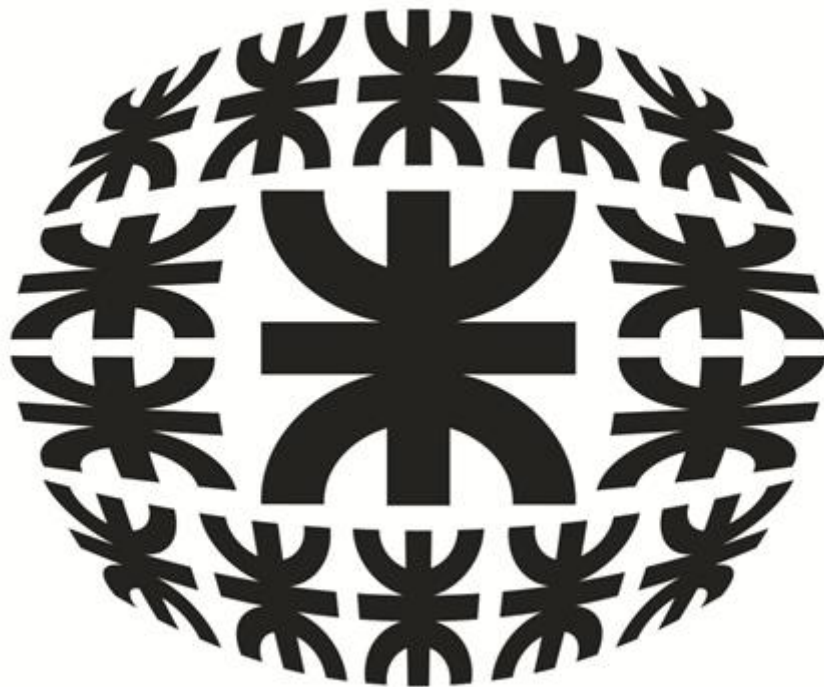


Proyecto Final



Mejoras en el circuito de distribución de vapor.

Contenido

Resumen	1
Introducción	2
Importancia del vapor en la industria.....	2
Producción y distribución de vapor.	2
Mantenimiento en calderas e instalaciones de vapor.....	4
Descripción de la organización	6
Servicios.....	6
Equipamientos e instalaciones presentes en la organización	7
Recursos humanos y su relación con el Mantenimiento de las instalaciones	8
Descripción de la caldera y sus accesorios.....	9
Diagnóstico del sector y planteo del problema	11
Reparaciones e instalaciones improvisadas:	11
Cañerías obsoletas y fugas de vapor a causa de cañerías en mal estado:	12
Ubicación e instalación del sacador de embutidos y chacinados:	13
Recuperación de condensado.....	14
Objetivos	15
Objetivos generales.....	15
Objetivos concretos.....	15
Plan de mejora.....	16
Primer propuesta	17
Segunda propuesta	19
Ejecución de las mejoras	21
Primer propuesta	21
Herramientas disponibles y necesarias para realizar la primera propuesta.....	22
Segunda propuesta	23
Herramientas disponibles y necesarias para realizar la segunda propuesta.....	24
Calculo de costos.....	25

Calculo de costos de la primera propuesta.....	26
Calculo de costos de segunda propuesta.....	29
Conclusión.....	32
Bibliografía consultada	33
Anexo I: Dimensionado y características de la red distribución de vapor	34
Dimensionado y obtención de datos.	34
Características de la red de distribución de vapor.	36
Anexo II: Instalación de los soportes horizontales.	38
Anexo III: Instalación del soporte vertical y conexión del secador de chacinados.....	39
Anexo IV: Eliminación de condensado.....	41
Dimensionamiento del bolsillo al final de la línea.....	41
Selección de la trampa de vapor	42
Accesorios del set de trampeo del final de línea.....	45
Accesorios del set de trampeo al final de los equipos	46
Anexo V: Tubería recolectora de condensado.	47
Dimensionamiento y cálculo de la tubería recolectora de condensado.	47
Descripción de la tubería recolectora.....	49

Resumen

Durante el transcurso de la pasantía realizada en la planta piloto de la Facultad de ciencias de la alimentación, se prestó una importante atención a los equipos e instalaciones allí presentes. Estos elementos tienen la finalidad de ser utilizados para las diversas prácticas que realizan allí los estudiantes de ingeniería en alimentos, para que de dicha manera puedan ser formados profesionalmente. Debido a esto se ha prestado una mayor atención al funcionamiento y mantenimiento de la caldera, siendo esta fundamental para el funcionamiento de diversos equipos que dependen de la energía del vapor. Cabe destacar que la caldera perteneciente a dichas instalaciones, no solo es importante por su uso, sino que su importancia también radica en la peligrosidad que puede llegar a desencadenar sin un adecuado manejo y mantenimiento por parte de los encargados de dicho sector. Teniendo en cuenta todo lo anterior comentado, en conjunto con el conocimiento de la presencia de fallas en las tuberías de vapor, las cuales van desde fugas, hasta incluso cañerías obsoletas.

Siendo conocidas todas estas fallas presentes en dicha instalación, las cuales atentan tanto a la seguridad como también a la productividad, es oportuno proponer por medio de este proyecto, realizar una prueba hidráulica con el fin de determinar un reemplazo total o un reacondicionamiento de las tuberías de vapor y anexar un sistema recolector de condensado.

Introducción

Importancia del vapor en la industria.

El vapor de agua es un servicio muy común en la industria, el cual se utiliza para proporcionar energía térmica a los procesos de transformación de materiales a productos, por lo que la eficiencia del sistema para generarlo, la distribución adecuada y el control de su consumo, tendrán un gran impacto en la eficiencia total de la planta. Esta situación se refleja en los costos de producción del vapor y, en la consecuencia, en la competitividad y sustentabilidad de la planta.

La producción de vapor conlleva el uso de una gran cantidad de energía, dicha energía es transportada en el vapor y puede ser transferida a gran velocidad cuando el vapor entra en contacto con una superficie más fría. Esta cualidad de ser un conductor muy eficiente de energía térmica es lo que otorga al vapor de la importancia que posee, junto con la versatilidad que puede adoptar y también teniendo en cuenta que es completamente estéril.



Figura 1: El vapor es muy usado en la industria.

Producción y distribución de vapor.

El vapor, como ya mencionamos, es utilizado en procesos de diferentes tipos, pudiendo satisfacer las demandas más exigentes de la industria.

Este es originado dentro de una caldera, el cual es el elemento principal y el más importante en un circuito de vapor. Una caldera es básicamente un recipiente hermético que trabaja a presiones superiores a la atmosférica y el cual hace uso del calor generado en un hogar para generar vapor en su interior.

Las calderas pueden funcionar con diversos combustibles y pueden variar de manera muy diversa sus dimensiones. Las calderas pueden tener la finalidad de producir vapor sobre calentado usado para generar potencia o bien pueden ofrecer vapor saturado muy usado para calefacción y procesos.

Las calderas pueden clasificarse de manera muy general en:

- **Humotubulares:** En este tipo de caldera los gases producto de la combustión circulan por el interior de los caños, estando estos en contacto íntimo con el agua por su parte exterior. La velocidad del agua en el interior de estas calderas es muy baja, lo que no favorece la transmisión de calor. Cualquier falla en este tipo de calderas puede ocasionar una explosión por efecto Flash.

Son calderas para presiones máximas de 20 bar, y consumos de hasta 30 Tn/hs. Entre las ventajas que podemos destacar de este tipo de calderas podemos nombrar el fácil mantenimiento que poseen, y lo económicas que pueden resultar.

Generalmente son utilizadas para fines marítimos o estacionarios.

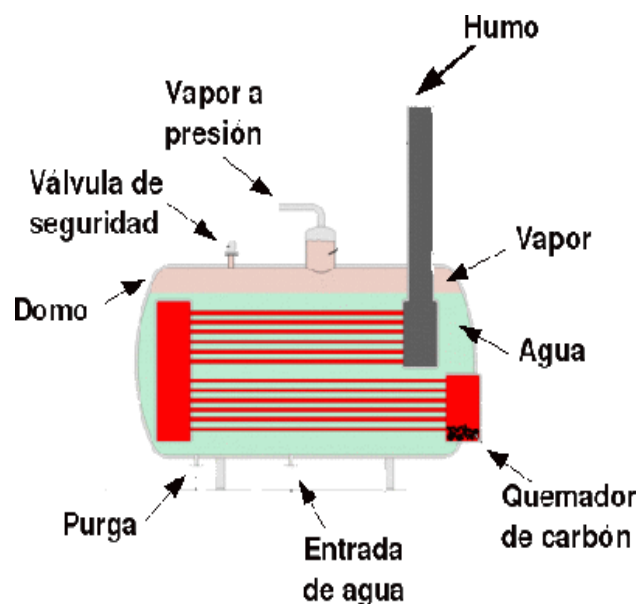


Figura 2: caldera humotubular.

- **Acuotubulares:** Entre las características de este tipo de calderas podemos nombrar que los gases producto de la combustión circular por fuera de los caños y el agua por su interior. Este tipo de calderas pueden lograr mayores presiones y temperaturas. Se pueden lograr presiones incluso de 170 kg/cm². Tienen una puesta en marcha más rápida, pero requiere un mayor control sobre el agua de alimentación, ya que si no se alimenta con agua que se encuentre en condiciones óptimas, puede ocasionar incrustaciones en el interior de los caños.

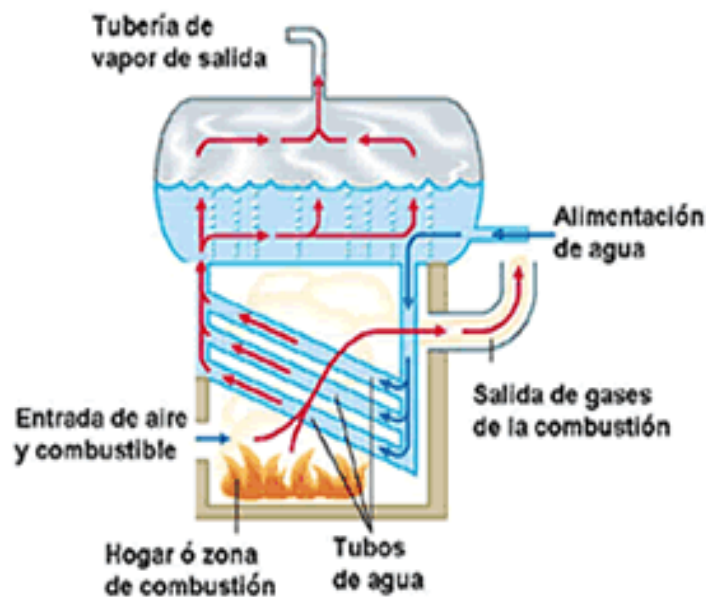


Figura 3: Caldera acuotubular.

En cuanto a la distribución del vapor se realiza mediante el uso de cañerías las cuales forman una red de distribución, las cuales se conectan a la caldera. Las cañerías de vapor para mantener un adecuado funcionamiento, seguridad, y control hacen uso de diversos accesorios los cuales van instalados en el trayecto del circuito de vapor.

Mantenimiento en calderas e instalaciones de vapor.

El mantenimiento de las instalaciones de vapor y caldera son importante, la caldera es muy importante dentro de muchos procesos, pero parte de esta importancia también radica en la peligrosidad que puede llegar a desencadenar una instalación en condiciones que no

sean las adecuadas o una caldera mal atendida y descuidada, esto es así porque la caldera trabaja con presiones superiores a la atmosférica y a altas temperaturas. Por otro lado una instalación que no esté en condiciones óptimas, además de ser peligrosa también es una gran generadora de pérdidas que pueden ir desde un bajo rendimientos hasta fallas que dejen sin funcionar toda la instalación. Por tal motivo es importante un adecuado mantenimiento del sistema encargado de la generación y distribución de vapor, ya que con ello se evitan muchos inconvenientes y logramos un mejor uso de este recurso, con las ventajas que ello trae.

Además de tener presente el estado de la caldera y sus cañerías, también tenemos que considerar que el estado del agua de alimentación es muy importante, ya que es clave poseer agua con condiciones adecuadas, para evitar la formación de incrustaciones. Si no tenemos a disposición agua adecuada para alimentar la caldera, poco nos servirá poseer una instalación en buenas condiciones, ya que estas se deterioran de una manera mucho más veloz, a causa de múltiples inconvenientes que se presentaran debido al agua dura.

Teniendo en cuenta lo anterior nombrados llegamos a la conclusión que es importante poseer instalaciones en condiciones óptimas y combinar esto con un adecuado mantenimiento para de esta manera evitar situaciones indeseadas.

Descripción de la organización

La Planta Piloto se encuentra dentro del predio de la Facultad de Ciencias de la Alimentación UNER, situada en Av. Monseñor Tavella 1450 de la Ciudad de Concordia, Entre Ríos. Es una planta cuyas dimensiones son reducidas y sirve para un propósito netamente pedagógico con el fin de enriquecer a los profesionales que se forman en dicha Facultad. Para tal cometido se simulan procesos tecnológicos de elaboración, que luego podrán ser empleados a escala industrial. Para ello se debe lograr durante el proceso de simulación, la construcción de determinadas condiciones las cuales los caracterizan, estas condiciones pueden ser de naturaleza física y química. La Planta Piloto posee una superficie de 1000m², contando con equipos suficientes y las instalaciones necesarias para que los alumnos puedan desempeñar prácticas profesionales e investigaciones en el campo de la elaboración de alimentos, para de esa manera adquirir fuertes conocimientos en cuanto a la optimización de procesos, y desarrollen conocimientos técnicos e ingenieriles los cuales se serán de gran ayuda en su desempeño laboral.

