nuestro caso consideraremos una humedad de 8.5% ya que es el estándar de recepción de materia prima.

Por lo tanto, si tenemos que la masa total de papel es de 2128679 kg:

$$\text{Masa de agua} = 2128679 \text{ kg} * (1-0.85) = 319301,8 \text{ kg}$$

$$\text{Masa de fibra} = 2128679 \text{ kg} - 319301,8 \text{ kg} = 1.809.376,9 \text{ kg}$$

La energía excedente entregada a los papeles considerando que la temperatura requerida de salida es de 100°C y actualmente salen a 117°C, se calcula de la siguiente manera:

$$E = (\text{Masa de fibra} * C_{e_{\text{Fibra}}} * \Delta t) + (\text{Masa de agua} * C_{e_{\text{Agua}}} * \Delta t)$$

$$E = (1809376.9 \text{ kg} * 1.5 \text{ kJ/kg.k} * (117 - 100)^\circ\text{C}) + (319301 \text{ kg} * 4.18 \text{ kJ/kh.}^\circ\text{C} * (117 - 100)^\circ\text{C} =$$

$$E = 68882979 \text{ Kj}$$

Por lo tanto, en este momento, en un mes promedio se están aplicando 68882979 Kj adicionales a los necesarios.

3 - REPLANTEO EN EL MANEJO DE CONDENSADOS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA GLOBAL DEL RENDIMIENTO TÉRMICO

3.1 – VAPOR FLASH

Vapor Flash es un nombre dado al vapor que se forma a partir del condensado caliente cuando existe una reducción en la presión.

El vapor flash nos es tan diferente del vapor normal, simplemente es un nombre conveniente que es utilizado para explicar como se forma el vapor. Vapor normal o "vivo" se genera en la caldera, o en un generador de vapor por recuperación de calor - mientras que el vapor flash se genera cuando condensado de alta temperatura/presión se expone a una gran caída de presión tal como la descarga de una trampa de vapor.

El condensado de alta temperatura contiene una gran energía que no puede permanecer en forma líquida a presiones menores debido a que existe mayor energía que la requerida para obtener agua Saturada a una menor presión. El resultado es que algo de este exceso de energía genera del condensado un % de vapor flash.

3.2 – TANQUE DE REVAPORIZADO

El tanque flash tiene como finalidad reutilizar el revaporizado o flash producido del condensado saturado presurizado, que al ser desalojado del medio que lo contiene, reduce su presión revaporizándose parcialmente y alcanzando además la misma temperatura del vapor. Este sistema actúa como recolector, separador y distribuidor, ya que al ingresar el revaporizado parcial se separa, saliendo el vapor por la abertura superior hacia un lugar preestablecido, el condensado restante, se descarga a través de un filtro y una trampa.

3.3- DISEÑO Y CÁLCULO DE TANQUE FLASH

De los cuatros tranques flash que son necesarios, por motivos de uniformidad y de simplicidad, tanto para la adquisición de los materiales como la construcción, se unifica el cálculo del recipiente a presión para la situación más desfavorable. La misma corresponde para el precalentador del papel liner y el cabezal C BHS.

3.3.1- CAUDAL DE FLUIDO EN TANQUE FLASH

3.3.1.1- Caudal de vapor en precalentadores liner

En la tabla siguiente se observa los parámetros de funcionamiento que la empresa tiene como objetivo trabajar en un mediano plazo de tiempo. Por lo que el diseño y cálculo del tanque flash se realizará en función de estos nuevos valores de trabajo.

CONSUMO DE VAPOR EN PRECLENTADORES LINER	
Temp inicial	10 °C
Temp final	65 °C
Calor específico del papel	1,25 kJ/kg °C
Calor específico del agua	4,19 kJ/Kg °C
Gramaje papel	0,275 kg/m ²
Ancho máx de papel	2,11 m
Velocidad max	160 m/min
Masa total	92,84 kg/min
Porcentaje agua en papel	8,5 %
Masa agua (Masa total*0,085)	7,89 kg/min
Masa fibra (Masa total – Masa agua)	84,95 kg/min
Calor necesario agua (Q=m*Ce*ΔT)	1818,57 kJ/min
Calor necesario fibra (Q=m*Ce*ΔT)	5840,22 kJ/min
Calor necesario (Q=m*Ce*ΔT)	7658,79 kJ/min
Energía disponible en vapor a 14 bar	1960,9 kJ/kg
Caudal de vapor	234,35 kg/h

Tabla 3.3.1.1.1

Área máxima de papel por minuto:

$$\dot{A}_{m\acute{a}x} = Vel_{papel} * Ancho_{papel}$$

La velocidad del papel corresponde a la velocidad de funcionamiento de la máquina, y el ancho concuerda con el ancho útil de la máquina.

$$\dot{A}_{m\acute{a}x} = 160 \frac{m}{min} * 2,11m = 337,6 \frac{m^2}{min}$$

Masa total de papel liner (agua + fibra):

$$m_T = \dot{A}_{m\acute{a}x} * Gramajedepapel$$

$$m_T = 92,84 \frac{kg}{min}$$

Masa de agua presente en el papel:

El porcentaje de agua presente en el papel es del 8,5%, por lo que el volumen

másico presente es:

$$m_{agua} = m_T * 0,085$$

$$m_{agua} = 7,89 \frac{kg_{agua}}{min}$$

Masa de fibra:

$$m_{fibra} = m_T - m_{agua}$$

$$m_{fibra} = 92,84 \frac{kg_{agua+fibr}}{min} - 7,89 \frac{kg_{agua}}{min}$$

$$m_{fibra} = 84,95 \frac{kg_{fibra}}{min}$$

Calor necesario para elevar la temperatura del papel:

Para aumentar la temperatura de 10°C a 65°C, es menester calcular la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura del agua presente en el papel y la fibra de papel.

Calor necesario para aumentar temperatura de agua:

$$Calor_{agua} = m_{agua} * C_e * \Delta t$$

$$Calor_{agua} = 7,89 \frac{kg_{agua}}{min} * 4,19 \frac{kJ}{kg_{agua} * ^\circ C} * (65^\circ C - 10^\circ C)$$

$$Calor_{agua} = 1818,57 \frac{kJ}{min}$$

Calor necesario para aumentar temperatura de fibra:

$$Calor_{agua} = m_{agua} * C_e * \Delta t$$

$$Calor_{fibra} = 84,95 \frac{kg_{fibra}}{min} * 1,25 \frac{kJ}{kg_{fibra} * ^\circ C} * (65^\circ C - 10^\circ C)$$

$$Calor_{fibra} = 5840,22 \frac{kJ}{min}$$

Calor total:

$$Calor_{Total} = Calor_{fibra} + Calor_{agua}$$

$$Calor_{Total} = 5840,22 \frac{kJ}{min} + 1818,57 \frac{kJ}{min}$$

$$Calor_{Total} = 7658,79 \frac{kJ}{min}$$

Caudal de vapor necesario para el aumento de temperatura del liner:

El vapor saturado que se utiliza para realizar la entrega de calor se encuentra a 14 bares. La entalpía disponible a esta presión es de 1960,9 kJ/kg.

$$Q_{vapor14bar} = \frac{Calor_{total}}{h_{fg}}$$

$$Q_{precalentador\ Liner} = \frac{7658,79 \frac{kJ}{min}}{1960,9 \frac{kJ}{kg}} * 60 \frac{min}{h}$$

$$Q_{\text{precalentador Liner}} = 234,35 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

3.3.1.2- Consumo de vapor en cabezal c bhs

En la tabla siguiente se observa los parámetros de funcionamiento que la empresa tiene como objetivo trabajar en un mediano plazo de tiempo. Por lo que el diseño y cálculo del tanque flash se realizará en función de estos nuevos valores de trabajo.

Consumo de vapor cabezal C BHS	
Cant. de adhesivo aplicado en el cabezal	3 (g/m ²)
Volumen de agua por g de adhesivo	0,0024 lts/g
Volumen de agua por m ²	0,0072 lts/m ²
Velocidad de máquina	160 (m/min)
Ancho del papel	2,11 m
Área máx por minuto	337,6 (m ² /min)
Caudal de agua aportada por adhesivo	2,43 (lts/min)
Caudal de agua aportada por adhesivo	145,8 kg/h
Humedad máxima del papel	10 %
Evaporando un 5%	5 %
Gramaje de papel liner	275 g/m ²
Gramaje de papel onda	130 g/m ²
Tk cabezal C	1,44
TK*Gramaje papel onda	187,2 g/m ²
Gramaje cartón corrugado	462,2 g/m ²
Calor específico del papel	1,25 kJ/Kg °C
Caudal de agua por papel	468,12 lts/h
Total de agua a evaporar	613,96 kg/h
Cant. de energía necesaria para evaporar el agua	2256,6 kJ/kg
Energía disponible en vapor a 14 bar	1960,9 kJ/kg
Caudal másico de vapor a 14 bar necesario para secar cartón	706,54 kg vapor/h
Vol esp del vapor saturado a 14 bar	0,1443 m ³ /kg
Caudal volumétrico de vapor	101,95 m ³ /h
	0,028 m ³ /s
Energía para calentar el papel desde 70 hasta 117°C	550036,49 KJ/h
Caudal másico de vapor necesario para calentar el papel	280,5 kg/h
Caudal total de vapor	987,05 kg vapor /h

Tabla 3.3.1.2.1

Como puede apreciarse en la tabla, la cantidad de vapor a utilizar por el cabezal es directamente proporcional a la cantidad de agua a evaporar del cartón corrugado más el calor necesario para el calentamiento de los papeles que componen dicho cartón corrugado. Para evaporar esta cantidad de agua y calentar el papel es necesario una cierta cantidad de calor, el cual es cedido

por el vapor saturado aportado por la unidad generadora de vapor. Decir que el consumo de vapor del cabezal es 987 kg vapor/hora es equivalente a expresar que la máquina libera la misma cantidad en flujo de masa de condensado, el cual es vertido al tanque de revaporizado para su despresurización y en consecuencia generar vapor flash a menor presión.

Los valores expresados en la anterior tabla son resultado de las siguientes operaciones:

Litros de agua en el adhesivo por m² de papel:

$$V = \text{adhesivo aplicado en cabezal} * \text{volumen de agua por g de adhesivo}$$

En los cabezales corrugadores se aplica por estadística aproximadamente 3 g/m² de almidón. La fórmula de preparación de adhesivo involucra 0,0024 lts de agua por gramo de almidón, por lo tanto:

$$V = 3 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 0,0024 \frac{\text{lts}}{\text{g}} = 0,0072 \frac{\text{lts}}{\text{m}^2}$$

Área máxima corrugada por minuto:

$$\dot{A}_{\text{máx}} = \text{Vel}_{\text{papel}} * \text{Ancho}_{\text{papel}}$$

La velocidad del papel corresponde a la velocidad de funcionamiento de la máquina, y el ancho concuerda con el ancho útil de la máquina.

$$\dot{A}_{\text{máx}} = 160 \frac{\text{m}}{\text{min}} * 2,11\text{m} = 337,6 \frac{\text{m}^2}{\text{min}}$$

Caudal de agua aportada por adhesivo:

El caudal de agua aportada por el adhesivo es el producto entre el volumen de agua por metro cuadrado de papel y el área máxima que es capaz de producir la máquina por minuto.

$$Q_{\text{agua por adhesivo}} = 0,0072 \frac{\text{lbs}}{\text{m}^2} * 337,6 \frac{\text{m}^2}{\text{min}} = 2,43 \frac{\text{lbs}}{\text{min}}$$

$$\text{Agua}_{\text{adhesivo}} = 2,43 \frac{\text{lbs}}{\text{min}} \approx 145,8 \frac{\text{lbs}}{\text{h}}$$

haciendo la consideración que el volumen específico del agua que conforma el adhesivo es 1kg/lts, se expresa el caudal en unidades másicas:

$$\text{Agua}_{\text{adhesivo}} = 145,8 \frac{\text{lbs}}{\text{h}} * 1,00 \frac{\text{kg}}{\text{lbs}}$$

$$\text{Agua}_{\text{adhesivo}} = 145,8 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Caudal de agua aportada por porcentaje humedad del papel:

El gramaje del papel liner es de 275 g/m², y el gramaje del papel utilizado para hacer el papel onda es de 130 g/m², por lo tanto el caudal de agua aportada por los papeles, considerando que el papel ingresa con una humedad del 10% y egresa con una humedad del 5%, se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Gramaje papel liner} : 0,275 \frac{\text{kg}_{\text{papel}}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Gramaje papel onda} : TK * \text{Gramaje papel}$$

donde TK= factor de onda del papel; es decir, es el factor que expresa el valor lineal de un metro de cartón corrugado.

$$\text{Gramaje papel onda} : 1,44 * 0,130 \frac{\text{kg}_{\text{papel}}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Gramaje papel onda} : 0,1872 \frac{\text{kg}_{\text{papel}}}{\text{m}^2}$$

Obtenido los correspondientes gramajes de los papeles que componen el cartón corrugado, se está en condiciones de saber cual es el gramaje del corrugado:

$$\text{Gramaje cartón corrugado} = \text{Gramaje papel liner} + \text{Gramaje papel onda}$$

$$\text{Gramaje cartón corrugado} = 0,275 \frac{\text{kg}_{\text{papel}}}{\text{m}^2} + 0,1872 \frac{\text{kg}_{\text{papel}}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Gramaje cartón corrugado} = 0,4622 \frac{\text{kg}_{\text{papel}}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{\text{agua aportada por papel}} = \text{Gramaje cartón corrugado} * \dot{A}_{\text{máx}} * \text{Variación de Humedad en el papel}$$

$$Q_{\text{agua aportada por papel}} = 0,4622 \frac{\text{kg}_{\text{papel}}}{\text{m}^2} * 337,6 \frac{\text{m}^2}{\text{min}} * 0,05 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{\text{papel}}}$$

$$Q_{\text{agua aportada por papel}} = 7,80 \frac{\text{lbs}}{\text{min}} \approx 468,12 \frac{\text{lbs}}{\text{h}}$$

haciendo la misma consideración que anteriormente: $v_e = 1 \text{kg/lts}$

$$Q_{\text{agua aportada por papel}} = 468,1 \frac{\text{lbs}}{\text{h}} * 1 \frac{\text{kg}}{\text{lbs}}$$

$$Q_{\text{agua aportada por papel}} = 468,1 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Caudal de agua a evaporar en el cabezal:

El caudal de agua a evaporar es la suma del caudal de agua presente en el adhesivo y la reducción de humedad que presenta el cartón.

$$Agua_{total\ a\ evaporar} = Agua_{adhesivo} + Agua_{aportada\ por\ papel}$$

$$Agua_{total\ a\ evaporar} = 145,8 \frac{kg}{h} + 468,1 \frac{kg}{h}$$

$$Agua_{total\ a\ evaporar} = 613,9 \frac{kg}{h}$$

Caudal másico de vapor necesario a 14 bar para evaporar agua en los papeles liner y ondulado:

El caudal másico necesario de vapor a 14 bar, para evaporar el agua contenido en el papel y el adhesivo se obtiene por la siguiente fórmula:

$$Q_{evaporar\ agua} = \frac{Agua_{total\ a\ evaporar} * Energía\ para\ evaporar\ agua\ a\ patm\ (Entalpía(h_{fg}))}{Energía\ disponible\ en\ vapor\ a\ 14\ (Entalpía(h_{fg}))}$$

$$Q_{evaporar\ agua} = \frac{613,9 \frac{kg\ agua}{h} * 2256,6 \frac{kJ}{kg}}{1960,9 \frac{kJ}{kg}}$$

$$Q_{evaporar\ agua} = 706,5 \frac{kg\ vapor}{h}$$

Caudal másico de vapor necesario a 14 bar para aumentar la temperatura de los papeles:

Los papeles (liner y onda) en este proceso se aumenta su temperatura de 70°C, que es la temperatura aproximada a la que ingresa el papel al cabezal,

hasta los 117°C que es la temperatura a la que sale el mismo del cabezal. El propósito del calentamiento de los papeles es para reducir la humedad en los mismos, logrando con esto una mayor y mejor penetración del adhesivo en las crestas del papel corrugado, lo que facilita y garantiza una mejor adhesión entre el papel liner y el papel corrugado.

$$\begin{aligned} \text{Calor}_{\text{calentar papel}} &= m * C_{e\text{papel}} * \Delta t \\ &= \text{Gramaje cartón corrugado} * \text{Área} * C_{e\text{papel}} * \Delta t \end{aligned}$$

$$\text{Calor}_{\text{calentar papel}} = 0.4622 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 337,6 \frac{\text{m}^2}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} * 1,25 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (117 - 70)^\circ\text{C}$$

$$\text{Calor}_{\text{calentar papel}} = 55036,5 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

El caudal másico de vapor es:

$$Q_{\text{calentar papel}} = \frac{\text{Calor}_{\text{calentar papel}}}{\text{Energía disponible en vapor a 14 bar}} = \frac{55036,5 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}}{1960,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{vapor}}}}$$

$$Q_{\text{calentar papel}} = 280,5 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

Caudal másico total de vapor en cabezal C:

El total del caudal de vapor saturado a 14 bar es la suma de los cálculos anteriores, es decir, el vapor necesario para evaporar parte del agua presente en los papeles y el vapor necesario para calentar los papeles que conforman el cartón corrugado:

$$Q_{\text{Cabezal C}} = Q_{\text{evaporar agua}} + Q_{\text{calentar papel}}$$

$$Q_{\text{cabezal C}} = 706,5 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}} + 280,5 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{CabezalC}} = 987 \frac{\text{kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

3.3.1.3- Caudal total de vapor flash

El caudal total que ingresa al tanque flash es la suma del precalentador de papel liner y el consumo en el cabezal C BHS:

$$Q_{\text{vaporflash}} = Q_{\text{PrecalentadorLiner}} + Q_{\text{CabezalC}}$$

$$Q_{\text{vaporflash}} = 234,35 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + 987 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{vaporflash}} = 1221,35 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

3.3.2- DISEÑO Y CÁLCULO DEL RECIPIENTES A PRESIÓN

El Código ASME Sección VIII Div. 1, define como Recipiente a Presión, cualquier contenedor cerrado capaz de almacenar un fluido a Presión Manométrica, sea ésta 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.

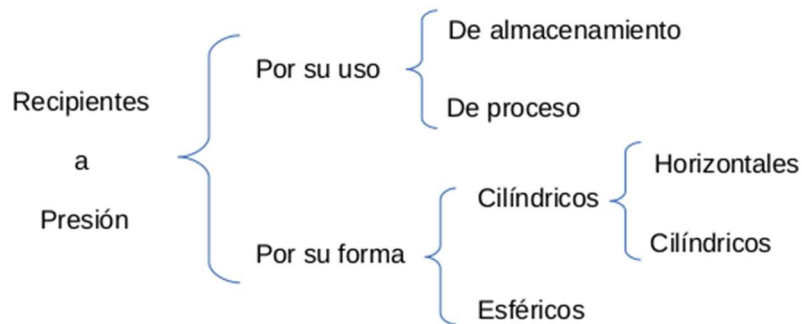
5.- Recipientes que tengan una Presión de Diseño que no exceda los 3,000 PSI.

3.3.2.1- Separadores

Se le denomina separador flash, al recipiente en el cual el vapor y el líquido logran separarse por efecto de la gravedad. Por lo general, válvula mediante, entre el uso del vapor primario y el recipiente separador se origina un descenso de presión. El fluido resultante es conducido hacia el tanque donde se produce la separación bifásica. El separador se usa esencialmente para separar los componentes de la corriente combinada líquido-gas, para dejarlos relativamente libres uno al otro. Un separador líquido-gas tiene dos secciones básicas (puede contar con más secciones en caso que el fluido sea petróleo). En la sección superior el gas fluye hacia arriba o a través del recipiente y las gotitas de líquido caen a través del mismo hacia la fase de líquido. La sección inferior permite que las burbujas de gas en el líquido emerjan y pasen a la fase de gas.

Un recipiente de tamaño satisfactorio proveerá espacio apropiado en cada sección para permitir que estas funciones se lleven a cabo con alguna

eficiencia arbitraria. Siempre habrá algún arrastre de cada fase en la otra. Es conveniente mantener el arrastre dentro de límites razonables.



3.3.2.1.1- Clasificación

Los Recipientes a Presión se pueden clasificar por su utilización y por su forma. Por su utilización, se pueden reclasificar en Recipientes de Almacenamiento y Recipientes de Proceso. Los primeros sirven únicamente para almacenar fluidos a presión, y de acuerdo con su servicio son conocidos como tanques de almacenamiento, tanques de día, tanques de mes, tanques acumuladores, etc. Los recipientes a presión de proceso tienen múltiples y muy variados usos, entre ellos podemos citar los cambiadores de calor, reactores, torres fraccionadoras, torres de destilación, etc.

Por su forma, los recipientes a presión, pueden ser cilíndricos o esféricos. Los primeros pueden ser horizontales o verticales, y pueden tener, en algunos casos, chaquetas para incrementar o decrecer la temperatura de los fluidos según el caso.

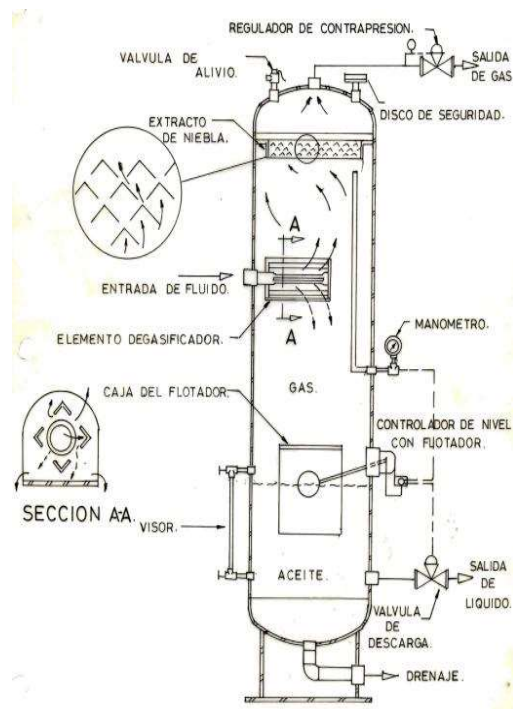
Los recipientes esféricos se utilizan generalmente como tanques de almacenamiento, y se recomiendan para almacenar grandes volúmenes a altas presiones.

Puesto que la forma esférica es la forma “natural” que toman los cuerpos al ser sometidos a presión interna, ésta sería la forma más económica para almacenar fluidos a presión, sin embargo, la fabricación de este tipo de recipientes es mucho más cara en comparación con los recipientes cilíndricos.

Los Recipientes Esféricos son usados generalmente como Tanques de Almacenamiento para grandes volúmenes y presiones elevadas.

El factor fundamental del cálculo es determinar el volumen necesario del recipiente calculado, así en los recipientes que operen como depósitos se los determinará por el tiempo de almacenamiento necesario. Mientras que para los recipientes que operen como separadores de fase el criterio se desarrolla por la velocidad de separación entre los diferentes fluidos.

3.3.2.1.1- Separador vertical



Un tambor separador de vapor-líquido es un recipiente vertical en el que se alimenta con una mezcla de líquido y de vapor (o un líquido intermitente) y en el que el líquido se separa por gravedad, cae a la parte inferior del recipiente, y se retira. El vapor viaja hacia arriba a una velocidad de diseño que minimiza el arrastre de las gotitas de líquido en el vapor a medida que sale de la parte superior del recipiente.

El tamaño del separador de vapor-líquido (o una olla knock-out, o tambor de vaporización instantánea, o tambor de succión del compresor) debe ser dictado

por la tasa de flujo de vapor y líquido. La siguiente metodología de encolado se basa en el supuesto de que se conocen las tasas de flujo.

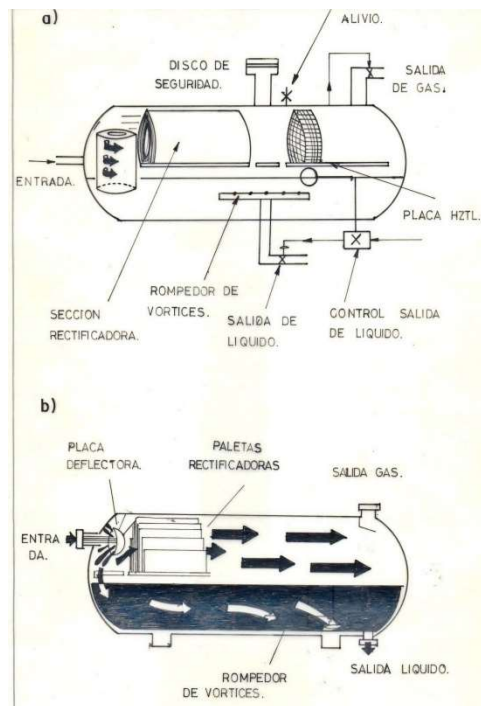
El recipiente de presión vertical usa una relación de Longitud/Diámetro(L/D) de aproximadamente 3 a 5, y el tamaño del recipiente para proporcionar unos 5 minutos de inventario de líquido entre el nivel de líquido normal y la parte inferior del recipiente.

- Ventajas:
 - Necesita menor superficie de planta
 - Fácil de limpiar
 - Bueno para manejo de sólidos
- Desventajas
 - Menor capacidad de líquido
 - El líquido fluye a contracorriente del vapor
 - No es bueno para líquidos espumosos
 - Problemas de instalación si es muy alto

Componentes principales

- a) Cascaron Cilíndrico, Cuerpo o Envolverte.
- b) Tapas.
- c) Boquillas
- d) Refuerzos de Boquillas.
- e) Registros- Hombre.
- f) Anillos Atiezadores.
- g) Faldón.
- h) Placa Base.
- i) Orejas de Montaje.

3.3.2.1.1.2- Separador horizontal



Son los más económicos cuando se pretende manejar grandes volúmenes de gas con relativamente poco líquido.

Estos separadores presentan un área de superficie de contacto entre ambas fases mayor que en el caso del separador vertical, por lo que es posible la liberación mas eficiente del gas.

Se usan cuando la producción de gas empieza a ser alta, la producción de líquido es más o menos uniforme y no se presentan variaciones bruscas en el nivel de fluido dentro del separador.

- **Ventajas:**

- Dirección de la caída del líquido perpendicular al flujo en lugar de a contracorriente.

- Mayor capacidad de líquido

- Mejor control de la turbulencia (con platos longitudinales)

- Mejor uso del volumen de retención

- Mayor superficie de líquido

- Más fácil de mantener

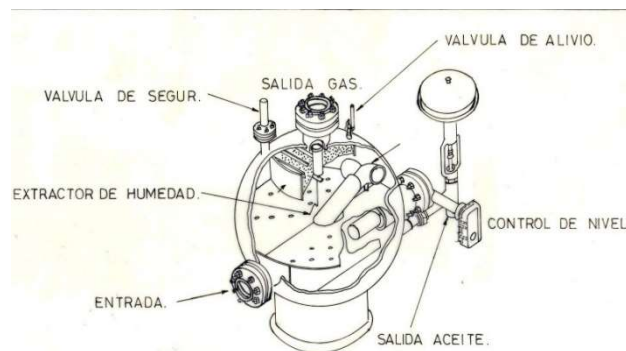
- Mejor para líquidos espumosos

- Desventajas
 - Necesita mayor área de la planta
 - No es bueno si hay gran cantidad de sólidos en el líquido.
 - Los eliminadores de humedad se pueden taponar y romper.

Componentes principales

- Cascarón Cilíndrico, Cuerpo o Envoltente.
- Tapas o Tapas.
- Boquillas
- Refuerzos de Boquillas.
- Registros- Hombre.
- Anillos Atiezadores.
- Soportes o Silletas.

3.3.2.1.1.3- Separador esférico



Este tipo de separador se usa principalmente cuando hay una producción alta, y además a presión alta, de gas. El chorro de fluido entra por un punto dado y es llevado hacia el extremo opuesto en donde se divide en dos chorros que hacen ángulo de 180° ; con este método se busca distribuir la corriente a través de toda la circunferencia del separador para mejorar la separación de fases; así ocurre la separación inicial de líquido y de gas, el líquido se va al fondo y el gas se va hacia arriba. En la parte superior del separador hay una sección extractora de humedad por la cual tiene que pasar el gas antes de buscar la línea de salida. En este separador el volumen ocupado por la sección de

acumulación de líquidos debe ser pequeño comparada con el volumen del separador a fin de que pueda manejar una cantidad alta de gas y éste pueda salir bien seco. El baffle horizontal con orificios se usa para separar las zonas de gas y de líquido.

Componentes principales

- a).- Tapa Superior.
- b).- Tapa Inferior.
- c).- Anillo Superior.
- d).- Anillo Central.
- e).- Anillo Inferior.
- f).- Boquillas.
- g).- Estructura Soporte.

3.3.2.1.2- Selección

Como se mencionó anteriormente, el recipiente esférico es utilizado cuando se trabaja con presiones altas y grandes volúmenes, que no es nuestro caso. Por lo tanto, este recipiente es descartado por éstos motivos y por su alto costo.

No debe hacerse una selección arbitraria entre un separador vertical y horizontal; cualquiera de los dos tipos será efectivo, si está diseñado debidamente. La elección debe estar basada en muchos factores, incluyendo el económico. Un separador horizontal dará más capacidad por el mismo dinero, que un separador vertical cuando se comparan los costos del equipo. Sin embargo, un separador vertical puede ser preferible en situaciones donde el espacio está limitado o la arena es un problema (caso cuando el líquido de trabajo es petróleo).

Los acumuladores y separadores deben ser de un tamaño tal que el volumen sea el menor posible y al mismo tiempo tenga la flexibilización de un funcionamiento razonable. Los recipientes separadores usualmente cumplen

dos funciones. En primer lugar cumplen la función de separar el líquido del vapor, y al mismo tiempo actúan como tanques amortiguadores.

Se utilizan separadores verticales si el caudal del líquido es bajo (del orden de 2.25 m³/hora), para caudales superiores se utilizan los horizontales y los esféricos para alta presión (del orden de 1000 psi ≈ 70 atm).

Por lo tanto el recipiente acorde a nuestro caso es un recipiente cilíndrico vertical, ya que el caudal líquido de operación es de 0,64 m³/h.

3.3.2.2- Condiciones de trabajo

La presión de diseño del recipiente y de cálculo de resistencia, son distintas.

La presión de trabajo para el diseño y cálculo volumétrico se toma $P_D = 3 \frac{kg}{cm^2}$.

Que es la presión recomendable en los lluveros.

Mientras que para el cálculo mecánico, la presión de trabajo se adopta $14 \frac{kg}{cm^2}$.

Esto se debe a que en caso de existir un desperfecto en alguna de las trampas, el recipiente tiene que soportar la presión de vapor con la cual trabaja la máquina.

Es el valor que debe utilizarse en las ecuaciones para el cálculo de las partes constitutivas de los recipientes sometidos a presión, dicho valor será el siguiente:

$$\text{Si } P_0 > 300 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_{M\acute{a}x} = 1,1 * P_0$$

$$\text{Si } P_0 \leq 300 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_{M\acute{a}x} = P_0 + 30 \text{ lb/pulg}^2$$

Donde P es la presión de diseño, y Po es la presión de operación.

$$\text{La presión de operación es: } P_0 = 14 \frac{kg}{cm^2} \approx 203,06 \text{Psi}$$

La presión de diseño mecánico es:

$$P = 203,06 \frac{lb}{pulg^2} + 30 \frac{lg}{pulg^2} = 233,06 \frac{lb}{pulg^2} \approx 16 \frac{kg}{cm^2}$$

$$P_{Mec} = 16 \frac{kg}{cm^2}$$

Al determinar la presión de diseño mecánico (P_{Mec}), debe tomarse en consideración la presión hidrostática debida a la columna del fluido que estemos manejando, si éste es líquido sobre todo en recipientes cilíndricos verticales.

En este caso particular se desprecia la presión por columna de líquido ya que la misma es insignificante en comparación con la presión de diseño.

Temperatura de trabajo: la temperatura de trabajo va a ser la que corresponde a la de la mezcla bifásica para $14 \frac{kg}{cm^2}$

Temp. Trabajo: 195°C

Producto: vapor flash de agua

3.3.2.3- Dimensionamiento del recipiente

En algunos casos, la sección de manejo de líquido del separador tendrá un tamaño basado en el tiempo de retención. El separador puede servir no sólo como un separador de fases sino también como un recipiente compensador de líquido, amortiguando las variaciones del flujo, de modo que los controles automáticos aguas abajo puedan operar con un mínimo de perturbación. Para el tiempo de residencia (retención) del líquido, hay tablas y reglas empíricas para el trabajo aproximado.

El método de diseño del recipiente que se desarrolla en este trabajo, se prioriza por el tiempo de residencia del vapor y el volumen requerido por el mismo. El tiempo de residencia del líquido es desestimado por la razón práctica que el condensado es extraído de manera continua por las trampas de vapor ubicadas en la parte baja del recipiente a presión.

Tiempo de residencia del vapor: Para los separadores líquido-vapor, éste suele expresarse en términos de velocidad máxima, la cual está relacionada con la diferencia en las densidades del líquido y del vapor. La ecuación estándar es:

$$u_{vm\acute{a}x} = k \sqrt{\frac{(\rho_l - \rho_v)}{\rho_v}}, \left[\frac{ft}{seg} \right]$$

dónde:

$$u_{vaporm\acute{a}x} = \text{velocidad}, \left[\frac{ft}{seg} \right]$$

$$\rho = \text{densidad del líquido o del vapor}, \left[\frac{lb}{ft^3} \right]$$

$K = \text{constante del sistema}$

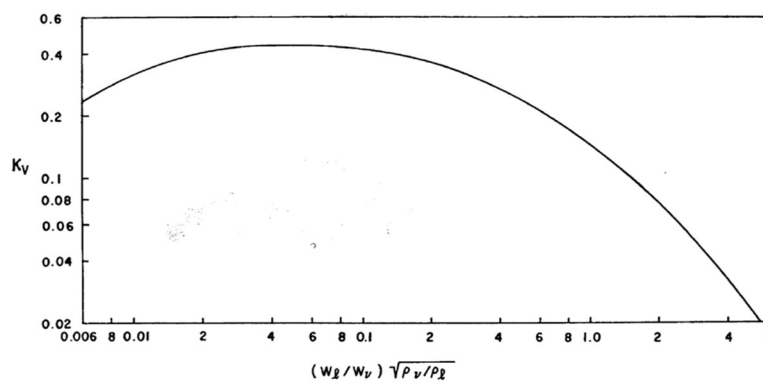


Figura 3.3.2.3.1

En la fig. 3.3.2.3.1 se relaciona el factor K para un recipiente vertical (K_v) con:

$f_s = \frac{W_l}{W_v} \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_l}}$, siendo f_s factor de separación de líquido-vapor, y W = caudal del líquido o del vapor.

La fig. 3.3.2.3.1 está basada en un 5% del líquido arrastrado en el vapor. Esto es adecuado para el diseño normal.

Datos y cálculos auxiliares: de tabla A-3 del Moran-Shapiro se obtuvieron los datos necesarios para el cálculo:

Tabla de propiedades del agua						
Presión		Entalpía(kJ/kg)		Temp °C	Densidad (kg/m³)	
bar	PSI	hf	hfg		líquido	vapor
3	43,51	561,47	2163,80	134	931,79	1,65
14	203,06	828,43	1960,90	195	870,64	6,93

Presión de diseño adoptada: $3 \frac{kg}{h}$

El caudal de condensado a $14 \frac{kg}{cm^2}$ que llega a la trampa de vapor es de $1221,35 \frac{kg}{h}$.

Mediante la expresión siguiente se obtiene el vapor flash originado por la depresión:

$$\%vaporflash = \frac{h_{f1} - h_{f2}}{h_{fg2}} = \frac{(828,43 - 561,47) \frac{kJ}{kg}}{2163,80 \frac{kJ}{kg}}$$

$$\%vaporflash = 12,3\%$$

Con el porcentaje de vapor flash generado, es posible obtener los caudales tanto máscicos, como volumétricos del vapor flash, propiamente dicho, y del líquido condensado:

$$\text{caudal máscico del condensado: } W_1 = 1221,35 \frac{kg}{h} * (1 - 0,123) = 1070,71 \frac{kg}{h}$$

caudal másico del vapor flash: $W_v = 1221,35 \frac{kg}{h} * 0,123 = 150,69 \frac{kg}{h}$

caudal volumétrico del condensado: $Q_l = \frac{W_l}{\rho_l} = \frac{1070,71 \frac{kg}{h}}{931,79 \frac{kg}{m^3}} = 1,15 \frac{m^3}{h}$

caudal volumétrico del vapor flash: $Q_v = \frac{W_v}{\rho_v} = \frac{150,69 \frac{kg}{h}}{1,65 \frac{kg}{m^3}} = 91,33 \frac{m^3}{h}$

3.3.2.3.1- Paso 1: factor de separación

El cálculo del factor de separación líquido-vapor se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$f_s = \left(\frac{W_l}{W_v} \right) \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_l}}$$

dónde:

$W_l =$ caudal del líquido

$\rho_l =$ densidad del líquido

reemplazando los valores obtenidos en

$$f_s = \left(\frac{W_l}{W_v} \right) \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_l}}$$

el factor de separación de líquido-vapor es

$$f_s = \left(\frac{1070,71 \frac{kg}{h}}{150,69 \frac{kg}{h}} \right) \sqrt{\frac{1,65 \frac{kg}{m^3}}{931,79 \frac{kg}{m^3}}}$$

$$f_s = 0,30$$

3.3.2.3.2- PASO 2: FACTOR DE VELOCIDAD DE DISEÑO

De la fig. 3.3.2.3.2.1, se halla el valor del factor de velocidad de diseño, el cual corresponde a $K_V = 0,30$

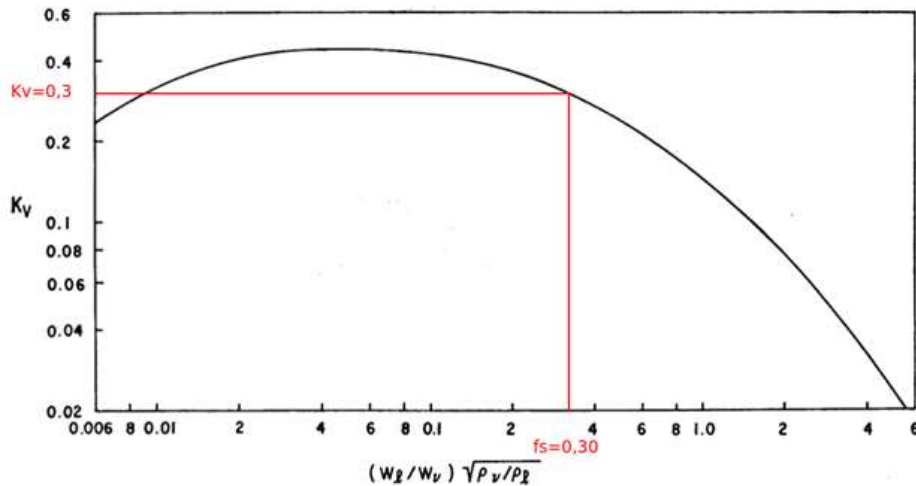


Figura 3.3.2.3.2.1

con el factor K_V se calcula la velocidad máxima del vapor de diseño:

$$u_{vm\acute{a}x} = K_V \sqrt{\frac{(\rho_l - \rho_v)}{\rho_v}}, \left[\frac{ft}{seg} \right]$$

$$u_{vm\acute{a}x} = 0,30 \sqrt{\frac{(931,79 - 1,65) \frac{kg}{m^3}}{1,65 \frac{kg}{m^3}}} = 7,12 \frac{ft}{seg}$$

$$u_{vm\acute{a}x} = 7,12 \frac{ft}{seg} \approx 2,17 \frac{m}{seg}$$

3.3.2.3.3- Paso 3: \u00e1rea seccional m\u00ednima del recipiente

El \u00e1rea seccional m\u00ednima del recipiente se halla de la siguiente manera:

$$A_{\min} = \frac{Q_v}{u_{v\max}}, \text{ donde } Q_{v\max} = \text{caudal del vapor en } \frac{m^3}{\text{seg}}$$

por lo tanto el Área mínima es igual a:

$$A_{\min} = \frac{\frac{91,33m^3}{h} * 1 \frac{h}{3600} \text{seg}}{7,12 \frac{ft}{\text{seg}} * 0,305 \frac{m}{ft}} \Rightarrow A_{\min} = 0,0117m^2$$

3.3.2.3.4- Paso 4: diámetro del recipiente

Se estable el diámetro del recipiente sobre la base de incremento de 6 pulgadas:

$$D_{\min} = \sqrt{4 \frac{A_{\min}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0117^2}{\pi}} = 0,122m$$

$D = D_{\min}$ a la siguiente medida 6 pulgadas mas grande.

$$D = 0,122m + 6 * 0,0254m = 0,2744m \approx 10,80\text{pulgadas}$$

se adopta el diámetro comercial próximo superior, $D=12$ pulgadas.

3.3.2.3.5- Paso 5: largo de recipiente

Para obtener el largo del recipiente usamos la relación recomendable: $3 \leq$

$$L/D \leq 5$$

$$L=60\text{pulgadas}=1,52m$$

selección de caño:

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt ² por metro lineal de tubería	
NPS	DN	(in.)	mm.	Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m		
in.	mm.			(in.)	(mm.)						
12	300	12.750	323.85	0.203	5.16	-	-	27.20	40.55	1.017	
				0.219	5.56	-	-	29.31	43.63		
				0.250	6.35	-	20	33.38	49.71		
				0.281	7.14	-	-	37.42	55.75		
				0.312	7.92	-	-	41.45	61.69		
				0.330	8.38	-	30	43.77	65.18		
				0.344	8.74	-	-	45.58	67.90		
				0.375	9.52	-	STD	49.52	73.78		
				0.406	10.31	-	40	53.52	79.70		
				0.438	11.13	-	-	57.59	85.82		
				0.500	12.70	-	XS	65.42	97.43		
				0.562	14.27	-	60	73.15	108.92		
				0.688	17.28	-	80	88.63	132.04		
				0.844	21.44	-	100	107.32	159.86		
				1.000	25.40	-	XXS	120	125.49		186.91
				1.125	28.57	-	-	140	139.68		208.00
1.312	33.32	-	-	160	160.27	238.68					

Figura 3.3.2.3.5.1

El material del caño debe ser de acero al carbono fabricado bajo la normativa ASTM A53. Estos tubos son aptos para soldadura, como también operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	12 pulgadas
Diámetro exterior	323,8 mm
Espesor	5,16 mm
Largo	1,52 m
Condiciones extremos	Biselados para el soldado de cabezales
Cantidad	1

En la sección **3.3.2.4.- Cálculo envolvente**, se fundamenta el cálculo del espesor seleccionado.

3.3.2.3.6- Paso 6: cálculo de diámetro y espesor de cañería de entrada de condensado a tanque flash

3.3.2.3.6.1- Cálculo de Diámetro

El diámetro de la entrada se estima en base a los siguientes criterios de velocidad, recomendados por Rules of Thumb for Chemical Engineers escrito por Carl R. Branan, Tomo IV, pág 145.

$$(u_{\max})_{\text{diámetro entrada}} = \frac{100}{\sqrt{\rho_{\text{mezcla}}}}$$

$$(u_{\min})_{\text{diámetro entrada}} = \frac{60}{\sqrt{\rho_{\text{mezcla}}}}$$

$$\rho_{\text{mezcla}} = \frac{W_l + W_v}{Q_l + Q_v}$$

siendo:

W_l = caudal másico líquido

W_v = caudal másico vapor

Q_l = caudal volumétrico líquido

Q_v = caudal volumétrico vapor

ρ_{mezcla} = densidad de la mezcla líquido – vapor

$$\rho_{\text{mezcla}} = \frac{(1070,71 + 150,69) \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{(1,15 + 91,33) \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 13,21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{mezcla}} = \frac{13,21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{16,018 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{\text{ft}^3}{\text{lb}}} = 0,825 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$(u_{\max})_{\text{diámentrada}} = \frac{100}{\sqrt{0,825 \frac{lb}{ft^3}}} = 110,13 \frac{ft}{seg} \approx 33,57 \frac{m}{seg}$$

$$(u_{\min})_{\text{diámentrada}} = \frac{60}{\sqrt{0,825 \frac{lb}{ft^3}}} = 66,08 \frac{ft}{seg} \approx 20,14 \frac{m}{seg}$$

las aproximaciones del diámetro de entrada al tanque son:

$$\Phi_{\text{entradamin}} = \sqrt{\frac{(Q_l + Q_v) * 4}{3600 \frac{seg}{h} u_{\max} * \pi}} = \sqrt{\frac{\left(1,15 \frac{m^3}{h} + 91,33 \frac{m^3}{h}\right) * 4}{3600 \frac{seg}{h} \pi * 33,57 \frac{m}{seg}}} = 0,031m$$

$$\Phi_{\text{entradamás}} = \sqrt{\frac{(Q_l + Q_v) * 4}{3600 \frac{seg}{h} u_{\min} * \pi}} = \sqrt{\frac{\left(1,15 \frac{m^3}{h} + 91,33 \frac{m^3}{h}\right) * 4}{3600 \frac{seg}{h} 20,14 \frac{m}{seg} * \pi}} = 0,040m$$

por lo que se adopta el mayor diámetro:

$\Phi_{\text{entrada}} = 0,040m \approx 1,57\text{pulg}$, la medida comercial próxima superior corresponde a 2 pulgadas de diámetro.

selección del caño

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt ² por metro lineal de tubería
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	0.067
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	
2-1/2	65	2.875	73.03	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	0.229
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	
				0.375	9.52	...	160			
				0.552	14.02	XXS	-			
3	80	3.500	88.90	0.125	3.18	...	-	4.51	6.72	0.279
				0.156	3.96	...	-	5.57	8.29	
				0.188	4.78	...	-	6.65	9.92	
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	
				0.250	6.35	...	-	8.68	12.93	
				0.281	7.14	...	-	9.66	14.40	
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	

Figura 3.3.2.3.6.1.1

El material del caño elegido es acero al carbono construido bajo la normativa ASTM A53. Estos tubos son aptos para soldadura, como también operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

3.3.2.3.6.2- Cálculo de espesor

Las cañerías que se calcularán en este punto y en los siguientes, se realizan conforme las normativas del código ANSI B31.1.

Para el caso de cañerías rectas sometidas a presión interna se puede calcular el espesor mínimo de la misma por aplicación de la ecuación siguiente, siempre que la relación entre el diámetro de la cañería y el espesor de la misma sea mayor a 6.

La ecuación incluye un factor Y que varía con el tipo de material y la temperatura; considera la redistribución circunferencial de los esfuerzos que ocurren bajo las condiciones de operación en estado estacionario, lo que permite una disminución del espesor en ese rango.

$$t_m = \frac{P * D_0}{2(SE + PY)} + C$$

donde (en unidades consistentes):

P = presión de diseño [psi/in²]

D₀ = diámetro externo de la cañería [in]

C = suma de las tolerancias por corrosión, erosión y la profundidad del roscado o ranurado [in]. Para cañerías roscadas la profundidad es h de la norma ANSI B2.1, y para cañerías ranuradas la profundidad es el espesor removido (más 1/64 pulgadas cuando no se especifica tolerancia).

SE = tensión admisible (ver Figura 3.3.2.3.6.2.1) [psi/in²]

S = tensión admisible básica para materiales, excluyendo, juntas, o factores de calidad de grado estructural. [psi/in²]

E = factor de calidad. El factor de calidad E es uno de los productos de mas de uno de los

siguientes factores de calidad: factor de calidad de colada E_c, factor de calidad de unión E_j (ver Figura 3.3.2.3.6.2.2), factor de calidad de grado estructural E_s de 0.92.

Y = coeficiente con valores dados en la Figura 3.3.2.3.6.2.3. Para materiales ferrosos dúctiles; se debe considerar el valor de 0,4 para materiales dúctiles no ferrosos y cero para materiales frágiles tales como el hierro colado .

t_m = espesor mínimo requerido en pulgadas, al cual se deben adicionar las tolerancias de fabricación cuando se especifica el espesor de la cañería en las órdenes de compra.

$$\text{Presión diseño: } 16 \frac{kg}{cm^2} \approx 232 \text{ psi}$$

$$\text{Diámetro exterior cañería: } D_0 = 2,375 \text{ inch}$$

$$\text{Tensión admisible caño: } S = 48000 \text{ psi/inch}^2$$

$$\text{Factor soldadura caño: } E = 0,85$$

$$\text{Coeficiente: } Y = 0,4$$

$$\text{Tolerancia por corrosión: } C = 0,118 \text{ inch}$$

TABLA 6-37 Esfuerzos permisibles en tensión para materiales (4, 13, 28)*

Las especificaciones son ASTM, a menos que se indique otra cosa. Los números entre paréntesis se refieren a las notas al final de la tabla.

Material	Especificación	No. P (23)	Grado	Clase	Factor, E	Resistencia mínima a la tensión, kip/in ²	Límite elástico mínimo, kip/in ²	Notas	Temperatura mínima (18)	Temperatura mínima a 100	200	300	400	500	600	650
Hierro																
Tubería colada centrifugante																
	FS-WW-F421c	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	AWWA C108	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	AWWA C108	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Acero al carbono																
Tubo y tubería sin costura																
A53	1	A	...	Tipo S	...	48.0	30.0	1, 2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
A53	1	B	...	Tipo S	...	60.0	35.0	1, 2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A106	1	A	...	...	...	60.0	30.0	2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
A106	1	B	...	...	...	60.0	35.0	2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A106	1	C	...	...	...	70.0	40.0	2	-20	23.3	23.3	22.9	21.6	19.7	19.4	19.4
A120	1	...	...	...	...	...	...	21	-20	12.0	11.4	...	...	...	...	...
A333	1	...	...	...	...	55.0	30.0	1, 2	-50	18.3	18.3	17.7	17.2	16.2	14.8	14.5
A333	1	6	...	...	...	60.0	35.0	1, 2	-50	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
API 5L	1	A	...	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5	14.5
API 5L	1	B	...	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
API 5LX	SP2	X42	...	...	...	60.0	42.0	37, 38	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
API 5LX	SP3	X46	...	...	...	63.0	46.0	37, 38	-20	21.0	21.0	21.0	21.0	19.7	19.4	19.4
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	66.0	52.0	37, 38	-20	22.0	22.0	22.0	22.0	20.4	20.4	20.4
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	72.0	52.0	37, 38	-20	24.0	24.0	24.0	24.0	20.4	20.4	20.4
Tubería soldada con resistencia eléctrica																
A53	1	A	...	Tipo E	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3
A53	1	B	...	Tipo E	0.85	60.0	35.0	1, 2	-20	16.2	16.2	16.2	16.2	15.0	14.5	14.5
A120	1	A	...	...	...	...	...	21	-20	10.2	9.7	...	...	...	...	...
A120	1	B	...	...	...	...	...	21	-20	12.8	12.3	11.8	11.3	10.6	10.1	10.1
A135	1	A	...	...	...	46.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3
A135	1	B	...	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
A135	1	6	...	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	15.6	14.6	14.6	13.8	12.6	12.3	12.3
A333	1	1	...	...	...	55.0	30.0	1, 2	-50	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
A333	1	6	...	...	...	60.0	35.0	1, 2	-50	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
A587	1	...	...	...	...	...	...	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3
API 5L	1	A	...	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	12.8	12.8	12.3	11.8	11.3	10.6	10.1
API 5L	1	A25	...	1 y II	0.85	45.0	25.0	1, 2	-20	12.8	12.8	12.3	11.8	11.3	10.6	10.1
API 5L	1	B	...	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	15.6	15.6	15.6	15.6	14.6	13.2	12.6
API 5L	1	A	...	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3
API 5L	1	B	...	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
API 5L	SP2	X42	...	...	...	60.0	42.0	37, 38	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
API 5LX	SP3	X46	...	...	...	63.0	46.0	37, 38	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	66.0	52.0	37, 38	-20	18.7	18.7	18.7	18.7	17.7	16.3	15.7
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	72.0	52.0	37, 38	-20	20.4	20.4	20.4	20.4	19.4	18.0	17.4

Figura 3.3.2.3.6.2.1

Tabla 6-37, pág. 6-84 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

No.	Tipo de junta	Tipo de costura	Examen	Factor E _t	
1	Soldado a tope, continuo	Recta	Como se requiera en las especificaciones	0.60	
2	Soldado por resistencia eléctrica	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.85	
3	Soldado por fusión eléctrica				
a.	Soldado simple a tope (con o sin relleno metálico)	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones o en este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3, párrafo 336.4.5	0.80 0.90 1.00	
b.	Doble soldado a tope (con o sin relleno metálico)	Recta o espiral (excepto para lo establecido en 4b)	Como se requiera en las especificaciones o en este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3 párrafo 336.4.5	0.85 0.90 1.00	
4	Por especificaciones concretas				
a.	ASTM A211	Como se permite en especificaciones	Espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.75
b.	Soldado de tubería por arco doblemente inmerso, por API 5L o 5LX	Recta con una o dos costuras	Como se requiera en las especificaciones adicionando examen por radiografía para longitudes de 200 mm (8 in) en cada extremo.	0.95	

FIG. 6-126 Factor E_t de unión longitudinal y junta soldada en espiral. NOTA: No está permitido incrementar el factor de calidad de la junta por un examen adicional para juntas 1, 2 y 4a (Extractada de ANSI B31.3-1986, con autorización del editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.)

Figura 3.3.2.3.6.2.2

Tabla 6-37, pág. 6-90 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

TABLA 6-38 Valores de coeficiente Y cuando t es menor que D/6*

Materiales	Temperaturas, °C (°F)					
	485 (900) y menores	510 (950)	540 (1000)	560 (1050)	595 (1100)	620 (1150) y mayores
Aceros ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Aceros austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Otros metales dúctiles	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Hierro colado	0.0	...	...	...	...	...

*Extractada de ANSI B31.3-1980, con permiso de su editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.

Figura 3.3.2.3.6.2.3

Tabla 6-38, pág. 6-91 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

por lo que el espesor mínimo necesario es:

$$t_m = \frac{P * D_0}{2(SE + PY)} + C$$

$$t_m = \frac{232 \frac{ft}{inch^2} * 2,375inch}{2 \left(48000 \frac{ft}{inch^2} * 0,85 + 232 \frac{ft}{inch^2} * 0,4 \right)} + 0,118inch$$

$$t_m = 0,125inch \approx 3,17mm$$

se adopta el diámetro próximo superior, según se seleccionó en Fig. 3.3.2.3.6.1.1, correspondiente a $0,154inch \approx 3,91mm$

Confirmación de aplicación del método de cálculo:

$\frac{\Phi_{exterior}}{espesor} > 6 \Rightarrow \frac{2,375inch}{0,154inch} = 15,42 > 6$ por lo tanto el método es correctamente aplicable.

Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	2 pulgadas
Identificación	Schedule 40
Largo	127 mm
Condiciones extremos	En sus dos extremos biselados, en uno de ellos se suelda un codo y en el otro una brida de cuello soldable (welding neck)
Cantidad	1

3.3.2.3.7- Paso 7: cálculo de diámetro y espesor en cañería de salida del vapor flash

3.3.2.3.7.1- Cálculo de diámetro

Cañería en la salida del vapor flash:

$$\Phi_{salidavaporflas} = \sqrt{\frac{Q_v * 4}{V_{vapor} * \pi}}$$

adoptando una velocidad de vapor en la salida del tanque de 20 m/s:

$$\Phi_{salidavaporflash} = \sqrt{\frac{91,33 \frac{m^3}{h} * 4}{\pi * 20 \frac{m}{seg} * 3600 \frac{Seg}{h}}} = 0,040m \approx 1,57 \text{ pulg}$$

se adopta el diámetro comercial próximo superior que corresponde a 2 pulgadas.

Selección del caño:

Diámetro Nominal NPS Pulgadas in.		Diámetro Exterior Real (in.) mm.		Espesor de Pared Pulgadas (in.) Milímetros (mm.)		Identificación Weight Class Schedule		Peso del Tubo lb/pie kg/m		Área de La Superficie Exterior en m ² por metro lineal de tubería
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	
2-1/2	65	2.875	73.03	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	0.229
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	
				0.375	9.52	...	160			
				0.552	14.02	XXS	-			
3	80	3.500	88.90	0.125	3.18	...	-	4.51	6.72	0.279
				0.156	3.96	...	-	5.57	8.29	
				0.188	4.78	...	-	6.65	9.92	
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	
				0.250	6.35	...	-	8.68	12.93	
				0.281	7.14	...	-	9.66	14.40	
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	

Figura 3.3.2.3.7.1.1

El material del caño elegido es acero al carbono construido bajo la normativa ASTM A53, Grado A. Estos tubos son aptos para soldadura, como también operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

3.3.2.3.7.2- Cálculo del espesor

El valor que debe utilizarse en las ecuaciones para el cálculo de las partes constitutivas de los recipientes sometidos a presión, es el siguiente:

$$\text{Si } P_0 > 300 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_{M\acute{a}x} = 1,1 * P_0$$

$$\text{Si } P_0 \leq 300 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_{M\acute{a}x} = P_0 + 30 \text{ lb/pulg}^2$$

Donde P es la presión de diseño, y P₀ es la presión de operación.

La presión de operación es: $P_0 = 3 \frac{kg}{cm^2} \approx 43,51 Psi$

$$P = 43,51 \frac{lb}{pulg^2} + 30 \frac{lg}{pulg^2} = 73,51 \frac{lb}{pulg^2} \approx 5 \frac{kg}{cm^2}$$

Presión diseño: $5 \frac{kg}{cm^2} \approx 73,5 psi$

Diámetro exterior cañería: $D_0 = 2,375 inch$

Tensión admisible caño: $S = 48000 psi/inch^2$

Factor soldadura caño: $E = 0,85$

Coefficiente: $Y = 0,4$

Tolerancia por corrosión: $C = 0,118 inch$

TABLA 6-37 Esfuerzos permisibles en tensión para materiales (4, 13, 29)*

Las especificaciones son ASTM, a menos que se indique otra cosa. Los números entre paréntesis se refieren a las notas al final de la tabla.

Material	Especificación	No. P (23)	Grado	Clase	Factor, E	Resistencia mínima a la tensión, kip/in ²	Límite elástico mínimo, kip/in ²	Notas	Temperatura mínima (18)	Temperatura mínima a 100	200	300	400	500	600	650
Hierro																
Tubería colada centrifugante																
	FS-WW P421c	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6,0	6,0	6,0	6,0			
	AWWA C106	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6,0	6,0	6,0	6,0			
	AWWA C108	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6,0	6,0	6,0	6,0			
Acero al carbono																
Tubo y tubería sin costuras																
A53	1	A		Tipo S	...	48,0	30,0	1, 2	-20	16,0	16,0	16,0	16,0	14,8	14,5	
A53	1	B		Tipo S	...	60,0	35,0	1, 2	-20	20,0	20,0	20,0	18,9	17,3	17,0	
A106	1	A			...	60,0	30,0	2	-20	16,0	16,0	16,0	16,0	14,8	14,5	
A106	1	B			...	60,0	35,0	2	-20	20,0	20,0	20,0	18,9	17,3	17,0	
A106	1	C			...	70,0	40,0	2	-20	23,3	23,3	22,9	21,6	19,7	19,4	
A120	1	...	...	...	...	...	...	...	-20	12,0	11,4					
A333	1	E			...	55,0	30,0	1, 2	-50	16,3	16,3	17,7	17,2	16,2	14,8	14,5
A333	1	F			...	60,0	35,0	2	-50	20,0	20,0	20,0	18,9	17,3	17,0	
A333	1	G			...	60,0	30,0	1, 2	-20	16,0	16,0	16,0	16,0	14,8	14,5	
API 5L	1	B			...	60,0	35,0	1, 2	-20	20,0	20,0	20,0	18,9	17,3	17,0	
API 5L X	SP2	X42			...	60,0	42,0	37, 38	-20	20,0	20,0	20,0	18,9	17,3	17,0	
API 5L X	SP3	X46			...	63,0	46,0	37, 38	-20	21,0	21,0	21,0	21,0			
API 5L X	SP3	X52			...	66,0	52,0	37, 38	-20	22,0	22,0	22,0	22,0			
API 5L X	SP3	X52			...	72,0	52,0	37, 38	-20	24,0	24,0	24,0	24,0			
Tubería soldada con resistencia clásica																
A53	1	A		Tipo B	0,85	48,0	30,0	1, 2	-20	13,6	13,6	13,6	13,6	12,6	12,3	
A53	1	B		Tipo B	0,85	60,0	37,0	1, 2	-20	17,0	17,0	17,0	16,1	14,7	14,5	
A120	1	A'			0,85	...	...	...	-20	10,2	9,7					
A120	1	B			0,85	48,0	30,0	1, 2	-20	13,6	13,6	13,6	13,6	12,6	12,3	
A135	1	A			0,85	60,0	35,0	1, 2	-20	17,0	17,0	17,0	16,1	14,7	14,5	
A135	1	B			0,85	60,0	40,0	1, 2	-20	15,6	15,6	14,6	14,6	13,8	12,6	12,3
A333	1	E			0,85	55,0	30,0	1, 2	-50	17,0	17,0	17,0	16,1	14,7	14,5	
A333	1	F			0,85	60,0	35,0	2	-50	13,6	13,6	13,6	13,6	12,6	12,3	
A333	1	G			0,85	60,0	30,0	1, 2	-20	12,8	12,3	11,8				
API 5L	1	A25		I y II	0,85	45,0	25,0	1, 2	-20	12,8	12,8	11,8				
API 5L	1	A			0,85	60,0	30,0	1, 2	-20	13,6	13,6	13,6	13,6	12,6	12,3	
API 5L	1	B			0,85	60,0	35,0	1, 2	-20	17,0	17,0	17,0	16,1	14,7	14,5	
API 5L X	SP2	X42			0,85	60,0	42,0	37, 38	-20	17,0	17,0	17,0	16,1	14,7	14,5	
API 5L X	SP3	X46			0,85	63,0	46,0	37, 38	-20	17,9	17,9	17,9	17,9			
API 5L X	SP3	X52			0,85	66,0	52,0	37, 38	-20	18,7	18,7	18,7	18,7			
API 5L X	SP3	X52			0,85	72,0	52,0	37, 38	-20	20,4	20,4	20,4	20,4			

Figura 3.3.2.3.7.2.1

Tabla 6-37, pág. 6-84 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

No.	Tipo de junta	Tipo de costura	Examen	Factor E_j	
1	Soldado a tope, continuo	Recta	Como se requiera en las especificaciones	0.60	
2	Soldado por resistencia eléctrica	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.85	
3	Soldado por fusión eléctrica				
	a. Soldado simple a tope (con o sin relleno metálico)	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones o en este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3, párrafo 336.4.5	0.80 0.90 1.00	
	b. Doble soldado a tope (con o sin relleno metálico)	Recta o espiral (excepto para lo establecido en 4b)	Como se requiera en las especificaciones o este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3 párrafo 336.4.5	0.85 0.90 1.00	
4	Por especificaciones concretas				
	a. ASTM A211	Como se permite en especificaciones	Espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.75
	b. Soldado de tubería por arco doblemente invertido, por API 5L o 5LX	Recta con una o dos costuras	Como se requiera en las especificaciones adicionalmente examen por radiografía para longitudes de 200 mm (8 in) en cada extremo.	0.95	

FIG. 6-126 Factor E_j de unión longitudinal y junta soldada en espiral. NOTA: No está permitido incrementar el factor de calidad de la junta por un examen adicional para juntas 1, 2 y 4a (Extractada de ANSI B31.3-1980, con autorización del editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.)

Figura 3.3.2.3.7.2.2

Tabla 6-37, pág. 6-90 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

TABLA 6-38 Valores de coeficiente Y cuando t es menor que $D/6$ *

Materiales	Temperaturas, °C (°F)					
	485 (900) y menores	510 (950)	540 (1000)	560 (1050)	595 (1100)	620 (1150) y mayores
Aceros ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Aceros austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Otros metales dúctiles	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Hierro colado	0.0	...	...	...	...	...

*Extractada de ANSI B31.3-1980, con permiso de su editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.

Figura 3.3.2.3.7.2.3

Tabla 6-38, pág. 6-91 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

por lo que el espesor mínimo necesario es:

$$t_m = \frac{P * D_0}{2(SE + PY)} + C$$

$$t_m = 0,12inch \approx 3,05mm$$

se adopta el diámetro próximo superior, según se seleccionó en Figura 3.3.2.3.7.1.1, correspondiente a $0,154inch \approx 3,91mm$

Confirmación de aplicación de método de cálculo:

$$\frac{\Phi_{exterior}}{espesor} > 6 \Rightarrow \frac{2,375inch}{0,54inch} = 15,42 > 6 \text{ por lo tanto el método es correctamente}$$

aplicable.

Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	2 pulgadas
Identificación	Schedule 40
Largo	100 mm
Condiciones extremos	En uno de los extremos refrentado, y en el otro biselado para soldar brida de cuello soldable (welding neck)
Cantidad	1

3.3.2.3.8- Paso 8: cálculo de diámetro y espesor en cañería de salida de condensado

3.3.2.3.8.1- Cálculo de diámetro

Cañería en la salida del condensado residual:

$$\Phi_{salidacondensado} = \sqrt{\frac{Q_l * 4}{\pi * V_{vapor}}}$$

considerando que entre el tanque flash y el purgador circula agua en estado líquido, se adopta una velocidad de flujo de 1 m/s

$$\Phi_{salidacondensado} = \sqrt{\frac{1,15 \frac{m^3}{h} * 4}{\pi * 1 \frac{m}{seg} * 3600 \frac{Seg}{h}}} = 0,020m \approx 0,79 \text{ pulg}$$

se adopta el diámetro comercial próximo superior de 1 pulgadas.

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt ² por metro lineal de tubería
NPS	DN	(in.)	mm.	Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
Pulgadas in.	Milímetros mm.			(in.)	(mm.)					
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	0.067
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	

Figura 3.3.2.3.8.1.1

El material del caño debe ser de acero al carbono fabricado bajo la normativa ASTM A53. Estos tubos son aptos para soldadura, como también operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

3.3.2.3.8.2- Cálculo del espesor

Presión diseño: $5 \frac{kg}{cm^2} \approx 73,5psi$

Diámetro exterior cañería: $D_0 = 1,315inch$

Tensión admisible caño: $S = 48000 psi/inch^2$

Factor soldadura caño: $E = 0,85$

Coefficiente: $Y = 0,4$

Tolerancia por corrosión: $C = 0,110inch$

TABLA 6-37 Esfuerzos permisibles en tensión para materiales (4, 13, 28)*

Las especificaciones son ASTM, a menos que se indique otra cosa. Los números entre paréntesis se refieren a las notas al final de la tabla.

