UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE CAUCHO TRIPLEX DE LA COMPAÑÍA CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A."

Tesis previa a la obtención del

título de Ingeniero Mecánico.

Autores:

Luis Vicente López Fajardo

Marcelo Xavier Poveda Pulla

Director:

Ing. Fran Reinoso

Cuenca, Febrero 2015

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis queridos padres, Vicente y Susana, por su amor incondicional, sus enseñanzas de vida y su ejemplo de perseverancia y dedicación para alcanzar las metas planteadas.

A mis hermanas Kenia y Diana, quienes han contribuido con un sinnúmero de consejos durante mi vida que me han ayudado a crecer personalmente.

Y a toda mi familia, que de alguna forma han contribuido para la culminación de mi trabajo de tesis.

Luis

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por estar conmigo siempre para fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este tiempo

A mi padre y a mi madre por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera.

Luis

DEDICATORIA

A mis padres Patricia y Marcelo por haberme apoyado en todo momento con espiritualidad y motivación constante, permitiéndome ser un hombre de bien.

A mis hermanos, abuelitos y demás familiares, por el ejemplo de vida, valores y cariño que cada día inculcaron en mi persona.

Marcelo

AGRADECIMIENTOS

A mi Padre celestial por renovar sus dones de entendimiento y sabiduría permitirme llegar a este momento de mi vida, alcanzando uno de mis objetivos.

A mis padres que con sacrificio me guiaron durante mi carrera estudiantil, lo cual facilitó culminar satisfactoriamente una meta en mi vida.

A la Universidad Politécnica Salesiana en la persona de sus autoridades y catedráticos de la prestigiosa carrera de Ingeniería Mecánica, quienes me brindaron amistad y confianza, y sobre todo por su calidad de enseñanza y ardua labor en la formación profesional de sus estudiantes.

A mis compañeros de aula, por haber compartido momentos inolvidables y apoyarnos mutuamente durante nuestra vida universitaria.

Marcelo

AGRADECIMIENTOS

De manera especial, al Ing. Frank Reinoso – director de esta tesis, por el apoyo, tiempo compartido, motivación e impulso para el desarrollo del presente trabajo.

A la Empresa “Continental Tire Andina S.A” y por medio de esta a los Ings. Pedro Garcés y Adrián Criollo por facilitar información y apoyar esta implementación.

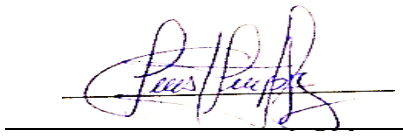
A nuestros compañeros Pedro Espinoza y Andrés Sarmiento por dar soporte en el segundo capítulo.

Al Eco. Fernando Vivar por su colaboración en el tercer capítulo de nuestra tesis.

DECLARATORIA

El trabajo que presentamos, es original y basado en el proceso de adaptación tecnológica establecido en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana. En tal virtud los fundamentos técnicos – científicos y los resultados son exclusiva responsabilidad de los autores.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la Normativa Institucional vigente.

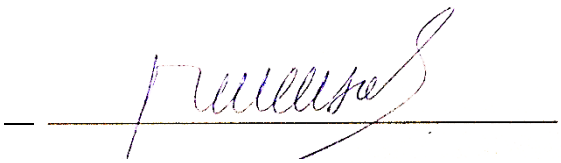


Luis Vicente López Fajardo

Marcelo Xavier Poveda Pulla

CERTIFICO

Que el presente proyecto de tesis "*Diseño e implementación de un sistema de agua de enfriamiento para la línea de extrusión de caucho Triplex de la compañía Continental Tire Andina S.A.*", realizado por los estudiantes: *Luis Vicente López Fajardo* y *Marcelo Xavier Poveda Pulla*, fue dirigido por mi persona.



Ing. Fran Reinoso

RESUMEN

El proyecto de Tesis pretende realizar el diseño y la implementación de un sistema de agua de enfriamiento para la Tubera Triplex que como primer capítulo presenta una breve descripción de la empresa Continental Tire Andina S.A. Se describe el área de Planta Común, en donde se realiza la mezcla de diferentes componentes y mediante un proceso de extrusión se obtiene el caucho con las características necesarias para la fabricación de llantas. Se realiza un estudio de la situación actual del sistema de agua de enfriamiento de la línea de extrusión de caucho en la Tubera Triplex, se describen los parámetros en los que está trabajando el sistema.

El segundo capítulo propone el diseño de un sistema de agua de enfriamiento que está formado por un sistema primario y un sistema secundario como. El sistema primario transporta y enfría el agua mediante una torre de enfriamiento. El sistema secundario recolecta el agua de proceso de la Tubera Triplex y mediante un intercambiador de calor se realiza la trasferencia de energía con el agua fría del sistema primario, el diseño de este sistema se propone cumpliendo las especificaciones de calidad establecidas por Continental. Se describe el proceso de implementación del sistema de agua de enfriamiento en Planta Común, desde la preparación de la obra civil hasta el funcionamiento del sistema. Se realiza un manual de puesta en marcha para el nuevo sistema de agua de enfriamiento implementado. Adicionalmente se presenta resultados de pruebas de operación.

En el tercer capítulo se expone el análisis del costo que se consideró para la implementación total del sistema de enfriamiento.

Abstrac

The thesis project aims to make the design and implementation of a cooling water system for Triplex Tubera as a first chapter presents a brief description of the company Continental Tire Andina S.A. Common plant area, where the mixing of different components takes place and by a rubber extrusion process is obtained with the necessary tire manufacturing features described. A study of the current situation of the cooling water system of rubber extrusion line in Tubera Triplex is made; the parameters that are working the system are described.

The second paper proposes the design of a cooling water system which consists of a primary system and a secondary system as. The primary cooling system and the water transported through a cooling tower. The secondary system collects water Tubera Triplex process and through a heat exchanger energy transfer is done with the cold water of the primary system, the design of this system is proposed meeting quality specifications set by Continental. The implementation process cooling water system described in Common Ground, from preparation of civil engineering to system operation. A manual start-up is done to the new system implemented water cooling. Additionally operation test results presented.

In the third chapter of the cost analysis were considered for the full implementation of the cooling system is exposed.

Índice de contenido

Pág.

Índice de Figuras ..... **XIII**

Índice de Tablas ..... **XV**

1. Situación actual del sistema de agua de enfriamiento en el proceso de extrusión **1**

1.1 Introducción 1

1.2 Antecedentes 1

1.2.1 Ubicación de la Compañía 2

1.2.2 Misión de Continental Tire Andina S.A. 3

1.2.3 Visión de Continental Tire Andina S.A. 3

1.2.4 Responsabilidad social 3

1.2.5 Líneas de producción 3

1.3 Estudio de la red de agua de enfriamiento actual en el proceso de extrusión 5

1.3.1 Planta común 5

1.3.2 Torre de enfriamiento 9

1.3.2.1 Suministro de agua de la TE 4 13

1.3.2.2 Bombeo de agua de la TE 4 13

1.3.2.3 Diagnóstico de la TE 4 15

1.3.3 Red de tubería 15

1.3.4 Tubera Triplex 19

1.3.4.1 Procesos involucrados en la Tubera Triplex 19

1.3.4.2 Diagnóstico del sistema de enfriamiento de la Tubera Triplex 25

1.4 Necesidades y requerimientos del proceso 27

1.4.1 Requerimientos del agua de enfriamiento para el caucho extruido 28

1.5 Comparación estado actual y requerimientos 30

1.6 Conclusiones 31

2. Diseño e implementación del sistema de agua de enfriamiento **32**

2.1 Introducción 32

2.2 Diseño del sistema de enfriamiento en línea Triplex 32

2.2.1 Parámetros de diseño 33

2.2.2 Sistema Primario 35

2.2.2.1 Diseño hidráulico 36
2.2.3 Sistema secundario 45
2.2.3.1 Diseño hidráulico 47
2.2.3.2 Diseño térmico 52
2.3 Proceso de montaje 63
2.4 Pruebas de operación 73
2.5 Puesta en marcha del sistema de agua de enfriamiento 75
2.6 Conclusiones 96
3. Análisis económico 97
3.1 Costeo por órdenes de trabajo y costeo por procesos 97
3.1.1 Diseño térmico Sistema de costeo por órdenes 97
3.1.1.1 Hoja de costos para cada orden 97
3.1.1.2 Requisición de materiales 98
3.1.1.3 Tarjeta de tiempo 100
3.1.1.4 Tarjeta de reloj 100
3.1.2 Requisición de materiales indirectos y mano de obra indirecta 100
3.1.2.1 Gastos indirectos de fabricación (GIF) 101
3.2 Conclusiones 101
4. Conclusiones y recomendaciones 102
4.1 Conclusiones generales 102
4.2 Recomendaciones 104
Referencias 105
5. Anexos ..... a

Índice de Figuras

Pág.

Figura 1-1 - Ubicación Continental Tire Andina S.A. Fuente: [2]. 2
Figura 1-2 -Layout de Planta Común. Fuente: [2]. 7
Figura 1-3 -Procesos realizados en Planta Común. Fuente: Autores. 8
Figura 1-4 -Torre de enfriamiento 4 vista superior. Fuente: Autores. 10
Figura 1-5 -Flujo de aire en Torre de Enfriamiento 4. Fuente: [4]. 10
Figura 1-6 – Torre enfriamiento 4 vista lateral. Fuente: Autores. 11
Figura 1-7 -Carga térmica y circulación de agua de enfriamiento en TE 4. Fuente: Autores. 12
Figura 1-8 -Reservorio torre de enfriamiento 4. Fuente: Autores. 13
Figura 1-9 -Bombas para el proceso de extrusión. Fuente: Autores. 14
Figura 1-10 -Bombas para proceso de mixers. Fuente: Autores. 14
Figura 1-11 -Tubería de salida de la TE 4. Fuente: Autores. 16
Figura 1-12 -Tubería entrada Tubera Triplex. Fuente: Autores. 16
Figura 1-13 -Red de agua suministrada por la TE 4 a Planta Común. Fuente: Autores. 17
Figura 1-14 -Red de agua de retorno a TE 4. Fuente: Autores. 18
Figura 1-15 -Tubera Triplex. Fuente: Autores. 19
Figura 1-16 -Conveyor de alimentación de caucho en la Tubera Triplex. Fuente: Autores 20
Figura 1-17 -Tolva superior Tubera Triplex. Fuente: Autores. 20
Figura 1-18 -Cabeza de extrusión de la Triplex. Fuente: Autores. 21
Figura 1-19 -Trazabilidad del material. Fuente: Autores. 22
Figura 1-20 -Línea de enfriamiento Tubera Triplex. Fuente: Autores. 22
Figura 1-21 -Tinas de enfriamiento Tubera Triplex. Fuente: Autores. 23
Figura 1-22 -Cortadora Tubera Triplex. Fuente: Autores. 24
Figura 1-23 -Almacenamiento de rodamientos y laterales de caucho. Fuente: Autores. 24
Figura 1-24 -Conveyor de Enfriamiento contaminado de la extrusora Triplex. Fuente: Autores. 25
Figura 1-25 -Scrap. Fuente: Autores. 26
Figura 1-26 -Temperatura del agua en el conveyor de enfriamiento. Fuente: Autores. 26
Figura 2-1 – Propuesta del sistema de agua de enfriamiento. Fuente: Autores 33
Figura 2-2 – Red de tubería del sistema primario. Fuente: Autores 35
Figura 2-3 - Equipo de enfriamiento de agua sistema primario. Fuente: Autores 36
Figura 2-4 - Torre de enfriamiento Alpina. Fuente: Autores 39
Figura 2-5 – Curva operación de la bomba del sistema primario. Fuente: Autores 44
Figura 2-6 - Equipo de enfriamiento de agua sistema secundario. Fuente: Autores. 47
Figura 2-7 - Coeficiente local de transferencia con 2 < NTU < 4. Fuente:[13] 54
Figura 2-8 - Coeficiente local de transferencia con 0.25 < NTU < 2. Fuente:[13] 55
Figura 2-9 – Intercambiador de calor Fuente: Autores. 56
Figura 2-10 - Tanque reservorio de sistema secundario. Fuente: Autores. 58
Figura 2-11 - Esquema de la tina de recolección de agua de enfriamiento en la Tubera Triplex. Fuente: Autores. 59
Figura 2-12 - Tanque reservorio diseñado e implementado. Fuente: Autores. 62
Figura 2-13 - Localización destinada a la torre de enfriamiento (desmontaje de cubierta). Fuente: Autores. 63
Figura 2-14 – Cementadora y sistema contra incendios destinadas a reubicación. Fuente: Autores. 64
Figura 2-15 - Realización de base de torre de enfriamiento sistema primario. Fuente: Autores. 64
Figura 2-16 - Obra civil para emplazamiento de bombas sistema primario. Fuente: Autores. 65

Figura 2-17 - Obra civil de canalización para drenaje del sistema secundario. Fuente: Autores 65
Figura 2-18 - Trabajo de soldadura en tierra, unión de codo y tubería. Fuente: Autores. 66
Figura 2-19 - Fabricación del tanque reservorio para sistema secundario. Fuente: Autores. 67
Figura 2-20 – Panel de control sistema secundario. Fuente: Autores. 67
Figura 2-21 - Montaje y protección de tuberías. Fuente: Autores. 68
Figura 2-22 - Emplazamiento bombas sistema primario. Fuente: Autores. 68
Figura 2-23 - Ensamble torre de enfriamiento. Fuente: Autores. 69
Figura 2-24 – Sistema primario ensamblado. Fuente: Autores. 70
Figura 2-25 - Posicionamiento tanque reservorio sistema secundario 4. Fuente: Autores. 70
Figura 2-26 – Sistema de enfriamiento secundario. Fuente: Autores. 71
Figura 2-27 – Sistema de dosificación en línea. Fuente: Autores. 72
Figura 2-28 - Limpieza de sólidos en bandejas de la Tubera Triplex. Fuente: Autores. 73

Índice de Tablas

Pág.

Tabla 1-1: Composición en peso de una llanta manufacturada en Continental Tire Andina S.A. Fuente:[4].. 4
Tabla 1-2: Diámetros y longitudes de los tornillos sinfín. Fuente:[7]. 21
Tabla 1-3: Comparación de variables entre estado actual y requisitos del sistema. Fuente: Autores. 30
Tabla 2-1: Pérdida de fricción en accesorios sistema primario Fuente: Autores. 42
Tabla 2-2: Pérdida de fricción en accesorios sistema secundario Fuente: Autores. 49
Tabla 2-3: Proceso de montaje. Fuente: Autores. 63
Tabla 2-4: Pruebas de operación. Fuente: Autores. 73
Tabla 3-1: Presupuesto Fuente: Autores. 98
Tabla 3-2: Tarjeta de reloj Fuente: Autores. 100
Tabla 3-3: Gastos indirectos de fabricación Fuente: Autores. 101

1. Situación actual del sistema de agua de enfriamiento en el proceso de extrusión

1.1 Introducción

El capítulo presenta una breve descripción de la empresa Continental Tire Andina S.A., mostrando su ubicación en la ciudad de Cuenca y la distribución sus áreas de proceso para la producción de llantas. Se describe el área de Planta Común, donde se realiza la mezcla de diferentes componentes y mediante un proceso de extrusión se obtiene el caucho con las características dimensionales, físicas y químicas necesarias para la fabricación de llantas. Se realiza un estudio de la situación actual del sistema de agua de enfriamiento de la línea de extrusión de caucho en la Tubera Triplex, se describen las condiciones de operación del sistema. Por consiguiente se expondrá las necesidades y requerimientos del agua de enfriamiento utilizada para el proceso de extrusión del caucho.

1.2 Antecedentes

Continental Tire Andina S.A. es una empresa con trayectoria en el sector industrial de la ciudad de Cuenca, debido al cambio de tendencias y situación económica mundial, la empresa evalúa constantemente diversas estrategias para mantenerse vigente dentro del mercado nacional e internacional, teniendo la obligación de buscar mejoras en los procesos productivos, reducir costos de manufactura, mantener y optimizar la calidad del producto, con el fin de obtener un excelente margen de utilidad ante un escenario de continua competencia.

La empresa está dedicada a la producción de llantas a través de sus marcas comerciales, como son: Continental, General Tire, Barum, Viking y Sportiva; estas atienden a los consumidores de llantas de la Comunidad Andina, como son: Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. [1]

1.2.1 Ubicación de la Compañía

Continental Tire Andina S.A. se encuentra ubicada en Ecuador, establecida en la ciudad de Cuenca, en el sector del parque industrial de Machángara, panamericana Norte Km 2 ½. Como se muestra en la Figura 1-1 colinda al Norte con áreas baldías y construcciones aisladas, al Sur con las instalaciones de la fábrica Vandervil, al Este con la Panamericana, al Oeste con el Batallón Calderón y el Río Machángara cuyo cause limita con las instalaciones.

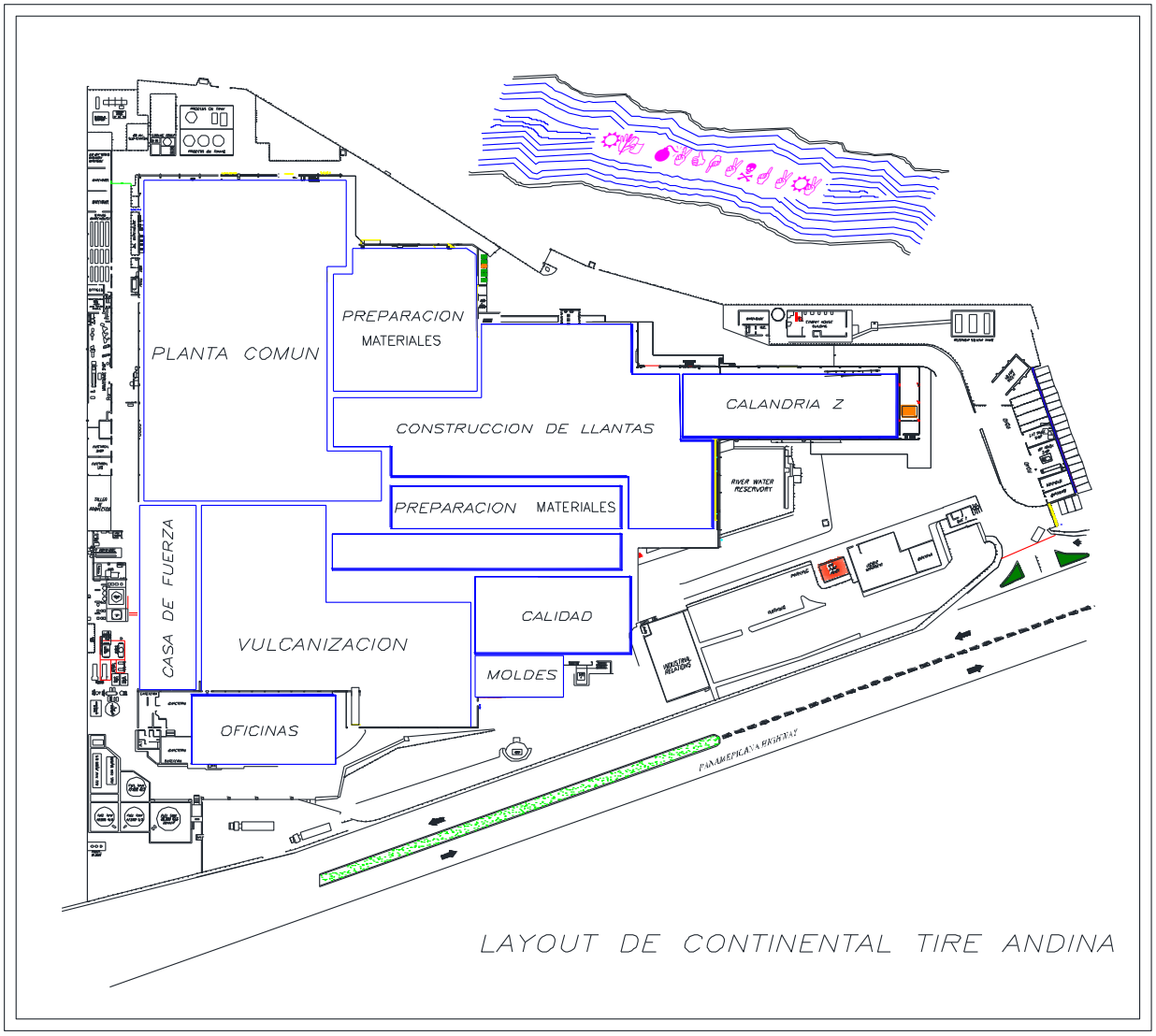


Figura 1-1 - Ubicación Continental Tire Andina S.A. Fuente: **[2]**.

1.2.2 Misión de Continental Tire Andina S.A.

Fabricar y comercializar llantas y productos de caucho de la más alta calidad y, a través del proceso de mejoramiento continuo, crear valor para nuestros clientes, bienestar para nuestros colaboradores y rentabilidad para nuestros accionistas. [1]

1.2.3 Visión de Continental Tire Andina S.A.

Ser una organización industrial y comercial protagonista en el cambio del país, reconocida por su alta competitividad en el Pacto Andino, por el servicio y satisfacción de sus clientes y por el compromiso de sus colaboradores. Gracias a la competencia de la empresa, sus productos y nuestros servicios, nosotros, junto con nuestros clientes, mejoramos la seguridad, el confort y hacemos de manejar una diversión. [1]

1.2.4 Responsabilidad social

En la actualidad la empresa consta con 1160 personas, 851 obreros y 309 empleados, y además se encuentra fuertemente ligada a proyectos de responsabilidad social en lo que respecta a la relación con los trabajadores, consumidores, comunidades, y sus necesidades a nivel local, nacional e internacional. La responsabilidad social empresarial se direcciona en las áreas de medio ambiente, educación y deporte. [1]

1.2.5 Líneas de producción

Actualmente Continental Tire Andina S.A. produce alrededor de 7000 llantas por día, en dos principales líneas de producción:[3]

1) CVT: *Comercial Vehicle Tires*
2) PLT: *Passenger Light and Trucks*

La línea de CVT produce llantas para carros comerciales grandes, PLT produce llantas para carros de transporte liviano. Para cada línea son necesarias diferentes características del producto terminado pero principalmente la composición de una llanta es como se muestra en la Tabla 1-1

Tabla 1-1: Composición en peso de una llanta manufacturada en Continental Tire Andina S.A. Fuente:**[4]**.

Componentes	Porcentaje
Caucho natural	19%
Caucho sintético	26%
Negro de humo	23%
Tejidos	9%
Aceites	6%
Alambre	3%
Otros	14%
Total	100%

La empresa en su gestión de producción asegura la calidad de llantas, y cuenta con las siguientes certificaciones: [5]

- AAA: Mejor gerencia de riesgos en América Latina (ACE Seguros)
- Sello de Calidad NTE INEN 2099: Fabricación de neumáticos para vehículos de pasajeros.
- Sello de Calidad NTE INEN 2100: Fabricación de neumáticos para vehículos de camioneta y camión.
- ISO 9001:2008: Fabricación y comercialización de llantas para vehículos automotores y trailers.
- ISO 14001:2004: Protección al medio Ambiente.
- OHSAS 18001:2007: Protección de la Salud y Medio Ambiente.
- QSB: Alta posición de calidad para los proveedores de clase mundial.