Servicios

Entre los servicios que se destacan en esta organización, podemos destacar los diversos estudios que se realizan a productos. Las incumbencias que abarcan son la caracterización de la calidad de productos, la influencia de las condiciones de proceso sobre la calidad de dicho producto, también se puede destacar el desarrollo de nuevos productos y sus estudios correspondientes en cuanto se refiere a su aceptación en el mercado. Otro de los servicios importantes que se trabajan en estas instalaciones es el estudio de las materias primas, evaluando la aptitud a la industrialización de diversas materias primas.

Por ultimo pero no menos importante, es necesario aclarar que otro servicio fundamental que ofrece esta organización es el estudio de las tecnologías e ingeniería de procesos, con el fin de determinar las condiciones más adecuadas de proceso, desde el punto de vista económico y de calidad de productos. También se tiene en cuenta el estudio de nuevas alternativas de equipo de proceso y el desarrollo de nuevas tecnologías e ingenierías que puedan sernos útiles a la hora de desarrollar nuestro proceso.



Figura 4: Alumnos haciendo prácticas profesionalizantes.

Equipamientos e instalaciones presentes en la organización

La Facultad de ciencias de la alimentación cuenta dentro de su predio con una estructura de 707,75 m² (presentando 40 m de largo y 17 m ancho más 22,75 m² de sala de máquinas), además cuenta con laboratorios, un taller, depósitos de cámaras frigoríficas y depósitos de frío. La Planta piloto también cuenta con acceso a gas natural, utilizado como fuente principal de combustible a la hora de generar vapor y posee las instalaciones necesarias para transportar vapor dentro del complejo, distribuyéndolo a equipos que funcionan utilizando la energía térmica que este entrega.

Para lograr llevar a cabo las practicas además de contar los diversos laboratorios también cuenta con una variedad de distintos equipos.

Entre equipos se encuentran los siguientes:

- Caldera Acuotubular Vertical Marca Eclipse
- Equipo de Evaporación de simple efecto Marca Spaq-fe
- Equipo de secado Spray Marca Spaq-fe
- Paila Dulcera Marca Imai
- Molino Coloidal a Conos Estriados
- Molino Multiprocesador
- Cutter
- Horno de cocción y Ahumado de Fiambres Marca Lava Flux
- Extractor de Jugos Marca FMC
- Cámara Frigorífica Modular Desmontable
- Maquina Envasadora en Vacío y en atmosfera Modificada Marca Multivac
- Abrochadora Neumática
- Maquina Mezcladora a Paletas Para Chacinados



Figura 5: Paila y evaporador de jugo.

Recursos humanos y su relación con el Mantenimiento de las instalaciones

La planta piloto cuenta con un número reducido de personal el cual está sujeto a las necesidades y tareas a encomendar dependiendo de la complejidad de las mismas. Para esto cuenta normalmente con un jefe, un encargado de planta y un personal auxiliar.

Las tareas relacionadas con el mantenimiento del complejo donde reside la Planta Piloto son realizadas siguiendo políticas de mantenimiento correctivo y preventivo.

Resulta importante aclarar que el mantenimiento correctivo llevado a cabo es tanto planificado, como también no planificado.

Dichas tareas son ejecutadas por el encargado y el auxiliar los cuales se utilizan conocimientos técnicos propios de la electricidad, mecánica, y fontanería entre otros para dar una rápida solución a las situaciones propias del mantenimiento que hacen acto de presencia. Para ello se cuenta con un taller equipado correctamente herramientas que facilitan dar una sólida respuesta, teniendo en cuenta que se dispone también de material teórico e historiales de los equipos allí presentes. En caso de que deban realizarse tareas que requieran un mayor grado de complejidad, se cuenta con la opción de contratar especialistas para que puedan desarrollar las tareas, que el personal de planta no pueda concretar.

Descripción de la caldera y sus accesorios

Durante el desarrollo de este proyecto nos enfocaremos en la caldera y los componentes con la que esta cuenta, para llevar a cabo sus actividades del día a día. Por lo cual resulta importante remarcar las partes importantes de dicho equipo que intervienen en la producción de vapor. La planta piloto cuenta en sus inmediaciones con una caldera acuotubular, cuya marca es ECLIPSE ARGENTINA y su modelo ACV, siendo su año de fabricación 1987. Cuenta además con una capacidad de trabajo de 250kg/hs de producción de vapor, pudiendo trabajar con una presión máxima de 8kg/cm², aunque actualmente su presión de trabajo es de 2kg/cm² la cual es usada para la mayoría de los procesos a la que se la solicitan. Posee un rendimiento del 90% y su Temperatura es de 174,5°C a presión máxima.



Figura 6: Vista frontal de la caldera.

La caldera dispone de un quemador automático funcionando con Gas Natural de marca AUTOQUEM, siendo este controlado mediante un presostato el cual mantiene la salida de

vapor deseada, Además de esto posee un control de nivel automático a través de un Magnetrol el cual controla la bomba de alimentación.

También dispone de un manómetro y válvulas de seguridad del tipo pop o resorte.

La caldera está controlada mediante un tablero, el cual suministra energía a la bomba de alimentación, al quemador, y también dispone de una alarma para casos de emergencia.

Actualmente la caldera es alimentada mediante una bomba Motomech m. trifásico, de Cv 1,5, teniendo esta una frecuencia de 50hz, una velocidad de 2820 RPM, 220 Volts triángulo / 380 estrella, con un coseno de ϕ de 0.8 y AMP 4,8/2,7.

El agua de alimentación de la caldera es tratada con el fin de procurar la seguridad, el rendimiento y minimizar la aparición de futuras fallas. Para tal tarea se cuenta con una instalación adecuada para tratar dicha agua la cual cuenta con un intercambiador de resinas catiónicas, también cuenta con un filtro de carbono activado y un peachimetro. El agua tratada se almacena dentro de un pulmón de agua que se encuentra abierto en su extremo superior, y este cuenta con una capacidad de aproximadamente 215 litros.

El tratamiento del agua es fundamental, ya que esta juega un papel importante, pudiendo ser esta responsable de muchas fallas las cuales pueden evitarse con un adecuado tratamiento.



Figura 7: Equipo encargado del tratamiento del agua de la caldera.

Diagnóstico del sector y planteo del problema

Como hemos mencionado anteriormente la caldera posee la función de servir a las distintas prácticas llevadas a cabo por los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Alimentación UNER, con el fin de formarlos profesionalmente. Recalcando esto se puede decir que su uso no es constante, siendo este de aproximadamente de entre 2 a 3 veces en la semana durante periodos cortos que duran de 3 a 4 horas generalmente.

Durante el transcurso de las actividades desarrolladas en la planta piloto, se ha logrado detectar una serie de distintas fallas y acontecimientos indeseados con respecto a la caldera. Además cabe destacar que podría mejorarse en cierta medida algunos aspectos referentes a las instalaciones de transporte de vapor.

A continuación expondremos los siguientes problemas que se presentan y las cuestiones a mejorar con el fin de incrementar la seguridad y la eficiencia de dichas instalaciones, para de esa manera crear un ambiente laboral adecuado evitando todo tipo de inconvenientes y accidentes.

Reparaciones e instalaciones improvisadas:

El circuito de vapor posee en su recorrido reparaciones que son precarias, lo cual en ocasiones produce problemas como lo son fugas e inundaciones. Además de esto cuenta con instalaciones necesarias, pero que son improvisadas de manera tal que son propensas a causar fallas, con lo cual disminuye la seguridad y causa paradas no programadas.



Figura 8: Instalación improvisada.

Cañerías obsoletas y fugas de vapor a causa de cañerías en mal estado:

Otro inconveniente es la presencia de cañerías obsoletas presentes en la instalación. Estas cañerías en muchas ocasiones están cerradas al paso del vapor mediante una válvula, encontrándose en un estado precario y sin cumplir ninguna función.

El otro problema también es que las cañerías que se encargan de alimentar los equipos en muchos casos presentan fugas y no se encuentran en óptimas condiciones, ya que también presentan oxido.



Figura 9: cañería obsoleta.



Figura 10: cañería en mal estado.

Ubicación e instalación del sacador de embutidos y chacinados:

Actualmente se ha estado utilizando un equipo que tiene la función de secar embutidos y chacinados y que es usado en las prácticas de los estudiantes de Ingeniería en alimentos. El inconveniente radica es que este equipo está mal ubicado y su instalación es de manera provisoria. También presenta conexiones que son improvisadas con materiales que se encuentran en la planta piloto.

La instalación de este equipo en si podría ser considerada un inconveniente ya que las conexiones que presenta no son las adecuadas, el lugar tampoco es el indicado para su instalación por lo cual resulta conveniente ubicarlo correctamente, ya que es un equipo que utilizan actualmente con regularidad.

Otra de las razones es que a futuro planean seguir incluyendo este equipo en las practicas por lo cual es otra razón que tenemos en cuenta a la hora de tomar su instalación provisoria como un problema.



Figura 11: Vista frontal de secador de Chacinados, sin instalar.



Figura 12: Equipo instalado de manera provisoria.

Recuperación de condensado.

La instalación de vapor actualmente no recupera el condensado producido luego de realizar procesos con los equipos, con lo cual se pierde agua de muy buena calidad y con una considerable temperatura. Esto puede ser visto como un recurso valioso y no aprovechado en el proceso, por lo cual resulta conveniente darle una solución concreta para su reutilización. Actualmente la producción de condensado no posee un medio adecuado para ser eliminado y tampoco se reutiliza de ninguna manera.

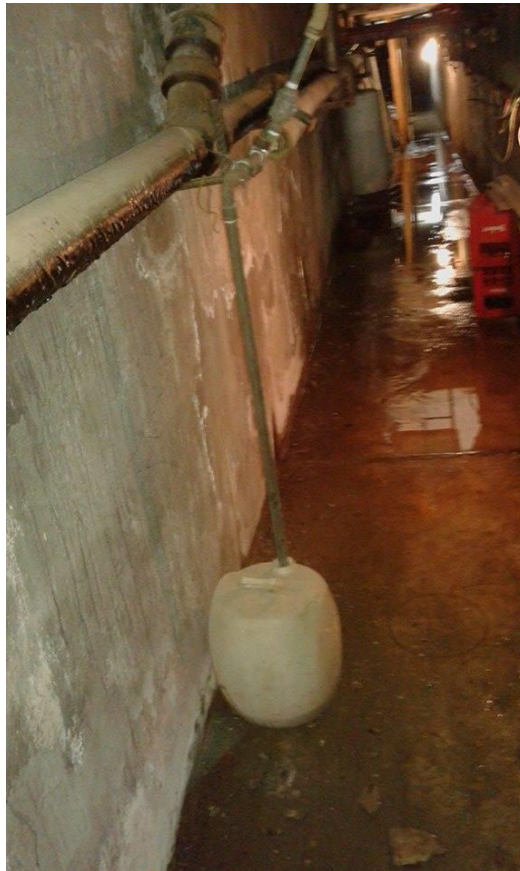


Figura 13: Condensado acumulado en un bidón.

Objetivos

De acuerdo a las fallas presentes en la instalación, es oportuno proponer mediante este proyecto los siguientes objetivos.

Objetivos generales

- Aumentar la eficiencia, disponibilidad y confiabilidad del sistema, reduciendo fallas no programadas
- Evitar riesgos de accidentes, creando un ambiente laboral seguro.
- Recuperar el condensado producido para ahorrar combustible.

Objetivos concretos

- Realizar una prueba hidráulica con el fin de determinar la reparación o el reemplazo total de las cañerías actuales.
- Eliminar cañerías obsoletas.
- Instalar de forma definitiva el equipo secador de embutidos.
- Anexar una tubería recolectora de condensado.

Plan de mejora

De acuerdo a la situación actual y gracias a todos los datos recopilados sobre la instalación, pasaremos a proponer el plan de mejora, el cual consiste en primera instancia en realizar una prueba hidráulica a una presión 1.5 veces la presión de trabajo del sistema, con el fin de determinar dos propuestas.

La realización de este análisis sobre el estado de las cañerías nos ayudara a determinar si es preciso realizar solo una reparación y limpieza profunda en las cañerías de vapor, o determinara si es necesario un reemplazo total de las cañerías actuales.

Una vez seleccionada cualquiera de las dos propuestas, pasaremos a instalar el equipo secador de chacinados, anexando otro tramo a la red de vapor y también colocaremos un set de trampeo de vapor, al final de la tubería principal, el cual desembocara en una tubería recolectora de condensado, encargada de recolectar el condensado de todos los equipos alimentados a vapor. Además de esto también eliminaremos las cañerías obsoletas.

Con esto podremos solucionar problemas como las fugas de vapor e instalaremos de forma definitiva el secador de chacinados, también recolectaremos el condensado formado, produciendo un ahorro energético, además crearemos un ambiente seguro de trabajo y aumentaremos la eficiencia de la instalación.

A continuación iremos a explicar las dos propuestas para dar solución a los problemas anteriormente desarrollados.

Primer propuesta

La primera propuesta consiste en el reemplazo total de las cañerías de vapor, en el caso que las cañerías de no estén en buenas condiciones, una vez concluida la prueba hidráulica. Además de esto, anexaremos otro tramo de cañerías para la instalación definitiva del secador de chacinados y eliminaremos las cañerías obsoletas. Al final de la tubería principal instalaremos un set de trampeo de vapor para eliminar el condensado. Esta propuesta también presentara en su diseño, una tubería principal recolectora de condensado, en la cual drenaran la totalidad del condensado producido.

A continuación pasaremos a explicar la propuesta en forma aún más detallada en los siguientes ítems.