Material	Especificación	No. P (23)	Grado	Clase	Factor, E	Resistencia mínima a la tensión, kip/in ²	Límite elástico mínimo, kip/in ²	Notas	Temperatura mínima (18)	Temperatura mínima a 100	200	300	400	500	600	650
Hierro	Tubería colada centrifugada															
	FS-WW-P421c	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0			
	AWWA C106	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0			
	AWWA C108	...	...	...	...	...	...			
Acero al carbono	Tubo y tubería sin costura															
	A53	1	A	Tipo S	...	48.0	30.0	1, 2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
	A53	1	B	Tipo S	...	60.0	35.0	1, 2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
	A106	1	A	...	...	48.0	30.0	2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
	A106	1	B	...	...	60.0	35.0	2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
	A106	1	C	...	...	70.0	40.0	2	-20	23.3	23.3	22.9	21.6	19.7	19.4	
	A120	1	...	...	...	...	...	21	-20	12.0	11.4					
	A333	1	1	...	...	55.0	30.0	1, 2	-50	18.3	18.3	17.7	17.2	16.2	14.8	14.5
	A333	1	6	...	...	60.0	35.0	2	-50	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
	API 5L	1	A	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
	API 5L	1	B	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
	API 5LX	SP2	X42	...	...	60.0	42.0	37, 38	-20	20.0	20.0	20.0	20.0			
	API 5LX	SP3	X46	...	...	63.0	46.0	37, 38	-20	21.0	21.0	21.0	21.0			
	API 5LX	SP3	X52	...	...	66.0	52.0	37, 38	-20	22.0	22.0	22.0	22.0			
	API 5LX	SP3	X52	...	...	72.0	52.0	37, 38	-20	24.0	24.0	24.0	24.0			
Tubería soldada con resistencia eléctrica																
	A53	1	A	Tipo E	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3
	A53	1	B	Tipo E	0.85	60.0	35.0	1, 2	-20	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	16.3	14.6
	A120	1	A	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	10.2	9.7					
	A135	1	A	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3
	A135	1	B	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5	
	A333	1	1	...	...	55.0	30.0	1, 2	-50	15.6	15.6	14.8	14.8	13.8	12.6	12.3
	A333	1	6	...	...	60.0	35.0	2	-50	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
	A587	1	C	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	
	API 5L	1	A25	I y II	0.85	45.0	25.0	1, 2	-20	12.8	12.8	12.3	11.8			
	API 5L	1	A	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3
	API 5L	1	B	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
	API 5L	SP2	X42	...	...	60.0	42.0	37, 38	-20	17.0	17.0	17.0	17.0			
	API 5LX	SP3	X46	...	...	63.0	46.0	37, 38	-20	17.9	17.9	17.9				
	API 5LX	SP3	X52	...	...	66.0	52.0	37, 38	-20	18.7	18.7	18.7	18.7			
	API 5LX	SP3	X52	...	...	72.0	52.0	37, 38	-20	20.4	20.4	20.4	20.4			

Figura 3.3.2.3.8.2.1

Tabla 6-37, pág. 6-84 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.





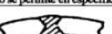

No.	Tipo de junta	Tipo de costura	Examen	Factor E _j
1	Soldado a tope, continuo 	Recta	Como se requiera en las especificaciones	0.60
2	Soldado por resistencia eléctrica 	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.85
3	Soldado por fusión eléctrica			
	a. Soldado simple a tope (con o sin relleno metálico) 	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones o en este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3, párrafo 336.4.5	0.80 0.90 1.00
	b. Doble soldado a tope (con o sin relleno metálico) 	Recta o espiral (excepto para lo establecido en 4b)	Como se requiera en las especificaciones o en este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3 párrafo 336.4.5	0.85 0.90 1.00
4	Por especificaciones concretas			
	a. ASTM A211 	Espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.75
	b. Soldado de tubería por arco doblamiento inmerso, por API 5L o 5LX 	Recta con una o dos costuras	Como se requiera en las especificaciones adicionalmente examen por radiografía para longitudes de 200 mm (8 in) en cada extremo.	0.95

FIG. 6-126 Factor E_j de unión longitudinal y junta soldada en espiral. NOTA. No está permitido incrementar el factor de calidad de la junta por un examen adicional para juntas 1, 2 y 4a (Extractada de ANSI B31.3-1980, con autorización del editor American Society of Mechanical Engineers, New York.)

Figura 3.3.2.3.8.2.2

Tabla 6-37, pág. 6-90 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

TABLA 6-38 Valores de coeficiente Y cuando t es menor que $D/6^*$

Materiales	Temperaturas, °C (°F)					
	485 (900) y menores	510 (950)	540 (1000)	560 (1050)	595 (1100)	620 (1150) y mayores
Aceros ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Aceros austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Otros metales dúctiles	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Hierro colado	0.0	...	...	...	...	...

*Extractada de ANSI B31.3-1980, con permiso de su editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.

Figura 3.3.2.3.8.2.3

Tabla 6-37, pág. 6-90 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

por lo que el espesor mínimo necesario es:

$$t_m = \frac{P * D_0}{2(SE + PY)} + C$$

$$t_m = \frac{73,5 \frac{ft}{inch^2} * 1,315inch}{2 \left(48000 \frac{ft}{inch^2} * 0,85 + 73,5 \frac{ft}{inch^2} * 0,4 \right)} + 0,110inch$$

$$t_m = 0,111inch \approx 2,82mm$$

se adopta el diámetro próximo superior, según se seleccionó en Figura 3.3.2.3.8.1.1, por lo que que el espesor es $0,133inch \approx 3,38mm$

Conformación de aplicación de método de cálculo:

$$\frac{\Phi_{exterior}}{espesor} > 6 \Rightarrow \frac{1,315inch}{0,133inch} = 9,89 > 6 \text{ por lo tanto el método es correctamente}$$

aplicable.

Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	1 pulgadas
Identificación	Schedule 40
Largo	100 mm
Condiciones extremos	En uno de sus dos extremos refrentado, en el otro extremo, roscado según norma ANSI B1.20.1
Cantidad	1

3.3.2.3.9- Paso 9: cálculo de diámetro y espesor en cañería de desagote

3.3.2.3.9.1- Cálculo de diámetro

Cañería en la salida del condensado residual:

$$\Phi_{salidacondensado} = \sqrt{\frac{Q_l * 4}{\pi * V_{vapor}}}$$

considerando que entre el tanque flash y el purgador circula agua en estado líquido, se adopta una velocidad de flujo de 1 m/s

$$\Phi_{salidacondensado} = \sqrt{\frac{1,15 \frac{m^3}{h} * 4}{\pi * 1 \frac{m}{seg} * 3600 \frac{Seg}{h}}} = 0,020m \approx 0,79 \text{ pulg}$$

se adopta el diámetro comercial próximo superior de 1 pulgadas.

Diámetro Nominal NPS Pulgadas in.		Diámetro Exterior Real (in.) mm.		Espesor de Pared Pulgadas (in.) Milímetros (mm.)		Identificación Weight Class Schedule		Peso del Tubo lb/pie kg/m		Área de La Superficie Exterior en mt2 por metro lineal de tubería
1/2	15	0.840	21.3	0.109 0.147	2.77 3.73	STD XS	40 80	0.85 1.09	1.27 1.62		0.067
3/4	20	1.050	26.7	0.113 0.154	2.87 3.91	STD XS	40 80	1.13 1.47	1.69 2.20	0.084
1	25	1.315	33.4	0.133 0.179	3.38 4.55	STD XS	40 80	1.68 2.17	2.50 3.24	0.105
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140 0.191	3.56 4.85	STD XS	40 80	2.27 3.00	3.39 4.47	0.132
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145 0.200	3.68 5.08	STD XS	40 80	2.72 3.63	4.05 5.41	0.152
2	50	2.375	60.3	0.154 0.218	3.91 5.54	STD XS	40 80	3.65 5.02	5.44 7.48	0.190

Figura 3.3.2.3.9.1.1

El material del caño debe ser de acero al carbono fabricado bajo la normativa ASTM A53. Estos tubos son aptos para soldadura, como también operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

3.3.2.3.9.2- Cálculo del espesor

$$\text{Presión diseño: } 5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \approx 73,5 \text{ psi}$$

$$\text{Diámetro exterior cañería: } D_0 = 1,315 \text{ inch}$$

$$\text{Tensión admisible caño: } S = 48000 \text{ psi/inch}^2$$

$$\text{Factor soldadura caño: } E = 0,85$$

$$\text{Coeficiente: } Y = 0,4$$

$$\text{Tolerancia por corrosión: } C = 0,110 \text{ inch}$$

TABLA 6-37 Eufuerzos permisibles en tensión para materiales (4, 13, 28)*

Las especificaciones son ASTM, a menos que se indique otra cosa. Los números entre paréntesis se refieren a las notas al final de la tabla.

Material	Especificación	No. P (2)	Grado	Clase	Factor, E	Resistencia mínima a la tensión, kip/in²	Límite elástico mínimo, kip/in²	Notas	Temperatura mínima (18)	Temperatura mínima a 100	200	300	400	500	600	650
Hierro																
Tabereta colada centrifugamente																
	PS-WW P21c	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	AWWA C108	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	AWWA C108	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Acero al carbono																
Tubo y tabereta sin costura																
A53	1	A	...	Tipo S	...	48.0	30.0	1.2	-20	18.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
A53	1	B	...	Tipo S	...	60.0	35.0	1.2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A106	1	A	...	...	...	48.0	30.0	1.2	-20	18.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
A106	1	B	...	...	...	60.0	35.0	1.2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A106	1	C	...	...	...	70.0	40.0	2	-20	23.3	23.3	22.9	21.6	19.7	19.4	
A120	1	...	...	...	...	...	...	...	-20	...	...	...	...	...	...	...
A333	1	...	...	...	...	55.0	30.0	21	-20	12.0	11.4	17.7	17.2	16.2	14.8	14.5
A333	1	A	...	...	...	60.0	35.0	2	-50	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A333	1	B	...	...	...	60.0	35.0	2	-50	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
API 5L	1	A	...	...	...	48.0	30.0	1.2	-20	18.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
API 5L	1	B	...	...	...	60.0	35.0	1.2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
API 5LX	SP2	X42	...	...	...	60.0	42.0	37.38	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
API 5LX	SP3	X46	...	...	...	63.0	46.0	37.38	-20	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	60.0	52.0	37.38	-20	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	72.0	52.0	37.38	-20	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Tabereta soldada con resistencia eléctrica																
A53	1	A	...	Tipo E	0.85	48.0	30.0	1.2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3
A53	1	B	...	Tipo E	0.85	60.0	35.0	1.2	-20	15.6	15.6	15.6	15.6	14.6	14.3	14.3
A120	1	...	...	...	...	...	...	...	-20	19.2	19.2	19.2	19.2	18.2	17.9	17.9
A135	1	A	...	0.85	48.0	30.0	1.2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3	12.3
A135	1	B	...	0.85	60.0	35.0	1.2	-20	15.6	15.6	15.6	15.6	14.6	14.3	14.3	14.3
A333	1	...	...	0.85	60.0	35.0	1.2	-20	15.6	15.6	15.6	15.6	14.6	14.3	14.3	14.3
A333	1	...	...	0.85	50.0	30.0	1.2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3	12.3
A537	1	...	...	0.85	48.0	30.0	1.2	-20	12.8	12.8	12.8	12.8	11.8	11.8	11.8	11.8
API 5L	1	A25	...	1 y II	...	45.0	30.0	1.2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3
API 5L	1	A	...	...	...	48.0	30.0	1.2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3
API 5L	1	B	...	...	...	60.0	35.0	1.2	-20	15.6	15.6	15.6	15.6	14.6	14.3	14.3
API 5L	1	A	...	...	...	48.0	30.0	1.2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	12.3
API 5LX	SP2	X42	...	...	...	60.0	42.0	37.38	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
API 5LX	SP3	X46	...	...	...	63.0	46.0	37.38	-20	17.9	17.9	17.9	17.9	17.0	15.6	15.3
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	60.0	52.0	37.38	-20	18.7	18.7	18.7	18.7	17.8	16.4	16.1
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	72.0	52.0	37.38	-20	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4

Figura 3.3.2.3.9.2.1

Tabla 6-37, pág. 6-84 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

No.	Tipo de junta	Tipo de costura	Examen	Factor E _t	
1	Soldado a tope, continuo	Recta	Como se requiera en las especificaciones	0.60	
2	Soldado por resistencia eléctrica	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.85	
3	Soldado por fusión eléctrica				
	a. Soldado simple a tope (con o sin relleno metálico)	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones o en este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3, párrafo 336.4.5	0.80 0.90 1.00	
	b. Doble soldado a tope (con o sin relleno metálico)	Recta o espiral (excepto para lo establecido en 4b)	Como se requiera en las especificaciones o este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3 párrafo 336.4.5	0.85 0.90 1.00	
4	Por especificaciones concretas				
	a. ASTM A211	Como se permise en especificaciones	Espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.75
	b. Soldado de tabereta por arco doblemente inmerso, por API 5L o 5LX	Recta con una o dos costuras	Como se requiera en las especificaciones adicionalmente examen por radiografía para longitudes de 200 mm (8 in) en cada extremo.	0.95	

FIG. 6-126 Factor E_t de unión longitudinal y junta soldada en espiral. NOTA: No está permitido incrementar el factor de calidad de la junta por un examen adicional para juntas 1, 2 y 4a (Extractada de ANSI B31.3-1980, con autorización del editor, American Society of Mechanical Engineers, New York)

Figura 3.3.2.3.9.2.2

Tabla 6-37, pág. 6-90 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

TABLA 6-38 Valores de coeficiente Y cuando t es menor que D/6*

Materiales	Temperaturas, °C (°F)					
	485 (900) y menores	510 (950)	540 (1000)	560 (1050)	595 (1100)	620 (1150) y mayores
Aceros ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Aceros austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Otros metales dúctiles	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Hierro colado	0.0	...	...	...	...	...

*Extractada de ANSI B31.3-1980, con permiso de su editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.

Figura 3.3.2.3.9.2.3

Tabla 6-38, pág. 6-91 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

por lo que el espesor mínimo necesario es:

$$t_m = \frac{P * D_0}{2(SE + PY)} + C$$

$$t_m = \frac{73,5 \frac{ft}{inch^2} * 1,315inch}{2 \left(48000 \frac{ft}{inch^2} * 0,85 + 73,5 \frac{ft}{inch^2} * 0,4 \right)} + 0,110inch$$

$$t_m = 0,111inch \approx 2,82mm$$

se adopta el diámetro próximo superior, según se seleccionó en Figura 3.3.2.3.9.1.1, por lo que el espesor es $0,133inch \approx 3,38mm$

Conformación de aplicación de método de cálculo:

$$\frac{\Phi_{exterior}}{espesor} > 6 \Rightarrow \frac{1,315inch}{0,133inch} = 9,89 > 6 \text{ por lo tanto el método es correctamente}$$

aplicable.

Especificaciones del caño	
Fabricante	Tubacero
Diámetro nominal	1 pulgadas
Identificación	Schedule 40
Largo	100 mm
Condiciones extremos	En uno de sus dos extremos refrentado, en el otro extremo, roscado según norma ANSI B1.20.1
Cantidad	1

3.3.2.4.- Cálculo envolvente

En el paso 4 del Dimensionamiento del Recipiente, se obtuvo el diámetro del recipiente, el cual corresponde a un diámetro de 12 pulgadas. Para la construcción del mismo las opciones son el doblado de una chapa de acero, o a partir de un caño o tubo con esa dimensión. Por cuestiones prácticas, de comodidad y de economía se opta por la implementación de un caño con costura que cumpla con las normativas de fabricación ASTM A-53, API 5L.

3.3.2.4.1- Tensión admisible del recipiente

El caño seleccionado para utilizar como envolvente del tanque flash es el calculado y seleccionado en la sección 3.3.2.3.5- Paso 5: Largo de recipiente, Figura 3.3.2.3.5.1.

Composición química acero A53

Composición, %	Tipo S		Tipo E		Tipo F
	Sin costura		Soldada con resistencia Eléctrica (ERW)		Soldada a tope en alto horno
	Grado A	Grado B	Grado A	Grado B	Grado A
Carbono, max	0.25	0.30	0.25	0.30	0.30
Manganeso	0.95	1.20	0.95	1.20	1.20
Fósforo, max	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Azufre, max	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cobre, max	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40
Níquel, max	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Cromo, max	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Molibdeno, max	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Vanadio, max	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

Propiedades del caño seleccionado:

Propiedades mecánicas acero A53

	Grado A	Grado B
Resistencia a la tracción, min:	48,000 psi [330 MPa]	60,000 psi [415 MPa]
Fluencia, min:	30,000psi [205 MPa]	35,000psi [240 MPa]

Todos los caños seleccionados cumplen con las normativas ASTM A-53 Tipo E, Grado B, API 5L, Grado B, donde:

Tensión de rotura, $\sigma_r = 42 \text{ kg/cm}^2$

Tensión de fluencia, $\sigma_f = 25 \text{ kg/cm}^2$

Las tuberías A-53 están destinadas a aplicaciones mecánicas de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y líneas de aire. Este tipo de tubería es apta para ser soldada, así como para operaciones de formado tales como enrollado, plegado, y abridamiento.

3.3.2.4.2- Cálculo de la tensión admisible

ACLARACION: Todas las expresiones, ecuaciones, relaciones y tablas utilizadas para el cálculo de dicho recipiente, son obtenidas del Código ASME, Sección VIII, división I, edición 1977.

Los valores de la tensión admisible deben estar dentro del rango elástico del material. Es decir, luego que el material haya sido sometido a una carga que genera cierto alargamiento, éste vuelve a un valor cero cuando la carga desaparece.

La tensión admisible de un determinado acero es una fracción de su tensión de rotura o de fluencia.

Cuando se trabaja por debajo de la temperatura creep (343 °C), las relaciones de tensión admisibles según el código ASME más desfavorable son:

$$\sigma_{adm} = 0,25\sigma_r$$

$$\sigma_{adm} = 0,625\sigma_f$$

Por lo general la tensión admisible que relaciona la tensión de rotura es siempre menor que la tensión admisible que relaciona la tensión de fluencia; siempre que se trabaje por debajo de la temperatura de creep. Y, como la temperatura de trabajo(195°C) está por debajo de la creep(343°C) las tensiones admisibles posibles de trabajo del acero son:

$$\sigma_{adm} = 1050 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm} = 0,625\sigma_f \rightarrow 0,625 * 2500 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm} = 1562,5 \frac{kg}{cm^2}$$

Corroborándose lo antes estipulado: que la relación de tensión más desfavorable, es la correspondiente a la relación de tensión de rotura

$$\sigma_{adm} = 1050 \frac{kg}{cm^2} .$$

3.3.2.4.3- Determinación del espesor de la envolvente cilíndrica

Según Código ASME página 17: “el espesor de una envolvente cilíndrica no deberá ser menor que el computado por las siguientes fórmulas”. Para el cálculo del espesor se utiliza la ecuación 3.14, misma página, la cual está referida al espesor debido a la tensión circunferencial que es la más crítica.

Los símbolos definidos en las fórmulas son:

t= espesor mínimo requerido desestimando factor de corrosión

P= presión de diseño (P_D)

R= radio interior, antes de agregar el sobreespesor por corrosión

S= tensión admisible del materiales

E= eficiencia de junta soldada

C= sobreespesor por corrosión

$$R = \frac{\Phi_{exterior} - 2 * espesor}{2}$$
$$R = 156,77mm$$

$$\left\{ \begin{array}{l} t \leq 0,5R \text{ } 0,5R \\ P \leq 0,385E \cdot \sigma_{adm} \end{array} \right.$$

$$t \leq 0,5 * 156,77mm = 78,38mm$$

$$P \leq 0,385 * 0,85 * 1050 \frac{kg}{cm^2} = 343,6 \frac{kg}{cm^2}$$

$$16 \frac{kg}{cm^2} \leq 343,6 \frac{kg}{cm^2}$$

se corrobora que el método es aplicable.

El coeficiente de soldadura E=0,85 es extraído de la Figura 3.3.2.4.3.1 que corresponde para caños soldados por resistencia eléctrica, ver figura a continuación.

No.	Tipo de junta	Tipo de costura	Examen	Factor E_j	
1	Soldado a tope, continuo	Recta	Como se requiera en las especificaciones	0.60	
2	Soldado por resistencia eléctrica	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.85	
3	Soldado por fusión eléctrica				
	a. Soldado simple a tope (con o sin relleno metálico)	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones o en este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3, párrafo 336.4.5	0.80 0.90 1.00	
	b. Doble soldado a tope (con o sin relleno metálico)	Recta o espiral (excepto para lo establecido en 4b)	Como se requiera en las especificaciones o este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3 párrafo 336.4.5	0.85 0.90 1.00	
4	Por especificaciones concretas				
	a. ASTM A211	Como se permite en especificaciones	Espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.75
	b. Soldado de tubería por arco doblemente inmerso, por API 5L o 5LX	Recta con una o dos costuras	Como se requiera en las especificaciones adicionando examen por radiografía para longitudes de 200 mm (8 in) en cada extremo.	0.95	

FIG. 6-126 Factor E_j de unión longitudinal y junta soldada en espiral. NOTA: No está permitido incrementar el factor de calidad de la junta por un examen adicional para juntas 1, 2 y 4a (Extractada de ANSI B31.3-1980, con autorización del editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.)

Figura 3.3.2.4.3.1

Tabla 6-37, pág. 6-90 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

El espesor de la envolvente es:

$$t_1 = \frac{P_D * R}{\sigma_{adm} * E - 0,6P_D}$$

$$t_1 = \frac{16 \frac{kg}{cm^2} * 15,68cm}{1050 \frac{kg}{cm^2} * 0,85 - 0,6 * 16 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$t_1 = 0,284cm = 2,84mm$$

Dicho espesor cumple con el requerimiento mínimo que estipula el código ASME sección viii, página 19, que dice: “el mínimo espesor usado para compresores de aire, servicio de agua y vapor hechos con chapas de la tabla UCS será 2,4mm sin tener en cuenta el sobreespesor por corrosión”.

A este espesor, se le agrega el espesor por corrosión estipulado en el código, éste es 1/6 del espesor calculado, entonces:

$$t = 2,84mm + \frac{2,84}{6}mm = 3,32mm$$

El espesor elegido para la fabricación de la envolvente del tanque flash es el seleccionado en la sección 3.3.2.3.5- *Paso 5: Largo de recipiente*, que corresponde a 5,16mm; satisfaciendo los requerimientos del sistema.

Con este espesor de caño, se calcula la presión que es capaz de soportar el recipiente:

despejando de $t_1 = \frac{P_D * R}{\sigma_{adm} * E - 0,6P_D}$, resulta que la presión es:

$$P = \frac{\sigma_{adm} * E}{\frac{R}{t} + 0,6} \Rightarrow P = \frac{1050 \frac{kg}{cm^2} * 0,85}{\frac{15,68cm}{0,516cm} + 0,6} = 28,80 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto, la presión que es capaz de soportar el tanque flash con este espesor de caño es de: $28,80 \frac{kg}{cm^2}$.

3.3.2.2.5- *Cálculo de cabezal*

Los cabezales son las partes del recipiente que cierran los extremos de la envolvente cilíndrica. Este cierre se realiza por medio de una junta circunferencial soldada.

Los cabezales más comunes son los formados por superficies curvas conocidas o combinaciones de ellas:

- × Semiesféricos (media esfera)

Figura 3.3.2.2.5.1

- × semielípticos (media elipsoide de revolución) Figura

3.3.2.2.5.2

× toriesféricos (sector tórico y casquete esférico) Figura 3.3.2.2.5.3

× toricónicos (sector tórico y cono) Figura 3.3.2.2.5.4

× cónico (cono recto u oblicuo) Figura 3.3.2.2.5.5

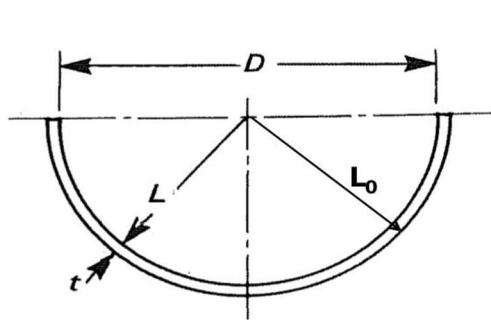


Fig. Cabezal Semiesférico

Figura 3.3.2.2.5.1

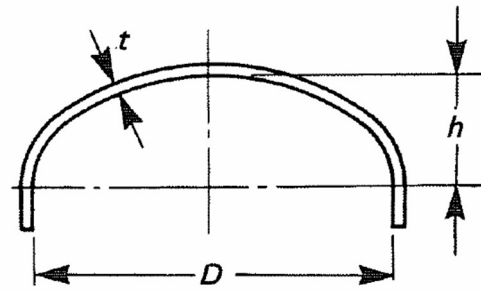


Fig. Cabezal Semi-elíptico

Figura 3.3.2.2.5.2

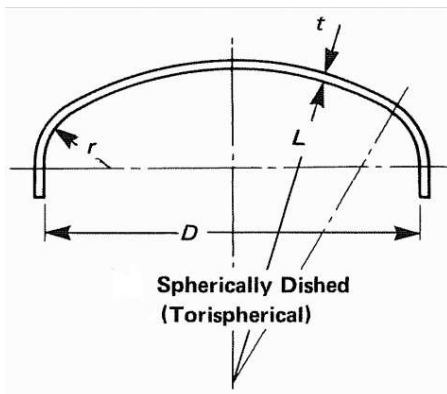


Figura 3.3.2.2.5.3

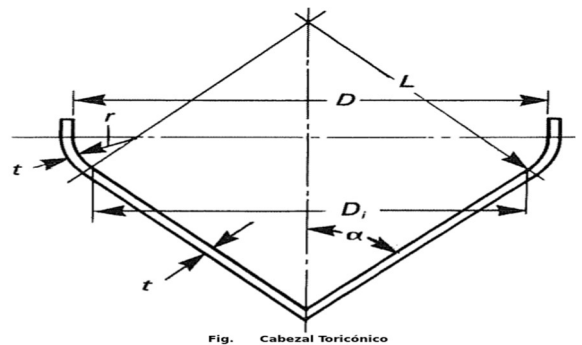


Fig. Cabezal Toricónico

Figura 3.3.2.2.5.4

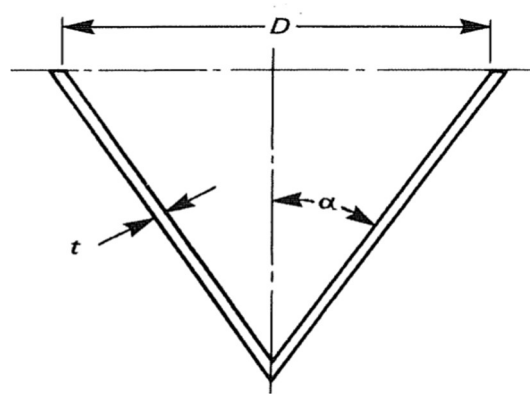


Fig. Cabezal Cónico

Figura 3.3.2.2.5.5

El cabezal elegido es el semielíptico.

Simbología:

t = espesor mínimo requerido del cabezal después de formado, sin tener en cuenta el sobreespesor por corrosión.

D = diámetro mayor del eje semielíptico.

P_D = Presión de diseño.

σ_{adm} = tensión admisible material.

E = la más baja eficiencia de junta de cualquier costura soldada del cabezal incluyendo la unión con la envolvente en el cabezal semiesférico.

h = la mitad del largo del eje menor del cabezal semielíptico o la profundidad inferior del mismo medido desde la línea de tangencia con la parte cilíndrica.

K = factor de cálculo que relaciona el D con h $K = \frac{D}{2h}$

Para el cálculo del espesor del cabezal se utiliza la ecuación 4.13 del código ASME,

pág. 40.

$$t = \frac{P_D * K * D}{2\sigma_{adm} * E - 0,2 * P_D}$$

dónde: $K = \frac{1}{6} * \left[2 + \left(\frac{D}{2*h} \right)^2 \right]$

Según el código ASME, pág. 41, un valor muy utilizado para casquetes Semi-elíptico es

la relación $D/2h=2$, por lo tanto el valor de K será igual a 1, de este modo la ecuación

del espesor del casquete queda de la siguiente manera:

$$t = \frac{P_D * D}{2\sigma_{adm} * E - 0,2 * P_D}$$

reemplazando valores:

$$t = 0,282cm \approx 2,82mm$$

Como puede apreciarse, los cálculos de la envolvente y el cabezal arrojaron prácticamente los mismos valores. El resultado del cálculo para la envolvente es 2,84mm; mientras que el cálculo para el cabezal es 2,82mm.

Para la condición $k=1$, el espesor del casquete es igual al de la envolvente, el resultado de esta consideración es la simplificación de los cálculos.

CASQUETE SEMIELIPTICO ASME VIII DIV 1

• ASME VIII (03)

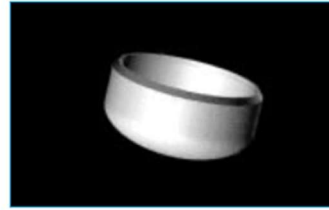
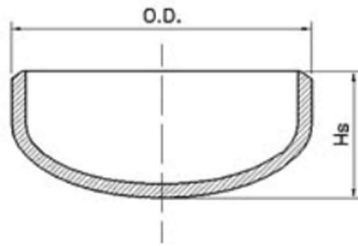


TABLA 1 (mm)

Diámetro	Diámetro Externo			4,8 (3/16")			6,3 (1/4")			9,5 (3/8")			12,7 (1/2")		
	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.
4"	112,7	114,3	115,9				42	45	48	61	64	67	61	64	67
5"	139,7	141,3	143,7				46	52	58	70	76	82	70	76	82
6"	166,7	168,3	170,7				52	58	64	76	82	88	76	82	88
8"	217,5	219,1	221,5				65	71	77	90	96	102	90	96	102
10"	269,8	273,0	277,0				79	85	91	105	111	117	105	111	117
12"	320,6	323,8	327,8				108	114	120	140	146	152	140	146	152
14"	352,4	355,6	359,6	110	116	122	110	116	122	144	150	156	144	150	156
16"	403,2	406,4	410,4	116	122	128	133	139	145	168	174	180	168	174	180
18"	453,8	457	461,0	130	136	142	139	145	151	186	192	198	186	192	198

Figura 3.3.2.2.5.6

Especificaciones de cabezales	
Fabricante	SIMAT S.R.L.
Tipo cabezal	Semiéptico
Diámetro nominal	12 pulgadas
Diámetro exterior	323,8 mm
Espesor	6,35 mm
Altura	114 mm
Cantidad	2

3.4- SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS

3.4.1- MANÓMETRO Y COLA DE CHANCHO

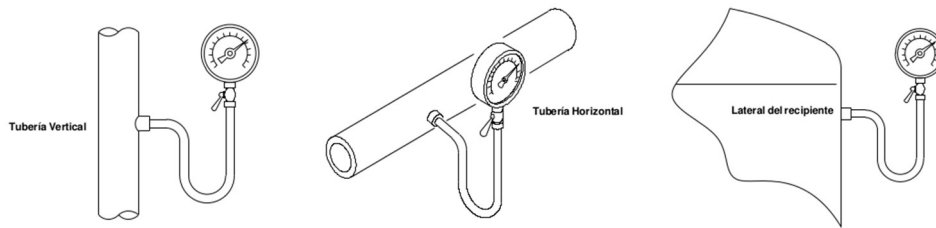
En el casquete superior se instalará un manómetro para poder leer en tiempo real, la presión a la cual se encuentra trabajando el tanque flash.

El manómetro es un equipo de medición delicado y se han de tomar las precauciones necesarias durante su instalación y uso para que permanezca fiable. Se recomienda que se monten válvulas en todos los manómetros para facilitar la calibración y mantenimiento. Cuando se utilice con vapor u otros gases calientes, los manómetros deben estar protegidos del calor por un sifón en 'U' o 'R' y una válvula. El sifón debe llenarse con agua antes de montar el manómetro. Si la instalación está expuesta a heladas, el manómetro puede reventar.

Los manómetros deben estar protegidos adecuadamente contra vibraciones o cambios bruscos de presión.

La válvula tiene diferentes roscas en cada extremo, la que está marcada con una 'G' es para el manómetro y se ha de usar la junta que se suministra. Apretar el manómetro usando una llave fija de 22 mm E/C y girando la carcasa del manómetro. Durante el uso normal, los manómetros no han de sobrepasar el 75 % de la lectura máxima de la escala.

Aplicaciones típicas de un manómetro y sifón tipo 'U'



Aplicaciones típicas de un manómetro y sifón tipo 'R'

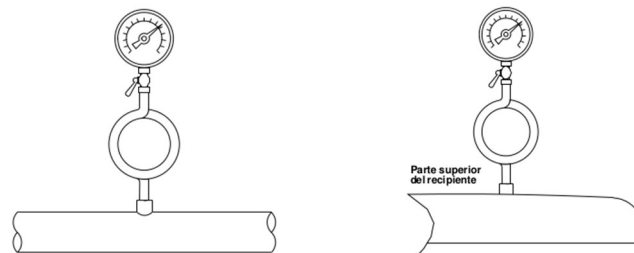


Figura 3.4.1.1

3.4.1.1- Mantenimiento y recalibración

El manómetro no tiene recambios, el único trabajo de mantenimiento que requiere es la limpieza del cristal y recalibrado.

No usar disolventes para limpiar el cristal.

Nota: Las válvulas del manómetro deben abrirse y cerrarse suavemente para evitar shocks de presión en los manómetros.

Para recalibrar, se puede retirar el cristal usando un destornillador plano estrecho colocado en las ranuras del borde del cristal. La aguja se podrá sacar del eje y colocar, presionando suavemente, en la lectura correcta. Después de la calibración, presionar suavemente el cristal de nuevo en su posición. Volver a montar el manómetro en el sistema.

3.4.1.2- Seguridad

3.4.1.2.1- Presión

Antes de efectuar cualquier mantenimiento en el manómetro, considerar que hay o ha pasado por la tubería. Aislar (usando válvulas de aislamiento independientes) y dejar que la presión se normalice y dejar enfriar antes de abrir. Esto se puede conseguir fácilmente montando una válvula de despresurización Spirax Sarco tipo DV. No asumir que el sistema está despresurizado aunque el manómetro de presión indique cero.

3.4.1.2.2- Temperatura

Dejar que se normalice la temperatura después de aislar para evitar quemaduras y considerar si se requiere usar algún tipo de protección (por ejemplo gafas protectoras).

3.4.1.2- Selección

En la siguiente figura se muestra la selección y características del manómetro, el sifón y válvula.



Manómetro con sifón y válvula

Tipos disponibles

Manómetro de 100 mm de diámetro con escala en bar.
Puede suministrarse con:
Sifón tipo R o tipo U con válvula. Construido de acuerdo con la normativa DIN 16005.

Tamaños y conexiones

Manómetro:	1/4" BSP macho (BS 2779)
Válvula:	Lado manóm. 1/4" BSP hembra (BS 2779)
	Lado sifón 1/4" BSP hembra (BS 21)
Sifón R o U:	Lado válvula 1/4" BSP macho (BS 21)
	Lado proceso 1/4" macho (BS 21)

Condiciones límite

Condiciones máximas de diseño PN25
Temperatura máxima de diseño 217°C
(Deben montarse con sifón tipo R o U para alcanzar estas condiciones).
Rango 6 (0-25 bar / vapor o aire comprimido limitado a 21 bar / (BS 1387). Temperatura máxima servicio, si no se monta sifón, de 60°C. Para aplicaciones por encima de 60°C debe montarse tubo sifón.
El rango de protección es IP3 y debe mantenerse en un ambiente seco y protegido de la intemperie.

Rangos de presión

Rango	bar	psi
1	0 - 1,6	0 - 23
2	0 - 4	0 - 53
3	0 - 6	0 - 86
4	0 - 10	0 - 145
5	0 - 16	0 - 230
6	0 - 25	0 - 360

Materiales

Caja	Acero esmaltado
Manómetro	Cristal Piraxor
	Tubo Bourdon CuSh 8 (82% Cu 8% Zn)
Sifón tipo R o U	Tubo de acero BS 1387
Válvula	Cuerpo Latón
	Asa Fenólico



Certificados

Este producto dispone de certificados de conformidad y pruebas. Se dispone de un certificado de calibración, bajo pedido y con un coste adicional.

Dimensiones / Peso (aproximados) en milímetros y kg

Manómetro					
A	J	K	N	Peso	
100	29	137	22	E/C 0,43	
Sifón R					
B	F	G	M	Sifón	Válvula
321	35	80	116	0,94	0,21
Sifón U					
C	D	E	Sifón	Peso	
167,5	61,5	136,5	0,59	Válvula 0,21	

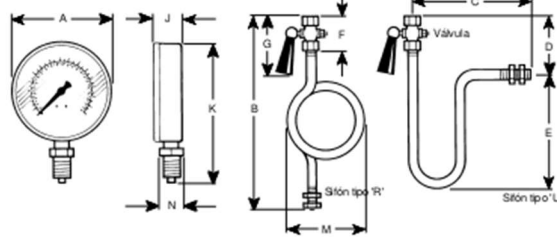


Figura 3.4.1.2.1

Especificaciones de manómetro y sifón	
Fabricante	Spirax Sarco
Rango manómetro	5 (0-16bar)
Sifón	Tipo R
Cantidad	1

3.4.2- BRIDAS

El párrafo UG-44 del Código ASME referido a bridas dice:

“a) el STD ANSI B16.5 1977 de bridas y cañerías y accesorios bridados de acceso, es aceptable para el uso de esta División de acuerdo con los requerimientos del UG-11”

En otras palabras, se puede decir, que para bridas de conexiones que vinculan el recipiente con otros equipos por medio de cañerías, el utilizar las bridas del ANSI_B16.5 1977, facilitan la standarización y presión establecidas para cada serie, ello es aceptable por el Código. Por lo tanto las bridas se seleccionan directamente, siendo innecesarios sus cálculos.

3.4.2.1- Tipos de bridas

Las bridas son muy utilizadas para conexiones en donde se desea que los componentes del sistema sean removibles. Tal situación incluye revisiones periódicas del sistema, modificaciones anticipadas o actualizaciones del sistema y elementos temporales para componentes.

3.4.2.1.1- Bridas con cuello para soldar (welding neck)



Estas bridas se diferencian por su largo cuello cónico, su extremo se suelda a tope con el tubo correspondiente. El diámetro interior del tubo es igual que el de la brida, esta característica proporciona un conducto de sección prácticamente constante, sin posibilidades de producir turbulencias en los gases o líquidos que por el circulan. El cuello largo y la suave transición del espesor del mismo, otorgan a este tipo de bridas, características de fortaleza aptas en sectores de tuberías sometidos a esfuerzos de flexión, producto de las expansiones en línea.

Las condiciones descritas aconsejan su uso para trabajos severos, donde actúen elevadas presiones.

3.4.2.1.2- Bridas deslizantes (slip on)



En este tipo de bridas, el tubo penetra en el cubo de la misma sin llegar al plano de la cara de contacto, al que se une por medio de cordones de soldadura interna y externamente. Puede considerarse de montaje más simple que la brida con cuello, debido a la menor precisión de longitud del tubo y a una mayor facilidad de alineación.

Sus condiciones mecánicas a la resistencia y fatiga son en general buenas, pero algo inferiores a las bridas con cuello, cuya sustitución por la brida deslizante –cuando las condiciones de trabajo son menos exigentes- se justifica por el menor costo de ésta.

3.4.2.1.3- Bridas con asiento para soldar (socket welding)



Su mayor rango de aplicación radica en tuberías de dimensiones pequeñas que conduzcan fluidos a altas presiones. De allí que las normas ANSI B16.5 aconsejan su uso en tubos de hasta 3" de diámetro en las series 150, 300, 600, y de hasta 2 ½" en la serie 1500.

En estas bridas el tubo penetra dentro del cubo hasta hacer contacto con el asiento –que posee igual diámetro interior que el tubo- quedando así un conducto suave y sin cavidades. La fijación de la brida al tubo se realiza practicando un cordón de soldadura alrededor del cubo.

Es frecuente el uso de estas bridas en tuberías destinadas a procesos químicos, por su particular característica de conceder al conducto una sección constante.

3.4.2.1.4- Bridas roscadas (threaded)



Si bien presentan la característica de no llevar soldadura –lo cual permite un fácil y rápido montaje– deben ser destinadas a aplicaciones especiales (por ejemplo, en tuberías donde existan altas presiones y temperatura ambiente). No es conveniente utilizarlas en conductos donde se produzcan considerables variaciones de temperatura, ya que por efectos de la dilatación de la tubería, pueden crearse pérdidas a través del roscado al cabo de un corto período de trabajo.

3.4.2.1.5- Bridas para junta con solapa (lap-joint)



Son bridas destinadas a usos muy particulares. Ellas producen el esfuerzo de acople a sectores de tubos solapados, que posteriormente se sueldan a los tubos que conformarán la línea. La capacidad de absorber esfuerzos, puede considerarse muy similar a la de las bridas deslizantes. Generalmente, se colocan en tuberías de aceros comunes o especiales que necesiten ser sometidas con frecuencia a desmontajes para inspección o limpieza. La facilidad para girar las bridas, y alinear así los agujeros para bulones, simplifica la tarea, especialmente cuando las tuberías son de gran diámetro. No es aconsejable su uso en líneas que están sometidas a severos esfuerzos de flexión.

3.4.2.1.6- Bridas ciegas (blind)



Están destinadas a cerrar extremos de tubería, válvulas o aberturas de recipientes, sometidos a variadas presiones de trabajo. Desde el punto de vista técnico, este tipo de bridas, es el que soporta condiciones de trabajo más severas (particularmente las de mayores dimensiones), ya que al esfuerzo provocado por la tracción de los bulones, se

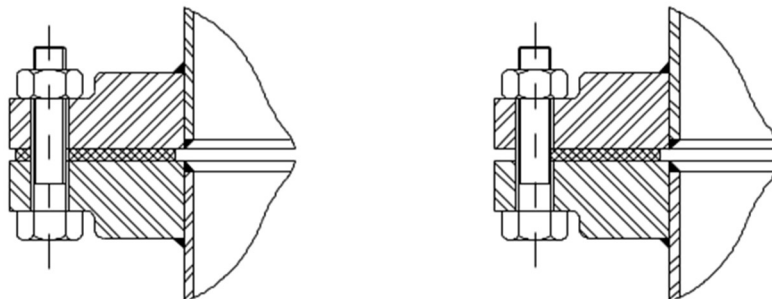
la adiciona el producido por la presión existente en la tubería.

En los terminales, donde la temperatura sea un factor de trabajo o actúen esfuerzos variantes o cíclicos, es aconsejable efectuar los cierres mediante el acople de bridas con cuello y ciegas.

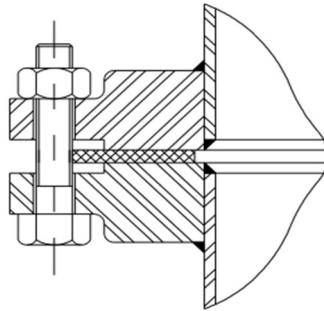
3.4.2.2 - Tipos de superficie de contacto para el sellado en bridas

3.4.2.2.1- Cara plana

Junta no confinada. Las superficies de contacto de ambas bridas son planas. La junta puede ser tipo RF, hasta los bulones, o FF, cubriendo toda la superficie de contacto. Normalmente usados en bridas de materiales frágiles.



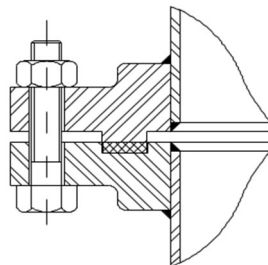
3.4.2.2- Cara con resalte



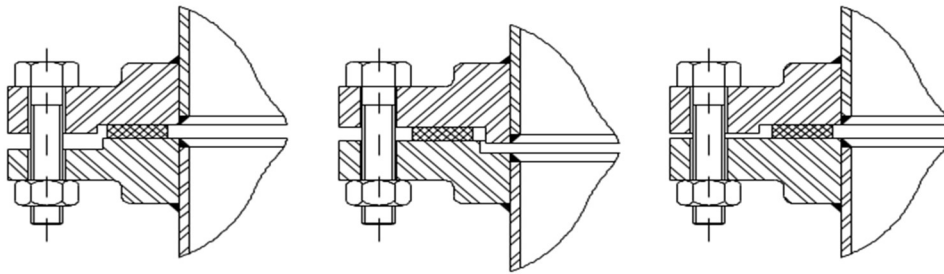
Junta no confinada. Las superficies de contacto llevan un resalte de 1.6 mm o 6.4 mm. La junta llega normalmente hasta los bulones. Permite la colocación y retiro de la junta sin separar las bridas facilitando eventuales trabajos de mantenimiento. Es el tipo más usado en tuberías.

3.4.2.2.3- Lengüeta y ranura

Junta totalmente confinada. La profundidad de la ranura es igual o un poco mayor que la altura de la lengüeta. La ranura es cerca de 1.6 mm más larga que la lengüeta. La junta tiene, normalmente, el mismo ancho de la lengüeta. Es necesario separar las bridas para la colocación de la junta. Este tipo de brida produce elevadas presiones sobre la junta, no siendo recomendado para juntas no metálicas.

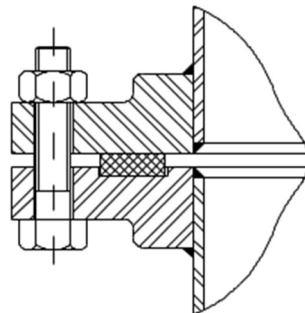


3.4.2.2.4- Macho y hembra



Junta semi-confinada. El tipo más común es el de la izquierda. La profundidad de la hembra es igual o menor que la altura del macho, para evitar la posibilidad de contacto directo de las bridas cuando la junta es aplastada. El diámetro externo de la hembra es hasta de 1.6 mm mayor que el del macho. Las bridas deben ser separadas para el montaje de la junta. En las figuras de la derecha e izquierda la junta está confinada en el diámetro externo; en la figura del centro, en el diámetro interno.

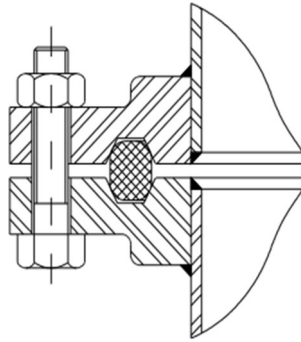
3.4.2.2.5- Cara plana y ranura



Junta totalmente confinada. La cara de una de las bridas es plana y la otra posee una ranura donde la junta esta encajada. Usadas en aplicaciones donde la distancia entre las bridas debe ser precisa. Cuando la junta es aplastada, las bridas se tocan. Solamente las juntas de gran resiliencia pueden ser usadas en este tipo de montaje. Juntas espiraladas, O-rings metálicos no sólidos, juntas activadas por la presión y de doble camisa con relleno metálico son las más indicadas .

3.4.2.2.6- Ring-joint

También llamado anillo API. Ambas bridas poseen canales con paredes en ángulo de 230. La junta es de metal sólido con perfil oval u octogonal, que es el más eficiente.



3.4.2.3- Selección de brida

La norma que regula la fabricación de bridas es la ANSI B16.5, y que establece las siguientes clases según sea el intervalo presión-temperatura de trabajo 150# ,300# , 400# ,600# , 900# ,1500# y 2500#. Para las bridas de acero al Carbono la temperatura máxima es de 260 C (500 F) para 150 y de 455 C (850 F) para las demás clases. La variación de presión - temperatura es de valores más altos para acero inoxidable y aleados. Se pueden graficar de la siguiente manera:

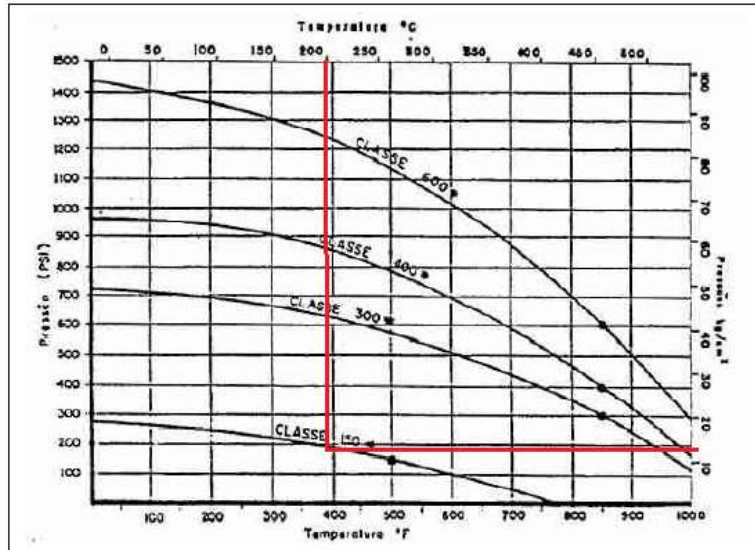
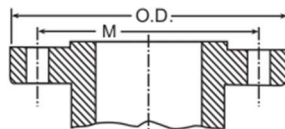


Figura 3.4.2.3.1

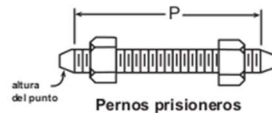
Las dimensiones de las bridas se muestran a continuación.

BRIDAS DE ACERO CLASE 150

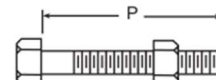


Bridas

Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 48.



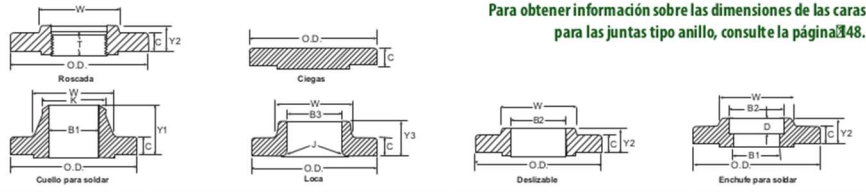
Pernos prisioneros



Pernos comunes

Patrón de empinado y largo de los pernos								
Tamaño del tubo NPS	Diámetro exterior O.D.	Taladrado			Largo de los pernos			
		Diámetro del círculo del pemo M	Diámetro de los agujeros de los pemos	Número de agujeros de los tornillos	Diámetro de los pernos	Pernos prisioneros para bridas de cara realizada 2 mm P	Pernos prisioneros Junta tipo anillo P	Pernos comunes para bridas de cara realizada 2 mm P
ASME B16.5								
½	90	60.3	⊗	4	½	55	*	50
¾	100	69.9	⊗	4	½	65	*	50
1	110	79.4	⊗	4	½	65	75	55
1¼	115	88.9	⊗	4	½	70	85	55
1½	125	98.4	⊗	4	½	70	85	65
2	150	120.7	¼	4	⊗	85	95	70
2½	180	139.7	¼	4	⊗	90	100	75
3	190	152.4	¼	4	⊗	90	100	75
3½	215	177.8	¼	8	⊗	90	100	75
4	230	190.5	¼	8	⊗	90	100	75
5	255	215.9	⊗	8	¼	95	110	85
6	280	241.3	⊗	8	¼	100	115	85

Figura 3.4.2.3.2



Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 148.

Tamaño del tubo	Diámetro exterior de la brida	Espesor de la brida (Mín.)	Espesor de la junta de solapa (Mín.)	Diámetro del centro	Diámetro del cuello para soldar	Longitud a lo largo del centro				Diámetro interior				Radio de la junta de solapa	Profundidad del enchufe
NPS	O.D.	C	C	W	K	Y2	Y3	Y1	T	B2	B3	B1 ▲	J	D	
ASME B16.5															
½	90	9.6	11.2	30	21.3	14	16	46	16	22.2	22.9	15.8	3	10	
¾	100	11.2	12.7	38	26.7	14	16	51	16	27.7	28.2	20.9	3	11	
1	110	12.7	14.3	49	33.4	16	17	54	17	34.5	34.9	26.6	3	13	
1 ¼	115	14.3	15.9	59	42.2	19	21	56	21	43.2	43.7	35.1	5	14	
1 ½	125	15.9	17.5	65	48.3	21	22	60	22	49.5	50.0	40.9	6	16	
2	150	17.5	19.1	78	60.3	24	25	62	25	61.9	62.5	52.5	8	17	
2 ½	180	20.7	22.3	90	73.0	27	29	68	29	74.6	75.4	62.7	8	19	
3	190	22.3	23.9	108	88.9	29	30	68	30	90.7	91.4	77.9	10	21	
3 ½	215	22.3	23.9	122	101.6	30	32	70	32	103.4	104.1	90.1	10		
4	230	22.3	23.9	135	114.3	32	33	75	33	116.1	116.8	102.3	11		
5	255	22.3	23.9	164	141.3	35	36	87	36	143.8	144.4	128.2	11		
6	280	23.9	25.4	192	168.3	38	40	87	40	170.7	171.4	154.1	13		

Figura 3.4.2.3.3

Especificaciones de Brida	
Fabricante	Weldbend
Diámetro nominal	2 pulgadas
Identificación	Cuello soldable (welding neck)
Superficie de contacto	Cara con resalte
Clase	150
Cantidad	1

La soldadura de la brida con el caño corresponde a una soldadura a tope, la cual se realiza con una pasada de electrodo celulósico y las restantes con electrodos básicos. La penetración de la soldadura es muy importante, los biselés en la raíz deben fundirse. Para una mayor seguridad, es recomendable radiografiar el cordón de soldadura.

3.4.3- SELECCIÓN DE CODO

Todos los accesorios serán adquiridos en conformidad de fabricación según normativa ANSI B16.9.

Los accesorios serán marca WELDBEND ya que son los que pueden ser adquiridos en el mercado local.

**RADIO LARGO
CÉDULA STD**

ACCESORIOS

WELDBEND NOTAS

1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A234 WPB.
2. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
3. Para conocer los detalles de bridas, consulte la página 107.
4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 48, llámenos.
6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.

* Esta combinación de tamaño y espesor no corresponde a ningún número de cédula de tubo.

Tamaño del tubo NPS	Diámetro exterior O.D.	Diámetro interior I.D.	Espesor de la pared T	Centro a extremo C	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
½	21.3	15.76	2.77	38	40	1.27
¾	26.7	20.96	2.87	38	40	1.69
1	33.4	26.64	3.38	38	40	2.50
1 ¼	42.2	35.08	3.56	48	40	3.39
1 ½	48.3	40.94	3.68	57	40	4.05
2	60.3	52.48	3.91	76	40	5.44
2 ½	73.0	62.68	5.16	95	40	8.63
3	88.9	77.92	5.49	114	40	11.29
3 ½	101.6	90.12	5.74	133	40	13.57
4	114.3	102.26	6.02	152	40	16.08
5	141.3	128.20	6.55	190	40	21.77
6	168.3	154.08	7.11	229	40	28.26
8	219.1	202.74	8.18	305	40	42.55
10	273.0	254.46	9.27	381	40	60.29
12	323.8	304.74	9.53	457	*	73.86
14	355.6	336.54	9.53	533	30	81.33
16	406.4	387.34	9.53	610	30	93.27
18	457.0	437.94	9.53	686	*	105.17
20	508.0	488.94	9.53	762	20	117.15
24	610.0	590.94	9.53	914	20	141.12
30	762.0	742.94	9.53	1143	*	176.85
36	914.0	894.94	9.53	1372	*	212.57
42	1067.0	1047.94	9.53	1600	*	248.53
48	1219.0	1199.94	9.53	1829	*	284.25

Figura 3.4.3.1

Especificaciones de codo	
Fabricante	Weldbend
Diámetro nominal	2 pulgadas
Identificación	90° Cédula Sch 40
Clase	Radio largo
Cantidad	1

3.4.4- SELECCIÓN DE JUNTA

Si fuese económica y técnicamente viable la fabricación de bridas con superficies planas y perfectamente acabadas, y si aún consiguiésemos mantener estas superficies en contacto permanente, no necesitaríamos de juntas. Esta imposibilidad económica y técnica es causada por:

- Tamaño de las bridas.
- Dificultad en mantener estas superficies extremadamente lisas durante el manejo y/o montaje de la cañería.
- Corrosión o erosión, con el tiempo, de las superficies de sellado.

Para sobrellevar esta dificultad, las juntas son utilizadas como elemento de sellado. Una junta, al ser apretada contra las superficies de las bridas rellena las imperfecciones entre ellas, proporcionando el sellado. Por lo tanto, para conseguir un sellado satisfactorio, cuatro factores deben ser considerados:

- **Fuerza de aplastamiento inicial:** debemos proveer una forma
- **Fuerza de aplastamiento inicial:** se debe proveer una forma adecuada de aplastar la junta, de modo que ella rellene las imperfecciones de las bridas. La presión mínima de aplastamiento está normalizada por la Norma ASME (American Society of Mechanical Engineers). Esta fuerza de aplastamiento debe ser limitada para no destruir la junta por aplastamiento excesivo.
- **Fuerza de sellado:** debe haber una presión residual sobre la junta, de modo a mantenerla en contacto con las superficies de las bridas, evitando pérdidas.
- **Selección de los materiales:** los materiales de la junta deben resistir las presiones a las cuales la junta será sometida y al fluido de sellado.
- **Acabado superficial:** para cada tipo de junta y/o material existe un acabado recomendado para las superficies de sellado. El desconocimiento de estos valores es una de las principales causas de pérdidas.

3.4.4.1- Fuerza en una unión bridada

La Figura 3.4.4.1.1 muestra las principales fuerzas actuantes en una unión bridada.

- **Fuerza radial:** es originada por la presión interna y tiende a expulsar a la junta.
- **Fuerza de separación:** es también originada por la presión interna y tiende a separar las bridas.
- **Fuerza de los bulones:** es la fuerza total ejercida por el apriete de los bulones.
- **Carga de las bridas:** es la fuerza que comprime las bridas contra la junta. Inicialmente es igual a la fuerza de los bulones, después de la presurización del sistema es igual a la fuerza de los bulones menos la fuerza de separación.

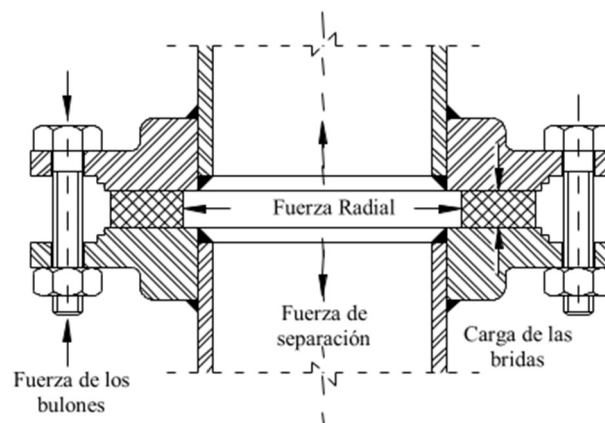


Figura 3.4.4.1.1

La fuerza de los bulones, aplicada inicialmente sobre la junta, además de aplastarla debe:

- compensar la fuerza de separación causada por la presión interna.
- ser suficiente para mantener una presión residual sobre la junta, evitando la pérdida del fluido.

Del punto de vista práctico, la presión residual debe ser "x" veces la presión interna, de modo de mantener el sellado. Este valor de "x" es conocido como factor "m" en el Código ASME y varía en función del tipo de junta. El valor de

“m” es la razón entre la presión residual (fuerza de los bulones menos la fuerza de separación) sobre la junta y la presión interna del sistema. Cuanto mayor es el valor de “m”, mayor será la seguridad del sistema contra pérdidas.

3.4.4.2- Condiciones operacionales

Nota: El siguiente procedimiento de cálculo debe ser siempre usado en unidades inglesas de medida.

3.4.4.2.1- Simbología

A_b = área real del bulón en la raíz de la rosca o en la sección de menor área bajo tensión (pulg²).

A_m = área total mínima necesaria para los bulones, tomada como el mayor valor entre A_{m1} y A_{m2} (pulg²).

A_{m1} = área total mínima de los bulones calculada para las condiciones operacionales (pulg²).

A_{m2} = área total mínima de los bulones para aplastar la junta (pulg²).

b = ancho efectivo de la junta o ancho de contacto de la junta con la superficie de las bridas (pulg).

b_0 = ancho básico de aplastamiento de la junta (pulg).

ϕ_e = diámetro externo de la junta (pulg).

ϕ_i = diámetro interno de la junta (pulg).

G = diámetro de los puntos de aplicación de la resultante de las fuerzas de reacción de la junta, Tabla 3.4.4.2.1.2 (pulg).

m = factor de la junta, Tabla 3.4.4.2.1.1.

N = ancho radial usado para determinar el ancho básico de la junta, Tabla 3.4.4.2.1.2 (pulg).

P = presión de proyecto (lbs/pulg²).

S_a = tensión máxima admisible en los bulones a temperatura ambiente (lb/pulg²).

S_b = tensión máxima admisible en los bulones a temperatura de operación (lb/pulg²).

S_g = presión sobre la superficie de la junta (lb/pulg²).

W_m = fuerza mínima de instalación de la junta (lb).

W_{m1} = fuerza mínima necesaria en los bulones en las condiciones de operación (lb).

W_{m2} = fuerza mínima necesaria en los bulones para aplastar la junta (lb).

y = presión mínima de aplastamiento, Tabla 3.4.4.2.1.1 (lb/pulg²).

Material de la junta	m	y (psi)	Perfil o tipo	Superficie de sellado	Columna b_0
Goma – abajo de 75 Shore A - arriba de 75 Shore A - refuerzo de tela de algodón	0.50 1.00 1.25	0 200 400	plana	(1a) (1b) (1c) (1d) (4) (5)	II
Lamina Comprimida 3.2 mm espesor 1.6 mm espesor 0.8 mm espesor	2.00 2.75 3.50	1600 3700 6500	plana	(1a) (1b) (1c) (1d) (4) (5)	II
Fibra vegetal	1.75	1100	plana	(1a) (1b) (1c) (1d) (4) (5)	II
Metalflex acero inoxidable o Monel y relleno de Amianto	3.00	10000	911, 913 914	(1a) (1b)	II
Doble camisa metálica corrugada Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	2.50 2.75 3.00 3.25 3.50	2900 3700 4500 5500 6500	926	(1a) (1b)	II
Corrugada metálica Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	2.75 3.00 3.25 3.50 3.75	3700 4500 5500 6500 7600	900	(1a) (1b) (1c) (1d)	II
Doble camisa metálica corrugada Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	3.25 3.50 3.75 3.50 3.75	5500 6500 7600 8000 9000	923	(1a) (1b) (1c) (1d) (2)	II
Metálica ranurada Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	3.25 3.50 3.75 3.75 4.25	5500 6500 7600 9000 10100	941, 942	(1a) (1b) (1c) (1d) (2) (3)	II
Metálica sólida Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	4.00 4.75 5.50 6.00 6.50	8800 13000 18000 21800 26000	940	(1a) (1b) (1c) (1d) (2) (3) (4) (5)	I
Ring Joint Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	5.50 6.00 6.50	18000 21800 26000	950, 951	(6)	I

Tabla 3.4.4.2.1.1

Ancho efectivo de la junta

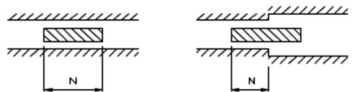
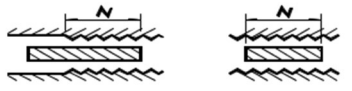
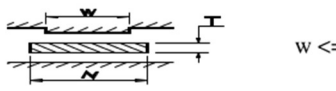
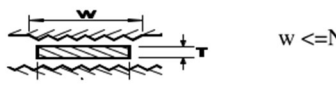
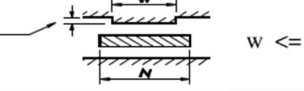
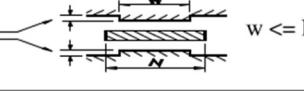


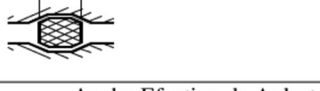
Perfil de la Superficie de Sellado	Ancho Efectivo b_0	
	Columna I	Columna II
(1a) 	$N / 2$	$N / 2$
(1b) 	$N / 2$	$N / 2$
(1c)  $w \leq N$	$(w + T) / 2$	$(w + T) / 2$
(1d)  $w \leq N$	$(w + N) / 4$ máx	$(w + N) / 4$ máx
(2) Resalto de 0.4 mm  $w \leq N/2$	$(w + N) / 4$	$(w + 3N) / 8$
(3) Resalto de 0.4 mm  $w \leq N/2$	$N / 4$	$3N / 8$
(4) Ver nota 1 	$3N / 8$	$7N / 16$
(5) Ver nota 1 	$N / 4$	$3N / 8$
(6) 	$w / 8$	—
<p>Ancho Efectivo de Aplastamiento de la Junta, b $b = b_0$ si $b_0 \leq 6.4$ mm o $b = 0.5 (b_0)^{0.5}$ si $b_0 > 6.4$ mm Nota 1: cuando las ranuras no exceden en 0.4 mm de profundidad y 0.8 mm de paso usar los perfiles 1b y 1d</p>		

Tabla 3.4.4.2.1.2

Localización de la Fuerza de Reacción en la Junta

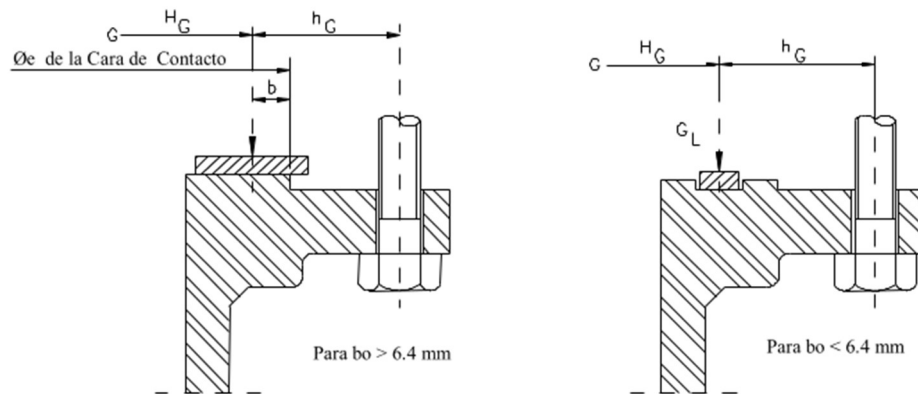


Tabla 3.4.4.2.1.2 (continuación)

3.4.4.2.2- Condiciones operacionales

Esta condición determina una fuerza mínima, por la ecuación:

$$W_{m1} = \frac{\pi G^2 P}{4} + 2b\pi GmP$$

La misma establece que la fuerza mínima de los bulones necesaria para las condiciones operacionales es igual a la suma de las fuerzas de presión más una carga residual sobre la junta multiplicada por un factor y por la presión interna. O, interpretando de otra manera, esta ecuación establece que la fuerza de los bulones debe ser tal que siempre exista una presión residual sobre la junta, mayor que la presión interna del fluido. El Código ASME sugiere los valores mínimos del factor "m" para los diversos tipos de juntas, como se muestra en la Tabla 3.4.4.2.1.1

El tipo de junta seleccionada corresponde al modelo Grafito Flexible GRAFLEX® del fabricante TEADIT.

La fuerza mínima necesaria en los bulones en las condiciones de operación

(W_{m1}) es:

$$W_{m1} = \frac{\pi G^2 P}{4} + 2b\pi GmP$$

dónde: $G = B_1 + 2b$ siendo $B_1 =$ diámetro interno de la brida ($B_1 = 52,5\text{mm}$)

“ b ” es definido como el ancho efectivo de la junta y se calcula según:

$b = b_0$ cuando b_0 es igual o menor que $6,4\text{ mm}$ ($1/4"$)

o

$b = \frac{\sqrt{b_0}}{2}$ cuando b_0 es mayor que $6,4\text{ mm}$ ($1/4"$)

El Código ASME también define como se debe calcular b_0 en función de la cara de la brida, como se muestra en las Tabla 3.4.4.2.1.1 y Tabla 3.4.4.2.1.2.