1.3 Estudio de la red de agua de enfriamiento actual en el proceso de extrusión

Para la obtención de una llanta es necesario colocar varias capas de caucho extruido de diferentes características físicas y químicas, añadir refuerzos laterales y aplicarle calor para que el caucho pueda vulcanizarse. Se pondrá énfasis en el proceso de extrusión del caucho, el mismo que necesita previamente ser mezclado con todos los componentes que dan las características de calidad y durabilidad del producto, luego estos son almacenados y llevados a unas tolvas de extrusión, proceso que posteriormente requiere de un enfriamiento simultáneo para mantener características de calidad, razón por la cual se procede a realizar un estudio de la red de agua de enfriamiento actual que opera en el área de Planta Común, donde se procede a examinar la situación de la torre de enfriamiento 4, con sus respectivas líneas de alimentación y retorno de agua, además se analizara la red de tubería existente y se evaluara el sistema del agua de enfriamiento en la Tubera Triplex.

Características de operación:

1.3.1 Planta común

Planta Común es el área donde comienza el proceso de producción de llantas en Continental Tire Andina S.A., la cual se puede identificar en la Figura 1-1. Primero se trae los diferentes componentes de la bodega de materia prima y se los organiza en la entrada de cada proceso utilizando un método de producción FIFO[1], luego se mezcla, homogeniza, extruye y almacena al caucho para obtener los siguientes componentes:

- *Innerliner*
- Pliegos
- Laterales
- Pestañas
- *Breakers* de acero
- Refuerzos

[1] FIFO: *First In - First Out.* Es un método organizacional de producción

- Rodamiento

Los componentes se colocan en forma de capas continuas, una encima de otra, para obtener una llanta verde[2], esta configuración brindará al producto terminado características de resistencia a:

- Tensión
- Impacto
- Flexión
- Calor
- Presión

Dependiendo de su construcción se clasifican en llantas PLT y CVT. Luego la llanta pasa a la zona de prensas de vulcanizado y se hacen las correspondientes pruebas de calidad para obtener el producto terminado. En el proceso mencionado, se utilizan 168 materias primas diferentes y más de 58 compuestos. [3], los componentes de una llanta que están presentes en mayor cantidad son:

- **Negro de humo:** Añade consistencia y dureza.
- **Azufre:** Sirve para vulcanizar o "curar" el caucho.
- **Cementos y pinturas:** Se utiliza en la construcción y el acabado.
- **Fibras de Nylon y Acero:** Fortalecen la llanta.
- **Caucho sintético natural:** Materiales principales en la fabricación.
- **Antioxidantes y antiozonantes:** Para resistir los efectos dañinos de la luz solar y del ozono, para hacer que la llanta tenga mayor durabilidad.
- **Aceites y grasas:** Para hacer más maleable la mezcla y para ayudar en el mezclado de todos los ingredientes.

En la Figura 1-2 se observa la distribución de espacios en el área de Planta Común.

[2] Llanta verde: Se denomina así a la llanta antes de someterse al proceso de vulcanizado.

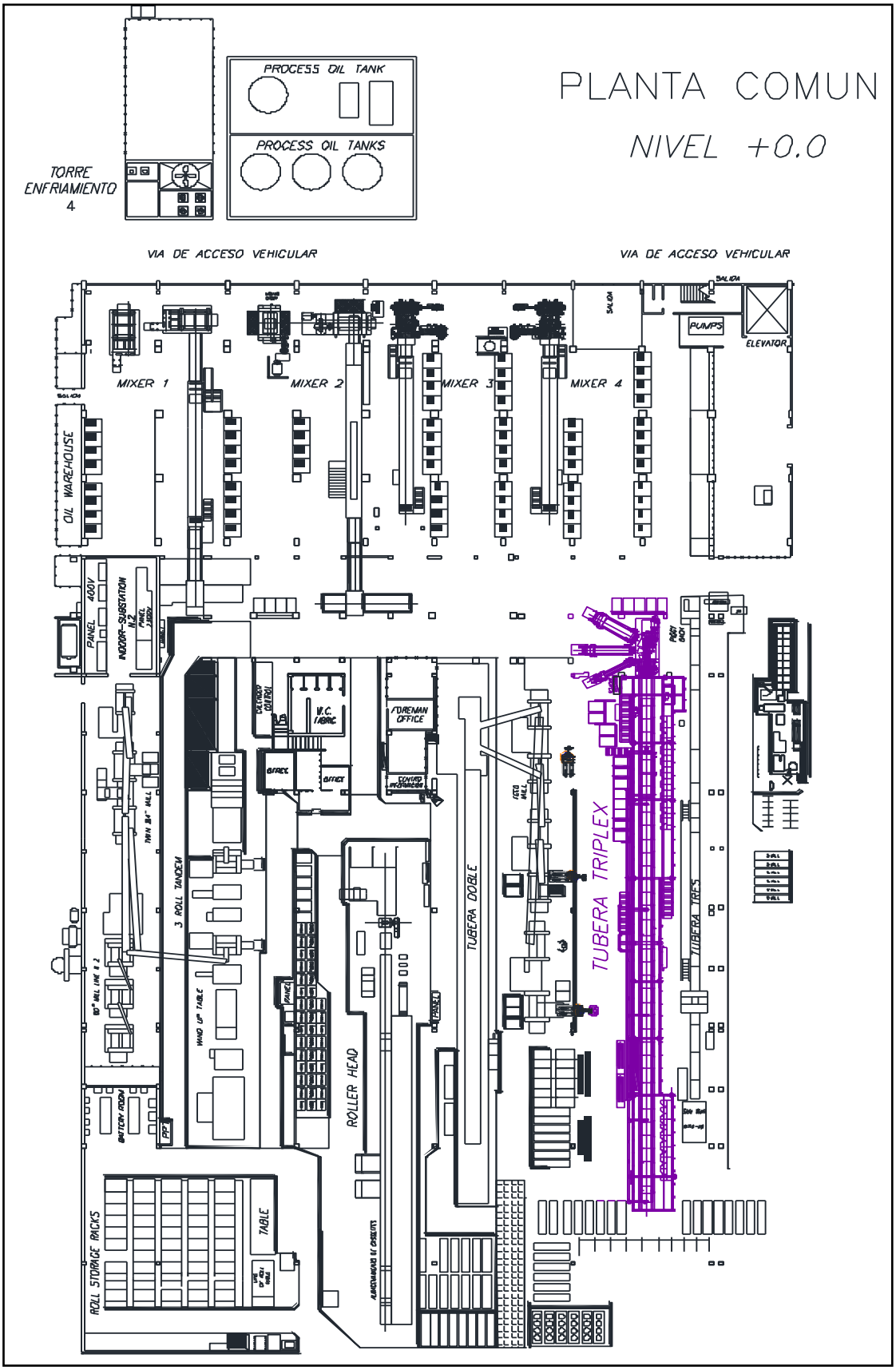


Figura 1-2 -*Layou*t de Planta Común. Fuente: **[2]**.

Los procesos que se realizan en Planta común se los observa en la Figura 1-3.

- **Mezclado**: Se mezcla cacho natural, caucho sintético, químicos y aceites para obtener caucho laminado.
- **Extrusión**: Se extruye Rodamientos, *Shoulder Cushion, Bead Cushion*, y laterales. Estos pasan por un control de peso continuo. Posteriormente se enfrían los rodamientos para poder ser cortados y proceder a controlar el peso final.
- **Calandrado de Nylon**: Elabora lonas de caucho a base de nylon. Estas son cortadas en diferentes máquinas, una de ellas se denomina *Hi Table*.
- **Calandrado de Acero**: Elabora lonas de caucho a base hilos de acero. Esto se elabora en la máquina Calandria Z.

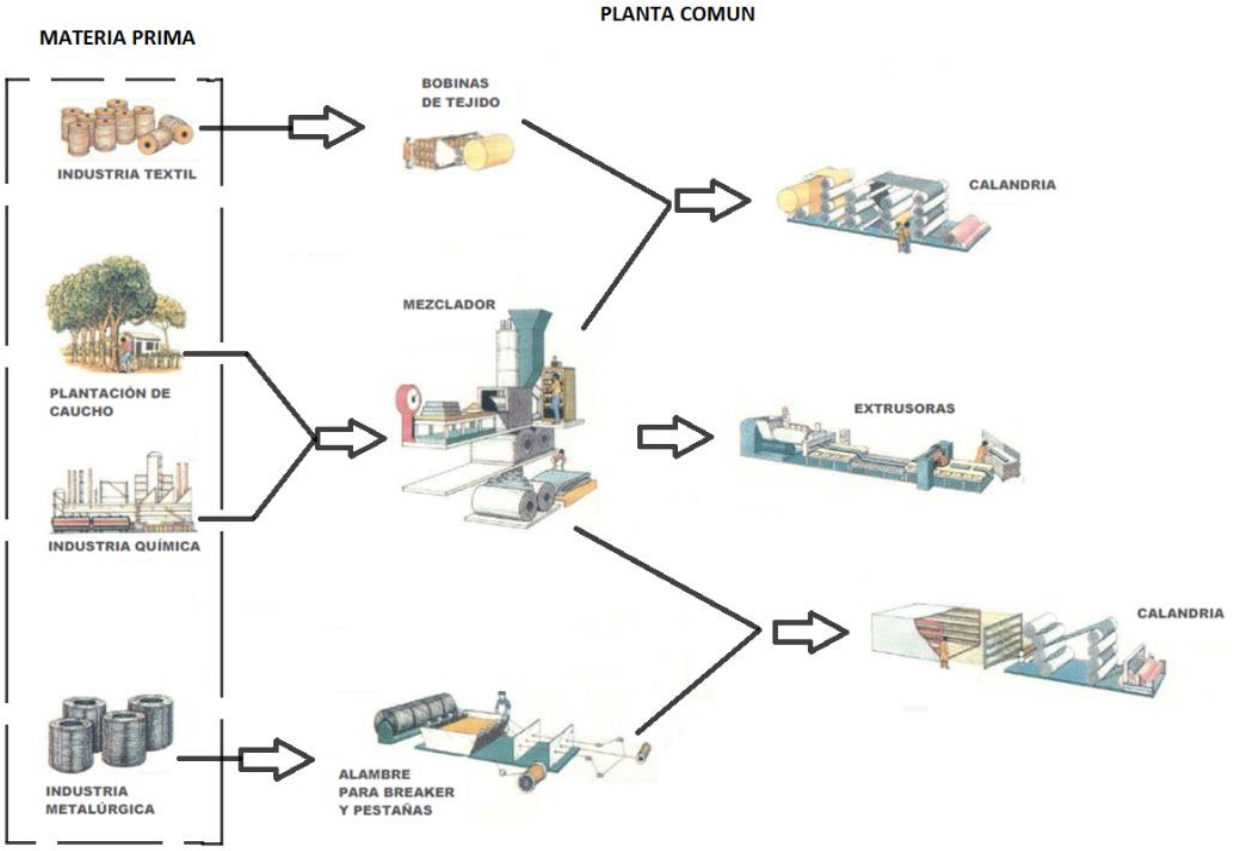


Figura 1-3 -Procesos realizados en Planta Común. Fuente: Autores.

1.3.2 Torre de enfriamiento

Las torres de enfriamiento son equipos que se usan para enfriar agua en grandes volúmenes, extrayendo el calor del agua mediante evaporación o conducción. El proceso es económico, comparado con otros equipos de enfriamiento como los cambiadores de calor donde el enfriamiento ocurre a través de una pared.[6]

El agua se introduce por el domo de la torre por medio de vertederos o por boquillas para distribuir el agua en la mayor superficie posible. El enfriamiento ocurre cuando el agua, al caer a través de la torre, se pone en contacto directo con una corriente de aire que fluye a contracorriente o a flujo cruzado, con una temperatura menor a la temperatura del agua, en estas condiciones, el agua se enfría por transferencia de masa (evaporación), originando que la temperatura del aire y su humedad aumenten y que la temperatura del agua descienda.

La temperatura límite de enfriamiento del agua es la temperatura del aire a la entrada de la torre. Parte del agua que se evapora, causa la emisión de más calor, por eso se puede observar vapor de agua encima de las torres de enfriamiento.[6]

El sistema de agua de enfriamiento actual en la planta de Continental Tire Andina S.A. está compuesto por 4 torres de enfriamiento:

Torre 1 y 2: provee de agua de enfriamiento las áreas de Casa de Fuerza, Vulcanización y Construcción.

Torre 3: abastece área de Calandria Z

Torre 4: proporciona agua de enfriamiento a Planta Común. Se observa en la Figura 1-4; es importante mencionar que esta torre de enfriamiento es la que actualmente alimenta a la Tubera *Triplex*.

Figura 1-4 -Torre de enfriamiento 4 vista superior. Fuente: Autores.

La Torre de Enfriamiento 4, en adelante se la referenciará con las siguientes siglas: (TE 4), está instalada en las afueras del área de Planta Común, entre la Subestación eléctrica de 69KV y reservorio de aceites de proceso. Podemos ubicarla en la Figura 1-2. Este equipo es de tiro inducido y flujo cruzado ya que el aire circula en dirección perpendicular al agua, como podemos ver en la Figura1-5

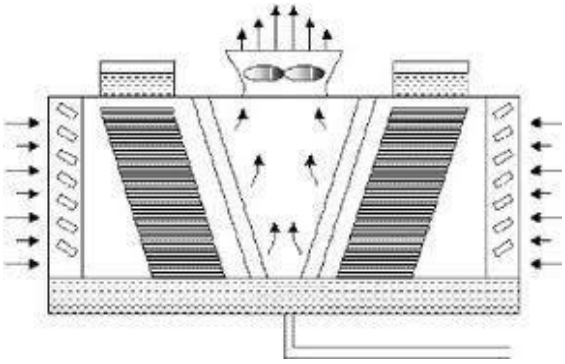


Figura 1-5 -Flujo de aire en Torre de Enfriamiento 4. Fuente: [4].

La TE4 posee un sistema subterráneo de reservorio de agua y 4 bombas de tres etapas para abastecer el área de Planta Común como se ve en la Figura 1-6.

Figura 1-6 – Torre enfriamiento 4 vista lateral. Fuente: Autores.

Los siguientes equipos trabajan con el agua de enfriamiento suministrado por la TE4 hacia Planta Común:

- Mixer 1
- Mixer 2
- Mixer 3
- Mixer 4
- Molinos de proceso
- Tubera Doble
- Tubera Triplex
- Tubera Tres

Por ende el agua se calienta a unos 24°C, siendo esta la carga térmica que debe enfriar la TE4, en la Figura 1-7 podemos observar como es el abastecimiento y retorno del agua de enfriamiento, además se muestra las características de las bombas y la configuración general del sistema.

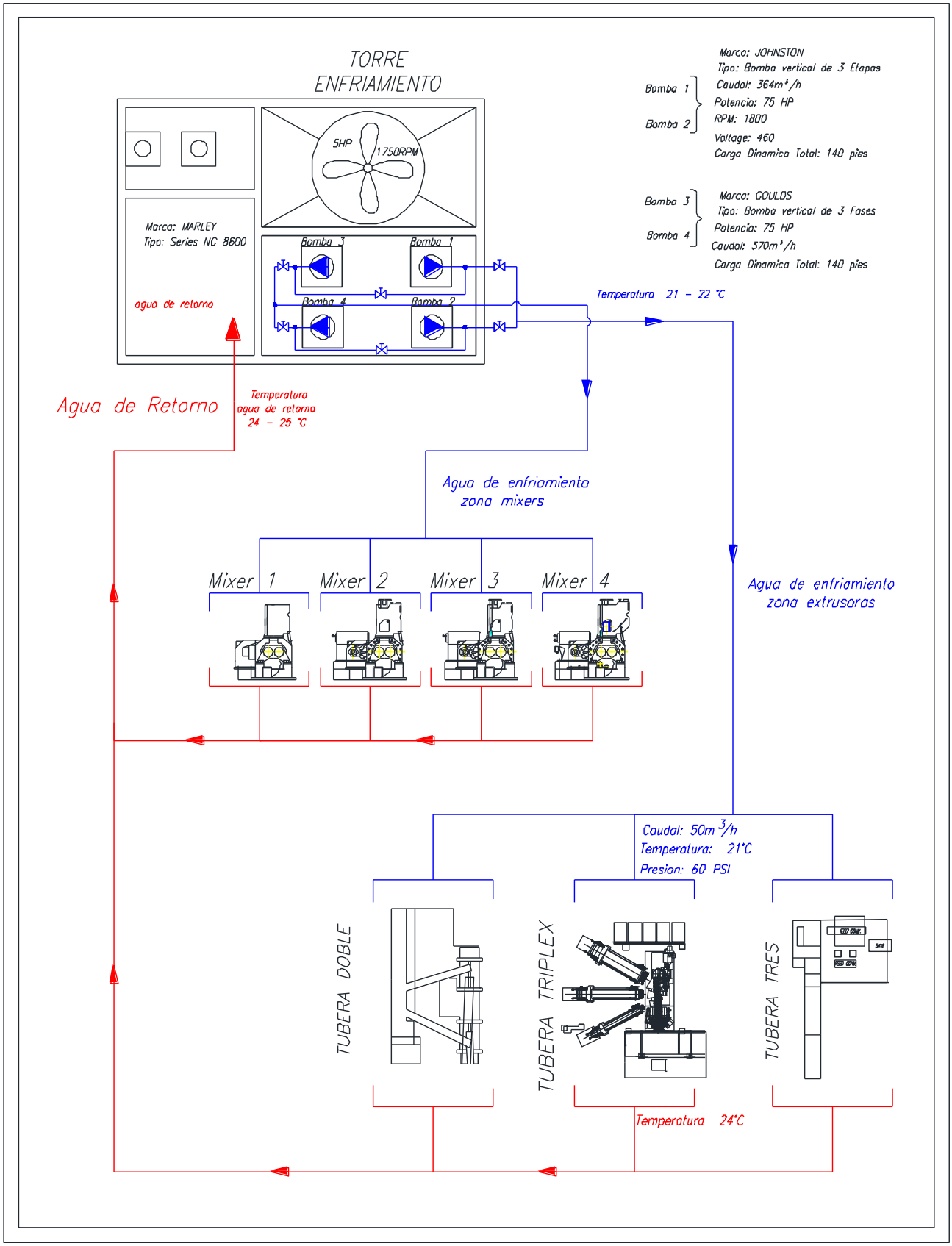


Figura 1-7 -Carga térmica y circulación de agua de enfriamiento en TE 4. Fuente: Autores.

1.3.2.1 Suministro de agua de la TE 4

En el sistema actual, el agua es captada del río Machángara, luego ingresa a una planta de tratamiento de Continental Tire Andina S.A., en donde el agua se clarifica y se almacena en un reservorio general con capacidad de 2000 m^3, de aquí se bombea el agua necesaria al tanque reservorio de la TE 4 mediante tubería AP de 2", este reservorio es subterráneo y tiene una capacidad de 100 $m^{3,}$ se lo puede observar en la Figura 1-8.

La TE 4 recoge el agua de enfriamiento de todas equipos de Planta Común tales como los *mixers* y los procesos de extrusión, como muestra la Figura 1-7 por lo cual diariamente es necesario agua de reposición de aproximadamente 10 m^3.

Figura 1-8 -Reservorio torre de enfriamiento 4. Fuente: Autores.

1.3.2.2 Bombeo de agua de la TE 4

El bombeo de agua hacia Planta Común se lo realiza mediante 4 bombas verticales de 3 etapas, como muestra la Figura 1-7. Para bombear agua de enfriamiento al proceso de extrusión se utilizan dos bombas marca Johnston de 75 HP de potencia, 1800 rpm, 60 Hz, 1600 GPM y una Carga Dinámica Total de 140 pies, como muestra la Figura 1-9. Para el

proceso de *mixers* se utilizan dos bombas marca Goulds de 75 HP de potencia, 60 Hz, 1600 GPM. Como muestra la Figura 1-10

Ambas líneas se alimentan del reservorio de agua de la TE 4, cabe mencionar que se encuentran dos bombas por línea de alimentación para su respectivo mantenimiento en caso de ocurrir algún problema operativo y están conectadas las 4 bombas con un sistema de tubería en paraelo.

Figura 1-9 -Bombas para el proceso de extrusión. Fuente: Autores.

Figura 1-10 -Bombas para proceso de *mixers*. Fuente: Autores.

1.3.2.3 Diagnóstico de la TE 4

- Los procesos que se realizan de toda el área de Planta Común poseen un sistema abierto de recolección del agua de enfriamiento, es decir el agua de proceso es la misma agua de enfriamiento que circula por la TE4, esto conlleva a problemas de contaminación en el sistema de enfriamiento, estos solidos suspendidos pueden ser:
  - ✓ polvo
  - ✓ partículas de caucho
  - ✓ partículas de óxido
  - ✓ químicos residuales
  - ✓ residuos orgánicos

- El mantenimiento de esta torre no es complicado, se puede inspeccionar con facilidad el interior y cada uno de sus componentes, cada fin de año se realiza un mantenimiento preventivo.

- La carga térmica que producen los procesos de *mixers* y extrusión de caucho exceden a la capacidad de enfriamiento de la TE 4.
  - ✓ Temperatura de salida del agua de la TE 4 es de $21 - 22\ ℃$
  - ✓ Temperatura de entrada del agua a la TE 4 es de $24 - 25\ ℃$

- No existe instrumentación adecuada que facilite la visualización de parámetros como temperatura, caudal y presión en la TE 4, por lo tanto no se lleva un registro de estas variables en el sistema de agua de enfriamiento de Planta Común.

1.3.3 Red de tubería

La red de distribución actual de agua de enfriamiento en Planta Común está configurada con dos sistemas diferentes:

El primero es una red de alimentación que está formada con tubería de hierro AP 10”, AP 8”, AP 6”, AP 4” y AP 2”, se muestra detalladamente en la Figura 1-13, esta comienza

desde la TE 4 con tubería AP 10” como se ve en la Figura 1-11 y termina en la entrada de cada máquina de Planta Común con tubería AP 2”, como muestra la Figura 1-12 que es la entada en la Tubera Triplex.

Figura 1-11 -Tubería de salida de la TE 4. Fuente: Autores.

Figura 1-12 -Tubería entrada Tubera Triplex. Fuente: Autores.

La segunda es una red de retorno de agua desde la maquinaria hasta la TE 4, esta funciona con pozos de recolección y está conectada mediante tubería de hormigón, el flujo de agua es mediante gravedad, se puede ver con detalle en la Figura 1-14.

Al observar la red actual de tubería de agua de enfriamiento podemos notar la falta de instrumentación a lo largo de toda la red, lo cual genera el inconveniente de no poder apreciar parámetros de temperatura, presión y caudal.