- La red de distribución de vapor, estará formada por tubos aptos para uso térmico trefilados en frío y fabricados de acero al carbono sin costura, para roscar y/o soldar con un diámetro nominal de 1 ½". La distancia total del recorrido de las cañerías será de 63 metros aproximadamente y se respetara el recorrido actual de la red de alimentación, pero será anexado un nuevo tramo de cañería. La cañería tendrá una gradiente de 1:100 (anexo 1). El Diámetro exterior será de 38.10 mm x 3.20 mm de espesor con tratamiento térmico final.
- Como soporte para dichas cañerías se utilizaran los perfiles que ya se encuentran empotrados en la pared, los cuales se utilizaban para las cañerías actuales y luego para anexar el tramo encargado de alimentar el equipo secador de chacinados, se colocaran dos perfiles perpendiculares a la cañería empotrados a la pared y que sirvan de sostén (anexo 2).
- Con el fin de facilitar tareas de mantenimiento, control, seguridad, montaje y desmontaje de dichas cañerías usaremos un total de 5 válvulas globo de 1 ½" y otro total de 3 válvulas esféricas de 1 ½". Dichas válvulas serán de marca Spirax Sarco, y serán roscadas en sus extremos. Se necesitaran además un total de 12 codos H-H y una cantidad de 5 Tés para lograr instalar dicha red de alimentación. Se utilizaran un total de 6 bridas de acero al carbono de 1 ½", con Schedule 40 del tipo Sip-on Para Soldar.

- El equipo secador de chacinados será reubicado y contara con su propio tramo de cañerías de alimentación, con esta manera será más confiable a la hora de usarlo. Para esto se requerirá colocar un soporte vertical para el tramo que alimentara el equipo. (Anexo 3)
- Al final de la línea de vapor estará instalado un set de trampeo de vapor para de esta manera eliminar el condensado que se produzca al final de la tubería y purgar el aire. Este dispondrá de una trampa de vapor del tipo termodinámica con un filtro incorporado, además contara con una válvula de retención, un purgador de aire termostático y contara con tres válvulas esféricas tricuerpo de acero al carbono. La cañería será de 3/4" diámetro nominal (anexo 4).
- Una vez montada las cañerías de distribución de vapor, estas serán aisladas de manera térmica con un aislante de fibra de vidrio y luego serán cubiertas con tuberías de chapa galvanizada para mayor protección. La dimensiones de las tuberías de chapa galvanizada serán de 3" lo que sería un diámetro de 76,2 mm, y la el aislante térmico de fibra de vidrio tendrá un diámetro de 38 mm y un espesor de 38,2 mm. Con lo cual tendrán un calce adecuado.
- La instalación también tendrá anexada una tubería recolectora de condensado, la cual drenaran los condensados de los equipos conectados y del final de la tubería principal de vapor. Esta tubería recolectora usara 5 ramales con unos diámetros nominales de 3/8", 1/2" y 3/4", los cuales drenaran en una tubería recolectora de 1 1/4" de acero al carbono aptas para uso térmico, trefilados en frío y fabricados sin costura, para roscar y/o soldar. El sistema tendrá un total de 73.5 metros de longitud de tuberías, y no será necesario utilizar aislación térmica para esta tubería, y estará sujeta a la pared de la fosa mediante el uso de soportes (anexo 5).
- Al final de los equipos dispondremos de un set de trampeo de vapor el cual drenara en la tubería recolectora de condensado. En total se hará uso de un total de 4 sets de trampeo, los cuales contaran con una trampa de vapor del tipo termodinámica con un filtro incorporado, con una válvula de retención y contara con dos válvulas esféricas tricuerpo de acero al carbono (anexo 4).

Segunda propuesta

La segunda propuesta se basa en el resultado positivo de la prueba hidráulica y consta de la reparación y limpieza de las tuberías de vapor actuales, además reemplazaremos la aislación térmica actual por otra en mejor estado. Con esta propuesta evitaremos el reemplazo total de las tuberías de vapor y nos limitaremos a la instalación definitiva del secador de chacinados, eliminar las cañerías obsoletas y anexar una tubería recolectora de condensado.

A continuación iremos a explicar de manera aún más detallada en que consiste esta mejora.

- Se evitara el reemplazo total de las cañerías de vapor, lo cual podría ser económicamente viable, pero será anexado un tramo nuevo de cañería para alimentar el equipo secador de chacinados. Se limpiaran de óxido las cañerías mediante el uso de cepillos de acero y se pintaran las cañerías con anti oxido. Para el nuevo tramo de cañerías se respetara la dimensión actual y serán de 1 ½”.
- El equipo secador de chacinados será reubicado y contara con su propio tramo de cañerías de alimentación, que tendrá un trayecto de 9,15 metros aproximadamente, con esta manera será más confiable a la hora de usarlo. Para esto se requerirá colocar un soporte vertical para el tramo que alimentara el equipo, el cual estará empotrado al suelo de la planta piloto (Anexo 3). Además de utilizar un soporte vertical, este nuevo tramo de tubería también hará uso de dos soportes perpendiculares a la cañería y estarán empotrados a la pared de la fosa, cumpliendo la función de servir de sostén (anexo 2). Este nuevo tramo de tubería dispondrá de 1 válvula globo de 1 ½” y 1 válvula esférica de 1 ½”. Dichas válvulas serán de marca Spirax Sarco, y serán roscadas en sus extremos, además necesitaran un total de 2 codos H-H y una cantidad de 2 Tés para realizar las conexiones.
- Al final de la tubería principal de vapor estará instalado un set de trapeo de vapor para de esta manera eliminar el condensado que se produzca al final de la tubería y purgar el aire. Este dispondrá de una trampa de vapor del tipo termodinámica, además contara con una válvula de retención, un purgador de aire termostático y además contara con tres válvulas esféricas tricuerpo de acero al carbono. La cañería será de 3/4 “diámetro nominal (anexo 4).

- Las cañerías una vez reparadas y limpiadas por completo serán aisladas de manera térmica con un aislante de fibra de vidrio y luego serán cubiertas con tuberías de chapa galvanizada para mayor protección. Las dimensiones de las tuberías de chapa galvanizada serán de 3" teniendo un diámetro de 76,2 mm, y el aislante térmico de fibra de vidrio tendrá un diámetro de 38 mm y un espesor de 38,2 mm. Con lo cual tendrán un calce adecuado.
- La instalación también tendrá anexada una tubería recolectora de condensado, la cual drenaran los condensados de los equipos conectados y del final de la tubería principal de vapor. Esta tubería recolectora dispondrá de 5 ramales con unos diámetros nominales de 3/8", 1/2 " y 3/4 " , los que drenaran en una tubería principal de 1 1/4" de diámetro nominal, constituidas de acero al carbono apto para uso térmico, trefilados en frío y fabricados sin costura, para roscar y/o soldar. La instalación tendrá una longitud total de 73,5 metros y no será necesario utilizar aislación térmica para esta tubería, y estará sujeta a la pared de la fosa mediante el uso de soportes (anexo V).
- Al final de los equipos dispondremos de un set de trampeo de vapor el cual drenara en la tubería recolectora de condensado. En total se hará uso de un total de 4 set de trampeo, y contarán con una trampa de vapor del tipo termodinámica con un filtro incorporado, con una válvula de retención y contará con dos válvulas esféricas tricuerpo de acero al carbono (anexo 4).

Ejecución de las mejoras

Primer propuesta

Las tareas a efectuar serán realizadas en su totalidad por el personal de la Planta piloto, para de esta manera lograr implementar la mejora y lograr los objetivos anteriormente nombrados. A continuación pasaremos a nombrar tareas con sus tiempos estimados y haremos uso de una Red de Pert con el fin de lograr una mayor organización y diagnosticar las horas necesarias para lograr las metas propuestas anteriormente.

Actividad	Descripción de la actividad	Predecesores inmediatos	Duración estimada
A	Planificar una fecha para implementar la mejora	—	1 hs
B	Desmantelar y quitar las cañerías antiguas en su totalidad.	A	12 hs
C	Desplazar el equipo encargado de secar chacinados a su lugar correcto.	A	1 hs
D	Empotrar el soporte vertical que servirá de apoyo a la cañería que alimente el secador de chacinados.	C	1 hs
E	Colocar los soportes empotrados en la pared para que sirvan de apoyo a la cañería principal de vapor.	B	1 hs
F	Tomar las medidas y realizar los cortes de las cañerías nuevas.	E	8 hs
G	Roscar los extremos de las cañerías que lo necesiten, para que puedan servir de unión a otros elementos como lo son codos, té y reducciones.	F	12 hs
H	Soldar las bridas en los cortes de las tuberías que lo necesiten.	F	3 hs
I	Montar las redes de distribución de vapor y la red recolectora de condensado.	G-H	15 hs
J	Cubrir con lana de vidrio los tramos rectos de tubería de vapor Y colocar las tuberías de chapa galvanizada en dichas cañerías a modo de protección.	I	6 hs
K	Realizar todas las conexiones de accesorios y cañerías.	I	5 hs
L	Verificar que todo esté funcionando correctamente.	J-K	1 hs

Figura 14: Lista de actividades de la primera propuesta.

De acuerdo a las tareas a realizar y el tiempo estimado de cada actividad podemos graficar una Red Pert con el fin de estimar un tiempo total para concluir con la mejora en la planta piloto. Gracias a este análisis logramos estimar un tiempo total de 56 horas hombre para realizar los objetivos perseguidos.

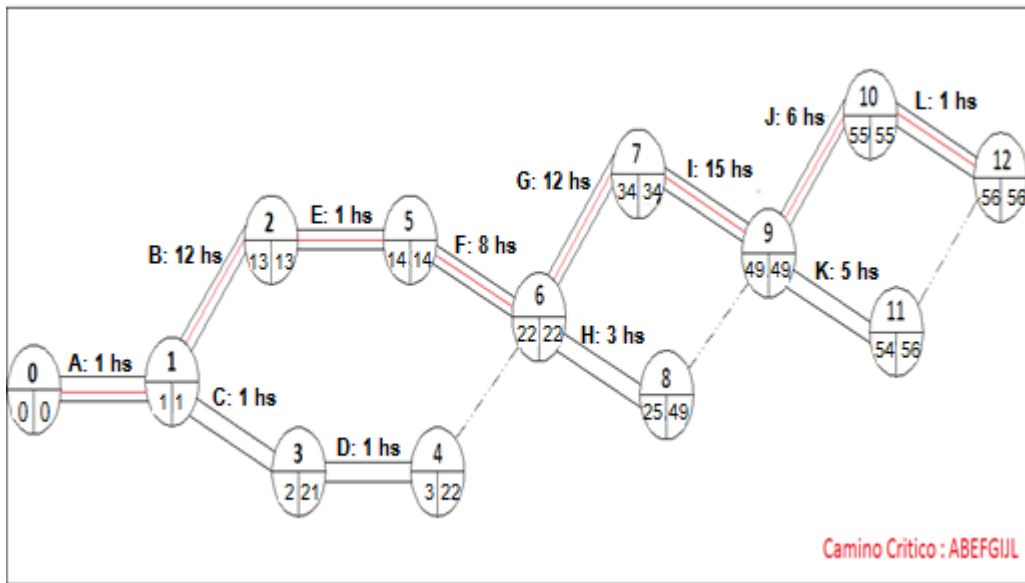


Figura 15: Red de Pert con actividades de la primera propuesta.

Herramientas disponibles y necesarias para realizar la primera propuesta.

La planta piloto actualmente dispone con las herramientas necesarias para lograr llevar a cabo la mejora propuesta con total normalidad. Entre las herramientas necesarias para llevar a cabo la mejora se hará uso de:

Morsa de banco, Llave stilson, Cinta métrica, Calibre, Soldadora, Masa, Corta hierro, Amoladora, Taladro manual, Taladro de banco, pinceles, Terraja para roscas, Llave francesa, y Zorra Hidráulica.

Segunda propuesta

Las tareas necesarias para realizar la segunda propuesta serán realizadas en totalidad por el personal de la planta piloto. Para lograr una mejor organización, y con el fin de perseguir los objetivos nombrados anteriormente, pasaremos a nombrar las tareas con sus tiempos estimados y haremos uso de una Red de Pert con el fin de estimar un tiempo total de horas hombre.

Actividad	Descripción de la actividad	Predecesores inmediatos	Duración estimada
A	Planificar una fecha para implementar la mejora.	—	1 hs
B	Desmantelar la aislación térmica actual y desacoplar las cañerías para su limpieza.	A	5 hs
C	Realizar el cepillado y limpieza de las cañerías de vapor.	B	8 hs
D	Desplazar el equipo encargado de secar chacinados a su lugar correcto.	A	1 hs
E	Realizar las medidas y cortes de todas las tuberías.	D	6 hs
F	Empotrar el soporte vertical que servirá de apoyo a la cañería anexada.	E	1 hs
G	Colocar los soportes empotrados en la pared para que sirvan de apoyo a la cañería anexada Y a la tubería recolectora de condensado.	E	1 hs
H	Montar cañería actual en conjunto con la tubería anexada y la red recolectora de condensado.	C	10 hs
I	Pintar con pintura anti oxido las tuberías de la red de vapor.	H	8 hs
J	Cubrir con lana de vidrio los tramos rectos de tubería Y colocar las tuberías de chapa galvanizada.	I	6 hs
K	Realizar todas las conexiones de accesorios y acoplar la totalidad de las tuberías.	j	7hs
L	Verificar que todo esté funcionando correctamente.	k	1 hs

Figura 16: Lista de actividades de la segunda propuesta.

De acuerdo a las actividades a realizar y al tiempo estimado de cada una de ellas, podemos desarrollar una Red de Pert con el fin de estimar el tiempo total de horas de trabajo para dar por terminada la mejora a implementar y de otorgar una mayor organización al ejecutar las mejoras. Gracias a este análisis podemos concluir que el tiempo estimado total es de 46 horas hombre para dar por terminado el proyecto.