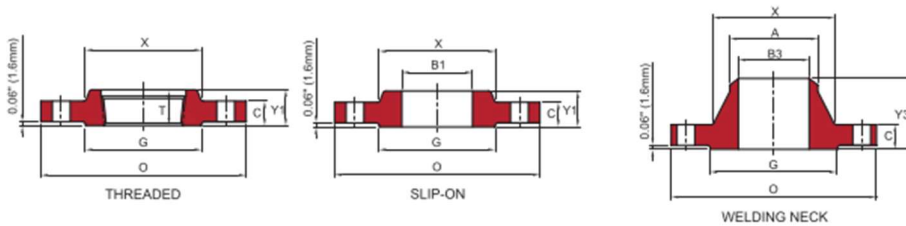
Según las especificaciones de las tablas se extraen los siguientes datos:

el perfil de la superficie de sellado corresponde a la clasificación 1(a) y por ende el ancho efectivo de la junta es $b_0 = N/2$

N se obtiene de la Figura 3.4.4.1.1 para la brida seleccionada (Welding Neck), resultando ser:

$$N = \frac{G - B_3}{2} = \frac{91,9\text{mm} - 52,6\text{mm}}{2} = 19,7\text{mm} \approx 0,776\text{pulgadas}$$

B16.5 Class150



CLASS150

Unit : mm

Nominal Pipe Size	Outside Diam. of Flanges	Thk. of Flange Min.	Diam. of Hub	O.D. of Raised Face	Hub Diam. Diam. of W.N.	LENGTH THROUGH HUB						BORE				Depth of Socket	DRILLING			LENGTH OF STUD BOLTS				
						Threaded Slip-on Socket Welding		Welding Neck		Thread Length		Slip-on Socket Welding		Welding Neck Socket Welding			Corner Radius of Bore of Lapped Flange	D	Diam. of Bolt Circle	Diam. of Bolt Holes	Number of Bolts	Machine Bolts		Stud Bolts
						Lapped	Y1	Y2	Y3	T	B1	B2	B3	r	0.06 in Raised Face							0.06 in Raised Face	Ring Joint	
O	C	X	G	A	Y1	Y2	Y3	T	B1	B2	B3	r	D											
15	89.0	11.2	30.2	35.1	213	15.7	15.7	47.8	15.7	224	229	15.8	3.0	9.7	80.5	15.8	4	1/2	50.8	57.2	-			
20	98.5	12.7	38.1	42.9	267	15.7	15.7	52.3	15.7	277	282	20.8	3.0	11.2	89.9	15.8	4	1/2	50.8	63.5	-			
25	108.0	14.2	49.3	50.8	335	17.5	17.5	55.6	17.5	345	351	26.7	3.0	12.7	79.3	15.8	4	1/2	57.2	63.5	76.2			
32	117.5	15.7	58.7	63.5	422	20.6	20.6	57.2	20.6	432	437	35.1	4.8	14.2	88.9	15.8	4	1/2	57.2	69.9	82.6			
40	127.0	17.5	65.0	73.2	483	22.4	22.4	62.0	22.4	495	500	40.9	6.4	15.8	96.6	15.8	4	1/2	63.5	69.9	82.6			
50	152.5	19.1	77.7	91.9	605	25.4	25.4	63.5	25.4	620	625	52.6	7.9	17.5	120.7	19.1	4	5/8	69.9	82.6	95.3			
65	178.0	22.4	90.4	104.6	732	28.4	28.4	69.9	28.4	747	754	62.7	7.9	19.1	139.7	19.1	4	5/8	76.2	88.9	101.6			
80	190.5	23.9	108.0	127.0	889	30.2	30.2	69.9	30.2	907	914	78.0	9.7	20.6	152.4	19.1	4	5/8	76.2	88.9	101.6			
90	216.0	23.9	122.2	139.7	1016	31.8	31.8	71.4	31.8	103.4	104.1	90.2	9.7	-	177.8	19.1	8	5/8	76.2	88.9	101.6			
100	228.5	23.9	134.9	157.2	1143	33.3	33.3	76.2	33.3	116.1	116.8	102.4	11.2	-	190.5	19.1	8	5/8	76.2	88.9	101.6			

Figura 3.4.4.1.2

Las equivalencias entre NPS y DN se presentan en la siguiente tabla:

NPS	DN	NPS	DN	NPS	DN	NPS	DN
1/8	6	3 1/2	90	22	550	44	1100
1/4	8	4	100	24	600	48	1200
3/4	10	5	125	26	650	52	1300
1/2	15	6	150	28	700	56	1400
3/4	20	8	200	30	750	60	1500
1	25	10	250	32	800	64	1600
1 1/4	32	12	300	34	850	68	1700
1 1/2	40	14	350	36	900	72	1800
2	50	16	400	38	950	76	1900
2 1/2	65	18	450	40	1000	80	2000
3	80	20	500	42	1050	—	—

Tabla Equivalencia entre NPS y DN

$$\Rightarrow b_0 = \frac{N}{2} = \frac{0,776''}{2} = 0,388''$$

$$b = \frac{\sqrt{b_0}}{2} = \frac{\sqrt{0,388}}{2} = 0,311 \text{ pulgadas}$$

por lo tanto G será:

$$G = B_1 + 2b = 2,067'' + 2 * 0,311'' = 2,690\text{pulgadas}$$

Si bien “m” puede obtenerse de la Tabla 3.4.4.2.1.1, aquí se extrae de la tabla propia del fabricante para el material utilizado:

Tipos de Placas de Graflex®

Tipo	TJR	TJE	TJB
Refuerzo	Lámina lisa de acero inoxidable 316L	Lámina perforada de acero inoxidable 316L	Sin Refuerzo
Aplicación	Servicios generales, vapor, hidrocarburos	Servicios generales, vapor, fluido térmico, hidrocarburos	Servicios generales, bridas frágiles en general

Temperaturas de Trabajo

Temperatura °C				
Medio	Mínima	Máxima		
		TJR	TJE	TJB
Neutro / reductor	-240	870	870	3 000
Oxidante	-240	450	450	450
Vapor	-240	650	650	No recomendado

Valores para Cálculo

Tipo	TJR	TJE	TJB
m	2	2	1.5
y (psi)	1 000	2 800	900
G_b (MPa)	5.628	9.655	6.690
a	0.377	0.324	0.384
G_s (MPa)	4.552 10 ⁻⁴	6.897 10 ⁻⁵	3.448 10 ⁻⁴
Presión de aplastamiento máxima (MPa)	165	165	165

Tabla 3.4.4.2.1.3

Ahora estamos en condiciones de calcular la fuerza mínima necesaria en los bulones en las condiciones de operación:

$$W_{m1} = \frac{\pi G^2 P}{4} + 2b\pi GmP$$

$$W_{m1} = \frac{\pi * (2,69 \text{ pulg})^2 * 14 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 14,5 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}}{4} + 2 * \pi * 0,311 \text{ pulg} * 2,69 \text{ pulg} * 2 * 14 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 14,5 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

$$W_{m1} = 3289,05 \text{ lb}$$

3.4.4.2.3- Aplastamiento

La segunda condición determina una fuerza mínima de aplastamiento de la junta, sin tener en cuenta la presión de trabajo. Esta fuerza se calcula según la siguiente fórmula:

$$W_{m2} = \pi b G y$$

$$W_{m2} = \pi * 0,311 \text{ pulg} * 2,69 \text{ pulg} * 2800 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

$$W_{m2} = 7365,62 \text{ lb}$$

dónde "y" es el valor de presión mínima de aplastamiento de la junta, obtenida, al igual que m, de la tabla del fabricante para el material utilizado.

3.4.4.3- Área de los bulones

Enseguida, se debe calcular el área mínima de los bulones A_m :

$$A_{m1} = \frac{W_{m1}}{S_b} \quad A_{m2} = \frac{W_{m2}}{S_a}$$

donde S_b es la tensión máxima admisible, en los bulones a la temperatura de operación y S_a es la tensión máxima admisible en los bulones a la temperatura ambiente. El valor de A_m debe ser el mayor de los valores de A_{m1} y A_{m2} .

La tensión admisible en los bulones a temperatura de operación y a temperatura ambiente son iguales y corresponde a 25000Psi, por lo tanto:

$$A_{m1} = \frac{3289,05lb}{25000 \frac{lb}{pulg^2}} = 0,132 pulg^2$$

$$A_{m2} = \frac{7265,62lb}{25000 \frac{lb}{pulg^2}} = 0,295 pulg^2$$

El valor del área que se toma para el cálculos de los bulones, es la mayor y corresponde a $A_{m1}=A_m = 0,295 pulg^2$

3.4.4.3.1- Cálculos de los bulones

Los bulones deben ser dimensionados de modo que la suma de sus áreas sea igual o mayor que A_m :

$$A_b = (\text{número de bulones}) \times (\text{área mínima del bulón, pulg}^2)$$

el número máximo de bulones está predeterminado por la cantidad de orificios dispuestos en la platina, que corresponde a la suma de 4 agujeros; con lo que es menester saber la sección de los bulones a utilizar para que cumpla con las especificaciones de aprietes correctas:

$$A_b = \frac{A_m}{N^{\circ}bulones} = \frac{0,295 pulg^2}{4} = 0,074 pulg^2$$

$$\Phi_{Bulón} = \sqrt{\frac{4 * A_b}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,074 pulg^2}{\pi}}$$

$$\Phi_{Bulón} = 0,31 pulg$$

Se adoptan espárragos de medida comercial correspondiente a 1/2" por

criterio de uniformidad en la planta.

3.4.4.5- Verificación del ancho de la junta a los reventones

Se aplica la siguiente fórmula:

$$N_{\min} = \frac{A_b * S_a}{2 * y * \pi * G}$$

A_b = sección total de la cantidad de los bulones seleccionados

$$A_b = 4 * \left(\frac{\pi * (0,5\text{pulg})^2}{4} \right)$$

$$A_b = 0,785\text{pulg}^2$$

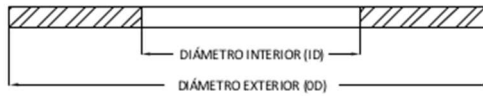
$$N_{\min} = \frac{0,785\text{pulg}^2 * 25000\text{psi}}{2 * 2800\text{psi} * \pi * 2,69\text{pulg}}$$

$$N_{\min} = 0,415\text{pulg}$$

N de brida = 0,776 pulg > N_{\min} = 0,415 pulg, por lo tanto no existe temor a reventón.

En la siguiente tabla se muestran las medidas que debe tener la junta según especificaciones ASME B16,21, para Bridas según ASME B16.5.

**MEDIDAS DE JUNTAS SEGÚN ASME B16.21, PARA
BRIDAS SEGUN ASME B16.5**



Medida (NPS)	Clase 150 Libras			
	Diámetro interior (ID)		Diámetro exterior (OD)	
	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm
1/2	0.84	21	1.88	48
3/4	1.06	27	2.25	57
1	1.31	33	2.62	67
1 1/4	1.66	42	3.00	76
1 1/2	1.91	49	3.38	86
2	2.38	60	4.12	105
2 1/2	2.88	73	4.88	124
3	3.50	89	5.38	137
3 1/2	4.00	102	6.38	162
4	4.50	114	6.88	175
5	5.56	141	7.75	197
6	6.62	168	8.75	222
8	8.62	219	11.00	279
10	10.75	273	13.38	340
12	12.75	324	16.13	410
14	14.00	356	17.75	451
16	16.00	406	20.25	514
18	18.00	457	21.62	549
20	20.00	508	23.88	607
24	24.00	610	28.25	718

Especificaciones de junta	
Fabricante	Teadit
Tipo	Lámina reforzada con acero inox. 316L
Tamaño	2 pulgadas
Cantidad	2

3.4.5- SELECCIÓN DE VÁLVULAS

3.4.5.1- Válvula salida vapor flash

Del catálogo general de válvulas esféricas de SPIRAX SARCO, se selecciona el tipo de válvula para presión media, por el motivo que en caso de haber algún

desperfecto en la instalación y el tanque flash quede a presión de 14 bares (presión de condensado entrante al tanque flash), la misma tiene que estar en condiciones de operación bajo las circunstancias establecidas.

Figura 3.4.5.1.1

Matriz de selección de válvulas esféricas

Aplicaciones	3 piezas	2 piezas		1 pieza		
	Roscadas, SW, BW, bridas	Bridas ANSI	Bridas DIN	Bridas ANSI	Bridas DIN	
Vapor (ver catálogo de Vapor)	Vapor de baja presión (<10 bar)	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Vapor de media presión (<17.5 bar)	M10S	M31S	M31S	M40S	M21S
	Vapor de alta presión (<39 bar)	M10H	M31H	M31H	M20H	M20H
	Vapor limpio	M60V M60G				
	Condensado y agua de procesos	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Purga de caldera				M20S	M20S

Tabla de selección


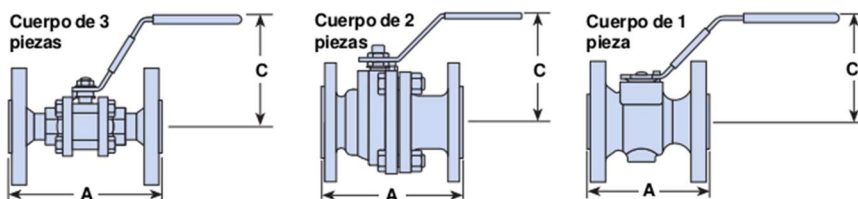
Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso RB = Paso reducido FB = Paso total	Material del cuerpo 
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C			
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, ANSI150	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI150	RB	
	M31V ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI150 ANSI300 PN16 F1 y F4 / F5	FB	Fundición 2 ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
	M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI150 ANSI300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M
Vapor de media presión, condensado y agua de procesos	M10S M10S ISO	DN6 a DN50	3 Piezas	17.5	208	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, PN40, ANSI150	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
		DN65	3 Piezas	17.5	208	ANSI300	RB	
	M31S ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	11.6	190	PN16	FB	Fundición 2 DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M
			2 Piezas	17.5	208	ANSI150 ANSI300		
	M20S M21S ISO M40S ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	17.5	208	ANSI 150 ANSI 300 PN 40	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M (Solo bridas PN40)
		DN15 a DN100	1 Pieza	17.5	208	PN40	RB	Fundición 2 DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
		DN25 a DN150	1 Pieza	17.5	208	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M

Figura 3.4.5.1.2

Para trabajar con vapor de media presión (menos de 17.5 bares), se selecciona la válvula esférica de tres cuerpos M10S bridada.

Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN	Rosca, BW	RB	SW	FB	A			C	
					ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40	Rosca, SW, BW	Bridas PN40 & ANSI 150
6	56	56	-	-	-	-	-	57	-
10	6	56	51	56	-	-	-	57	-
15	10	63	51	63	108	140	130	61	87
20	15	68	59	68	117	152	150	63	89
25	20	86	84	86	127	165	160	91	91
32	25	97	93	97	140	178	180	95	95
40	32	106	102	106	165	190	200	109	109
50	40	124	118	124	178	216	230	115	115
65	50	152	152	152	191	241	290	132	132

Figura 3.4.5.1.3

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, el punto de operación de la válvula se encuentra dentro del rango de operación admisible de la misma.

Rangos de operación

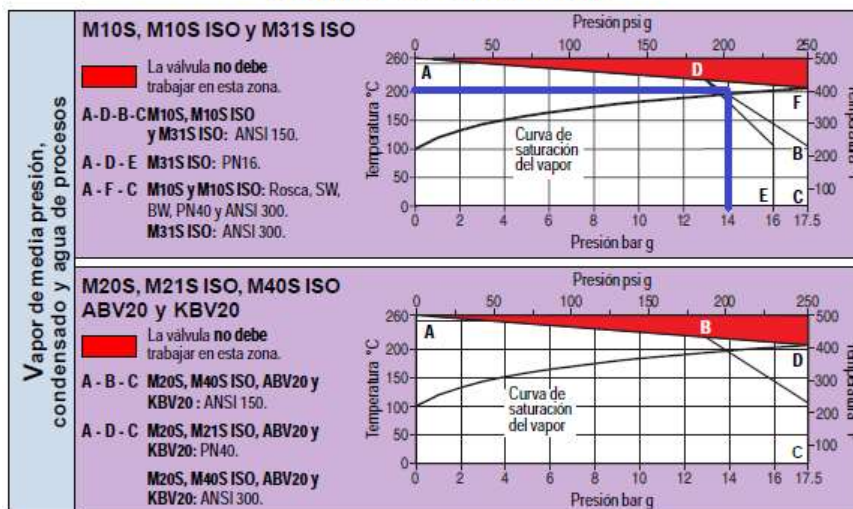


Figura 3.4.5.1.4

Se selecciona la válvula M10S DN 50 para la salida del vapor flash del tanque de revaporizado.

Código de pedido a fabricante: DN50 M10S 2 FB ANSI150.

M10S y M10S ISO



- 1/4" a 2 1/2"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bridas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PDR 0.8
- Presión máxima de trabajo 100 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 260°C
- Accionamiento manual o automático

Aplicaciones:

- Vapor de media presión
- Aceites térmicos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite mineral
- Gas natural
- Gases industriales
- CO₂

Especificaciones de válvula esférica	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	M10S
Diámetro nominal	DN 50
Tipo	Bridada(ANSI 150)
Cuerpo	3 piezas
Material cuerpo	Acero al carbono
Cantidad	1

3.4.5.2- Válvula entrada condensado

Matriz de selección de válvulas esféricas

Aplicaciones	3 piezas	2 piezas		1 pieza		
	Roscadas, SW, BW, bridas	Bridas ANSI	Bridas DIN	Bridas ANSI	Bridas DIN	
Vapor (ver catálogo de Vapor)	Vapor de baja presión (<10 bar)	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Vapor de media presión (<17.5 bar)	M10S	M31S	M31S	M40S	M21S
	Vapor de alta presión (<39 bar)	M10H	M31H	M31H	M20H	M20H
	Vapor limpio	M60 V M60G				
	Condensado y agua de procesos	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Purga de caldera				M20S	M20S

Figura 3.4.5.2.1

La presión de entrada de condensado es de 14 bares, que corresponde a media presión. Por ende, la válvula a seleccionar corresponde a esta categoría.

Tabla de selección


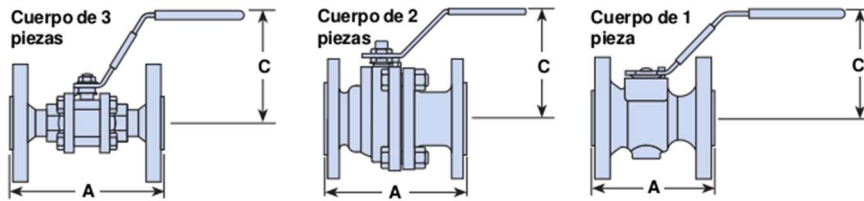
Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso RB = Paso reducido FB = Paso total	Material del cuerpo 
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C			
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, 5W, BW, ANSI 150	RB y FB	Forjado 2 = ASTM A105 3 = ASTM A182 F316L 4 = ASTM A182 F316L
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI 150	RB	
	M31V ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI 150 ANSI 300 PN16 F1 y F4 / F5	FB	Fundición 2 = ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 = ASTM A351 CF8M
	M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 = ASTM A216 WCB 3 = ASTM A351 CF8M
Vapor de media presión, condensado y agua de procesos	M10S M10S ISO	DN6 a DN50	3 Piezas	17,5	208	BSP, BSPT, NPT, 5W, BW, PN40, ANSI 150	RB y FB	Forjado 2 = ASTM A105 3 = ASTM A182 F316L 4 = ASTM A182 F316L
		DN65					ANSI 300		RB
	M31S ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	11,6	190	PN16	FB	Fundición 2 = DIN 17245 3 = ASTM A351 CF8M 2 = ASTM A216 WCB 3 = ASTM A351 CF8M
				17,5	208	ANSI 150 ANSI 300		
	M20S	DN25 a DN150	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300 PN40	RB	Fundición 2 = ASTM A216 WCB 3 = ASTM A351 CF8M (Solo bridas PN40)
	M21S ISO	DN15 a DN100	1 Pieza	17,5	208	PN40	RB	Fundición 2 = DIN 17245 3 = ASTM A351 CF8M
M40S ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 = ASTM A216 WCB 3 = ASTM A351 CF8M	

Figura 3.4.5.2.2

Se selecciona la válvula esférica de tres cuerpos M10S bridada.

Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN	Rosca, BW	RB	SW	FB	A			Rosca, SW, BW	C
					ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40		
6	56	56	-	-	-	-	-	57	-
10	56	51	56	-	-	-	-	57	-
15	63	51	63	-	108	140	130	61	87
20	68	59	68	-	117	152	150	63	89
25	86	84	86	-	127	165	160	91	91
32	97	93	97	-	140	178	180	95	95
40	106	102	106	-	165	190	200	109	109
50	124	118	124	-	178	216	230	115	115
65	152	152	152	-	191	241	290	132	132

Figura 3.4.5.2.3

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, el punto de operación de la válvula se encuentra dentro del rango de operación admisible de la misma.

Rangos de operación

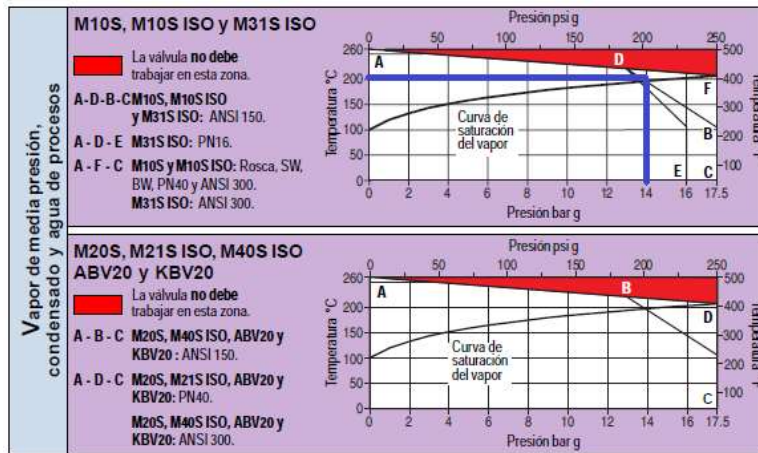


Figura 3.4.5.2.4

Se selecciona la válvula M10S DN 50 para la entrada del condensado al tanque de revaporizado.

Código de pedido a fabricante: DN50 M10S 2 FB ANSI150.

M10S y M10S ISO



- 1/2" a 2 1/2"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bidas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PDR 0.8
- Presión máxima de trabajo 100 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 260°C
- Accionamiento manual o automático

- Aplicaciones:**
- Vapor de media presión
 - Aceites térmicos
 - Hidrocarburos líquidos
 - Aceite mineral
 - Gas natural
 - Gases industriales
 - CO₂

Especificaciones de válvula esférica	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	M10S
Diámetro nominal	DN 50
Tipo	Bridada(ANSI 150)
Cuerpo	3 piezas
Material cuerpo	Acero al carbono
Cantidad	1

3.4.5.3- Válvulas que conforman by pass salida condensado

La presión de salida del condensado es de 3 bares, que corresponde a baja presión. La válvula a seleccionar corresponde a esta categoría.

Matriz de selección de válvulas esféricas

Aplicaciones	3 piezas	2 piezas		1 pieza		
	Roscadas, SW, BW, bridas	Bidas ANSI	Bidas DIN	Bidas ANSI	Bidas DIN	
Vapor (ver catálogo de Vapor)	Vapor de baja presión (<10 bar)	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Vapor de media presión (<17.5 bar)	M10S	M31S	M31S	M40S	M21S
	Vapor de alta presión (<39 bar)	M10H	M31H	M31H	M20H	M20H
	Vapor limpio	M60V M60G				
	Condensado y agua de procesos	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Purga de caldera				M20S	M20S

Figura 3.4.5.3.1

Tabla de selección


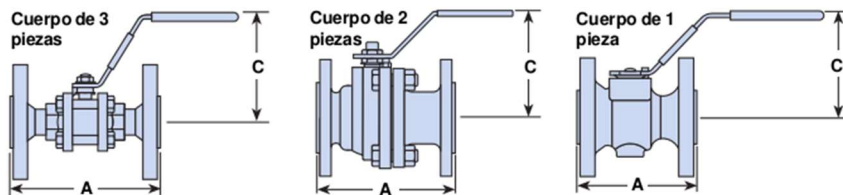
Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso RB = Paso reducido FB = Paso total	Material del cuerpo 
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C			
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, ANSI 150	RB y FB	2 = Cuerpo en acero al carbono 3 = Cuerpo en acero inoxidable 4 = Cuerpo, tornillos y tuercas en acero inox.
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI 150	RB	Forjado 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
	M31V ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI 150 ANSI 300 PN16 F1 y F4 / F5	FB	Fundición 2 ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
	M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M

Figura 3.4.5.3.2

Se selecciona la válvula esférica de tres cuerpos M10V roscada.

Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN		Rosca, BW	A			C				
RB	FB		RB	SW	FB	ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40	Rosca, SW, BW	Bridas PN40 & ANSI 150
6		56	56	-	-	-	-	-	57	-
10	6	56	51	56	-	-	-	-	57	-
15	10	63	51	63	108	140	130	-	61	87
20	15	68	59	68	117	152	150	-	63	89
25	20	86	84	86	127	165	160	-	91	91
32	25	97	93	97	140	178	180	-	95	95
40	32	106	102	106	165	190	200	-	109	109
50	40	124	118	124	178	216	230	-	115	115
65	50	152	152	152	191	241	290	-	132	132

Figura 3.4.5.3.3

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, el punto de operación de la válvula se encuentra dentro del rango de operación admisible de la misma.

Rangos de operación

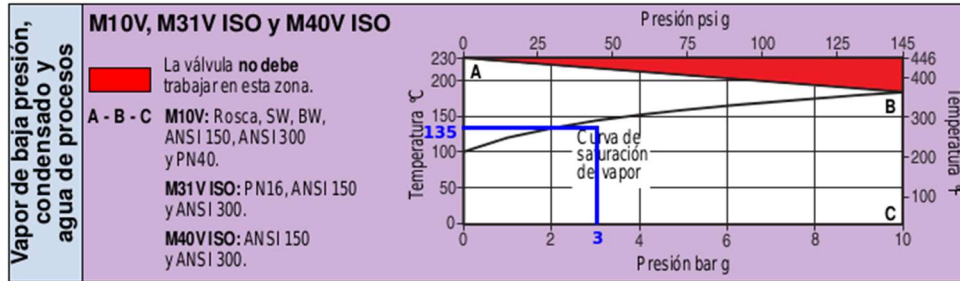



Figura 3.4.5.3.

Se selecciona la válvula M10V DN 25 para la entrada del condensado al tanque de revaporizado.

M10V



- ¼" a 2½"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bridas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PTFE
- Presión máxima de trabajo 70 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 230 °C
- Accionamiento manual

Aplicaciones:

- Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite comestible
- Gas natural
- Glicol
- Aire comprimido
- CO₂

Código de pedido a fabricante: DN25 M10V 2 FB.

Especificaciones de válvula esférica	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	M10V
Diámetro nominal	DN 25
Tipo	Roscada
Cuerpo	3 piezas
Material cuerpo	Acero al carbono
Cantidad	1

3.4.5.4- Válvula desagote condensado

La presión de salida del condensado es de 3 bares, que corresponde a baja presión. La válvula a seleccionar corresponde a esta categoría.

Figura 3.4.5.3.

Matriz de selección de válvulas esféricas

Aplicaciones	3 piezas	2 piezas		1 pieza		
	Roscas, SW, BW, bridadas	Bridas ANSI	Bridas DIN	Bridas ANSI	Bridas DIN	
Vapor (ver catálogo de Vapor)	Vapor de baja presión (<10 bar)	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Vapor de media presión (<17.5 bar)	M10S	M31S	M31S	M40S	M21S
	Vapor de alta presión (<39 bar)	M10H	M31H	M31H	M20H	M20H
	Vapor limpio	M60V M60G				
	Condensado y agua de procesos	M10V	M31V	M31V	M40V	M21S
	Purga de caldera				M20S	M20S

Figura 3.4.5.4.1

Tabla de selección

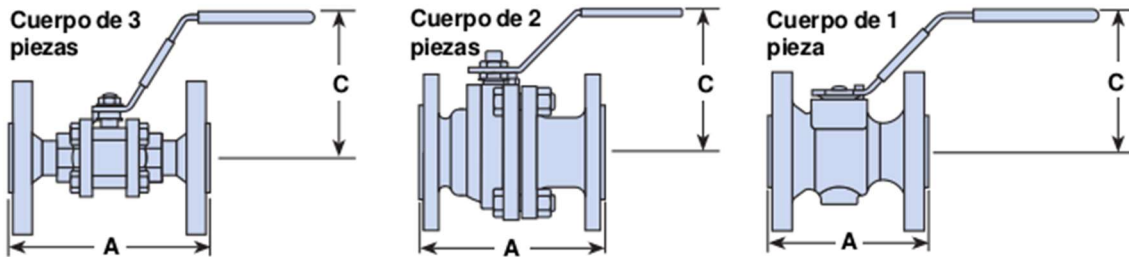
Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso	Material del cuerpo 
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C			
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, ANSI150	RB v FB	2 ASTM A105 Forjado 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI150	RB	
	M31V ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI150 ANSI300 PN16 F1 y F4 / F5	FB	Fundición 2 ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
	M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI150 ANSI300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M

Figura 3.4.5.4.2

Se selecciona la válvula esférica de tres cuerpos M10V roscada.

Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN		Rosca, BW			A			C		
RB	FB	Rosca, BW	RB	SW	FB	ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40	Rosca, SW, BW	Bridas PN40 & ANSI 150
6		56	56	-	-	-	-	-	57	-
10	6	56	51	56	-	-	-	-	57	-
15	10	63	51	63	108	140	130	61	63	87
20	15	68	59	68	117	152	150	63	63	89
25	20	86	84	86	127	165	160	91	91	91
32	25	97	93	97	140	178	180	95	95	95
40	32	106	102	106	165	190	200	109	109	109
50	40	124	118	124	178	216	230	115	115	115
65	50	152	152	152	191	241	290	132	132	132

Figura 3.4.5.4.3

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, el punto de operación de la válvula se encuentra dentro del rango de operación admisible de la misma.

Rangos de operación

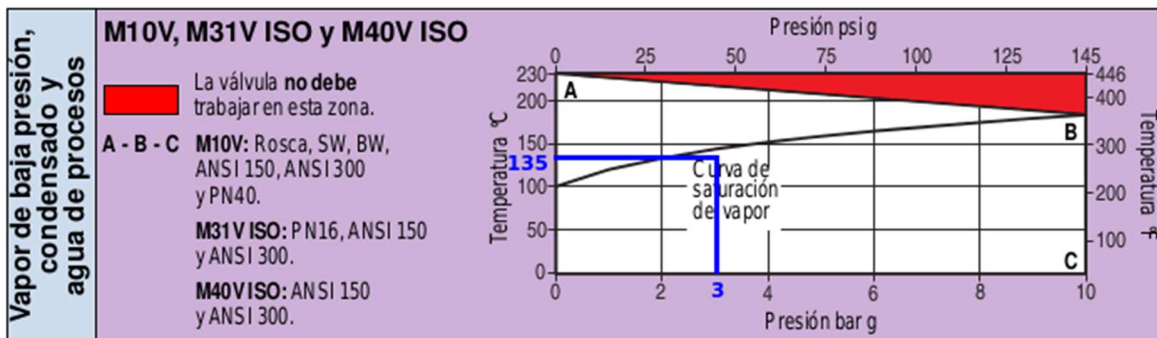


Figura 3.4.5.4.4

Se selecciona la válvula M10V DN 25 para la entrada del condensado al tanque de revaporizado.

Código de pedido a fabricante: DN25 M10V 2 FB.

M10V



- 1/4" a 2 1/2"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bidas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PTFE
- Presión máxima de trabajo 70 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 230°C
- Accionamiento manual

Aplicaciones:

- Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite comestible
- Gas natural
- Glicol
- Aire comprimido
- CO₂

Especificaciones de válvula esférica	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	M10V
Diámetro nominal	DN 25
Tipo	Roscada
Cuerpo	3 piezas
Material cuerpo	Acero al carbono
Cantidad	1

3.4.6- SELECCIÓN DEL FILTRO

Las tuberías casi siempre contienen elementos extraños tales como sedimentos, incrustaciones de óxido, restos de juntas, metal de soldaduras y otras partículas. Estos elementos pueden obstruir válvulas, alterar el correcto funcionamiento de los purgadores para drenaje del condensado, o juntarse en el lugar menos deseado.

Debido a lo expresado anteriormente es necesario instalar filtros en distintos puntos de la instalación con el fin de proteger la misma contra todo esto, acumulando las suciedades y suministrando un sistema para eliminarlas.

Para proteger los elementos activos de la instalación se emplazará un filtro Y de 1" antes de la trampa termodinámica.

Tamaños y conexiones

½", ¾", 1", 1¼", 1½" y 2"
 Conexiones roscadas NPT o BSP bajo pedido.
 Preparadas para soldar "Socket Weld"

Materiales

Nº	Parte	Material	
1	Cuerpo	Acero	ASTM A216 WCB
2	Tamiz	Acero Inoxidable	AISI 316
3	Junta tapa	Acero dulce	SAE 1010
4	Tapa	Acero	SAE 12 L14

Elemento filtrante

* Estándar: Malla de alambre AISI 316 de Ø= 0,50 mm, de 18 agujeros por pulgada lineal (324 agujeros por pulgada cuadrada).
 * Otras mallas: Bajo pedido.

Dimensiones (aproximadas) en milímetros

Tamaño	A	B	C	Peso kg
½"	87	85	90	0,70
¾"	114	111	119	1,34
1"	126	120	129	1,76
1¼"	137	136	144	2,25
1½"	161	160	170	4,06
2"	190	187	200	6,86

Cómo pasar pedido

Filtro SPIRAX SÁRCO de 2", modelo CT de acero fundido.
 Conexiones para soldar SW.

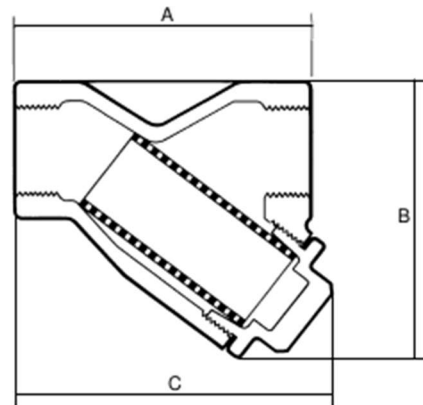
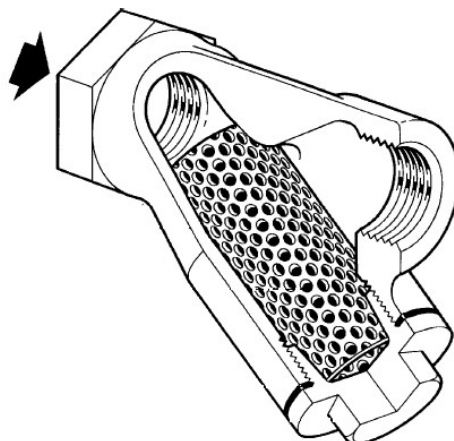


Figura 3.4.6.1



Especificaciones de filtro	
Fabricante	Spirax Sarco
Tipo	Y
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

3.4.7- SELECCIÓN DE TRAMPA DE FLOTADOR

Son trampas mecánicas de operación continua, poseen un flotador que emplea la densidad del agua y del vapor para separar, logrando así evacuar el condensado. Usualmente vienen provistas de eliminador de aire, poseen gran capacidad, son algo voluminosas, pueden verse afectadas por golpe de ariete. Por ser de drenaje continuo son muy eficientes en cualquier aplicación. Pueden trabajar con diferenciales pequeños de presión. Por su principio de operación elimina el condensado ni bien se forma, es considerada como la única trampa de drenaje continuo, es la más adecuada en procesos continuos y donde se requiere un estricto control de temperatura. Al momento de dimensionarla debería tener un factor de sobredimensionamiento de 1.5 a 2.5.

El motivo principal de elección de este tipo de trampas, es que cuenta con la característica de ser una trampa de drenaje continuo. Esta propiedad es trascendental aquí, por la particularidad que el condensado en el tanque flash que es permanente y continua.

Según lo calculado en la sección 3.3.2.3- Dimensionamiento del recipiente, el caudal de condensado en el tanque flash es de 1070,71 kg/h. Con este valor, y con una diferencia de presión de 2bares, ya que la descarga del tanque flash se dirige hacia el tanque flash TQ; se selecciona la trampa:

EL modelo de la trampa seleccionada corresponde a FTV-273 de 1" del fabricante SF.



SERIE	MODELO	DIÁMETRO	PRESION DIFERENCIAL (Vapor / Aire Comprimido) - P (Kg/1cm ²) x Q (Kg/h)																
			ASIENTO	MM	0,1	0,4	0,7	1,1	1,4	2,1	3,5	4,2	7,1	10,0	12,3	14,2	21,0	24,7	32,0
			PULGADA	25,40	4	11	23	34	45	67	112	134	227	320	394	454	672	350	1024
ORIFICIO																			
	FTV-171	1/2" o 3/4"	5/64"	1,98	23	41	57	71	84	103	141	152	191	222	240	252			
	FTV-171	1"	5/32"	3,97	38	69	99	111	134	157	178	189	221	268	297	301			
	FTV-172	1/2" o 3/4"	7/64"	2,78	63	91	126	150	175	216	273	296	376	410					
	FTV-172	1"	15/64"	5,95	140	210	298	311	400	412	508	600	703	800					
	FTV-173	1/2" o 3/4"	5/32"	3,97	159	220	273	298	336	380	446	485							
	FTV-173	1"	9/32"	7,14	300	520	600	711	760	890	1020	1230							
	FTV-271	1"	5/32"	3,97	133	202	276	331	377	453	571	620	780	923	1004	1067			
	FTV-271	1 1/2"	13/32"	10,32	502	778	1083	1315	1508	1830	2335	2547	3250	3880	4245	4524			
	FTV-271	2"	43/64"	17,07	1000	1552	2165	2630	3020	3669	4688	5117	66539	7815	8553	9120			
	FTV-272	1"	15/64"	5,95	215	325	444	533	607	729	918	997	1256	1485					
	FTV-272	1 1/2"	29/64"	11,51	783	1212	1687	2047	2349	2850	3636	3967	5061	6043					
	FTV-272	2"	53/64"	21,03	2155	3337	4644	5636	6465	7845	10010	10920	13934	16636					
	FTV-273	1"	9/32"	7,14	500	756	1034	1241	1414	1698	2138	2321							
	FTV-273	1 1/2"	9/16"	14,29	1585	2454	3415	4144	4754	5769	7361	8030							
FTV-273	2"	19/64"	7,54	5357	8293	11543	14006	16066	19495	24873	27280								

Figura 3.4.7.1

Especificaciones de trampa a flotador	
Fabricante	SF
Tipo	FTV-273
Tamaño	1 pulgada
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

3.4.8- VÁLVULA DE RETENCIÓN

Al momento de decidir que válvula de retención utilizar, se evaluaron varias características, algunas de ellas son: disponibilidad en el mercado, prestaciones, costos, robustez, etc.

De las dos posibilidades apropiadas (ver Figuras 3.4.8.1 y Figura 3.4.8.2), se optó por la Válvula de retención de disco DCV 4. El motivo principal radica en

su diseño para ser montada sobre bridas ANSI, mientras que la de bronce posee rosca NPT, por lo que es necesario realizar una adaptación.

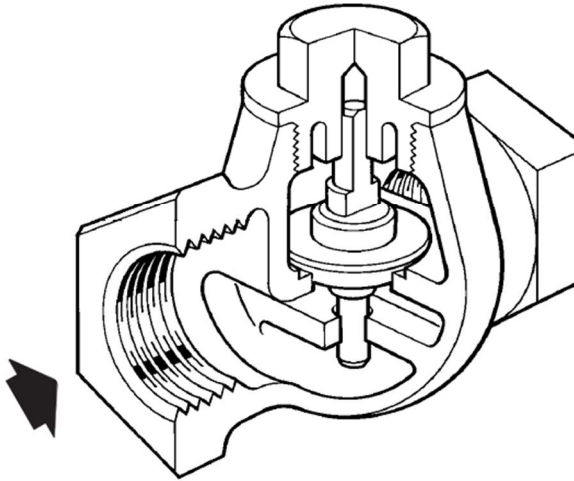


Figura 3.4.8.1 Válvula de retención de cobre.
de retención de disco DCV 4

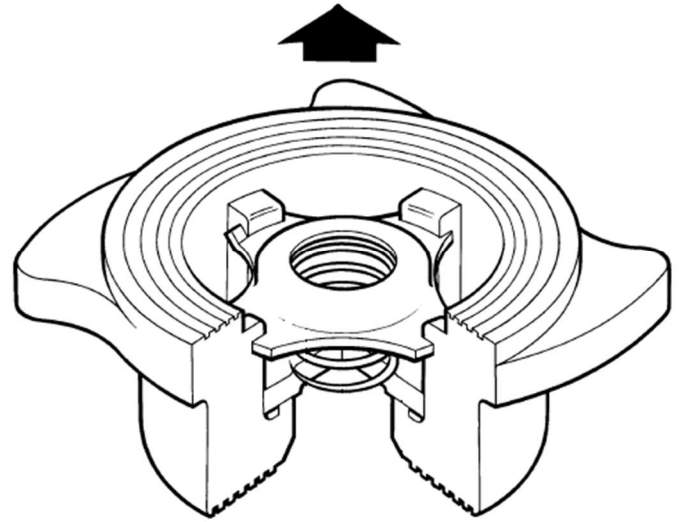
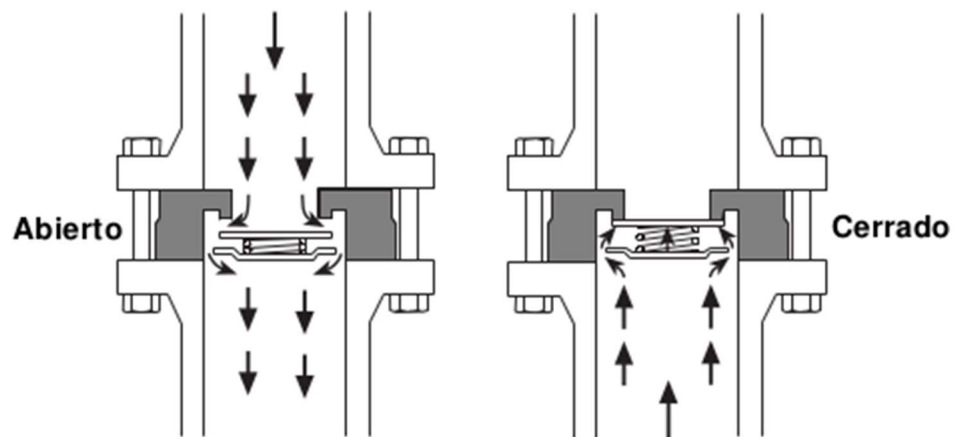


Figura 3.4.8.2 Válvula

La válvula de retención de disco DCV 4 está diseñada para intercalar entre bridas ASME (ANSI). Adecuada para utilizar en amplio campo de fluidos en aplicaciones de proceso, sistemas de agua caliente, redes de vapor y condensados, etc. Dimensiones entre caras conforme a EN 558 parte 2, serie 52.

Se suministra de estándar con asiento metal-metal seat para uso en aplicaciones de vapor. Cuando se usa en aplicaciones de aceites, aire, gas y agua, existen materiales opcionales de asiento.

Especificaciones de válvula de retención	
Fabricante	Spirax Sarco
Modelo	DCV 9
Diámetro nominal	DN 50
Tipo	Montaje entre bridas ANSI 150
Cantidad	1



3.4.8.1- FUNCIONAMIENTO

La válvula de retención abre por efecto de la presión del fluido y cierra por efecto del resorte en el momento que cesa o se invierte el flujo.

3.4.8.2- CONDICIONES EXTREMAS DE FUNCIONAMIENTO

Condiciones límite

Condiciones máximas de diseño	ANSI 300
PMO - Presión máxima de trabajo	50 bar r (725 psi r)
TMO - Temperatura máxima de trabajo	Con resorte estándar 250°C (482°F)
	Sin resorte 400°C (752°F)
Temperatura mínima (Disco/asiento metal)	-196°C (-320°F)
Prueba hidráulica	76 bar r (1102 psi r)

Opciones disponibles con asiento blando:

Vitón (para aceites y gases) - límite de temperatura:	-15°C a + 250°C (9°F a 482°F)
EPDM (para agua) - límite de temperatura:	-50°C a +150°C (-58°F a 302°F)

3.4.8.3- TAMAÑOS Y CONEXIONES

DN15, DN20, DN25, DN40, DN50, DN80 y DN100

Para montar entre las siguientes bridas ASME (ANSI) 150 o ANSI 300.

Condiciones de diseño del cuerpo		ASME 300
PMA	Presión máxima admisible	49 bar r a 37°C
TMA	Temperatura máxima admisible	400°C a 29 bar r
Temperatura mínima admisible		-29°C
PMO	Presión máxima de trabajo para vapor saturado	49 bar r a 37°C
	Resorte estándar	300°C a 31,5 bar r
TMO	Temperatura máxima de trabajo	Resorte alta temperatura
		400°C a 29 bar r
Sin resorte		400°C a 29 bar r
Temperatura mínima de trabajo		-29°C
Nota: Para temperaturas inferiores consultar con Spirax Sarco		
Limites de temperatura	Asiento de Viton	-10°C a +250°C
	Asiento de EPDM	-10°C a +150°C
Prueba hidráulica:		76 bar r

3.4.8.4- CARACTERÍSTICAS

Dimensiones/pesos (aproximados) en mm y kg

Tamaño	ASME 300 A	ASME 150 B	C	D	E	F	Peso
DN15	54	47	38	25	22,35	15	0,24
DN20	67	57	46	31	27,35	20	0,41
DN25	73	67	54	35	33,15	25	0,54
DN40	95	86	76	45	49,15	40	1,15
DN50	111	105	95	56	59,15	50	1,84
DN80	149	136	130	71	90,15	80	3,69
DN100	181	174	160	80	111,15	100	5,70

Valores K_v

DN	15	20	25	40	50	80	100
K_v	4,4	7,5	12	26	39	84	150

Para convertir: $C_v(\text{UK}) = K_v \times 0,963$ $C_v(\text{US}) = K_v \times 1,156$

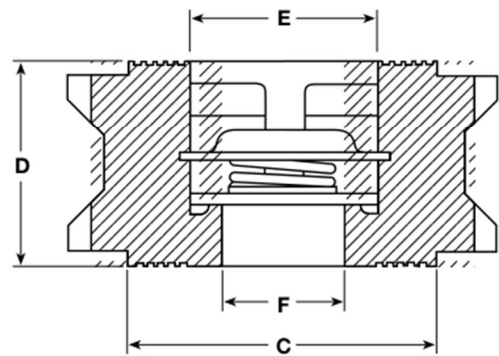
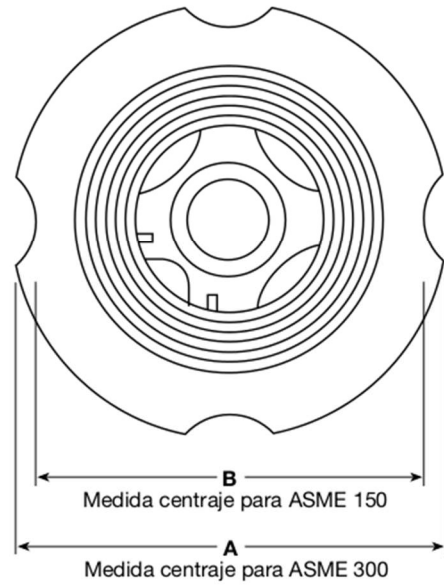


Figura 3.4.8.4.1

Presiones de apertura en mbar

Presión diferencial con caudal cero con resortes estándar y de alta temperatura.

→ Dirección del flujo

DN	15	20	25	32	40	50	65	80	100
↑	25	25	25	27	28	29	30	31	33
→	22,5	22,5	22,5	23,5	24,5	24,5	25	25,5	26,5
↓	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Donde se requieran presiones de apertura más bajas, se pueden instalar sin resorte en tuberías verticales con flujo ascendente.

Sin resorte

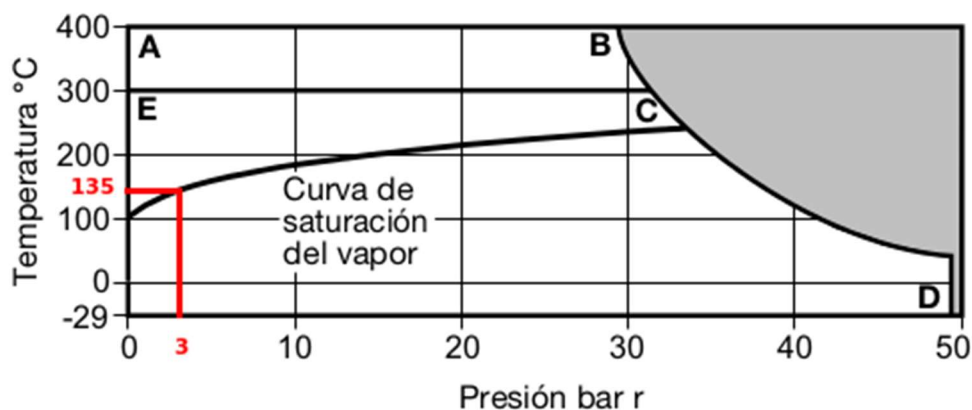
↑	2,5	2,5	2,5	3,5	4	4,5	5	5,5	6,5
---	-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	-----

Resortes alta carga aproximadamente 700 mbar

Figura 3.4.8.4.2

3.4.8.5- RANGO DE OPERACIÓN

Como se aprecia en la figura a continuación, la válvula de retención se encuentra dentro del rango de operación para cuando lo hace con o sin resorte.



La válvula **no puede** trabajar en esta zona

A-B-D Sin resorte y resortes de alta temperatura.

E-C-D Con resorte estándar.

3.4.8.6- INSTALACIÓN

Las válvulas de retención de disco deben ser montadas de acuerdo con la dirección del flujo en el sentido que indica la flecha.

Cuando se montan con resorte, pueden ser instaladas en cualquier posición. Cuando se suministran sin resorte, deben montarse en tuberías verticales con el flujo ascendente.

Nota: Las válvulas de retención de disco no son adecuadas para utilizar donde existan fuertes caudales pulsantes como cerca de un compresor.

Pedido de compra: Válvula de retención de disco Spirax Sarco DCV 9 de DN50 para montar entre bridas ANSI 150

3.4.9- CODOS ROSCADOS

El bypass del condensado se armará por unión roscada, para ésto se seleccionan elementos roscados fabricados bajo norma ANSI B16.11 y ANSI B1.20.1.

Diámetro Nominal		Dimensão em mm	Peso Unit.
Polegada	mm	A	Galv. g
1/4	8	23,9	92
3/8	10	26,9	132
1/2	15	31,8	217
3/4	20	36,6	339
1	25	41,4	515
1 1/4	32	49,3	842
1 1/2	40	54,1	1081
2	50	63,5	1842
2 1/2	65	74,7	2745
3	80	85,9	4182
4	100	114	8415
6	150	159	18165

Especificaciones de codo roscado	
Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	3

3.4.10- TEE ROSCADAS

Para generar el ramal paralelo del bypass, se seleccionan las siguientes tee fabricadas en concordancia con las normas ANSI B16.11 y ANSI B1.20.1

Diámetro Nominal		Dimensão em mm	Peso Unit.
Polegada	mm	A	Galv. g
1/4	8	23,9	119
3/8	10	26,9	185
1/2	15	31,8	309
3/4	20	36,6	460
1	25	41,4	779
1 1/4	32	49,3	1102
1 1/2	40	54,1	1462
2	50	63,5	2472
2 1/2	65	74,7	3690
3	80	85,9	5464
4	100	114	10485
6	150	159	25195

Especificaciones de tee roscada	
Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	2

3.4.11- UNIONES DOBLES

El armado del bypass en la salida del condensado del tanque flash, se realizará mediante la utilización de uniones dobles. Éstas nos brindan la posibilidad un armado y desarmado rápido en las cañerías que se conectan al tanque. Se seleccionan elementos fabricados en concordancia con las normativas ANSI B16.11 y ANSI B1.20.1.

Diámetro Nominal		Dimensões em mm			Peso Unit.
Polegada	mm	C	S	S1	Galv. g
1/4	8	39,5	34	19	144
3/8	10	43,5	38	23	204
1/2	15	46	44,5	27	281
3/4	20	54	54,5	34	523
1	25	58,5	63	41	645
1 1/4	32	67,5	76,5	50	941
1 1/2	40	72,5	83,5	57	1375
2	50	82	100,5	70	1897
2 1/2	65	84,5	120	85	3142
3	80	104	136,5	104	4471
4	100	113,5	178	132	8481

Especificaciones de unión doble	
Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	2

3.4.12- ENTRE ROSCAS

Las entre roscas se utilizarán para unir los elementos que constituyen el bypass. Se seleccionan productos fabricados bajo las normativas ANSI B16.11 y ANSI B1.20.1.



Diámetro Nominal		Dimensiones en mm		Peso Unit.
Polegada	mm	B	S	Galv. g
1/4	8	41	19	39
3/8	10	42	22	56
1/2	15	53	27	96
3/4	20	53	32	130
1	25	64	41	255
1 1/4	32	65	50	371
1 1/2	40	67	55	504
2	50	70	70	774
2 1/2	65	100	85	1392
3	80	102	100	2110
4	100	110	130	3511
6	150	125	180	7345

Especificaciones entre roscas	
Fabricante	Tupy
Tamaño	1 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	3

3.4.13- SELECCIÓN DE THREDOLET Y CUPLA

3.4.13.1- CUPLA DE CONEXIÓN TANQUE FLASH-MANÓMETRO

La conexión de la cola de chanco con el cabezal del tanque flash será a través de una thredolet de 3/8", medida de rosca predeterminada por la cola de chanco.

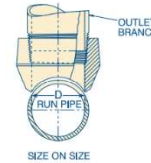
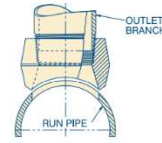
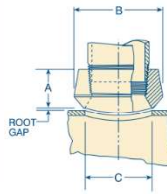
La thredolet es seleccionada en conformidad con las normativas de fabricación ANSI B16.11 y de roscado ANSI B1.20.1 (rosca interna y externa cónica).

B Thredolet® Reducing, Size on Size and Flat

BONNEY FORGE

CL 3000

CL 6000



REDUCING SIZES

Outlet Size Inches	Dimensions			Appx. Weight Pounds
	A	B	C	
1/8	3/4	1	5/8	.10
1/4	3/4	1	5/8	.10
3/8	13/16	1-1/4	3/4	.20
1/2	1	1-13/32	15/16	.25
3/4	1-1/16	1-23/32	1-5/32	.35
1	1-5/16	2	1-7/16	.60

Especificaciones de cupla

Fabricante	Tupy
Tamaño cupla	3/8 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

3.4.13.2- CUPLA DE INSPECCIÓN EN TANQUE FLASH

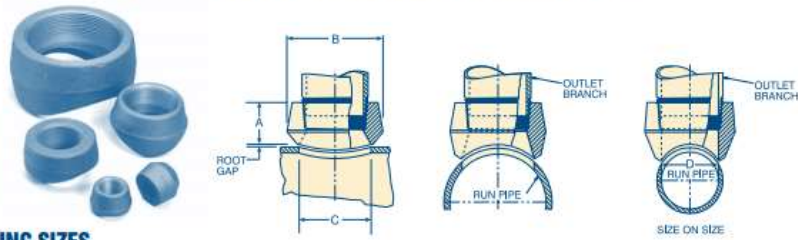
Para la inspección del tanque flash, se instalarán dos thredolet cerradas con un tapón cada una de ellas.

La thredolet es seleccionada en conformidad con las normativas de fabricación ANSI B16.11 y de roscado ANSI B1.20.1 (rosca interna y externa cónica).

La posición de soldado de las thredolet puede apreciarse en el Anexo I, plano TCO: 001.

B Thredolet® Reducing, Size on Size and Flat
 BONNEY FORGE

CL 3000
CL 6000



REDUCING SIZES

	Outlet Size Inches	Dimensions			Appx. Weight Pounds
		A	B	C	
CL 3000	1/8	3/4	1	5/8	.10
	1/4	3/4	1	5/8	.10
	3/8	13/16	1-1/4	3/4	.20
	1/2	1	1-13/32	15/16	.25
	3/4	1-1/16	1-23/32	1-5/32	.35
	1	1-5/16	2	1-7/16	.60
	1-1/4	1-5/16	2-9/16	1-3/4	.90
	1-1/2	1-3/8	2-27/32	2	1.00
	2	1-1/2	3-15/32	2-9/16	1.75
	2-1/2	1-13/16	4-1/16	3	3.00
	3	2	4-13/16	3-11/16	4.35
	3-1/2	2-1/8	5-7/32	4	5.75
	4	2-1/4	5-31/32	4-3/4	7.10
	5	2-5/8	7-5/16	5-9/16	12.00
6	2-3/4	8-5/8	6-11/16	15.30	

Especificaciones del thredolet	
Fabricante	Tupy
Tamaño cupla	2 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	2

3.4.14- TAPONES

Los tapones se seleccionan en concordancia con las normativas de fabricación ANSI B16.11 y ANSI B1.20.1.

3.4.14.1- TAPÓN CUPLAS INSPECCIÓN

En las cuplas de inspección se colocarán dos tapones roscados para agilizar y facilitar la inspección del tanque flash.



Diámetro Nominal		Dimensiones en mm		Peso Unit.
Polegada	mm	A	S (máx)	Galv. g
1/4	8	27,5	8	22
3/8	10	28	10	37
1/2	15	33,5	11	48
3/4	20	36,5	17	87
1	25	41,5	19	148
1 1/4	32	46	22	212
1 1/2	40	48	22	264
2	50	56	27	429
2 1/2	65	63	32	707
3	80	68	36	1059

Especificaciones del tapón	
Fabricante	Tupy
Tamaño cupla	2 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

3.4.14.2- TAPÓN VÁLVULA DESAGOTE DE CONDENSADO

Por cuestión de seguridad, luego de la válvula de desagote se instalará un tapón con el fin de evitar algún eventual incidente con la fuga de condensado, previniendo posibles accidentes y fugas propiamente dicha



Diámetro Nominal		Dimensões em mm		Peso Unit. Galv. g
Polegada	mm	A	S (máx)	
1/4	8	27,5	8	22
3/8	10	28	10	37
1/2	15	33,5	11	48
3/4	20	36,5	17	87
1	25	41,5	19	148
1 1/4	32	46	22	212
1 1/2	40	48	22	264
2	50	56	27	429
2 1/2	65	63	32	707
3	80	68	36	1059

Especificaciones del tapón	
Fabricante	Tupy
Tamaño cupla	1 pulgadas
Tipo de rosca	NPS
Cantidad	1

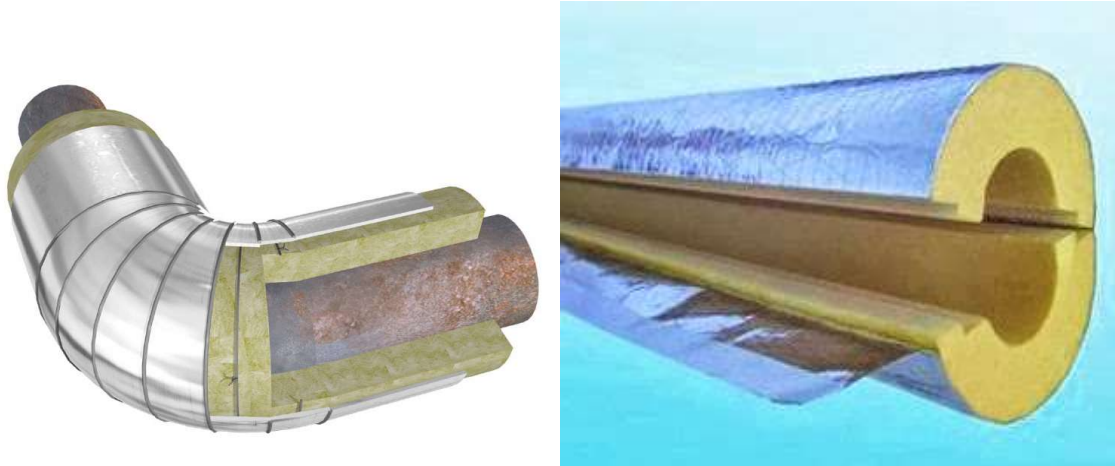
3.6- INSTRUCTIVO PARA LA PRUEBA HIDRÁULICA

Una vez construido mecánicamente el tanque flash, y antes de comenzar con el aislamiento, se deberá realizar la prueba hidráulica. Para ello deberán seguirse las especificaciones que se anexan en el Anexo I, valga la redundancia, **IP-01 Instructivo para la prueba hidráulica.**

3.6- AISLAMIENTO Y PROTECCIÓN MECÁNICA

3.6.1- AISLAMIENTO

El material a utilizar para aislar el tanque flash, son medias cañas de lana de vidrio MARBEX. Estos son trozos cilíndricos prefabricados, cuya superficie interior se adapta al diámetro exterior de la la envolvente; deben servirse divididas en dos mitades en toda su longitud para facilitar su montaje a lo largo del caño.



Especificaciones del aislante	
Fabricante	MARBEX
Tamaño	12 pulgadas
Espesor	2 pulgadas
Cantidad	2

3.6.2- PROTECCIÓN MECÁNICA

Los materiales aislantes térmicos no son resistentes a la abrasión, al impacto, a la erosión o a las condiciones climáticas y es por esta razón que se los protegerá con una barrera mecánica para prolongar su duración efectiva, y para permitir que desarrollen sus funciones bajo todas las condiciones.



Figura 3.6.2.1 – Protección mecánica para aislaciones

Peso de Chapa Galvanizada (Tambien Aplica para Alambres)					
Calibre		Espesor	Kg x m2	1 x 2 m	1,22 x 2,44 m
14	Chapa N° 14	2 mm	16,0	32,0	48,0
16	Chapa N° 16	1,6 mm	13,0	26,0	40,0
18	Chapa N° 18	1,25 mm	10,2	20,4	31,0
20	Chapa N° 20	0,9 mm	7,5	15,0	23,0
22	Chapa N° 22	0,70 mm	6,0	12,0	18,5
24	Chapa N° 24	0,55 mm	4,7	9,4	14,5
27	Chapa N° 27	0,40 mm	3,5	7,0	11,0
28	Chapa N° 28	0,35 mm	3,1	6,2	9,7
30	Chapa N° 30	0,30 mm	2,6	5,2	8,2

Tabla 3.6.2.1

Especificaciones de chapa	
Fabricante	Tubacero
Tipo	Galvanizada
Calibre	24
Cantidad	1

La protección mecánica será construida de chapas galvanizadas calibre 24, normalizada por la ASTM, previamente cilindrada y unidas entre sí mediante tornillos autoperforantes.



3.7 - AISLACIÓN DE TANQUE FLASH

La aislación del recipiente del tanque flash, se calculará haciendo las mismas consideraciones que se toman para el cálculo en tuberías. Para ello se hace la consideración que la superficie de los casquetes, es equivalente a una extensión de la envolvente. Es decir, considerando que la envolvente del tanque es de mayor longitud.

Cuando se realiza el cálculo para la aislación de la tubería, es necesario conocer la temperatura en la superficie del aislante. Como es imposible determinar dicha temperatura de antemano, se debe utilizar una estimación aproximada que responda a un valor aceptable:

$$t_{ais} = t_{amb} + \frac{(t_v - t_{amb})}{10}$$

siendo:

$$t_{ais} = 10^{\circ}\text{C} + \frac{(195 - 10)^{\circ}\text{C}}{10} \Rightarrow t_{ais} = 28,5^{\circ}\text{C}$$

Temperatura		
Temp. Superficie de tubería	195 °C	468 K
Temperatura ambiente	10 °C	283 K
Temp. Superficie aislante	28,5 °C	301,5 K

Perímetro Tubería: $P = \varphi \cdot \pi$

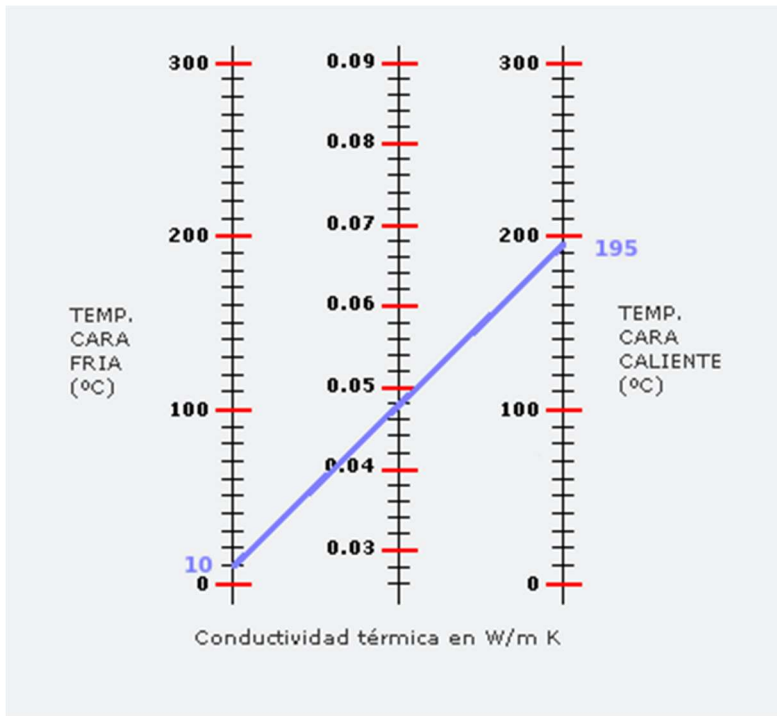
$$P = 0,323m \cdot 3,1416 = 1,017m$$

Datos Tubería	
Largo Total	1,75 m
Perímetro	1,017 m
Radio	0,162 m
Emisividad Tubería (ϵ_t)	0,79
Emisividad Pintura negra (ϵ_p)	0,97

Datos Tabulados y de Catálogos

Emisividad Lana de Vidrio	0,57
Emisividad hoja de chapa galvanizada	0,28
Conductividad de la Lana de Vidrio	0,041 KCalh.m.C
Conductividad chapa galvanizada	45 KCalh.m.C

La conductividad del aislante se obtiene del siguiente gráfico:



Conductividad aislante: $0,048 \frac{W}{mK} \approx 0,041 \frac{kcal}{h.m.^{\circ}C}$

Cálculos

Pérdida térmica sin aislación

- *Coeficientes de película*

Radiación

$$\left[\frac{kcal}{m^2.h.^{\circ}C} \right]$$

$$h_r = \frac{4,93 \cdot 0,97 \cdot \left[\left(\frac{468}{100} \right)^4 - \left(\frac{283}{100} \right)^4 \right]}{468 - 283}$$

$$h_r = 10,74 \frac{kcal}{m^2.h.^{\circ}C}$$

Convección

$$h_c = 1,13 \left(\frac{\Delta t_{(v-amb)}}{\varphi_e} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_c = 1,13 \left(\frac{(468 - 283)}{0,324} \right)^{\frac{1}{4}} h_c = 5,52 \frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}$$

Total

$$h_t = h_r + h_c$$

$$h_t = 10,74 + 5,52 = 16,27 \frac{kcal}{m^2 \cdot m \cdot ^\circ C}$$

- *Pérdida Térmica sin aislación*

$$\left[\frac{kcal}{h} \right]$$

$$Q_{SA} = \frac{(195 - 10)^\circ C}{1} \frac{1}{\pi * 0,323m * 1,75m * 16,27 \frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}}$$

$$Q_{SA} = 5358 \frac{kcal}{h}$$

El tipo de aislante que se seleccionó para la instalación es lana de vidrio MARBEX, el cual es utilizado para aislación térmica de cañerías con muy bajo costo de instalación. Soporta temperaturas de hasta 250 °C.