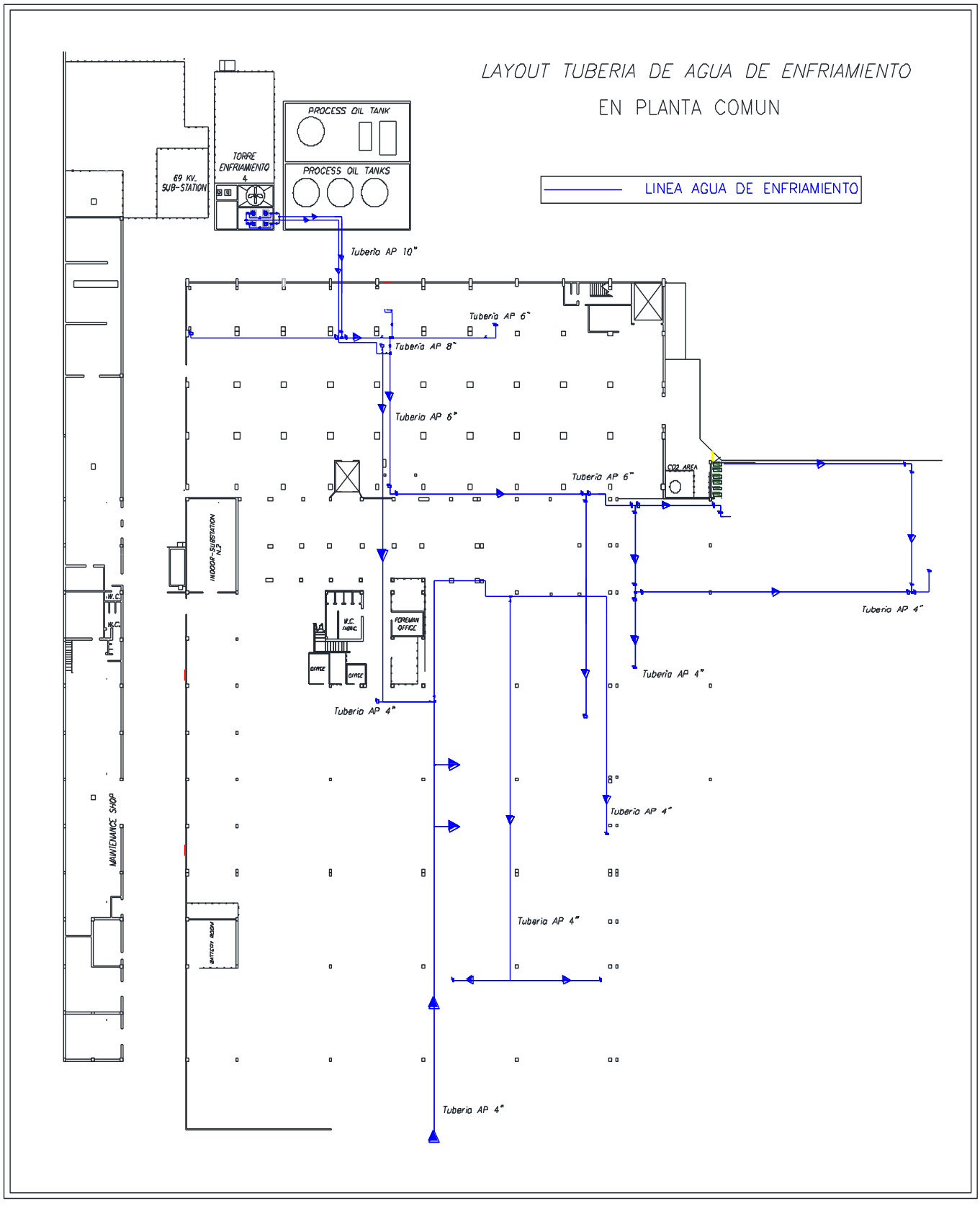


Figura 1-13 -Red de agua suministrada por la TE 4 a Planta Común. Fuente: Autores.

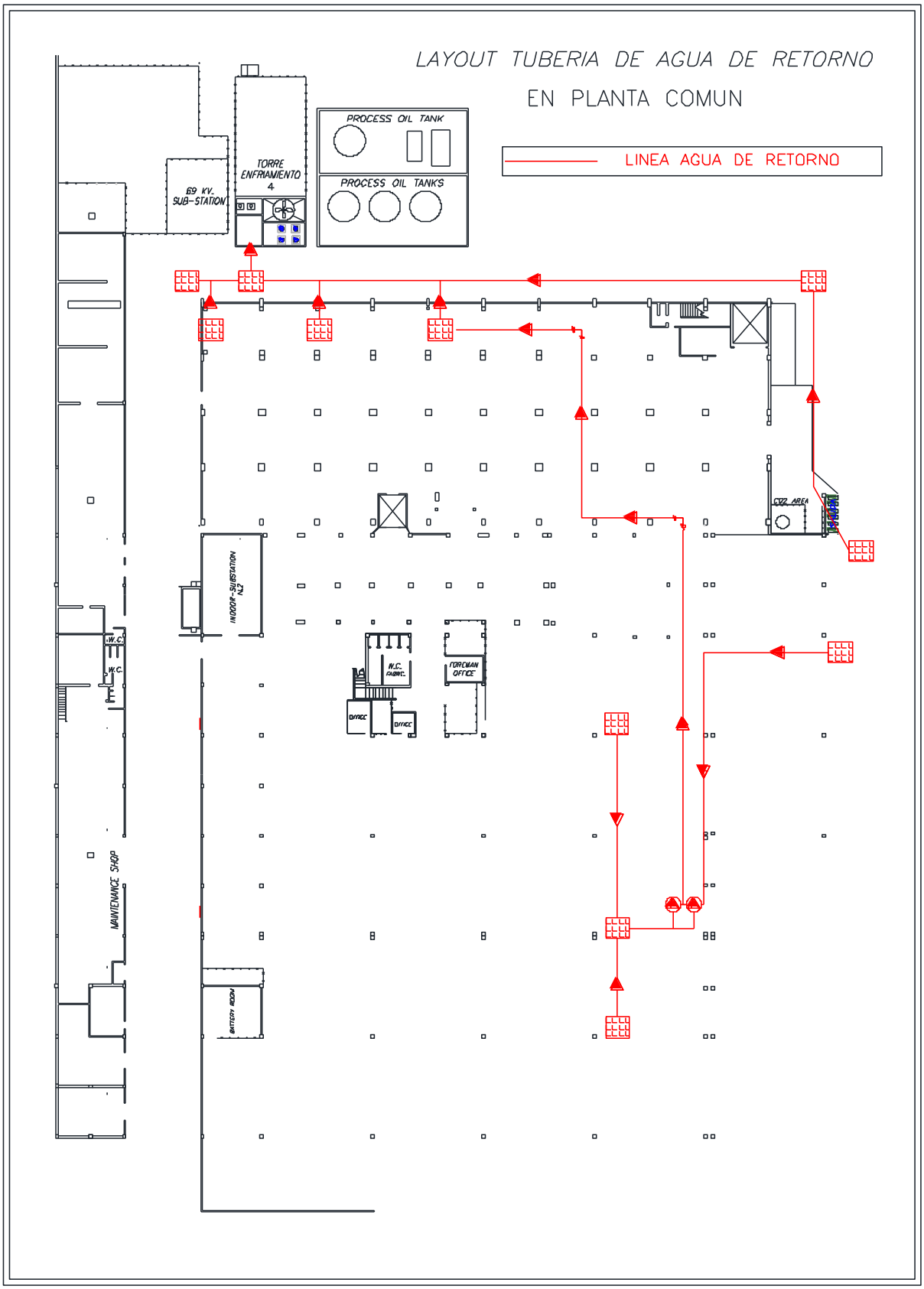


Figura 1-14 -Red de agua de retorno a TE 4. Fuente: Autores.

1.3.4 Tubera Triplex

La Tubera Triplex es una línea de extrusión que está ubicada en Planta Común como muestra la Figura 1-2, es llamada así porque consta de tres extrusoras de caucho como muestra la Figura 1-15. Cada extrusora cuenta con un tornillo sin fin de diferente diámetro y longitud, los mismos que trabajan simultánea a diferentes revoluciones, para obtener la producción de rodamientos y laterales radiales de hasta tres componentes diferentes.

Esta línea de proceso comienza con el suministro de caucho en las tolvas de alimentación, se aplica calor y movimiento para obtener el material extruido, luego pasa inmediatamente el material por unas tinas de enfriamiento con agua para garantizar calidad del producto y finalmente se corta y almacena en rollos de caucho.

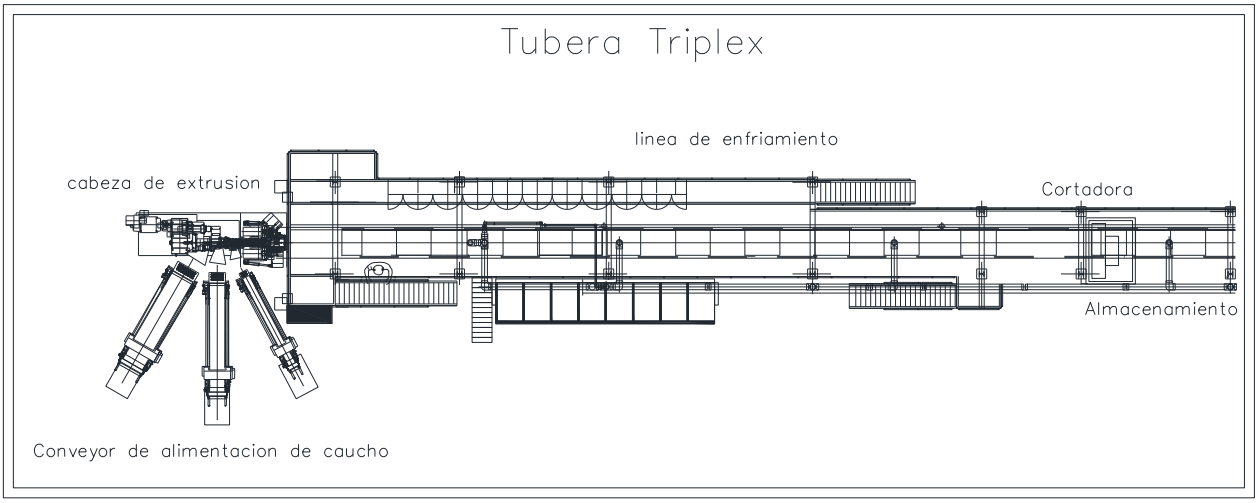


Figura 1-15 -Tubera Triplex. Fuente: Autores.

1.3.4.1 Procesos involucrados en la Tubera Triplex

La Tubera Triplex se divide en tres partes principales las cuales son:

- Extrusión del material.
- Enfriamiento del material extruido.
- Corte y almacenamiento del material extruido.

- ✓ **Extrusión del material**

El cucho que se obtiene de los *mixers* es trasladado mediante racks a las líneas de extrusión, se conectan a cada *conveyor* de alimentación como muestra la Figura 1-16, cada alimentador es proporcionado con caucho de recetas diferentes.

Figura 1-16 -Conveyor de alimentación de caucho en la Tubera Triplex. Fuente: Autores

El caucho es trasladado a cada una de las tolvas de las extrusoras como se muestra en la Figura 1-17, no es necesario aplicarle al caucho un precalentamiento, pero si hay que cuidar de no ingresar cuerpos extraños a la tolva de las extrusoras.

Figura 1-17 -Tolva superior Tubera Triplex. Fuente: Autores

Como se explicó anteriormente la Tubera Triplex es una extrusora que consta de tres tornillos de extrusión, en la Tabla 1-2 se muestra parámetros de trabajo de cada tornillo.

Tabla 1-2: Diámetros y longitudes de los tornillos sinfín. Fuente:**[7]**.

Componentes	Porcentaje	Longitud	Revoluciones
Tornillo Inferior	120 mm	16D	5-50 min-1
Tornillo Intermedio	150 mm	16D	4,5 - 45 min^{-1}
Tornillo Superior	90 mm	14D	5,5 - 55 min^{-1}

Dentro de cada extrusora se aplica calor para que el caucho pueda fluir con la ayuda del giro del tornillo sin fin, el material que se encuentra dentro de las tres extrusoras se une en la cabeza de extrusión.

En la salida de la cabeza de extrusión se coloca un dado con las dimensiones y forma de cada rodamiento o lateral a obtener, como muestra la Figura 1-18, aquí el caucho sale a una temperatura promedio de 120 °C

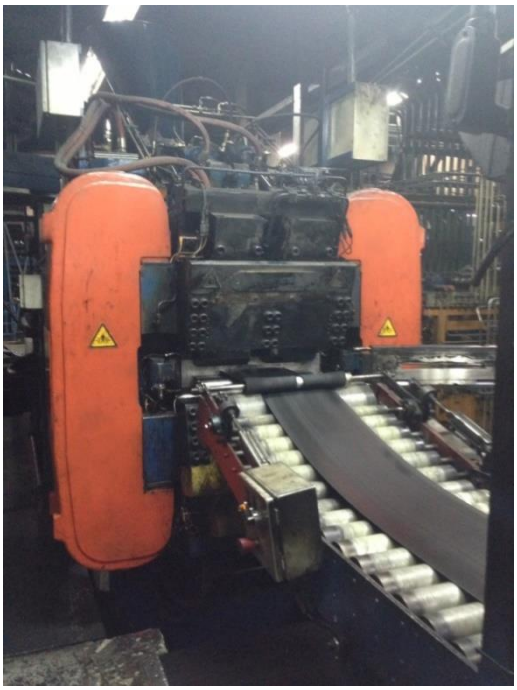


Figura 1-18 -Cabeza de extrusión de la Triplex. Fuente: Autores.

Una vez extruido el caucho, pasa por un proceso de trazabilidad del material, en el cual se le aplica pintura en forma de líneas de diferentes colores, como muestra la Figura 1-19.

Figura 1-19 -Trazabilidad del material. Fuente: Autores.

- ✓ **Enfriamiento del material extruido**

El caucho luego de pasar por trazabilidad, entra en la línea de enfriamiento de la Triplex, el material es transportado por un *conveyor* y pasa a través de aspersores que rocían el agua proveniente de la torre de enfriamiento 4. En la Figura 1-20 podemos observar el proceso.

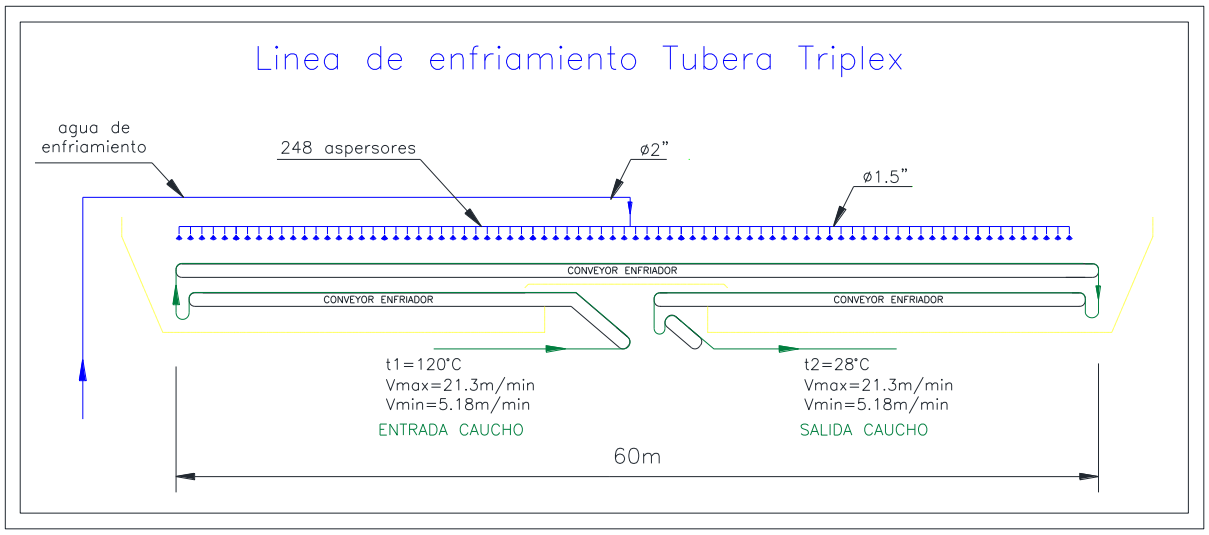


Figura 1-20 -Línea de enfriamiento Tubera Triplex. Fuente: Autores.

Esta línea de enfriamiento consta de dos pisos de *conveyors*[3] de enfriamiento constituidos por banda intralox[4], los mismos que tienen instalados en la parte superior e inferior aspersores de agua, como muestra la Figura 1-21, hay 248 aspersores que están ubicados a lo largo de la línea. Aquí el agua se encuentra a una temperatura de 24 °C y es recolectada en las tinas de enfriamiento

Figura 1-21 -Tinas de enfriamiento Tubera Triplex. Fuente: Autores.

El pH en la Tubera Triplex es uno de los inconvenientes con los que cuenta el sistema de enfriamiento, debido a la mezcla de aguas, siempre se contamina y altera las propiedades óptimas de trabajo. Según el departamento de análisis químico de la empresa, el rango de pH del agua en la Tubera Triplex siempre está fuera de especificación.

Los resultados del análisis físico - químico del agua de la torre de enfriamiento demuestran que el pH se encuentra en valores promedio de 9. El análisis se encuentra en el Anexo 1.

[3] *Conveyors:* Se denomina así a las bandas transportadoras.

[4] Intralox: Material plástico que facilita el mantenimiento y aumenta durabilidad en bandas transportadoras.

- ✓ **Corte y almacenamiento del material extruido**

Una vez que el caucho extruido ha pasado por la línea de enfriamiento, sale por medio de *conveyors* y este se encuentra a una temperatura ambiente fácil de manipular, pasa a través de una cabina cerrada en donde se encuentra una cortadora de forma circular, como muestra la Figura 1-22, aquí se realiza un corte a contra escuadra con las medidas predeterminadas para la posterior construcción de la llantas.

Figura 1-22 -Cortadora Tubera Triplex. Fuente: Autores.

Después de realizado el proceso de corte del material, se lo almacena en forma de rollos, como muestra la Figura 1-23 y se traslada a la sección de construcción de llantas.

Figura 1-23 -Almacenamiento de rodamientos y laterales de caucho. Fuente: Autores.

1.3.4.2 Diagnóstico del sistema de enfriamiento de la Tubera Triplex

La Tubera Triplex es abastecida con agua de enfriamiento proveniente de la TE 4, no existe ningún tipo de instrumentación que nos indique o nos ayude a visualizar datos como temperatura, presión o el PH del agua que está enfriando al material extruido. Por lo que hemos recopilado información del Laboratorio Químico de Continental Tire Andina S.A. y por pruebas experimentales.

Es fácil visualizar la contaminación en las tinas de recolección del agua de enfriamiento, como muestra la Figura 1-24, esta contaminación genera problemas de mala adhesión en el caucho, la cual, puede producir formaciones de micro cavidades de aire entre las capas de la llanta, provocando una mala construcción y vulcanización. La falta de control de calidad en el agua de enfriamiento también provoca afloración[5] prematura en la superficie del caucho.

En este punto del proceso de enfriamiento del caucho extruido, al no trabajar con agua de enfriamiento que este bajo las especificaciones del departamento de calidad, el caucho obtenido no está conforme a especificaciones de calidad del producto, y si el rango de no conformidad es muy amplio el material que se obtiene se denomina *Scrap*[6], como se ve en la Figura 1-25.

Figura 1-24 -*Conveyor* de Enfriamiento contaminado de la extrusora Triplex. Fuente: Autores.

[5] Afloración: Afloramiento de ciertos productos químicos en la superficie del caucho
[6] *SCRAP:* Material no conforme con la norma de calidad y no reutilizable.

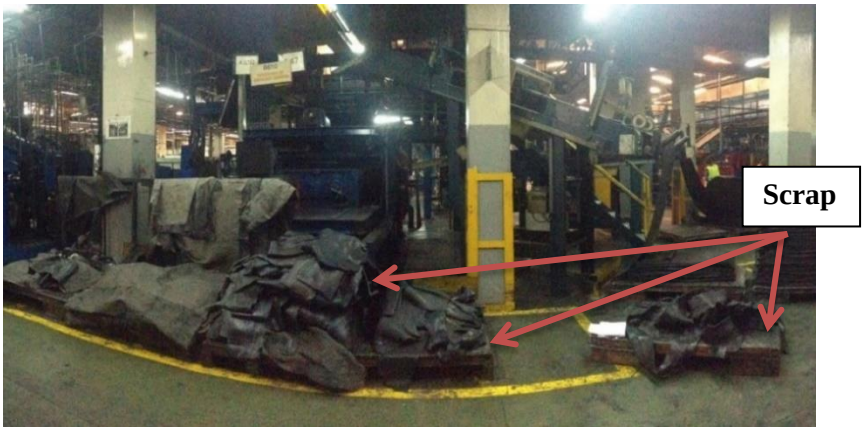


Figura 1-25 -*Scrap*. Fuente: Autores.

Al no contar con instrumentación en la línea de enfriamiento de la Tubera Triplex se realizó una medición de temperatura al agua de enfriamiento mediante un multímetro como muestra la Figura 1-26, y se realizó una estimación experimental del caudal que circula en la red de aspersores de agua.

Figura 1-26 -Temperatura del agua en el *conveyor* de enfriamiento. Fuente: Autores.