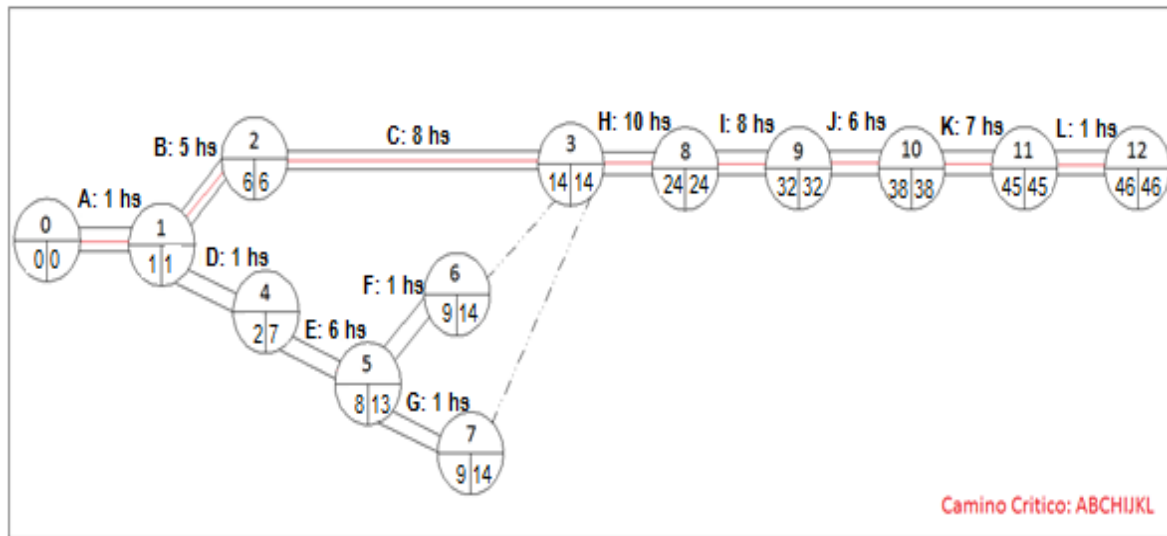


Figura 17: Red de Pert con actividades de la segunda propuesta.

Herramientas disponibles y necesarias para realizar la segunda propuesta.

La realización de la segunda propuesta conlleva casi la misma demanda de herramientas a utilizar y estas se encuentran dentro del taller de la planta piloto, con lo cual podremos desarrollar esta mejora con total normalidad. Entre las herramientas necesarias haremos uso de las siguientes: Morsa de banco, Llave stilson, Cinta métrica, Calibre, Soldadora, Masa, Corta hierro, Amoladora, Taladro manual, Taladro de banco, Terraja para roscas, Llave francesa, Zorra Hidráulica, cepillos de acero, y pinceles.

Calculo de costos

En primera instancia, antes de desarrollar los presupuestos de cualquiera de las dos propuestas anteriormente mencionadas, pasaremos a dar a conocer el costo de la prueba hidráulica, la cual se llevara a cabo mediante personal tercerizado.

Este análisis finalizara con un informe sobre el resultado de la instalación y tendrá un costo de **\$ 3600**. En base a esto pasaremos a seleccionar una propuesta para cumplir con los objetivos pactados. Luego de dicho análisis, las demás tareas serán realizadas en su totalidad por el personal de la planta piloto, por lo cual no se consideran costos de mano de obra, por lo cual solo tendremos en cuenta los costos de materiales y accesorios.

Los dos soportes horizontales, el soporte vertical y los 6 soportes para la tubería recolectora de condensado serán fabricados por un herrero por lo cual se consideraran como otro producto.

Calculo de costos de la primera propuesta

Lista de materiales				
Equipos/materiales	Cantidad	Proveedor	Precio unitario	Total
Caño de acero al carbono sin costura de 3/8" sin costura por metro.	23	DIAMETRAL S.A	\$ 85,00	\$ 1.955,00
Caño de acero al carbono sin costura de 3/4" sin costura por metro.	2	DIAMETRAL S.A	\$ 90,00	\$ 180,00
Caño de acero al carbono sin costura de 1/2" sin costura por metro.	9	DIAMETRAL S.A	\$ 105,00	\$ 945,00
Caño de acero al carbono sin costura de 1 1/4" sin costura por metro.	39,5	DIAMETRAL S.A	\$ 140,00	\$ 5.530,00
Caño de acero al carbono sin costura de 1 1/2" sin costura por metro.	63	DIAMETRAL S.A	\$ 179,23	\$ 11.291,49
Codos H-H de 3/8" acero al carbono.	8	DIAMETRAL S.A	\$ 18,00	\$ 144,00
Codos H-H de 3/4" acero al carbono.	1	DIAMETRAL S.A	\$ 20,00	\$ 20,00
Codos H-H de 1/2" acero al carbono.	3	DIAMETRAL S.A	\$ 22,00	\$ 66,00
Codos H-H de 1 1/4" acero al carbono.	8	DIAMETRAL S.A	\$ 25,00	\$ 200,00
Codos H-H de 1 1/2" acero al carbono.	12	DIAMETRAL S.A	\$ 30,00	\$ 360,00
Tés acero al carbono 3/8".	1	DIAMETRAL S.A	\$ 25,00	\$ 25,00
Tés acero al carbono 1/2".	2	DIAMETRAL S.A	\$ 35,00	\$ 70,00
Tés acero al carbono 1 1/4".	5	DIAMETRAL S.A	\$ 40,00	\$ 200,00
Tés acero al carbono 1 1/2".	5	DIAMETRAL S.A	\$ 45,00	\$ 225,00
Codos 45° de acero al carbono de 1 1/4".	2	DIAMETRAL S.A	\$ 30,00	\$ 60,00
Buje reductor 3/8" a 1 1/4" de acero al carbono.	3	DIAMETRAL S.A	\$ 26,00	\$ 78,00

Buje reductor 1/2" a 1 1/4" de acero al carbono.	1	DIAMETRAL S.A	\$ 22,00	\$ 22,00
Buje reductor 3/4" a 1 1/4" de acero al carbono.	1	DIAMETRAL S.A	\$ 30,00	\$ 30,00
Buje reductor 1 1/2" a 3/4" de acero al carbono.	1	DIAMETRAL S.A	\$ 25,00	\$ 25,00
Bridas de acero al carbono de 1 1/2", con Schedule 40 del tipo Sip-on Para Soldar.	6	DIAMETRAL S.A	\$ 70,00	\$ 420,00
Bridas ciega de acero al carbono de 1 1/2", con Schedule 40.	2	DIAMETRAL S.A	\$ 65,50	\$ 131,00
Válvulas globo de acero al carbono Spirax Sarco de 1 1/2".	5	Spirax Sarco	\$ 2.550,00	\$ 12.750,00
Válvulas esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 1 1/2".	3	Spirax Sarco	\$ 1.420,00	\$ 4.260,00
Válvulas esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 3/8".	8	Spirax Sarco	\$ 700,00	\$ 5.600,00
Válvulas esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 3/4".	3	Spirax Sarco	\$ 1.000,00	\$ 3.000,00
Válvulas esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 1/2".	2	Spirax Sarco	\$ 900,00	\$ 1.800,00
Aislante de fibra de vidrio isover de diámetro de 38 mm y un espesor de 38,2 mm por metro.	63	Isover argentina S.A	\$ 125,00	\$ 7.875,00
Tubo de chapa galvanizada de 3".	63	Plegadora Del Litoral	\$ 55,00	\$ 3.465,00
Soportes horizontal para tuberías de 1 1/4".	6	Chivel Herrería	\$ 150,00	\$ 900,00
Soporte vertical para tuberías de 1 1/2".	1	Chivel Herrería	\$ 250,00	\$ 250,00
Soporte horizontal para tuberías de 1 1/2".	2	Chivel Herrería	\$ 170,00	\$ 340,00

Pintura negra anti oxido alba 1 por lts.	1	Vallejos Materiales - Distribuciones	\$ 145,60	\$ 145,60
Bulones de 10".	82	Vallejos Materiales - Distribuciones	\$ 3,00	\$ 246,00
Purgador de aire termostático Spirax Sarco de 3/4" con extremos roscados.	1	Spirax Sarco	\$ 3.300,00	\$ 3.300,00
Trampa de vapor Termodinámica de acero al carbono con asiento reemplazable TDC46M con extremos roscados de 3/8".	3	Spirax Sarco	\$ 2.355,00	\$ 7.065,00
Trampa de vapor Termodinámica de acero al carbono con asiento reemplazable TDC46M con extremos roscados de 1/2".	1	Spirax Sarco	\$ 2.600,00	\$ 2.600,00
Trampa de vapor Termodinámica de acero al carbono con asiento reemplazable TDC46M con extremos roscados de 3/4".	1	Spirax Sarco	\$ 2.850,00	\$ 2.850,00
Válvula de retención a bola de acero al carbono Spirax Sarco de 3/8" con extremos roscados.	3	Spirax Sarco	\$ 1.500,00	\$ 4.500,00
Válvula de retención a bola de acero al carbono Spirax Sarco de 1/2" con extremos roscados.	1	Spirax Sarco	\$ 1.855,00	\$ 1.855,00
Válvula de retención a bola de acero al carbono Spirax Sarco de 3/4" con extremos roscados.	1	Spirax Sarco	\$ 1.975,00	\$ 1.975,00
Electrodos Sideral Ø 2.50 Mm X Kg.	1	Vallejos Materiales - Distribuciones	\$ 107,00	\$ 107,00
			Subtotal	\$ 86.861,09

Inversión Total	
Prueba Hidráulica	\$ 3.600,00
Costo de materiales y accesorios	\$ 86.861,09
Total	\$ 90.461,09

Calculo de costos de segunda propuesta

Lista de materiales				
Equipos/materiales	Cantidad	Proveedor	Precio unitario	Total
Caño de acero al carbono sin costura de 3/8" sin costura por metro.	23	DIAMETRAL S.A	\$ 85,00	\$ 1.955,00
Caño de acero al carbono sin costura de 3/4" sin costura por metro.	2	DIAMETRAL S.A	\$ 90,00	\$ 180,00
Caño de acero al carbono sin costura de 1/2" sin costura por metro.	9	DIAMETRAL S.A	\$ 105,00	\$ 945,00
Caño de acero al carbono sin costura de 1 1/4" sin costura por metro.	39,5	DIAMETRAL S.A	\$ 140,00	\$ 5.530,00
Caño de acero al carbono sin costura de 1 1/2" sin costura por metro.	11	DIAMETRAL S.A	\$ 179,23	\$ 1.971,53
Codos H-H de 3/8" acero al carbono.	8	DIAMETRAL S.A	\$ 18,00	\$ 144,00
Codos H-H de 3/4" acero al carbono.	1	DIAMETRAL S.A	\$ 20,00	\$ 20,00
Codos H-H de 1/2" acero al carbono.	3	DIAMETRAL S.A	\$ 22,00	\$ 66,00
Codos H-H de 1 1/4" acero al carbono.	8	DIAMETRAL S.A	\$ 25,00	\$ 200,00
Codos H-H de 1 1/2" acero al carbono.	8	DIAMETRAL S.A	\$ 30,00	\$ 240,00
Tés acero al carbono 3/8".	1	DIAMETRAL S.A	\$ 25,00	\$ 25,00
Tés acero al carbono 1/2".	2	DIAMETRAL S.A	\$ 35,00	\$ 70,00
Tés acero al carbono 1 1/4".	5	DIAMETRAL S.A	\$ 40,00	\$ 200,00
Tés acero al carbono 1 1/2".	2	DIAMETRAL S.A	\$ 45,00	\$ 90,00
Codos 45° de acero al carbono de 1 1/4".	2	DIAMETRAL S.A	\$ 30,00	\$ 60,00
Buje reductor 3/8" a 1 1/4" de acero al carbono.	3	DIAMETRAL S.A	\$ 26,00	\$ 78,00
Buje reductor 1/2" a 1 1/4" de acero al carbono.	1	DIAMETRAL S.A	\$ 22,00	\$ 22,00

Buje reductor 3/4" a 1 1/4" de acero al carbono.	1	DIAMETRAL S.A	\$ 30,00	\$ 30,00
Buje reductor 1 1/2" a 3/4" de acero al carbono.	1	DIAMETRAL S.A	\$ 25,00	\$ 25,00
Bridas de acero al carbono de 1 1/2", con Schedule 40 del tipo Sip-on Para Soldar.	2	DIAMETRAL S.A	\$ 70,00	\$ 140,00
Bridas ciega de acero al carbono de 1 1/2", con Schedule 40.	2	DIAMETRAL S.A	\$ 65,50	\$ 131,00
Válvulas globo de acero al carbono Spirax Sarco de 1 1/2".	1	Spirax Sarco	\$ 2.550,00	\$ 2.550,00
Válvulas esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 1 1/2".	1	Spirax Sarco	\$ 1.420,00	\$ 1.420,00
Válvulas esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 3/8".	8	Spirax Sarco	\$ 700,00	\$ 5.600,00
Válvulas esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 3/4".	3	Spirax Sarco	\$ 1.000,00	\$ 3.000,00
Válvulas esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 1/2".	2	Spirax Sarco	\$ 900,00	\$ 1.800,00
Aislante de fibra de vidrio isover de diámetro de 38 mm y un espesor de 38,2 mm por metro.	63	Isover argentina S.A	\$ 125,00	\$ 7.875,00
Tubo de chapa galvanizada de 3".	63	Plegadora Del Litoral	\$ 55,00	\$ 3.465,00
Soportes horizontal para tuberías de 1 1/4".	6	Chivel Herrería	\$ 150,00	\$ 900,00
Soporte vertical para tuberías de 1 1/2".	1	Chivel Herrería	\$ 250,00	\$ 250,00
Soporte horizontal para tuberías de 1 1/2".	2	Chivel Herrería	\$ 170,00	\$ 340,00
Pintura negra anti oxido alba 1 por lts.	1	Vallejos Materiales - Distribuciones	\$ 145,60	\$ 145,60
Bulones de 10".	82	Vallejos Materiales - Distribuciones	\$ 3,00	\$ 246,00