Su alta densidad le confiere una resistencia mecánica mayor a otros materiales aislantes de baja densidad.

La firma recomienda que para la temperatura de trabajo de salida del vapor de se adopten tubos premoldeados de lana de vidrio de 2" de espesor para la instalación.

Dimensiones:

Espesor		Diámetro Interior		Largo (m)
(mm)	Pulgadas	Pulgadas	(mm)	
25	1	1/2 a 14	21 a 356	1,00
38	1 1/2			
50	2			
63	2 1/2			
75	3			

Pérdida térmica con aislación

- *Coefficientes de película aislación*

Radiación

$$\left[\frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C} \right]$$

$$h_r = \frac{4,93 \cdot 0,57 \cdot \left[\left(\frac{301,5}{100} \right)^4 - \left(\frac{283}{100} \right)^4 \right]}{301,5 - 283}$$

$$h_r = 2,81 \frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}$$

Convección

$$h_c = 1,13 \left(\frac{\Delta t_{(Sup. aisl - amb)}}{\varphi_e} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$\left[\frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C} \right]$$

$$\varphi_e = \varphi_{caño} + 2 * esp. Aislante$$

$$\varphi_e = 0,323m + 2 * 2 * 0,254m$$

$$\varphi_e = 0,425m$$

$$h_c = 1,13 \left(\frac{(301,5 - 283)}{0,425} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Total

$$h_t = h_r + h_c$$

$$h_t = 2,81 + 3,11 = 5,92 \frac{kcal}{m^2 \cdot m \cdot ^\circ C}$$

- *Pérdida Térmica con aislación*

$$\left[\frac{kcal}{h} \right]$$

$$Q_{CA} = \frac{(28,5 - 10)^\circ C}{\frac{1}{\pi * 0,425m * 1,75m * 5,92 \frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}} + \frac{\ln(0,425m/0,323m)}{2 * 0,041 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C} * \pi * 1,75m}}$$

$$Q_{CA} = 27,3 \frac{kcal}{h}$$

- *Rendimiento de la aislación*

$$\eta = \frac{Q_{SA} - Q_{CA}}{Q_{CA}}$$

$$\eta = 99,5\%$$

Protección mecánica de aislación

Los materiales aislantes térmicos no son resistentes a la abrasión, al impacto, a la erosión o a las condiciones climáticas y es por esta razón que se los protegerá con una barrera mecánica para prolongar su duración efectiva, y para permitir que desarrollen sus funciones bajo todas las condiciones.

La protección mecánica será construida de chapas galvanizadas calibre 24, normalizada por la ASTM, previamente cilindrada y unidas entre sí mediante tornillos autorroscantes.

Peso de Chapa Galvanizada (Tambien Aplica para Alambres)					
Calibre		Espesor	Kg x m2	1 x 2 m	1,22 x 2,44 m
14	Chapa Nº 14	2 mm	16,0	32,0	48,0
16	Chapa Nº 16	1,6 mm	13,0	26,0	40,0
18	Chapa Nº 18	1,25 mm	10,2	20,4	31,0
20	Chapa Nº 20	0,9 mm	7,5	15,0	23,0
22	Chapa Nº 22	0,70 mm	6,0	12,0	18,5
24	Chapa Nº 24	0,55 mm	4,7	9,4	14,5
27	Chapa Nº 27	0,40 mm	3,5	7,0	11,0
28	Chapa Nº 28	0,35 mm	3,1	6,2	9,7
30	Chapa Nº 30	0,30 mm	2,6	5,2	8,2

4 - CALENTAMIENTO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN DE LA UVG MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE VAPOR FLASH DEL TQ1

4.1 -FUNDAMENTO TEÓRICO

4.1.2 - PERDIDA DE CARGA Y DIMENSIONAMIENTO EN TUBERÍAS

El dimensionamiento de una tubería se hace a partir del cálculo del diámetro óptimo, que se establece inicialmente en función del caudal de fluido que ha de circular por una tubería mediante la elección de una velocidad de circulación que se fija, generalmente en base a la experiencia, de modo de evitar problemas mecánicos (golpe de arietes) y erosión en el tubo, etc.

Una vez establecido el diámetro habrá que comprobar la aceptabilidad del mismo estudiando la pérdida de carga que produce la circulación del fluido, debiendo ser esta aceptable.

La ecuación para el cálculo del diámetro es:

$$D = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{v}} \quad (1)$$

Donde:

D: diámetro interior de la tubería en mm

Q: caudal en m³/h

V: velocidad de circulación de fluido en m/seg²

Este diámetro teórico calculado no coincide con el diámetro comercial, por lo que desde el punto de vista práctico se adaptara un diámetro comercial inmediatamente superior al teórico.

Una vez seleccionado el diámetro óptimo a partir del cálculo realizado con la velocidad de circulación más conveniente según el tipo de fluido (ver tabla de velocidades), es necesario estudiar la pérdida de carga.

Para el cálculo de la misma se utiliza la ecuación de DARCY- WEISBACH.

$$H_F = \frac{F \times L_t \times V^2}{2g_c \times D} \quad (2)$$

Hf: pérdida de carga en, kgm/kg

F: factor de fricción, dimensional

Lt: longitud total equivalente de tubería, metros

D: diámetro interior de la tubería, metros

V: velocidad del fluido, m/seg

Gc: factor de conversión, 9.81 kgm/kgseg²

Para el cálculo del Hf hay que conocer el factor de fricción.

La fórmula de Darcy-Weisbach

Cuando $Re < 2000$ el flujo es normalmente laminar, y si $Re > 4000$ turbulento.

Entre 2000 y 4000 existe una zona de transición, con flujo inestable.

Para flujo laminar

$$f = \frac{64}{Re} \quad (2.1)$$

Siendo:

$$N_{RE} = \frac{\rho \times V \times D}{\mu}$$

Donde:

P: densidad del fluido, kg/m³

V: velocidad del fluido, m/seg

D: diámetro de la tubería, metros

μ : viscosidad del fluido, Kg/m.seg

Para régimen turbulento

Cuando el flujo es turbulento, el valor de f va a depender de dos parámetros: el número de Reynolds y la rugosidad relativa, e/D (rugosidad absoluta dividida por el diámetro). Von Kármán y Prandtl pusieron de relieve que f depende de uno y otro parámetro en función de la relación entre el espesor de la subcapa

límite laminar y la rugosidad. La subcapa límite laminar es la zona inferior de la capa límite, donde las fuerzas viscosas aumentan tanto –debido al gradiente de velocidad- que el flujo es laminar en esa pequeña zona.

Cuando el espesor de la subcapa límite laminar es grande respecto a la rugosidad, la tubería puede considerarse lisa y el coeficiente de fricción sólo depende de Re :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \left(\frac{Re \sqrt{f}}{2.5l} \right) \quad (2.2)$$

Si aumenta mucho el número de Reynolds, la importancia de la subcapa disminuye frente a la rugosidad. El coeficiente de fricción depende sólo de e/D :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \left(3.7 \frac{D}{\varepsilon} \right) \quad (2.3)$$

En este caso, se dice que el régimen es turbulento completamente desarrollado.

Colebrook y White combinaron las leyes de von Kármán y Prandtl obteniendo una expresión que puede aplicarse en todo el régimen turbulento:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = - 2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 D} + \frac{2.5l}{Re \sqrt{f}} \right) \quad (2.4)$$

Esta expresión tiene el inconveniente de que f no aparece de forma explícita, y es necesario iterar para poder obtenerla. Suele resultar práctico tomar la ley correspondiente al flujo turbulento completamente desarrollado como primera aproximación.

Con la expresión de Colebrook-White, Moody desarrolló el diagrama que lleva su nombre (figura 2.2). Es una forma rápida de determinar el coeficiente de fricción gráficamente. También se han desarrollado expresiones para obtener el coeficiente de fricción de forma explícita, y se ajustan relativamente bien a la de Colebrook-White:

Moody:

$$f = 0.0055 \left[1 + \left(2000 \frac{\varepsilon}{D} + \frac{10^6}{Re} \right)^{1/3} \right]$$

(2.5)

Barr:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 D} + \frac{5.1286}{Re^{0.89}} \right)$$

(2.6)

Wood:

$$f = a + b Re^c$$

$$a = 0.094 \left(\frac{\varepsilon}{D} \right)^{0.225} + 0.53 \left(\frac{\varepsilon}{D} \right)$$

$$b = 88 \left(\frac{\varepsilon}{D} \right)^{0.44}$$

$$c = 1.62 \left(\frac{\varepsilon}{D} \right)^{0.134}$$

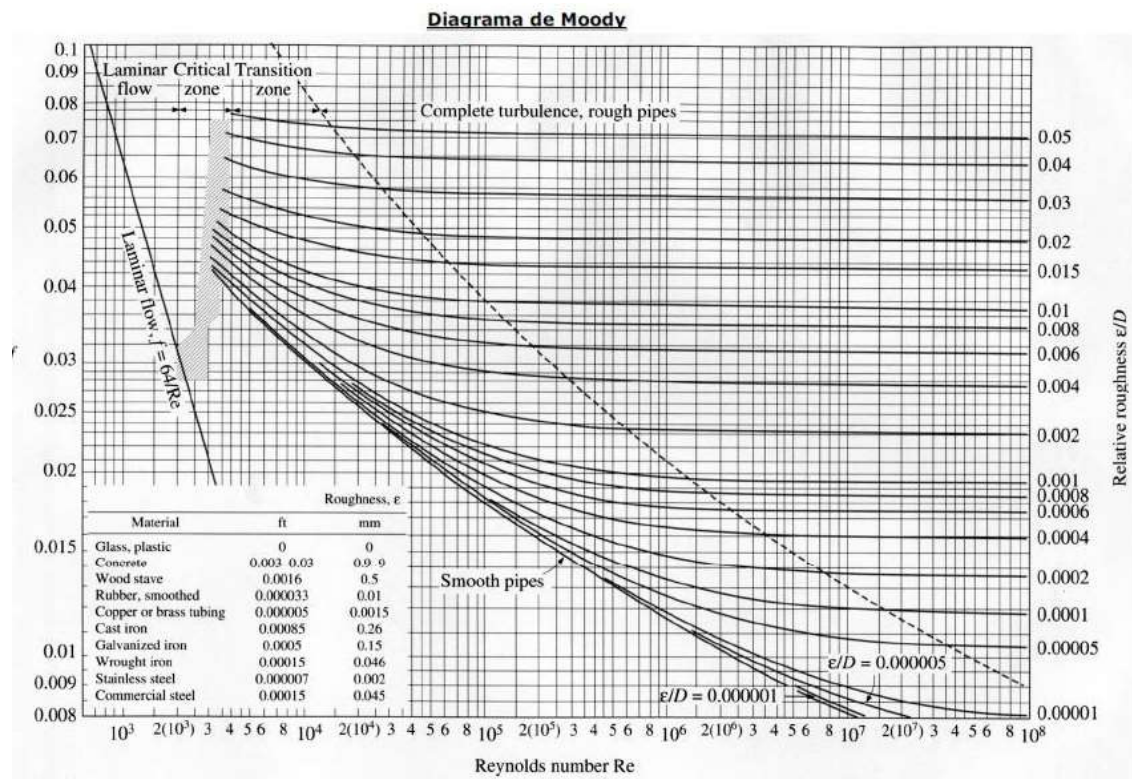
La rugosidad de la tubería es el parámetro crítico. Si es posible, debe obtenerse información del fabricante. Unos valores orientativos se dan en la tabla 2.1.

Material	Rugosidad e (m)
Acero comercial	3 .10-5 - 10-4
Plástico, Cobre	6 .10-6 – 3. 10-3
Hormigón	3 .10-4 - 3 .10-3
Hierro fundido	8 .10-5 – 5. 10-4
Hierro galvanizado	10-4 - 2 10-4

Tabla 2.1 Rugosidad de las tuberías

Téngase en cuenta que la rugosidad puede variar de forma importante con el tiempo, por ejemplo en el caso de que la tubería se vaya degradando o el fluido transporte suciedad o solutos que vayan sedimentando y solidificándose en las

paredes. Un caso típico son las aguas duras ricas en carbonatos, correspondientes a zonas geológicamente calcáreas.



En la formula de Darcy se incluye el concepto de “longitud equivalente” ya que en un sistema de tuberías existen una serie de accesorios (válvulas, codos reducciones, etc.) que producen una pérdida de carga. Es por lo tanto necesario sustituir para el cálculo de la perdida de carga, el efectos de estos elementos por un tramo recto de tubería, llamada longitud equivalente de cada accesorio, y tener en cuenta en el momento de considerar la longitud total de la tubería como la suma de la longitud real mas la longitud equivalente, obteniendo la longitud total equivalente.

Una vez calculada la perdida de carga, se procede a comprobar cuál es la caída de presión en el sistema haciendo uso de la ecuación de Fanning

$$\Delta p_{fric} = H_f \times \rho = \frac{f \times V^2 \times L_T}{2g_c \times D} \times \rho \left[\frac{kg}{m^2} \right]$$

Donde:

Δp_{fric} : caída de presión en, Kg/m²

H_f: pérdida de carga en, Kg.m/kg

P: densidad del fluido. Kg/m²

4.2 - CALCULO DE LA CAÑERÍA DE RE VAPORIZACIÓN

Datos para el cálculo

Q de vapor flash= 358.1 Kg/h = 605,189 m³/h vapor flash a 1 bar

Densidad de vapor= 0.59 kg/m³ vapor flash a 1 bar

Volumen especifico (liquido –vapor)= 1.694 m³/Kg vapor flash a 1 bar

Viscosidad absoluta = 0.326x10-6 m³/h

Velocidad = 40m/s vapor flash

4.2.1 - CALCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

$$D = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

De la ecuación (1)

$$D = 18.8 \sqrt{\frac{605,189 m^3 / h}{40 m^2 / seg}}$$

$$D = 73.13 mm = 2 1/2''$$

Este diámetro teórico calculado no coincide con el diámetro comercial, por lo que desde el punto de vista práctico se adaptara un diámetro comercial inmediatamente superior o igual al teórico.



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
ASTM A53 / A106
Area de La Superficie del Tubo**

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt ² por metro lineal de tubería
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	0.084
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	0.105
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	0.132
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	0.152
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	0.190
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	
2-1/2	65	2.875	73.03	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	0.229
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	
				0.375	9.52	---	160			
				0.552	14.02	XXS	-			
3	80	3.500	88.90	0.125	3.18	---	-	4.51	6.72	0.279
				0.156	3.96	---	-	5.57	8.29	
				0.188	4.78	---	-	6.65	9.92	
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	
				0.250	6.35	---	-	8.68	12.93	
				0.281	7.14	---	-	9.66	14.40	
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	

Por lo tanto se adopta el diámetro comercial próximo superior correspondiente a D=2 1/2 inch, éste corresponde a Schedule 40, según la norma API debido a que es una tubería para conducción de vapor a presión.

Para corregir la velocidad se utiliza los diámetros interiores del tubo seleccionado correspondiente a la figura.

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$V = \frac{4 * 605.189 * \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600seg}}{\pi * (0.068m)^2}$$

$$V = 46,3m^2 / seg$$

4.2.2 - CÁLCULO ESPESOR DE TUBERÍAS

- **cálculo del espesor cañerías entrada y salida tanque flash**

Las cañerías se diseñan y calculan de acuerdo con el código ANSI B31.3

Para el caso de cañerías rectas sometidas a presión interna se puede calcular el espesor mínimo de la misma por aplicación de la ecuación siguiente, siempre que la relación entre el diámetro de la cañería y el espesor de la misma sea mayor a 6.

La ecuación incluye un factor Y que varía con el tipo de material y la temperatura; considera la redistribución circunferencial de los esfuerzos que ocurren bajo las condiciones de operación en estado estacionario, lo que permite una disminución del espesor en ese rango.

$$t_m = \frac{P * D_0}{2(SE + PY)} + C$$

donde (en unidades consistentes)

P = presión de diseño [psi/in²]

D0 = diámetro externo de la cañería [in]

C = suma de las tolerancias por corrosión, erosión y la profundidad del roscado o ranurado [in]. Para cañerías roscadas la profundidad es h de la norma ANSI B2.1, y para cañerías ranuradas la profundidad es el espesor removido (más 1/64 pulgadas cuando no se especifica tolerancia).

SE = tensión admisible (ver Tabla 10-49 Perry 7ma) [psi/in²]

S = tensión admisible básica para materiales, excluyendo, juntas, o factores de calidad de grado estructural. [psi/in²]

E = factor de calidad. El factor de calidad E es uno de los productos de más de uno de los

siguientes factores de calidad: factor de calidad de colada Ec, factor de calidad de unión Ej (ver Fig. 10-164), factor de calidad de grado estructural Es de 0.92.

Y = coeficiente con valores dados en la tabla 10-50 (Perry 7ma). Para materiales ferrosos dúctiles; se debe considerar el valor de 0,4 para materiales dúctiles no ferrosos y cero para materiales frágiles tales como el hierro colado .

tm = espesor mínimo requerido en pulgadas, al cual se deben adicionar las tolerancias de fabricación cuando se especifica el espesor de la cañería en las

ordenes de compra.

Tabla 6-37, pág. 6-84 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

TABLA 6-37 Esfuerzos permisibles en tensión para materiales (4, 13, 28)*

Las especificaciones son ASTM, a menos que se indique otra cosa. Los números entre paréntesis se refieren a las notas al final de la tabla.

Material	Especificación	No. P (23)	Grado	Clase	Factor, E	Resistencia mínima a la tensión, kip/in ²	Límite elástico mínimo, kip/in ²	Notas	Tempe- ratura mínima (18)	Tempe- ratura mínima a 100	200	300	400	500	600	650
Hierro																
Tubería colada centrifugante																
	FS-WW-P421c	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0			
	AWWA C106	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0			
	AWWA C108	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0			
Acero al carbono																
Tubo y tubería sin costura																
A53	1	A	Tipo S	...	48.0	30.0	1, 2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5	
A53	1	B	Tipo S	...	60.0	35.0	1, 2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A106	1	A	...	...	48.0	30.0	2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5	
A106	1	B	...	...	60.0	35.0	2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A106	1	C	...	...	70.0	40.0	2	-20	23.3	23.3	22.9	21.6	19.7	19.4		
A120	1	...	...	...	...	...	21	-20	12.0	11.4						
A333	1	1	...	...	55.0	30.0	1, 2	-50	18.3	18.3	17.7	17.2	16.2	14.8	14.5	
A333	1	6	...	...	60.0	35.0	2	-50	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0	
API 5L	1	A	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5	
API 5L	1	B	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0	
API 5LX	SP2	X42	...	...	60.0	42.0	37, 38	-20	20.0	20.0	20.0	20.0				
API 5LX	SP3	X46	...	...	63.0	46.0	37, 38	-20	21.0	21.0	21.0	21.0				
API 5LX	SP3	X52	...	...	66.0	52.0	37, 38	-20	22.0	22.0	22.0	22.0				
API 5LX	SP3	X52	...	...	72.0	52.0	37, 38	-20	24.0	24.0	24.0	24.0				
Tubería soldada con resistencia eléctrica																
A53	1	A	Tipo E	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	
A53	1	B	Tipo E	0.85	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5	
A120	1	...	...	0.85	...	...	21	-20	10.2	9.7						
A135	1	A	...	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	
A135	1	B	...	0.85	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5	
A333	1	1	...	0.85	55.0	30.0	1, 2	-50	15.6	15.6	14.6	14.6	13.8	12.6	12.3	
A333	1	6	...	0.85	60.0	35.0	2	-50	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5	
A 587	1	...	...	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	
API 5L	1	A25	I y II	0.85	45.0	25.0	1, 2	-20	12.8	12.8	12.3	11.8				
API 5L	1	A	...	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3	
API 5L	1	B	...	0.85	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5	
API 5L	SP2	X42	...	0.85	60.0	42.0	37, 38	-20	17.0	17.0	17.0	17.0				
API 5LX	SP3	X46	...	0.85	63.0	46.0	37, 38	-20	17.9	17.9	17.9	17.9				
API 5LX	SP3	X52	...	0.85	66.0	52.0	37, 38	-20	18.7	18.7	18.7	18.7				
API 5LX	SP3	X52	...	0.85	72.0	52.0	37, 38	-20	20.4	20.4	20.4	20.4				

Tabla 6-37, pág. 6-84 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

Presión diseño: $1,02 \frac{kg}{cm^2} \approx 14,51 psi$

Diámetro exterior cañería: $D_0 = 2,875 inch$

Tensión admisible caño: $S = 48000 psi / inch^2$

Factor soldadura caño: $E = 0,85$

Coefficiente: $Y = 0,4$

Tolerancia por corrosión: $C = 0,118 inch$

TABLA 6-37 Esfuerzos permisibles en tensión para materiales (4, 13, 28)*

Las especificaciones son ASTM, a menos que se indique otra cosa. Los números entre paréntesis se refieren a las notas al final de la tabla.

Material	Especificación	No. P (23)	Grado	Clase	Factor, E	Resistencia mínima a la tensión, kip/in ²	Límite elástico mínimo, kip/in ²	Notas	Temperatura mínima (18)	Temperatura mínima a 100	200	300	400	500	600	650
Hierro																
Tubería colada centrifugamente																
	FS-WW-P421c	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0			
	AWWA C106	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0			
	AWWA C108	...	...	...	...	...	...	8, 10, 17	-20	6.0	6.0	6.0	6.0			
Acero al carbono																
Tubo y tubería sin costura																
A53	1	A	...	Tipo S	...	48.0	30.0	1, 2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
A53	1	B	...	Tipo S	...	60.0	35.0	1, 2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A106	1	A	...	...	...	48.0	30.0	2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
A106	1	B	...	...	...	60.0	35.0	2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
A106	1	C	...	...	...	70.0	40.0	2	-20	23.3	23.3	22.9	21.6	19.7	19.4	
A120	1	...	...	...	...	...	...	21	-20	12.0						
A333	1	1	...	...	...	55.0	30.0	1, 2	-50	18.3	18.3	17.7	17.2	16.2	14.8	14.5
A333	1	6	...	...	...	60.0	35.0	2	-50	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
API 5L	1	A	...	...	...	48.0	30.0	1, 2	-20	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.8	14.5
API 5L	1	B	...	...	...	60.0	35.0	1, 2	-20	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	17.0
API 5LX	SP2	X42	...	...	...	60.0	42.0	37, 38	-20	20.0	20.0	20.0	20.0			
API 5LX	SP3	X46	...	...	...	63.0	46.0	37, 38	-20	21.0	21.0	21.0	21.0			
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	66.0	52.0	37, 38	-20	22.0	22.0	22.0	22.0			
API 5LX	SP3	X52	...	...	...	72.0	52.0	37, 38	-20	24.0	24.0	24.0	24.0			
Tubería soldada con resistencia eléctrica																
A53	1	A	...	Tipo E	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3
A53	1	B	...	Tipo E	0.85	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
A120	1	...	...	...	0.85	...	...	21	-20	10.2	9.7					
A135	1	A	...	...	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3
A135	1	B	...	...	0.85	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
A333	1	1	...	...	0.85	55.0	30.0	1, 2	-50	15.6	15.6	14.6	13.8	12.6	12.3	
A333	1	6	...	...	0.85	60.0	35.0	2	-50	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
A333	1	...	...	...	0.85	60.0	35.0	2	-50	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
A333	1	...	...	...	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3
A587	1	...	...	...	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	12.8	12.8	12.3	11.8			
API 5L	1	A25	...	I y II	0.85	45.0	25.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3
API 5L	1	A	...	...	0.85	48.0	30.0	1, 2	-20	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	12.6	12.3
API 5L	1	B	...	...	0.85	60.0	35.0	1, 2	-20	17.0	17.0	17.0	17.0	16.1	14.7	14.5
API 5L	SP2	X42	...	...	0.85	60.0	42.0	37, 38	-20	17.0	17.0	17.0	17.0			
API 5LX	SP3	X46	...	...	0.85	63.0	46.0	37, 38	-20	17.9	17.9	17.9	17.9			
API 5LX	SP3	X52	...	...	0.85	66.0	52.0	37, 38	-20	18.7	18.7	18.7	18.7			
API 5LX	SP3	X52	...	...	0.85	72.0	52.0	37, 38	-20	20.4	20.4	20.4	20.4			

Tabla 6-37, pág. 6-90 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.








No.	Tipo de junta	Tipo de costura	Examen	Factor E _j	
1	Soldado a tope, continuo		Recta	Como se requiera en las especificaciones	0.60
2	Soldado por resistencia eléctrica		Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.85
3	Soldado por fusión eléctrica				
	a. Soldado simple a tope (con o sin relleno metálico)	 	Recta o espiral	Como se requiera en las especificaciones o en este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3, párrafo 336.4.5	0.80 0.90 1.00
	b. Doble soldado a tope (con o sin relleno metálico)	 	Recta o espiral (excepto para lo establecido en 4b)	Como se requiera en las especificaciones o este código. Adicionalmente radiografía puntual por ANSI B31.3 párrafo 336.6.1. Adicionalmente radiografía 100 por ciento por ANSI B31.3 párrafo 336.4.5	0.85 0.90 1.00
4	Por especificaciones concretas				
	a. ASTM A211	Como se permite en especificaciones	Espiral	Como se requiera en las especificaciones	0.75
	b. Soldado de tubería por arco doblemente inmerso, por API 5L o 5LX		Recta con una o dos costuras	Como se requiera en las especificaciones adicionando examen por radiografía para longitudes de 200 mm (8 in) en cada extremo.	0.95

FIG. 6-126 Factor E_j de unión longitudinal y junta soldada en espiral. NOTA. No está permitido incrementar el factor de calidad de la junta por un examen adicional para juntas 1, 2 y 4a (Extractada de ANSI B31.3-1980, con autorización del editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.)

Tabla 6-37, pág. 6-90 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición.

TABLA 6-38 Valores de coeficiente Y cuando t es menor que D/6*

Materiales	Temperaturas, °C (°F)					
	485 (900) y menores	510 (950)	540 (1000)	560 (1050)	595 (1100)	620 (1150) y mayores
Aceros ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Aceros austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Otros metales dúctiles	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Hierro colado	0.0	...	...	...	...	...

*Extractada de ANSI B31.3-1980, con permiso de su editor, American Society of Mechanical Engineers, New York.

Tabla 6-38, pág. 6-91 Manual del Ingeniero Químico-Perry, Sexta edición

El espesor mínimo necesario es:

$$t_m = \frac{P * D_0}{2(SE + PY)} + C$$

$$t_m = \frac{14,51 \frac{ft}{inch^2} * 2,875 inch}{2 \left(48000 \frac{ft}{inch^2} * 0,85 + 14,51 \frac{ft}{inch^2} * 0,4 \right)} + 0,118 inch$$

$$t_m = 0,1185 inch \approx 3,01 mm$$

Por lo tanto el método es correctamente aplicable.

Como puede apreciarse se verifica los espesores de la tubería seleccionada.

4.2.3 - CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA

Para el cálculo de la misma se utiliza la ecuación de DARCY- WEISBACH.

$$H_F = \frac{F * L_T * V^2}{2 * g_c * D} \quad (2)$$

Siguiendo los pasos antes planteados para hallar el factor de fricción.

Procedemos a hallar el N_{RE}

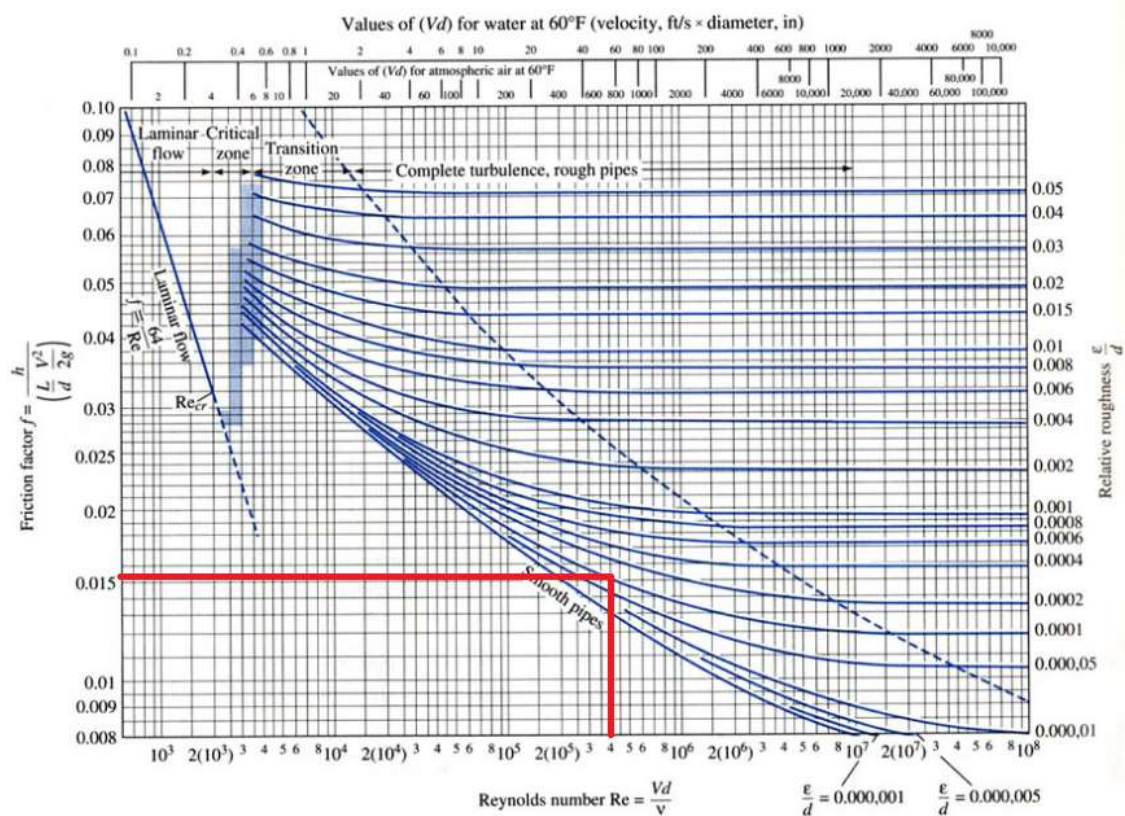
$$N_{RE} = \frac{\rho * V * D}{\mu} = \frac{V * D}{\nu}$$

$$N_{RE} = \frac{46.3 \frac{m^2}{seg} * 0.068m}{0.326e^{-6} \frac{m^2}{seg}}$$

$$N_{RE} = 2430750$$

Como la cañería es de acero al carbono asumimos que $\epsilon/D = 0.0003$

Con la rugosidad y el N_{RE} entramos al diagrama de Moody y hallamos el factor de fricción.



El factor de fricción es a dimensional

$$F = 0.015$$

4.2.4 - CALCULO DE LA LONGITUD TOTAL EQUIVALENTE DE TUBERÍA

En la formula de Darcy se incluye el concepto de "longitud equivalente" ya que en un sistema de tuberías existen una serie de accesorios (válvulas, codos reducciones, etc.) que producen una pérdida de carga. Es por lo tanto necesario sustituir para el cálculo de la perdida de carga, el efectos de estos elementos por un tramo recto de tubería, llamada longitud equivalente de cada accesorio, y tener en cuenta en el momento de considerar la longitud total de la tubería como la suma de la longitud real mas la longitud equivalente, obteniendo la longitud total equivalente.

$$L_t = L_{equiv} + L_{long \text{ cañería}}$$

$$L_{long \text{ cañería}} = 85 \text{ m}$$

Accesorios en la cañería

La cañería se armara con 4 codos de 90° de 2 1/2", 2 codos de 45° 2 1/2", de acero al carbono, schedule 40, 4 Bridas ANSI serie 150 welding neck, 2 válvulas esféricas 2 1/2" spirax sarco, modelo M31V150-2-FB- ISO X de DN50 con cuerpo de acero al carbono forjado zincado, paso total y esfera con alivio. Conexiones con bridas ANSI clase 150. Con actuador neumático spirax sarco.

Longitudes equivalentes de accesorios y válvulas

$$\text{Codo } 90^\circ \text{ } 2 \frac{1}{2}'' = 1,3 \text{ m}$$

$$\text{Codo } 45^\circ \text{ } 2 \frac{1}{2}'' = 1,3 \text{ m}$$

$$\text{Valvula esférica } 2 \frac{1}{2}'' = 16 \text{ m}$$

$$L_{eq} = 16m * 2 + 1,3m * 4 + 1,3m * 2$$

$$L_{eq} = 39,8m$$

$$L_{eq} = 85m + 39,8 = 124,5m \approx 125m$$

Por lo tanto la pérdida de carga será

$$H_F = \frac{F * L_T * V^2}{2 * g_C * D}$$

Hf: perdida de carga en, kgm/kg

F: factor de fricción, dimensional

Lt: longitud total equivalente de tubería, metros

D: diámetro interior de la tubería, metros

V: velocidad del fluido, m/seg

$$H_f = \frac{0.015 * 125m * (46.3 \frac{m}{seg})^2}{2 * 9.81 \frac{Kg.m}{Kgf.seg^2} * 0.07303m}$$

$$H_f = 2806.34 \frac{Kg.m}{Kg}$$

Comprobación de la caída de presión en el sistema haciendo uso de la ecuación de Fanning

$$\Delta p_{fric} = H_f * \rho = 2806.34 \frac{Kg.m}{kg} * 0.59 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\Delta p_{fric} = 1655.74 \frac{Kg}{m^2}$$

$$\Delta p_{fric} = 0.16bar$$

4.3 - SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS Y LAS VÁLVULAS

4.3.1- SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS (CODOS)

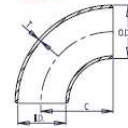
Los codos se seleccionan con El STD ANSI B16.9 1977 de codos.

TEL: 708/594-1700
 FAX: 708/458-0106
 www.weldbend.com

CODOS DE 90°

Tamaño del tubo NPS	Diámetro exterior O.D.	Diámetro Interior I.D.	Espesor de la pared T	Centro a extremo C	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
1/2	21.3	15.76	2.77	38	40	1.27
3/4	26.7	20.96	2.87	38	40	1.69
1	33.4	26.64	3.38	38	40	2.50
1 1/4	42.2	35.08	3.56	48	40	3.39
1 1/2	48.3	40.94	3.68	57	40	4.05
2	60.3	52.48	3.91	76	40	5.44
2 1/2	73.0	62.68	5.16	95	40	8.63
3	88.9	77.92	5.49	114	40	11.29
3 1/2	101.6	90.12	5.74	133	40	13.57
4	114.3	102.26	6.02	152	40	16.08
5	141.3	128.2	6.55	190	40	21.77
6	168.3	154.08	7.11	229	40	28.26
8	219.1	202.74	8.18	305	40	42.55
10	273.0	254.46	9.27	381	40	60.29
12	323.8	303.18	10.31	457	40	79.71
14	355.6	333.34	11.13	533	40	94.55
16	406.4	381.00	12.70	610	40	123.31
18	457.0	428.46	14.27	686	40	155.81
20	508.0	477.82	15.09	762	40	183.43
24	610.0	575.04	17.48	914	40	255.43

RADIO LARGO CÉDULA 40

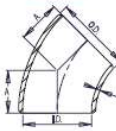


- WELDING/NOTAS**
1. Cumple con ASME B16.9 y ANSI B16.34 NPS.
 2. Todos los medidos están expresados en milímetros.
 3. Para conocer los detalles de los codos, consulte la página 107.
 4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
 5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 24, llámenos.
 6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son aproximados.

ACCESORIOS

Tamaño del tubo NPS	Diámetro exterior O.D.	Diámetro interior I.D.	Esesor de la pared T	Centro a extremo A	Nro. de cédula del tubo	Peso aprox. en kilogramos
1/2	21.3	15.76	2.77	16	40	0.04
3/4	26.7	20.96	2.87	19	40	0.05
1	33.4	26.64	3.38	22	40	0.10
1 1/4	42.2	35.08	3.56	25	40	0.15
1 1/2	48.3	40.94	3.68	29	40	0.20
2	60.3	52.48	3.91	35	40	0.39
2 1/2	73.0	62.68	5.16	44	40	0.77
3	88.9	77.92	5.49	51	40	1.13
3 1/2	101.6	90.12	5.74	57	40	1.54
4	114.3	102.26	6.02	64	40	2.04
5	141.3	128.20	6.55	79	40	3.40
6	168.3	154.08	7.11	95	40	5.31
8	219.1	202.74	8.18	127	40	10.57
10	273.0	254.46	9.27	159	40	18.55
12	323.8	303.18	10.31	190	40	29.48
14	355.6	333.34	11.13	222	40	36.29
16	406.4	381.00	12.70	254	40	47.63
18	457.0	428.46	14.27	286	40	58.97
20	508.0	477.82	15.09	318	40	74.84
24	610.0	575.04	17.48	381	40	106.59

RADIO LARGO
CÉDULA 40



- (WELDING) NOTAS**
1. Cumple con ASME B16.9 y ASTM A334 WPB.
 2. Todos los medicos están expresados en milímetros.
 3. Para conocer los detalles de fabricación, consulte la página 107.
 4. Para conocer las tolerancias dimensionales, consulte la página 108.
 5. Para obtener información sobre los tamaños superiores a NPS 24, Escansa.
 6. Todos los pesos están expresados en kilogramos y son optimizados.

ACCESORIOS

4.3.2- SELECCIÓN DE LAS VALVULAS

M31V ISO / M31S ISO / M31H ISO (Cuerpo de 2 piezas)

Tamaño DN	A			
	ANSI 150	ANSI 300	PN16 F1	PN16 F4/F5
50	178	216	230	150
65	190	241	290	170
80	203	283	310	180
100	229	305	350	190
150	394	+403	480	350
200	457	502	600	400

Tabla de selección

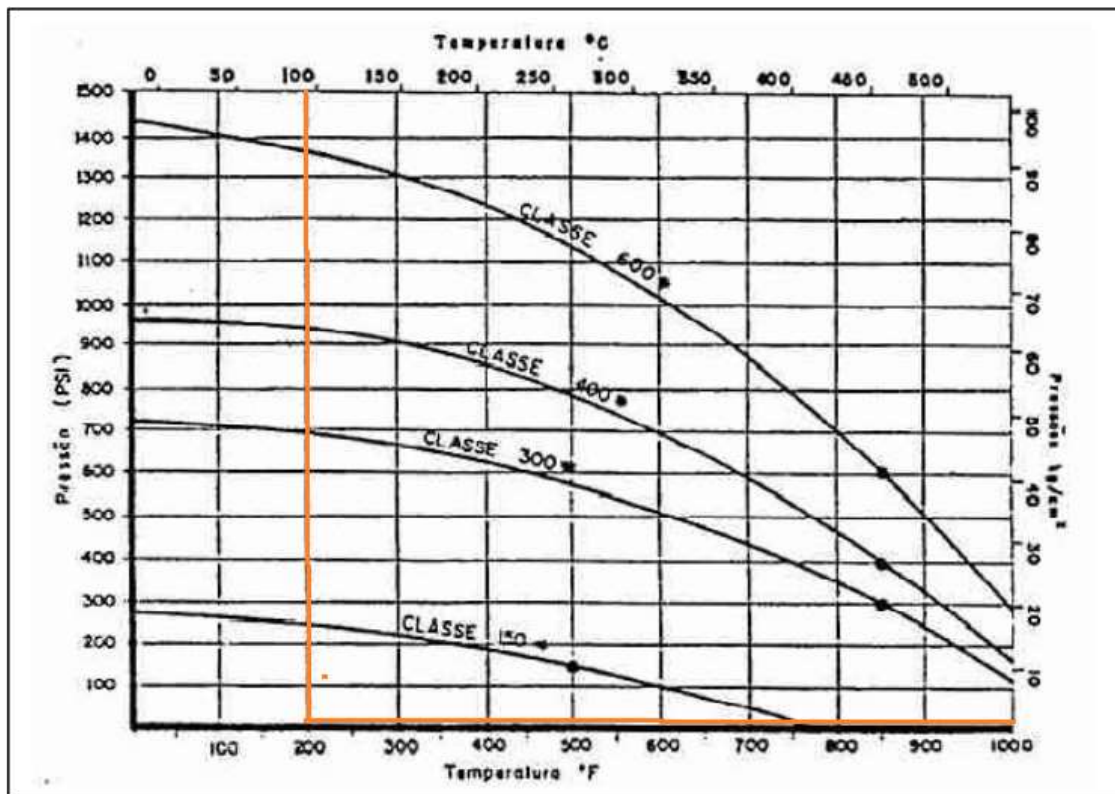
Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso	Material del cuerpo
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C			
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, ANSI 150	RB y FB	Forjado 2 = Cuerpo en acero al carbono 3 = Cuerpo en acero inoxidable 4 = Cuerpo, tornillos y tuercas en acero inox.
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI 150	RB	
	M31V ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI 150 ANSI 300 PN16 F1 y F4 / F5	FB	Fundición 2 ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
		M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M

Modelo M31V150-2-FB- ISO X de DN50 con cuerpo de acero al carbono forjado zincado, paso total y esfera con alivio. Conexiones con bridas ANSI clase 150. Con actuador neumático spirax sarco.

4.3.3 - SELECCIÓN DE LAS BRIDAS

Las bridas se seleccionan con El STD ANSI B16.5 1977 de bridas y cañerías y accesorios bridados de acceso.

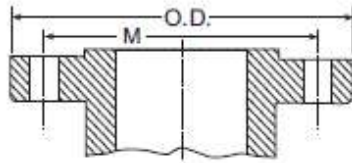
En otras palabras, se puede decir, que para bridas de conexiones que vinculan recipiente con otros equipos por medio de cañerías, el utilizar las bridas del ANSI_B16.5 1977, facilitan la estandarización y presión establecidas para cada serie, ello es aceptable por el Código. Por lo tanto las bridas se seleccionan directamente, siendo innecesarios el cálculo de las mismas.



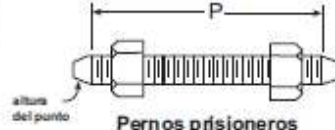
BRIDAS DE ACERO CLASE 150



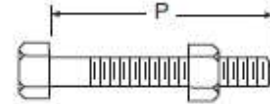
Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 348.



Bridas



Pernos prisioneros



Pernos comunes

Patrón de empernado y largo de los pernos

Tamaño del tubo	Diámetro exterior	Taladrado				Largo de los pernos		
		Diámetro del círculo del perno	Diámetro de los agujeros de los pernos	Número de agujeros de los tornillos	Diámetro de los pernos	Pernos prisioneros para bridas de cara realzada 2 mm	Pernos prisioneros Junta tipo anillo	Pernos comunes para bridas de cara realzada 2 mm
NPS	O.D.	M				P	P	P

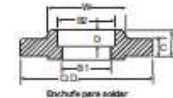
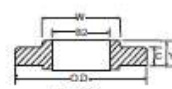
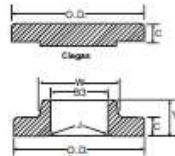
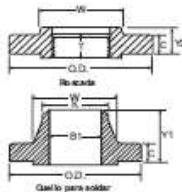
ASME B16.5

1/2	90	60.3	☒	4	1/2	55	*	50
3/4	100	69.9	☒	4	1/2	65	*	50
1	110	79.4	☒	4	1/2	65	75	55
1 1/4	115	88.9	☒	4	1/2	70	85	55
1 1/2	125	98.4	☒	4	1/2	70	85	65
2	150	120.7	3/4	4	☒	85	95	70
2 1/2	180	139.7	3/4	4	☒	90	100	75
3	190	152.4	3/4	4	☒	90	100	75
3 1/2	215	177.8	3/4	8	☒	90	100	75
4	230	190.5	3/4	8	☒	90	100	75
5	255	215.9	☒	8	3/4	95	110	85

TEL: 708/594-1700
FAX: 708/458-0106
www.weldbend.com

BRIDAS DE ACERO CLASE 150

Para obtener información sobre las dimensiones de las caras para las juntas tipo anillo, consulte la página 348.



Tamaño del tubo	Diámetro exterior de la brida	Espesor de la brida (Mín.)	Espesor de la junta de solda (Mín.)	Diámetro del centro*	Diámetro del cuello para soldar	Longitud a lo largo del centro			Diámetro interior					Profundidad de entalladura
						Ranuras de espaldar y entalladura para soldar	Loca	Cuello para soldar	Longitud de la rosca (Mín.)	Desfilachado y entalladura para soldar (Mín.)	Loca (Mín.)	Cuello para soldar y entalladura para soldar	Radio de la junta de solda	
NPS	O.D.	C	C	W	K	Y2	Y3	Y1	T	B2	B3	B1 ▲	J	D

ASME B16.5

1/2	90	9.6	11.2	30	21.3	14	16	46	16	22.2	22.9	15.8	3	10
3/4	100	11.2	12.7	38	26.7	14	16	51	16	27.7	28.2	20.9	3	11
1	110	12.7	14.3	49	33.4	16	17	54	17	34.5	34.9	26.6	3	13
1 1/4	115	14.3	15.9	59	42.2	19	21	56	21	43.2	43.7	35.1	5	14
1 1/2	125	15.9	17.5	65	48.3	21	22	60	22	49.5	50.0	40.9	6	16
2	150	17.5	19.1	78	60.3	24	25	62	25	61.9	62.5	52.5	8	17
2 1/2	180	20.7	22.3	90	73.0	27	29	68	29	74.6	75.4	62.7	8	19
3	190	22.3	23.9	108	88.9	29	30	68	30	90.7	91.4	77.9	10	21
3 1/2	215	22.3	23.9	122	101.6	30	32	70	32	103.4	104.1	90.1	10	
4	230	22.3	23.9	135	114.3	32	33	75	33	116.1	116.8	102.3	11	

Se selecciona una brida ANSI clase 150 Welding neck, que cumple con las condiciones de presión y temperatura

La soldadura corresponde a una soldadura a tope, la cual se realiza con una pasada de electrodo celulósico y las restantes con electrodos básicos. La penetración de la soldadura es muy importante, por lo que los biseles en la raíz deben fundirse. La soldadura por mayor seguridad se le tiene que hacer un servicio de gammagrafía.

4.3.4 - SELECCIÓN DE LA JUNTA.

Condiciones operacionales

Nota: El siguiente procedimiento de cálculo debe ser siempre usado en unidades inglesas de medida.

Simbología

A_b = área real del bulón en la raíz de la rosca o en la sección de menor área bajo tensión (pulg²)

A_m = área total mínima necesaria para los bulones, tomada como el mayor valor entre A_{m1} y A_{m2} (pulg²).

A_{m1} = área total mínima de los bulones calculada para las condiciones operacionales (pulg²)

A_{m2} = área total mínima de los bulones para aplastar la junta (pulg²)

b = ancho efectivo de la junta o ancho de contacto de la junta con la superficie de las bridas (pulg)

b_0 = ancho básico de aplastamiento de la junta (pulg)

ϕ_e = diámetro externo de la junta (pulg)

ϕ_i = diámetro interno de la junta (pulg)

G = diámetro de los puntos de aplicación de la resultante de las fuerzas de reacción de la junta, Tabla 3.4.4.2.1.2 (pulg)

m = factor de la junta, Tabla 3.4.4.2.1.1

N = ancho radial usado para determinar el ancho básico de la junta, Tabla 3.4.4.2.1.2 (pulg).

P = presión de proyecto (lbs/pulg²)

Sa = tensión máxima admisible en los bulones a temperatura ambiente (lb/pulg²)

Sb = tensión máxima admisible en los bulones a temperatura de operación (lb/pulg²)

Sg = presión sobre la superficie de la junta (lb/pulg²)

Wm = fuerza mínima de instalación de la junta (lb)

Wm1 = fuerza mínima necesaria en los bulones en las condiciones de operación (lb)

Wm2 = fuerza mínima necesaria en los bulones para aplastar la junta (lb)

y = presión mínima de aplastamiento, Tabla 3.4.4.2.1.1 (lb/pulg²)

Condiciones operacionales

Esta condición determina una fuerza mínima, por la ecuación:

$$W_{m1} = \frac{\pi * G^2 * P}{4} + 2 * b * \pi * G * m * P$$

La misma establece que la fuerza mínima de los bulones necesaria para las condiciones operacionales es igual a la suma de las fuerzas de presión más una carga residual sobre la junta multiplicada por un factor y por la presión interna. O, interpretando de otra manera, esta ecuación establece que la fuerza de los bulones debe ser tal que siempre exista una presión residual sobre la junta, mayor que la presión interna del fluido. El Código ASME sugiere los valores mínimos del factor "m" para los diversos tipos de juntas, como se muestra en la Tabla 4.3.4 - 1

El tipo de junta seleccionada corresponde al modelo Grafito Flexible GRAFLEX® del fabricante TEADIT.

La fuerza mínima necesaria en los bulones en las condiciones de operación (Wm1) es:

$$W_{ml} = \frac{\pi G^2 P}{4} + 2 b \pi G m P$$

donde: $G = B_1 + 2b$ siendo $B_1 =$ diámetro interno de la brida ($B_1 = 62,7 \text{ mm}$)

“b” es definido como el ancho efectivo de la junta y se calcula según:

$$b = b_0 \text{ cuando } b_0 \text{ es igual o menor que } 6,4 \text{ mm } (1/4")$$

o

$$b = \frac{\sqrt{b_0}}{2} \text{ cuando } b_0 \text{ es mayor que } 6,4 \text{ mm } (1/4")$$

El Código ASME también define como se debe calcular b_0 en función de la cara de la brida, como se muestra en las Tabla 3.4.4.2.1.1 y Tabla 3.4.4.2.1.2.

Según las especificaciones de las tablas se extraen los siguientes datos:

el perfil de la superficie de sellado corresponde a la clasificación 1(a) y por ende el ancho efectivo de la junta es $b_0 = N/2$

N se obtiene del catálogo de brida resultando ser:

$$N = \frac{W - B_1}{2} = \frac{90 \text{ mm} - 62,7 \text{ mm}}{2} = 13,65 \text{ mm} \approx 1/2"$$

$$\Rightarrow b_0 = \frac{1/2"}{2} = 1/4"$$

$b = 1/4" = b_0$, ya que b_0 es igual a $1/4"$

por lo tanto G será:

$$G = B_1 + 2b = 1 \ 5/8" + 2 * 1/4" = 2 \ 1/8" = 2,125 \text{ pulgadas.}$$

si bien puede obtenerse de la Tabla 3.4.4.2.1.1, aquí se extrae de la tabla propia del fabricante para el material utilizado:

Temperaturas de Trabajo

Temperatura °C				
Medio	Mínima	Máxima		
		TJR	TJE	TJB
Neutro / reductor	-240	870	870	3 000
Oxidante	-240	450	450	450
Vapor	-240	650	650	No recomendado

Tipos de Placas de Graflex®

Tipo	TJR	TJE	TJB
Refuerzo	Lámina lisa de acero inoxidable 316L	Lámina perforada de acero inoxidable 316L	Sin Refuerzo
Aplicación	Servicios generales, vapor, hidrocarburos	Servicios generales, vapor, fluido térmico, hidrocarburos	Servicios generales, bridas frágiles en general

Los valores de “m” e “y” y de las constantes para cálculo para cada tipo de Placa de Graflex están en :

Valores para Cálculo

Tipo	TJR	TJE	TJB
m	2	2	1.5
y (psi)	1 000	2 800	900
G _b (MPa)	5.628	9.655	6.690
a	0.377	0.324	0.384
G _s (MPa)	4.552 10 ⁻⁴	6.897 10 ⁻⁵	3.448 10 ⁻⁴
Presión de aplastamiento máxima (MPa)	165	165	165

Tabla 4.3.4 - 1

Ahora estamos en condiciones de calcular la fuerza mínima necesaria en los bulones en las condiciones de operación:

$$W_{ml} = \frac{\pi G^2 P}{4} + 2b\pi GmP$$

$$W_{ml} = \frac{\pi * (2,125 \text{ pulg})^2 * 1,02 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 14,5 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}}{4} + 2 * \pi * 1/4 \text{ pulg} * 2,125 \text{ pulg} * 2 * 1,02 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 14,5 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$W_{m1} = 151,19lb$$

Aplastamiento

La segunda condición determina una fuerza mínima de aplastamiento de la junta, sin tener en cuenta la presión de trabajo. Esta fuerza se calcula según la siguiente fórmula:

$$W_{m2} = \pi b G y$$

$$W_{m2} = \pi * 0,25pulg * 2,125pulg * 1000 \frac{lb}{pulg^2}$$

$$W_{m2} = 1668lb$$

donde “y” es el valor de presión mínima de aplastamiento de la junta, obtenida al igual que m de la tabla del fabricante para el material utilizado.

Área de los bulones

Enseguida, se debe calcular el área mínima de los bulones Am:

$$A_{m1} = \frac{W_{m1}}{S_b} \quad A_{m2} = \frac{W_{m2}}{S_a}$$

donde Sb es la tensión máxima admisible, en los bulones a la temperatura de operación y Sa es la tensión máxima admisible en los bulones a la temperatura ambiente. El valor de Am debe ser el mayor de los valores de Am1 y Am2.

La tensión admisible en los bulones a temperatura de operación y a temperatura ambiente son iguales y corresponde a 25000Psi, por lo tanto:

$$A_{m1} = \frac{151,19lb}{25000 \frac{lb}{pulg^2}} = 0,0604pulg^2$$

$$A_{m2} = \frac{1668lb}{25000 \frac{lb}{pulg^2}} = 0,067pulg^2$$

El valor del área para el cálculos de los bulones es $A_m = 0,083\text{pulg}^2$

4.3.5 - CÁLCULOS DE LOS BULONES

Los bulones deben ser dimensionados de modo que la suma de sus áreas sea igual o mayor que A_m :

$A_b = (\text{número de bulones}) \times (\text{área mínima del bulón, pulg}^2)$

el número máximo de bulones está predeterminado por la cantidad de orificios dispuestos en la platina, que corresponde a la suma de 4 agujeros; con lo que es menester saber la sección de los bulones a utilizar para que cumpla con las especificaciones de aprietes correctas:

$$A_b = \frac{A_m}{N^{\circ}\text{bulones}} = \frac{0,083\text{pulg}^2}{4} = 0,0207\text{pulg}^2$$

$$\Phi_{\text{Bulón}} = \sqrt{\frac{4 * A_b}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0207\text{pulg}^2}{\pi}}$$

$$\Phi_{\text{Bulón}} = 0,15\text{pulg}$$

Se adoptan bulones de medida comercial correspondiente a 1/2" por uniformidad de criterio en la planta.

4.3.6 - VERIFICACIÓN DEL ANCHO DE LA JUNTA A LOS REVENTONES

Se aplica la siguiente fórmula:

$$N_{\text{min}} = \frac{A_b * S_a}{2 * y * \pi * G}$$

A_b = sección total de la cantidad de los bulones seleccionados

$$A_b = 4 * \left(\frac{\pi * (0,25\text{pulg})^2}{4} \right)$$

$$A_b = 0,196\text{pulg}^2$$

$$N_{\text{min}} = \frac{0,196\text{pulg}^2 * 25000\text{psi}}{2 * 1000\text{psi} * \pi * 2,125\text{pulg}}$$

$$N_{\text{min}} = 0,368\text{pulg}$$

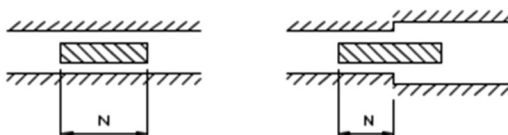
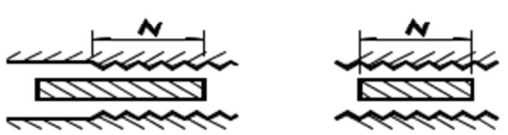

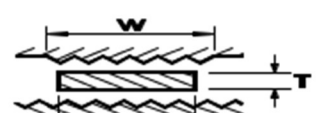
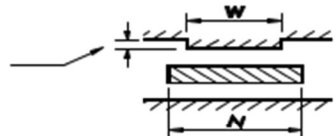
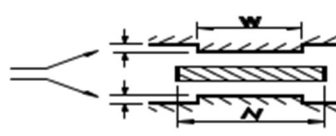
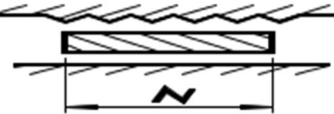
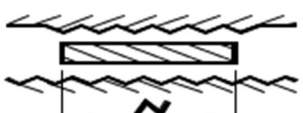
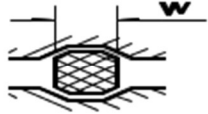
N de brida= 0,5 pulg > 0,368 pulg, por lo tanto no existe temor a reventón.

Factor de la junta (m) y presión mínima de aplastamiento (y)

Material de la junta	m	y (psi)	Perfil o tipo	Superficie de sellado	Columna b ₀
Goma – abajo de 75 Shore A - arriba de 75 Shore A - c/refuerzo de tela de algodón	0.50 1.00 1.25	0 200 400	plana	(1a) (1b) (1c) (1d) (4) (5)	II
Lamina Comprimida 3.2 mm espesor 1.6 mm espesor 0.8 mm espesor	2.00 2.75 3.50	1600 3700 6500	plana	(1a) (1b) (1c) (1d) (4) (5)	II
Fibra vegetal	1.75	1100	plana	(1a) (1b) (1c) (1d) (4) (5)	II
Metalflex acero inoxidable o Monel y relleno de Amianto	3.00	10000	911, 913 914	(1a) (1b)	II
Doble camisa metálica corrugada Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	2.50 2.75 3.00 3.25 3.50	2900 3700 4500 5500 6500	926	(1a) (1b)	II
Corrugada metálica Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	2.75 3.00 3.25 3.50 3.75	3700 4500 5500 6500 7600	900	(1a) (1b) (1c) (1d)	II
Doble camisa metálica corrugada Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	3.25 3.50 3.75 3.50 3.75	5500 6500 7600 8000 9000	923	(1a) (1b) (1c) (1d) (2)	II
Metálica ranurada Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	3.25 3.50 3.75 3.75 4.25	5500 6500 7600 9000 10100	941, 942	(1a) (1b) (1c) (1d) (2) (3)	II
Metálica sólida Aluminio Cobre o Latón Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	4.00 4.75 5.50 6.00 6.50	8800 13000 18000 21800 26000	940	(1a) (1b) (1c) (1d) (2) (3) (4) (5)	I
Ring Joint Acero Carbono Monel Aceros inoxidables	5.50 6.00 6.50	18000 21800 26000	950, 951	(6)	I

Tabla 3.4.4.2.1.1

Ancho efectivo de la junta

Perfil de la Superficie de Sellado		Ancho Efectivo b_0	
		Columna I	Columna II
(1a)		$N / 2$	$N / 2$
(1b)		$N / 2$	$N / 2$
(1c)	 $w \leq N$	$(w + T) / 2$	$(w + T) / 2$
(1d)	 $w \leq N$	$(w + N) / 4$ máx	$(w + N) / 4$ máx
(2) Resalto de 0.4 mm	 $w \leq N/2$	$(w + N) / 4$	$(w + 3N) / 8$
(3) Resalto de 0.4 mm	 $w \leq N/2$	$N / 4$	$3N / 8$
(4) Ver nota 1		$3N / 8$	$7N / 16$
(5) Ver nota 1		$N / 4$	$3N / 8$
(6)		$w / 8$	—
<p>Ancho Efectivo de Aplastamiento de la Junta, b $b = b_0$ si $b_0 \leq 6.4$ mm o $b = 0.5 (b_0)^{0.5}$ si $b_0 > 6.4$ mm Nota 1: cuando las ranuras no exceden en 0.4 mm de profundidad y 0.8 mm de paso usar los perfiles 1b y 1d</p>			

Localización de la Fuerza de Reacción en la Junta

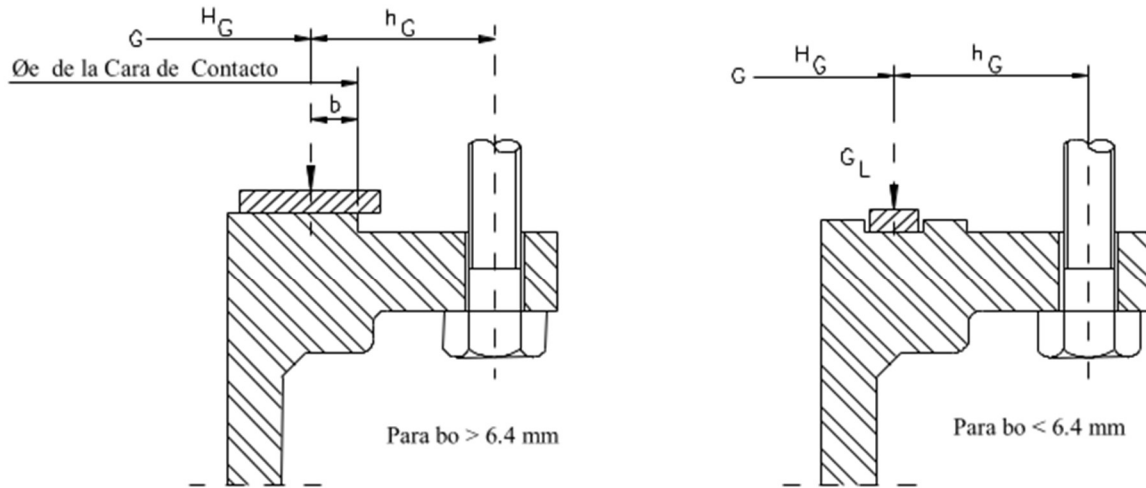


Tabla 3.4.4.2.1.2

4.3.7- CANTIDAD Y TIPOS DE JUNTAS DE DILATACIÓN

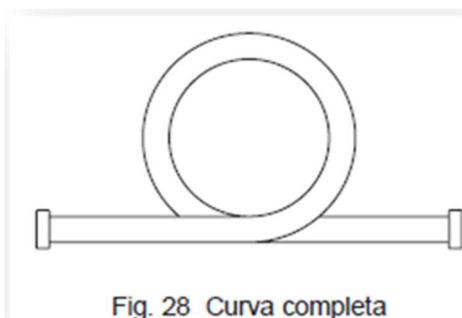
4.3.7.1- TIPOS DE JUNTA DE DILATACIÓN.

Curva completa

Es simplemente una vuelta completa de la tubería y es preferible montarla horizontalmente que en posición vertical, para evitar que se acumule el condensado en su interior.

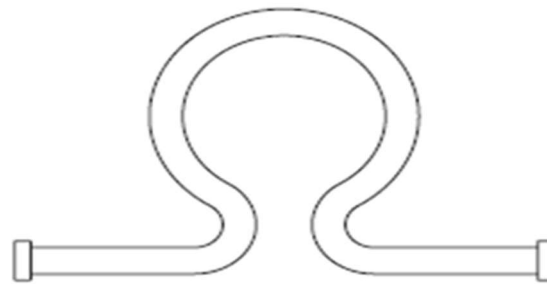
El lado de salida ha de pasar por debajo del lado de entrada y debe prestarse mucha atención a no montarla al revés.

No es utilizada en nuestra instalación.



Lira o herradura

Cuando se dispone de espacio algunas veces se utiliza este tipo de accesorio. Lo más conveniente es montarla de forma horizontal para que la curva y la tubería estén en el mismo plano por las mismas razones que la curva cerrada. No se usan en nuestra instalación.

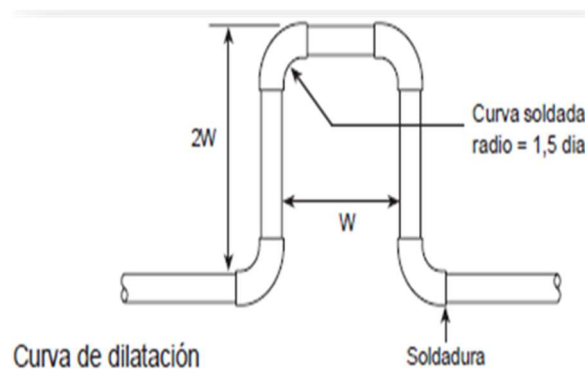


Lira o herradura

Curva de dilatación

Las curvas de dilatación se pueden fabricar con tramos rectos de tuberías y codos soldados en las juntas.

Se utilizaran curvas de dilatación fabricadas con tramos rectos de tuberías y codos soldados en las juntas. La dilatación que puede absorber dicho elemento se obtiene de la figura 36 de la Guía Técnica de Spirax Sarco para $D = 203,2\text{mm}$ y $W = 1\text{m}$, la dilatación desde la posición neutral es 50mm.



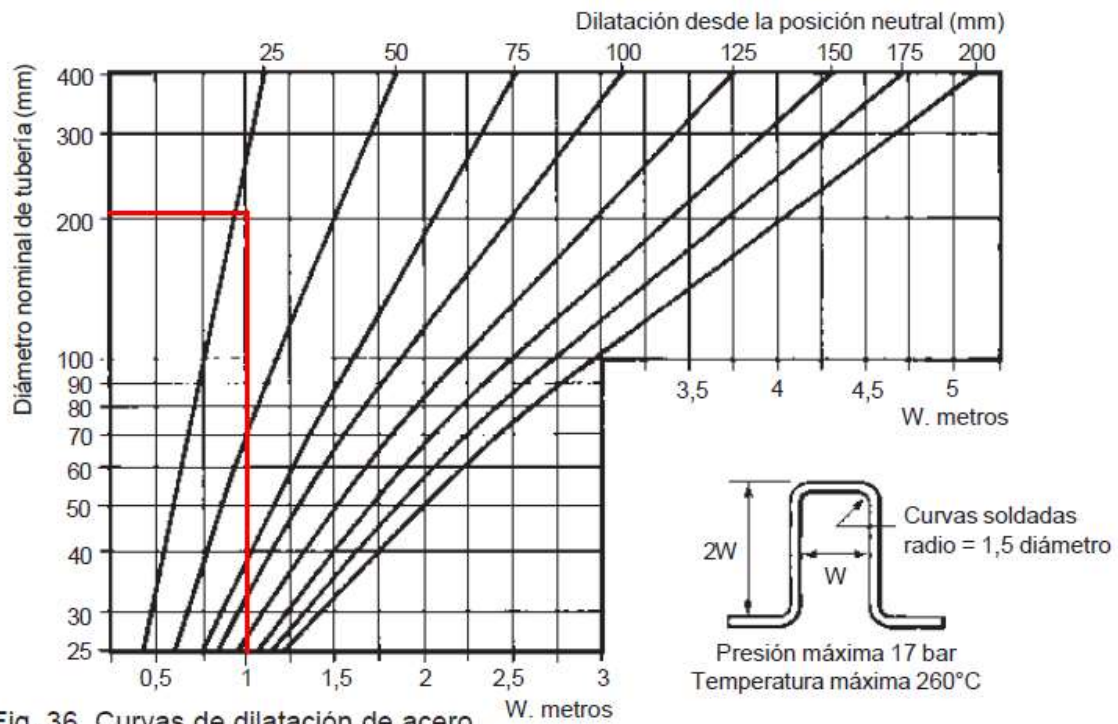
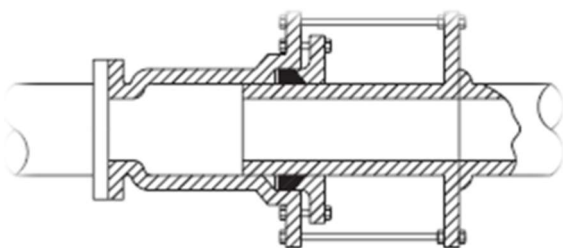


Fig. 36 Curvas de dilatación de acero W. metros

Junta deslizante

Se usan frecuentemente por el reducido espacio que ocupan, pero es imprescindible que la tubería esté rígidamente anclada y guiada.