Estimación del caudal en la Tubera Triplex:

$$\text{Volumen de referencia} = \frac{\pi(0.075\text{m})^2}{4} * 0.085\text{m}$$

$$\text{Volumen de referencia} = 3.755 * 10^{-4}\,\text{m}^3$$

$$\text{Tiempo Estimado}: 6.7\text{s}$$

$$\text{Volumen de referencia} = \frac{\pi(0.075\text{m})^2}{4} * 0.085\text{m}$$

$$\text{Volumen de referencia} = 3.755 * 10^{-4}\,\text{m}^3$$

Tiempo Estimado : 6.7s

Caudal en Aspersores:

$$\text{Caudal :} \quad Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{3.755 * 10^{-4}\,\text{m}^3}{6.7\text{s}}$$

$$Q = 5.60 * 10^{-5}\ \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.8876\ \text{gal}/\text{min}$$

Caudal en todos los Aspersores:

Total de Aspersores: 248

$$Q = 248 * 0.8876\ \text{gal}/\text{min}$$

$$Q = 220\ \text{gal}/\text{min}$$

$\mathbf{Q}$ = caudal volumétrico medido aproximado = $50\ \text{m}^3/\text{h}$

$\mathbf{t_{h1}}$ = temp. ingreso conveyor enfriamiento = 21°C

$\mathbf{t_{h2}}$ = temp. salida conveyor enfriamiento = 24°C

1.4 Necesidades y requerimientos del proceso

De acuerdo a las especificaciones y requerimientos establecidos en el documento N ° HQST - V -MA -E -CL -WI -0066 -00[7] emitido por el departamento de calidad de Continental Tire Andina S.A., se puede determinar que:

El enfriamiento adecuado de los materiales de caucho semi-terminado es necesario para evitar la distorsión dimensional durante el almacenamiento y la utilización .[8]

La adhesión de la superficie de los materiales de caucho semi-terminado también se ve afectada por el proceso de enfriamiento. La adhesión se ve afectada tanto por los cambios de la composición del caucho en la superficie causada por la transición térmica (es decir, el afloramiento de ciertos productos químicos) o por reacciones químicas por el depósito de impurezas del agua. La suficiente adhesión de la superficie del caucho es necesaria, tanto para el proceso de construcción del neumático así como para una buena co-vulcanización del caucho en las diferentes fases en la etapa de curado. [8]

1.4.1 Requerimientos del agua de enfriamiento para el caucho extruido

El agua utilizada en el sistema de refrigeración puede obtenerse a partir del servicio municipal, es decir, el agua potable, así como artificiales o naturales (río). El tratamiento adicional del agua antes de la introducción en el sistema de enfriamiento depende de la fuente, es decir, filtración y eliminación de contaminante para el agua de río, frente a la actividad mínima para el agua potable. El uso del agua de enfriamiento recirculada desde otros equipos o de sistemas de calentamiento está prohibido. [8]

El pH del agua debe mantenerse a 6,5 +/- 1,0. Se recomienda el uso de sistemas de control automático para medir y ajustar los niveles de acidez. [8]

Para todas las nuevas instalaciones, todo el equipo asociado con el sistema de enfriamiento (lavabos, tuberías, válvulas, etc.), deberán ser de acero inoxidable o PVC con el fin de evitar la formación de óxido. Para las instalaciones existentes, debe llevarse a cabo el

[7] Doc. N ° HQST-V-MA-E-CL-WI-0066-00: Documento de Continental que hace referencia al agua de enfriamiento en contacto con caucho extruido y calandrado. Ver en Anexo 2

reemplazo de los equipos por otros de acero inoxidable, cuando sea factible, a fin de utilizar niveles más bajos de pH del agua. Material de latón no está permitido. [8]

Para todas las nuevas instalaciones, los contenedores de agua deberán estar protegidos de toda fuente de luz. Para las instalaciones existentes, cuando sea factible, los contenedores de agua deben estar protegidos de fuentes de luz para minimizar el crecimiento de algas. [8]

Se prohíbe el uso de fosfatos para reducir la dureza del agua, ya que pueden promover el crecimiento de algas, de bacterias y también reducir la tensión superficial del agua que disminuye el secado del material extruido. [8]

Como mínimo se deben tomar dos muestras del agua de enfriamiento, una, recogida directamente del agua en uso para el enfriamiento antes de la rutina de limpieza o de tratamiento, y otra, obtenida de la fuente de agua de enfriamiento de reposición (es decir, agua potable, de retención o depósito de tratamiento, etc.) esta última se debe analizar anualmente, incluyendo: [8]

- pH: 6,5 +/- 1,0
- Dureza, (como Ca en mg / l) (<267 mg / l)
- Sólidos volátiles (después de la prueba de cenizas), mg / l
- Sólidos no volátiles (después de la prueba de cenizas), mg / l
- Recuento heterotrópico, mg / l
- Concentración de fósforo (P), reactivo µg / l
- Concentración de fosfato (P orto), µg / l
- Concentración total de Magnesio (Mg), mg / l
- La concentración de hierro total (Fe), ppm (<1 ppm)
- Concentración total de calcio (Ca), mg / l
- La concentración de zinc (Zn), mg / l
- Conductividad eléctrica (a 25 ° C), µS / cm

Los estudios han concluido que la retención de adherencia se mejora con:

- El agua de enfriamiento 15°C a 24 °C, 59°F a 77 °F

Los estudios también han concluido que el agua más fría y un pH más bajo (aproximadamente 6) también estabilizan la contracción del producto extruido. Esta retención de la estabilización y la adhesión es más eficaz si el producto extruido es inmediatamente sumergido en la sección más fría de la fuente de agua (es decir, la entrada de agua está en la misma ubicación que la introducción inicial del producto). [8]

El flujo de agua turbulento o forzado tiene mejores características de transferencia de calor que el agua quieta. Se recomiendan los sistemas de enfriamiento con un caudal alto de agua. La tasa de flujo de agua sugerida es de aproximadamente 3 a 5 l/min (0,8 - 1,5 gal/min) por 1 kg/min (2,2 lbs/min) de caucho extruido. [8]

1.5 Comparación estado actual y requerimientos

En la Tabla 1-3 podemos observar un cuadro comparativo de las especificaciones de calidad requeridas y las especificaciones de calidad actuales del agua de enfriamiento en la Tubera Triplex.

Tabla 1-3: Comparación de variables entre estado actual y requisitos del sistema. Fuente: Autores.

VARIABLES	SISTEMA ACTUAL	REQUERIMIENTO
PH	9	6.5 +/- 1
TEMPERATURA	25 ℃	15 – 24 ℃
ADHESION	2	4
INSTRUMENTACION	No existe	Necesario
CONTROL DE PH	No existe	Necesario
TUBERIA	Hierro	PVC o Inoxidable
CONDICION AMBIENTAL	Presencia de luz solar	Aislamiento luz solar
SISTEMA INDEPENDIENTE DE ENFRIAMIENTO	No existe	Necesario
AUTOMATIZACION DEL SISTEMA	No existe	Necesario

1.6 Conclusiones

- Se observa que el agua de enfriamiento se mezcla con el agua de proceso de Planta Común, lo que genera contaminación como: solidos suspendidos en el agua, mezcla de químicos de proceso.

- El agua de enfriamiento tiene un pH de 9, esto está fuera de especificación, ya que el rango de requerimiento del agua de enfriamiento es de pH 6.5 +/- 1, esto es una de las razones que afecta la adherencia en el material extruido.

- Los aspersores de agua están obstruidos en diferentes puntos de la línea de enfriamiento, provocando un mal enfriamiento en el caucho extruido.

- Es evidente la falta de instrumentación en el sistema de enfriamiento, la temperatura, presión y pH del agua de enfriamiento no tienen registro de operación.

- La torre de enfriamiento 4 necesita más capacidad de refrigeración térmica, esta torre está saturada por la carga térmica que genera el agua de retorno en las líneas de mixers y extrusión.

- La tubería utilizada para transportar el agua de enfriamiento a la Tubera Triplex es de hierro, el problema que ocasiona es la formación de óxido, el mismo que entrará en contacto con el material contaminándolo.

2. Diseño e implementación del sistema de agua de enfriamiento

2.1 Introducción

En este capítulo se propone el diseño y se describe la implementación del sistema de agua de enfriamiento en Planta Común, desde la preparación de la obra civil hasta el funcionamiento del sistema. Se realiza un manual de puesta en marcha para el nuevo sistema de agua de enfriamiento implementado. Adicionalmente se presenta resultados de pruebas de operación.

2.2 Diseño del sistema de enfriamiento en línea Triplex

Se propone el diseño de un sistema de agua de enfriamiento que está formado por un sistema primario y un sistema secundario como se muestra en la Figura 2-1. El sistema primario transporta y enfría el agua mediante una torre de enfriamiento. El sistema secundario recolecta el agua de proceso de la Tubera Triplex y mediante un intercambiador de calor se realiza la trasferencia de energía con el agua fría del sistema primario, cabe recalcar que el sistema secundario se convierte en un plan piloto en corto plazo para las demás líneas de extrusión.

El diseño del sistema de agua de enfriamiento se lo realiza bajo los requerimientos establecidos en el documento de calidad N ° HQST - V -MA -E -CL -WI -0066 -00, en el cual se define los parámetros de diseño. Se toma en cuenta las condiciones actuales de trabajo en la extrusora Triplex. El sistema propuesto está conectado mediante un intercambiador de calor es decir, el agua de cada sistema no tiene contacto, solo trasferencia de energía del fluido.

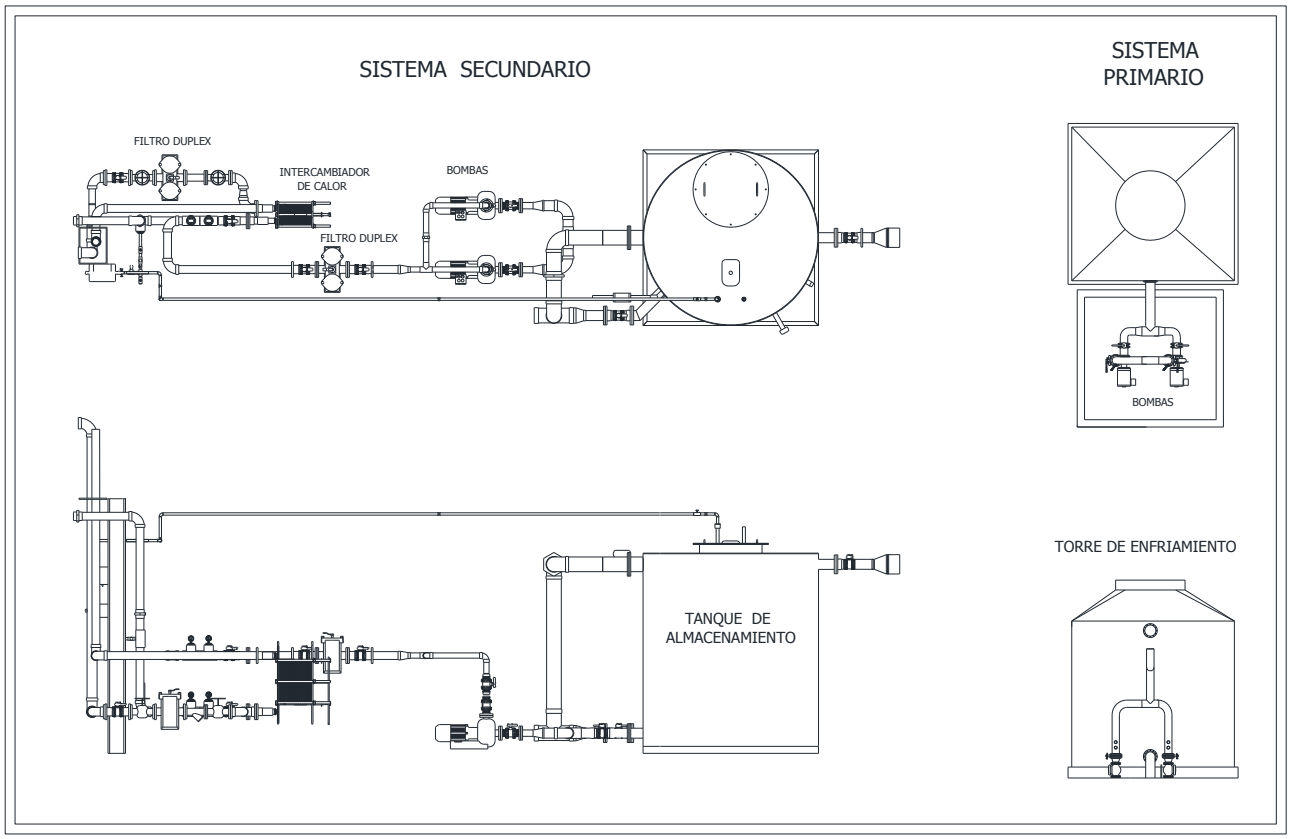


Figura 2-1 – Propuesta del sistema de agua de enfriamiento. Fuente: Autores

2.2.1 Parámetros de diseño

- **Temperatura**

Condiciones de temperatura requeridas en el transportador de enfriamiento tubera Triplex:

$\mathbf{t_{h1}}$ = temperatura de entrada en el transportador de enfriamiento = 21°C, si la temperatura es menor favorece al sistema de enfriamiento.

$\mathbf{t_{h2}}$ = temperatura de salida en el transportador de enfriamiento = 25°C

Condiciones de temperatura en torre de enfriamiento:

$\mathbf{t_{c1}}$ = temperatura de entrada a torre de enfriamiento = 22°C

$\mathbf{t_{c2}}$ = temperatura de salida a la torre de enfriamiento = 18°C

- **El pH**

El pH del agua debe mantenerse a 6.5 + / - 1.0. Se recomienda un sistema de control automático para medir y ajustar los niveles de acidez en el agua de enfriamiento.

- **El flujo de agua de refrigeración**

La tasa recomendada de flujo de agua es de aproximadamente de $3 - 5$ l / min por 1 Kg / min de caucho extruido.

El flujo recomendado de acuerdo con las especificaciones técnicas de la Tubera Triplex es:

Q_h = caudal sugerido = 946 L/min = 250 GPM

$\dot{m}_h$ = max flujo en sistema secundario = $15.76\ {}^{kg}/_{s}$

2.2.2 Sistema Primario

El sistema primario contará con una torre de enfriamiento como muestra la Figura 2-1, la cual abastecerá con agua fría a las líneas de extrusión mediante una red de tubería como muestra la Figura 2-2, Se utiliza accesorios como válvulas mariposa, reducciones, codos, según la disposición en planta, así también de instrumentación para control visual de temperatura y presión.

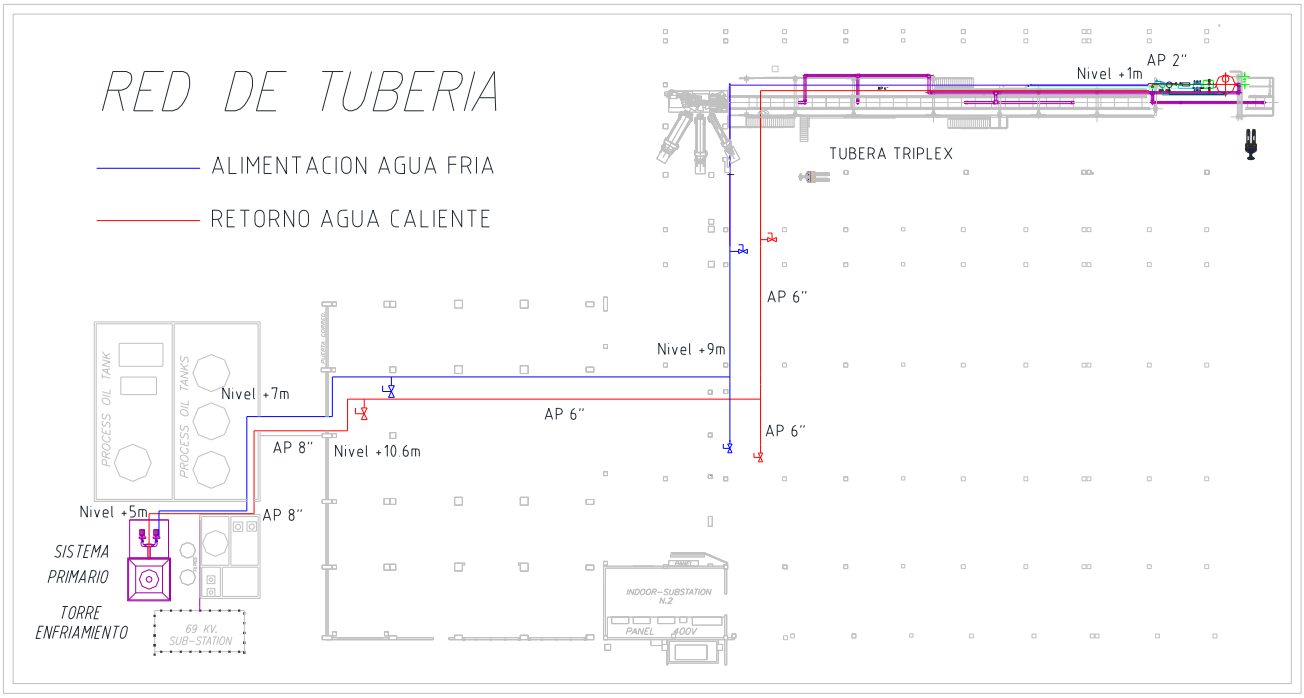


Figura 2-2 – Red de tubería del sistema primario. Fuente: Autores

La torre de enfriamiento debe contar con dos bombas para garantizar un funcionamiento continuo, el agua es bombeada y antes de llegar al intercambiador de calor pasa por un filtro dúplex, cuya funcionalidad es contener solidos suspendidos. Se realiza la transferencia de energía del sistema primario con el sistema secundario mediante contraflujo de agua.

La presión de las bombas debe ser la suficiente para que el agua caliente retorne hacia la torre de enfriamiento como se muestra en la Figura 2-2. Esta agua es enfriada y bombeada nuevamente hacia el intercambiador de calor.

El sistema primario tiene un panel eléctrico, que cuenta con un drive que controla el funcionamiento de las bombas, además tiene pulsantes de encendido, apagado y activaciones de emergencia para la torre de enfriamiento, este se encuentra en un área al frente de la torre de enfriamiento con plena visibilidad, control y acceso, como muestra la Figura 2-3.

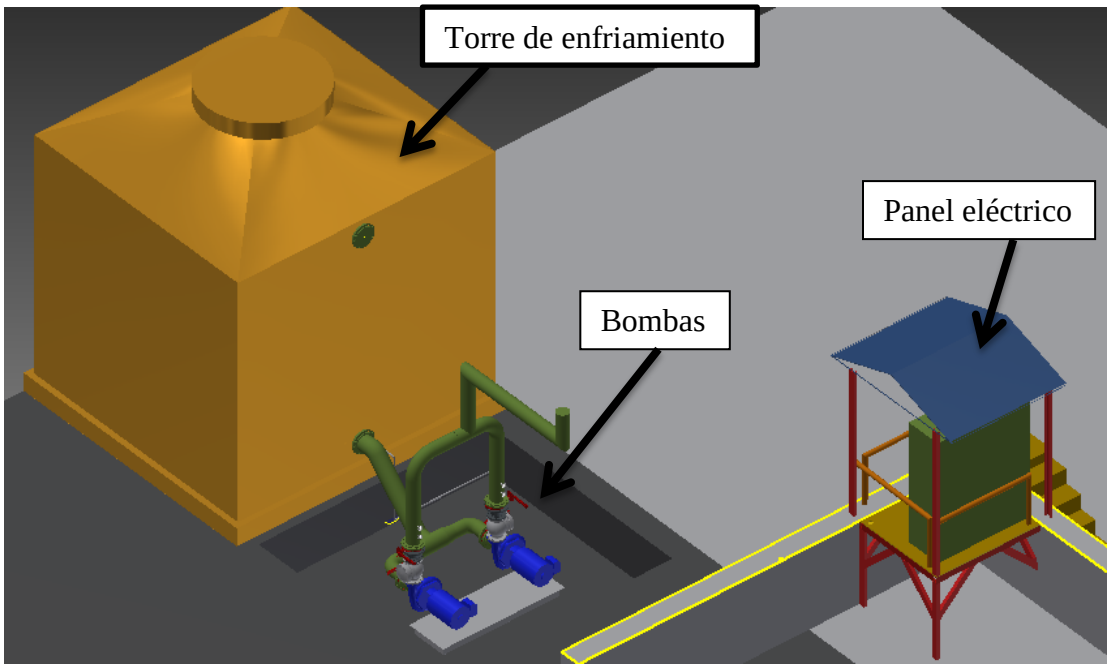


Figura 2-3 - Equipo de enfriamiento de agua sistema primario. Fuente: Autores

2.2.2.1 Diseño hidráulico

En el diseño hidráulico se realiza la selección de torre de enfriamiento y bombas de operación.

Caudal sistema primario

El caudal de la torre de enfriamiento se calcula utilizando un balance de energía entre el sistema primario y secundario.[9]

$$\dot{m}_h \cdot Cp_h \cdot (Th_1 - Th_2) = \dot{m}_c \cdot Cp_c \cdot (Tc_2 - Tc_1)$$

$$15.7\ {}^{Kg}/_{s} \cdot 4{,}180\ {}^{KJ}/_{Kg°C} \cdot (25 - 21) = \dot{m}_c \cdot 4{,}182\ {}^{KJ}/_{Kg°C} \cdot (22 - 18)°C$$

$$\dot{m}_c = \text{flujo masico primario} = 15.69\ {}^{kg}/_{s}$$

$$Qc = 0.01569\ \ {}^{m^3}/_{s} = \ \ 940\ \ {}^{L}/_{min}$$

$$Q\ \text{ sistema primario} = 248\ GPM$$

Torre de enfriamiento

Se utiliza la siguiente ecuación para determinar la capacidad de enfriamiento de la torre:

$$P = Cp\dot{c}.\ \dot{m}.\ \Delta T$$

P = Capacidad de Enfriamiento (KW)

Cp_c= calor especifico del agua a una temperatura media = $4.188\ {}^{KJ}/_{Kg.\ °K}$

$\dot{m}_c$= flujo másico = $15.69\ {}^{Kg}/_{s}$

ΔT= Variación de temperatura.

t_{c1} = temperatura de entrada a la torre de enfriamiento = 22°C

t_{c2} = temperatura de salida de la torre de enfriamiento = 18°C

$$P = 4.188\ {}^{KJ}/_{Kg.\ °K} * 4\ °K * 15.69\ {}^{Kg}/_{s}$$

$$P = 263\ KW$$

$$P = 263\ KW + 15\%$$

$$P = 300 \text{ KW}$$

$$P = 258000 \ {}^{\text{Kcal}}/_{\text{h}}$$

Selección de la torre de enfriamiento

Factores que debe cumplir la torre de enfriamiento:

- Caudal del agua que ingresa a la torre $= 57 \ {}^{\text{m}^3}/_{h}$
- Temperatura de agua caliente que ingresa a la torre $= 22°C$
- Temperatura de agua fría que sale de la torre $= 18°C$
- Potencia de enfriamiento $= 258000 \ {}^{\text{Kcal}}/_{h}$

En una reunión conjunta con el departamento de ingeniería de planta de Continental Tire Andina S.A. se tomó en cuenta los siguientes factores:

- Crecimiento de la empresa en un mediano plazo.
- Renovación de equipos en Planta Común.
- En un corto plazo la torre de enfriamiento abastecerá a las tres líneas de extrusión que son: Tubera Doble, Tubera Triplex y Tubera Tres.
- En corto plazo la torre de enfriamiento abastecerá la Extrusora ASM - 35
- Se tomó en cuenta el factor de costo – rendimiento, muy importante de recalcar, ya que con una diferencia de 15000$ había la opción de comprar una torre con el doble de capacidad de enfriamiento.

Analizando los factores mencionados, se optó por la compra de la torre de enfriamiento que podemos observar en la Figura 2-4.

Marca: ALPINA

Modelo: 155 / 4 – SG – I – E

Figura 2-4 - Torre de enfriamiento Alpina. Fuente: Autores

Datos de operación:

- Capacidad de refrigeración: $2000000\ {}^{\text{Kcal}}/_{\text{h}}$
- Tasa de recirculación de: $270\ {}^{\text{m}^3}/_{\text{h}}$
- Diferencial de temperatura: 26 - 18 ° C
- Capacidad del sistema aproximada: 40m^3
- Temperatura de bulbo húmedo: 16 ° C
- Agua de reposición: $60 - 70\ {}^{\text{m}^3}/_{\text{dia}}$
- Tiro del aire: Inducido
- Flujo del aire: Cruzado
- Tipo de relleno: Redes trapezoidales
- Modelo del ventilador: 9E M2 2.24 KPF8
- Diámetro del ventilador: 2240mm

- Rotación del ventilador: 500RPM
- Velocidad periférica $58.6\ {}^{\text{Kcal}}/_{h}$
- Trasmisión Bandas y poleas relación 1:1.0
- Potencia consumida: 17 Cv
- Potencia nominal del motor: 20Cv
- Motor eléctrico tipo: TFVE, IPW – 55, Clase B, 14 polos, 60 Hz
- Tensión de ligación del motor: 20 / 380 / 440
- Pérdida de agua por evaporación: 1.18%
- Pérdida de agua por arrastre: 0.01%
- Nivel de ruido: Estándar
- Presión sonora del ventilador a 2m: $84\ {}^{+}/_{-}\ 2$ dB(A)
- Admisión de are a la torre: 4 lados
- Dimensiones externas: 4170 x 4170 x 5110 mm

En el Anexo 3 podemos ver el plano general de la torre de enfriamiento ALPINA, aquí constan algunas características funcionales y de construcción.