Purgador de aire termostático Spirax Sarco de 3/4" con extremos roscados.	1	Spirax Sarco	\$ 3.300,00	\$ 3.300,00
Trampa de vapor Termodinámica de acero al carbono con asiento reemplazable TDC46M con extremos roscados de 3/8".	3	Spirax Sarco	\$ 2.355,00	\$ 7.065,00
Trampa de vapor Termodinámica de acero al carbono con asiento reemplazable TDC46M con extremos roscados de 1/2".	1	Spirax Sarco	\$ 2.600,00	\$ 2.600,00
Trampa de vapor Termodinámica de acero al carbono con asiento reemplazable TDC46M con extremos roscados de 3/4".	1	Spirax Sarco	\$ 2.850,00	\$ 2.850,00
Válvula de retención a bola de acero al carbono Spirax Sarco de 3/8" con extremos roscados.	3	Spirax Sarco	\$ 1.500,00	\$ 4.500,00
Válvula de retención a bola de acero al carbono Spirax Sarco de 1/2" con extremos roscados.	1	Spirax Sarco	\$ 1.855,00	\$ 1.855,00
Válvula de retención a bola de acero al carbono Spirax Sarco de 3/4" con extremos roscados.	1	Spirax Sarco	\$ 1.975,00	\$ 1.975,00
Electrodos Sideral Ø 2.50 Mm X Kg.	1	Vallejos Materiales - Distribuciones	\$ 107,00	\$ 107,00
			Subtotal	\$ 63.966,13

Inversión Total	
Prueba Hidráulica	\$ 3.600,00
Costo de materiales y accesorios	\$ 63.966,13
Total	\$ 67.566,13

Conclusión

Dada la importancia del vapor dentro de industrias y la peligrosidad que este puede suponer en instalaciones que no presenten condiciones adecuadas, además de ser un recurso importante dentro de la organización. Teniendo todo esto en cuenta y gracias a los datos recopilados y obtenidos sobre la evaluación económica del proyecto, también teniendo en cuenta la edad considerable de las instalaciones de vapor, la consideración hacia la seguridad, la reutilización del condensado como una manera de optimizar el consumo de combustible, buscando siempre el buen desempeño de la instalación, y en evitar fallas. Podemos concluir que la implementación de una u otra propuesta, a pesar de ser una gran inversión en capital, son consideraciones convenientes a tener en cuenta si comparamos el costo que puede llegar a ocasionar una falla no esperada y sin mencionar el riesgo de accidentes que pueden ocasionar, además de tener en cuenta que conseguiremos un mayor desempeño de la instalación y ahorrar combustible en los procesos.

Bibliografía consultada

- Apuntes de la Materia Tecnología de Frio y Calor, Ing. Juan Valls.
- Guía básica calderas-industriales eficientes.
- Marcelo Mesny – Generación del Vapor
- www.fcal.uner.edu.ar
- Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados-Armstrong
- Guía de referencia técnica-Calderas y accesorios-Spirax sarco
- www.spiraxsarco.com/global/es

Anexo I: Dimensionado y características de la red distribución de vapor

Dimensionado y obtención de datos.

Para el cálculo de las tuberías y lograr dimensionarlas, nos basaremos en los datos recopilados. También tendremos que hacer uso de tablas con el fin de abreviar la complejidad de los cálculos.

La caldera posee una capacidad de trabajo de 250Kg/hs y además de esto puede trabajar a una presión máxima de 8Kg/ cm². Sabiendo estos datos podemos determinar otros datos como la temperatura del vapor a esta presión. Gracias a la tabla que mostraremos a continuación podemos determinar que la caldera trabaja con una temperatura de aproximadamente unos 174,5 C° a presión máxima.

Presión en kg/cm ² absoluta	Presión de manómetro en kg/cm ²	Temperatura del vapor en °C	Calor sensible en kcal	Calor latente en kcal	Calor total en kcal	Volumen específico en m ³ /kg
0,02	— 0,98	17,21	17,24	587,6	604,8	68,27
0,04	— 0,96	28,64	28,65	581,1	609,7	35,46
0,06	— 0,94	35,82	35,81	577,1	612,9	24,19
0,08	— 0,92	41,16	41,14	574,1	615,2	18,45
0,10	— 0,90	45,45	45,41	571,6	617,0	14,95
0,15	— 0,85	53,60	53,54	567,0	620,6	10,21
0,25	— 0,75	64,56	64,49	560,6	625,1	6,322
0,50	— 0,50	80,86	80,81	550,8	631,6	3,301
0,75	— 0,25	91,27	91,26	544,3	635,6	2,258
1,00	0	99,1	99,04	539,68	638,72	1,7224
1,1	0,1	101,7	101,79	537,93	639,72	1,5801
1,2	0,2	104,2	104,26	536,37	640,63	1,4543
1,4	0,4	108,7	108,79	533,57	642,26	1,2592
1,6	0,6	112,7	112,27	530,79	643,66	1,1112
1,8	0,8	116,3	116,51	528,42	644,93	0,9954
2,0	1,0	119,6	119,83	526,21	646,04	0,9019
2,5	1,5	126,8	127,14	521,27	648,41	0,7311
3,0	2,0	132,9	133,35	515,96	650,31	0,6161
3,5	2,5	138,2	138,78	513,16	651,94	0,5332
4,0	3,0	142,9	143,62	509,71	653,33	0,4701
5,0	4,0	151,2	152,06	503,57	655,63	0,3814
5,5	4,5	154,8	155,79	500,81	656,60	0,3486
6,0	5,0	158,1	159,26	498,22	657,48	0,3207
6,5	5,5	161,2	162,53	495,76	658,29	0,2975
7,0	6,0	164,2	165,59	493,44	659,03	0,2773
7,5	6,5	166,9	168,49	491,22	659,71	0,2600
8,0	7,0	169,5	171,24	489,10	660,34	0,2425
8,5	7,5	172,1	173,86	487,07	660,93	0,2309
9,0	8,0	174,5	176,36	485,12	661,48	0,2186
9,5	8,5	176,8	178,76	483,24	662,00	0,2077
10,0	9,0	179,1	181,01	481,43	662,49	0,1978
11,0	10,0	183,3	185,41	477,98	663,39	0,1806
12,0	11,0	187,1	189,48	474,71	664,19	0,1663
13,0	12,0	190,8	193,32	471,59	664,91	0,1541
14,0	13,0	194,2	196,94	468,62	665,56	0,1435
15,0	14,0	197,4	200,37	465,79	666,16	0,1345

Figura 18: Tabla de vapor.

Gracias a los datos obtenidos anteriormente, y al uso de la siguiente tabla podemos determinar un diámetro adecuado para las cañerías de vapor, suponiendo que estamos buscando una velocidad de vapor de 20 m/s.

Antes de utilizar la siguiente tabla tendremos que convertir los 8 kg/ cm² a bares, lo cual da una presión aproximada de 7,84 bares.

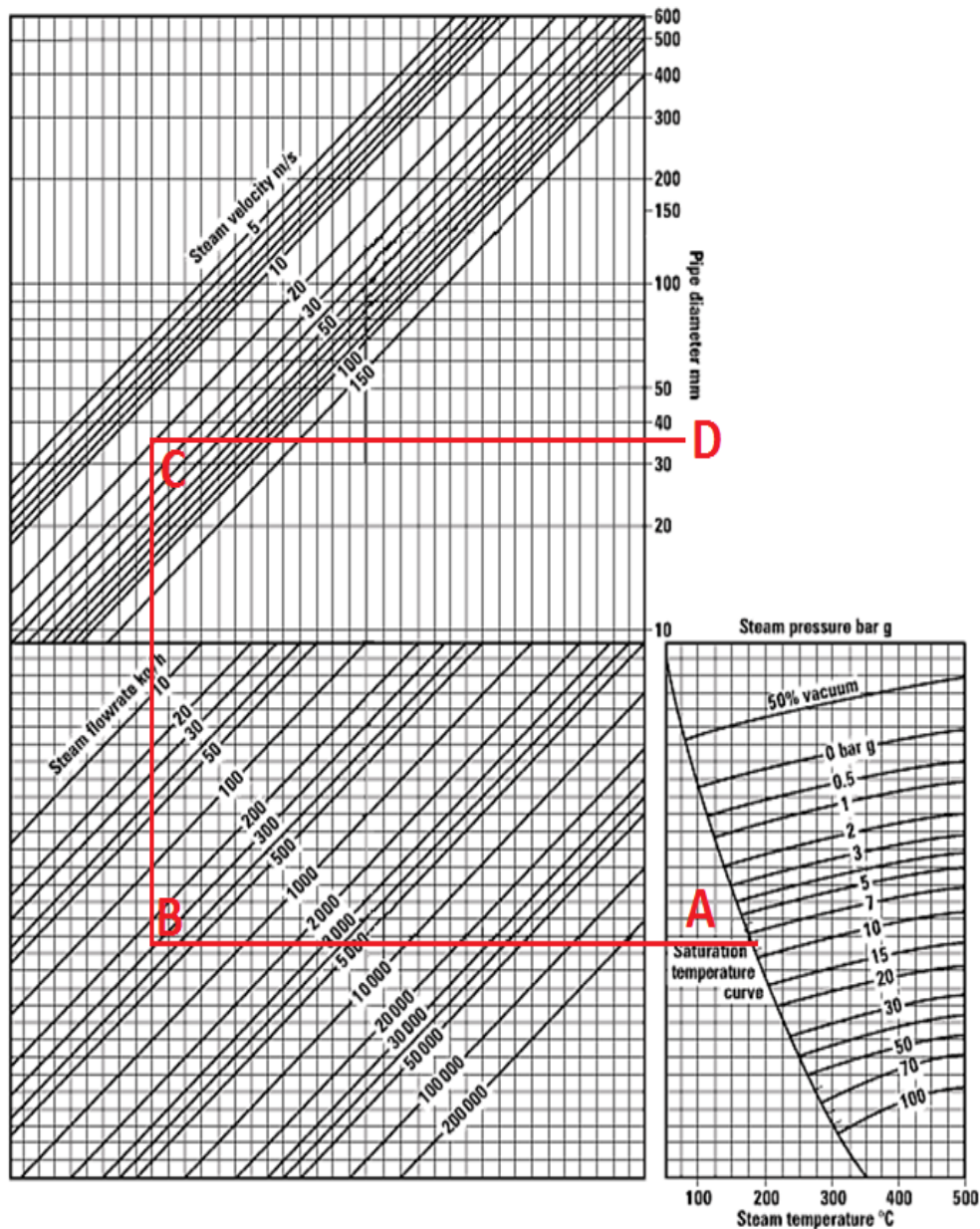


Figura 19: Tabla para dimensionar diámetro de tuberías de vapor.

Al aplicar todos los datos necesarios en la Tabla anterior obtendremos un punto medio entre 40 mm y 30 mm, pero optaremos por los 40 mm para dar un mayor margen de seguridad, con el fin de evitar el sub dimensionado.

La medida comercial que más se acerca a este diámetro obtenido es 1 1/2" siendo sus medidas en milímetros unos 38,1 mm de diámetro exterior.

Características de la red de distribución de vapor.

La cañería de vapor a instalar conservara su recorrido tradicional, el cual atraviesa una fosa por debajo de la planta piloto y solamente salen a la superficie los tramos rectos que alimentan los equipos, siendo la longitud vertical de estos tramos 2,68 m y una cantidad de 4 tramos verticales.

Optaremos por utilizar tubos aptos para uso térmico trefilados en frío y fabricados de acero al carbono sin costura, para roscar y/o soldar. La cañería tendrá una gradiente de 1:100. El Diámetro exterior será de 38.10 mm x 3.20 mm de espesor con tratamiento térmico final. La distancia total del recorrido de las cañerías será de 63 metros aproximadamente y se respetara el recorrido actual de la red de alimentación, pero será anexado un nuevo tramo de cañería. La línea de distribución contara con 5 válvulas globo en su recorrido y con 2 válvulas esféricas y al final de la línea de distribución colocaremos un set de para eliminar el condensado.

La instalación también contara con la instalación de una tubería recolectora de condensado, la cual recibirá el condensado del final de la línea y los equipos conectados. En dicha tubería recolectora, desembocara el condensado del final de la tubería distribuidora principal y el condensado proveniente de todos los equipos conectados. Esta conexión será aún más detallada en el (anexo V).

El siguiente diagrama está constituido para que podamos ver con más detalle la red de vapor que se desea instalar, en conjunto con los equipos que alimenta. Entre los equipos que la red alimenta se encuentran un evaporador de jugo, una paila, dos fermentadores de yogurt y un secador de embutidos. El set de trapeo será detallado en el (Anexo 4).