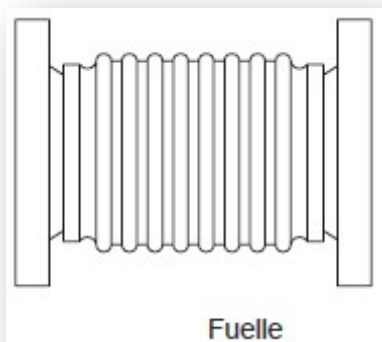
Si no está bien alineada, el casquillo se curvará, por lo que también es necesario un mantenimiento regular del prensaestopas.



Junta deslizante

Fuelles

Un simple fuelle tiene la ventaja de ser un accesorio que se monta y no requiere empaquetadura, como en el caso de la junta deslizante.



Según tabla 6 del manual Spirax Sarco de redes de vapor

Tabla 6 Dilatación de las tuberías (mm cada 10 m)

Temperatura °C	Materiales				
	Acero al carbono mm/10 m	Acero 12 % Cr mm/10 m	Acero inox. 18/8 mm/10 m	Hierro dúctil mm/10 m	Cobre mm/10 m
-30	-4,99	-5,05	-7,79	-4,54	-7,16
-25	-4,44	-4,49	-6,92	-4,04	-6,38
-20	-3,90	-3,94	-6,05	-3,53	-5,59
-15	-3,35	-3,38	-5,19	-3,03	-4,79
-10	-2,80	-2,82	-4,32	-2,52	-4,00
-5	-2,24	-2,26	-3,46	-2,02	-3,20
0	-1,69	-1,69	-2,59	-1,51	-2,41
5	-1,13	-1,13	-1,73	-1,01	-1,61
10	-0,56	-0,57	-0,86	-0,50	-0,80
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,57	0,57	0,86	0,50	0,81
25	1,14	1,13	1,73	1,01	1,61
30	1,71	1,70	2,59	1,51	2,42
35	2,29	2,27	3,46	2,02	3,24
40	2,86	2,84	4,32	2,52	4,05
45	3,44	3,42	5,18	3,21	4,87
50	4,03	3,99	6,05	3,75	5,68
55	4,61	4,56	6,91	4,28	6,50
60	5,20	5,14	7,78	4,82	7,33
65	5,79	5,72	8,64	5,36	8,15
70	6,39	6,29	9,50	5,89	8,98
75	6,98	6,87	10,37	6,43	9,80
80	7,58	7,45	11,23	6,96	10,63
85	8,18	8,03	12,09	7,50	11,47
90	8,79	8,62	12,95	8,03	12,30
95	9,39	9,20	13,82	8,57	13,14
100	10,00	9,78	14,68	9,10	13,97
110	11,23	10,96	16,41	10,53	15,66
120	12,47	12,13	18,13	11,64	17,35
130	13,72	13,32	19,85	12,75	19,04
140	14,97	14,50	21,58	13,86	20,75
150	16,24	15,69	23,30	14,97	22,46
160	17,52	16,89	25,02	16,60	24,19
170	18,81	18,08	26,75	17,74	25,92
180	20,11	19,29	28,47	18,89	27,65
190	21,43	20,50	30,19	20,03	29,40
200	22,75	21,71	31,91	21,18	31,15
210	24,08	23,04	33,63	23,38	
220	25,42	24,28	35,35	24,58	
230	26,78	25,53	37,07		

La dilatación de la tubería en una longitud de 85 m será de 8.5cm por lo que adoptamos un fuelle de dilatación para cada tramo recto de la cañería.

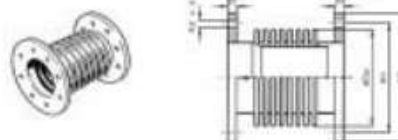
Juntas de expansión Expansion joints

Metálicas Metal



SIMPLE (AXIAL)

Con bridas. Tipo F (sin camisa) y FS (con camisa)
With flanges. Type F (without sleeve). Type FS (with sleeve)



PN-10 / PN-16

DN	ø	Movimiento Movement		L ± 5	Bridas / Flanges PN-10					ø Do ± 1	Area efect. a _e cm ²	Bridas / Flanges PN-16					Resistencia Spring ± 30%		Peso Aprox. Approx. Weight	
		Axial ±	Total		ø D	b1	ø K	Aguj. n°	ø d			ø D	b1	ø K	Aguj. n°	ø d	PN-10 N/mm	PN-16 N/mm	PN-10 Kg.	PN-16 Kg.
50	2"	15 21 26	30 42 52	160 210* 225	165	18	125	4	18	81	39	165	18	125	4	18	141 68 43	182 79 48	5	6
65	2 1/2"	16 22 28	32 44 56	160 210* 225	185	18	145	4	18	102	62	185	18	145	4	18	222 79 62	244 132 112	7	7
80	3"	15 22 26	30 44 52	160 210* 230	200	20	160	8	18	117	86	200	20	160	8	18	364 181 126	801 404 269	9	9
100	4"	20 30 35	40 60 70	160 25* 260	220	20	180	8	18	145	134	220	20	180	8	18	309 154 106	702 351 232	10	10

4.4- CANTIDAD Y TIPOS DE APOYOS

Según Catálogo de Spirax Sarco, los soportes deben ir montados en las uniones de tuberías, ya sean curvas tipo "T", válvulas y bridas, y a intervalos rectos no mayores a los recomendados por el catálogo. La distancia entre los soportes es función del diámetro nominal de la tubería. La razón de colocar los soportes en las uniones, es para eliminar las tensiones en juntas roscadas o con bridas.

Los apoyos utilizados serán del tipo patín deslizante con abrazadera debido a su característica de permitir el movimiento libre de dilatación y a su vez, mantener la alineación de la tubería, esto es recomendable cuando los tramos son superiores a 15mts. Los mismos serán montados sobre perfiles "U" empotrados en la pared del edificio.

Entonces, los apoyos utilizados serán del tipo patín deslizante con abrazadera debido a su característica de permitir el movimiento libre de dilatación y a su

vez, mantener la alineación de la tubería. Los mismos serán montados sobre perfiles “U” empotrados en la pared del frigorífico.

Tabla 5 Soportes recomendados para tubería

Diámetro nominal (mm) Acero/Cobre		Intervalo de recorrido horizontal (m)		Intervalo de recorrido vertical (m)	
ø interior	ø exterior	Acero suave	Cobre	Acero suave	Cobre
12	15		1,0		1,2
15	18	2,0	1,2	2,4	1,4
20	22	2,4	1,4	3,0	1,7
25	28	2,7	1,7	3,0	2,0
32	35	2,7	1,7	3,0	2,4
40	42	3,0	2,0	3,6	2,4
50	54	3,4	2,0	4,1	2,4
65	67	3,7	2,0	4,4	2,9
80	76	3,7	2,4	4,4	3,2
100	108	4,1	2,7	4,9	3,6
125	133	4,4	3,0	5,3	4,1
150	159	4,8	3,4	5,7	
200	194	5,1		6,0	
250	267	5,8		5,9	

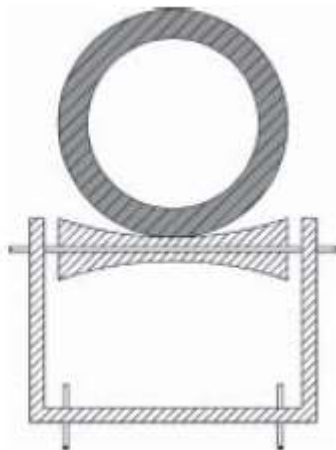


Fig. 26 Patín

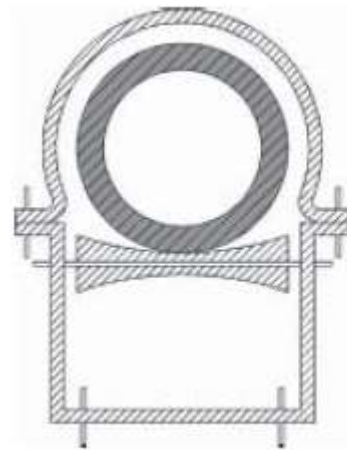


Fig. 27 Patín con abrazadera

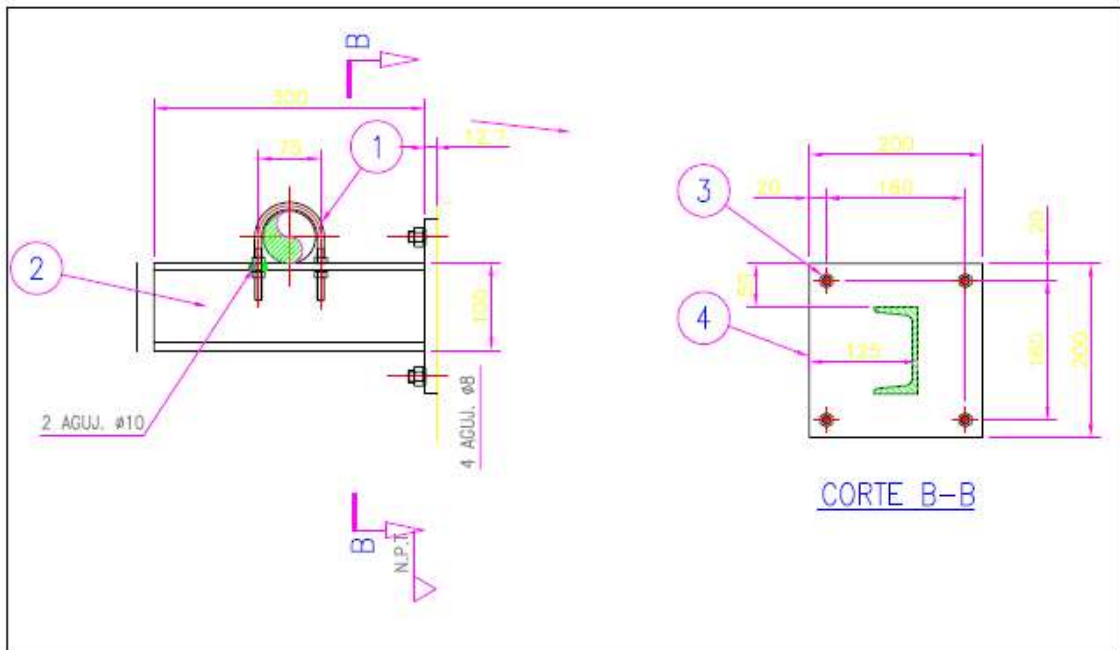


Figura 3.1 – Soportes de fijación para tubería de vapor

Las tuberías verticales deben soportarse adecuadamente en la base, para aguantar todo el peso de la misma. Las derivaciones de las tuberías verticales no deben utilizarse como medio de soporte de la tubería, ya que esto causaría excesivos esfuerzos sobre las uniones en “T”.

Entonces;

Tramos	Metros de cañería	de Soporte patín con abrazadera	Tipo con	Soporte fijo en curvas
T-C1	2,4			1
C1-C2(Tramo vertical)	2,6			1
C2-C3	17	5		1
C3-C4	33	9		1
C4-C5	5			2
C5-C6	25	7		1

Figura 3.2 – Cantidad de soportes de fijación para tubería de vapor

En la figura 3.3 se puede observar el trazado de la nueva línea de vapor flash

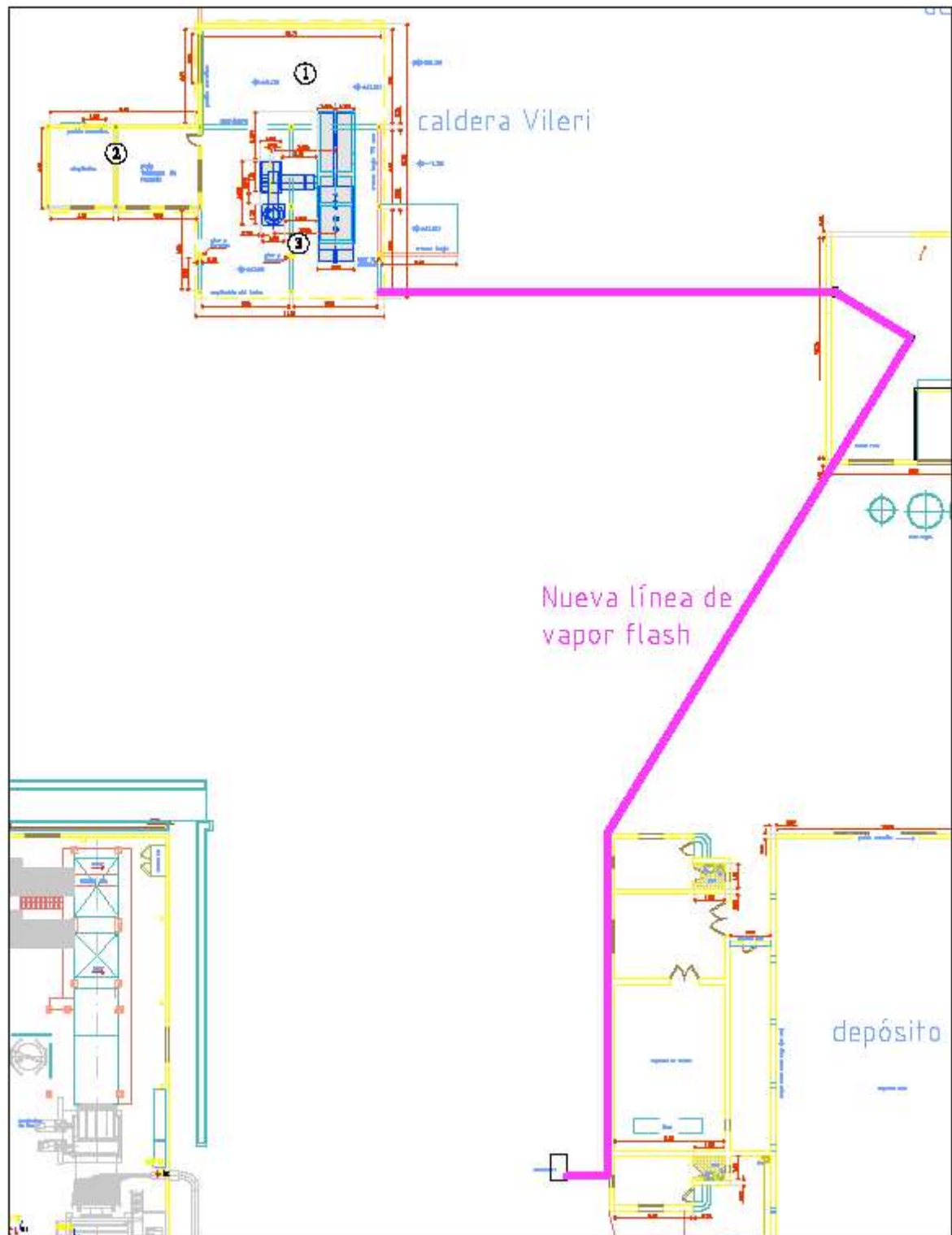


Figura 3.3 – Trazo de la nueva línea de vapor

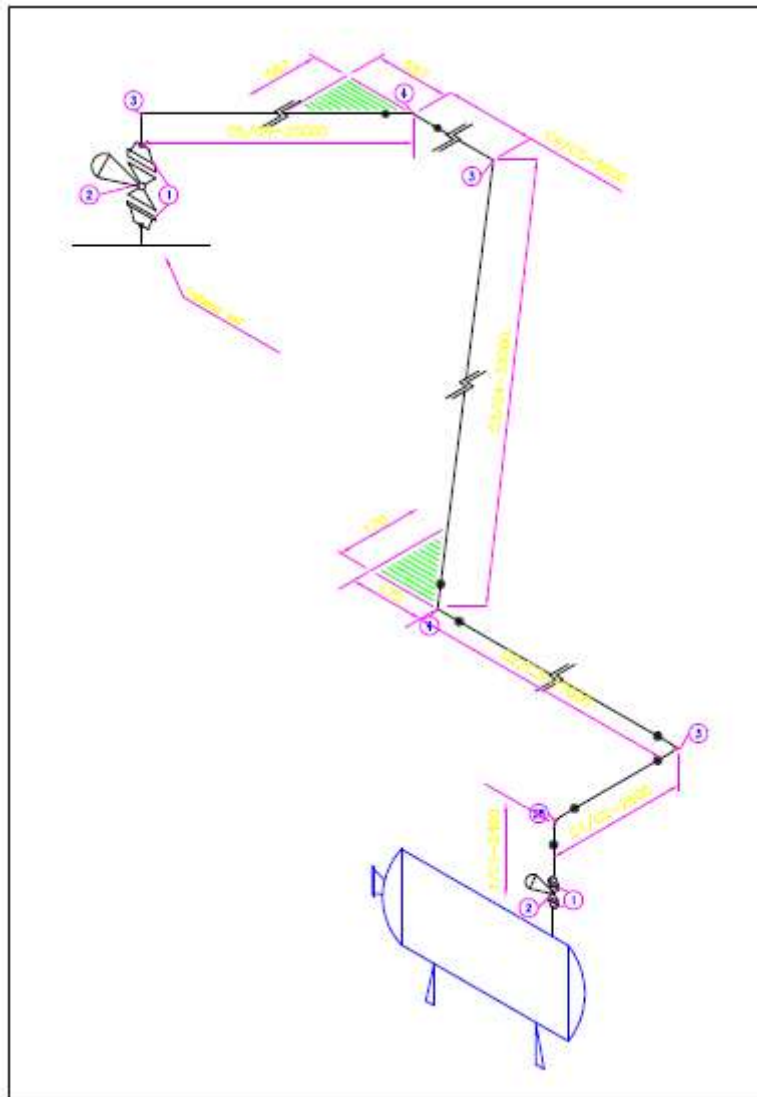


Figura 3.4 – Isométrico de la nueva línea de vapor

4.5- IMPORTANCIA DE LAS ASOLACIONES TÉRMICAS

Seguridad por contacto: Aislar toda superficie que esté al alcance de las personas y que por su temperatura pueda provocar lesiones por contacto accidental.

Higiene laboral: Aislar toda superficie que genere condiciones incómodas o insalubres en el ambiente de trabajo, aunque su temperatura no llegue a provocar lesiones. Suele darse con superficies grandes a temperaturas moderadas 40 a 70°C.

Ahorro de energía:

- **Ahorro de costos:** aislar cuando el análisis económico financiero justifique la inversión.
- **Impacto ecológico:** como conservación de un recurso no renovable es ideal aislar cuando las cantidades de energía pérdidas son importantes, aunque el análisis económico financiero no lo justifique totalmente.

Condición de proceso:

Manejo de fluidos: cuando requieren una franja estrecha de temperaturas, por ejemplo: límite inferior solidificación, límite superior degradación por temperatura.

Procesos de elaboración: en muchos casos, como cámaras de maduración, tanques de fermentación, etc. se requiere una temperatura constante y con muy poca diferencia entre distintos puntos. En estos casos hay que aislar aunque las cantidades de energía puesta en juego no lo justifiquen.

4.5.1- CANTIDAD DE CALOR PERDIDO POR LAS TUBERÍAS SIN AISLACIÓN

Para hallar la cantidad de calor perdido se aplica las siguientes ecuaciones:

Coefficientes de película

Siendo

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

$T_{amb} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

$T_1 = 372 \text{ } ^\circ\text{K}$

$T_{amb} = 298 \text{ } ^\circ\text{K}$

$E = 0,9$ coeficiente de emisividad de la lana de vidrio

$K_{aislante} = 0,04$

Radiación

$$hr = \frac{4,93 * E * \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{amb}}{100} \right)^4 \right]}{T_1 - T_{amb}} = \left[\frac{Kcal}{m^2 * h * ^\circ C} \right]$$

$$hr = \frac{4,93 * 0,9 * \left[\left(\frac{372^\circ K}{100} \right)^4 - \left(\frac{298^\circ K}{100} \right)^4 \right]}{372^\circ K - 298^\circ K} = 6,22 \left[\frac{Kcal}{m^2 * h * ^\circ C} \right]$$

Convección

$$hc = 1,13 * \left(\frac{T_1 - T_{amb}}{D_{ext}} \right)^{0,25} = \left[\frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} \right]$$

$$hc = 1,13 * \left(\frac{372^\circ K - 298^\circ K}{0,073 m} \right)^{0,25} = 6,38 \left[\frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} \right]$$

Total

$$ht = hr + hc = \left[\frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} \right]$$

$$ht = 6,22 + 6,38 = 12,6 \left[\frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} \right]$$

Pérdida térmica sin aislación

$$Q_{SA} = \frac{T_1 - T_{amb}}{\frac{1}{(2\pi * r * l) * ht}} = \left[\frac{Kcal}{h} \right]$$

$$Q_{SA} = \frac{99^\circ C - 20^\circ C}{\frac{1}{(2\pi * 0,0365m * 125m) * 12,86 \frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C}}} = 29123,99 \left[\frac{Kcal}{h} \right]$$

Tramo	Radiacion (hr)	Conveccion (hc)	Total (ht)	Calor (kcal/h)
T-C	6,22	6,38	12,6	29123,99

4.5.2- ESPESOR Y TIPO DE AISLACIÓN

El material a utilizar para aislar las distintas cañerías son medias cañas de lana de vidrio MARBEX. Estos son trozos cilíndricos prefabricados, cuya superficie interior se adapta al diámetro exterior de las tuberías que se van a aislar; deben servirse divididas en dos mitades en toda su longitud para facilitar su montaje a lo largo de la tubería.

Los materiales aislantes térmicos no son resistentes a la abrasión, al impacto, a la erosión o a las condiciones climáticas y es por esta razón que se los protegerá con una barrera mecánica para prolongar su duración efectiva, y para permitir que desarrollen sus funciones bajo todas las condiciones.

La protección mecánica será construida de chapas galvanizadas calibre 24, normalizada por la ASTM, previamente cilindrada y unidas entre sí mediante tornillos autorroscantes.



4.5.3- PERDIDAS TÉRMICAS DE TUBERIAS AISLADAS

Temperatura estimada del aislante

$$t_a = t_{amb} + \frac{1}{10} * (T_1 - T_{amb}) = [^{\circ}C]$$

$$t_a = 20^\circ K + \frac{1}{10} * (99^\circ K - 20^\circ K) = 27,9 [^\circ C]$$

Coeficiente de película

Radiación

$$hr = \frac{4,93 * E * \left[\left(\frac{T_{Aisl}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{amb}}{100} \right)^4 \right]}{T_{Aisl} - T_{amb}} = \left[\frac{Kcal}{m^2 * h * ^\circ C} \right]$$

$$hr = \frac{4,93 * 0,9 * \left[\left(\frac{301,05^\circ K}{100} \right)^4 - \left(\frac{298^\circ K}{100} \right)^4 \right]}{301,05^\circ K - 298^\circ K} = 4,77 \left[\frac{Kcal}{m^2 * h * ^\circ C} \right]$$

Convección

$$hc = 1,13 * \left(\frac{T_{Aisl} - T_{amb}}{D_{ext}} \right)^{0,25} = \left[\frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} \right]$$

$$hc = 1,13 * \left(\frac{301,05^\circ K - 298^\circ K}{0,073 m} \right)^{0,25} = 2,9 \left[\frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} \right]$$

Total

$$ht = hr + hc = \left[\frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} \right]$$

$$ht = 4,77 + 2,9 = 7,7 \left[\frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} \right]$$

Pérdida térmica con aislación

$$Q_{CA} = \frac{T_{Aisl} - T_{amb}}{\frac{1}{(2\pi * r * l) * ht} + \frac{\ln \left(\frac{D_{extaisl}}{D_{exttub}} \right)}{2 * k * \pi * L}} = \left[\frac{Kcal}{h} \right]$$

$$Q_{CA} = \frac{27,9^{\circ}C - 20^{\circ}C}{\frac{1}{(2\pi * 0,0365 * 125) * 7,7 \frac{Kcal}{h * m^2 * ^{\circ}C}} + \frac{\ln\left(\frac{0,141m}{0,073m}\right)}{2 * 0,04 * \pi * 125m}} = 309,99 \left[\frac{Kcal}{h} \right]$$

Tramo	Temp. Aislante °K	Radiacion (hr)	Conveccion (hc)	Total (ht)	Calor (kcal/h)
T-C	301.05	4,77	2,9	7,7	309,99

Rendimiento de las Aislaciones:

Para hallar el rendimiento de las aislaciones se utiliza la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{Q_{SA} - Q_{CA}}{Q_{SA}} * 100\%$$

$$\eta = \frac{29123,99 - 309,99}{29123,99} * 100\%$$

$$\eta = 0,98\%$$

Los rendimientos hallados son los siguientes:

Tramos	Q sin aislación	Q con aislación	Rendimiento (%)
T- C	29123,99	309.99	98

4.6 - SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LÍNEAS

En el relevamiento realizado en la línea de vapor se observó que existe deficiencia en las aislaciones en la línea de vapor, las cuales se detallan a continuación:

Diám. de cañería vapor	Cañería aislar[m]	sin
3"	5	
2"	4,3	
1 1/2"	9,5	
1 1/4"	3	
1"	2,7	
3/4"	5	
1/2"	15	

Como puede apreciarse en la tabla, la cantidad de metros de cañería sin aislar es importante, como así también las consecuentes pérdidas de calor que esto provoca.

Como se menciona más arriba en el trabajo, el material a utilizar para aislar las distintas cañerías

- o aislación para protección personal o conservación de temperatura, el material aislante será medias cañas de lana de vidrio MARBEX y la protección mecánica se realizara con chapas galvanizadas calibre 24, normalizada por la ASTM, previamente cilindrada y unidas entre sí mediante tornillos autorroscantes.

En el siguiente cuadro vemos el resumen de las perdidas térmicas sin aislación, perdidas térmicas con aislación y el ahorro de energía.

ϕ de cañería vapo flash	ϕ ext [m]	ϕ int [m]	[m] sin aislar	Q sin aisl[kcal/h]	Q con aisl [kcal/h]	ahorro
3"	0,0889	0,07792	5	2790	199,1	2590,9
2"	0,0603	0,05248	4,3	1703,6	131,3	1572,3
1 1/2"	0,0483	0,04094	9,5	3097	251,8	2845,2
1 1/4"	0,0422	0,03508	3	868,9	73,2	795,7
1"	0,0334	0,02664	2,7	637,6	57,5	580,1
3/4"	0,0267	0,02096	5	972	94	878
1/2"	0,0213	0,01576	15	2397	298,4	2098,6

Es por eso que estos tramos de tubería serán aislados según instructivo IP-02- instructivo montaje de aislamiento en la industria, que se encuentra en el Anexo.

4.7 - PRESIÓN QUE SOPORTA EL TANQUE DE REVAPORIZADO TQ1

En las mejoras planteadas, se propuso cerrar el tanque TQ1. Por esto, a continuación se corrobora que el tanque existente sea capaz de soportar la nueva presión de trabajo.

Para ello, la empresa SCINCE TECHNOLOGIES realizó la medición de espesor del tanque en distintos puntos estratégicos del mismo.

INFORME MEDICIÓN ESPESOR

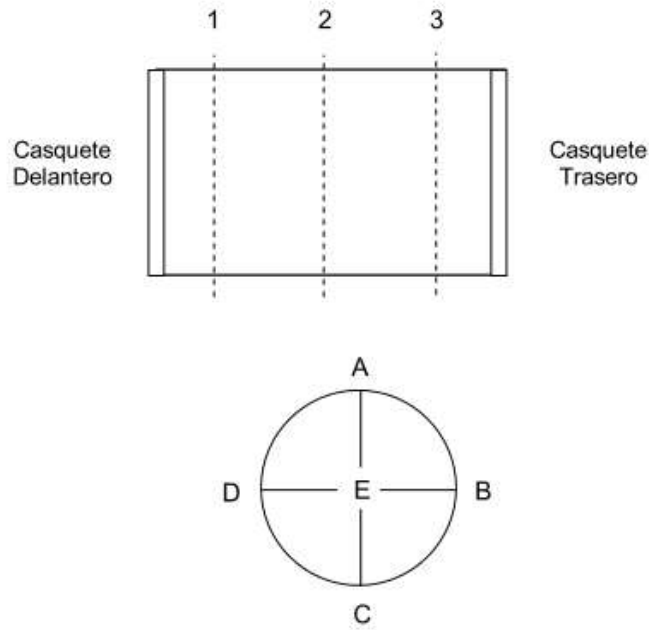
	INFORME MEDICIÓN DE ESPESORES	Informe : M.E. PAMER	
		Fecha: 25/11/2013	Rev 0

Cliente: PAMER	Lugar de ensayo: Planta Industrial – Mercedes		
Fabricante: N/D	Departamento: Soriano		
Tipo: N/D	Presión de operación: N/D		
Fecha finalización de ensayo: 16 de Noviembre de 2013		Ubicación de ensayo: Sala de Máquinas	
Pieza de ensayo: Precalentadores de liner B y C, precalentadores onda B y C, baterías de secadores (inferior, medio y superior), precalentador doble colero, planchas de vapor nº 2, 8 y 13 , tanque flash y tanque de aire comprimido.			
Dimensiones: N/D		Material: Acero al carbono	
Propósito y alcance: Realizar la Medición de Espesores en chapas de envoltente de precalentadores, batería de secadores, precalentador doble colero, planchas de vapor, tanque flash con sus respectivos casquetes esféricos (trasero y delantero) y tanque de aire comprimido vertical.			
Nº de Registro en el MIEM: N/D			
Norma aplicable:	AWS D 1.1 <input type="checkbox"/>	API 1104 <input type="checkbox"/>	ASME <input checked="" type="checkbox"/>
Criterio de aceptación: No establecido			
MÉTODO DE EXÁMEN			
Método: Medición de espesores por ultrasonido (Método pulso-eco).		Distribución y resultado de la medición: De acuerdo a lo establecido en esquema adjunto.	
Norma de aplicación: ASTM E-797, en la práctica estándar para la medición de Espesores por ultrasonido (pulso-eco).		Equipos Utilizados: Medidor de espesores marca General Electric DMS-2.	
Condición superficial: Limpia y sin recubrimientos.		Transductores: Krautkramer 5.0MHz.	
Preparación: Limpieza mecánica adecuada, para efectuar la medición de espesores.		Acoplante: Carboximetil de celulosa.	
		Temperatura: 20° C	
		Unidad: Milímetros.	

Figura 4.7-1

Tanque Flash:

Distribución de mediciones:



Registro de mediciones: Envoltente

(mm)	1	2	3
A	4.8	4.8	4.8
B	4.8	4.8	4.8
C	4.8	4.8	4.8
D	4.8	4.8	4.8

**Registro de mediciones:
Casquete Delantero**

	(mm)
A	4.7
B	4.8
C	4.7
D	4.7
E	4.6

**Registro de mediciones:
Casquete Trasero**

	(mm)
A	4.9
B	4.8
C	4.7
D	4.8
E	4.6

Figura 4.7-2

CÁLCULO DE PRESIÓN QUE SOPORTA EL TANQUE

Parámetros de cálculos	
Tensión de rotura del material del tanque	3300 kg/cm ²
Presión de diseño	3 kg/cm ²
Coeficiente de soldadura	0,85
Espesor mínimo	4,6 mm
Diámetro externo envolvente	1016 mm

ACLARACION: Todas las expresiones, ecuaciones, relaciones y tablas utilizadas para el cálculo de la presión que soporta el recipiente, son obtenidas del Código ASME, Sección VIII, división I, edición 1977.

Los valores de la tensión admisible deben estar dentro del rango elástico del material. Es decir, luego que el material haya sido sometido a una carga que genera cierto alargamiento, éste vuelve a un valor cero cuando la carga desaparece.

La tensión admisible de un determinado acero es una fracción de su tensión de rotura o de fluencia.

Cuando se trabaja por debajo de la temperatura creep (343 °C), las relaciones de tensión admisibles según el código ASME más desfavorable son:

$$\sigma_{adm} = 0,25\sigma_r$$

$$\sigma_{adm} = 0,625\sigma_f$$

Por lo general la tensión admisible que relaciona la tensión de rotura es siempre menor que la tensión admisible que relaciona la tensión de fluencia; siempre que se trabaje por debajo de la temperatura de creep. Y, como la temperatura de trabajo (195°C) está por debajo de la creep(343°C) las tensiones admisibles posibles de trabajo del acero son:

$$\sigma_{adm} = 0,625\sigma_{rot} \rightarrow 0,25 * 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm} = 1050 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm} = 0,625\sigma_f \rightarrow 0,625 * 2500 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm} = 1562 \frac{kg}{cm^2}$$

Corroborándose lo antes estipulado: que la relación de tensión más desfavorable, es la correspondiente a la relación de tensión de rotura

$$\sigma_{adm} = 1050 \frac{kg}{cm^2} .$$

CÁLCULO DE LA PRESIÓN QUE SOPORTA ENVOLVENTE

Una vez obtenido la tensión admisible del caño, se procede a calcular la presión que es capaz de soportar el tanque TQ1.

Despejando de $t_1 = \frac{P_D * R}{\sigma_{adm} * E - 0,6P_D}$, resulta que la presión es:

$$P = \frac{\sigma_{adm} * E}{\frac{R}{t} + 0,6} \Rightarrow P = \frac{1050 \frac{kg}{cm^2} * 0,85}{\frac{1016mm}{2 * 4,8mm} + 0,6} = 8,39 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto, la presión que es capaz de soportar la envolvente del tanque flash

es de: $8,39 \frac{kg}{cm^2}$.

CÁLCULO DE LA PRESIÓN QUE SOPORTA CABEZALES

El tipo de cabezal que posee el tanque TQ1 es toriesférico, por lo que para calcular la presión que éste soporta, se utiliza la ecuación:

$$t = \frac{P.R_0.M}{2S.E + P(M - 0,2)}$$

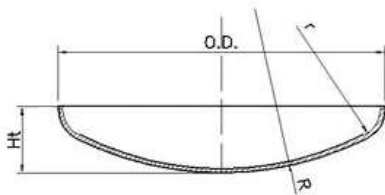
Donde $M = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$

Despejando la presión: $P = \frac{2.S.E.t}{M.R_0 - t(M - 0,2)}$

Datos:

CASQUETE TORIESFERICO

• ASME VIII (03)



(mm)

Diámetr	Diámetro Externo			Radio Curvatura	Radio Reborde	ALTURA TOTAL PARA LOS ESPESOR								
	O.D.					R	r	4,8 mm			6,3 mm			
	Min.	Nom.	Max.					Min.	Nom.	Max.	Min.	Nom.	Max.	Mi
22"	554,2	559	565,4	550	35	123	129	135						
24"	605,2	610	616,4	600	38	131	137	143						
26"	655,2	660	666,4	650	42	140	146	152						
28"	706,2	711	717,4	700	44	148	154	160						
30"	757,2	762	768,4	750	47	157	163	169						
32"	808,2	813	819,4	800	50	166	172	178						
34"	859,2	864	870,4	850	53	174	180	186						
36"	909,2	914	920,4	900	57	183	189	195	184	190	196			
38"	960,2	965	971,4	950	60	192	198	204	193	199	205			
40"	1011,2	1016	1022,4	1000	63	200	206	212	201	207	213			
42"	1062,2	1067	1073,4	1050	66	209	215	221	210	216	222			
44"	1113,2	1118	1124,4	1100	70	218	224	230	219	225	231			
46"	1163,2	1168	1174,4	1150	74	227	233	239	228	234	240			
48"	1214,2	1219	1225,4	1200	76	241	247	253	236	242	248	24		
1325	1320,2	1325	1331,4	1300	130	279	285	291	285	291	297	28		
1425	1420,2	1425	1431,4	1400	140	298	304	310	304	310	316	30		
1525	1520,2	1525	1531,4	1500	150	318	324	330	323	329	335	32		
1625	1620,2	1625	1631,4	1600	160	337	343	349	343	349	355	34		
1725	1720,2	1725	1731,4	1700	170	356	362	368	362	368	374	36		
1825	1820,2	1825	1831,4	1800	180	376	382	388	382	388	394	38		
1925	1920,2	1925	1931,4	1900	190	395	401	407	401	407	413	40		
2025	2020,2	2025	2031,4	2000	200	415	421	427	420	426	432	42		

Figura 4.7-3

$$R_0 = R - t$$

$$R_0 = 1000 \text{ mm} - 4,8 \text{ mm} = 995,2 \text{ mm}$$

$$M = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{1000 \text{ mm}}{63 \text{ mm}}} \right)$$

$$M = 1,75$$

Por lo tanto:

$$P = \frac{2.S.E.t}{M.R_0 - t(M - 0,2)} = \frac{2 * 1050 \text{ kg/cm}^2 * 0,85 * 0,48 \text{ cm}}{1,75 * 99,52 \text{ cm} - 0,48 \text{ cm}(1,75 - 0,2)}$$

$$P = 4,63 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Como puede apreciarse la presión más crítica corresponde a la del cabezal, por lo tanto será recomendable fijar como presión de funcionamiento de la válvula de alivio una presión menor a la crítica del cabezal.

SELECCIÓN DE VÁLVULA DE ALIVIO

En la figura 4.7-4 se selecciona la válvula de alivio para una presión de tarado correspondiente a 3bar, siendo menor que la presión crítica del casquete.

Válvula de seguridad SV60 Capacidades para vapor y aire

SV60 Capacidad de paso para vapor kg/h
(calculado de acuerdo con AD MERKBLATT A2 y TRD 421).

Tamaño DN	20/32	25/40	32/50	40/65	50/80	65/100	80/125	100/150	125/200	150/250
Orificio (mm)	17,1	23,8	30,7	38,1	50,2	59,0	73,0	91,0	105	125
Area (mm ²)	230	445	740	1 140	1 979	2 734	4 185	6 504	8 659	12 272
α_w (P > 4 bar)	0,78	0,86	0,76	0,68	0,64	0,71	0,66	0,70	0,72	0,73
Presión tara (bar r)	kg/h									
0,2	65	138	258	256	582	857	1 182	1 549	2 170	3 921
0,5	113	238	356	461	777	1 187	1 651	2 705	3 754	5 428
1,0	180	381	577	772	1 251	1 919	2 683	4 373	6 043	8 703
1,5	239	508	770	1 045	1 678	2 568	3 610	5 871	8 108	11 651
2,0	296	630	952	1 303	2 089	3 194	4 514	7 334	10 130	14 551
2,5	352	748	1 125	1 548	2 481	3 797	5 393	8 759	12 102	17 395
3,0	406	862	1 289	1 782	2 859	4 381	6 249	10 133	14 028	20 184
3,5	459	973	1 447	2 007	3 224	4 949	7 086	11 495	15 915	22 924
4,0	510	1 090	1 603	2 209	3 610	5 531	7 872	12 973	17 766	25 528
4,5	561	1 198	1 792	2 428	3 967	6 079	8 651	14 257	19 524	28 054

Figura 4.7-4

5 - DISEÑO DE LA LÓGICA DE CONTROL MEDIANTE PLC QUE LLEVARÁ A CABO EL CONTROL DE TEMPERATURA Y NIVEL DEL TANQUE DE AGUA DE LA UGV

5.1- CONTROL DE NIVEL TANQUE DE AGUA DE LA UGV

Para llevar a cabo el control de nivel del tanque de alimentación de agua de la UGV, se utilizarán tres sensores de nivel ubicados en el tanque de reposición de agua. Los detectores de nivel a utilizarse son sensores de horquilla vibrante; se ha optado por este tipo de sensor debido a que posee las ventajas de no ser afectados por la formación de depósitos, turbulencias, espumas o burbujas.

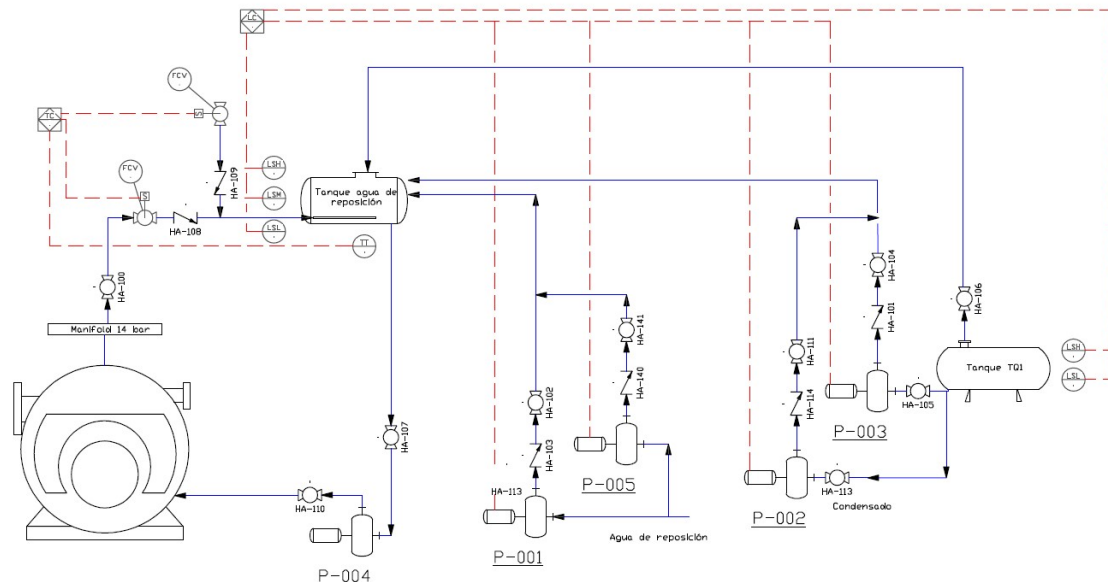


Figura 5.1- Diagrama P&ID básico de control de nivel y temperatura

Dichos niveles se ubicarán en la posición indicada en la figura 5.1. Los niveles de los mismos son:

- LSL= 20% de la máxima capacidad del recipiente
- LSM= 80% de la máxima capacidad del recipiente
- LSH= 100% de la máxima capacidad del recipiente

El propósito de la lógica es priorizar el llenado del tanque con el condensado de la máquina corrugadora, en caso que el nivel del líquido en el recipiente sea insuficiente, es decir, que el nivel sea igual o inferior a LSL, se habilita el ingreso de agua de reposición a temperatura ambiente. Cuando el nivel del agua sea igual o inferior a LSL, debe activarse una alarma que advierte a los operadores la falta de líquido en el tanque.

Las consideraciones que se utilizarán para el encendido y apagado de las bombas priorizando la utilización del condensado de la máquina corrugadora es la siguiente:

- Nivel LSH: bomba de condensado y bomba de agua de reposición apagadas.
- Entre LSM y LSL bomba de condensado encendida y bomba agua reposición apagada.
- En LSL enciende bomba reposición de agua y se mantiene encendida la bomba de condensado.
- Nivel inferior a LSL, se activa alarma de bajo nivel de agua
- Entre LSM y LSL las dos bombas encendidas.
- Si la bomba de condensado permanece encendida por más de 5 minutos y no se completa el llenado del tanque, se activa la bomba de respaldo de condensado y se enciende una alarma.

5.2- CONTROL DE TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA DE LA UGV

La temperatura de agua de alimentación recomendada por el fabricante de la caldera es entre 80 y 90 °C. Por lo cual, se tomará como límites de trabajo para el control, las temperaturas las recomendadas.

El control de temperatura, se realizará utilizando vapor flash proveniente del tanque TQ1 y vapor vivo aportado por la UGV. Para el control de la

alimentación, se utilizarán dos válvulas neumáticas on – off, las cuales serán accionadas según la lógica que se detalla a continuación.

Las consideraciones utilizadas para priorizar el calentamiento mediante la utilización de vapor flash son las siguientes:

- Si la temperatura desciende de 88 °C se abre la válvula de vapor flash (condición de enfriamiento por pérdida de calor al ambiente).
- Si válvula flash está abierta y en 5 minutos no hay variación positiva de temperatura, abrir válvula de vapor a 14 bares (condición de puesta en marcha de corrugadora).
- Cuando temperatura sea 90°C cerrar válvula vapor flash y válvula de 14 bares.

5.3- CONTROL DE NIVEL DEL TANQUE FLASH TQ1

Para la realización de la lógica de control del llenado del tanque TQ1, a continuación se detalla la lógica a seguir. Para ello serán necesarios dos sensores de nivel que serán del tipo horquilla vibrante.

Las bombas de condensado solo se podrán activar cuando el nivel esté por encima del LSL1, de esta manera se asegura que la bomba no trabaje en vacío. Por cuestiones de seguridad, cuando el nivel alcanza el LSH1, entra en funcionamiento la segunda bomba en paralelo con la que ya está en funcionamiento.

Los niveles de líquido del tanque se ubicarán en la posición indicada en la Figura 5.1. Estos son:

- LSL1= 10% de la máxima capacidad del recipiente
- LSH1= 75% de la máxima capacidad del recipiente

Las consideraciones que se utilizarán para el encendido y apagado de la bomba son las siguientes:

- Nivel LSL1 o menor: bomba de condensado apagada.

- Entre LSL1 y LSH1: bomba de condensado enciende si lo requiere el control del tanque de alimentación de agua.
- En LSH1: enciende bomba de respaldo y acciona alarma (fallo de bomba 1)

Para realizar las lógicas de control de nivel como el de la temperatura, se utilizará un PLC Allen Bradley. Se ha optado por este tipo de PLC ya que es política de la empresa unificar criterios en cuanto a lo que se refiere a selección de PLCs. Esto es debido a que se busca tener un stock mínimo de partes de repuesto para estos equipos.

5.4- SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL

5.4.1 -SELECCIÓN DEL PLC

Dado que la empresa tiene como política la unificación de los controladores lógicos programables que utiliza, el plc a utilizarse en este proyecto debe ser de la marca ALLEN BRADLEY.

Los modelos utilizados por la empresa son:

- SLC 500
- Micrologix 1000
- Micrologix 1100
- Micrologix 1200
- Compactlogix

Para tomar la decisión de cuál es el tipo más adecuado de plc dentro de la marca ALLEN BRADLEY, se considerarán el número de entradas y salidas necesarias para realizar el control.

Como se puede apreciar en las tablas anteriores, se requiere un total de 12 entradas digitales, 1 entrada analógica y 7 salidas digitales o de relé.

ENTRADAS DIGITALES (ID)

Nivel alto de tanque de agua LSH	1
Nivel medio de tanque de agua LSM	1
Nivel bajo de tanque de agua LSL	1
Nivel de seguridad de tanque de condensado LSL1	1
Reconocimiento de falla de condensado	1
Nivel de condensado alto LSH1	1
Manual/automático	1
Bomba de reposición de agua MANUAL	1
Válvula vapor flash MANUAL	1
Bomba de condensado 1 MANUAL	1
Bomba condensado respaldo MANUAL	1
Válvula vapor 14 bar MANUAL	1
TOTAL	12

ENTRADAS ANALOGICAS (EA)

Sensor de temperatura de tanque de agua	1
TOTAL	1

SALIDAS DIGITALES (SD)

Bomba de reposición de condensado	1
Bomba de reposición de condensado (respaldo)	1
Bomba de reposición	1
Alarma de fallo bomba de condensado 1	1
Alarma bajo nivel tanque de agua	1
Válvula de vapor flash	1
Válvula de vapor 14 bares	1
TOTAL	7

En la siguiente tabla se pueden observar las cantidades de entradas y salidas que posee cada modelo de plc.

MicroLogix 1000 1761-L20BWA-5A				
120/240V ac	Salidas Digitales	Entradas Analógicas	Salidas Analógicas	Salidas Relé
		12	1	4	8
MicroLogix 1100 1763-L16BWA				
120/240V ac	Salidas Digitales	Entradas Analógicas	Salidas Analógicas	Salidas Relé
	10	1	2	6
MicroLogix 1400 1766-L32BWAA				
120/240V ac	Salidas Digitales	Entradas Analógicas	Salidas Analógicas	Salidas Relé
	20	2	4	12

Como se puede ver, el plc que mejor se ajusta a los requerimientos del proyecto es un MicroLogix 1000 1761L20BWA5A; por lo tanto este es el controlador que se utilizará para este proyecto.

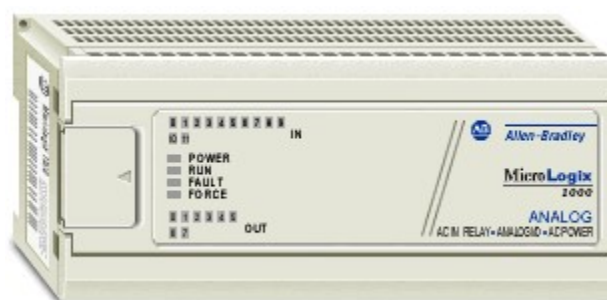


Figura 5.4.1-1 – Plc MicroLogix 1000

5.4.1- SELECCIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA

El sensor que será utilizado para la medición de la temperatura del agua del tanque de alimentación de la UGV es un PT100.



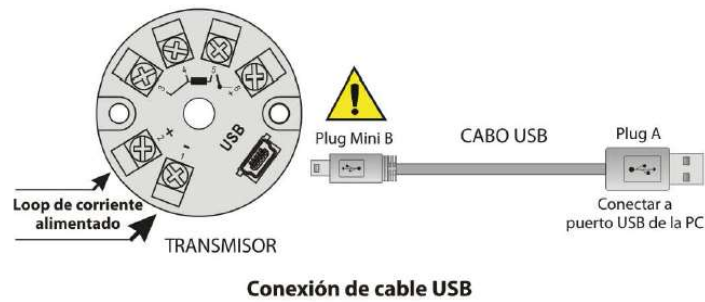
El sensor seleccionado es un NOVUS serie CRZ-2005, el cual irá insertado en una vaina con cabezal de 200 mm de largo y 6 mm de diámetro.

SÉRIE CRZ								
TAMANHO REAL	MODELO	DIMENSÕES (mm) D L A	OHMS a 0°C	CLASSE	CORRENTE DE MEDIDA	COMPRIMENTO TERMINAIS	TEMP. DE OPERAÇÃO	RESPOSTA EM (s)
	CRZ-2005	2 x 5 x 1,5	100	A, B	2 mA máx.	12 ±3 mm	-50 a 600°C	0,3*

* Tempo em segundos para 90% da resposta de 0°C a 100°C em água agitada

Para poder obtener una señal que se pueda ingresar en la entrada analógica del plc, se utilizará un transmisor de temperatura para cabezal TxIsoPack – USB; este será el encargado de convertir la señal entregada por el sensor en una señal de 4 a 20 mA.





El TxIsoPack es un transmisor de temperatura aislado tipo 4 – 20 mA de dos hilos, para montaje en cabezal. Alimentado por loop de corriente, su configuración es realizada conectando el transmisor directamente a la interface USB de la PC, sin requerir la instalación del drivers adicionales. La corriente de salida representa la señal aplicada a la entrada del transmisor linearizada en función del tipo de entrada configurado.

5.4.2- SELECCIÓN DEL SENSOR DE NIVEL

Los sensores que serán utilizados para la detección de niveles son de horquilla vibrante; en este caso el instrumento seleccionado es un detector de nivel NIVOSWITCH modelo RCM-400-3.



5.4.3- SELECCIÓN DE LOS RELÉS

Los relés que serán utilizados para el armado del gabinete eléctrico son los mismos que fueron seleccionados para la automatización de los cabezales corrugadores.

Por lo tanto el relé a ser utilizado en el circuito es un 700-HLT1Z24-EX de 24 VCC de ALLEN BRADLEY.



5.4.4- PULSADORES Y SELECTORAS

Para el pulsador de reconocimiento de falla en el sistema de condensado se selecciona un pulsador luminoso color amarillo de la firma Schneider-Electric modelo XB4-BW35B5. El mismo posee un contacto NC y un contacto NA; además tiene un led integrado lo que le confiere mayor vida útil a la lámpara.

Componga usted mismo otros productos utilizando los subconjuntos cabezal + base + contactos + módulo luminoso

Pulsadores luminosos rasantes

Forma de la cabeza	Designación	Tipo de contacto		Tensión de alimentación	Color del pulsador	Referencia	Peso
		"NA"	"NC"	V			kg
 XB4-BW33B5	 LED integrado  Protected LED	1	1	24	Blanco	XB4-BW31B5 (ZB4-BW0B15 + ZB4-BW313)	0,097
					Verde	XB4-BW33B5 (ZB4-BW0B35 + ZB4-BW333)	0,097
					Rojo	XB4-BW34B5 (ZB4-BW0B45 + ZB4-BW343)	0,097
					Amarillo	XB4-BW35B5 (ZB4-BW0B55 + ZB4-BW353)	0,097
					Azul	XB4-BW36B5 (ZB4-BW0B65 + ZB4-BW363)	0,097

La llave selectora que servirá para poner en manual o automático el sistema es una XB4-BD25 de la firma Schneider-Electric también.



Selectores (2)						
Forma de la cabeza	Dispositivo de control	Tipo de contacto		Número y tipo de posiciones (1)	Referencia	Peso
		"NA"	"NC"			kg
	Con maneta corta negra	1	-	2 fijas	XB4-BD21 (ZB4-BZ101 + ZB4-BD2)	0.095
		1	1	2 fijas	XB4-BD25 (ZB4-BZ105 + ZB4-BD2)	0.105
		2	-	3 fijas (3)	XB4-BD33 (ZB4-BZ103 + ZB4-BD3)	0.105

5.4.5- BOCINA LUMÍNICA

Para advertir a los operadores del nivel bajo del tanque de reposición de agua o de un fallo en el abastecimiento de condensado, serán instalados dos indicadores lumínicos audibles que alerten a dichos operadores del estado del sistema para que ellos puedan tomar las acciones necesarias.

El indicador seleccionado es de la firma BANNER modelo TL50RAQ.



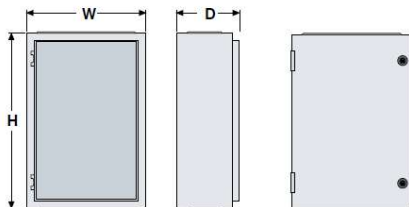
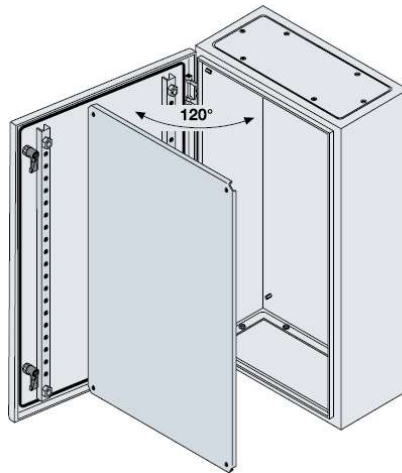
Audible Models

Standard Audible Models ¹	# of LED Colors	LED Function ²	Connection ³	Inputs
TL50RAQ	1	Red	4-pin Euro integral QD connector	Bimodal (NPN or PNP)
TL50GRAQ	2	Green, Red		
TL50GYRAQ	3	Green, Yellow, Red	5-pin Euro integral QD connector	
TL50BGYRAQ	4	Blue, Green, Yellow, Red	8-pin Euro integral QD connector	

5.4.6- GABINETE

El gabinete a ser utilizado para el montaje del circuito eléctrico es un SRN6420K de la firma ABB. El mismo es un gabinete metálico que posee

grado de protección IP65 y es fabricado en concordancia con la norma CEI EN 60529.



Overall dimensions			Enclosures with blind door + back plate	Enclosure with glazed door	Kit for automation		Kit for distribution Supports for mounting modular panels			
H mm	W mm	D mm			Blind counterdoor IP20	Back plate	N° vertical mod. H=185mm	N° DIN mod. per row	Total modules	DIN Supports
300	200	150	SRN3215K							
	300		SRN3315K							
	400		SRN3415K							
400	300	150	SRN4315K							
	300		SRN4320K							
	400	200	SRN4420K							
	600		SRN4620K							
500	300	200	SRN5320K							
	400		SRN5420K	SRN5420VK	KC5040K	PF5040	2	14	28	KD5040K
	400		SRN5425K	SRN5425VK	KC5040K	PF5040	2	14	28	KD5040K
600	400	200	SRN6420K	SRN6420VK	KC6040K	PF6040	3	14	42	KD6040K
	400		SRN6425K	SRN6425VK	KC6040K	PF6040	3	14	42	KD6040K
	600	250	SRN6625K							
700	500	200	SRN7520K	SRN7520VK	KC7050K	PF7050				
	500		250	SRN7525K	SRN7525VK	KC7050K	PF7050			

5.4.7- INTERRUPTOR DE CORTE

En la siguiente tabla se detalla la potencia instalada de bombeo vinculada al sistema de retorno de condensado.

Potencia instalada en sistema de condensado

Descripción	Potencia (HP)
Bomba principal de condensado	2
Bomba de respaldo de condensado	2
Bomba de reposición de agua	3
Bomba de respaldo de reposición de agua	3
TOTAL	10

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$I = \frac{10 \text{ HP} * 746}{\sqrt{3} * 380\text{V} * 0.85} = 13.3 \text{ A}$$

Dado que el consumo de corriente del plc y los sensores periféricos es despreciable, la corriente máxima a considerar para la selección de la llave de corte es 13.3 A.

Marco de 100A. Tipo H, 3 polos

Capacidad de interrupción Icu:

100kA a 220/240 Vac

25kA a 440 Vac

18kA a 480 Vac

10kA a 125 Vdc



EasyPact Tipo H 3P

Catálogo	Corriente Nominal A	Número de Polos
EZC100H3015	15	3
EZC100H3020	20	3
EZC100H3030	30	3
EZC100H3040	40	3
EZC100H3050	50	3
EZC100H3060	60	3

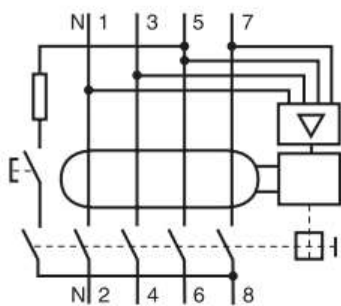
5.4.8- INTERRUPTOR DIFERENCIAL

El interruptor diferencial seleccionado es de la marca Schneider Electric modelo B N° de referencia 16750. El mismo tiene una sensibilidad de 30 mA.



Referencias

Tipo	Tensión (V CA)	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)	Ancho en pasos de 9 mm	Referencia
4P	230/400	25	30	8	16750
			300	8	16751
			300	8	16752
		40	300	8	16753
			300	8	16754
			500	8	16755
		63	30	8	16756
			300	8	16757
			300	8	16758
		80	500	8	16759
			30	8	16760
			300	8	16761
			300	8	16762



5.4.9- GUARDAMOTORES

Los guardamotores seleccionados son del modelo GV2-ME con mando por pulsadores. Para los motores de 2 HP (1.5 KW) se selecciona el guardamotor GV2-ME08 y para los motores de 3 HP (2.2 KW) el GV2-ME10.

Los guardamotores GV2-ME, son guardamotores magnetotérmicos tripolares adaptados al mando y a la protección de los motores, en conformidad con las normas IEC 60947-2 y IEC 60947-4-1.



GV2-ME
mando mediante
pulsadores

Guardamotores magnetotérmicos GV2-ME y GV2-P con borne a tornillo										Referencia	Peso	
Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC-3									Rango de reglaje de los disparadores térmicos (2)	Corriente de disparo magnético Id ± 20%		
400/415 V			500 V			690 V						
P	Icu	Ics	P	Icu	Ics	P	Icu	Ics	A	A	kg	
(1)			(1)			(1)						
kW	kA		kW	kA		kW	kA					
Guardamotores con mando de pulsadores												
0,06	★	★	-	-	-	-	-	-	0,16...0,25	2,4	GV2-ME02	0,260
0,09	★	★	-	-	-	-	-	-	0,25...0,40	5	GV2-ME03	0,260
0,12	★	★	-	-	-	0,37	★	★	0,40...0,63	8	GV2-ME04	0,260
0,18	★	★	-	-	-	-	-	-	0,40...0,63	8	GV2-ME04	0,260
0,25	★	★	-	-	-	0,55	★	★	0,63...1	13	GV2-ME05	0,260
0,37	★	★	0,37	★	★	-	-	-	1...1,6	22,5	GV2-ME06	0,260
0,55	★	★	0,55	★	★	0,75	★	★	1...1,6	22,5	GV2-ME06	0,260
0,75	★	★	1,1	★	★	1,5	3	75	1,6...2,5	33,5	GV2-ME07	0,260
1,1	★	★	1,5	★	★	2,2	3	75	2,5...4	51	GV2-ME08	0,260
1,5	★	★	2,2	★	★	3	3	75	2,5...4	51	GV2-ME08	0,260
2,2	★	★	3	50	100	4	3	75	4...6,3	78	GV2-ME10	0,260
3	★	★	4	10	100	5,5	3	75	6...10	138	GV2-ME14	0,260
4	★	★	5,5	10	100	7,5	3	75	6...10	138	GV2-ME14	0,260
5,5	15	50	7,5	6	75	9	3	75	9...14	170	GV2-ME16	0,260


5.4.10- CONTACTORES

El contactor seleccionado es un LC1-K0610M7 de la firma Schneider Electric. Este contactor es de la familia MINICONTACTORES de la serie K en conformidad con las normas IEC 60947-1, 947-4-1, NFC 63-110, VDE 0660 y BS 5424.



Minicontactores tripolares con bobina en corriente alterna

- Fijación sobre perfil ancho 35 mm o por tornillos Ø 4.
- Tornillos aflojados.

Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC-3		Corriente asignada de empleo en AC-3 hasta 440 V	Corriente asignada de empleo en AC-1 hasta 440 V	Contactos auxiliares instantáneos	Referencia básica a completar con el código de la tensión (1) (2)	Tensiones habituales	Peso	
380 V	440/500 V	A	A				kg	
415 V	660/690 V							
kW	kW							
2.2	3	6	20	1	–	LC1-K0610●●	B7 F7 M7	0,180
				–	1	LC1-K0601●●	B7 F7 M7	0,180
4	4	9	20	1	–	LC1-K0910●●	B7 F7 M7	0,180
				–	1	LC1-K0901●●	B7 F7 M7	0,180

La tensión seleccionada para el accionamiento del mismo es 220 Vac (código M7).

6 - BIBLIOGRAFÍA:

- Fundamentos de termodinámica técnica - M.J.Moran-H.N.Shapiro
- Rules of Thumb for Chemical Engineers - Carl R. Branan, Tomo IV
- Guía del Código ASME Seccion VIII división I tomo I- Francisco Rodríguez Iezama.
- Cañerías y Recipientes a Presión- José Luis Otegui-Esteban Rubertis
- Elemento de máquina- Niemann
- Corrugating Defect Terminology – David A. Carlson (Tappi Press)

Web

- http://web.usal.es/~tonidm/DEI_06_Depositos.pdf
- <http://instructivoseparador.blogspot.com/p/funcionamiento-de-un-separador.html>
- <http://www.bripetrol.com.ar/Bridas.html>
- http://corrugando.com/index.php?option=com_content&task=view&id=32

**AUTOMATIZACIÓN DE
CONTROL DE
TEMPERATURA EN
CABEZALES
CORRUGADORES**

PLANOS P&ID

D

C

B

A

2

2

1

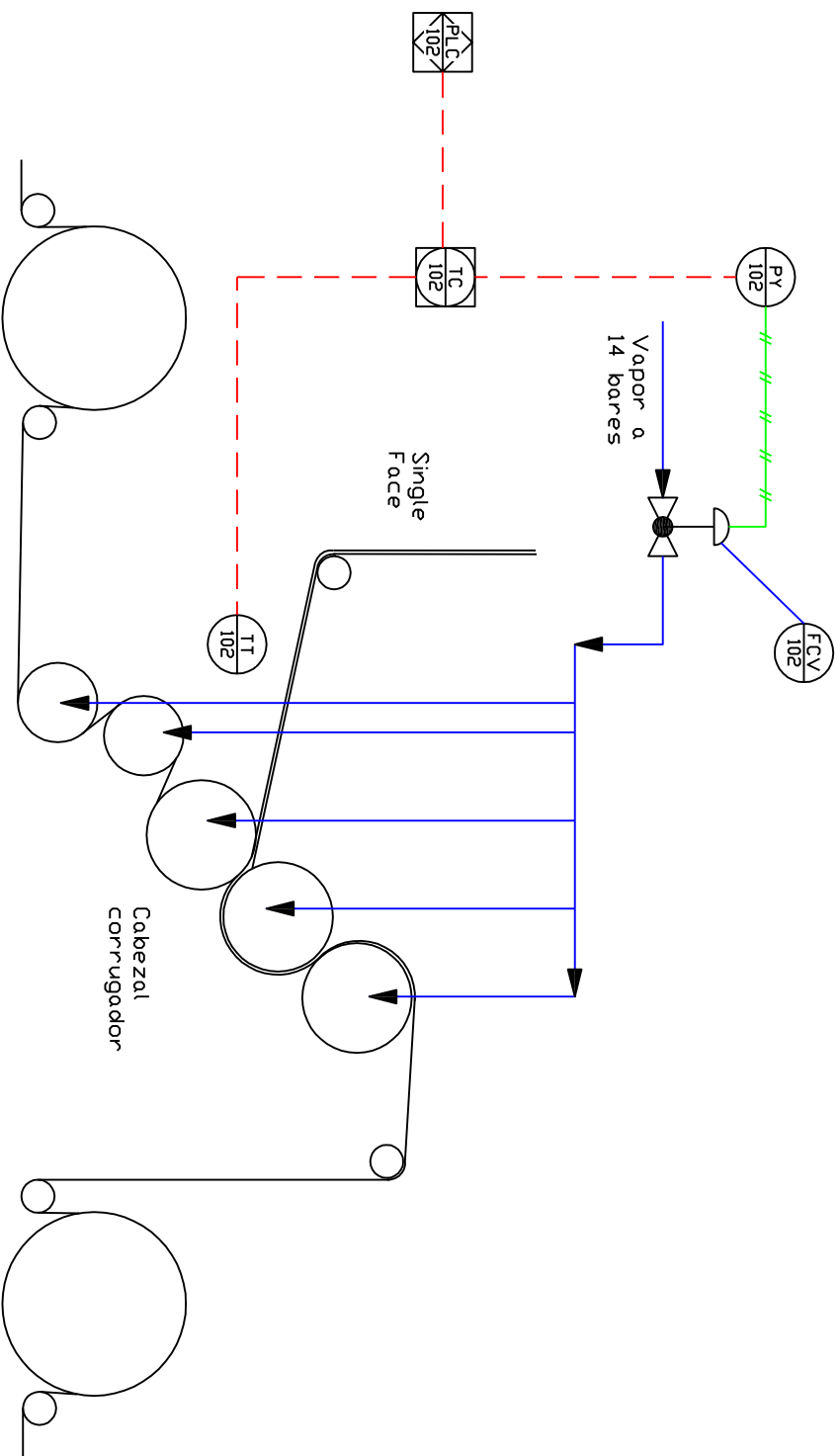
1

D

C

B

A



Observaciones:

Dibujo	03/02/2014	GRUPID
Rev.	03/02/2014	GRUPID
Ap.		
Escala		
Toler.		