Selección de la bomba para el sistema primario

Los parámetros de diseño para seleccionar esta bomba, parten de los datos de operación de la torre de enfriamiento ALPINA y de las características dimensionales de la red de tubería.

$$TDH = Hest + Hdin$$

$$TDH = 10m + \left(\frac{f.L}{D} + K \right).\frac{V^2}{2g}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$TDH = 10m + \left(\frac{f.L}{D} + K \right).\frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$Le = Le_1 + Le_2 + Le_3$$

$$Le = Lr_1\left(\frac{D\text{int}_{ref}}{D\text{int}_1}\right)^5$$

$$D\text{int}_{ref} = 4'' = 0.101m$$

$$Le_{4''} = Lr_{4''} = 111m$$

$$Le_{6''} = Lr_{6''}\left(\frac{D\text{int}_{ref\,4''}}{D\text{int}_{6''}}\right)^5$$

$$Le_{6''} = 40m\left(\frac{0.101m}{0.1m}\right)^5$$

$$Le_{6''} = 5.26m$$

$$Le_{8''} = Lr_{8''}\left(\frac{D\text{int}_{ref\,4''}}{D\text{int}_{8''}}\right)^5$$

$$Le_{8''} = 175m\left(\frac{0.101m}{0.21m}\right)^5$$

$$Le_{8''} = 5.46m$$

$$Le = 111m + 5.26m + 5.46m$$

$$Le = 121.72m$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2.51\mathrm{Re}}{\sqrt{f}} + \frac{\varepsilon}{3.7D}\right)$$

$$\mathrm{Re} = \frac{\ell v D}{\mu}$$

$$\mathrm{Re} = \frac{\ell Q D}{\mu A}$$

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

$$\ell_{H2O} = 998 Kg/m^3$$

$$\mu_{H2O} = 1.1x10^{-3} Ns/m^2$$

$$\mathrm{Re} = \frac{4(998 Kg/m^3)(0.04 m^3/s)}{\pi(1.1x10^{-3} Ns/m^2)(0.15m)}$$

$$\mathrm{Re} = 308046.8$$

$$f = 0.02677$$

Tabla 2-1: Pérdida de fricción en accesorios sistema primario Fuente: Autores.

ACCESORIOS	K	CANTIDAD	∑K
Codo 90°	30	38	1140
Tee	20	10	200
Reducciones	70	6	420
Válvula mariposa	45	9	405
Válvula Check	100	2	200

$$\sum K = 2365$$

Los valores de K fueron tomados de la siguiente referencia:[10]

Pérdida en el Intercambiador de Calor.

$$hf = \frac{\Delta P}{\gamma_{H2O}}$$

$$\gamma_{H2O} = 9786 N/m^3$$

$$\Delta P = 1 bar = 100000 N/m^2$$

$$hf = \frac{100000 N/m^2}{9786 N/m^3}$$

$$hf = 10.2186 m$$

Pérdida en el Filtro Duplex

$$hf = \frac{\Delta P}{\gamma_{H2O}}$$

$$\gamma_{H2O} = 9786 N/m^3$$

$$\Delta P = 1 bar = 100000 N/m^2$$

$$hf = \frac{100000 N/m^2}{9786 N/m^3}$$

$$hf = 10.2186 m$$

$$TDH = 10m + \left(f \frac{Le}{Di} + f \sum K \right) \left(\frac{Q^2}{2gA^2} \right) + 2hf_{Interc+filtro}$$

$$TDH = 10m + \left(0.02677 \frac{121.72m}{0.101m} + 0.02677(2365m) \right) \frac{Q^2}{2x9.81x0.0176^2} + 2(10.21)$$

$$TDH = 30.42 + 15573.02 Q^2$$

$$P = TDHx\gamma_{H2O}$$
$$P = 55.66m\ x\ 9786N/m^3$$
$$P = 544688.76Pa$$

$$Pot = QxP$$
$$Pot = 0.04m^3/s\ x\ 544688.76Pa$$
$$Pot = 21787.5W$$

$$Pot = 21.78Kw$$

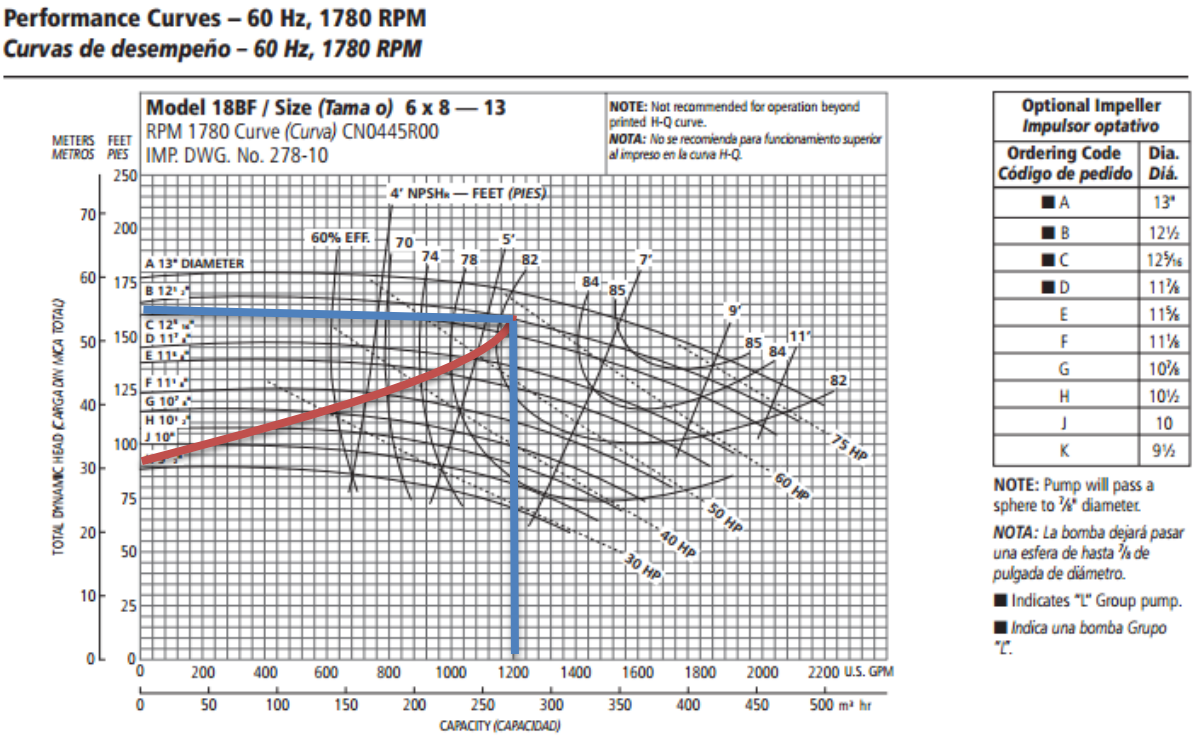


Figura 2-5 – Curva operación de la bomba del sistema primario. Fuente: Autores

Datos de Operación

Para la selección de la bomba que abastecerá al Sistema Primario es necesario considerar el flujo máximo al que trabajara la Torre de Enfriamiento, la cual opera con un caudal de 0.075 m^3/s, se realiza esta estimación por futuras expansiones de maquinaria en la planta, y

las bombas deberán abastecer a todos los sistemas conectados, buscamos en el catálogo del fabricante de la compañía GOULDS.

La bomba cuya curva característica se muestra en la figura 2-5, es la solución que más se acerca a los valores encontrados.

$$Q = 1200Gpm = 0.075\, m^3/s = 270\, m^3/h$$
$$H = 56m$$
$$\eta = 82\%$$

La bomba adecuada que abastecerá al sistema secundario tiene las siguientes características:

Modelo:	3656 18BF
Diámetro de succión:	6”
Diámetro de descarga:	8”
Diámetro del impulsor:	12 ½”
Motor eléctrico:	60 Hp
Rpm: 1770	60 Hz

2.2.3 Sistema secundario

El sistema secundario recolecta el agua de enfriamiento de la Tubera Triplex, luego bombea el fluido hasta el intercambiador de calor, en donde por medio de contraflujo se realiza la transferencia de energía con el sistema primario, con la presión existente el agua regresa a la Tubera Triplex y se repite el proceso.

Para la recolección de agua se cuenta con un tanque de almacenamiento de acero inoxidable. En su entrada tiene una malla en forma de canasta para impedir el paso de solidos grandes. Posee un mecanismo de batido, ya que si se agrega algún químico al agua para controlar la calidad del caucho extruido, esta debe mezclarse inmediatamente. Cuenta

con reconocimiento de nivel de agua mínimo y máximo. El sistema de drenaje es de 4” y adema en la parte superior posee una salida de 6” para controlar el derrame de sobre nivel de agua.

Las bombas tienen una configuración en paralelo para garantizar un funcionamiento continuo, la entrada de succión es de 2” y la salida es de 2 1 / 2 ". Esta presión generada es la necesaria para que el agua pase por un filtro dúplex, luego vaya al intercambiador de calor por placas y continúe hacia los aspersores de agua de enfriamiento que se encuentran a 4 m sobre el nivel del suelo.

En el intercambiador de calor por placas se hace la trasferencia de energía, el agua del sistema secundario es enfriada por el agua del sistema primario, como se muestra en la Figura 2-6, en cada una de las entradas y salidas de este equipo se instala un sensor de temperatura, que está conectado al drive de control de este sistema un manómetro y un termómetro.

En este sistema es indispensable controlar el pH del agua, por lo que se instala un control de pH, este cuenta con un sensor que está ubicado en la salida del intercambiador que va hacia el *conveyor* de enfriamiento, si el nivel de pH esta fuera de rango, que es 6.5 ± 1.0, se manda una señal al dosificador, este proporciona ácido al tanque de recolección. El agua se mezcla en el tanque y pasa por las bombas, filtro, intercambiador, realizando nuevamente el control del pH en el agua.

El agua de enfriamiento, al salir por los aspersores de agua ubicados en el *conveyor* de enfriamiento, cae y tiene contacto con el caucho caliente, en donde el caucho se enfría y el agua se calienta, por efecto de gravedad el agua va hacia el tanque de recolección.

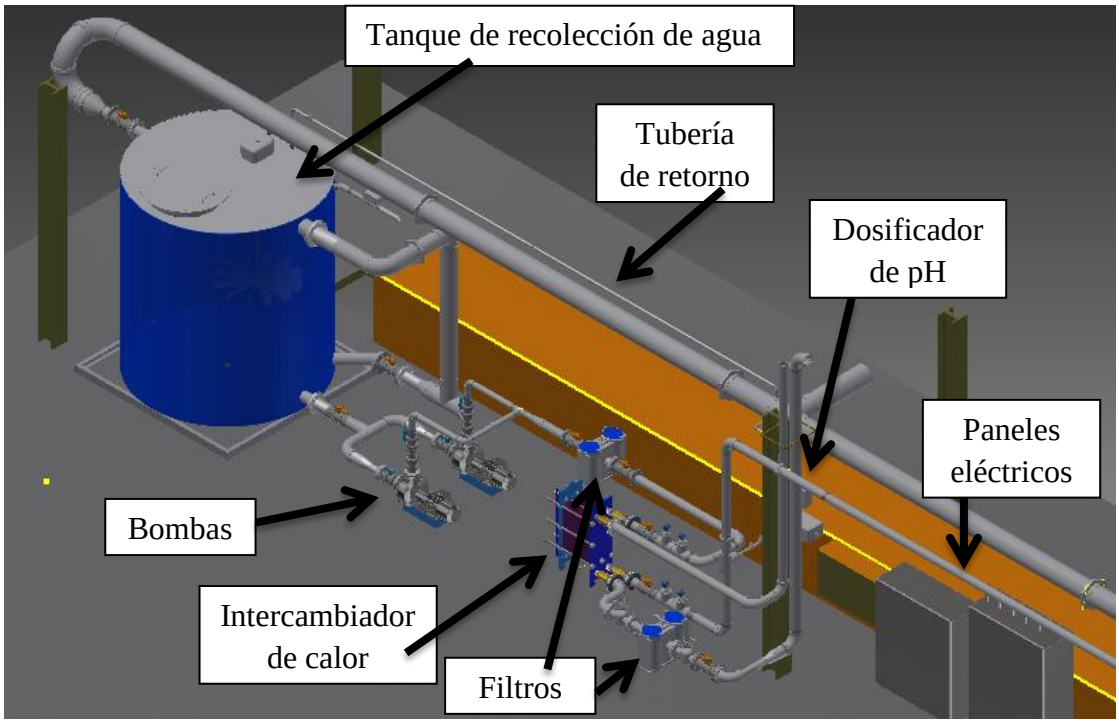


Figura 2-6 - Equipo de enfriamiento de agua sistema secundario. Fuente: Autores.

2.2.3.1 Diseño hidráulico

Selección de la bomba para el sistema secundario[11]

Los parámetros de diseño para seleccionar esta bomba, parten de los datos de operación de la Tubera Triplex y requerimientos de caudal para el agua de enfriamiento de esta línea de extrusión.

$$TDH = Hest + Hdin$$

$$TDH = 6m + \left(\frac{f.L}{D} + K \right).\frac{V^2}{2g}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$TDH = 6m + \left(\frac{f.L}{D} + K \right).\frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$Le = Le_1 + Le_2 + Le_3$$

$$Le = Lr_1\left(\frac{D\text{int}_{ref}}{D\text{int}_1}\right)^5$$

$$D\text{int}_{ref} = 1\,1/2" = 0.038m$$

$$Le_{3"} = Lr_{3"}\left(\frac{D\text{int}_{ref\,1\,1/2"}}{D\text{int}_{3"}}\right)^5$$

$$Le_{3"} = 30m\left(\frac{0.038m}{0.07m}\right)^5$$

$$Le_{3"} = 0.9375m$$

$$Le_{2"} = Lr_{2"}\left(\frac{D\text{int}_{ref\,1\,1/2"}}{D\text{int}_{2"}}\right)^5$$

$$Le_{2"} = 6m\left(\frac{0.038m}{0.05m}\right)^5$$

$$Le_{2"} = 1.42m$$

$$Le_{1\,1/2"} = Lr_{1\,1/2"} = 59m$$

$$Le = 0.9375m + 1.42m + 59m$$

$$Le = 61.357m$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2.51\mathrm{Re}}{\sqrt{f}} + \frac{\varepsilon}{3.7D}\right)$$

$$\mathrm{Re} = \frac{\ell v D}{\mu}$$

$$\mathrm{Re} = \frac{\ell Q D}{\mu A}$$

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

$$\ell_{H2O} = 998 Kg/m^3$$

$$\mu_{H2O} = 1.1x10^{-3} Ns/m^2$$

$$\mathrm{Re} = \frac{4(998 Kg/m^3)(0.013 m^3/s)}{\pi(1.1x10^{-3} Ns/m^2)(0.038 m)}$$

$$\mathrm{Re} = 395191.6$$

$$f = 0.006$$

Tabla 2-2: Pérdida de fricción en accesorios sistema secundario Fuente: Autores.

ACCESORIOS	K	CANTIDAD	∑K
Codo 90°	30	10	300
Tee	20	15	300
Valvula de compuerta	8	2	16
Válvula mariposa	45	8	360
Válvula Check	100	2	200

Los valores de K fueron tomados de la siguiente referencia:[10]

$$\sum K = 1176$$

Pérdida en el Intercambiador de Calor.[12]

$$hf = \frac{\Delta P}{\gamma_{H2O}}$$

$$\gamma_{H2O} = 9786 N/m^3$$

$$\Delta P = 1 bar = 100000 N/m^2$$

$$hf = \frac{100000 N/m^2}{9786 N/m^3}$$

$$hf = 10.2186 m$$

Pérdida en el Filtro Duplex

$$hf = \frac{\Delta P}{\gamma_{H2O}}$$

$$\gamma_{H2O} = 9786 N/m^3$$

$$\Delta P = 1 bar = 100000 N/m^2$$

$$hf = \frac{100000 N/m^2}{9786 N/m^3}$$

$$hf = 10.2186 m$$

$$TDH = 6m + \left(f\frac{Le}{Di} + f\sum K \right)\left(\frac{Q^2}{2gA^2} \right) + \left(f_2 \frac{Le_2}{Di_2} + f_2 \sum K_2 \right)\left(\frac{\left(Q/2\right)^2}{2gA_2^2} \right)$$

$$+ \left(f_3 \frac{Le_3}{Di_3} + f_3 \sum K_3 \right)\left(\frac{\left(Q/4\right)^2}{2gA_3^2} \right) + 2hf_{Interc+filtro}$$

$$TDH = 6m + \left(0.006\frac{61.35m}{0.038m} + 0.006(1176m) \right)\frac{0.013^2}{2x9.81x0.002^2} + 2(10.2186)$$

$$TDH = 6m + 2.15(9.686 + 7.056) + 20.4372$$

$$TDH = 62.42m$$

$$P = TDHx\gamma_{H2O}$$

$$P = 104.61m\, x\, 9786 N/m^3$$

$$P = 1023732 Pa$$

$$Pot = QxP$$

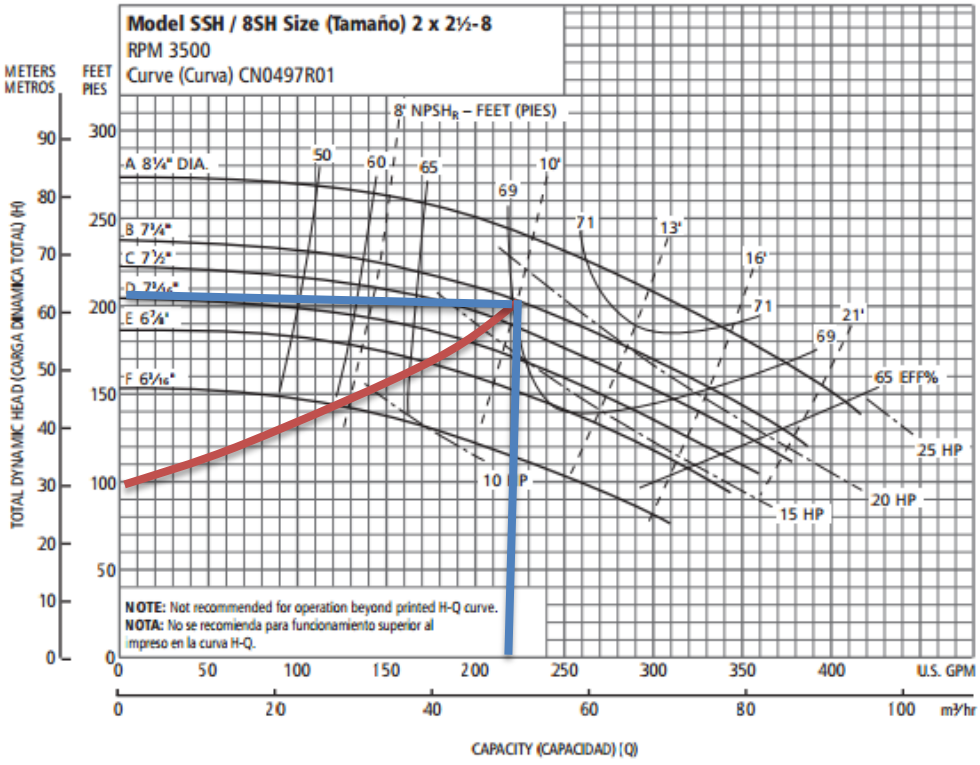
$$Pot = 0.013 m^3/s\, x 1023732 Pa$$

$$Pot = 13308.5 W$$

$$Pot = 13.3 Kw$$

$$Pot = 18 HP$$

Performance Curves – 60 Hz, 3500 RPM
Curvas de Funcionamiento – 60 Hz, 3500 RPM



Optional Impeller, *Impulsor Opcional*		
Impeller Code, *Código del Impulsor*	**Dia., *Diá.***	**Standard HP Rating, *Estándar HP Potencia***
A	8¼"	25
B	7¾	20
C	7½	20
D	7⅜	15
E	6⅞	15
F	6⅝	10

NOTE: Pump will pass a sphere to ¼" diameter.

NOTA: *La bomba pasará una esfera a ¼" diámetro.*

Datos de Operación

Con el caudal de 0.013 m^3/s, y una carga total de 62.42 m, buscamos en el catálogo del fabricante de la compañía GOULDS.

La bomba cuya curva característica se muestra en la figura 2.??, es la solución que más se acerca a los valores encontrados.

$$Q = 230Gpm = 0.014\,{}^{m^3}\!/_{s} = 52.23\,{}^{m^3}\!/_{h}$$
$$H = 63m$$
$$\eta = 69\%$$

La bomba adecuada que abastecerá al sistema secundario tiene las siguientes características:

Modelo: SSH/8SH

Diámetro de succión: 2”

Diámetro de descarga: 2 ½”

Diámetro del impulsor: 7 ¾”

Motor eléctrico: 20 Hp

Rpm: 3450 60Hz

2.2.3.2 Diseño térmico

En el diseño térmico se procede a seleccionar el intercambiador de calor por placas para el sistema secundario.