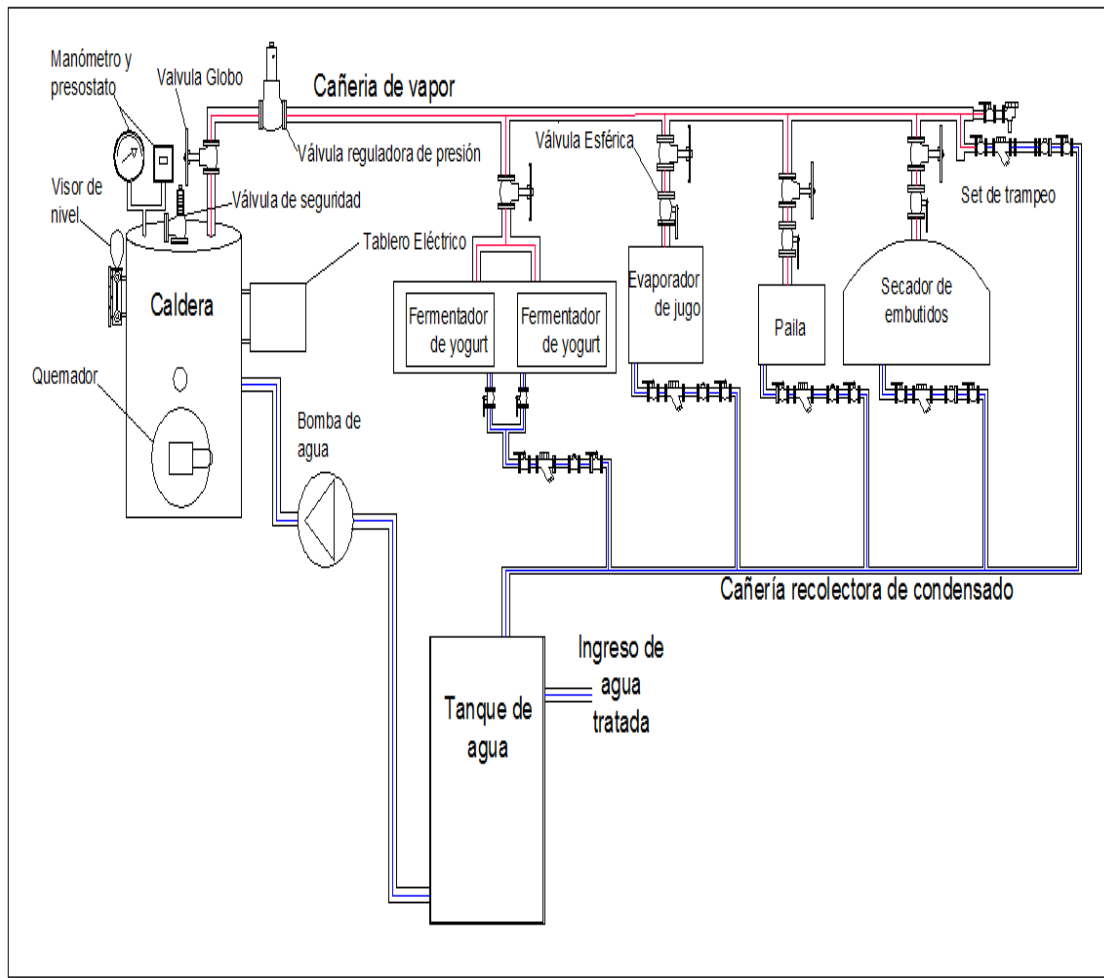


Figura 20: Diagrama de proceso de la instalación de vapor.

Anexo II: Instalación de los soportes horizontales.

Para alimentar el secador de embutidos necesitaremos instalar un nuevo tramo de cañería que tendrá unos 6 metros de longitud, pero este necesitara unos soportes que cumplan la función de servir de sostén, para que de esta manera se eviten esfuerzos innecesarios por parte de la tubería de vapor.

Con el fin de cumplir esto, se instalaran dos soportes horizontales metálicos en la pared, los cuales estarán sujetos mediante pernos, siendo estos un total de 9 pernos por soporte, dando como resultado un total de 18 pernos para la instalación de los dos soportes. Dichos pernos tendrán una medida de 10". Los soportes serán fabricados con una placa metálica de aproximadamente 5 mm de grosor y estarán también constituidos de tubos estructurales de 5cm x 5cm. Estarán pintados con pintura negra anti oxido.

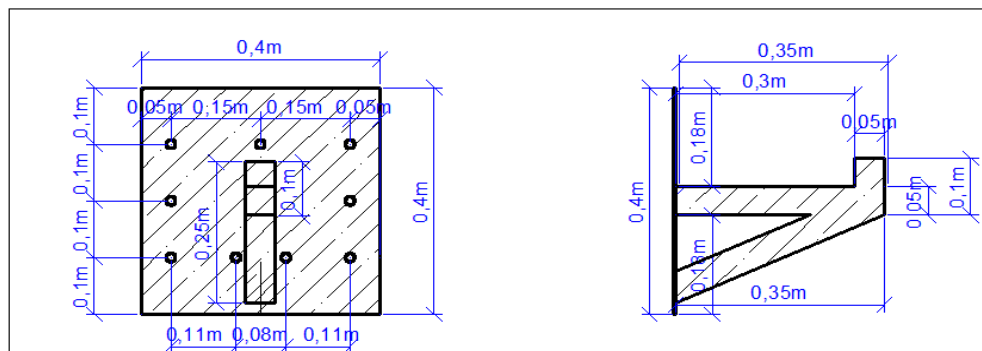


Figura 21: Dimensiones de los soportes horizontales.

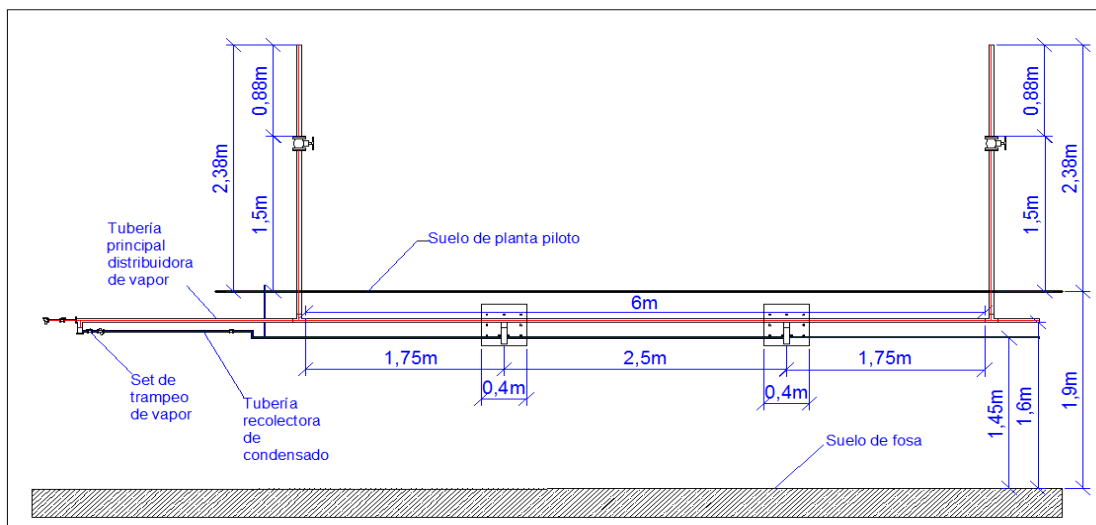


Figura 22: Colocación de los soportes en el trayecto nuevo de tubería.

Anexo III: Instalación del soporte vertical y conexión del secador de chacinados.

Una vez fuera de la fosa, la tubería encargada de suministrar vapor al equipo secador de chacinados, estará apoyada sobre un soporte vertical metálico, construido con una placa de acero como base y de tubos estructurales cortados y soldados. La base de este soporte hará uso de 8 pernos de 10" los cuales estarán afirmando al suelo de la planta piloto, para de esta manera mantener el soporte lo más firme posible. El espesor de la placa de acero será de unos 5 mm aproximadamente. El soporte estará pintado con pintura anti oxido negra para aumentar su protección.

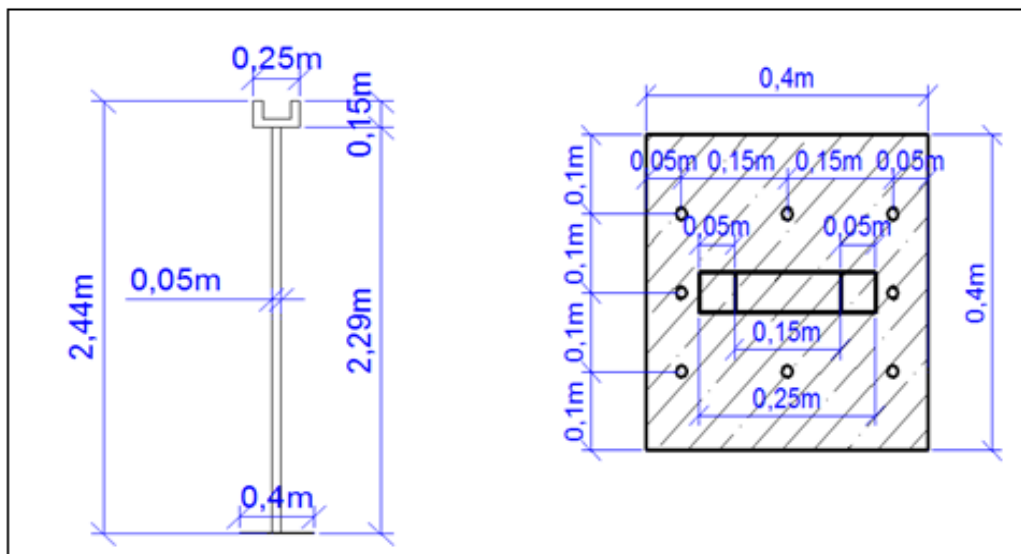


Figura 23: Dimensiones del soporte vertical.

El soporte tendrá la función de servir de apoyo para evitar que la cañería este siendo sometida a esfuerzos innecesarios, y tendrá una altura de 2,44 m de longitud y la base tendrá una dimensión de 40 cm x 40 cm. Las medidas del tubo estructural que se usara para su construcción será de 5cm x 5cm.

El secador de chacinados será desplazado hasta el lugar de instalación mediante el uso de una zorra hidráulica y una vez allí se realizaran las conexiones necesarias. Este trayecto nuevo de tubería encargada de alimentar el equipo, contara con una válvula globo y una válvula esférica para un mejor control, mantenimiento, eficiencia y seguridad.

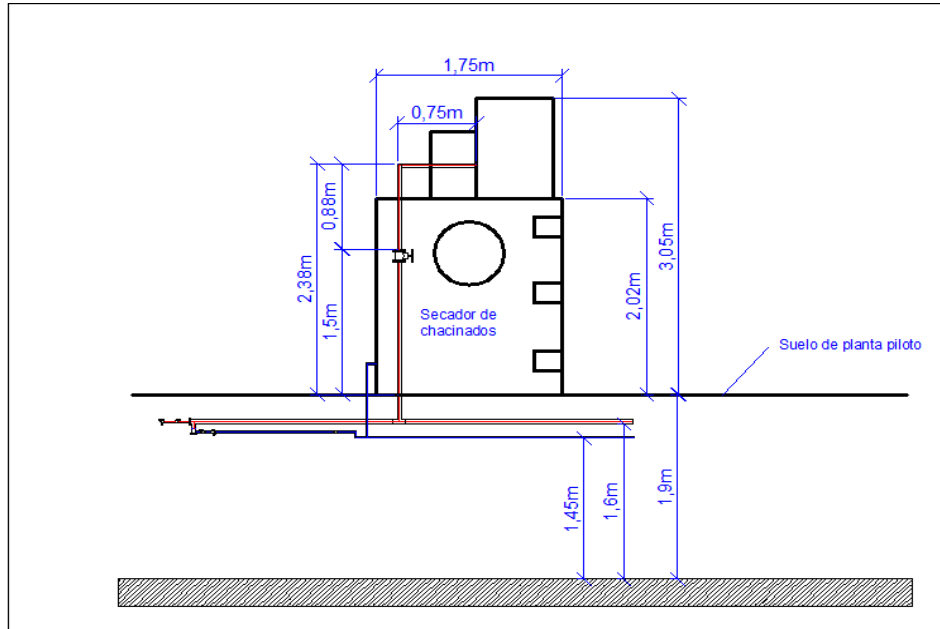


Figura 24: vista frontal de la instalación.

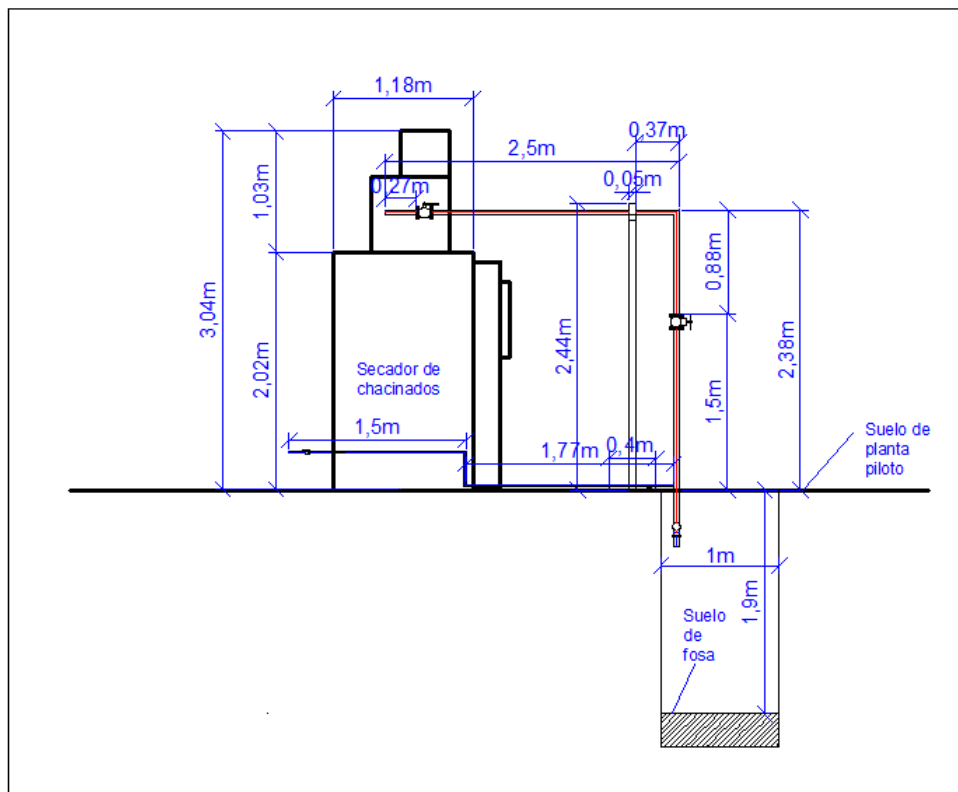


Figura 25: vista lateral de la instalación.