Fecha	Nombre
03/02/2014	GRUPID
03/02/2014	GRUPID



GRUPID:
Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.

P&ID AUTOMATIZACION DE TEMPERATURA CABEZALES CORRUGADORES

PFC-1308B

Nº 1 / 1

PLAND Nº PID - 003

PLANILLA DE CONEXIONADO

D

C

B

A

2

2

1

1

D

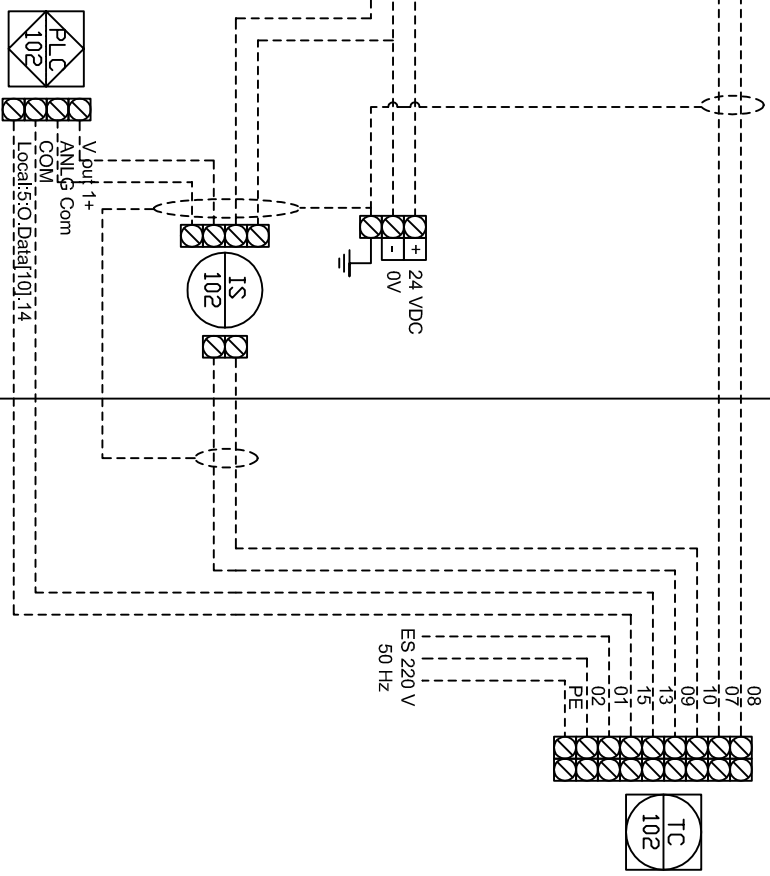
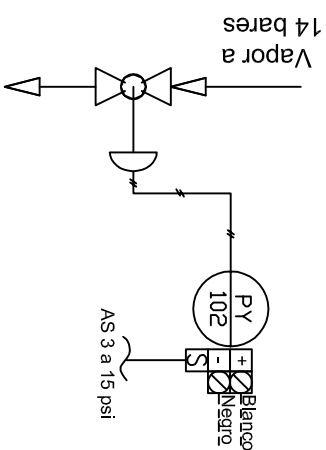
C

B

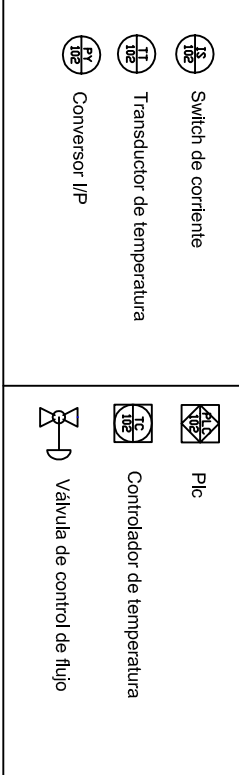
A

D C B A

CAMPO CAJA BORNERA EN GABINETE ELECTRICO FRENTE DE GABINETE ELECTRICO



Notas: Instrumentación automatización cabezales corrugadores (lazo N°102)



Observaciones:

Fecha	28/02/2014	Nombre	GRUPO
Dib.	28/02/2014	Rev.	GRUPO
Ap.		Escala	
Toler.			

PLANILLAS DE CABLEADO
AUTOMATIZACIÓN DE
CABEZALES



GRUPO:
González Pedro; Laxague
Gastón; Peralla Sebastián.

PFC-1308B

N° 1 / 1

PLANO N° CBL - 004

D C B A

PLANOS ELÉCTRICOS

D

C

B

A

2

2

1

1

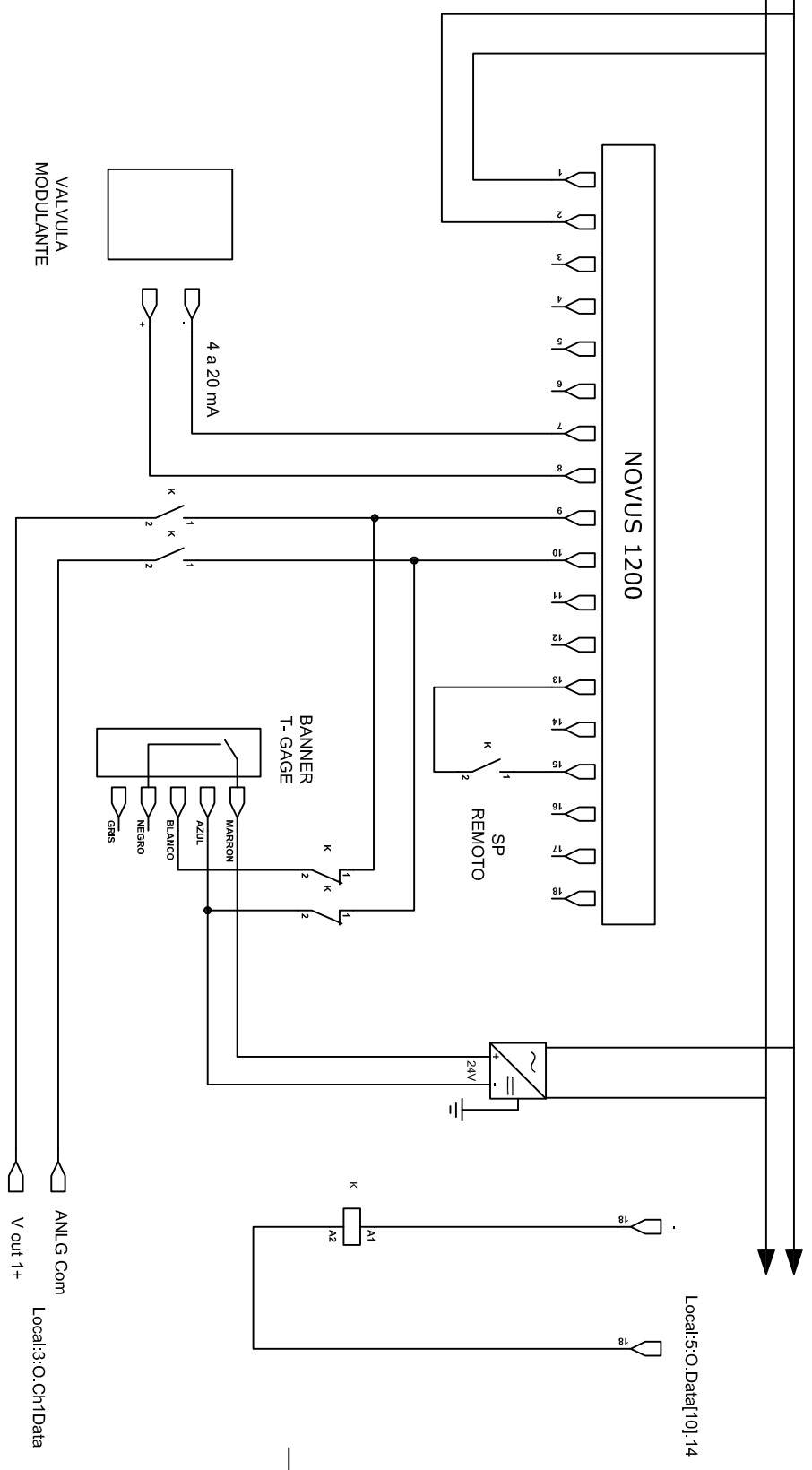
D

C

B

A

X1, X2 en bornera B1 de
tablero Cabezal



Local:5:O:Data[10].14

VALVULA
MODULANTE

4 a 20 mA

NOVUS 1200

BANNER
T-GAGE

SP
REMOTO

24V

ANLG Com
V out 1+

Local:3:O:CH1Data

Observaciones:

Fecha	03/02/2014	Nombre	GRUPO
Dib.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO
Ap.			
Escala			
Toler.			

**AUTOMATIZACION DE
CABEZALES CORRUGADORES**



Facultad Regional C. del Uruguay

PFC-1308B

GRUPO:
Gonzalez Pedro; Laxague
Gaston; Peralta Sebastian.

Nº 1 / 1

PLANO Nº ELE - 013

**CONTROL DE
TEMPERATURA Y NIVEL DE
TANQUE ALIMENTACIÓN
UGV**

PLANOS P&ID

A

B

C

D

2

2

1

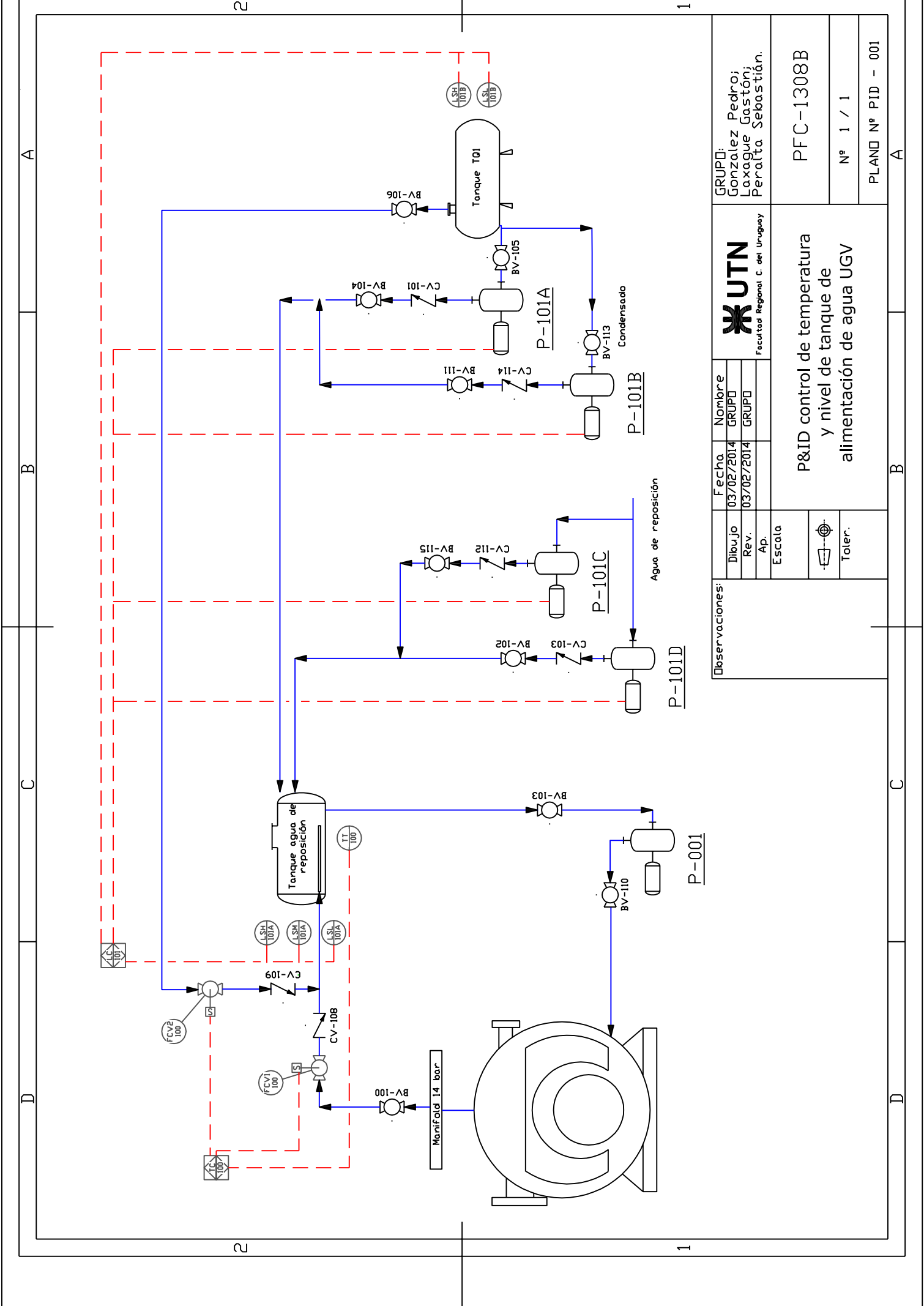
1

A

B

C

D



UTN Facultad Regional C. del Uruguay		GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastian.	
Fecha: 03/02/2014	Nombre: GRUPO	P&ID control de temperatura y nivel de tanque de alimentación de agua UGV	
Dibujo Rev.: 03/02/2014	GRUPO:		
AP:			
Observaciones:		Escala:	PLAND N° PID - 001
		Toler.:	

GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastian.		PFC-1308B	
Fecha: 03/02/2014		N° 1 / 1	
Dibujo Rev.: 03/02/2014		PLAND N° PID - 001	
AP:			

PLANILLA DE CONEXIONADO

A

B

C

D

2

2

1

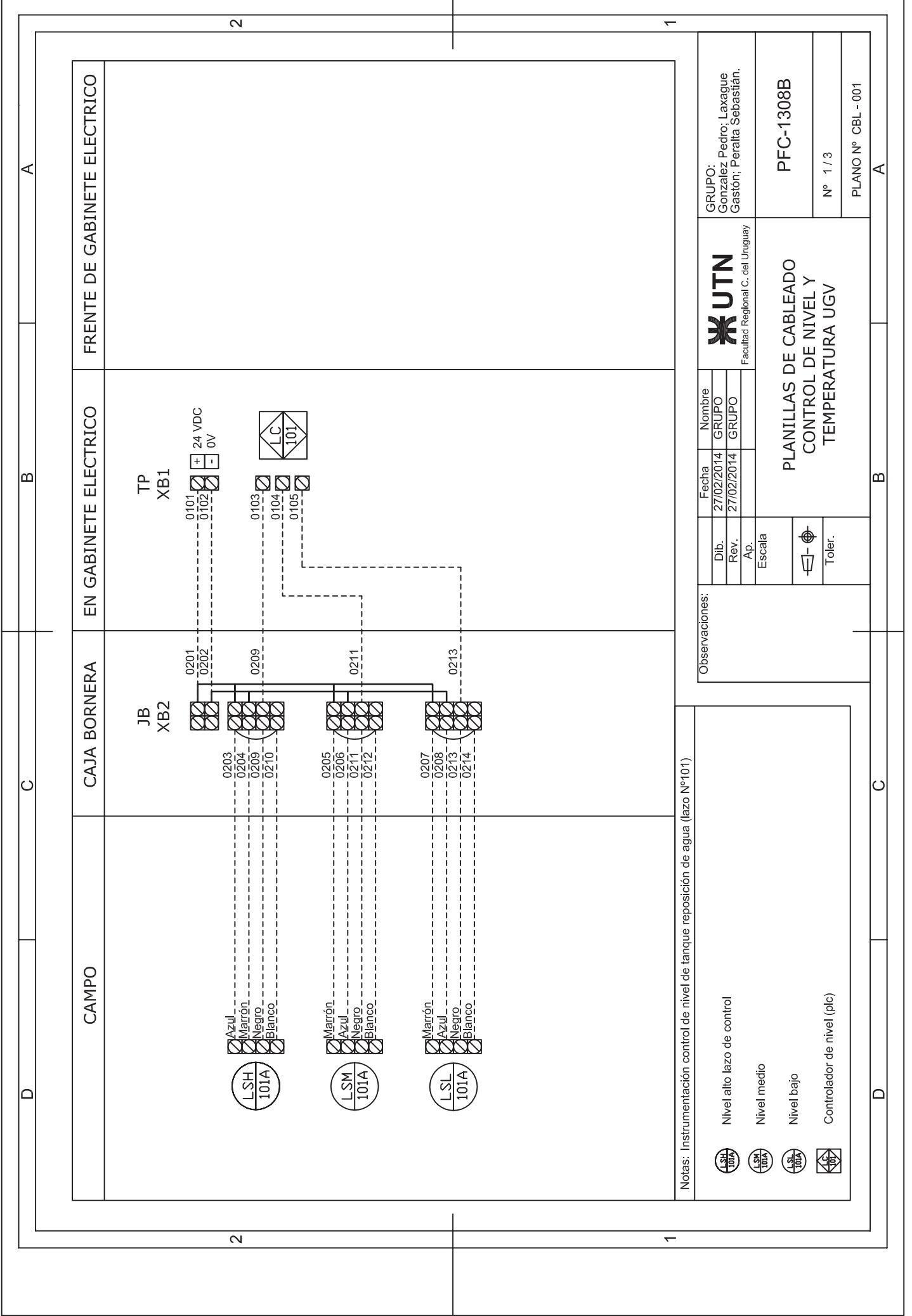
1

A

B

C

D



FRENTE DE GABINETE ELECTRICO

EN GABINETE ELECTRICO

CAJA BORNERA

CAMPO

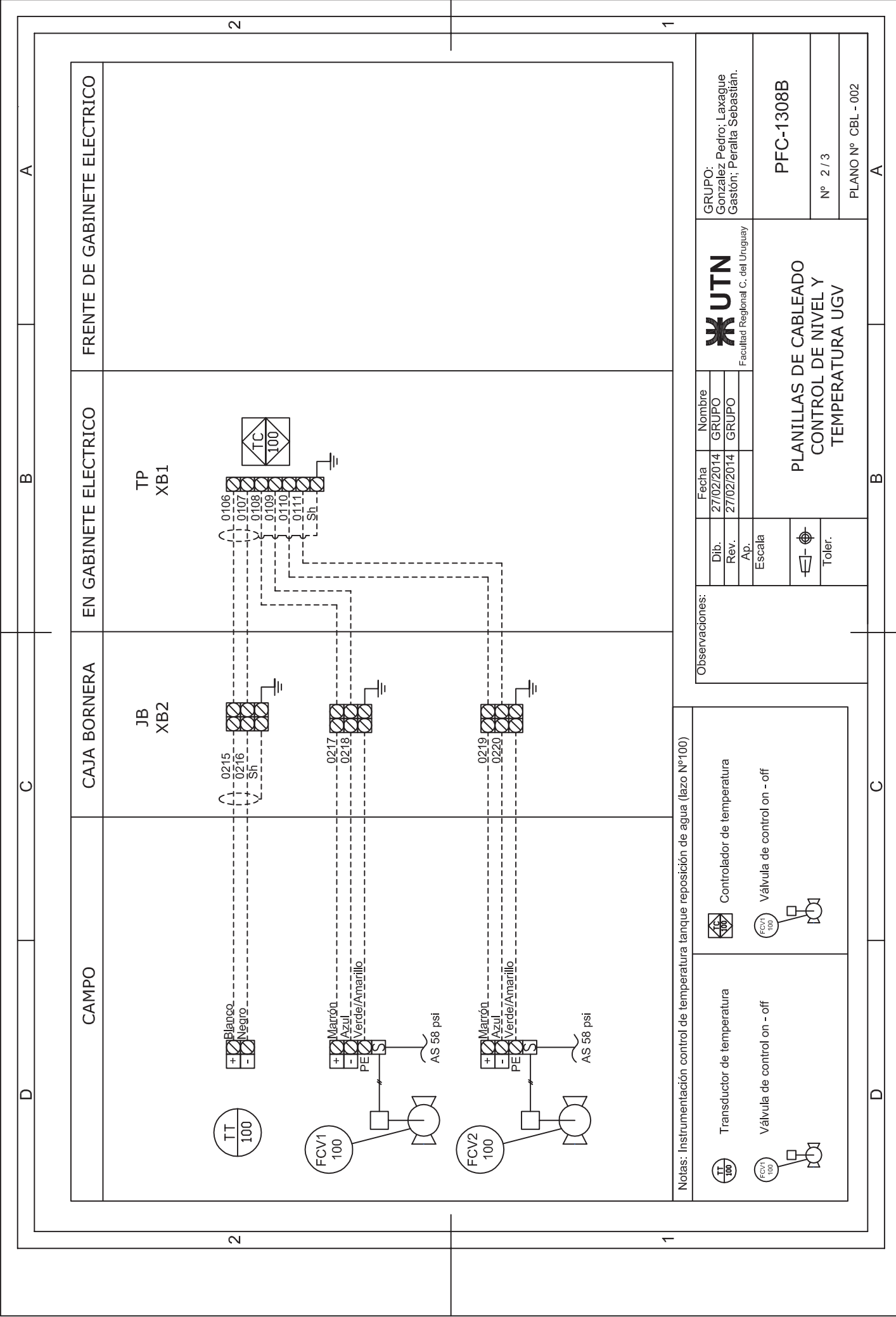
GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.	
PFC-1308B	
Nº 1 / 3	
PLANO Nº CBL - 001	

 Facultad Regional C. del Uruguay	Fecha	Nombre
	Dib.	GRUPO
	Rev.	GRUPO
Ap.		
Escala		
PLANILLAS DE CABLEADO CONTROL DE NIVEL Y TEMPERATURA UGV		
Toler.		

Observaciones:

Notas: Instrumentación control de nivel de tanque reposición de agua (lazo N°101)

- Nivel alto lazo de control
- Nivel medio
- Nivel bajo
- Controlador de nivel (plc)



CAMPO

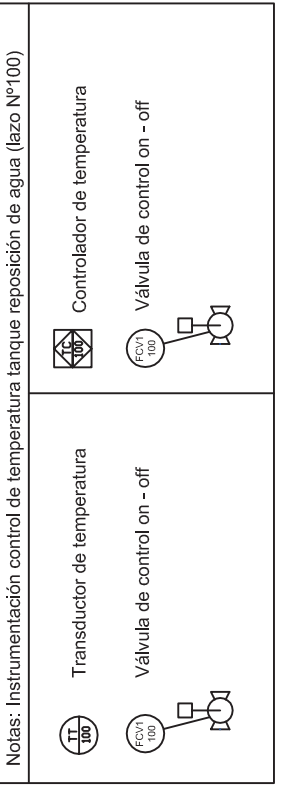
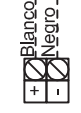
CAJA BORNERA

EN GABINETE ELECTRICO

FRENTE DE GABINETE ELECTRICO

TP
XB1

JB
XB2



Notas: Instrumentación control de temperatura tanque reposición de agua (lazo N°100)

Observaciones:

Dib.	Fecha	Nombre
Rev.	27/02/2014	GRUPO
Ap.	27/02/2014	GRUPO



PLANILLAS DE CABLEADO
CONTROL DE NIVEL Y
TEMPERATURA UGV

GRUPO:
Gonzalez Pedro; Laxague
Gastón; Peralta Sebastian.

PFC-1308B

N° 2 / 3

PLANO N° CBL - 002

A

B

C

D

2

1

2

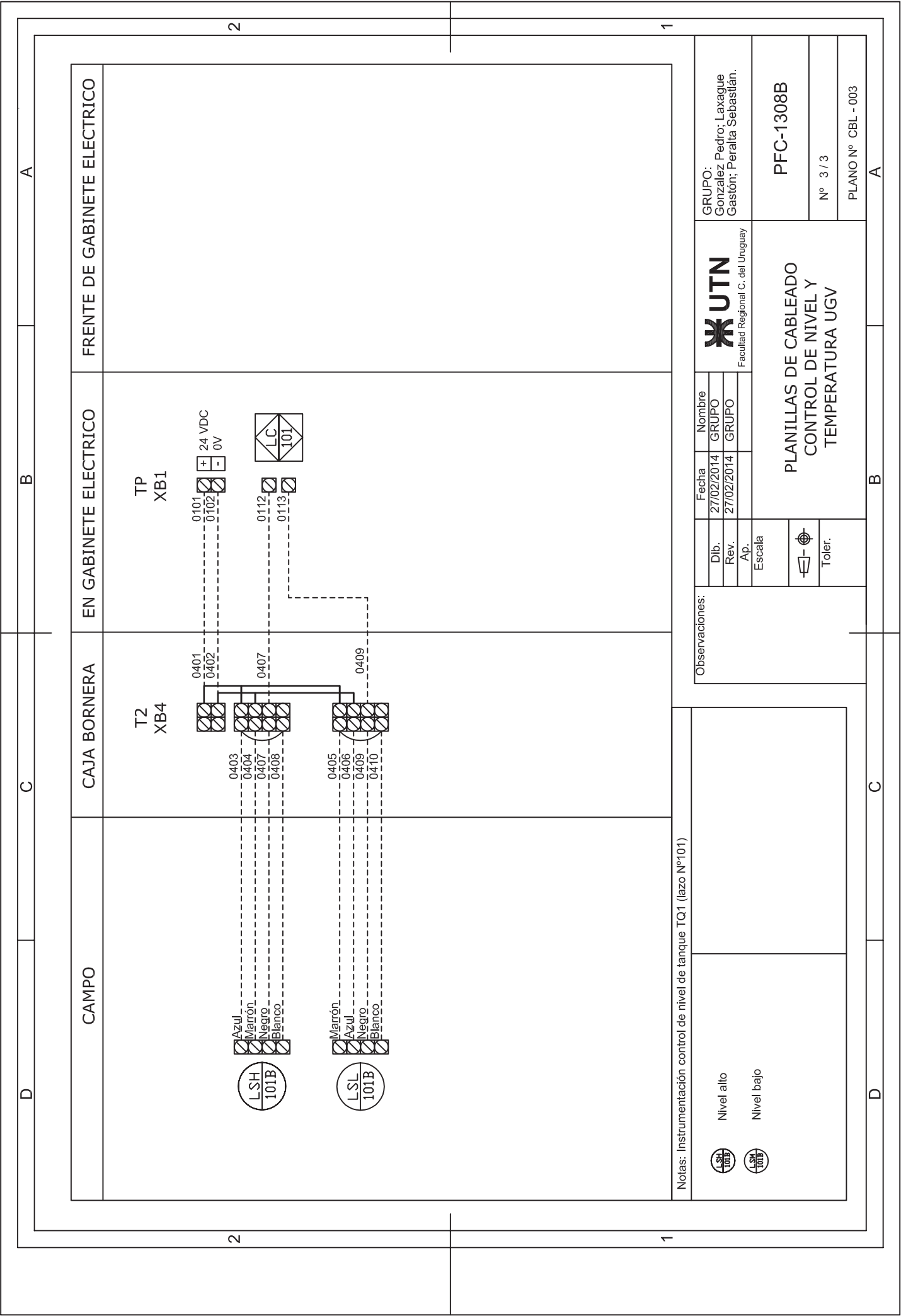
1

B

C

D

A



FRENTE DE GABINETE ELECTRICO

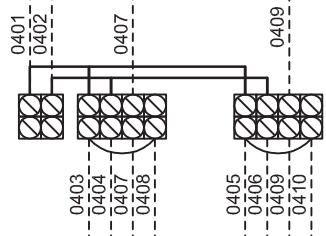
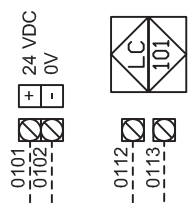
EN GABINETE ELECTRICO

CAJA BORNERA

CAMPO

TP
XB1

T2
XB4



- Azul
- Marrón
- Negro
- Blanco

- Marrón
- Azul
- Negro
- Blanco

Notas: Instrumentación control de nivel de tanque TQ1 (lazo N°101)

Nivel alto

Nivel bajo

Observaciones:

Dib.	Fecha	Nombre
Rev.	27/02/2014	GRUPO
Ap.	27/02/2014	GRUPO
Escala		



GRUPO:
Gonzalez Pedro; Laxague
Gaston; Peralta Sebastián.

PLANILLAS DE CABLEADO
CONTROL DE NIVEL Y
TEMPERATURA UGV

PFC-1308B

N° 3 / 3

PLANO N° CBL - 003

A

B

C

D

A

B

C

D

2

1

2

1

PLANOS ELÉCTRICOS

A

B

C

D

2

2

1

1

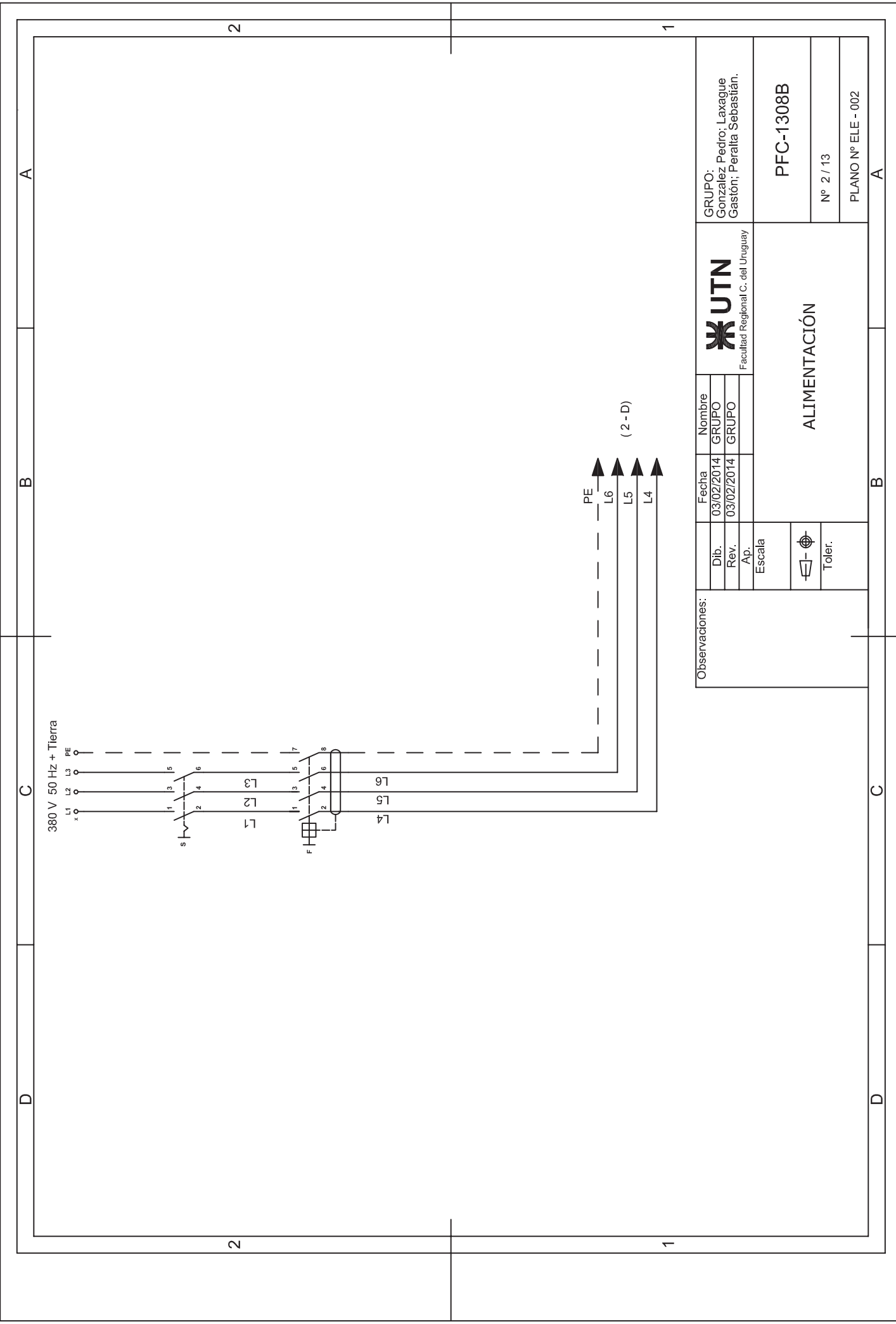
A

B

C

D

D		C		B		A																																																																					
2		1		2		1																																																																					
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>SELECTORA 2 POSICIONES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SENSOR DE NIVEL</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PULSADOR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CONTACTO NORMAL ABIERTO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>BOBINA DE RELÉ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>BOBINA DE CONTACTOR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>VÁLVULA SOLENIODE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>BOCINA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>FOCO LED</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PT100</td> </tr> </table>			SELECTORA 2 POSICIONES		SENSOR DE NIVEL		PULSADOR		CONTACTO NORMAL ABIERTO		BOBINA DE RELÉ		BOBINA DE CONTACTOR		VÁLVULA SOLENIODE		BOCINA		FOCO LED		PT100	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>INTERRUPTOR DIFERENCIAL</td> </tr> <tr> <td></td> <td>GUARDAMOTOR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CONTACTOR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>LLAVE DE CORTE TRIFASICA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MOTOR TRIFASICO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MOTOR MONOFASICO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TRANSFORMADOR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>FUENTE</td> </tr> </table>			INTERRUPTOR DIFERENCIAL		GUARDAMOTOR		CONTACTOR		LLAVE DE CORTE TRIFASICA		INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		MOTOR TRIFASICO		MOTOR MONOFASICO		TRANSFORMADOR		FUENTE	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Observaciones:</td> </tr> <tr> <td>Dib.</td> <td>03/02/2014</td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td>03/02/2014</td> </tr> <tr> <td>Ap.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Escala</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Toler.</td> </tr> </table>		Observaciones:		Dib.	03/02/2014	Rev.	03/02/2014	Ap.		Escala			Toler.	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">UTN Facultad Regional C. del Uruguay</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>Nombre</td> </tr> <tr> <td>03/02/2014</td> <td>GRUPO</td> </tr> <tr> <td>03/02/2014</td> <td>GRUPO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SIMBOLOGIA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PFC-1308B</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nº 1 / 13</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PLANO Nº ELE - 001</td> </tr> </table>		GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.		UTN Facultad Regional C. del Uruguay		Fecha	Nombre	03/02/2014	GRUPO	03/02/2014	GRUPO	SIMBOLOGIA		PFC-1308B		Nº 1 / 13		PLANO Nº ELE - 001	
	SELECTORA 2 POSICIONES																																																																										
	SENSOR DE NIVEL																																																																										
	PULSADOR																																																																										
	CONTACTO NORMAL ABIERTO																																																																										
	BOBINA DE RELÉ																																																																										
	BOBINA DE CONTACTOR																																																																										
	VÁLVULA SOLENIODE																																																																										
	BOCINA																																																																										
	FOCO LED																																																																										
	PT100																																																																										
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL																																																																										
	GUARDAMOTOR																																																																										
	CONTACTOR																																																																										
	LLAVE DE CORTE TRIFASICA																																																																										
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO																																																																										
	MOTOR TRIFASICO																																																																										
	MOTOR MONOFASICO																																																																										
	TRANSFORMADOR																																																																										
	FUENTE																																																																										
Observaciones:																																																																											
Dib.	03/02/2014																																																																										
Rev.	03/02/2014																																																																										
Ap.																																																																											
Escala																																																																											
	Toler.																																																																										
GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.																																																																											
UTN Facultad Regional C. del Uruguay																																																																											
Fecha	Nombre																																																																										
03/02/2014	GRUPO																																																																										
03/02/2014	GRUPO																																																																										
SIMBOLOGIA																																																																											
PFC-1308B																																																																											
Nº 1 / 13																																																																											
PLANO Nº ELE - 001																																																																											
D		C		B		A																																																																					
2		1		2		1																																																																					



Observaciones:

Dib.	03/02/2014	Nombre	GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO
Ap.			
Escala			



GRUPO:
Gonzalez Pedro; Laxague
Gastón; Peralta Sebastián.

ALIMENTACIÓN

PFC-1308B

Nº 2 / 13

PLANO Nº ELE - 002

A

B

C

D

2

1

2

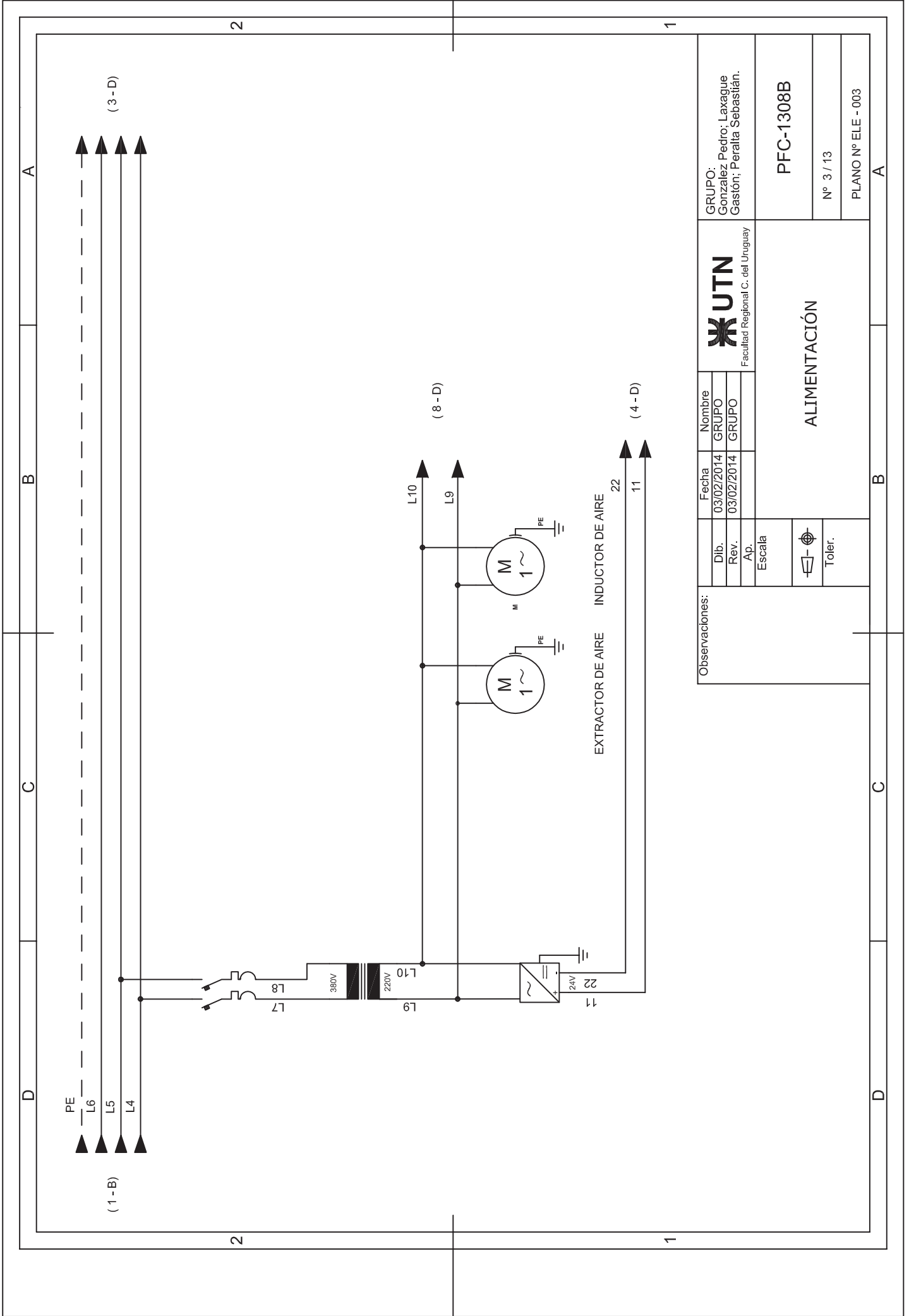
1

A

B

C

D



Observaciones:

Dib.	03/02/2014	Nombre	GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO
Ap.			
Escala			



GRUPO:
Gonzalez Pedro; Laxague
Gaston; Peralta Sebastian.

ALIMENTACIÓN	
PFC-1308B	
N° 3 / 13	
PLANO N° ELE - 003	

A

B

C

D

1

2

1

2

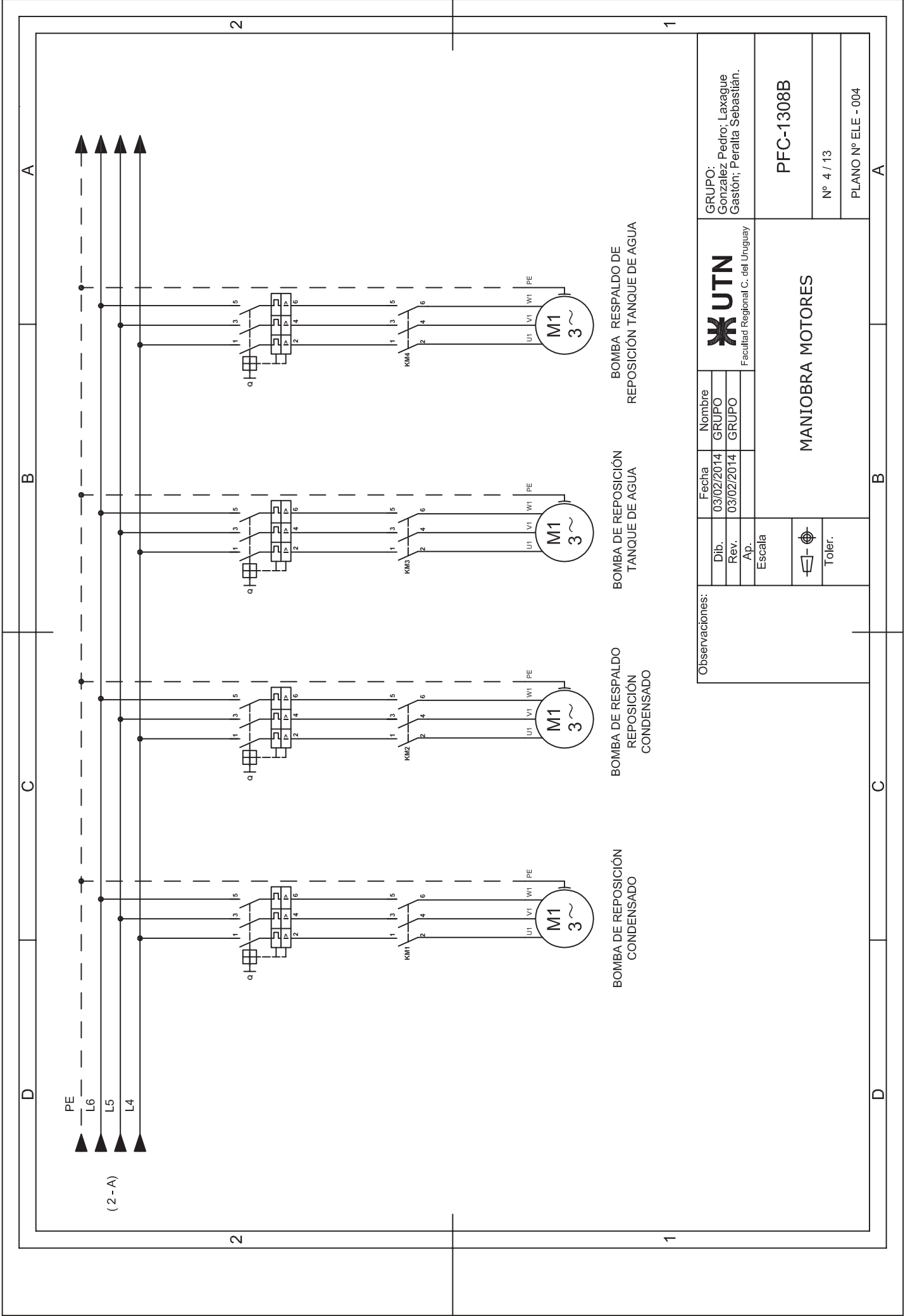
(3-D)

(8-D)

(4-D)

(1-B)

EXTRACTOR DE AIRE INDUCTOR DE AIRE



Observaciones:

Dib.	03/02/2014	Nombre	GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO	
Ap.			
Escala			

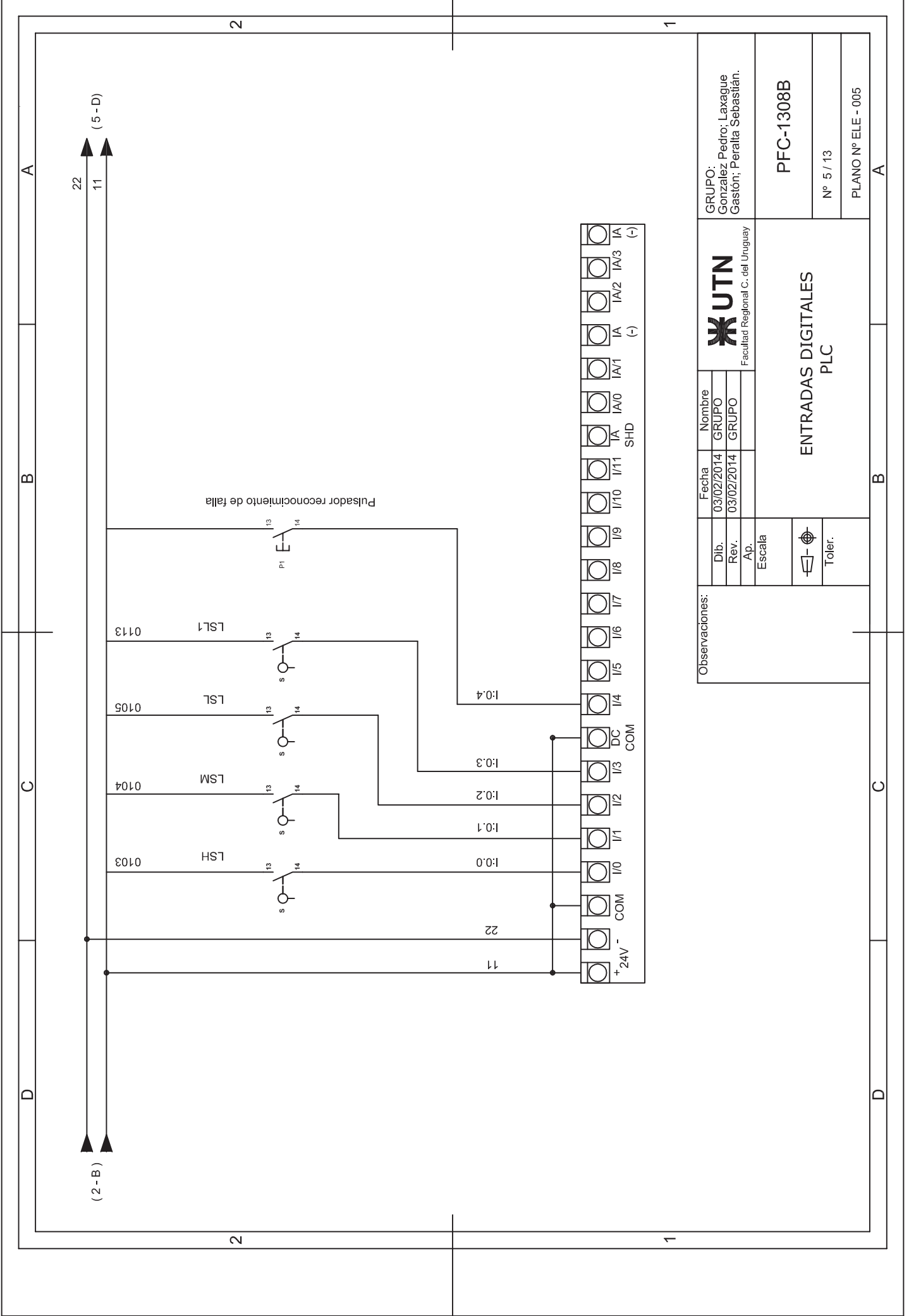


GRUPO:
Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.

Toler.

MANIOBRA MOTORES

PFC-1308B
N° 4 / 13
PLANO N° ELE - 004

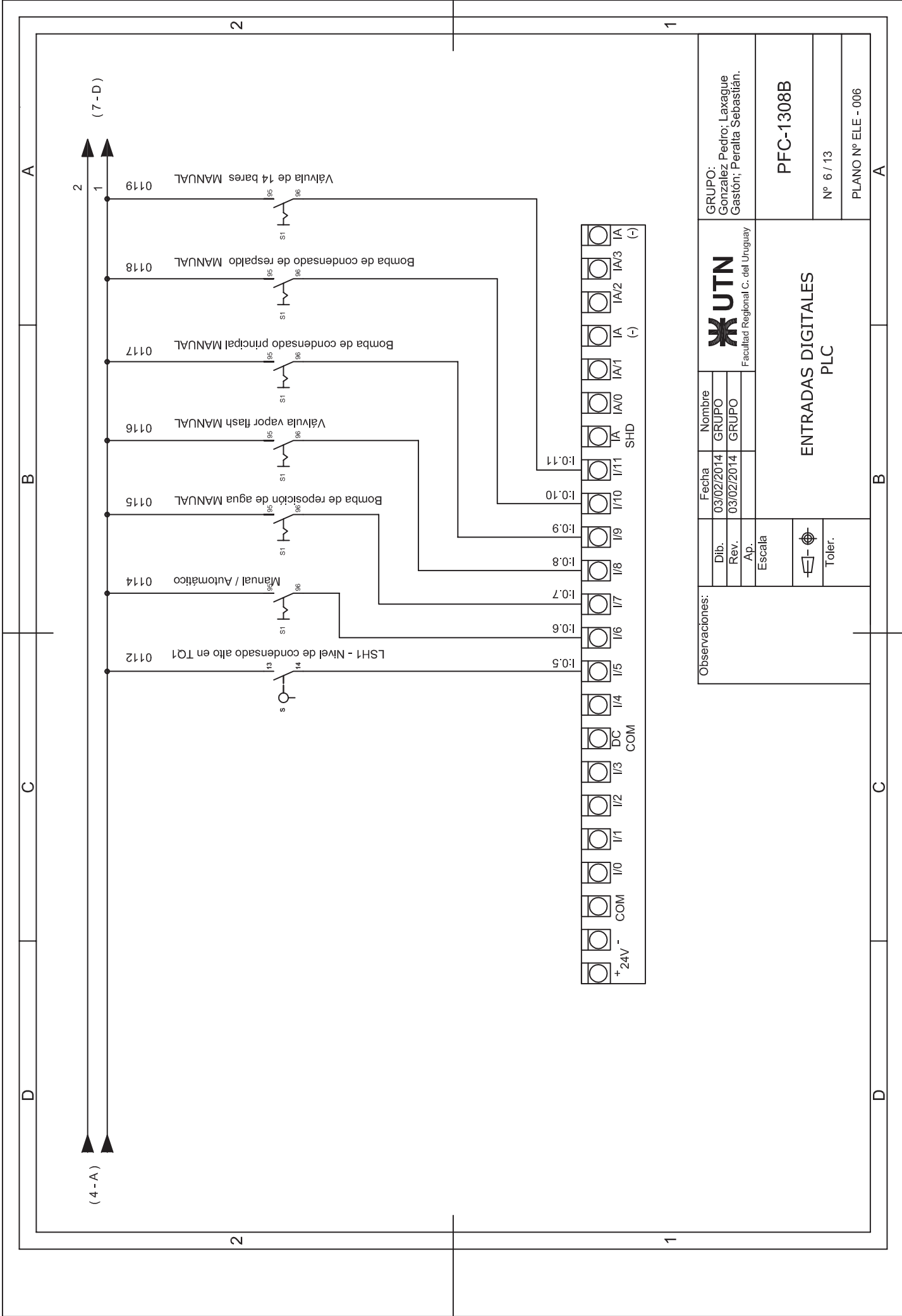


GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gaston; Peratta Sebastian.	
PFC-1308B	
Nº 5 / 13	
PLANO Nº ELE - 005	

 UTN Facultad Regional C. del Uruguay		Fecha	Nombre
		Dib.	GRUPO
Rev.	GRUPO	ENTRADAS DIGITALES PLC	
Ap.			
Escala		 Toler.	

Observaciones:	
----------------	--

I/0	I/1	I/2	I/3	DC	COM	I/4	I/5	I/6	I/7	I/8	I/9	I/10	I/11	SHD	IA	IA/0	IA/1	IA	IA/2	IA/3	IA	
+ 24V	-	COM	I/0	I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/7	I/8	I/9	I/10	I/11	SHD	IA	IA/0	IA/1	IA	IA/2	IA/3	IA



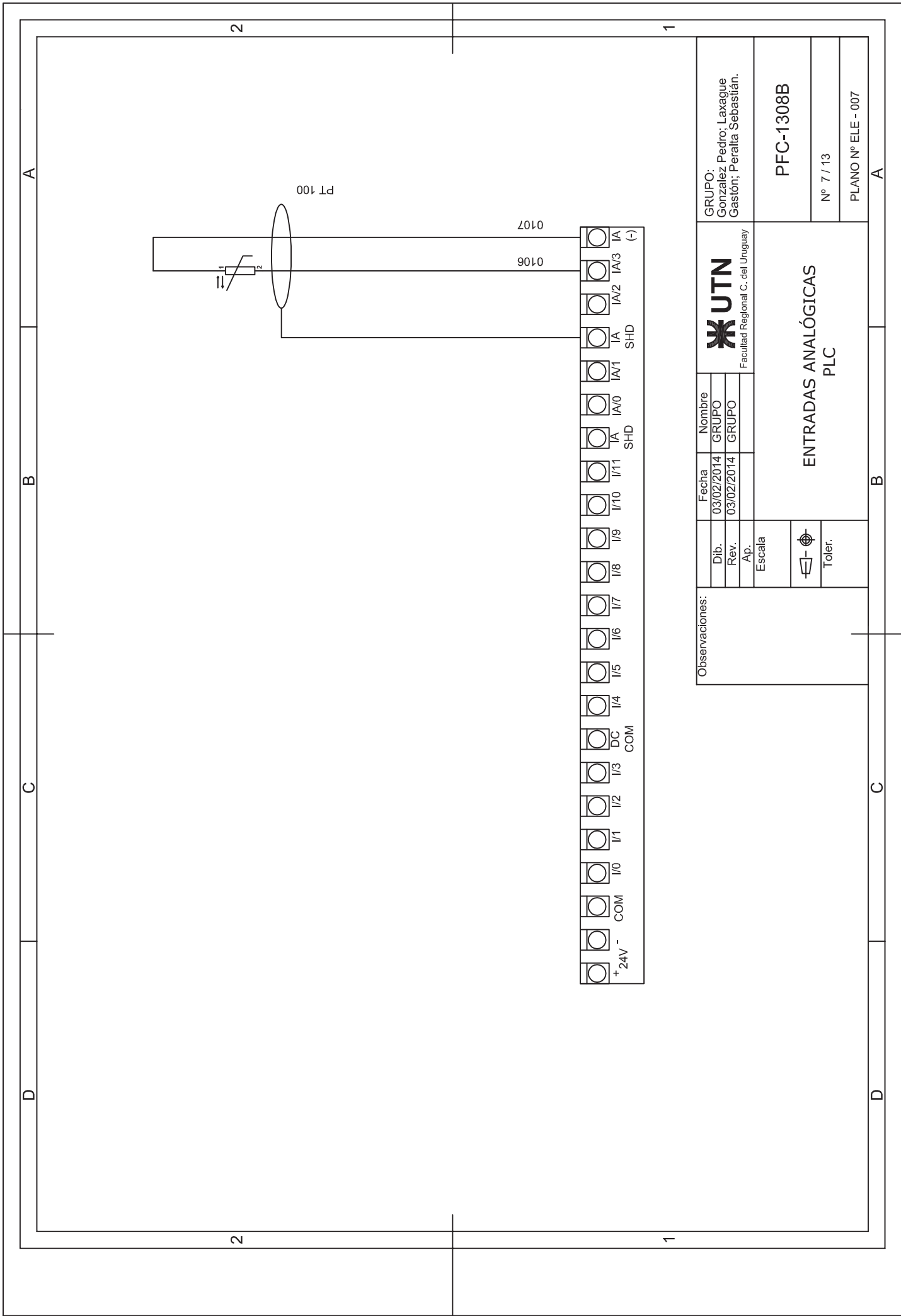
Observaciones:



Dib.	03/02/2014	Nombre GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO
Ap.		
Escala		

UTN
Facultad Regional C. del Uruguay

GRUPO: González Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.
ENTRADAS DIGITALES PLC
PFC-1308B
Nº 6 / 13
PLANO Nº ELE - 006

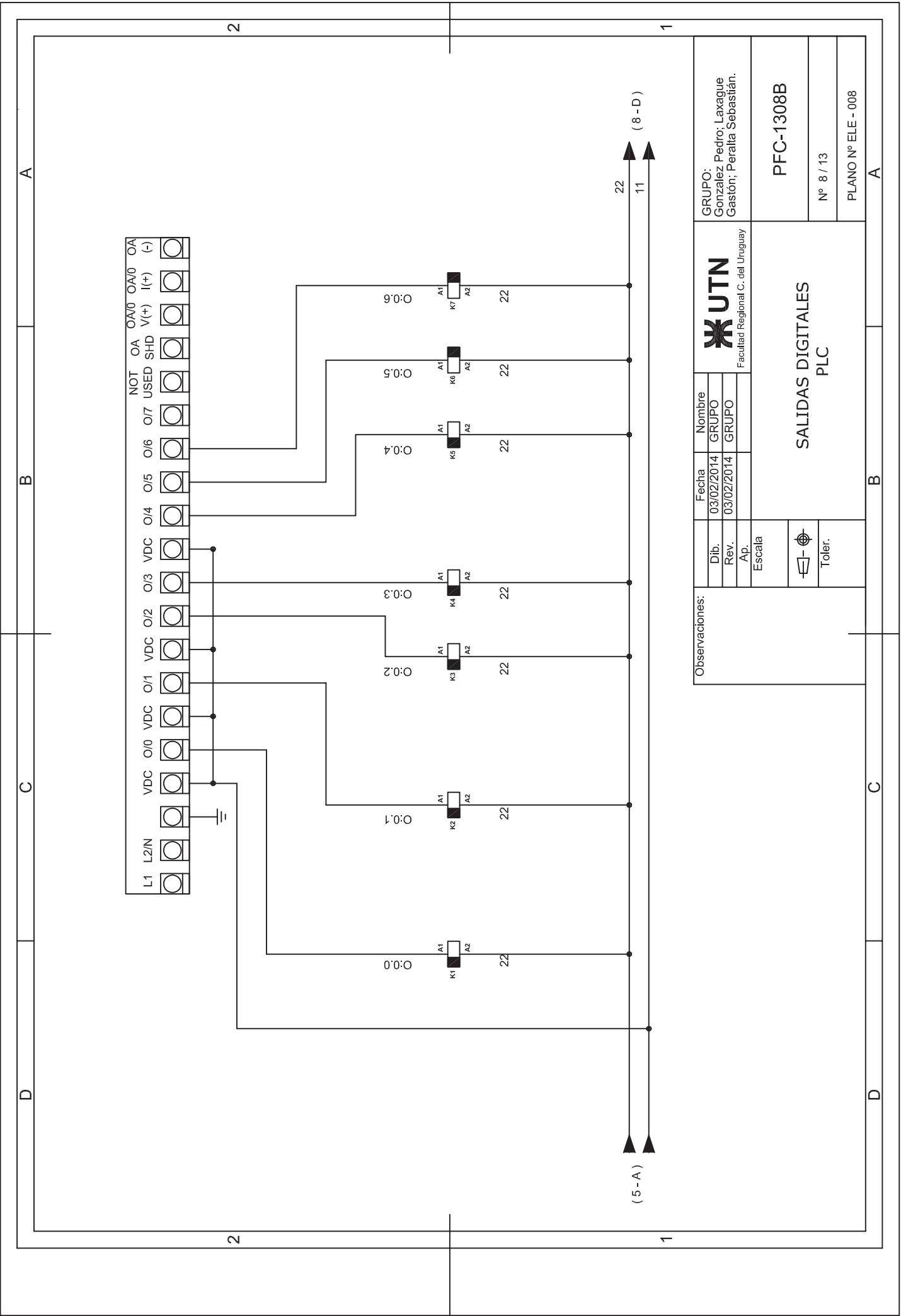




Observaciones:		Dib.	03/02/2014	Nombre	GRUPO	 UTN Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO:	Gonzalez Pedro; Laxague Gaston; Peraita Sebastian.
		Rev.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO		PFC-1308B	
		Ap.					Nº 7 / 13	
		Escala					PLANO Nº ELE - 007	
								
		Toler.						

**ENTRADAS ANALÓGICAS
PLC**

A B C D



Observaciones:

Dib.	03/02/2014	Nombre	GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO
Ap.			
Escala			

UTN
Facultad Regional C. del Uruguay

**SALIDAS DIGITALES
PLC**

GRUPO:
González Pedro; Laxague
Gastón; Peralta Sebastián.

PFC-1308B

Nº 8 / 13

PLANO Nº ELE - 008

A

B

C

D

2

1

2

1

A

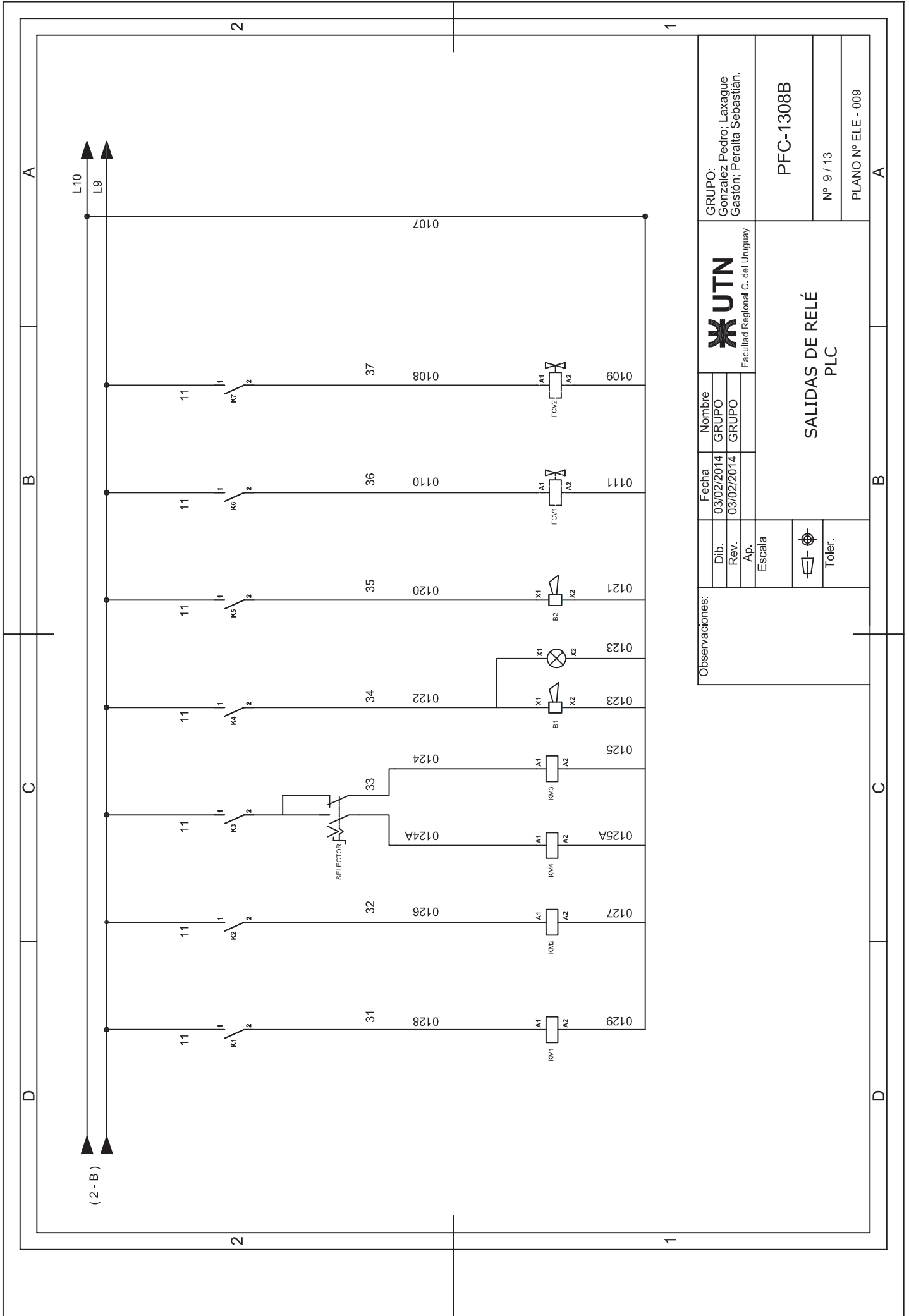
B

C

D

22
11
(8 - D)

(5 - A)

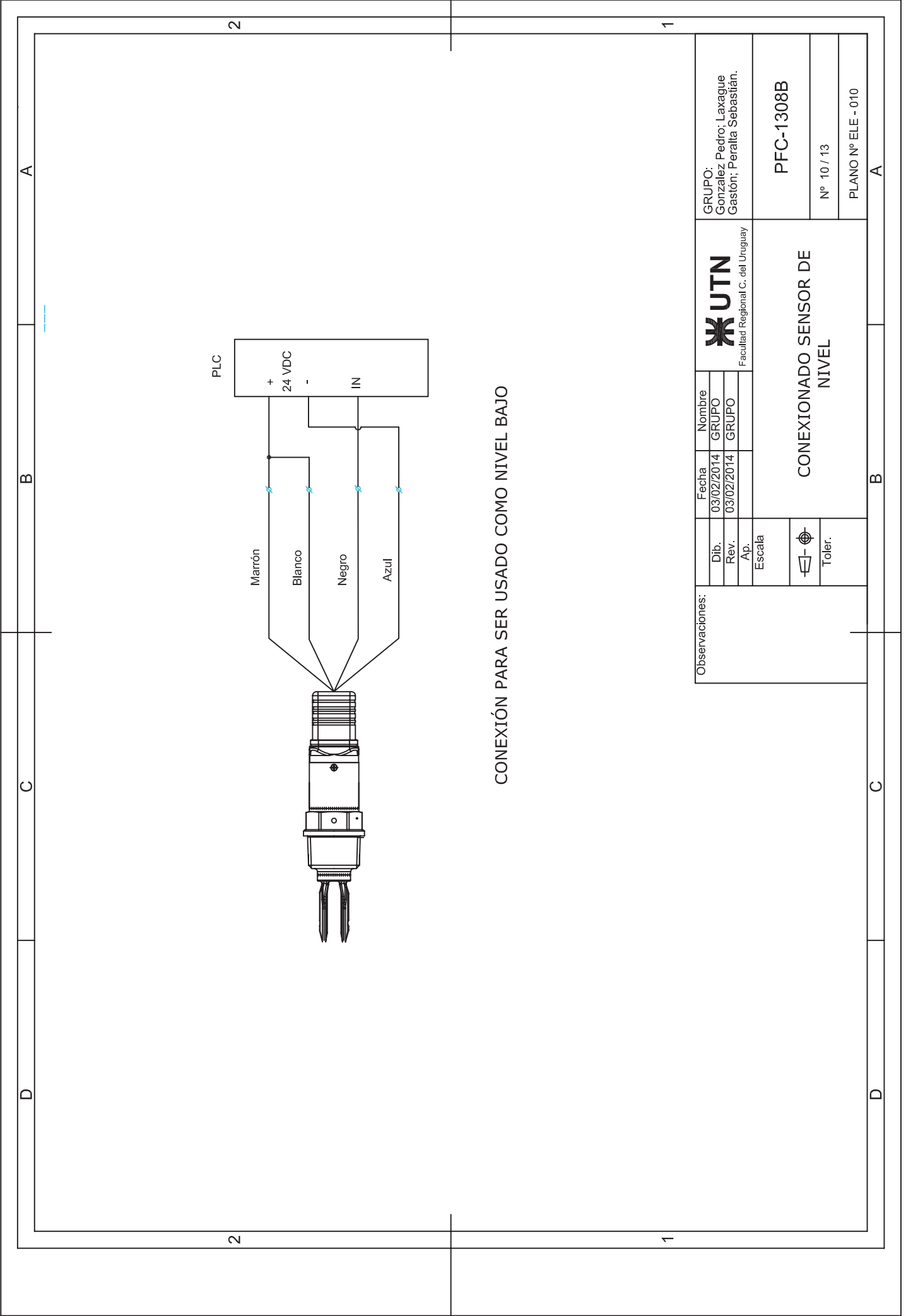


GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peratta Sebastián.	
PFC-1308B	
N° 9 / 13	
PLANO N° ELE - 009	

UTN Facultad Regional C. del Uruguay	
Fecha	Nombre
03/02/2014	GRUPO
03/02/2014	GRUPO
Rev.	
Ap.	
Escala	
SALIDAS DE RELÉ PLC	
Toler.	