Datos de partida:

Agua torre de enfriamiento

$$\text{Temperatura entrada} = 22℃$$

$$\text{Temperatura salida} = 18℃$$

Agua de la extrusora Triplex

$$\text{Temperatura entrada} = 21℃$$

$$\text{Temperatura salida} = 25℃$$

Iniciamos el cálculo del área de transferencia necesaria para el intercambio de calor con la siguiente ecuación. [13]

$$\dot{Q} = A \cdot U \cdot LMTD$$

Dónde:

$\dot{Q} =$ Calor tansferido por unidad de tiempo

$A =$ Area de placa

$U =$ Coeficiente global de transferencia

$LMTD =$ Diferencial de temperatura logaritmica

$$A = \frac{\dot{Q}}{U \cdot LMTD}$$

$$\dot{Q} = 15.7 \frac{Kg}{s} \cdot 4180 \frac{Kj}{Kg \cdot ℃} \cdot (25 - 21)$$

$$\dot{Q} = 262504W$$

Luego encontramos el diferencial de temperatura logarítmica

$$LMTD = \frac{(Tcal, ent - Tfria, sal) - (Tcal, sal - Tfria, ent)}{Ln\left(\frac{Tcal, ent - Tfria, sal}{Tcal, sal - Tfria, ent}\right)}$$

Para resolver ecuación y evitar una indeterminación tomamos: Agua de la extrusora Triplex con una Temperatura de entrada $= 21℃ \approx 20℃$

$$LMTD = \frac{(25℃ - 22℃) - (20℃ - 18℃)}{Ln\left(\frac{25℃ - 22℃}{20℃ - 18℃}\right)}$$

$$LMTD = 2.4663$$

A continuación obtuvimos el coeficiente global de transferencia

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{hcaliente} + \frac{1}{hfria} + \frac{\Delta x}{K}$$

Dónde:

$U =$ Coeficiente global de transferencia de calor

$\Delta x =$ Espesor de la placa, $0.5mm$ medida estandar

$K =$ Coeficiente de conductividad termica, $15 \frac{W}{m \cdot °K}$

$h =$ Coeficiente local de transferencia de calor

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hcaliente} + \frac{1}{hfria} + \frac{\Delta x}{K}}$$

Para lo cual se consideró el número de unidades de transferencia

$$NTUcaliente = \frac{Tcal, ent - Tcal, sal}{LMTD}$$

$$NTUcaliente = \frac{25 - 20}{2.4663}$$

$$NTUcaliente = 2.0274$$

Como se puede observar en la siguiente figura, la cual indica el coeficiente de calor de acuerdo a la caída de presión

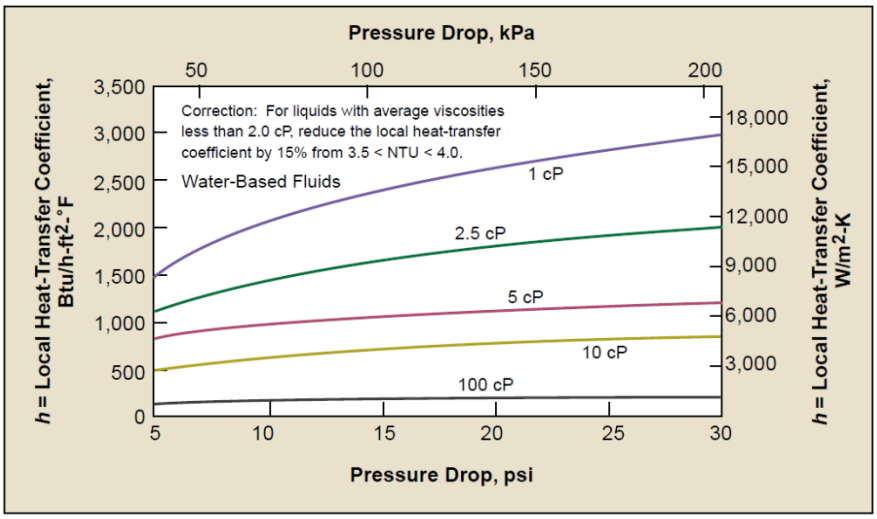


Figura 2-7 - Coeficiente local de transferencia con 2 < NTU < 4. Fuente:[13].

$$hcaliente = 17000 \frac{W}{m^2 \cdot °K}$$

$$NTUfria = \frac{Tfria, sal - Tfria, ent}{LMTD}$$

$$NTUfria = \frac{22 - 18}{2.4663}$$

$$NTUfria = 1.3219$$

De igual forma se puede observar en la siguiente figura el coeficiente de calor de acuerdo a la caída de presión

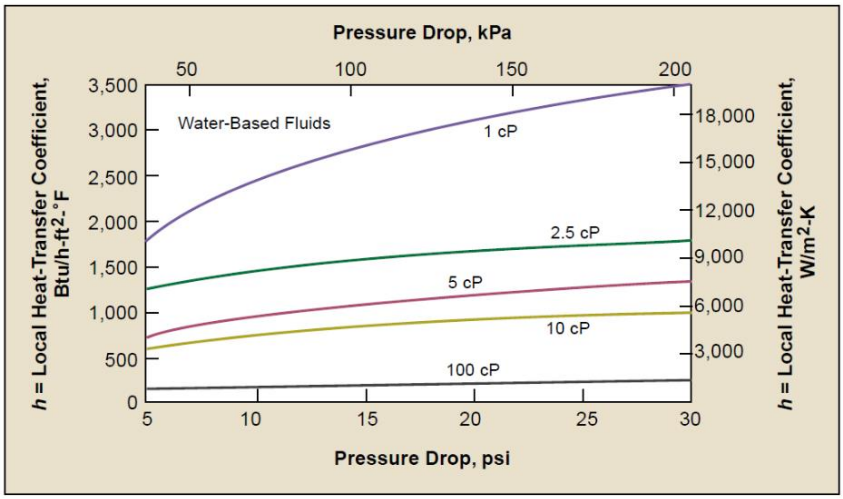


Figura 2-8 - Coeficiente local de transferencia con 0.25 < NTU < 2. Fuente:**[13]**.

$$\text{hfria} = 20000\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot °\text{K}}$$

$$\text{U} = \frac{1}{\frac{1}{17000\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot °\text{K}}} + \frac{1}{20000\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot °\text{K}}} + \frac{0.0005\text{m}}{15\,\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot °\text{K}}}}$$

$$\text{U} = \frac{1}{0.000142}$$

$$\text{U} = 7042.2535\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot °\text{K}}$$

$$\text{A} = \frac{262504\text{W}}{7042.2535\,\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot °\text{K}} \cdot 2.4663°\text{K}}$$

Se obtiene que:

$$\text{Area requerida de transferencia de calor} = 15.1\text{m}^2$$

Selección del intercambiador de calor

Factores que debe cumplir el intercambiador de calor:

- Area requerida de transferencia de calor $= 15.1\text{m}^2$
- Espacio reducido de operación
- Fácil mantenimiento
- Soporte efectivo de repuestos y asesoría

Analizando los factores mencionados, se optó por la compra de un intercambiador de calor de placas paralelas ALFA LAVAL, como muestra la Figura 2-9

Figura 2-9 – Intercambiador de calor Fuente: Autores.

Este fabricante posee placas de transferencia con un área de:

$$\text{Area por placa de ALFA LAVAL} = 0.8\text{m} \cdot 0.35\text{m}$$

$$\text{Area por placa de ALFA LAVAL} = 0.28\text{m}^2$$

Es decir:

$$Placas\ necesarias = \frac{15.1\text{m}^2}{0.28\text{m}^2}$$

$$Placas\ necesarias = 54\ placas \text{ del fabricante ALFA NAVAL}$$

Material de las placas: ALLOY 316

Material de las juntas: NBRB-CLIP-ON /

Conexiones: 60 mm / DIN

Datos de operación del equipo:

	Lado caliente	**Lado frío**
Fluido	agua	agua
Caudal	$50\ ^{\text{m}^3}/_{h}$	$49.9\ ^{\text{m}^3}/_{h}$
Temperatura entrada	25°C	18°C
Temperatura	21°C|	22°C
Densidad	$996.6\ ^{\text{Kg}}/_{\text{m}^3}$	$997.4\ ^{\text{Kg}}/_{\text{m}^3}$
Viscosidad de entrada	cP 0.895	cP 1.06
Viscosidad de salida	cP 0.983	cP 0.960
Presión diseñada	5 bares	5 bares
Dimensiones	755 x 320 x 920	
Peso en operación	208 Kg	
Volumen de agua	11.4 dm^3	

En el anexo 4 se encuentra el plano general de este intercambiador de placas.

Diseño mecánico

Se dimensiona el tanque de recolección de agua según las necesidades del sistema.

Tanque de recolección de agua

La función principal de este tanque es recolectar el agua de enfriamiento proveniente de la Tubera Triplex y además el mismo debe suministrar el agua suficiente para el *conveyor* de enfriamiento. Es necesario una tubería de drenaje en la parte inferior, y otra tubería en la parte superior para controlar el derrame de sobre nivel de agua, como se muestra en la Figura 2-10.

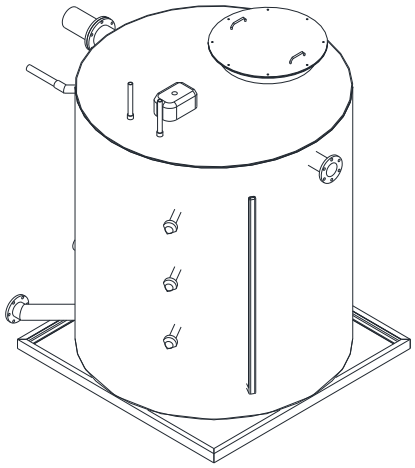


Figura 2-10 - Tanque reservorio de sistema secundario. Fuente: Autores.

Datos de partida:

- ✓ Volumen máximo de la tina de enfriamiento: $3m^3$
- ✓ Debe existir control de nivel de agua en el tanque
- ✓ El agua no debe tener contacto con la luz solar
- ✓ Debe mezclar químicos para controlar e nivel de pH en el agua
- ✓ El tanque opera en una zona de alto tráfico de operadores de maquinaria.
- ✓ Material acero inoxidable 304

Capacidad y dimensionamiento

- Capacidad del tanque
  - ✓ Recolectar el agua que proviene de la tina recaudadora de agua del conveyor de enfriamiento, se muestra en la Figura 2-11
  - ✓ Abastecer el agua necesaria para los aspersores de funcionamiento en el conveyor de enfriamiento

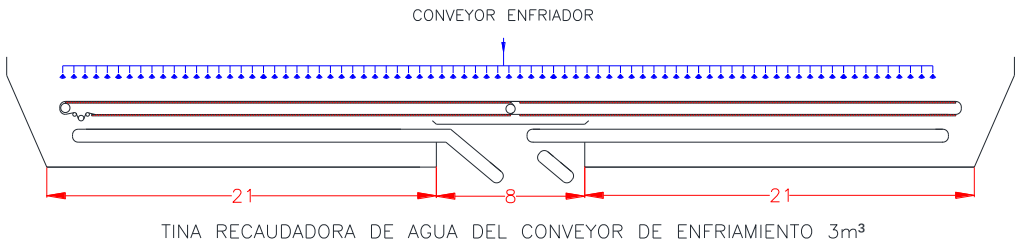


Figura 2-11 - Esquema de la tina de recolección de agua de enfriamiento en la Tubera Triplex. Fuente: Autores.

$$\text{Volumen del tanque} = 3\text{m}^3 + 3\text{m}^3 + 15\%$$

$$\text{Volumen del tanque} = 7\text{m}^3$$

- Cálculo del diámetro y altura del tanque.

$$7\text{m}^3 = \pi \cdot \text{r}^2 \cdot \text{h}$$

$$\text{r} = 1\text{m}$$

$$\text{h} = 2.2\text{m}$$

- El cálculo del espesor se realiza tomando la siguiente ecuación: [14]

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0.6(P)} \cdot 2$$

Dónde:

$t =$ espesor del tanque

$P =$ presion

$R =$ radio

$S =$ Resistencia a la traccion

$E =$ factor de soldadura

$$t = \frac{33\text{PSI} \cdot 39.37\text{plg}}{72\ 520\text{psi} \cdot 0.85 - 0.6(33\text{PSI})} \cdot 2$$

$$t = 0.042\text{plg}$$

$$t = 1.06\text{mm}$$

Considerando que el tanque va ser ubicado en una zona de trabajo de alto tráfico de personas y montacargas, por seguridad y en reunión con la jefatura de mantenimiento se acordó construir la pared del tanque con un espesor de $1 / 4$ de pulgada.

- Condiciones de operación del tanque de recaudación de agua.

  - ✓ Tres sensores de nivel de agua: El primero desde arriba manda una señal de sobre nivel en el tanque de agua, el segundo marca el nivel superior de agua y el tercero marca el nivel inferior de agua, se puede observar en la Figura 2-12

  - ✓ Llenado del tanque: Se realiza por medio de una tubería de 1", el fluido suministrado es agua clarificada. El paso del agua es controlado mediante una válvula on / off

  - ✓ Acceso de mantenimiento: Entrada para personal de limpieza o mantenimiento interno, está ubicada en la tapa superior.

- ✓ Drenaje: Una tubería de 4"situada cerca del fondo que permite evacuar el agua almacenada.
- ✓ Rebose: Una tubería de 6" situada cerca del techo que permite la evacuación del agua si supera el nivel máximo establecido en las condiciones de diseño.

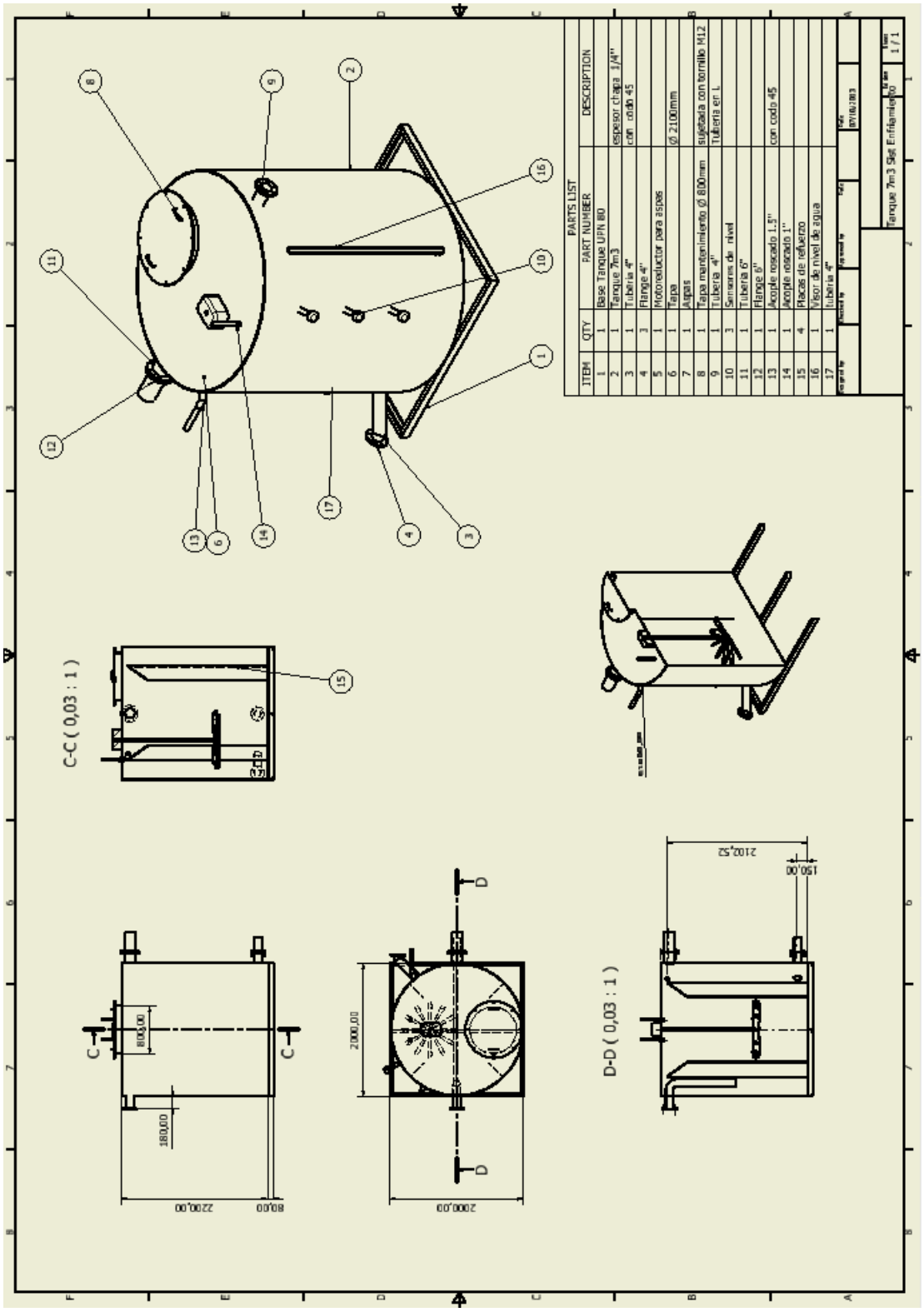


Figura 2-12 - Tanque reservorio diseñado e implementado. Fuente: Autores.

2.3 Proceso de montaje

Una vez seleccionado el equipo se procede a la implementación del sistema de agua de enfriamiento, descrita en tabla 2-3.

Tabla 2-3: Proceso de montaje**.** Fuente: Autores.

Ítem	Procedimiento	Descripción
1	Inspección emplazamiento	Determina trabajos necesarios para la ubicación y reubicación de equipos.
2	Obra civil	Establece trabajos pertinentes para la construcción de infraestructuras emplazadas en el entorno.
3	Trabajo mecánico	Actividad sobre trabajos en acero y equipos.
4	Trabajo eléctrico	Actividad sobre componentes eléctricos.
5	Montaje de equipos	Actividad en donde concurren trabajos mecánicos, eléctricos y equipos que forman un sistema.

- **Inspección emplazamiento**

Con la inspección en sitio se estableció que para el sistema primario, el trabajo previo a la instalación, fuera el desmontaje de un almacén de repuestos apreciado en la Figura 2-13.

Figura 2-13 - Localización destinada a la torre de enfriamiento (desmontaje de cubierta). Fuente: Autores.

De igual forma se inspecciono el sistema secundario, procediendo a la reubicación de la cementadora y del sistema contra incendio de la línea Triplex, visualizadas en la Figura 2-14. Con la planificación previa y tomando el factor dimensional de tableros para accionamiento de bombas y del regulador de pH, se determinó esta reubicación.

Figura 2-14 – Cementadora y sistema contra incendios destinadas a reubicación. Fuente: Autores.

- **Obra civil**

En el sistema primario se construye la base para la torre de enfriamiento, esta tiene la sección cuadrada de 4,5m en sus longitudes y un ancho establecido de 30cm como indica en la Figura 2-15, la construcción se compone de hormigón armado ya que soporta la carga estructural de la torre y del fluido, donde el peso de trasporte es de 3,950kg y el peso en operación es de 13,220kg.

Figura 2-15 - Realización de base de torre de enfriamiento sistema primario. Fuente: Autores.

Además en el sistema primario se ejecutó la excavación y fundición de la cavidad como se visualiza en la Figura 2-16, con el fin de ubicar las bombas de 60hp, las cuales manejan un flujo máximo de 1200GPM y una presión de 60PSI, estas al ser de altura positiva, necesitan estar a una altura inferior al reservorio de la torre. La cavidad de 70cm cuenta con un drenaje para aguas lluvias de 4 pulg, en donde también confluye la línea de drenaje y rebosadero proveniente de la torre de enfriamiento.

Figura 2-16 - Obra civil para emplazamiento de bombas sistema primario. Fuente: Autores.

En el sistema secundario fue necesaria la canalización para drenaje con tubería de 4pulg y rebosadero 6pulg del tranque reservorio el cual tiene una capacidad de $7m^3$, además se insertó una línea de 4pulg para la realización de un cubeta sobre piso para prevención de derrames, indicados en la Figura 2-17. Cabe resaltar que esta línea ensamblada desemboca a un pozo de revisión secundario a la línea de drenaje de planta.

Figura 2-17 - Obra civil de canalización para drenaje del sistema secundario. Fuente: Autores

- **Trabajo mecánico**

El trabajo mecánico en el sistema primario consistió en la elaboración de un *mezzanine* de un área de 2,1 x 1,5m sobre una altura de 1.8m señalado en la Figura 2-3, el mismo fue situado en la área de aceites de proceso, debido a su dispone visibilidad al manipular el tablero de control de bombas. Al estar este al medio ambiente se dispuso de una cubierta sobre los 2m de altura. Tomando en cuenta que el *mezzanine* debió cumplir con un fácil acceso y seguridad, se adecuo una escalera vertical y se contó con pasamanos.

Otro trabajo mecánico en el sistema primario consistió en el ensamblaje de la tubería, este se lo realizo en piso con la unión de codos mediante proceso soldadura smaw, La posición 5G horizontal fija es utilizada, como visualiza en la Figura 2-18, el proceso de soldadura inicio con el punteo mediante el electrodo raíz E 6011 y con ayuda de un espaciador de 3,5 mm con el fin de conseguir una total penetración de la raíz. Antes de aplicar el electrodo de relleno E 7018 la escoria del electrodo fue limpiada. Además de acuerdo a lo planificado se realizan los soportes con ángulo de 2pulg necesarios para el tendido de la tubería aérea.

Figura 2-18 - Trabajo de soldadura en tierra, unión de codo y tubería. Fuente: Autores.

En el sistema secundario se realizó la construcción del tanque de acero inoxidable 304 de 1/4pulg, un diámetro de 2m y una altura de 2,2m lo cual representa un volumen de $7m^3$, como se observa en la Figura 2-19, el mismo se encuentra provisto con bridas de acero inoxidable 304 para una conexión rápida en salidas y entradas de agua de enfriamiento. También cuenta con un visor de nivel y con acoples roscados de acero inoxidable 304 para colocación de sensores de nivel, los cuales emiten la señal a una válvula ON/OFF para el

reabastecimiento en niveles bajos. Además se colocara un agitador para el control de pH y un acceso para mantenimiento.

Figura 2-19 - Fabricación del tanque reservorio para sistema secundario. Fuente: Autores.

De forma similar al primario, se efectuó los soportes con ángulo de 1 1/2pulg, de tubería de PVC de 6pulg, la cual en esta ocasión proviene de recolección de las tinas de la extrusora Tubera Triplex y se dirigen al tanque de almacenamiento de 7m^3. Entre otros trabajos se construyó los soportes para filtros dúplex de 300um, bombas de 250GPM con una potencia de 20HP y del intercambiador de calor con un sistema de nivelación mecánico.

- **Instalación eléctrica**

El sistema primario y secundario se encuentra controlado mediante un panel, en donde están las componentes que establecen las señales producidas. Aquí se encuentran diferentes dispositivos como son *drivers*, trasformadores, contactores, protecciones, pulsantes entre otros, como se observa en la Figura 2-20. El cableado se encuentra con la cañería pertinente y una señalización estructurada.

Figura 2-20 – Panel de control sistema secundario. Fuente: Autores.

El control del sistema primario gobierna las bombas de 60HP con flujo de 1200GPM como también el ventilador de la torre, en el sistema secundario gobernara las bombas de 20HP con flujo de 250GPMy el control de nivel de agua. Cabe mencionar que para los paneles existen pares de emergencia y de reinicio.

- **Montaje de equipos**

En el sistema primario se procedió al montaje de la tubería por tramos, los cuales después de ser montados y ensamblados fueron cubiertos por pintura para su protección, indicada en la Figura 2-21,

Figura 2-21 - Montaje y protección de tuberías. Fuente: Autores.

Al establecerse el tiempo de curado de la fundición de la cavidad para las bombas se procedió al ensamblaje de sus accesorios como son las válvulas mariposa, codos y bases de la bomba como se muestra en la Figura 2-22.

Figura 2-22 - Emplazamiento bombas sistema primario. Fuente: Autores.