Anexo IV: Eliminación de condensado.

Dimensionamiento del bolsillo al final de la línea.

Para llevar a cabo la tarea de eliminar el condensado y purgar el aire de la cañería, dispondremos de un set de trapeo instalado al final de la línea de distribución. Para este diseño se ha tenido en consideración el diámetro de las cañerías, y varios aspectos constructivos para de esa manera aumentar aún más la eficiencia del conjunto de accesorios. Uno de los aspectos importantes es la de dimensionar el pocket, ósea el “bolsillo” donde el condensado tiende a fluir y depositarse, esté debe ser lo suficientemente amplio de tal manera que el condensado no rebalse, ya que de esta manera los accesorios de trapeo no trabajaran adecuadamente, con lo cual aumenta aún más situaciones indeseadas como erosión y golpes de ariete.

En la siguiente imagen podemos ver un ejemplo de un dimensionado correcto e incorrecto del bolsillo.

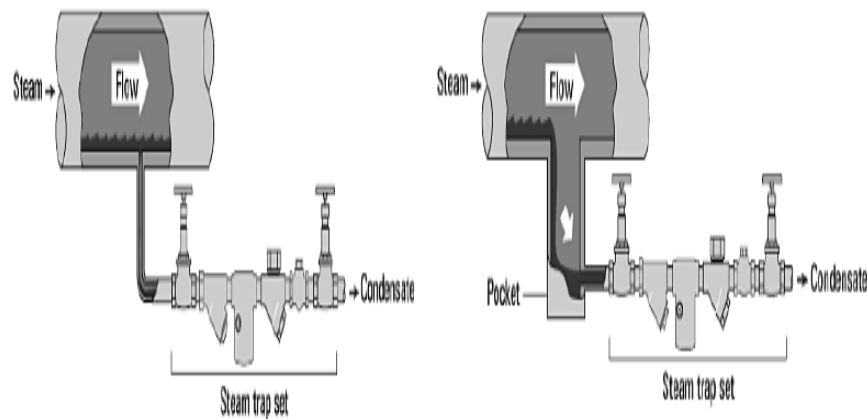


Figura 26: Dimensionamiento correcto e incorrecto del “bolsillo”.

Teniendo en cuenta que el dimensionado del bolsillo resulta importante para un buen desempeño, y sabiendo que las dimensiones de las tuberías a usar son de un diámetro de 1 ½” nominal. Podemos calcular, gracias a la siguiente tabla, el tamaño adecuado del bolsillo que recolectara el condensado para su posterior eliminación.

Mains diameter - D	Pocket diameter - d_1	Pocket depth - d_2
Up to 100 mm nb	$d_1 = D$	Minimum $d_2 = 100$ mm
125 - 200 mm nb	$d_1 = 100$ mm	Minimum $d_2 = 150$ mm
250 mm and above	$d_1 \geq D/2$	Minimum $d_2 = D$

The diagram shows a horizontal steam main of diameter D. A vertical pocket of diameter d_1 and depth d_2 is connected to the bottom of the main. A float trap with an in-built sensor is installed in the pocket. The condensate return line is shown at the bottom, with an arrow indicating the direction of flow.

Figura 27: Tabla para dimensionar el “bolsillo”.

Analizada la tabla anterior podemos decir que el “bolsillo”, tendrá el mismo diámetro que la cañería principal y tendrá una profundidad de 100 mm aproximadamente. Con esto lograremos que los accesorios colocados trabajen de manera correcta y se evitaren muchos inconvenientes.

Selección de la trampa de vapor

La selección de la trampa de vapor resulta importante para un adecuado desempeño del drenado de condensado, al igual que el dimensionado de las trampas, con el fin de evitar el subdimensionado y el sobredimensionado. Para lograr seleccionar adecuadamente la trampa a usar, tendremos en cuenta datos recolectados y comparaciones de tablas, con las capacidades de trabajo de distintos tipos de trampas de vapor.

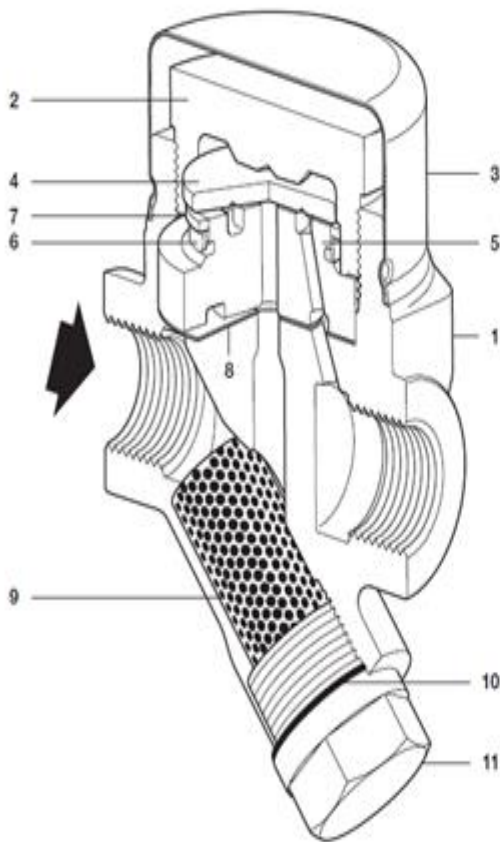
De acuerdo a los datos obtenidos, sabemos que la caldera trabaja habitualmente con una presión de 2 kg/cm^2 lo cual nos otorga una presión diferencial de $1,84 \text{ kg/cm}^2$ y teniendo el conocimiento de una producción aproximada de 25 kg/hs de condensado a presión de trabajo.

También sabemos que la máxima presión diferencial que puede alcanzar es de 7.84 kg/cm^2 .

Mediante estos datos y la comparación de las capacidades de distintos tipos de trampas de vapor, es conveniente instalar una trampa del tipo **Termodinámica**, ya que esta es la que más se aproxima a las necesidades de la instalación.

Para esto usaremos una Trampa de vapor Termodinámica de acero al carbono con asiento reemplazable TDC46M con extremos roscados de marca Spirax Sarco.

El TDC46M es un purgador termodinámico diseñado especialmente para aplicaciones de baja capacidad hasta 46 bares, pudiendo trabajar a temperaturas máximas de 425°C, además posee un filtro integral y un asiento reemplazable para facilitar el mantenimiento.



Materiales

No. Parte	Material
1	Cuerpo Acero al carbono 1.0619+N/ASTM A216 WCB
2	Tapa Acero inoxidable 1.4301/ASTM A479 304
3	Tapa aislante Acero inoxidable EN 10088-1 1.4301
4	Disco Acero endurecido 1.2379
5	Asiento Acero endurecido 1.2379
6	Aro bimetal Bimetal
7	Soporte Acero inoxidable AISI 304
8	Junta asiento Lámina de Grafoil
9	Tamiz Acero inoxidable ASTM A748 316L
10	Junta tapa Acero inoxidable AISI 304
11	Tapón tamiz Acero inoxidable 1.4308/ASTM A351 CF8

Figura 28: Partes del purgador termodinámico TDC46M.

En las siguientes tablas podemos apreciar las capacidades con la que las que el purgador TDC46M puede desempeñarse y también las condiciones límite a las que puede estar sometido dicho accesorio.

Capacidades

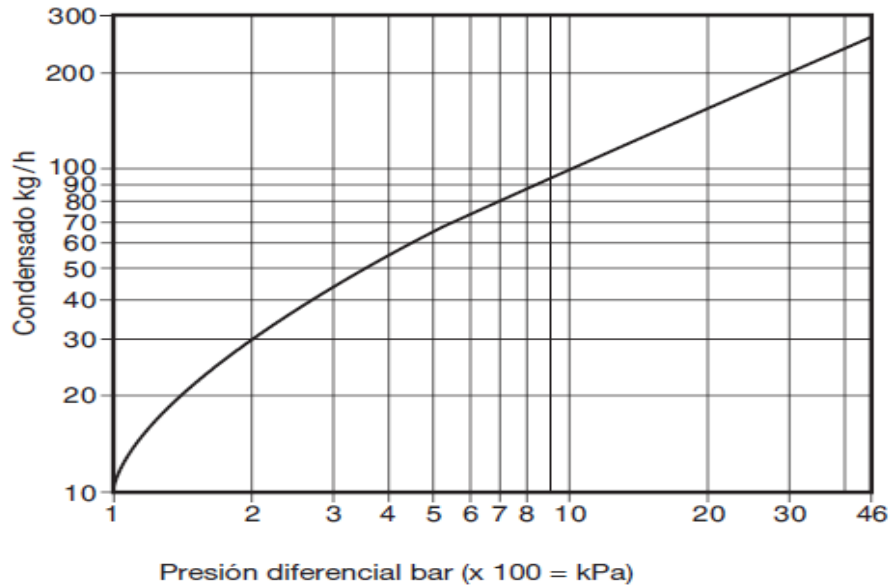
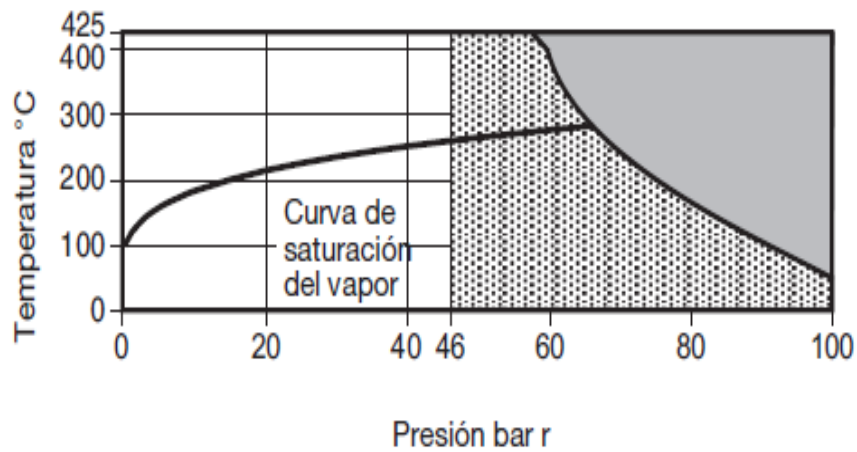


Figura 29: Tabla de capacidades del purgador termodinámico TDC46M.

Condiciones límite (ISO 6552)





-  El purgador no puede trabajar en esta zona.
-  El purgador no debe usarse en esta zona.

Figura 30: condiciones límite del purgador termodinámico TDC46M.

Accesorios del set de trampeo del final de línea

Teniendo en cuenta lo anterior nombrado, pasaremos a describir y dimensionar el set de trampeo. Este estará diseñado con tuberías de acero al carbono de 3/4" de diámetro nominal y estará separado en dos tramos. El tramo superior tendrá un largo de unos 30 cm aproximadamente, y el tramo inferior poseerá una dimensión de aproximadamente 145 cm de largo. Para su mayor entendimiento clasificaremos los accesorios según su posición superior o inferior en el tramo que conforme el set de trampeo de vapor.

A continuación pasaremos a nombrar los accesorios.

El trayecto superior contara con los siguientes accesorios:

- Válvula esférica tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 3/4" con extremos roscados.
- Purgador de aire termostático Spirax Sarco de 3/4" con extremos roscados.

Trayecto inferior contara con los siguientes accesorios:

- Dos válvulas esféricas tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco de 3/4" con extremos roscados.
- Válvula de retención a bola de acero al carbono Spirax Sarco de 3/4" con extremos roscados.
- Trampa de vapor Termodinámica de acero al carbono con asiento reemplazable TDC46M con extremos roscados de 3/4" de marca Spirax Sarco.

En el siguiente dibujo podemos apreciar las dimensiones y posiciones de los accesorios aun con más detalle.

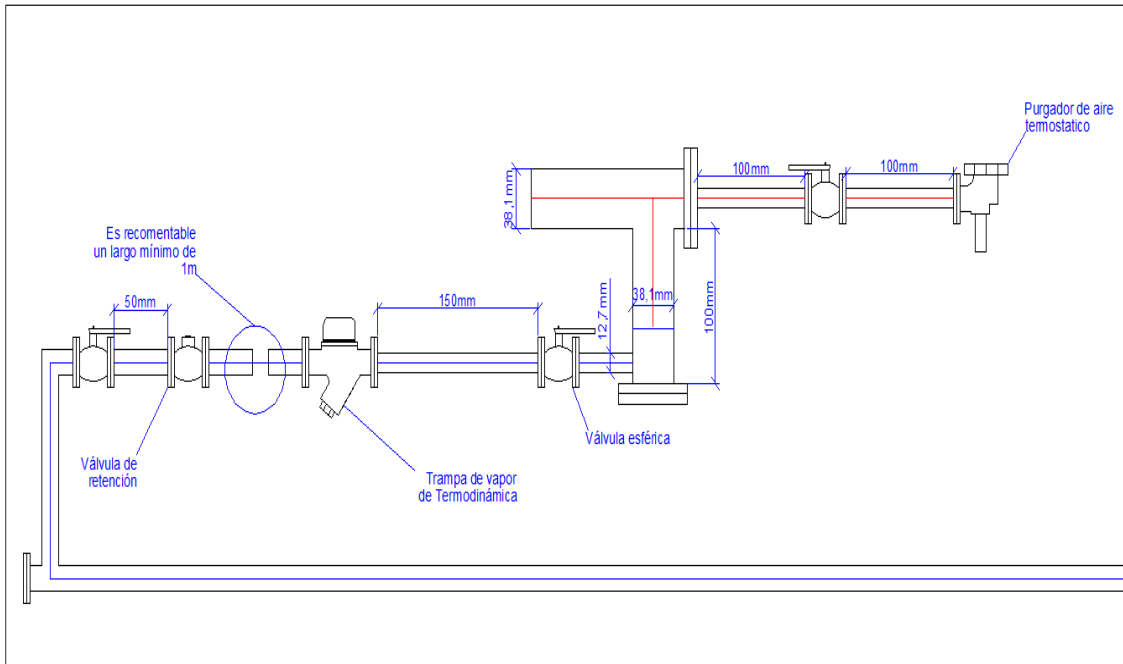


Figura 31: Componentes del set de trapeo de vapor y purga de aire.