Observaciones:

SALIDAS DE RELÉ PLC	
PFC-1308B	
N° 9 / 13	
PLANO N° ELE - 009	



CONEXIÓN PARA SER USADO COMO NIVEL BAJO

Observaciones:

Dib.	03/02/2014	Nombre	GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO
Ap.			
Escala			
		CONEXIONADO SENSOR DE NIVEL	
Toler.			

UTN Facultad Regional C. del Uruguay		GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peratta Sebastián.
		PFC-1308B
		N° 10 / 13
		PLANO N° ELE - 010

A

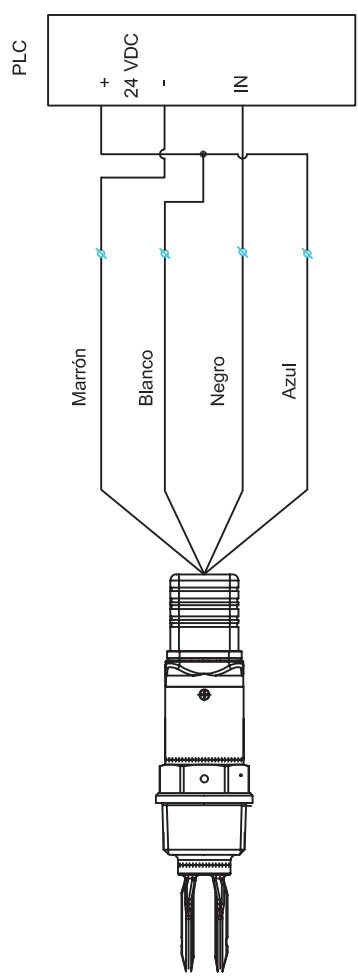
B

C

D

2

1



CONEXIÓN PARA SER USADO COMO NIVEL ALTO

Observaciones:

Dib.	03/02/2014	Nombre	GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO
Ap.			
Escala			

UTN Facultad Regional C. del Uruguay	
CONEXIONADO SENSOR DE NIVEL	

GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gaston; Peralta Sebastian.	
PFC-1308B	
N° 11 / 13	
PLANO N° ELE - 011	

A

B

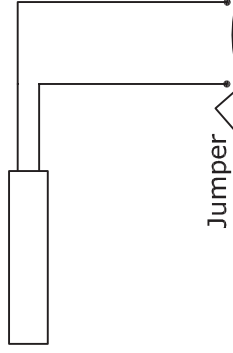
C

D

1

2

PT100



Jumper

TxIsoPack

4 a 20 mA

+ 24 VDC
-

A

B

C

D

2

1

2

1

Observaciones:

Dib. 03/02/2014
Rev. 03/02/2014
Ap.
Escala

Fecha 03/02/2014
Nombre GRUPO
GRUPO

UTN
Facultad Regional C. del Uruguay

GRUPO:
Gonzalez, Pedro; Laxague
Gastón; Peralta Sebastián.

CONEXIONADO PT100 +
TRANSMISOR TxIsoPack

PFC-1308B

Nº 12 / 13

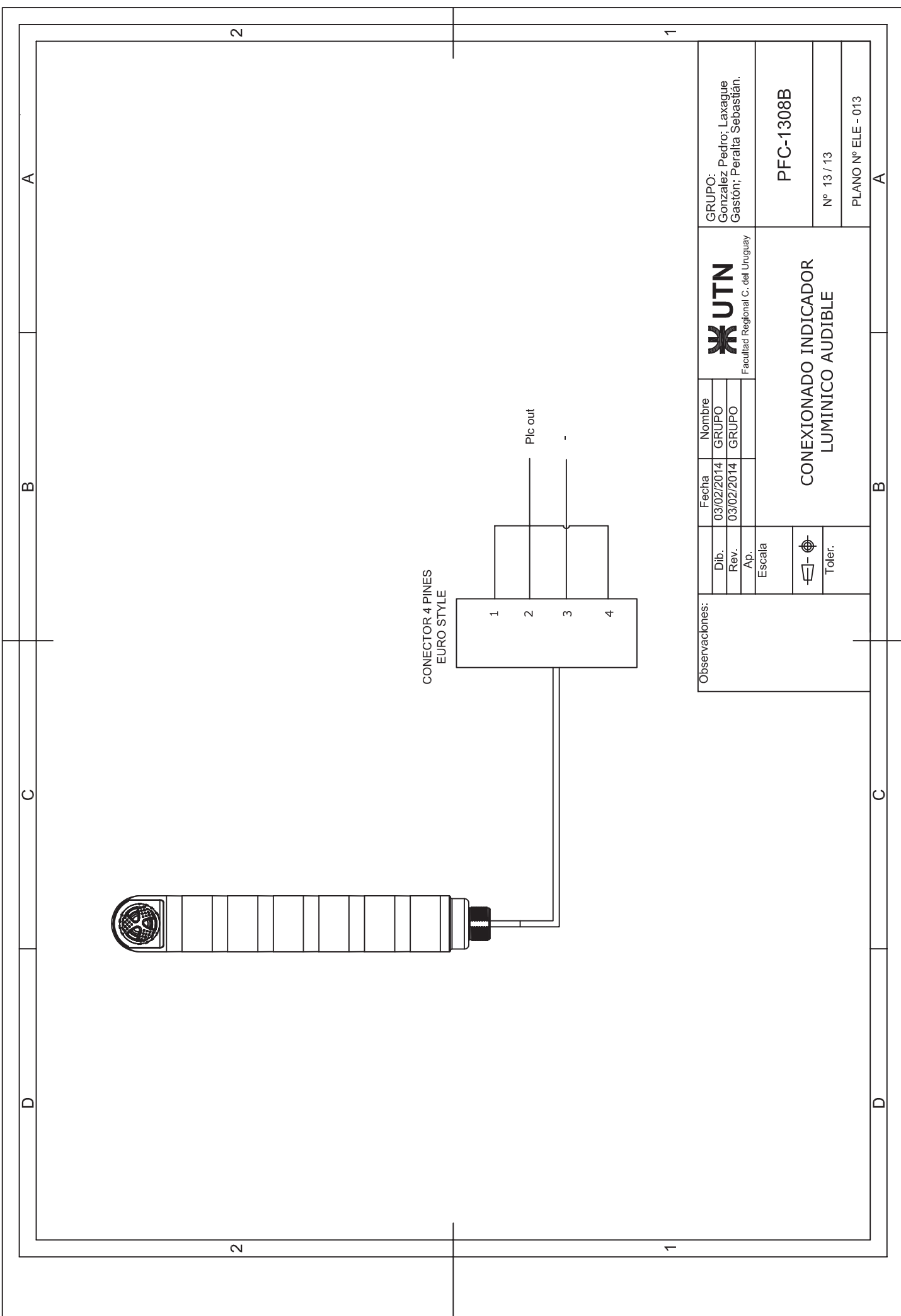
PLANO Nº ELE - 012

B

C

D

A



Observaciones:

Dib.	03/02/2014	Nombre	GRUPO
Rev.	03/02/2014	GRUPO	GRUPO
Ap.			
Escala			

UTN
Facultad Regional C. del Uruguay

GRUPO:
Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.

CONEXIONADO INDICADOR LUMINICO AUDIBLE

PFC-1308B

Nº 13 / 13

PLANO Nº ELE - 013

LADDER UGV

D C B A

2 1

D C B A

2 1

RSLogix 500 Project Report



Processor Information

Processor Type: Bul.1761 MicroLogix 1000 Analog

Processor Name: UGV

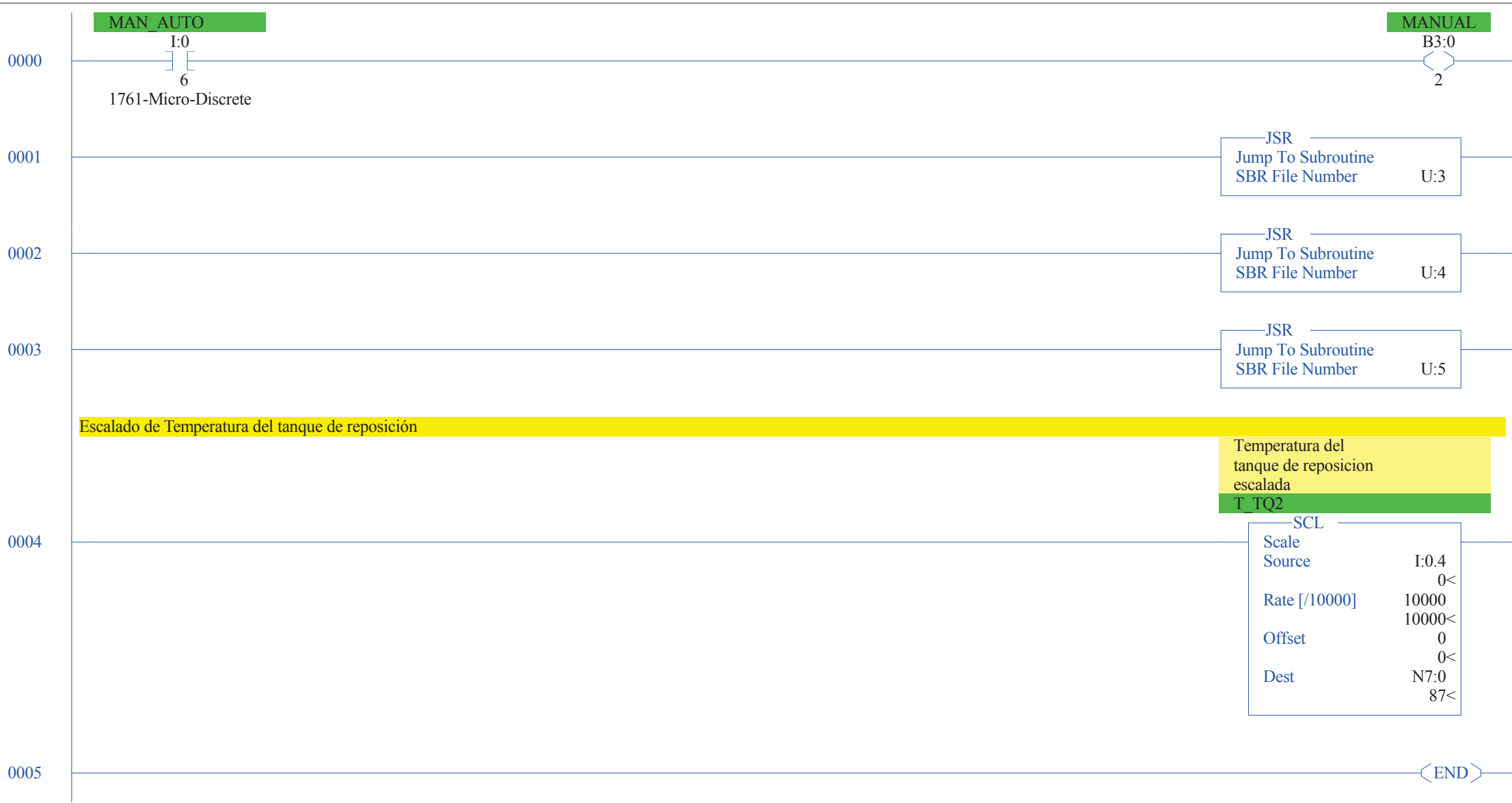
Total Memory Used: 339 Instruction Words Used - 440 Data Table Words Used

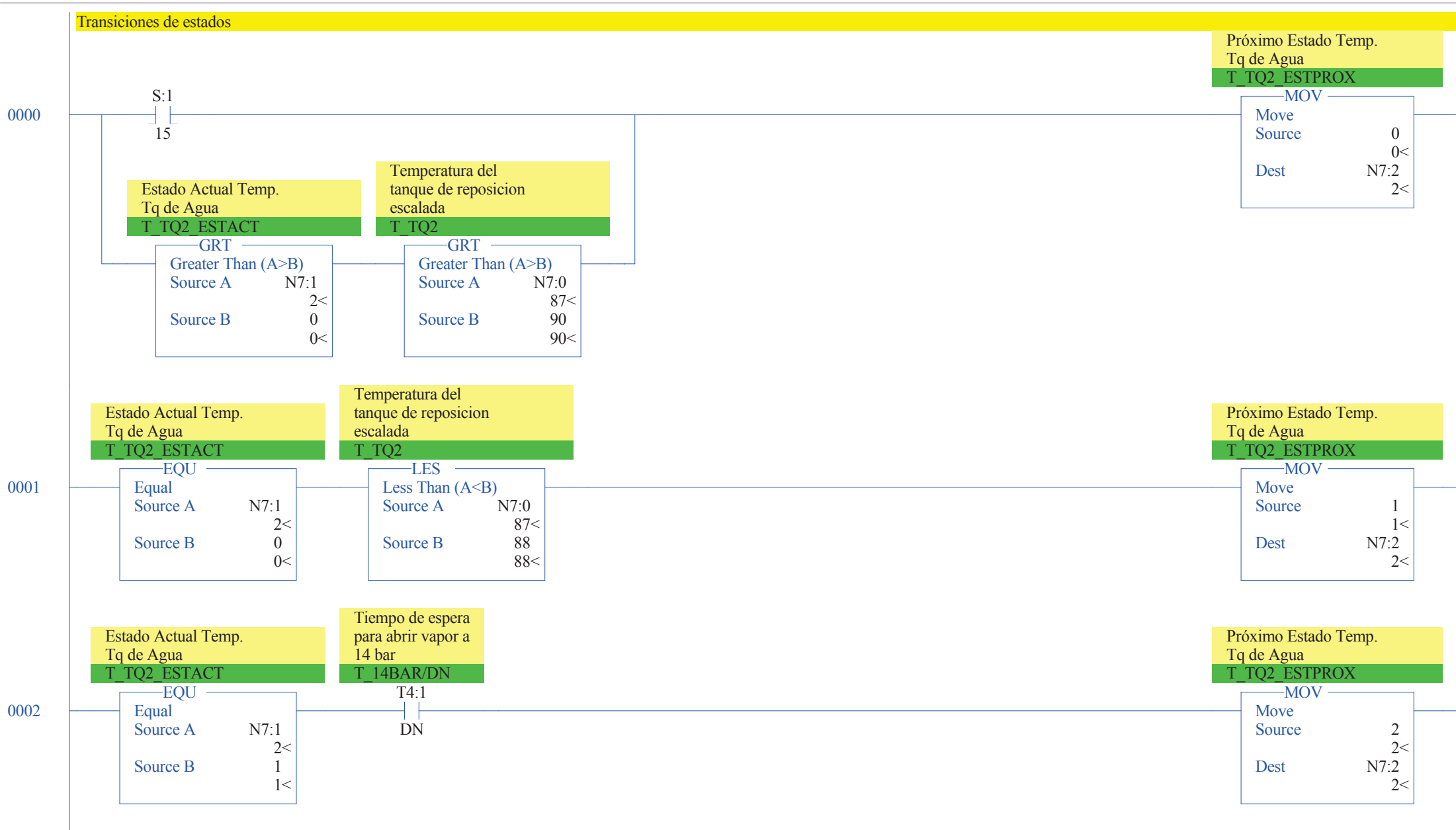
Total Memory Left: 596 Instruction Words Left

Program Files: 17

Data Files: 8

Program ID: 186a







Cambio de estado para el próximo ciclo

Estado Actual Temp.
Tq de Agua
T TQ2_ESTACT

MOV

Move	
Source	N7:2 2<
Dest	N7:1 2<

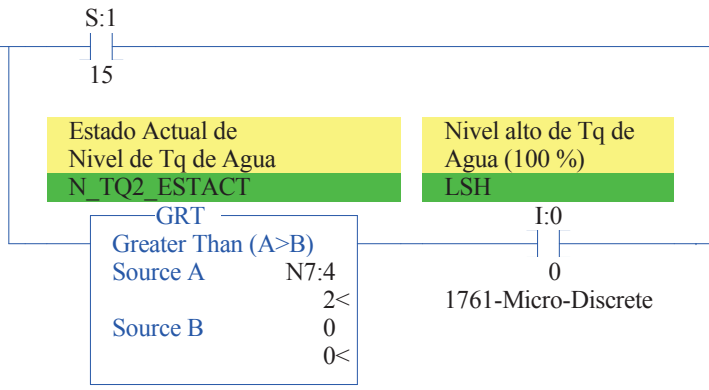
0006

0007

END

Transiciones de estados

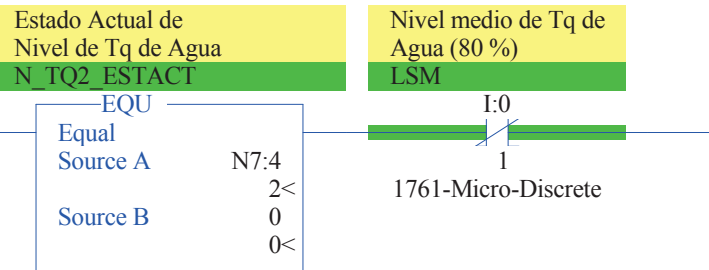
0000



Prox. Estado Nivel de Tq de Agua
N TQ2_ESTPROX

MOV
Move
Source 0
0<
Dest N7:3
2<

0001



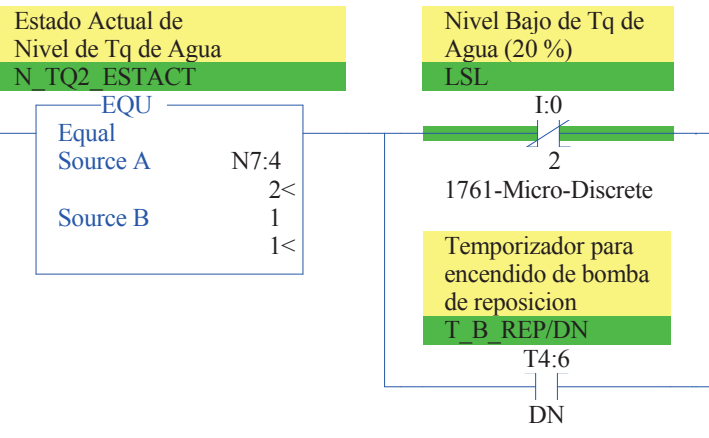
Estado Actual de Nivel de Tq de Agua
N TQ2_ESTACT

Nivel medio de Tq de Agua (80 %)
LSM

Prox. Estado Nivel de Tq de Agua
N TQ2_ESTPROX

MOV
Move
Source 1
1<
Dest N7:3
2<

0002



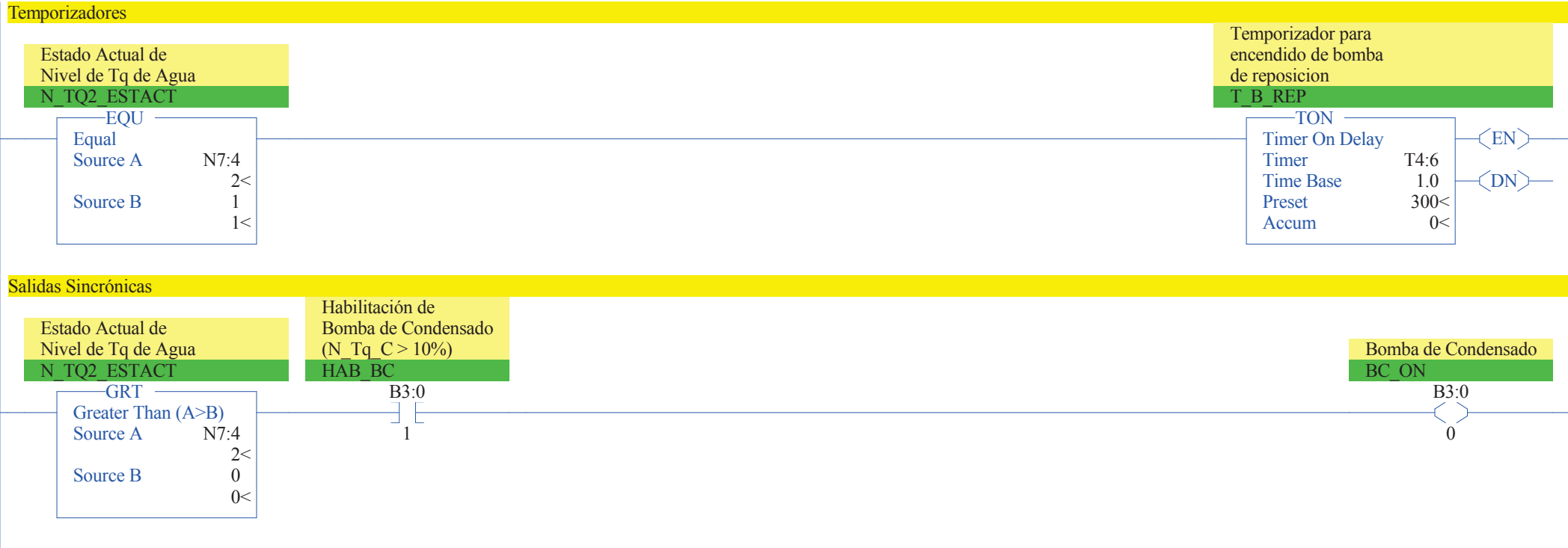
Estado Actual de Nivel de Tq de Agua
N TQ2_ESTACT

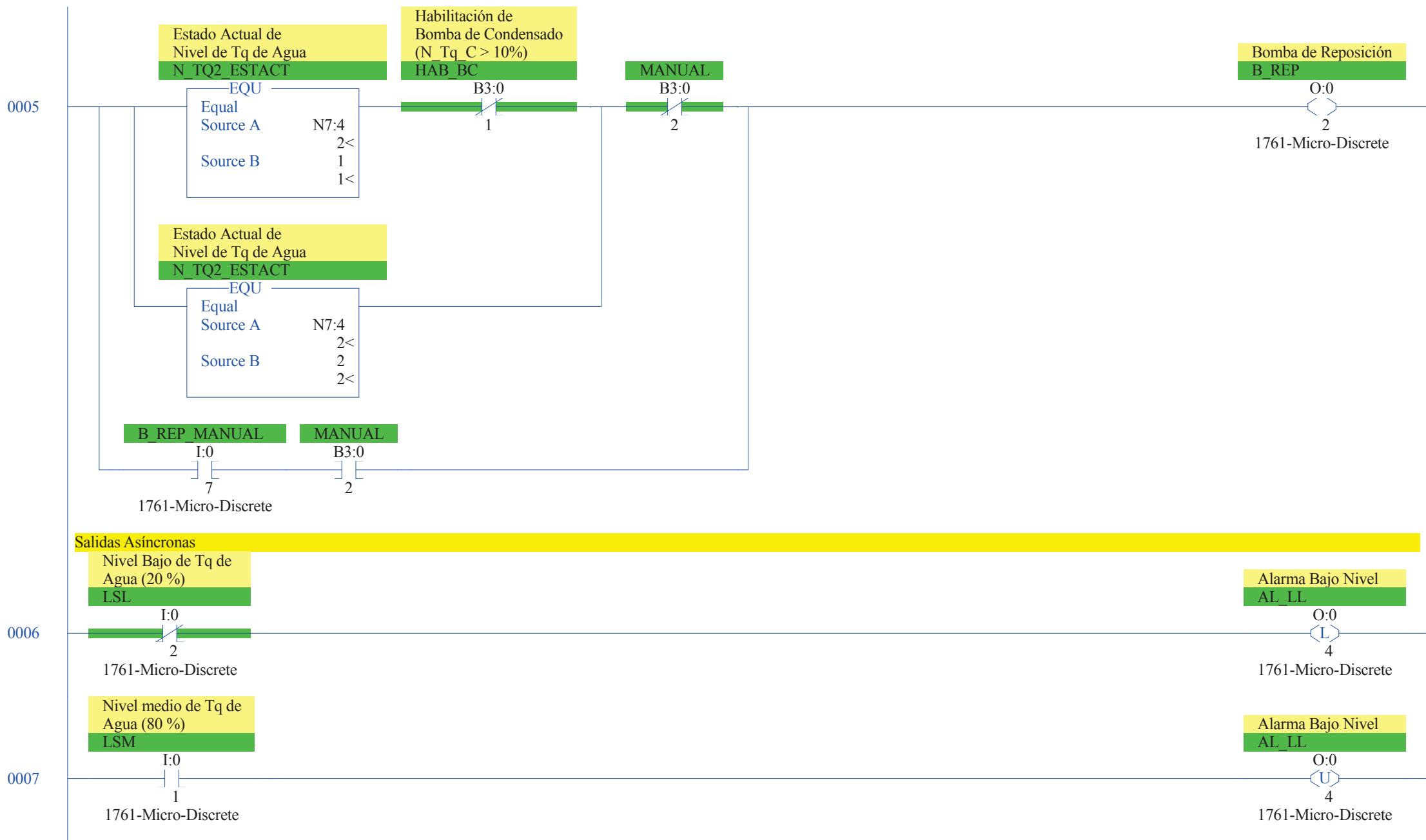
Nivel Bajo de Tq de Agua (20 %)
LSL

Temporizador para encendido de bomba de reposicion
T B REP/DN

Prox. Estado Nivel de Tq de Agua
N TQ2_ESTPROX

MOV
Move
Source 2
2<
Dest N7:3
2<





Cambio de estado para el próximo ciclo

Estado Actual de
Nivel de Tq de Agua
N TQ2 ESTACT

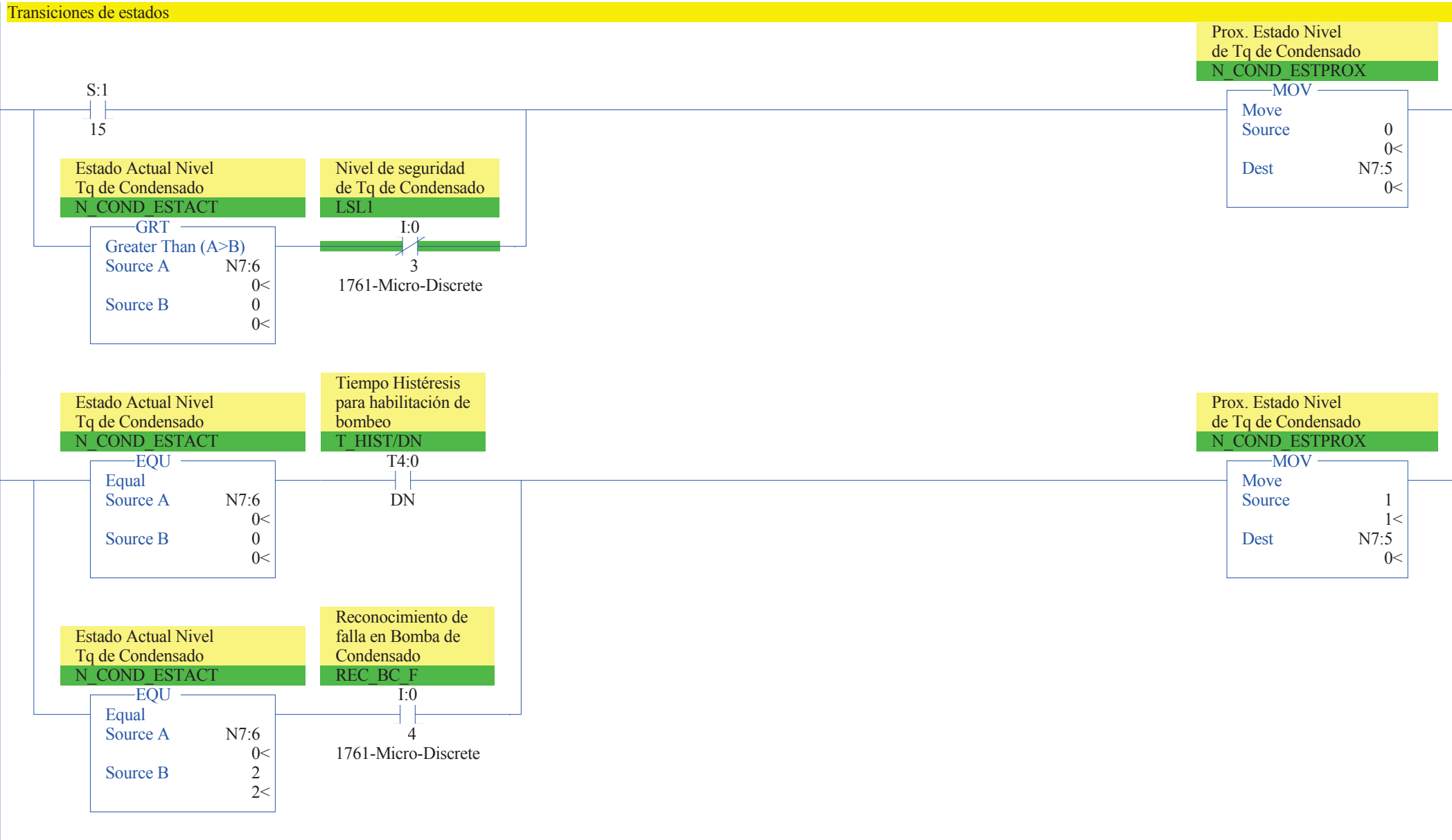
MOV

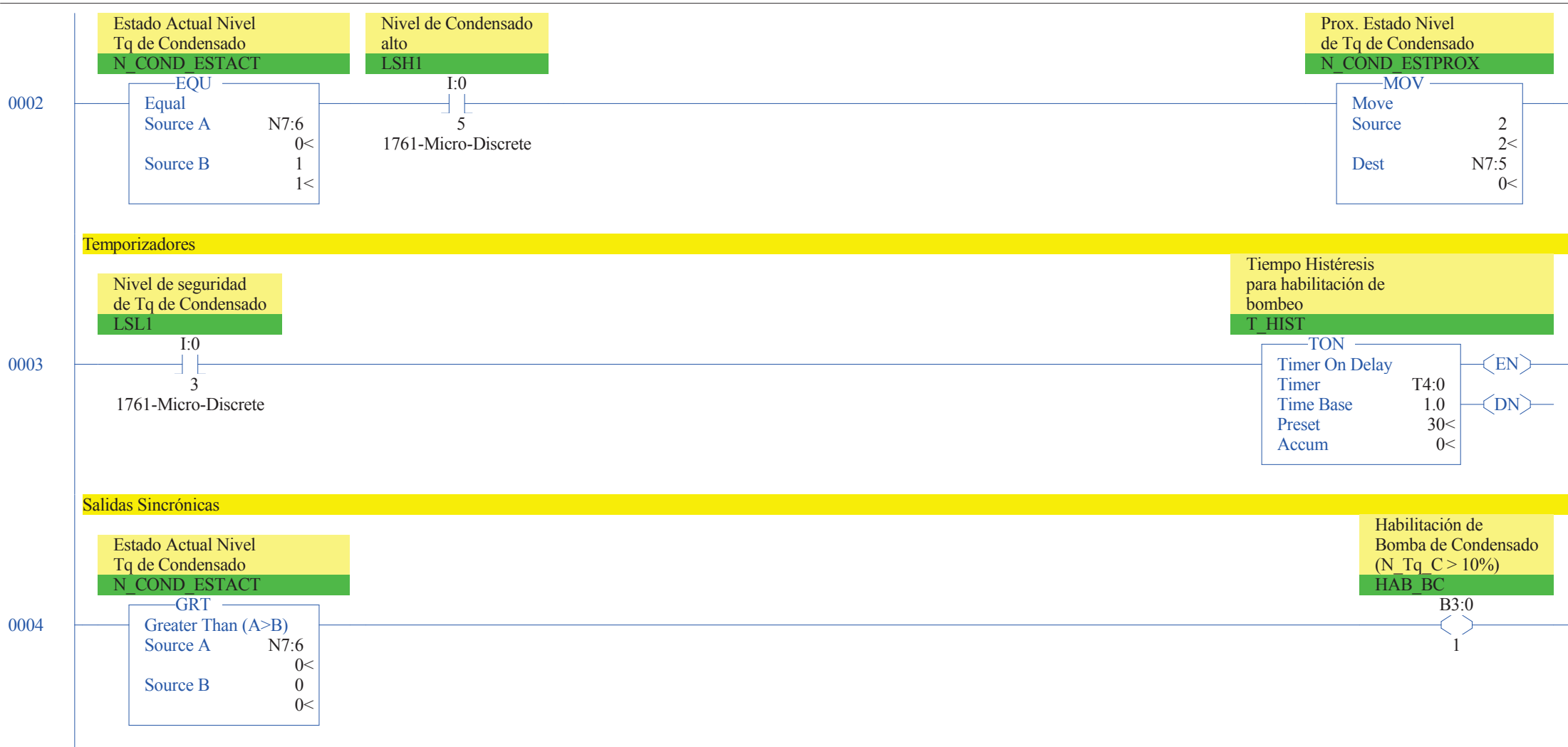
Move	
Source	N7:3 2<
Dest	N7:4 2<

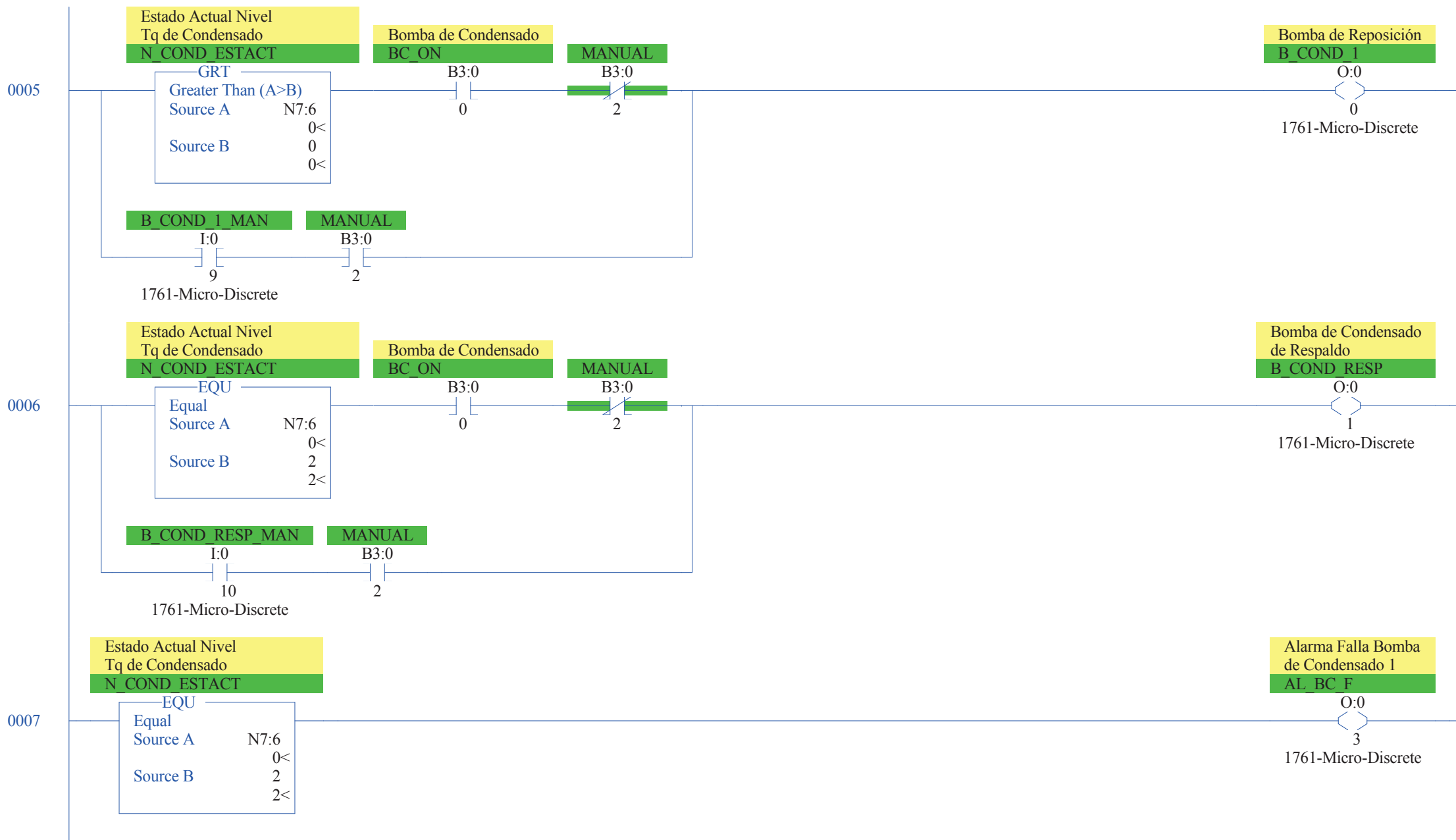
0008

0009

END







Cambio de estado para el próximo ciclo

Estado Actual Nivel
Tq de Condensado
N_COND_ESTACT

MOV

Move	
Source	N7:5
	0<
Dest	N7:6
	0<

0008

0009

END

TÍPICOS DE MONTAJE

D

C

B

A

2

2

1

1

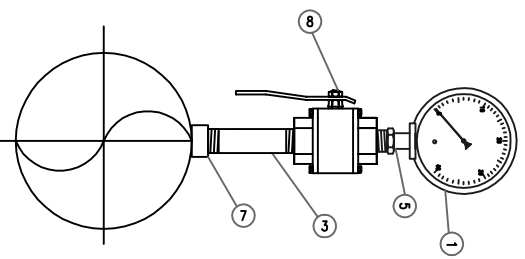
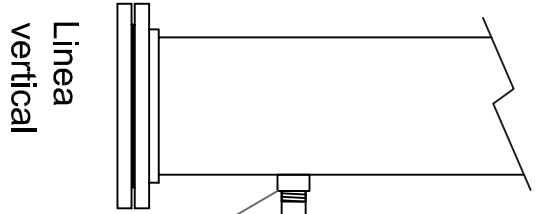
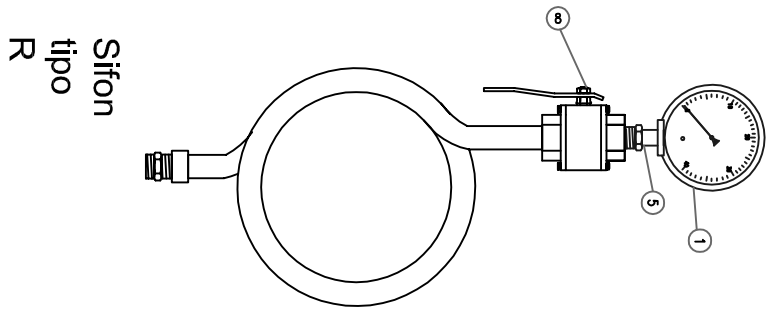
D

C

B

A

REFERENCIAS		
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	MANOMETRO	1
2	ENTREROSCA 1/2"	1
3	NIPLE 1/2"	0
4	CODO H-H 1/2"	1
5	ENTRADA PARA CONECTOR CANO FLEXIBLE 1/2" NPT	1
6	AMORTIGUADOR	1
7	CUPLA 1/2" PARA SOLDAR	0
8	VALVULA ESFERICA Ø 1/2" NPT	0



Observaciones:

Dib.	21/01/14	Nombre	GRUPO	 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Padro: Laxague Gastón; Peralta Sebastián.
Rev.	21/01/14	GRUPO			
Ap.					

TÍPICO DE MONTAJE 1
Indicador de presión para vapor

PFC-1308B

PLANO N° TMI-001

D

C

B

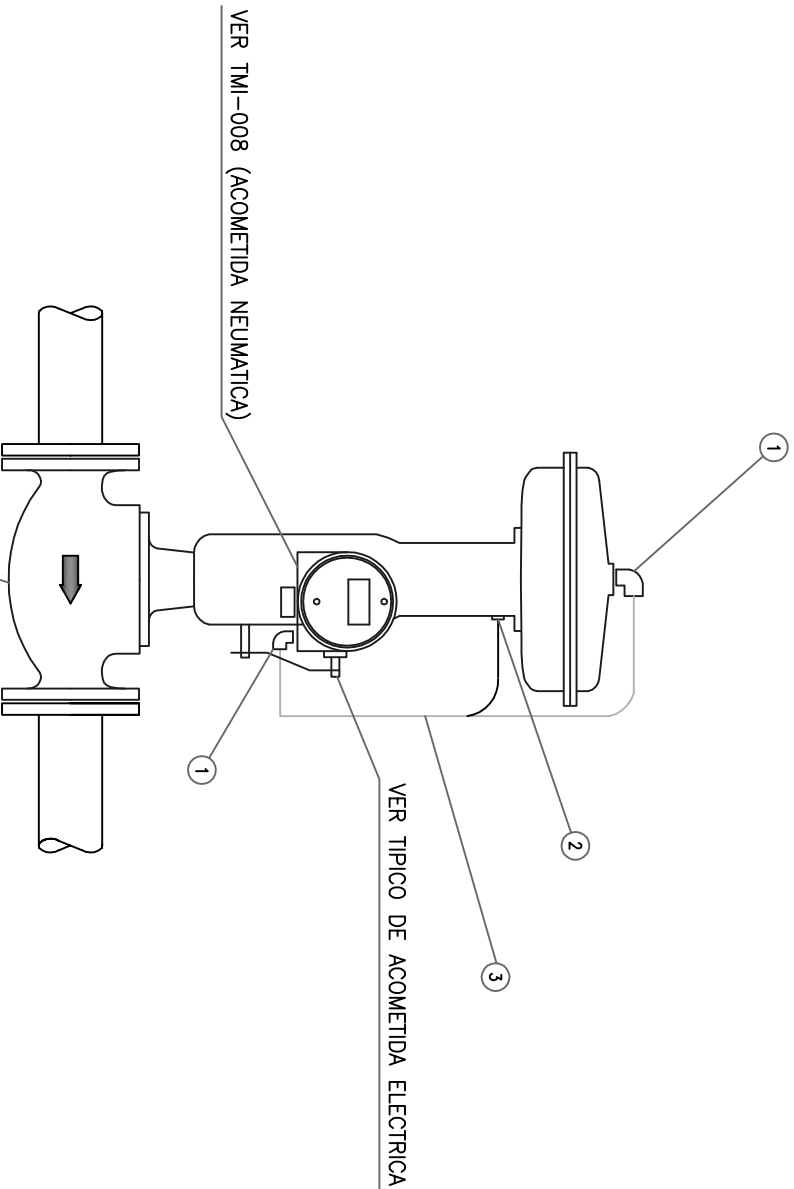
A

1

2

1

REFERENCIAS	
IT.	DESCRIPCION
1	CONECTOR CODO 1/4" MNPT X 1/4" OD
2	CONECTOR RECTO 1/4" MNPT X 1/4" OD
3	TUBING DE 1/4" DE POLIAMIDA



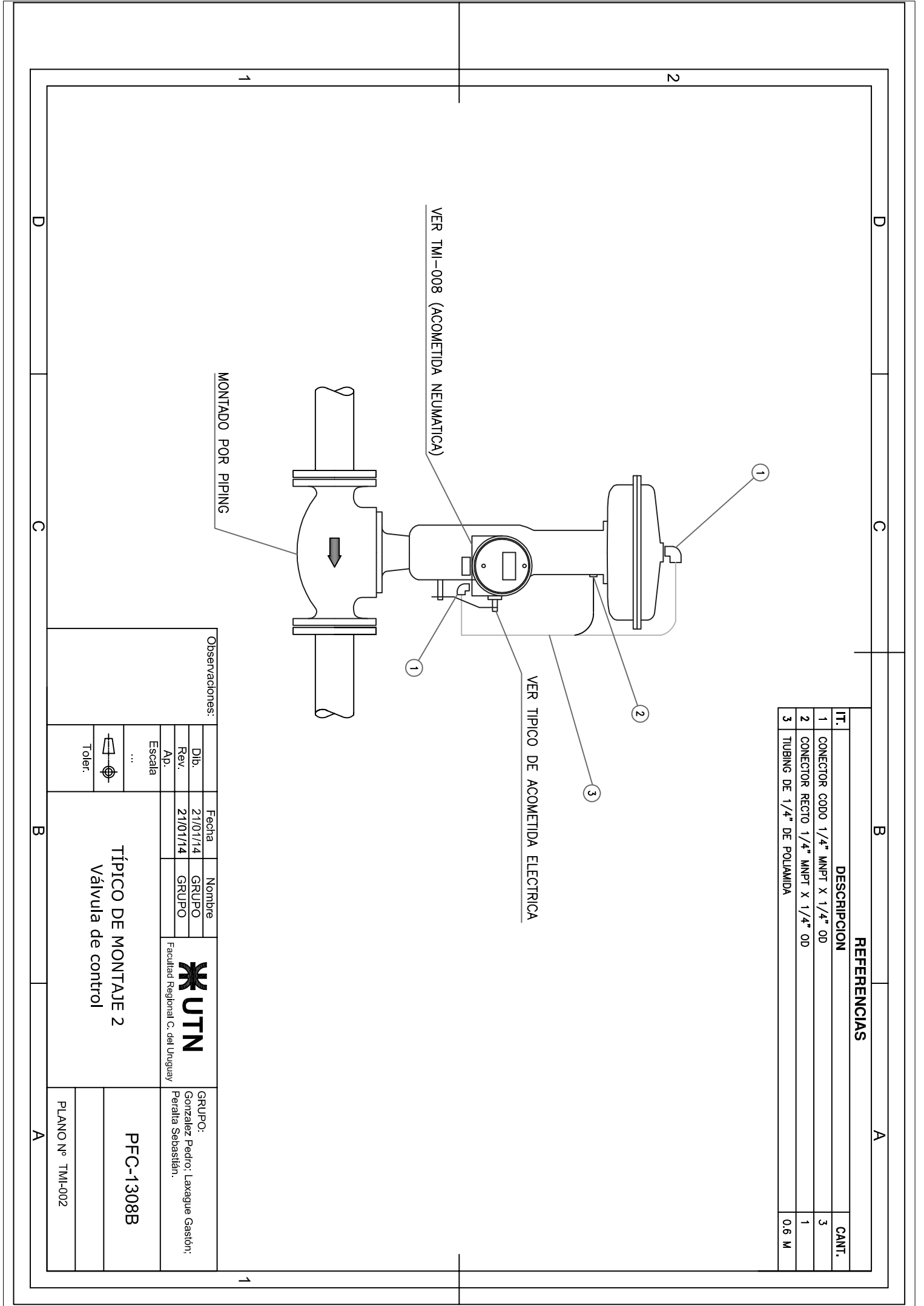
Observaciones:	
Dib.	21/01/14
Rev.	21/01/14
Ap.	GRUPO
Escala	...
Toler.	

TÍPICO DE MONTAJE 2
Válvula de control

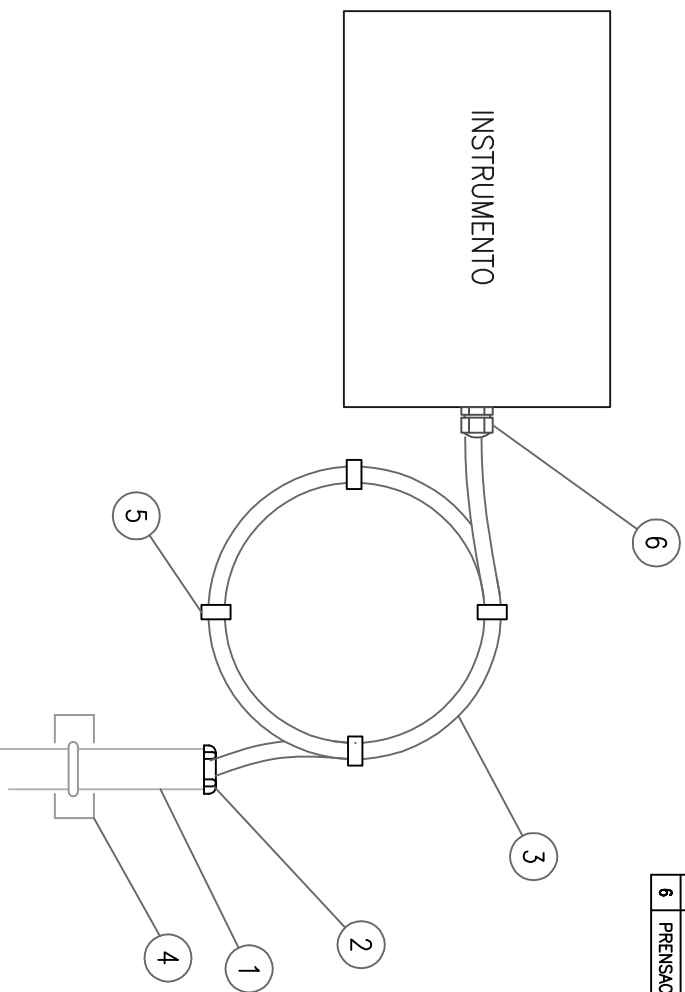
PFC-1308B

GRUPO:
Gonzalez Padro, Laxague Gastón;
Peralta Sebastián.

PLANO N° TMI-002

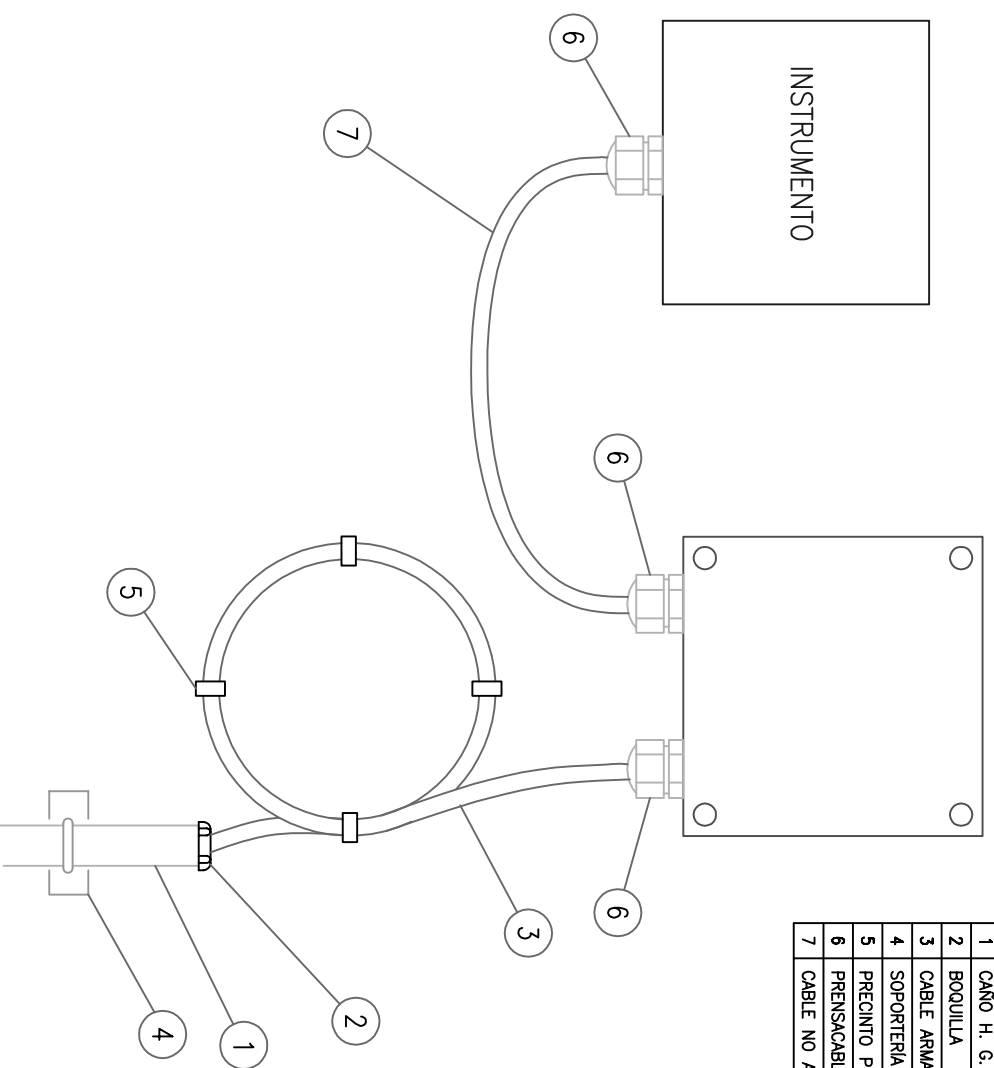



REFERENCIAS		CANT.
IT.	DESCRIPCION	
1	CAÑO H. G.	S/N
2	BOQUILLA	1
3	CABLE ARMADO	S/N
4	SOPORTERIA	S/N
5	PRECINTO PLÁSTICO	4
6	PRENSACABLE	1

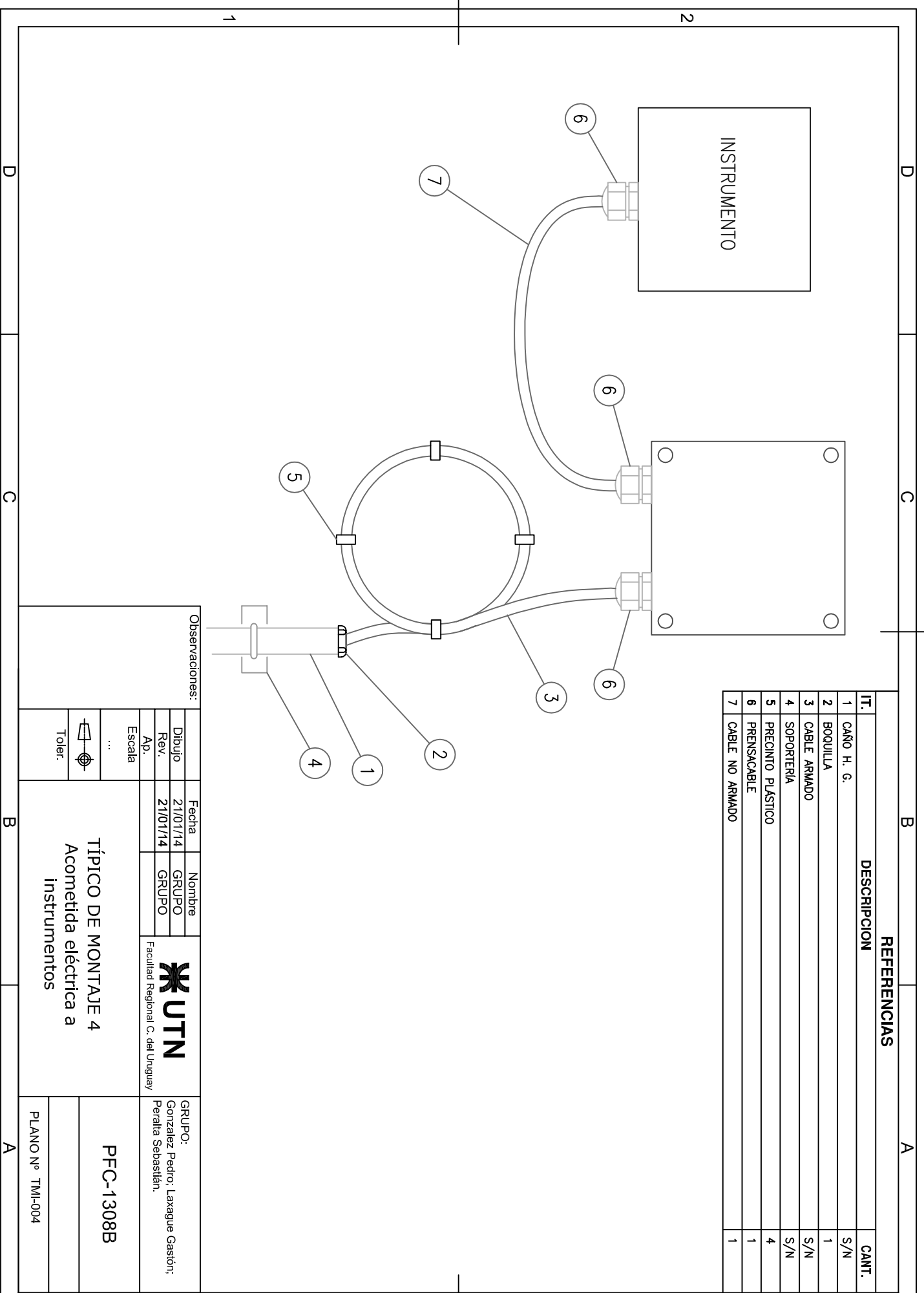


Observaciones:			
Dibujo	21/01/14	Nombre	GRUPO
Rev.	21/01/14		GRUPO
Ap.		 Facultad Regional C. del Uruguay	
Escala	...		
Toler.		GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peratta Sebastián.	
TÍPICO DE MONTAJE 3 Acometida eléctrica a instrumentos		PFC-1308B	

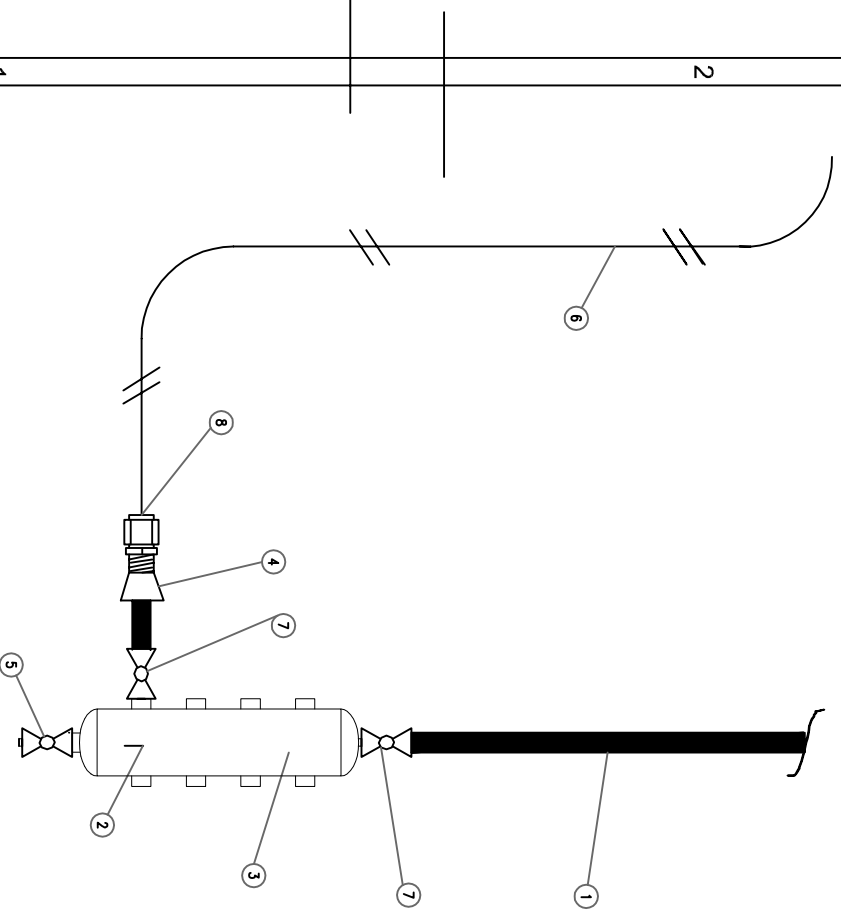
REFERENCIAS		
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	CAÑO H. G.	S/N
2	BOQUILLA	1
3	CABLE ARMADO	S/N
4	SOPORTERIA	S/N
5	PRECINTO PLÁSTICO	4
6	PRESACABLE	1
7	CABLE NO ARMADO	1



Observaciones:		Fecha		Nombre		 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: González Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.
Dibujo	21/01/14	GRUPO					
Rev.	21/01/14	GRUPO					
Ap.							
Escala		Toler.		TÍPICO DE MONTAJE 4 Acometida eléctrica a Instrumentos		PFC-1308B PLANO N° TMI-004	
...		...					

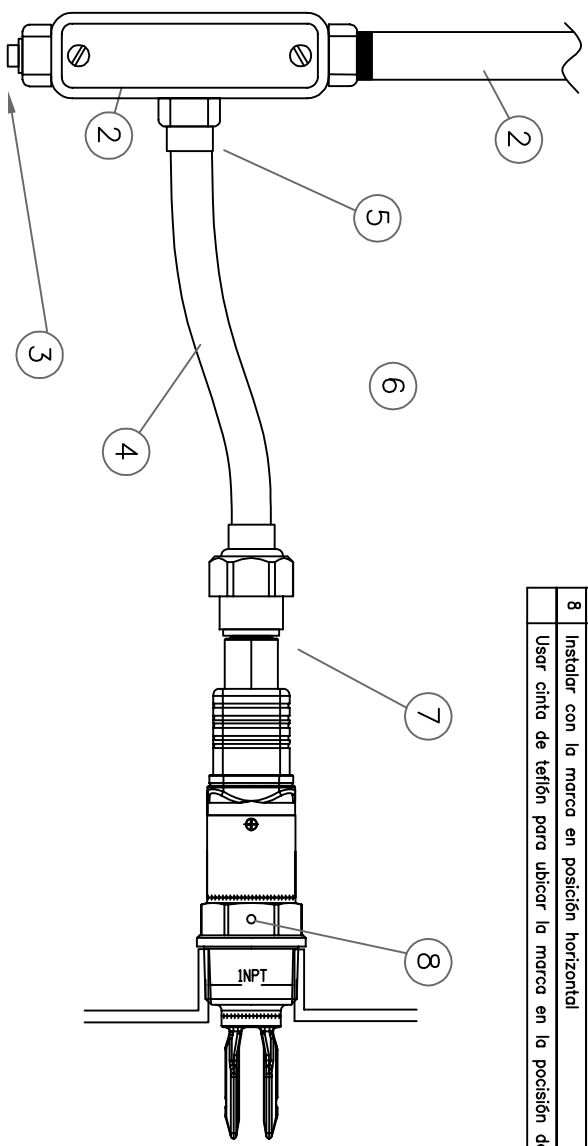




REFERENCIAS		
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	CAÑO DE AIRE DE PLANTA	
2	Recipiente de aire	1
3	NIPLE Ac C°, 1/2"x75mm	1
4	BUE DE REDUCCION Ac C° NPT, 1/2"-M X 1/4"H	1
5	VALVULA ESFERICA PURGA - Ac C°, 1/2" NPT	1
6	TUBO POLIURETANO 6 MM	1
7	VALVULA ESFERICA - Ac C°, 1/2" NPT	2
8	CONECTOR MACHO RECTO PARA TUBO DE POLIURETANO 6 MM NPT X 1/4 OD	1



Observaciones:		
Dib.	21/01/14	GRUBO
Rev.	21/01/14	GRUBO
Ap.		
Escala	Facultad Regional C. del Uruguay	
...		
Toler.		
TÍPICO DE MONTAJE 5 Acometida neumática a instrumentos		GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.
		PFC-1308B
		PLANO Nº TMI-005

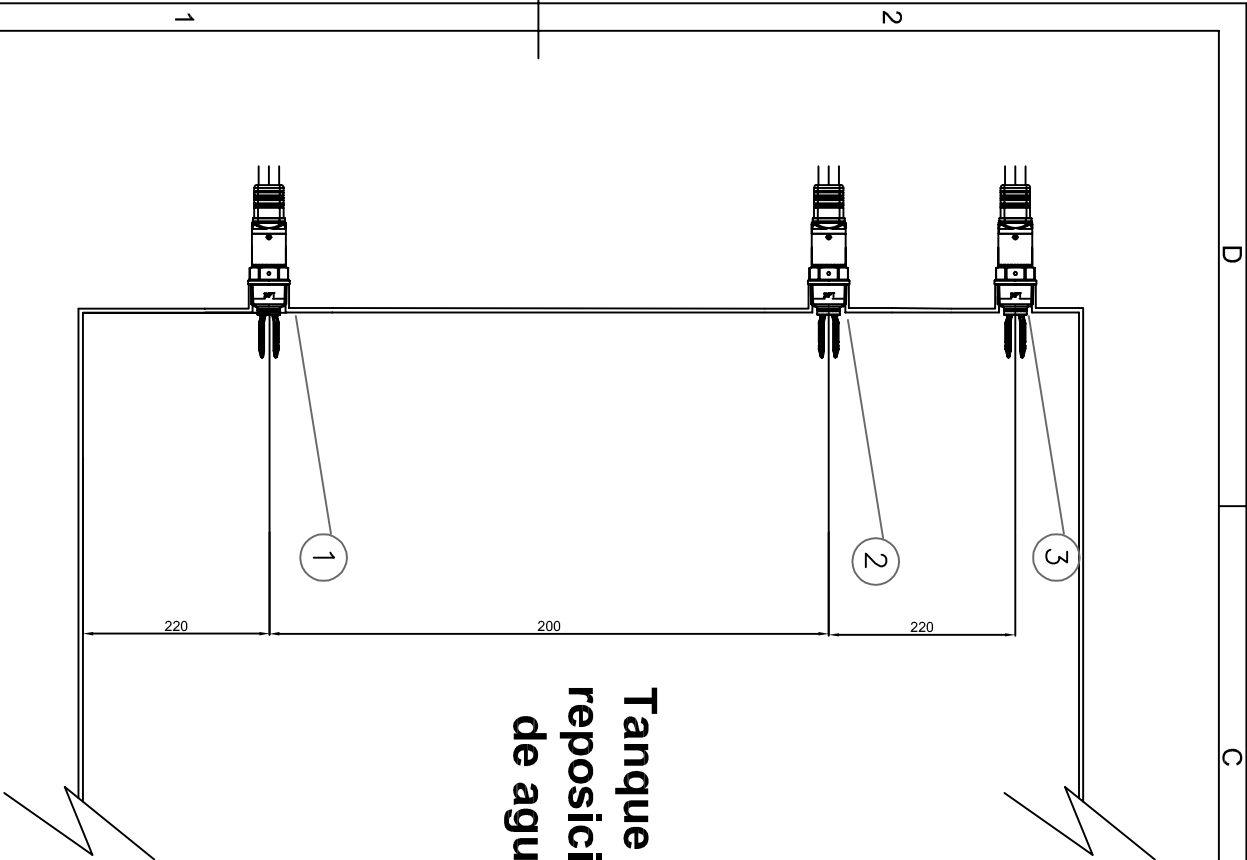
REFERENCIAS	
IT.	DESCRIPCION
1	CAÑO DE H ² G ² de 3/4" o 1/2"
2	Caja de aluminio estancia tipo conduit H ² G ² de 3/4" o 1/2"
3	Tapon cabeza hexagonal H ² G ² de 3/4" o 1/2"
4	Flexible H ² G ² recubierto de PVC de 1/2"
5	Prensa flexible H ² G ² 1/2"
6	Prensa flexible H ² G ² 1/2" (hembra)
7	Niple de reduccion 1/2" a 3/8"
8	Instalar con la marca en posición horizontal
	Usar cinta de teflón para ubicar la marca en la posición deseada sin pérdidas.