La torre de enfriamiento de fibra de vidrio y procedencia brasileña, se ensamblo desde su estructura principal como se señala en la Figura 2-23 cabe resaltar que aristas y uniones fueron reforzadas con fibra de vidrio, internamente impermeabilizando la tina, se dispuso el relleno los cuales son los encargados de que las gotas de agua se rompan y los aspersores que garantizaran un flujo de agua de 272m3/h, luego de cubrir el montaje interno, se ensamblo el domo superior el cual contiene al ventilador, se instaló el *mezzanine* y la escalera de inspección en la parte alta de la torre de enfriamiento.

Figura 2-23 - Ensamble torre de enfriamiento. Fuente: Autores.

Luego se procedió a conectar la salida de agua de enfriamiento hacia las bombas y la línea de retorno de las tuberías montadas, cabe resaltar que las tuberías de salida y entrada se encuentra con instrumentación para control de temperatura y presión. Por otra parte se instaló las conexiones eléctricas hacia el panel de control. Finalmente se realizó una cubierta que protege las bombas de la intemperie, como se visualiza en la Figura 2-24.

Figura 2-24 – Sistema primario ensamblado. Fuente: Autores.

En el sistema secundario se procedió a trazar a nivel de piso la disposición de equipos y de esta manera se ubicó primero el tanque reservorio de 7m^3, como se indica en la Figura 2-25.

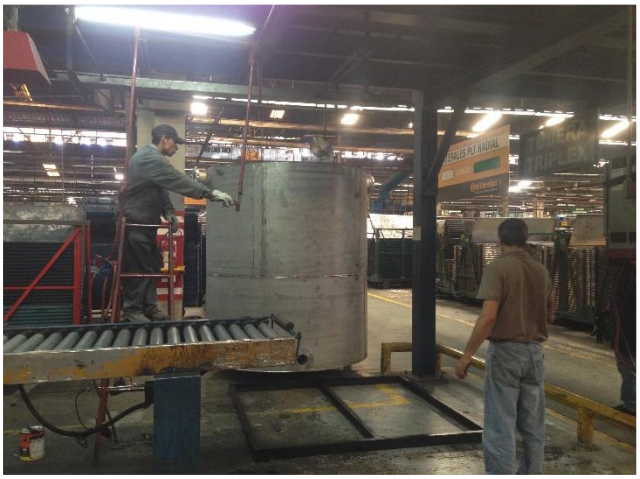


Figura 2-25 - Posicionamiento tanque reservorio sistema secundario 4. Fuente: Autores.

Luego se inició el montaje de tubería de las líneas establecidas, la instalación partió desde la salida del agua de enfriamiento del reservorio, el cual lo realiza una bomba con capacidad de 250GPM y una potencia de 20HP, que se encuentra en un sistema *bypass*, este flujo se dirige a un filtro dúplex de 300um, luego el agua pasara por el intercambiador de placas el cual tiene una potencia de 231,7KW, las temperaturas y presiones son monitoreadas en las entradas y salidas, como indicada en la Figura 2-26. La tubería y

algunos accesorios en el sistema secundario son de PVC, el resto de equipos son de acero inoxidable 304.

Figura 2-26 – Sistema de enfriamiento secundario. Fuente: Autores.

Después el agua de enfriamiento se dirigirá a una bifurcación en donde una línea se dirige a la entrada del sistema y otra retorna al tanque reservorio debido a que existe un sistema de dosificación que se instala en línea para el control de pH, como se puede ver en la Figura 2-27.

El sistema de control de pH posee un sensor que se encuentra en la tubería de agua que va hacia los conveyors de enfriamiento, si el controlador de pH detecta que el agua tiende a ser base, entonces se vierte en el tanque reservorio ácido clorhídrico, estos fluidos se mezclan y son bombeados nuevamente hacia los conveyors de enfriamiento, en esta tubería se realiza nuevamente el control de pH, creándose un circuito de control, hasta tener un nivel de pH de 6.5 ± 1.0

A continuación de la Figura 2-27, se muestra un plano general del sistema primario y del sistema secundario, en donde se especifican los equipos implementados y su configuración de funcionamiento.

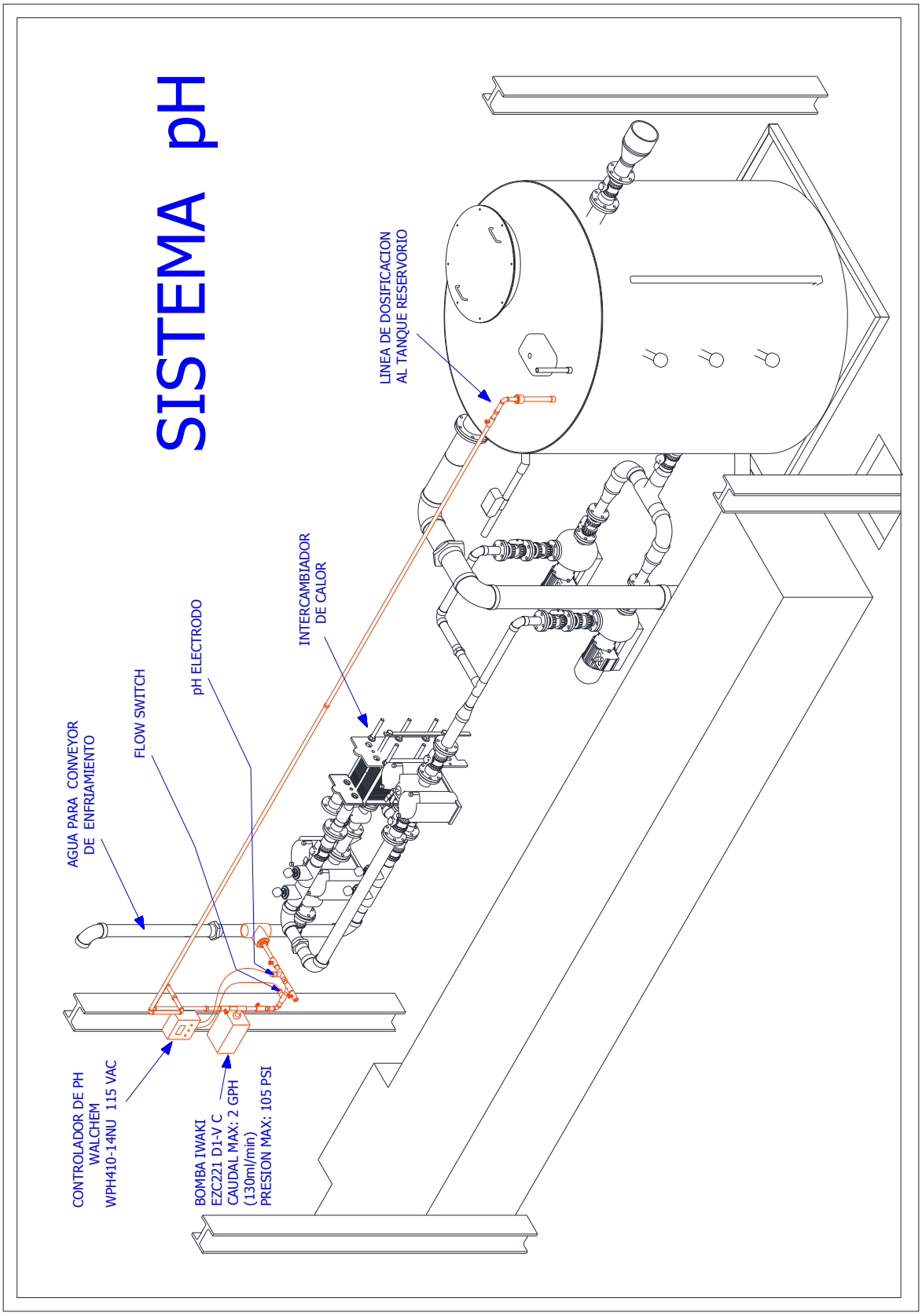


Figura 2-27 – Sistema de dosificación en línea. Fuente: Autores.

2.4 Pruebas de operación

Las pruebas del sistema ya implementado, se realizan como parte del arranque después del mantenimiento de fin de año en Continental Tire Andina S.A. Antes se procedió con la limpieza de paredes y bandejas donde recorre el caucho extruido, como se ve en la Figura 2-28, esto se efectúo para quitar sólidos que contaminan el agua de enfriamiento y los componentes del sistema.

Figura 2-28 - Limpieza de sólidos en bandejas de la Tubera Triplex. Fuente: Autores.

Para las pruebas de operación del sistema, se consideraron los siguientes parámetros de control.

- Temperaturas de entrada y salida en el sistema primario.
- Temperaturas de entrada y salida en el sistema secundario.
- Presiones en ambos sistemas.
- Control del pH del agua de enfriamiento.

A continuación en la tabla 2-4, se aprecia los valores obtenidos del sistema en operación, estos valores fueron recopilados de acuerdo a la producción establecida.

Tabla 2-4: Pruebas de operación**.** Fuente: Autores.

SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO TUBERA TRIPLEX

				Torre de enfriamiento				Enfriamiento sistema tubera Triplex				
				Salida de TE4		Retorno a TE4		Retorno del conveyor de enfriamiento		Salida al conveyor de enfriamiento		
Date	Time	N° Material	Descripción	Presión (PSI)	Temperatura (°C)	Presión (PSI)	Temperatura (°C)	Presión (PSI)	Temperatura (°C)	Presión (PSI)	Temperatura (15 a 25°C), mientras menor temperatura es mejor	pH (6,5 ± 1)
19/01/2014	11:30	S235544	Lat LT 235/75 R15 GAT2	38	14	14	15	78	16	72	14	6,22
	12:07	S175363	Lat. 175/70 R13 Altimax	38	13,5	14	15	55	17	50	14	6,31
	15:48	SBC-04	Ensamble Lateral + Bead 04	38	14	14	17	55	19	51	15	6,36
	16:18	T245693	Rod 245/70 R16 CCAT	38	14	14	17	78	19	74	15	6,3
20/01/2014	10:12	SBC-04	R5606 S47-R Ensamble	38	13	14	15	78	18	75	14	6,49
	12:05	SBC-03	Ensamble Lat + Bead 03	38	13	14	15	78	17	74	14	6,38
	15:02	T245680	Rod 245/75 R16 GHTS	38	14	13	16,5	78	19,5	74	14,5	6,68
	16:14	T235601	Rod 235/60 R16 4x4 Contact	38	14	13	16,5	78	19,5	75	15	6,65
	16:52	T185418	185/60 R14 Power C ROD 82H Power	38	14	13	16,5	78	20	75	15,5	6,37
21/01/2014	15:27	S245617	Lat. LT 245/75 R16 CCAT	36	14,5	13	17,5	75	20	68	15,5	6,62
	15:41	S185448	Lat 185/65 R14 BARUM/SPORT	36	14,5	13	17,5	75	20	68	15	6,69
	16:02	S175363	Lat 175/70 R13 ALTIMAX	36	14,5	13	17	74	19	68	15,5	6,57
	16:40	S185363	185/70 R13 ALTIMAX	36	14,5	13	17	74	18,5	68	15	6,45
22/01/2014	11:07	SBC-03	SBC-03 Ensamble Lat + Bead 03	38	14	14	16	70	17	66	15	6,55
	12:01	SBC-03	SBC-03 Ensamble Lat + Bead 03	38	15	14	17	70	19	66	15,5	6,53
	15:20	S195570	Lat 225/70 R16 Grabber HT	38	15	14	18	70	19	64	16	6,55
	16:02	S235544	Lat LT 235/75 R15 GAT2	38	15	14	18	70	19	64	16	6,68
	16:15	S255693	Lat 255/70 R16 CCAT - 245/7	38	15	14	18	70	19	64	16	6,33
23/01/2014	10:32	S165362	Lat. 165/65 R13 Altimax	38	13	15	15	68	16,5	62	13,5	6,54
	10:46	S165363	Lat. 165/70 R13 Altimax RT	38	13	14	15	68	17	62	14	6,32
	11:02	S175363	Lat. 175/70 R13 Altimax	38	14	14	15	68	17,5	62	15	6,61
	11:31	S195570	Lat. 195/55 R15 Conti Power	38	14	14	15	68	18	62	15	6,67
	11:48	S215426	Lat. LT 215/75 R14 GAT2	38	14	14	15	68	18	62	15	6,57
	12:04	S245617	Lat. LT 245/75 R16 CCAT	38	14	14	15,5	80	19	72	15,5	6,43
	12:35	S255693	Lat. 255/70 R16 CCAT-245/7	38	14	14	15,5	80	19	71	15,5	6,63
24/01/2014	14:38	S215426	Lat. LT 215/75 R14 GAT2	38	14	13	16,5	80	19	71	15	6,48
	14:50	S165362	Lat. 165/65 R13 Altimax	38	14,5	13	16,5	80	19	71	15	6,55
	15:36	S225533	Lat. 225/70 R15 C VANCO	38	14	13	16,5	80	19	71	15	6,61
	15:50	S245617	Lat. LT 245/75 R16 CCAT	38	15	13	16,5	80	19	71	16	6,58
	16:20	T175330	Rod. 175/70 R13 Sportiva	38	15,5	13	16,5	80	19	71	16	6,53
	16:47	T195570	Rod. 195/55 R15 Conti Power	38	15,5	13	16,5	80	19	71	16	6,56

2.5 Puesta en marcha del sistema de agua de enfriamiento

Con el soporte de este documento, se realizó una capacitación al personal de mantenimiento encargado de la Tubera Triplex antes del arranque del sistema de agua de enfriamiento implementado. El formato utilizado en este documento es de Continental Tire Andina S.A.

Continental	Administración de calidad Planta Cuenca, Ecuador
Categoría: Procedimiento	
Proceso: Ingeniería de Planta Sub Proceso: Línea de extrusión de caucho Tarea/fase: General	Documento No.: Revisión:1 Válido hasta: diciembre 2020
Autor: Marcelo Poveda Luis Lopez	Dueño del proceso / Dueño del sub proceso: Continental
MANUAL DE PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA TUBERA TRIPLEX	
Ref. CTDS-No:	

1. **Propósito**

   1.1 Establecer un procedimiento para la puesta en marcha del sistema de agua de enfriamiento de la Tubera Triplex

2. **Alcance**

   2.1 Este proceso se aplicara al Sistema de agua de enfriamiento de la Tubera Triplex.

3. **Abreviaturas / definiciones**

   3.1 V1TE (válvula 1 Torre Enfriamiento).
   3.2 V2TE (válvula 2 Torre Enfriamiento).
   3.3 V3TE (válvula 3 Torre Enfriamiento).
   3.4 V4TE (válvula 4 Torre Enfriamiento).
   3.5 VAM (Válvula Alimentación Mixer).
   3.6 VRM (Válvula Retorno Mixer).
   3.7 VAEP (Válvula Alimentación Expansión Planta).
   3.8 VREP (Válvula Retorno Expansión Planta).
   3.9 VATD (Válvula Alimentación Tubera Doble).
   3.10 VRTD (Válvula Retorno Tubera Doble).
   3.11 V5TE (válvula 5 Torre Enfriamiento).
   3.12 V6TE (válvula 6 Torre Enfriamiento).
   3.13 V7TE (válvula 7 Torre Enfriamiento).
   3.15 V8TE (Válvula 8 Torre Enfriamiento).
   3.16 V9TE (Válvula 9 Torre Enfriamiento).
   3.17 V1ST (Valvula 1 Sistema Triplex
   3.18 V2ST (válvula 2 Sistema Triplex).
   3.19 V3ST (válvula 3 Sistema Triplex
   3.20 V4ST (válvula 4 Sistema Triplex).
   3.21 V5ST (válvula 5 Sistema Triplex).
   3.22 V6ST (válvula 6 Sistema Triplex).
   3.23 V7ST (válvula 7 Sistema Triplex).
   3.24 V8ST (válvula 8 Sistema Triplex)
   3.25 V9ST (válvula 9 Sistema Triplex)
   3.26 V10ST (válvula 10 Sistema Triplex)

2.6 Conclusiones

- El diseño e implementación del sistema de agua de enfriamiento para la Tubera Triplex, dividido en dos sistemas independientes es el adecuado ya que de esta manera cumplimos con todos los requisitos o normas técnicas que el departamento de calidad de la compañía Continental Tire Andina S.A. establece.

- Una vez realizada la instalación del sistema se evidencio el cumplimiento de todos los parámetros requeridos, con esto se puede asegurar que las características que necesita tener el caucho extruido, no se verán afectadas, por lo tanto hay menor material fuera de conformidad.

- Un sistema de dosificación en línea provee un buen control de pH en el agua de enfriamiento.

- La utilización de drivers en los sistemas primario y secundario nos permiten variar la frecuencia, esto nos da la opción de variar el punto de operación en las bombas, esto es importante en un proceso que varía su producción.

- El control de nivel de agua, en el tanque de almacenamiento, se lo realiza mediante sensores, esto nos garantiza un abastecimiento de agua continuo y controlado.

3. Análisis económico

3.1 Costeo por órdenes de trabajo y costeo por procesos

El objetivo principal de cualquier empresa, ya sea comercial, de servicios o manufacturera es el de maximizar sus utilidades. Para poder cumplir con este objetivo es necesario conocer los costos en los que está incurriendo la empresa.

Dentro de las empresas manufactureras existen dos sistemas de costeo que permiten el cálculo de los costos unitarios de producción y como consecuencia permiten valorar los inventarios, fijar el precio de los productos y servicios y por último determinar correctamente las utilidades. Estos sistemas son:

- Sistemas de costeo por órdenes (o por pedidos).
- Sistema de costeo por procesos.

Para nuestro caso se utilizara el sistema de costeo por órdenes.

3.1.1 Diseño térmico Sistema de costeo por órdenes

Un sistema de costeo por órdenes se utiliza cuando se fabrican pedidos especiales o específicos, o cuando se prestan servicios que varían de acuerdo con las necesidades del cliente. La materia prima utilizada, la mano de obra requerida y los gastos indirectos de fabricación son diferentes para cada orden y se deberá llevar un control y registro por separado. Los costos deben acumularse de manera independiente para cada orden o servicio.[15]

3.1.1.1 Hoja de costos para cada orden

Debido a que se trata de ordenes especiales o específicas, la manera más sencilla de llevar un buen control de costos es utilizando una hoja de costos para cada orden. En esta hoja se especificará el número de orden de producción, el nombre del cliente, fecha de inicio, fecha

de terminación, breve descripción del artículo, cantidad de unidades que se fabricarán, requisiciones de materia prima directa y sus costos, tarjetas de tiempo de la mano de obra directa y su tarifa y la tasa predeterminada de gastos indirectos de fabricación utilizada.

En una hoja de costos podemos encontrar información sobre tres elementos del costo de producción:

1. Materiales directos.
2. Mano de obra directa
3. Gastos indirectos de fabricación.

3.1.1.2 Requisición de materiales

Para llevar un buen control de estos costos, en un sistema de costeo por órdenes se llevan formas o documentos que permiten conocer la materia prima directa requerida, las horas de mano de obra directa y los gastos indirectos de fabricación que se aplicaron para cada orden. Adicionalmente, en una hoja de costos por orden se tiene que contabilizar el flujo de costos para determinar los costos totales y unitarios del pedido.[16]

Para nuestro caso como formato de requisición de materiales se utilizarán las proformas o cotizaciones que nos enviaron los proveedores para determinar el costo de los materiales directos, los cuales se adjuntarán como anexos (Anexos 5 – 7).

Tabla 3-1: Presupuesto Fuente: Autores.

Diseño e implementación del sistema de agua de enfriamiento de la Tubera Triplex			
Materiales directos			
		Precio	**Us $**
Cantidad	**Descripción**	**Valor unitario**	**Valor total**
2	Bomba centrifuga inoxidable 316 marca **Goulds USA** **modelo 8sh** succion: 2 1/2" descarga: 2" bridada	4858,33	9716,66

	caudal 250 gpm tdh 57 mts **motor electrico cerrado** potencia: 20 hp trifasica 220/440v 60 hz 3500 rpm motor tefc (cerrado)		
1	**Intercambiador agua/agua** **intercambiador de calor de placas alfa Laval** **material de las placas:** alloy 316 **material de las juntas:** nbrb-clip-on/ **conexiones:** 60 mm / din	5258	5258
1	Bomba dosificadora iwaki ezc21d1-vc Marca: walchem/iwaky (usa) Modelo: ezc21 d1-v c Caudal máx.: 2 gph (130ml/min) Presión máx.: 105 psi Succión y descarga: 3/8”	514.66	514.66
1	Wph410-14nu controlador de ph/orp marca: walchem/usa modelo: wph410-14nu voltaje de alimentación: 115 vac salida: 1 aislada de 4 - 20 ma	965,57	965,57
1	Sensor de ph en línea wel-phf-22 sensor comp. Ph flat surface	546	546
1	Torre de enfriamiento	76000	76000
1	Obra civil	15000	15000
1	Filtro duplex 300 um	3500	3500
1	Tanque de acero inoxidable	10000	10000
1	Instrumentación	5000	5000
		Costo total	**126500.89**

3.1.1.3 Tarjeta de tiempo

Para determinar la mano de obra directa se utiliza un documento conocido como tarjeta de tiempo. Por medio de este documento podemos asociar las horas requeridas de mano de obra directa con cada orden específica.

3.1.1.4 Tarjeta de reloj

Generalmente en todas las fábricas, cada empleado tiene una tarjeta de reloj en la que tiene que checar la hora en la que entra y en la que sale un reloj o marcador de tiempo.

Para la instalación del sistema de agua de enfriamiento de la Tubera Triplex se realizó por medio de un contratista, el cual se encargó de ver los materiales que se requerían, previamente guiados del diseño propuesto.

Tabla 3-2: Tarjeta de reloj Fuente: Autores.

Diseño e implementación del sistema de agua de enfriamiento de la Tubera Triplex			
Mano de Obra Directa			
		Precio US $	
Cantidad	**Descripción**	**Valor unitario**	**Valor total**
500 m	Tuberías	40	20000
80 hrs	Diseño	25	2000
		COSTO TOTAL	**22000**

3.1.2 Requisición de materiales indirectos y mano de obra indirecta

Los materiales indirectos y la mano de obra indirecta forman parte de los gastos directos de fabricación, por lo que no será necesario hacer una requisición de materiales indirectos para cada orden específica, ni llenar boletas de tiempo por los empleados que no trabajan directamente en la producción.

3.1.2.1 Gastos indirectos de fabricación (GIF)

Los gastos indirectos de fabricación no se pueden identificar plenamente con la orden específica y además no se presentan de manera uniforme durante un periodo contable, entonces es necesario el empleo de una tasa estimada o predeterminada de gastos indirectos de fabricación (GIF).Los gastos indirectos de fabricación para un solo producto se pueden asignar directamente.[15]

Se puede determinar el costo total de fabricación de una orden especial haciendo uso de una hoja de costos.

Tabla 3-3: Gastos indirectos de fabricación Fuente: Autores.