Accesorios del set de trapeo al final de los equipos

Es importante aclarar ya que conocemos las condiciones con las que trabaja este tipo de trampas, que también serán utilizadas al final de los equipos conectados a la red de vapor, esto es así porque son trampas que pueden trabajar a bajas capacidades de presión y condensado por lo cual resultan ideales para tal tarea.

En total se utilizarán un total de 3 set de trapeo de 3/8" y un set de trapeo de 1/2" para los equipos. Cada set dispondrá con dos válvulas esféricas tricuerpo de acero al carbono Spirax Sarco con extremos roscados, una trampa de vapor termodinámica TDC46M y una válvula de retención a bola de acero al carbono Spirax Sarco de con extremos roscados.

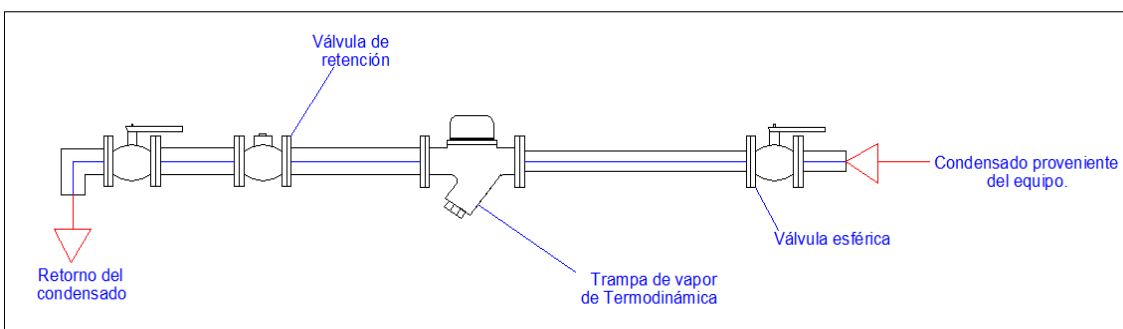


Figura 32: Componentes del set de trapeo de vapor al final de los equipos.

Anexo V: Tubería recolectora de condensado.

Es importante tener en cuenta la recuperación del condensado en procesos que utilicen vapor, ya que esto nos brinda dos ventajas muy grandes.

Esto es así porque el condensado que se obtiene luego de que el vapor entrega su energía, es agua de una calidad muy alta desde el punto de contenido salino. Por lo cual puede ser fundamental su reutilización, ya que lleva a un ahorro al no tener que ablandar o desmineralizar el agua.

La otra gran ventaja que posee, es que dicho condensado se encuentra con una considerable temperatura, lo cual contribuye a un ahorro de combustible. Sabemos que al aumentar la temperatura del agua de alimentación en 6°C disminuimos en un 1% el consumo de combustible, por lo cual es importante reutilizar el condensado de los procesos.

Dimensionamiento y cálculo de la tubería recolectora de condensado.

Para lograr dimensionar la cañería recolectora de condensado, primero tendremos en cuenta la cantidad que drenajes, que estarán conectados a la tubería principal de recolección.

En total tenemos 5 drenajes, los cuales poseen sus propios caudales representados con la letra Q.

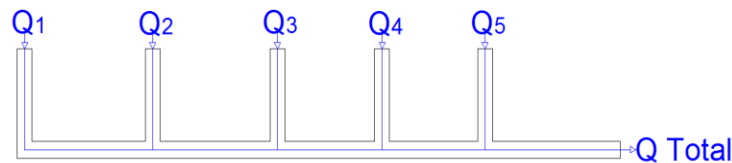


Figura 33: Caudales del condensado.

De acuerdo a los datos recopilados en la planta sabemos que los valores de los caudales son los siguientes:

- Q1: El caudal final de la línea tiene un valor aproximado de 25 Kg/hs de condensado.
- Q2: El caudal del secador de embutidos posee un valor de 10 Kg/hs de condensado.
- Q3: La paila posee un valor de 5 Kg/hs de condensado.
- Q4: El evaporador de jugo produce un caudal aproximado de 15 Kg/hs de condensado.
- Q5: Los fermentadores de yogurt poseen un total de 10 Kg/hs de condensado.

La suma total de los caudales provenientes de los condensados que drenan en la tubería recolectora será llamada como Q Total y tendrá un valor de 65 Kg/hs de condensado.

Teniendo el conocimiento del caudal total y además sabiendo que la presión del sistema de vapor posee 7,84 bares y que la presión del sistema de condensado tendrá la presión atmosférica. Esto es así ya que extremo final de la tubería recolectora estará expuesto al ambiente y drenara en el tanque que alimenta la caldera, por lo cual consideramos una presión de 1,01 bares en el sistema de condensado.

Mediante la utilización de estos datos y el uso de la siguiente tabla podemos determinar el diámetro adecuado para tubería principal de condensado.

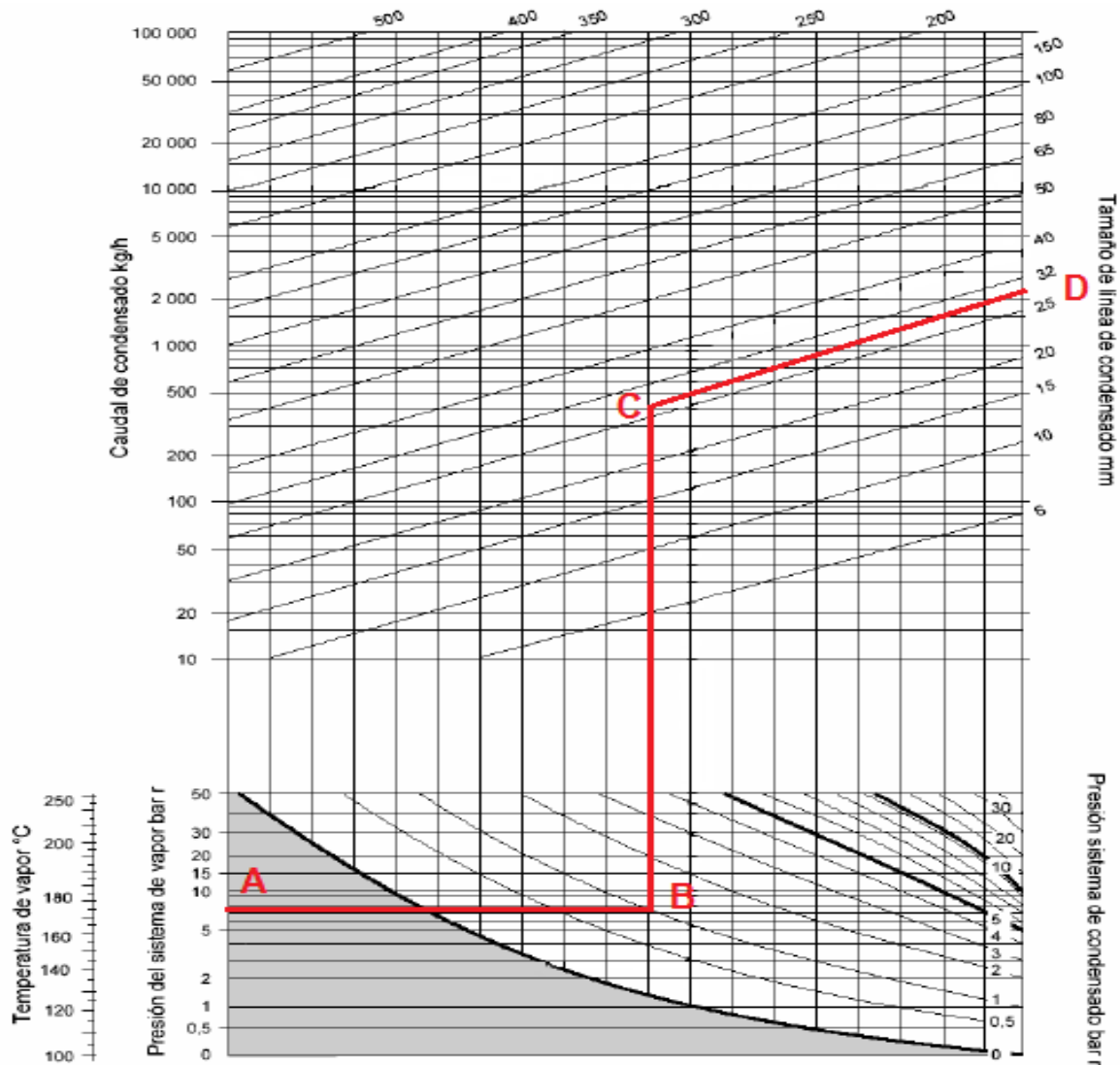


Figura 34: Tabla para dimensionar cañerías de condensado.

Al realizar el método gráfico obtenemos un resultado intermedio entre 32 mm y 25 mm, pero optaremos por utilizar 32 mm para obtener un margen de seguridad. La medida comercial más cercana a 32 mm es 1 1/4", por lo cual usaremos tuberías de este diámetro para dimensionar la tubería principal.

Si realizamos el mismo método para dimensionar los diámetros a cada uno de los caudales por separado, obtendremos los siguientes diámetros para cada uno de los siguientes caudales pertenecientes a los equipos:

- Q1 → 3/4 "
- Q2 → 3/8 "
- Q3 → 3/8 "
- Q4 → 1/2 "
- Q5 → 3/8 "

Una vez que tenemos todos estos datos podemos pasar a describir el sistema de recolección de condensado.

Descripción de la tubería recolectora.

Básicamente la instalación estará formada por 5 ramales, provenientes de los equipos conectados y del final de la línea. Los ramales se unirán a una tubería principal de 1 1/4" que drenará todo el condensado hasta el tanque de agua. Para la construcción de las tuberías usaremos cañerías de acero al carbono aptas para uso térmico, trefilados en frío y fabricados sin costura, para roscar y/o soldar. El sistema tendrá una longitud total de 73,5 metros de tubería.

No será necesaria aislación térmica para las tuberías de condensado, además la tubería principal tendrá una gradiente de 1:100 y usará soportes en la pared a modo de sostén, ya que la tubería tendrá un peso considerable y además posee unos 18 cm de distancia entre dicha tubería y la pared de la fosa.

Los soportes serán colocados en intervalos de 10 metros cada uno y se utilizarán un total de 6 soportes. Dichos soportes estarán fabricados con una placa de acero, la cual estará unida a un perfil y también dispondrá de un perno en U, para de esta manera asegurar la tubería. Estos perfiles estarán en la pared sujetos mediante 8 pernos de 10".

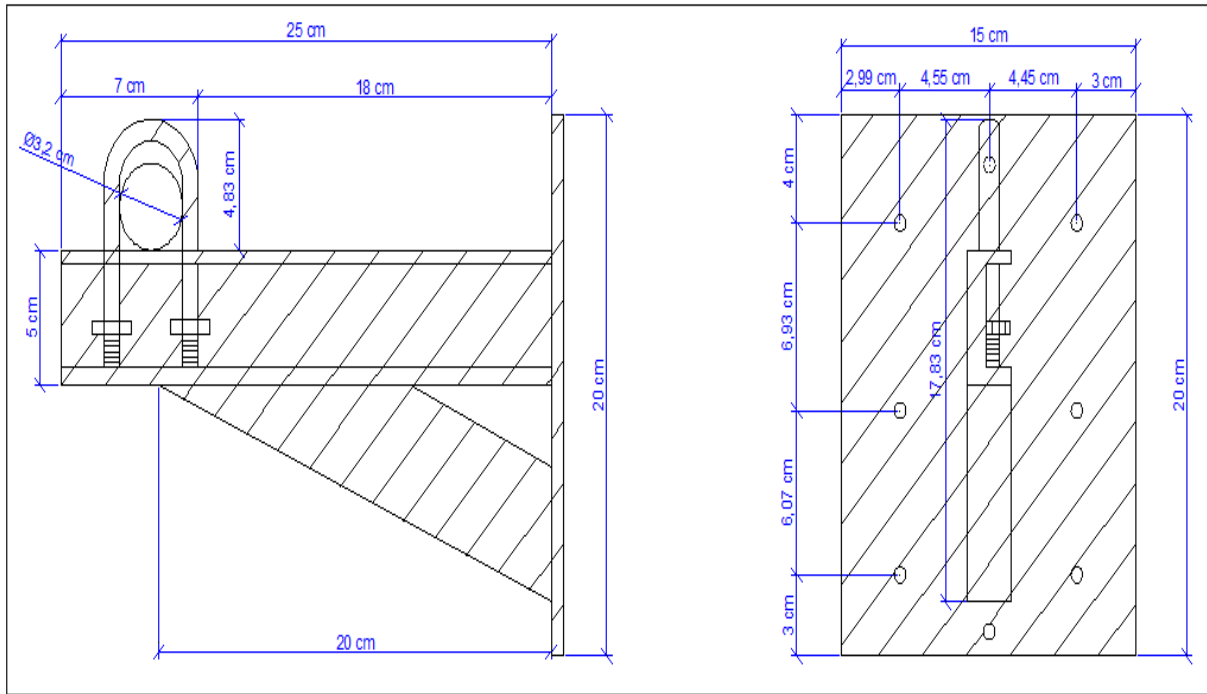


Figura 35: Soportes horizontal para tubería recolectora de condensado.