Observaciones:		Fecha		Nombre		 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.
Dibujo		21/01/14	GRUPO				
Rev.		21/01/14	GRUPO				
Ap.							
Escala		TÍPICO DE MONTAJE 6 - A					
...		Horquilla vibrante					
Toler.							
		PLANO N° TMI-006 - A					

REFERENCIAS		
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	Instalar a 220 mm del fondo del tanque	1
2	Instalar a 880 mm del fondo del tanque	1
3	Instalar a 1100 mm del fondo del tanque	1

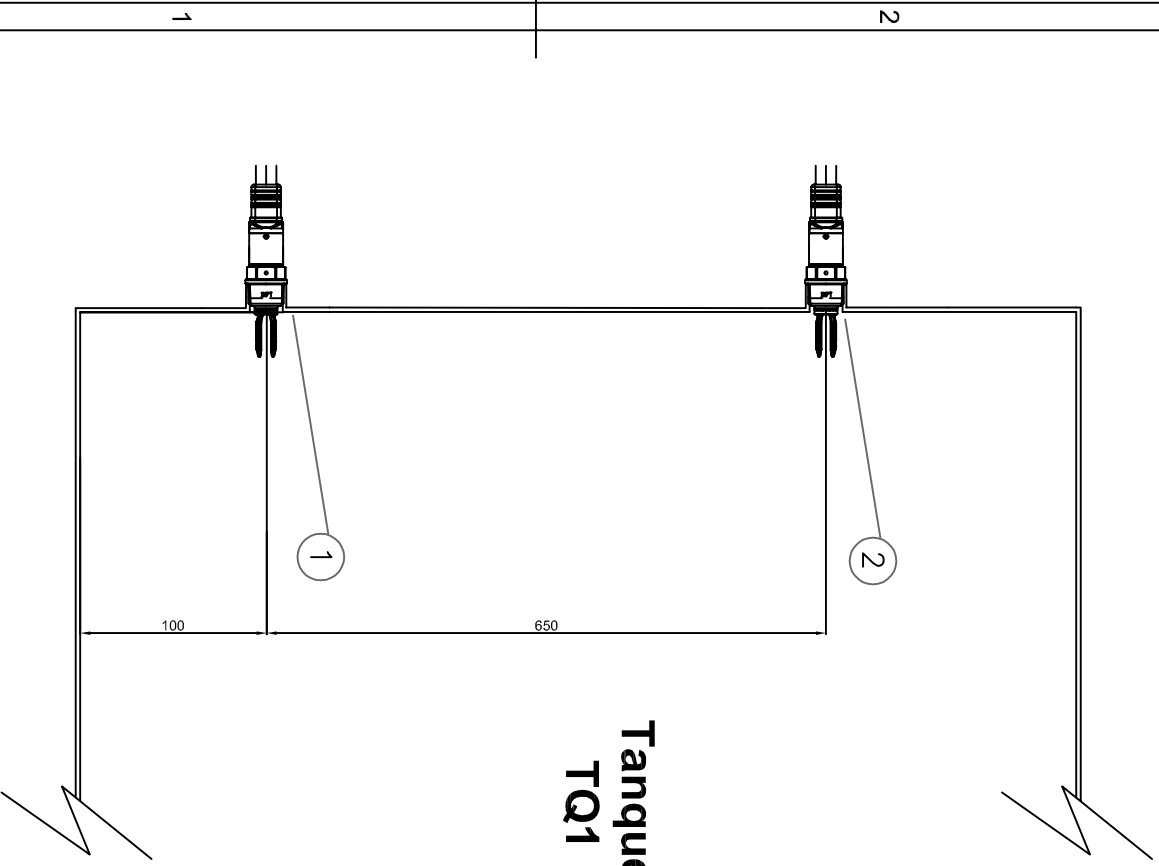
Tanque de reposición de agua





Observaciones:		Fecha		Nombre		 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: González Pedro; Laxague Gastón; Perilla Sebastián.
Dibujo		21/01/14	GRUPO				
Rev.		21/01/14	GRUPO				
Ap.							
Escala		TÍPICO DE MONTAJE 6 - B					
...		Posición sensores de nivel					
Toler.		tanque de reposición de agua					
		PFC-1308B					
		PLANO N° TMI-006 - B					

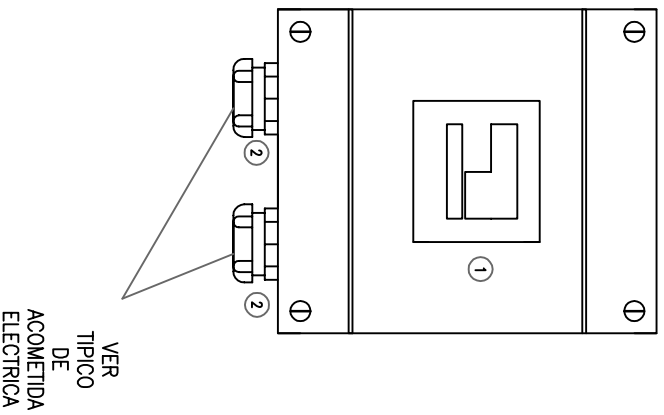
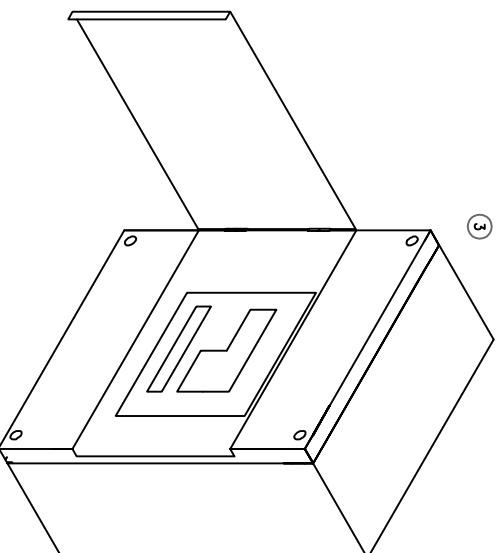
REFERENCIAS		CANT.
IT.	DESCRIPCION	
1	Instalar a 100 mm del fondo del tanque	1
2	Instalar a 750 mm del fondo del tanque	1


Tanque TQ1



Observaciones:					
Dibujo	21/01/14	Nombre	GRUPO	 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Pedro. Laxague Gastón. Peralta Sebastián.
Rev.	21/01/14	GRUPO			
Ap.					
Escala	...	TÍPICO DE MONTAJE 6 - C		PFC-1308B	
Toler.		Posición sensores de nivel tanque TQ1		PLANO N° TMI-006 - C	

REFERENCIAS		CANT.
IT.	DESCRIPCION	
1	Controlador Novus N1200.	1
2	Prensacable 1/2"	2
3	Caja estanca Siemens 150x150x100 mm	1



Observaciones:		Fecha		Nombre		 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Perilla Sebastián.
Dib.	21/01/14	GRUPO					
Rev.	21/01/14	GRUPO					
Ap.							
Escala						PFC-1308B	
...						PLANO N° TMI-007	
Toler.							

TÍPICO DE MONTAJE 7
Controlador Novus

D

C

B

A

D

C

B

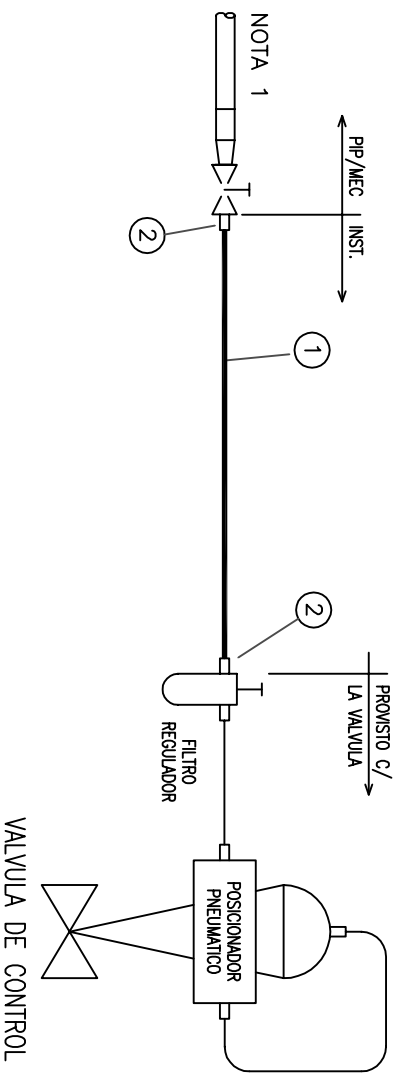
A


2

1

1

REFERENCIAS		
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	CONECTOR RECTO MACHO 1/2" NPTM x 3/8" OD	
2	TUBO ϕ 3/8"	
3	Filtro regulador	1
Los tornillos de unión para la brida de la tubería se deben montar preferentemente desde las contrabridas (fuercas hexagonales del lado de la giriería)		



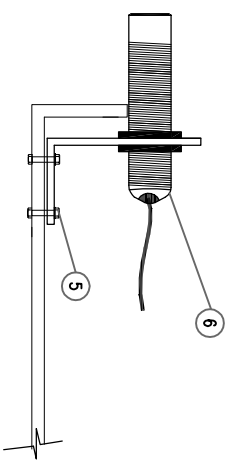
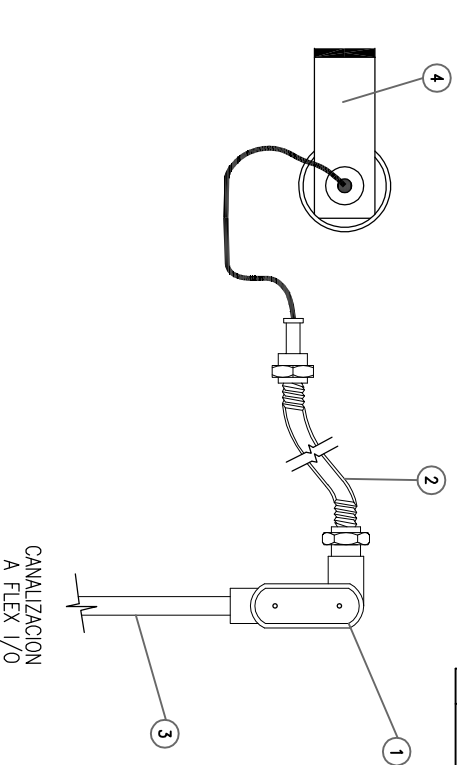
Observaciones:		Fecha	Nombre	 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.
Dib.	21/01/14	GRUPO			
Rev.	21/01/14	GRUPO			
Ap.					
Escala					
Toler.					



TÍPICO DE MONTAJE 8
 Acometida neumática a
 Valvulas de control

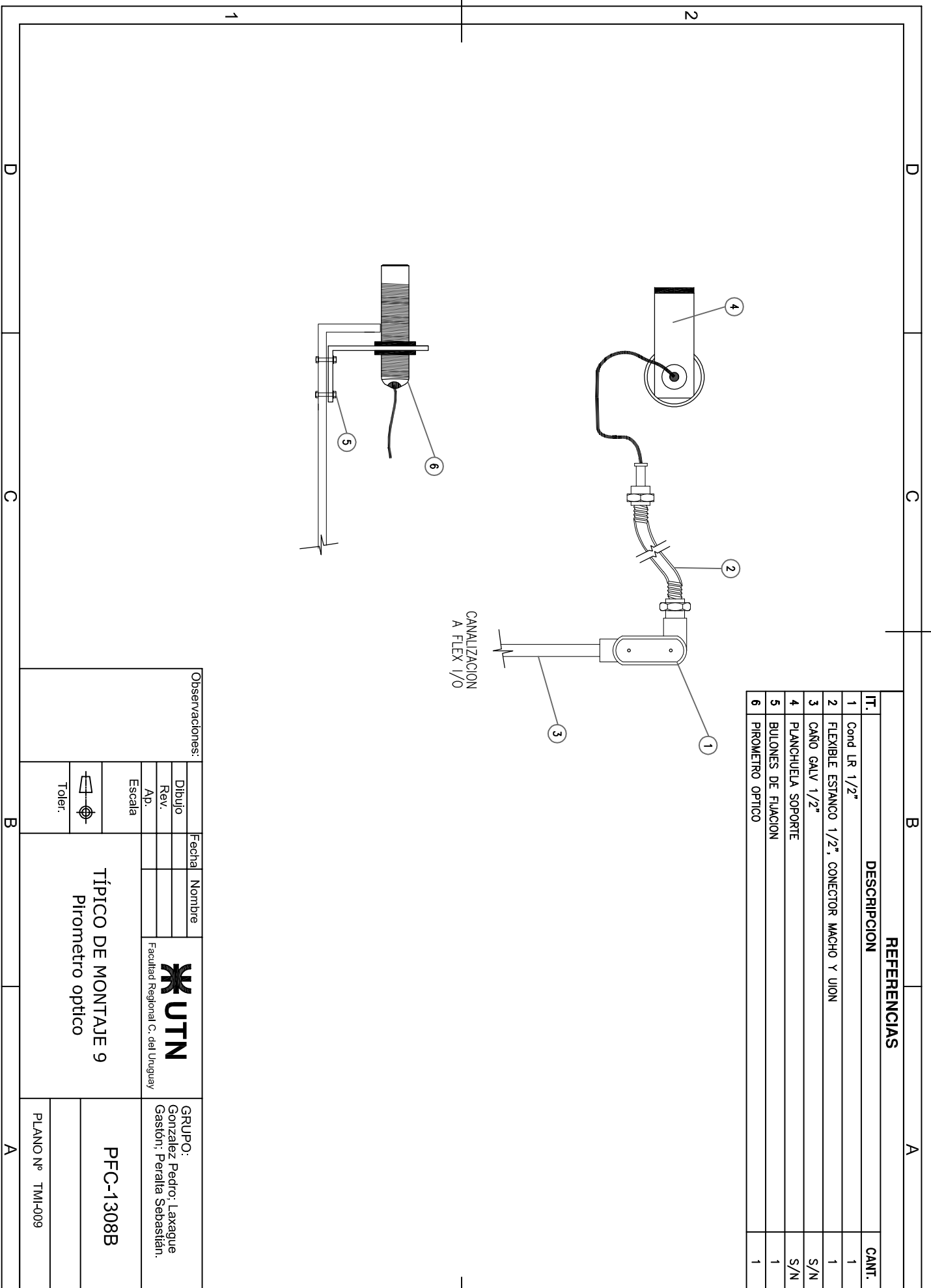
PFC-1308B

PLANO N° TMI-008

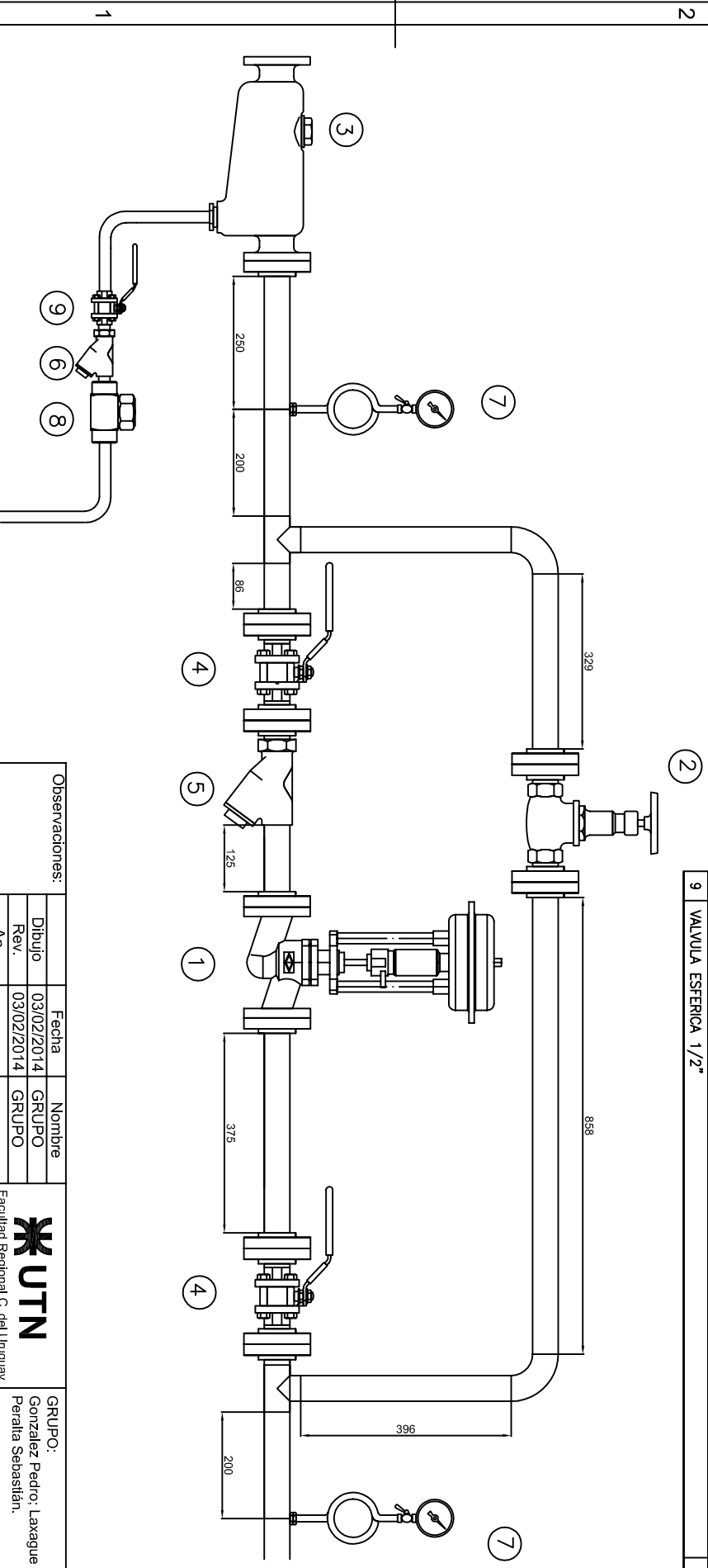
REFERENCIAS		
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	Cond LR 1/2"	1
2	FLEXIBLE ESTANCO 1/2", CONECTOR MACHO Y UION	1
3	CAÑO GALV 1/2"	S/N
4	PLANCHUELA SOPORTE	S/N
5	BULONES DE FIJACION	1
6	PIROMETRO OPTICO	1




Observaciones:		Fecha	Nombre	 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.
Dibujo					
Rev.					
Ap.					
Escala		TÍPICO DE MONTAJE 9 Pirometro optico		PFC-1308B	
 Toler.					PLANO Nº TMI-009



REFERENCIAS	
IT.	DESCRIPCION
1	VALVULA DE CONTROL ARI ARMATUREN DN 40 KVs 25
2	VALVULA GLOBO 1 1/2"
3	SEPARADOR DE GOTAS SPIRAX SARCO S13
4	VALVULA DE ESFERICA 1 1/2"
5	FILTRO Y 1 1/2"
6	FILTRO Y 1/2"
7	MANOMETRO
8	TRAMPA DE VAPOR TERMODINAMICA
9	VALVULA ESFERICA 1/2"



Observaciones:

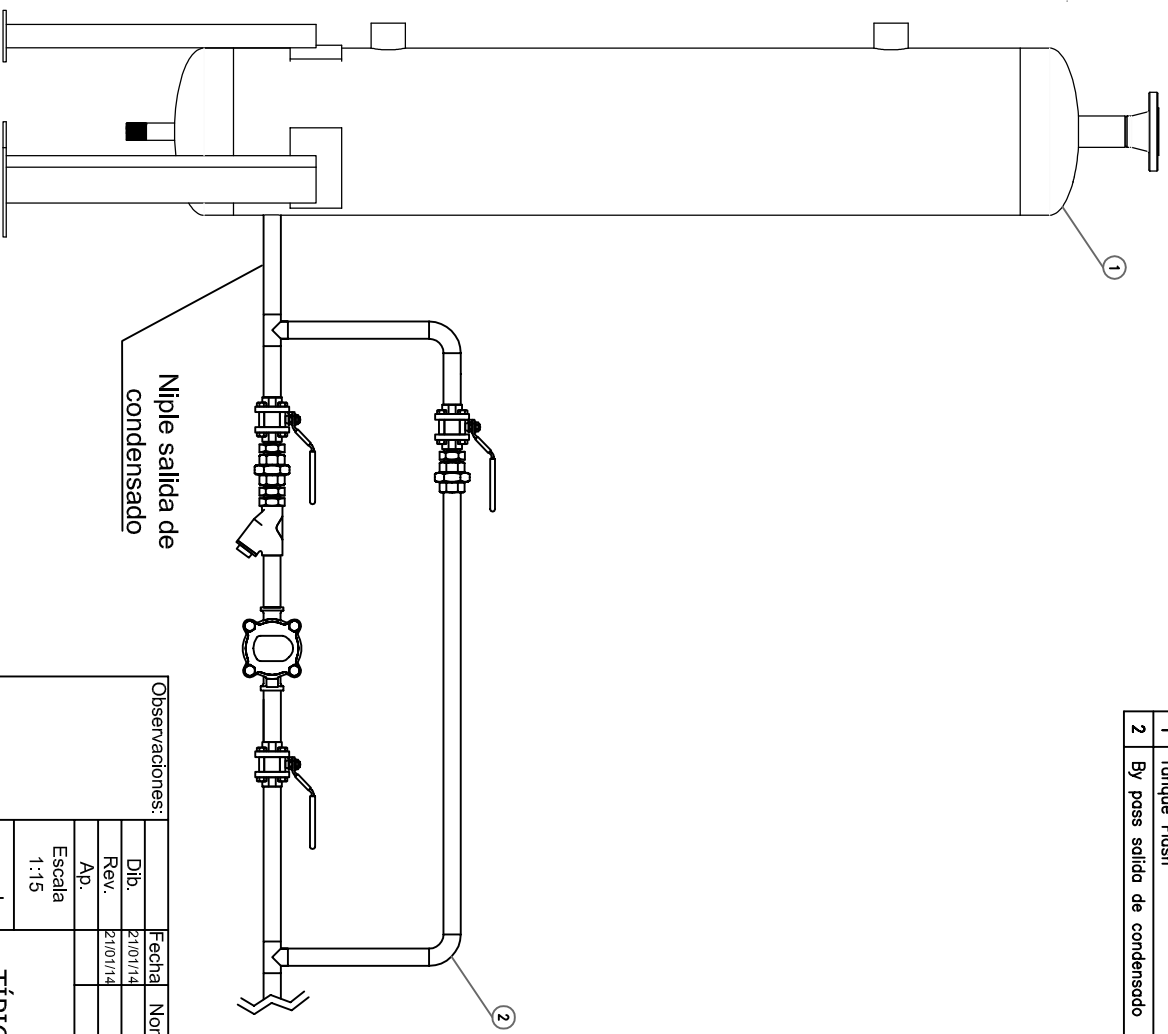
Dibujo	03/02/2014	GRUPO	 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gorzalez Pedro, Laxague Gastón, Peraila Sebastián.
Rev.	03/02/2014	GRUPO		
Ap.				
Escala	...			
Toler.				

TÍPICO DE MONTAJE 10
Cuadro de válvula de control

PFC-1308B

PLANO N° TML-010

REFERENCIAS		CANT.
IT.	DESCRIPCION	
1	Tanque Flash	1
2	By pass salida de condensado	1



Observaciones:

Dib.	21/01/14
Rev.	21/01/14
Ap.	
Escala	1:15
Toler.	

TÍPICO DE MONTAJE 12
Tanque flash - by pass

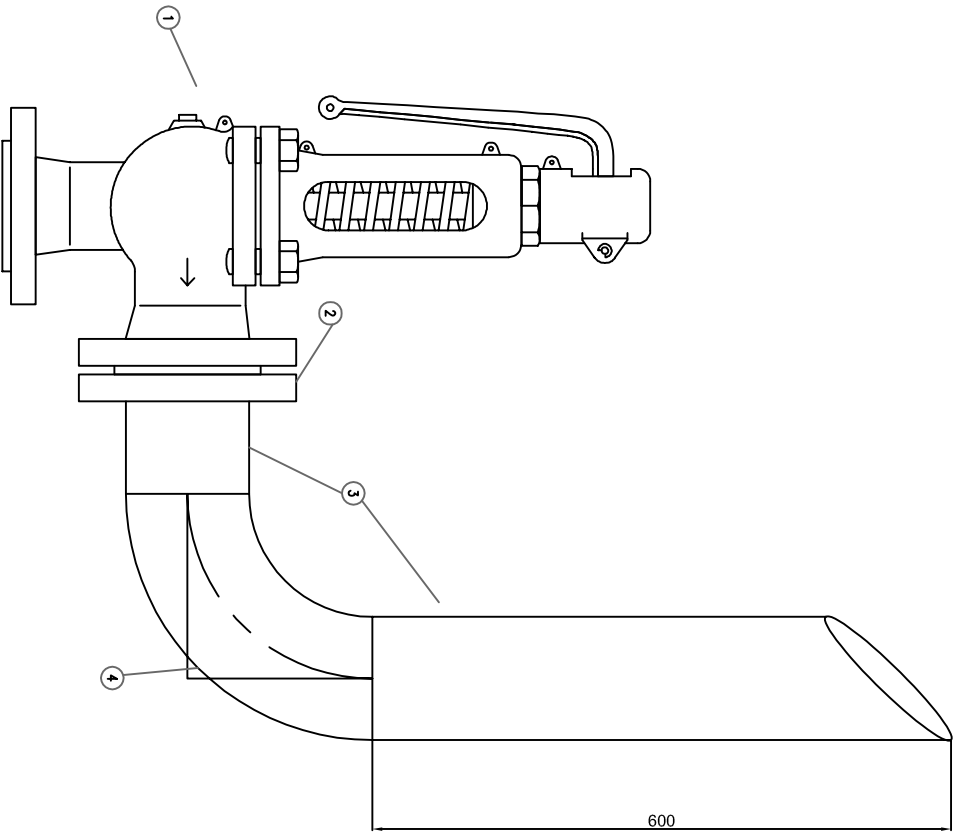



GRUPO:
Gonzalez Pedro, Laxague Gastón,
Peralta Sebastián.

PFC-1308B

PLANO Nº TMI-011

REFERENCIAS		
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	Válvula de alivio sv60 DN20/32	1
2	Brido 1 1/4" WD 150#	1
3	NIPLE 1 1/4"	1
4	CODO 90° 1 1/4"	1
5	Esparrosos 1/2" B7, tuercas H	8

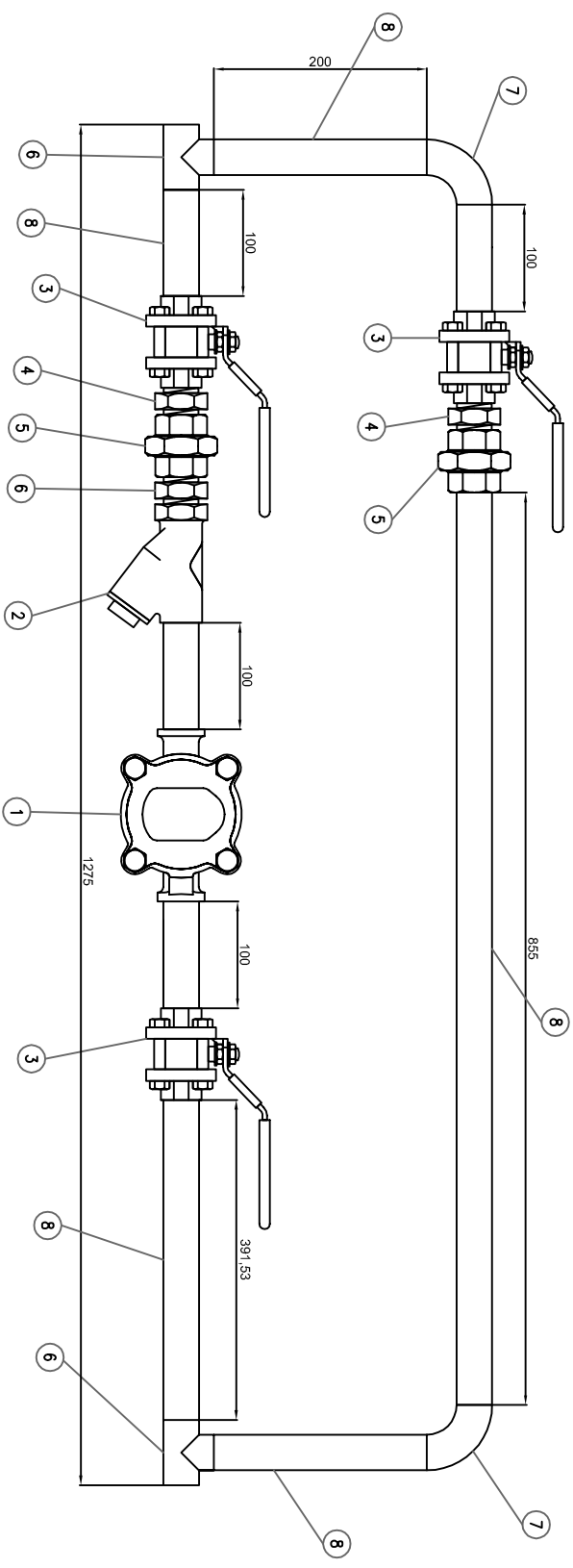


Observaciones:		
Dibujo	21/01/14	GRUPO
Rev.	21/01/14	GRUPO
Ap.		
Escala	...	
Toler.		
TÍPICO DE MONTAJE 12 Válvula de alivio		
 Facultad Regional C. del Uruguay		
GRUPO: González Pedro: Laxague Gastón; Peralta Sebastián.		
PFC-1308B		
PLANO N° TMI-012		

D B A

REFERENCIAS

IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	TRAMPA DE BOLA DE FLOTADOR DEVAPOR FTS14FL, rosca NPS 1"	1
2	FILTRO EN Y, rosca NPS 1"	1
3	VALVULA ESFERICA, rosca NPS 1" WNR	3
4	ENTRE ROSCA, rosca NPS 1"	3
5	UNION DOBLE, rosca NPS 1"	2
6	TEE, rosca NPS 1"	2
7	CODO, rosca NPS 1"	2
8	Cafio c/c rosca NPS 1"	-

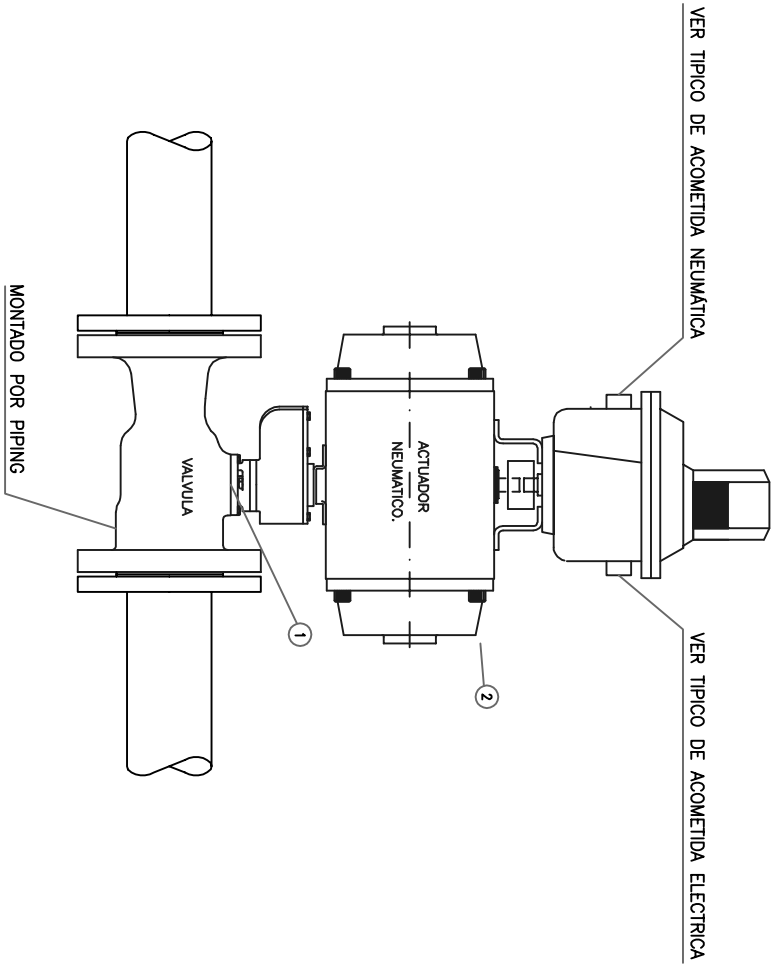




Observaciones:

Dib.	Fecha	Nombre	 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gaston; Peralta Sebastian;
Rev.	2/10/17/4			
Ap.				
Escala 1:8 Toler.			TÍPICO DE MONTAJE 013 BAY-PASS	
			PFC-1308B	
			PLANO Nº TMI-013	

D C B A

REFERENCIAS		
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	Valvula On - Off - FCV1 100 Spirax Sarco M31V150-2-FB-ISO	1
2	Actuador neumatico BVA310 Boko	1



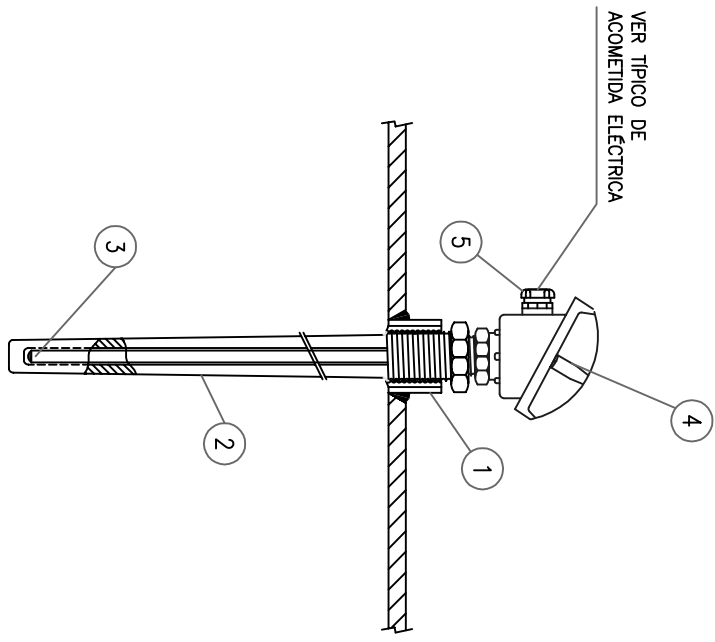
Observaciones:		Fecha		Nombre		 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peralta Sebastián.
Dib.		21/01/14	GRUPO				
Rev.		21/01/14	GRUPO				
Ap.							
Escala		...					
Toler.							


TÍPICO DE MONTAJE 14
Valvula On- OFF

PFC-1308B

PLANO N° TMI-0014

REFERENCIAS		A
IT.	DESCRIPCION	CANT.
1	CUPLA DE 1/2"	1
2	TERMOMANERA	1
3	PT 100	1
4	TRANSMISOR DE TEMPERATURA	1
5	PRENSACABLE PARA SENAL	1
6	MONTAR EN LATERAL OPUESTO A ENTRADA DE VAPOR A 100 MM DEL FONDO DEL TANQUE	



Observaciones:		Fecha		Nombre		 Facultad Regional C. del Uruguay	GRUPO: Gonzalez Pedro; Laxague Gastón; Peratta Sebastián.
Dibujo		21/01/14	GRUPO				
Rev.		21/01/14	GRUPO				
Ap.							
Escala							
Toler.							
TÍPICO DE MONTAJE 15 Transmisor de Temperatura PT100				PFC-1308B		PLANO N° TMI-0015	

IP-02- INSTRUCTIVO MONTAJE DE AISLAMIENTO EN LA INDUSTRIA

TEMARIO

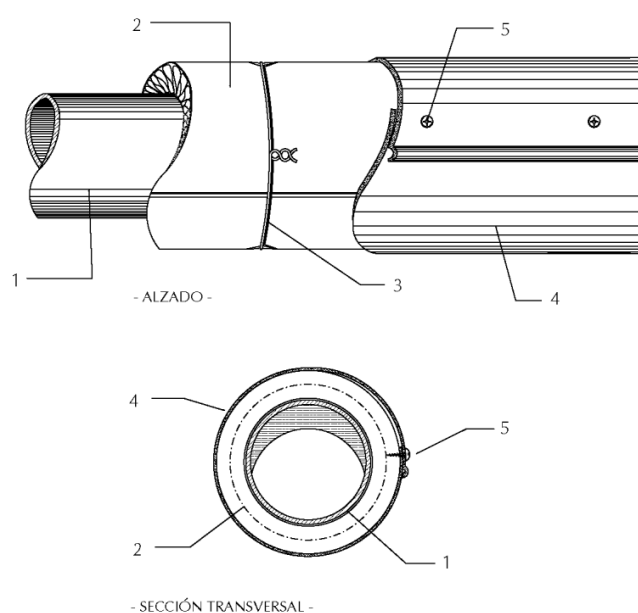
1. DETALLES DE MONTAJES DE AISLAMIENTO EN LA INDUSTRIA:
2. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS
3. AISLAMIENTO EN ACCESORIOS
4. AISLAMIENTO DE BRIDAS, ENCAPSULADO
5. AISLAMIENTO DE VÁLVULAS, ENCAPSULADO
6. AISLAMIENTO DE FONDO Y PARED (MEDIA - ALTA TEMPERATURA)

1- DETALLES DE MONTAJES DE AISLAMIENTO EN LA INDUSTRIA:

Se describen a continuación distintos montajes entre los más usuales en el aislamiento industrial (tuberías y equipos).

2- AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

Figura A: Aislamiento de una tubería.



1. Tubería.
2. Lana de vidrio en media caña.
3. Lazada de alambre de acero dulce galvanizado, para fijación medias cañas. Dos lazadas a una distancia de los bordes de 200 mm, aproximadamente.
4. Chapa de aluminio de 0,6 - 0,8 mm, remates en juntas longitudinales y transversales
5. Tornillo autorroscante.

Figura A: Aislamiento de una tubería.

3- AISLAMIENTO EN CODOS

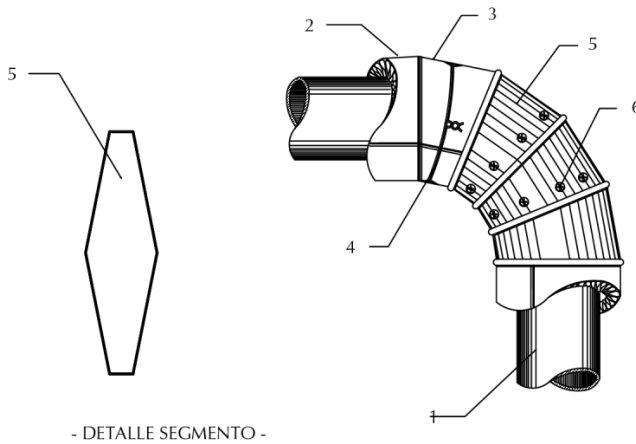


Figura D: Aislamiento de codo.

1. Tubería.
2. Lana de vidrio en media caña.
3. Lana de vidrio en media caña, cortadas en segmentos (hexágonos), según curvatura tubería.
4. Lazada de alambre de acero dulce galvanizado
5. Chapa de aluminio de 0,6-0,8 mm cortada en segmentos (hexágonos) según curvatura tubería, «bordonada» en su perímetro.
6. Tornillo autorroscante.

4- AISLAMIENTO DE BRIDAS, ENCAPSULADO

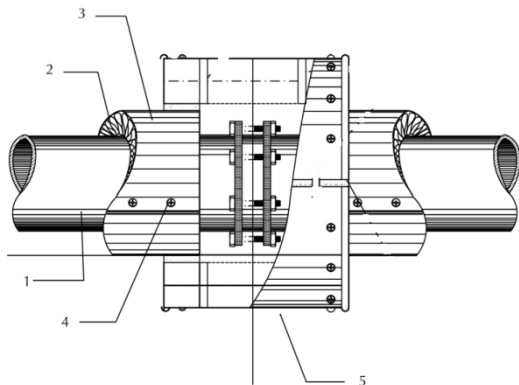


Figura H: Aislamiento de brida por encapsulado

1. Tubería.
2. Lana de vidrio en media caña, cortadas en segmentos (hexágonos), según curvatura de la brida.
3. Chapa de aluminio de 0,6-0,8 mm remates en juntas longitudinales y transversales «bordonados».
4. Tornillo autorroscante.
5. Chapa de espesor 0,8 mm construcción elemento semicilíndrico para aislamiento de bridas (encapsulado).

5- AISLAMIENTO DE VÁLVULAS, ENCAPSULADO

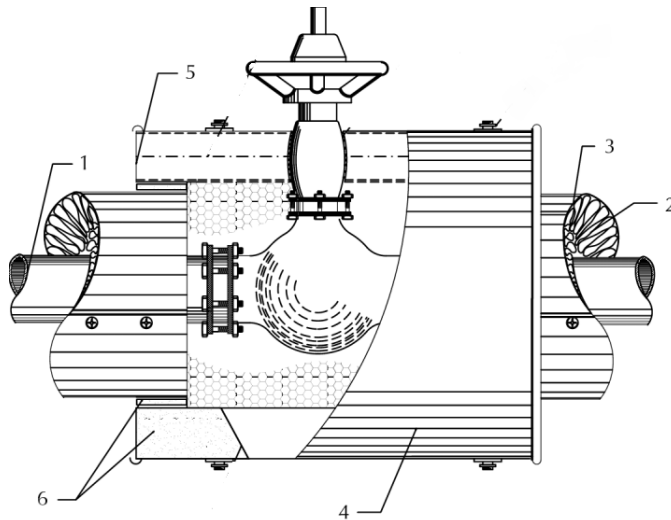
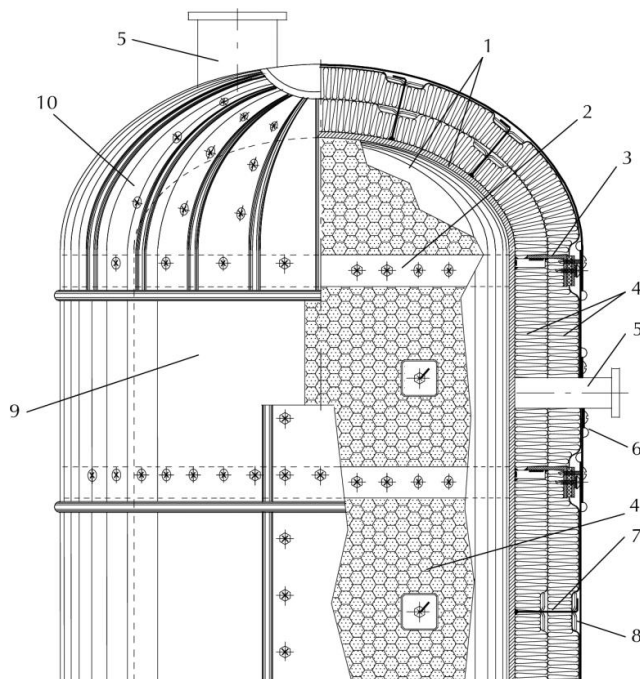


Figura J: Aislamiento de válvula por encapsulado.

1. Tubería.
 2. Lana de vidrio en media caña, cortadas en segmentos (hexágonos), según curvatura de la válvulas en una o varias capas.
 3. Chapa de aluminio de 0,6-0,8 mm remates en juntas longitudinales y transversales «bordonados».
 4. Chapa de aluminio de espesor 0,8 mm,
- Construcción elementos encapsulado.
5. Remate frontal de elementos «encapsulado», de chapa de aluminio de 0,8 mm.
 6. Junta de fieltro de lana, fijado con remaches.

6- AISLAMIENTO DE FONDO Y PARED

(MEDIA - ALTA TEMPERATURA)



ALZADO Y SECCION VERTICAL

1. Pared equipo.
2. Chapa de acero galvanizado, soporte de la chapa de revestimiento exterior.
3. Distanciador. Pletina en -L- de acero soldado a la pared del equipo.
4. Manta «Roclairne» tipo Spintex 322-G-70, 342-G-100 o 342-G-125.
5. Remate chapa aluminio, en tubuladora.
6. Remate chapa aluminio, en tubuladora.
7. Varilla de acero de diámetro 3 mm soldada a la pared del equipo, para fijación aislamiento.
8. Arandela de retención «cobreada».
9. Chapa de acero galvanizado de espesor 0,8 mm «bordonada».
10. Chapa de acero galvanizado «gajos» bordonada (protección fondo equipo).

“PRUEBAS HIDRÁULICAS ASISTEMAS DE TUBERÍAS Y EQUIPOS”

TEMARIO

- 1.- Introducción.
- 2.- Importancia de las pruebas Hidrostáticas.
- 3.- Normatividad
- 4.- Planteo de la Prueba Hidrostática.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente demanda de servicios en la Gerencia de Mantenimiento Integral, referente a la supervisión e implantación de métodos de pruebas de fuga surge la necesidad de impartir un taller de Pruebas Hidrostáticas a Sistemas de Tuberías con el objeto de actualizar técnicamente y dar soluciones en campo en una forma precisa y concisa a la problemática presentada.

2. IMPORTANCIA DE LAS PRUEBAS HIDROSTÁTICAS

Confirmar la integridad estructural y hermeticidad de los equipos y sistemas de tuberías que manejan hidrocarburos líquidos y gaseosos, y sustancias peligrosas, en instalaciones terrestres e instalaciones marinas incluyendo sus servicios auxiliares, con la finalidad de garantizar la confiabilidad de la instalación durante su operación normal.

3. NORMATIVIDAD

- ASME B31.3 “Process Piping”.
 - ASTM E 1003 – 95 Standard Test Method for Hydrostatic Leak Testing.
 - ASTM E 1316 – 05 Standard Terminology for Nondestructive Testing.
 - NRF-150-PEMEX-2005 Rev. 0 – Pruebas Hidrostáticas de Tuberías y Equipos.
 - NRF-035-PEMEX-2005 – Sistemas de tuberías en plantas Industriales- Instalación y Pruebas.
 - ISO 15156-2001 “Petroleum and natural gas industries”.
 - ANSI/ASME B16.48 “Steel line blanks”.
 - MSS SP-61. _ Hydrostatic Testing of Steel Valves “Pruebas Hidrostáticas de válvulas de acero). Abarca las válvulas de compuerta de cuña y de retención.
 - API 598- “Valve Inspection and Test”(inspección y pruebas de válvulas)
-

4. Planteo de la Prueba Hidrostática.

GENERALIDADES

- El objetivo de ésta especificación es proporcionar una base y guía para llevar a cabo las pruebas en campo de tuberías, equipos e instrumentos, a fin de asegurar su hermeticidad.
- Alcance de la especificación cubre los requisitos generales para las pruebas a tuberías y sistemas de instrumentos, posteriores a la erección, según se especifica en el ASME B31.3 Sec. 345.2. La tubería en sistemas de generación de vapor a fuego directo se probará de acuerdo con la última edición del Código ASME para calderas.
- Alcance prueba de recipientes a presión, cambiadores de calor u otro tipo de equipos, los cuales serán probados de acuerdo con los códigos y especificaciones bajo las cuales han sido diseñados y construidos. La prueba de tal equipo llevada a cabo conforme a los requisitos de esta especificación es incidental y aplica únicamente a sus conexiones de tubería.

PRESIONES DE PRUEBA

- La presión de prueba para cualquier sistema individual estará dentro de los límites máximo y mínimo indicados en limitaciones de presión. Cada uno de los circuitos de prueba se seleccionarán de tal manera que incluyan el máximo de tuberías y equipos que puedan ser probados a una misma presión.
- Si las condiciones máximas de operación de la tubería que conecta a un equipo son las mismas de éste, se probará simultáneamente a la presión hidrostática de prueba del equipo. Este procedimiento es permitido por la Sección 345.4.3 del Código ASME B31.3, aún cuando ésta presión de prueba sea menor que la mínima calculada para la tubería.
- La presión hidrostática mínima de prueba será 1 1/2 veces la presión de diseño. Si la temperatura de diseño es superior a la temperatura de prueba, la presión mínima de prueba se corregirá por temperatura.

Limitaciones de presión

$$1.5 P \leq P_p \leq S$$

Donde

P_p = Presión hidrostática mínima de prueba (kg/cm²)

P = Presión de diseño (kg/ cm²)

S_p =Esfuerzo permisible del material a la temperatura de prueba (kg/ cm²)

S = Esfuerzo permisible del material a la temperatura de diseño (kg/ cm²)

Limitaciones de presión

- La presión hidrostática máxima de prueba no será mayor que 1 1/2 veces la máxima presión permisible de trabajo. La presión hidrostática máxima de prueba de un sistema, estará limitada por la presión máxima de prueba del componente más débil de dicho sistema.

MEDIOS DE PRUEBA

- Líquidos Generalmente se usará agua limpia como medio para la prueba hidrostática de sistemas de tubería y de equipo. La temperatura del agua, durante la prueba será como mínimo de 4.5 °C. Puede ser calentada con vapor en caso de que la prueba se lleve a cabo en clima frío.
- La prueba hidrostática normalmente no se realizará cuando la temperatura ambiente sea menor de 0 °C. Se tendrá especial cuidado cuando la temperatura del metal sea inferior a 0 °C, a fin de evitar congelamientos, indicadores de nivel, etc.
- Cuando la temperatura ambiente sea inferior al punto de congelación del agua, puede agregarse a ésta, metanol o glicerol o bien sustituirla por algún otro líquido con el fin de eliminar la posibilidad de congelaciones.
- Cuando la temperatura de operación sea inferior al punto de congelación del agua o cuando el uso de ésta se considere inadecuado, puede utilizarse como medio de prueba gasóleo, querosina, metanol, etc.
- Por ningún motivo se usará agua salada para la prueba de la tubería de alimentación de agua a calderas, retorno de condensado y vapor en sistemas generadores del mismo o para la prueba de cualquier sistema construido con acero inoxidable austenítico

PROCEDIMIENTOS Y LIMITACIONES

Limpieza

- Todos los sistemas de tubería se limpiarán antes de la prueba, haciendo pasar agua o aire a presión, con el fin de eliminar tierra, rebabas o materias extrañas. Todas las válvulas de control se desmontarán durante el lavado.

Preparativos para la prueba

- Todos los sistemas que se prueben hidrostáticamente, se les purgará el aire utilizando los venteos de los puntos altos antes de aplicar la presión de prueba.
 - La tubería instalada con resortes o contrapesos se soportará temporalmente en los puntos donde el peso del fluido de prueba pudiera sobrecargar los soportes.
-



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad
Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIAELECTROMECHANICA**

PROYECTO FINAL DE CARRERA

(P F C)

Mejora de la eficiencia energética de una maquina corrugadora

Análisis de viabilidad económica

Proyecto N°: 1308B

Autores: Gonzalez, Pedro

Laxague, Gaston

Peralta, Sebastián

AÑO 2014

Ing. Pereira 676 –C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina
Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: frcu@frcu.utn.edu.ar

Índice

Análisis de viabilidad económica	1
Análisis de viabilidad económica	3
1- Proyecto de inversión (conceptualización)	3
1.1.1- Proyecto (del latín proiectus).....	3
1.1.2- Una inversión	3
1.1.3- Un proyecto de inversión.....	3
2- Métodos financieros de valoración de inversiones	4
2.1- Calcificación	4
2.1.1- Retorno sobre la inversión (ROI)	4
2.1.2- VAN y TIR	4
3- El proyecto de inversión estudiado:	5
4- Viabilidad económica del proyecto.....	7
4.1- Calculo de Del el valor actual neto (VAN).....	8
4.2- Calculo de la tasa interna de retorno (TIR).....	8
4.3- Calculo tasa contable o retorno sobre inversiones (ROI)	9

Análisis de viabilidad económica

1- Proyecto de inversión (conceptualización)

1.1.1- Proyecto (del latín proiectus)

Es un conjunto de actividades coordinadas e interrelacionadas que intentan cumplir con un fin específico. Por lo general, se establece un período de tiempo y un presupuesto para el cumplimiento de dicho fin, por lo que se trata de un concepto muy similar a plan o programa.

1.1.2- Una inversión

Es la colocación de capital para obtener una ganancia futura. Esto quiere decir que, al invertir, se resigna un beneficio inmediato por uno improbable.

1.1.3- Un proyecto de inversión

Por lo tanto, es una propuesta de acción que, a partir de la utilización de los recursos disponibles, considera posible obtener ganancias. Estos beneficios, que no son seguros, pueden ser conseguidos a corto, mediano o largo plazo.

Todo proyecto de inversión incluye la recolección y la evaluación de los factores que influyen de manera directa o indirecta en la oferta y demanda de un producto o ahorro de capital. Esto se denomina **estudio de mercado** y determina a qué segmento del mercado se enfocará el proyecto.

El proyecto de inversión, en definitiva, es un plan al que se le asigna capital e insumos materiales, humanos y técnicos. Su objetivo es generar un rendimiento económico a un determinado plazo. Para esto, será necesario **inmovilizar recursos a largo plazo**.

Las etapas del proyecto de inversión implican la identificación de una idea, un estudio de mercado, la decisión de invertir, la administración de la inversión y la evaluación de los resultados. El proyecto en sí suele ser **evaluado** por distintos especialistas.

2- Métodos financieros de valoración de inversiones

2.1- Calcificación



2.1.1- Retorno sobre la inversión (ROI)

El índice de retorno sobre la inversión (ROI por sus siglas en inglés) es un indicador financiero que nos permite medir la rentabilidad de un proyecto, es decir, la relación que existe entre las utilidades proyectadas y la inversión.

La fórmula del ROI es:

$$\text{ROI} = (\text{Utilidades} / \text{Inversión}) \times 100$$

Si el ROI es positivo el proyecto es rentable (mientras mayor sea el ROI un mayor porcentaje del capital se va a recuperar), pero si es menor o igual que cero el proyecto no es rentable pues en caso de ponerse en marcha se perdería dinero invertido.

2.1.2- VAN y TIR

El VAN y el TIR son otros indicadores financieros que permiten evaluar la rentabilidad de un proyecto, pero que a diferencia del indicador anterior, toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

El valor actual neto (VAN) mide la ganancia que tendrá un proyecto al descontar el monto de la inversión al valor actual del total del flujo de caja proyectado.

La fórmula del VAN es:

$VAN = BNA - Inversión$

Donde el beneficio neto actualizado (BNA) es el valor actual del total del flujo de caja proyectado, el cual ha sido actualizado a través de una tasa de descuento (tasa de oportunidad, de rendimiento o de rentabilidad mínima esperada).

- ✓ Si el VAN es mayor que cero el proyecto es rentable pues se estará cumpliendo con la tasa esperada y además se obtendrá una ganancia adicional.
- ✓ Si es igual a cero el proyecto también es rentable pues se estará cumpliendo con la tasa esperada.
- ✓ Si es menor que cero el proyecto no es rentable pues no se estará cumpliendo con la tasa esperada y además se estará perdiendo dinero invertido.

Mientras que la tasa interna de retorno (TIR) es la máxima tasa de descuento que puede tener un proyecto para ser considerado rentable.

Para hallar la TIR se debe encontrar la tasa que permita que el BNA sea igual que la inversión (VAN igual a cero).

- ✓ Una tasa mayor a la TIR significaría que el proyecto no sería rentable pues el BNA sería menor que la inversión (mientras mayor sea la tasa menor sería el BNA con respecto a la inversión).
- ✓ Una tasa menor que la TIR significaría que el proyecto sería aún más rentable (mientras menor sea la tasa mayor sería el BNA con respecto a la inversión).

3- El proyecto de inversión estudiado:

Pamer, como empresa líder en el mercado del Cartón Corrugado, y en constante búsqueda de optimizar sus procesos, hace énfasis en el ahorro energético.

El vapor, representa aproximadamente el 6 % del costo total de producción en la máquina corrugadora y debido a esto, resulta imperioso orientar los esfuerzos permanentes a hacer eficiente el uso energético del recurso en este proceso productivo particular del cartón corrugado.

En este campo se han identificados varios puntos de mejora en su proceso vapor y el sistema de recuperación de condensados; posterior ser impulsado de retorno a caldera. Y por otro lado, un insuficiente caudal de vapor en determinada parte del proceso se requiere de vapor húmedo a baja presión, facilitado por 2 tanques flash dispuestos a la salida de la zona húmeda del cartón

(mesa de secado). Debido a esto, la línea de vapor a baja presión se encuentra alimentada por la línea de 14 bar a través de una reguladora de presión que se encuentra ajustada en 2.5 bar.

Las mejoras en el sistema de vapor de la máquina corrugadora no sólo están destinadas a proporcionar una disminución en el costo operativo de la misma, sino también a mejorar el proceso; por la adición de calor al cartón, la calidad de los papeles y la cantidad de adhesivo aplicado, siendo estos tres factores determinantes en la calidad de las planchas a la salida de la corrugadora.

Como resultante de la auditoría llevada a cabo en el sistema de vapor de la máquina corrugadora, se identificaron diversos puntos de baja eficiencia, los cuales se mencionan en los siguientes párrafos.

En primer lugar: se detectó una pérdida de calor importante en el tanque recolector de condensado (TQ1), en el cual se convierte el 18% del condensado en vapor flash por la despresurización de 14 bar a presión atmosférica (el tanque se encuentra abierto a la atmósfera) con la consiguiente pérdida de energía y por ende el aumento del costo en la generación de vapor.

También pudo observarse que en **los cabezales corrugadores se entrega calor en mayor proporción del necesario** para el correcto funcionamiento del mismo; esto, además de consumir mayor cantidad de vapor también es el factor de producir cartón de menor calidad.

Otra de las deficiencias encontradas es, que la planta cuenta con **solo dos tanques flash de revaporizado**, los cuales no alcanzan a satisfacer el caudal necesario de vapor a baja presión. Por esta causa, se ha instalado una válvula reductora de presión para alimentar la línea de vapor a baja presión, causando que los tanques flash permanezcan bloqueados la mayoría del tiempo lo que impide que cumplan con su propósito.

Otro de los puntos causales de la pérdida de energía, se encuentra en la **distribución del vapor y retorno de condensado**. Estas pérdidas de energía se originan debido al mal estado y en algunos casos la ausencia total de aislación térmica; tal es el caso de la línea de retorno de condensado, la cual se encuentra sin aislación

Para el aumento eficiencia energética de la planta se realizaran las siguientes obras.

- ✓ Generación de vapor flash autosostenible para atender los requerimientos de vapor a baja presión. Se incorporarán tres tanques flash para aumentar la capacidad de generación de vapor flash en un 550%.
- ✓ Utilización del revaporizado en tanque abierto (tanque T1) para precalentar el agua de alimentación de la unidad generadora de vapor.
- ✓ Automatización de la alimentación de vapor en cabezales corrugadores para lograr una disminución del 18% en el consumo de vapor de los mismos.
- ✓ Diseño de la lógica de control mediante *plc* que llevará a cabo el control de temperatura y nivel del tanque de agua de la UGV, como también el control de la presión y nivel en el tanque T1.
- ✓ Aislación térmica del sistema, estimada en un 90%.

4- Viabilidad económica del proyecto.

Se presenta a continuación el costo de los materiales, la mano de obra en horas hombre, que llevara hacer esta inversión.

	Costos Materiales
Materiales	34.000 UDS
Mano de Obra HH	58.000 UDS
Inversión Total de la obra	92.000 UDS

Datos cedidos por la empresa PAMER de los consumos de vapor y valores de ahorro de los mismos.

Total de ahorro	30868,32 USD
------------------------	---------------------

La obra se va a realizar en 4 meses, los flujo de caja van a ser un 30% de anticipo y el proyecto se evaluara en 5 años.

4.1- Calculo de Del el valor actual neto (VAN)

Criterio de aceptación del proyecto de inversión: $van \geq 0$

Para este cálculo se calculo la tasa de rendimiento requerido (trr) fue 3 punto % mayor a una tasa de plazo fijo anual que ronda en el 25%, ya que al proyecto se le exige un mayor rendimiento para ser llevado adelante, y de no cumplir con dicho rendimiento seria más rentable colocar el dinero de la inversión en un plazo fijo tradicional en pesos.

(TRR)=	27
FLUJOS (F)	5
I. INICIAL=	92000
AHORRO=	30868,32 USD

		F0	F1	F2	F3	F4	F5
VAN=	I. INICIAL	-27.600,00 USD	-64.400,00 USD				
	AHORRO		15.434,16 USD	30.868,32 USD	30.868,32 USD	30.868,32 USD	240772,8967,8
	FLUJO		-289.113,55 USD	-289.113,55 USD	-289.113,55 USD	-289.113,55 USD	-289.113,55 USD
	TRR		0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
	ACTUALIZACION		1,27	1,27 ²	1,27 ³	1,27 ⁴	1,27 ⁵
	FLUJO ACTUAL	-27.600,00 USD	-227.648,46 USD	149.279,49 USD	117.542,90 USD	92.553,47 USD	72.876,75 USD

VAN =	177.004,15
--------------	-------------------

El flujo de ahorro F0 es menor al resto de los flujos porque se considera que el ahorro comenzó después de puesto en marcha el proyecto que es a mitad del 1 año.

Por los tanto el proyecto de inversión es aceptado ya que arroja un VAN positivo es decir, puede soportar el rendimiento exigido para el mismo.

4.2- Calculo de la tasa interna de retorno (TIR)

La tasa TIR es la tasa de mayor rendimiento que se le puede exigir al proyecto de inversión

Criterio de aceptación $van = 0$

		F0	F1	F2	F3	F4	F5
0 =	I. INICIAL	-27600	-64400				
	AHORRO		15434,16	30868,32	30868,32	30868,32	30868,32
	FLUJO	-27600	-6277,671795	30868,32	30868,32	30868,32	30868,32

TIR=	52%
------	-----

El proyecto puede soportar un rendimiento del 52% como máximo, la exigencia de un rendimiento mayor haría que se desestime el proyecto de inversión.

4.3- Calculo tasa contable o retorno sobre inversiones (ROI)

I INICIAL	92.000,00 USD				
FLUJOS	15.434,16 USD	30.868,32 USD	30.868,32 USD	30.868,32 USD	30.868,32 USD

ROI=	\sum FLUJOS	138.907,44 USD
	I. INICIAL	92.000,00 USD

ROI=	1,509863478
------	-------------

Conclusión: el proyecto es rentable ya que arroja un ROI positivo y al ser una inversión de bajo riesgo es aceptable utilizar como criterio de aceptación del proyecto este modelo.

Anexo II. Proyecto final de carrera.

Título de PFC:

Mejora de la eficiencia energética de una maquina corrugadora

Tipo de PFC:

Ingeniería y diseño.

Planteo del problema:

La empresa Pamer S.A, la cual se dedica a la fabricación de envases de cartón corrugado utiliza en su proceso vapor a 14 bar. Luego del proceso el condensado es dirigido hasta un tanque abierto (T1) a la atmósfera ubicado fuera de la nave principal, para posteriormente ser impulsado hacia la caldera.

En una parte del proceso se requiere de vapor húmedo a baja presión, el cual es facilitado por 2 tanques flash dispuesto a la salida de la zona húmeda del cartón (mesa de secado). El caudal de vapor que proveen los tanques flash es insuficiente, debido a esto, la línea de vapor a baja presión se encuentra alimentada por la línea de 14 bar a través de una reguladora de presión que se encuentra seteada a 2.5 bar. Esto provoca que la mayor parte del tiempo esta sección sea alimentada por la línea de 14 bar, esto ocurre porque al ser menor la presión en los tanques flash, la válvula antirretorno de los mismos permanece bloqueada.

Objetivos:

Hacer un replanteo del sistema de vapor de la máquina corrugadora para aumentar su eficiencia energética. Este replanteo involucra:

- Generación de vapor flash autosostenible para atender los requerimientos de vapor a baja presión. Se incorporarán tres tanques flash.
- Utilización del revaporizado en tanque abierto (tanque T1) para precalentar el agua de alimentación de la unidad generadora de vapor.
- Automatización de la alimentación de vapor en cabezales corrugadores.

- Diseño de la lógica de control mediante plc que llevará a cabo el control de temperatura y nivel del tanque de agua de la UGV, como también el control de la presión y nivel en el tanque T1.

Marco teórico de referencia y estado del arte:

Cada planta de cartón corrugado difiere de las demás debido a sus requerimientos energéticos, tipo de producción, velocidades de producción, etc; debido a esto no existe una solución única para el sistema de vapor de la máquina corrugadora sino que más bien existe una solución particular para cada planta.

Para producir cartón de alta calidad y mantener bajos los costos de producción, es esencial que la corrugadora funcione a su velocidad de mayor rendimiento, y utilice el calor disponible en el vapor de la forma más eficiente.

Para conseguirlo, es necesario considerar el diseño y funcionamiento del sistema completo de vapor y condensado, teniendo en cuenta el tipo de corrugadora, su velocidad y los diferentes tipos de cartón que se producen. Deben también tenerse en cuenta los futuros planes de expansión así como los planes de mejora de las máquinas existentes.

Alcances:

- Diseño y cálculo de cuatros tanques flash utilizando el código ASME.
- Diseño y cálculo de una nueva línea de vapor y condensado.
- Cálculo de aislación de línea de vapor.
- Comprobación de todas las trampas de vapor para las nuevas condiciones de trabajo (aumento de la presión de descarga)
- Medición de espesor del tanque T1 y cálculo de presión admisible.
- Diseño de lógica de control utilizando plc existente para controlar niveles, temperatura y presión de los distintos tanques.
- Cálculo del ahorro de vapor (el agua de alimentación de la caldera se precalienta utilizando vapor de la misma caldera).
- Diseño y lógica del lazo de control para la automatización de temperatura en cabezales corrugadores.
- Diseños de tableros eléctricos.
- Análisis de viabilidad económica. TIR

No contempla:

- Diseño y cálculo de línea de vapor de 14 bar.
- Estudio de la mejora en la eficiencia en la unidad generadora de vapor.
- Cálculo mecánico de ménsula soportes para línea de vapor.
- Cálculo y selección de conductores aguas arriba y aguas abajo de tableros eléctricos.

Metodología general:

- Realizar una auditoría de la instalación de vapor existente, relevando los distintos parámetros de la instalación.
- Replanteo del sistema de vapor.
- Diseño y cálculos de los distintos componentes del nuevo sistema.
- Confección de planos mecánicos y eléctricos.
- Estudio de costos y amortización.

Impacto:

- Mejora en productividad y eficiencia energética de máquina corrugadora.
- Disminución en el costos de producción de cartón corrugado.
- Reducción del impacto ambiental.
- Reducción de consumo de combustible.

Tutor Propuesto

Ing. Mauro Moscatelli

.....

Alumno: Peralta Sebastián

.....

Profesor: Ing. Gustavo Puente

.....

Tutor: Ing. Mauro Moscatelli