RESUMEN DE COSTOS	
DESCRIPCION	**COSTO TOTAL**
Materiales directos	126500.89
Mano de obra directa	22000
Mano de obra indirecta	0
COSTO TOTAL	**148500.89**

3.2 Conclusiones

- Para la implementación del sistema de agua de enfriamiento se realiza un pre costo total del proyecto, en el cual se determina los materiales utilizados directamente en el proceso.
- La compañía Continental Tire Andina S.A. invierte un total de 150000 USD para la implementación del sistema propuesto, ya que son requerimientos emitidos por la Central en Alemania para llevar a cabo el proceso de extrusión de caucho en la elaboración de neumáticos.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones generales

Del proceso de diseño e implementación del sistema de agua de enfriamiento para la Tubera Triplex tenemos las siguientes conclusiones:

- En el diagnóstico fue posible evidenciar problemas en el sistema de enfriamiento de la Tubera Triplex, según el documento N ° HQST-V-MA-E-CL-WI -0066 -00, el cual hace referencia al agua de enfriamiento en contacto con caucho extruido y calandrado. Los problemas de mayor impacto al sistema de enfriamiento son: falta de instrumentación para llevar un adecuado registro de control, nivel de pH y presencia de contaminantes en el agua de enfriamiento.

- El nivel de pH en el agua, antes de la implementación, presentaba un rango de operación entre 8 - 9, los cuales corresponden a valores fuera de especificación de calidad para el agua de enfriamiento en contacto con el caucho. Este parámetro hace que el material extruido tenga una baja adhesión.

- El agua de enfriamiento proporcionada por la torre 4 hacia los procesos de Planta Común presentaba problemas de contaminación, esto es debido a que el agua de enfriamiento era mezclada con agua de proceso, la mezcla producida, al tener contacto con el caucho acaba contaminándolo, provocando que el material no cumpla con las condiciones de calidad adecuadas para la construcción de una llanta.

- El proceso de diseño e implementación del sistema de agua de enfriamiento cumple satisfactoriamente con los requerimientos establecidos para el enfriamiento de caucho extruido y calandrado, así como los parámetros de temperatura, presión y nivel de pH se encuentran funcionando dentro del rango de operación adecuado.

- La contaminación del agua fue controlada implementando dos sistemas separados, en donde, el agua de enfriamiento no se mezcla con el agua de proceso. El sistema primario transporta y enfría el agua mediante una torre de enfriamiento y el sistema secundario recolecta el agua de proceso de la Tubera Triplex y mediante un intercambiador de calor se realiza la trasferencia de energía con el agua fría del sistema primario.

- El sistema mecánico se complementa con el sistema eléctrico, para un adecuado funcionamiento y control del sistema, como son: control de nivel de agua mediante sensores en el tanque reservorio, control de operación de las bombas mediante variación de frecuencia y revoluciones, control del ventilador en la torre de enfriamiento.

- El diseño hidráulico garantiza el abastecimiento de agua a los *conveyors* de enfriamiento. La configuración propuesta para las bombas seleccionadas brindan un funcionamiento continuo para el sistema de enfriamiento implementado, tanque reservorio y tubería actual incorporan la utilización de materiales como PVC y acero inoxidable 304 para la disminución de óxidos. Todo este sistema cuenta con instrumentación para inspección de temperatura y presión, que pueden ser monitoreados en la entrada y salida del intercambiador de calor por placas.

- El diseño térmico cumple favorablemente con las temperaturas que requiere el agua de enfriamiento, además la torre de enfriamiento implementada tiene la capacidad de aumentar su punto de operación para futuras implementaciones y el intercambiador de calor por placas puede aumentar o disminuir su capacidad de transferencia de calor.

- Una dosificación en línea fue la solución adoptada para mantener el nivel de pH en el rango de 6.5 ± 1.0, se implementó un dosificador que administra ácido clorhídrico al sistema secundario, controlando así el nivel de pH del agua de enfriamiento.

4.2 Recomendaciones

- Una vez realizado el mantenimiento de fin de año que se planifica en Continental Tire Andina S.A., tener presente el manual de puesta en marcha del sistema de agua de enfriamiento, para el correcto arranque de los dispositivos instalados.

- Se debe realizar una inspección diaria, para observar los niveles del ácido clorhídrico en el dosificador de pH, niveles del agua en el tanque reservorio, y rangos de temperaturas y presiones a la entrada y salida del intercambiador de calor.

- Realizar el análisis de solidos suspendidos en la torre de enfriamiento, para evitar que el relleno se acumule de materiales extraños.

- Se recomienda limpiar los filtros dúplex semanalmente para evitar le perdida de presión en el sistema.

- El área de trabajo del sistema debe de estar protegido, debido al alto tráfico de montacargas que pasan por el sector, los cuales pueden ocasionar daños graves al tanque reservorio o a los equipos.

- La tina de enfriamiento en la Tubera Triplex debe ser limpiada con agua a presión y detergente cada mantenimiento de fin de año.

- Los paneles eléctricos están protegidos con techo para la intemperie del medio ambiente y con protecciones metálicas para evitar daños de tráfico con el personal.

- La torre de enfriamiento necesita agua de recomposición diaria, por la evaporación al medio ambiente que se genera.

- Es necesario una inspección visual en los aspersores de agua para evitar que estos estén obstruidos.

Referencias

[1] Departamento de recursos humanos de la empresa Continental Tire Andina S.A., “Información general.”

[2] Departamento de ingeniería de planta de la empresa Continental Tire Andina S.A., “Layout de planta.”

[3] Departamento de calidad de la empresa Continental Tire Andina S.A., “Producción de llantas.”

[4] Laboratorio químico de la empresa Continental Tire Andina S.A., “Composición en peso de llantas.”

[5] Departamento de calidad de la empresa Continental Tire Andina S.A., “Certificaciones.”

[6] “Torres de enfriamiento - EcuRed.” [Online]. Available: http://www.ecured.cu/index.php/Torres_de_enfriamiento. [Accessed: 05-Feb-2015].

[7] Departamento de ingeniería de planta de la empresa Continental Tire Andina S.A., “Tubera Triplex.”

[8] Departamento de calidad de la empresa Continental, “Doc. N ° HQST-V-MA-E-CL-WI-0066-00.”

[9] Cengel, Y.A. and Boles, M.A, *Termodinamica*. Mc Graw-Hill, 1996.

[10] Robert. L. Mott, *Mecánica de fluidos*, Sexta edicion. Pearson.

[11] Mataix C, *Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas*, Segunda Edición. Mexico, 1982.

[12] Moran and M.J. Shapiro, *Fundamentos de Termodinámica Técnica*. Ed Reverte, 1999.

[13] C. Haslego and P. Graham, “Designing Plate and Frame Heat Exchangers,” *CEP*, pp. 32–37, Sep-2002.

[14] Juan Manuel Leon Estrada, “Diseño y cálculo de recipientes a presión.” Inglesa, 2001.

[15] Ma. Magdalena Arredondo González, *Contabilidad y Análisis de Costos*, Primera Edición. México: Compañía Editorial Continental, 2005.

[16] Enrique Alvarado Barrios, *Gerencia Estratégica de Costos*, Tercera Edición. Litografía e Imprenta LIL, S.A., 1996.

5. Anexos

ANEXO 1

ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO DE AGUAS

TRATAGUAS CIA. LTDA.
Bienestar para la Industria

EMPRESA: ERCO

LOCALIZACIÓN: Cuenca

FECHA: 22 octubre/2013

PARÁMETROS	UNIDADES	Torre Bambú	Torre con fuerza	Torre Calandria			
Alcalinidad P	ppm	0	0	0			
Alcalinidad M.	ppm de $CaCO_3$	50	20	150			
Bicarbonatos	ppm de $CaCO_3$	20	20	150			
Carbonatos	ppm de $CaCO_3$	0	0	0			
Hidróxidos	ppm de $CaCO_3$	0	0	0			
Dureza Total	ppm de $CaCO_3$	63.0	36.	24			
Dureza cálcica	ppm de $CaCO_3$						
Dureza magnésica	ppm de $CaCO_3$						
Hierro	ppm de Fe	1.73	1.74	3.88			
Oxígeno disuelto	ppm de O_2						
Sulfito	ppm de SO_3						
Fosfato	ppm de PO_4						
Fosca, residual		1.0	1.0	2.0			
Conductividad	umhos						
Sólidos disueltos	ppm	153	96.0	215			
Cloruro	ppm Cl						
Cloro residual	ppm Cl_2						
pH		9.0	8.2	8.9			
Ciclos de concentración							
Purga	%						
Sílice	ppm de SiO_2						
Indice de Langelier							
Nitratos	ppm N_2						
Sulfato	ppm NO_3						
Turbidez	FAU						
Trans Fe	%						
Trans dureza	%						
Trans SiO_2	%						

ANEXO 2

Continental — Quality Management Tire Divisions

Category: Work Instruction

Process: Manufacturing	**Document No.: HQST-V-MA-E-CL-WI-0066-00**
Sub Process: Extrusion / Roller Head	**Issue: 3**
Task/Phase: Cooling	**Valid from: 28th July 2011**
Author: D. Riethmüller	**Process Owner / Sub Process Owner: D. Riethmüller**

Cooling water in contact with calandered and extruded rubber material — **Old QMD-No:** 36532

1. Propósito.

Este documento establece los requisitos y directrices para el uso del agua de enfriamiento que entra en contacto directo con materiales de caucho semi-terminados calandrados y extruidos. La condición del agua de enfriamiento tiene una influencia tanto sobre la calidad del producto terminado, así como sobre las características internas del producto en los procesos subsiguientes.

2. Alcance.

☐	☐	☒	☐	☐
Todas las Plantas PLT	Todas las Plantas CVT	Todas las Plantas CVT & PLT	Planta Simple	Todas las Plantas & TC ww

Estos requisitos y directrices se aplican en las áreas de preparación de todas las plantas de fabricación de neumáticos en las divisiones de neumáticos PLT y CVT de Continental. Estos requisitos y directrices son aplicables también para cualquiera de las instalaciones que producen componentes semi- terminados de caucho para el uso en estas plantas para la fabricación de neumáticos.

Estos requisitos son aplicables a todos los sistemas de enfriamiento en los que el agua está en contacto directo con el material de caucho semi-terminado.

3. Abreviaturas / Definiciones.

CVT	Commercial Vehicle Tire Division

PLT	Passenger and Light Truck Tire Division
QM	Quality Management

4. Ejecución / Contenido / Responsabilidades-

QM en cada planta es responsable de asegurar que todos los requisitos contenidos en este documento sean cumplidos. QM también es responsable de la definición y puesta en práctica del Plan de Control requerido.

Producción, Mantenimiento e Ingeniería ~~para cada planta~~ es responsable de la implementación y mantenimiento de sistemas de enfriamiento y fuentes de agua que cumplan con los requisitos.

5. Contenido.

5.1. Observaciones Generales.

El enfriamiento adecuado de los materiales de caucho semi-terminado es necesario para evitar la distorsión dimensional durante el almacenamiento y la utilización posterior (es decir, la contracción, o la retracción excesiva, cambios semi-permanentes en el perfil o en las dimensiones).

La adhesión de la superficie de los materiales de caucho semi-terminado también se ve afectada por el proceso de enfriamiento. La adhesión se ve afectada tanto por los cambios de la composición del caucho en la superficie causada por la transición térmica (es decir, el afloramiento de ciertos productos químicos) o por reacciones químicas por el depósito de impurezas del agua. La suficiente adhesión de la superficie del caucho es necesaria, tanto para el proceso de construcción del neumático así como para una buena co-vulcanización del caucho en las diferentes fases en la etapa de curado.

La temperatura real de los materiales de caucho semi-terminado se especifica en el documento: TCST-V-04-A-03-WI-1059-05 (antiguo QMD 35794) (este documento esta emitiendo Jorge Carabajo) Temperaturas admisibles para compuestos y métodos de medición en el Área de Preparación. Estos requisitos, junto con la configuración del equipo de la planta y del suministro de agua deben ser considerados a nivel local para los procesos óptimos de enfriamiento.

5.2. Requisitos.

El agua utilizada en el sistema de refrigeración puede obtenerse a partir del servicio municipal (es decir, el agua potable), así como artificiales o naturales (río). El tratamiento adicional del

agua antes de la introducción en el sistema de enfriamiento depende de la fuente (es decir, filtración y eliminación de contaminante para el agua de río, frente a la actividad mínima para el agua potable). **El uso del agua de enfriamiento recirculada desde otros equipos o de sistemas de calentamiento está prohibido.**

El pH del agua debe mantenerse a 6,5 + 1,0. Se recomienda el **uso de sistemas de control automático** para medir y ajustar los niveles de acidez.

Para todas las nuevas instalaciones, todo el equipo asociado con el sistema de enfriamiento (lavabos, tuberías, válvulas, etc), deberán ser de acero inoxidable o PVC con el fin de evitar la formación de óxido. Para las instalaciones existentes, debe llevarse a cabo el reemplazo de los equipos por otros de acero inoxidable, cuando sea factible, a fin de utilizar niveles más bajos de pH del agua. Material de latón no está permitido.

Para todas las nuevas instalaciones, los contenedores de agua deberán estar protegidos de toda fuente de luz. Para las instalaciones existentes, cuando sea factible, los contenedores de agua deben estar protegidos de fuentes de luz para minimizar el crecimiento de algas.

El equipo de enfriamiento debe incluir filtración.

Se debe evitar la adición de productos químicos al agua de enfriamiento. Los análisis de calidad del agua potable son necesarios para que pueda ser utilizada como base para la composición del agua de enfriamiento. Si los productos químicos son necesarios para alcanzar los requisitos de nivel de pH, control de algas, etc, la autorización debe ser documentada con personal de seguridad (iniciado por una solicitud de la planta local) y aprobado por el departamento de Desarrollo de Materiales de la Central. El RN debe contener la especificación de la concentración máxima permitida. Se debe establecer un sistema local para controlar el uso y la concentración del producto químico autorizado(s).

Se prohíbe el uso de fosfatos para reducir la dureza del agua, ya que pueden promover el crecimiento de algas, de bacterias y también reducir la tensión superficial del agua que disminuye el secado del material extruido.

La limpieza regular del sistema de enfriamiento (contenedores, bandas transportadoras, válvulas, filtros, etc) debe especificarse en los planes de mantenimiento preventivo. La frecuencia se define localmente en base al tipo de equipos, las características del agua, características de flujo de agua y la observación local (es decir, acumulación de depósitos, algas / formación de lodo, etc.). Se **recomienda un mínimo de dos veces al año**.

Cada planta tiene la definición de un plan de control correspondiente, incluidos los criterios y frecuencia, para monitorear el agua de enfriamiento. Como mínimo, el plan de control deberá incluir los siguientes criterios y frecuencia:

- Nivel de pH / semanal.
- Apreciación visual / semanal.
- Temperatura de agua de entrada / mensual.
- Temperatura de agua de salida / mensual.

Como mínimo se deben tomar dos muestras del agua de enfriamiento, una, recogida directamente del agua en uso para el enfriamiento antes de la rutina de limpieza o de tratamiento, y otra, obtenida de la fuente de agua de enfriamiento de reposición (es decir, agua potable, de retención o depósito de tratamiento, etc) esta última se debe analizar anualmente, incluyendo: *

- pH: 6,5 +/- 1,0
- Dureza, (como Ca en mg / l) (<267 mg / l)
- Color, turbidez Hazen, sólidos totales NTU (después de la evaporación), mg / l (<1500 mg / l)
- Sólidos volátiles (después de la prueba de cenizas), mg / l
- Sólidos no volátiles (después de la prueba de cenizas), mg / l
- Recuento heterotrópico, mg / l
- Concentración de fósforo (P), reactivo µg / l
- Concentración de fosfato (P orto), µg / l
- Concentración total de Magnesio (Mg), mg / l
- La concentración de hierro total (Fe), ppm (<1 ppm)
- Concentración total de calcio (Ca), mg / l
- La concentración de zinc (Zn), mg / l
- Conductividad eléctrica (a 25 ° C), µS / cm

* Los valores entre paréntesis son recomendables pero no son valores obligatorios, los datos que no están entre paréntesis son valores de tolerancia obligatorios.

Los resultados del análisis deben ser mantenidos y revisados a nivel local. Los resultados del análisis también se deben reportar a QM.

5.3. Recomendaciones y Sugerencias de Mejora.

Numerosos estudios han concluido que la retención de adherencia se mejora con:

- Los niveles de pH ácido (~ 6, menos de 5,5 es perjudicial para el producto extruido)
- El agua de enfriamiento (15°C a 25 °C, 59°F a 77 °F es óptimo también con agua más caliente pero inferior a 30 °C, 86 °F)

- Agua des-ionizada (sin cationes libres para reaccionar y formar complejos en la superficie extruida)

Por lo tanto, las instalaciones que no son capaces de reducir los niveles de pH del agua de enfriamiento a aproximadamente 6, todavía pueden mejorar la retención de adherencia mediante el uso de temperaturas más frías del agua de enfriamiento (es decir, 5°C a 15 °C, 41°F a 59 °F, o agua más caliente pero inferior a 25°C, 77°F).

Los estudios también han concluido que el agua más fría y un pH más bajo (aproximadamente 6) también estabilizan la contracción del producto extruido.

Esta retención de la estabilización y la adhesión es más eficaz si el producto extruido es inmediatamente sumergido en la sección más fría de la fuente de agua (es decir, la entrada de agua está en la misma ubicación que la introducción inicial del producto).

Se consigue mejorar el enfriamiento utilizando múltiples fuentes de agua de enfriamiento en lugar de un solo depósito grande de agua. Cada depósito también debe tener la entrada de agua directamente desde el depósito de agua fría (es decir, el máximo enfriamiento se consigue con varias unidades de enfriamiento) y la salida de nuevo a la fuente de enfriamiento. Si el agua de enfriamiento se alimenta de una fuente a la siguiente sin enfriamiento intermedio, no proporcionan el potencial de mejorar dicho enfriamiento.

El flujo de agua turbulento o forzado tiene mejores características de transferencia de calor que el agua quieta. Se recomiendan los sistemas de enfriamiento con un caudal alto de agua. La tasa de flujo de agua sugerida es de aproximadamente 3 a 5 l/min (0,8 - 1,5 gal/min) por 1 kg/min (2,2 lbs/min) de caucho extruido.

Las burbujas de aire sobre la superficie del producto extruido son una indicación de las zonas de producto mal enfriado. Por lo tanto, se recomienda poco después de la inmersión en el depósito de agua, que el producto extruido pase por una barra o cepillo para eliminar burbujas de aire.

El cambio frecuente del agua de enfriamiento o sustitución de una parte del depósito del agua puede facilitar la filtración y la limpieza del agua de enfriamiento.

6. Documentación de soporte/referencia aplicable

TCST-V-04-A-03-WI-1059-05 in Area of	Permitted Compound Temperatures and Measuring Method Preparation

ANEXO 3

Plano general de la torre de enfriamiento

ANEXO 4

Plano general intercambiador de calor

ANEXO 5

Proforma bombas centrifugas 20 hp.

MAQUINARIAS HENRIQUES C.A.

Cuenca 2 de Octubre de 2013.

Señores.
Continental Tire Andina
Atencion.
Sr. Galo Armijos

De acuerdo a sus requerimientos, tenemos el agrado de presentar la siguiente oferta.

		Precio	**U S $**
Cant.	**Descripción**	**V. Unitario**	**V. Total**
1	Bomba Centrifuga Inoxidable 316 Marca **GOULDS USA** **Modelo SSH** Succión 2 1/2 " descarga: 2" BRIDADA CAUDAL 250 GPM TDH 57 MTS **Motor Eléctrico Cerrado** Potencia: 20 HP Trifásica,220/440V 60 Hz 3500 RPM, Motor TEFC (cerrado)	4.858,33	9.716,66
	Subtotal		9.716,66
	Descuento 20 %		7.773,33
	12% I.V.A.		932,80
	Total de la Oferta U S $		**8.706,13**

<u>TÉRMINOS GENERALES DE VENTA.</u>

- **Forma de Pago**
  Crédito 45 días
- **Validez de la cotización.**
  8 días hábiles.
- **Tiempo de entrega**
  48 horas después de recibir la orden en sus bodegas

  Garantía
  1 año contra defectos de fabricación o falla de materiales a partir de su facturación

En espera de su grata orden nos despedimos.
Atentamente,

Ing. Faucto Castillo.
Ingeniero de Aplicaciones Industriales.
Maquinarias Henriques C.A.
Celular: 0997830367
-

RUC [illegible]
Somos Contribuyentes Especiales

Vía Daule Km [illegible] – PBX. [illegible] – Fax. [illegible]
E-mail. ventas@maquinarias-henriques.com – P.O. Box [illegible]
www.maquinarias-henriques.com
Guayaquil - Ecuador

ANEXO 6

Soluciones Industriales
Inducom
www.inducom-ec.com

COTIZACIÓN No.

00010535

KM 8 1/2 VIA DAULE FRENTE A PLÁSTICOS ECUATORIANOS
RUC: 0992376538001
PBX GYE: 6026390 **SUC. QUITO: 6026390**

Cliente:	C001462 - CONTINENTAL TIRE ANDINA S.A.	**Fecha:**	Guayaquil,24 septiembre 2013
R.U.C:	0190005070001	**Contacto:**	
Teléfono:	07-2862155	**Atención:**	ING ADRIAN CRIOLLO
Dirección:	KM 2.8 PANAMERICANA NORTE S/N	**Ciudad:**	CUENCA

Tenemos el agrado de poner a vuestra consideración los precios de los siguientes equipos/servicios.

MEDIDOR WALKEM Y SENSOR DE PH EN LINEA

ITEM		DESCRIPCION	CANT	PRECIO	DESC	TOTAL
1	[illegible]	WPH410-14NU CONTROLADOR DE PH / ORP MARCA: WALCHEM / USA MODELO: WPH410-14NU VOLTAJE DE ALIMENTACION: 115 VAC SALIDA: 1 AISLADA DE 4-20 Ma	1.00	1,141.440	20 %	913.152
2	[illegible]	WEL-PHF-22 SENSOR COMP. PH FLAT SURFACE	1.00	545.590	20 %	436.472

CONDICIONES GENERALES DE VENTAS

SUBTOTAL:	1,349.62
IVA(+):	161.95
TOTAL:	1,511.57

FORMA DE PAGO: Crédito 30 dias -
VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS
TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATO SALVO VENTAS
*Cualquier información adicional no dude en contactarnos, con gusto lo ayudaremos.

***** Su descuento en esta Cotización es de: $337.41 *****

Atentamente,

SR. PEDRO RODRIGUEZ BADILLO
Ext: 107
Móvil: 0981863359 - 0984911756
E-mail: ventasg1@inducom-ec.com / pedro35ars@hotmail.com

EMITIR ORDEN DE: COMPRA A NOMBRE DE:
IMPORTADORA Y DISTRIBUIDORA COMERCIAL INDUCOMICC S.A.
RUC: 0992376538001

Usuario: VENG1
Fecha/hora Imp.: 24/09/2013 18:38:08

ANEXO 7

Cotización No. Continental Tire Andina **3 de Octubre de 2013**

Continetnal Tire Andina
Atención: Sr. Galo Armijos

Item	Qty.	Description
1	1	**Intercambaldor Agua/Agua** **Intercambiador de calor de placas ALFA LAVAL** Diseñado para trabajar de acuerdo con las condiciones trabajo especificadas en la hoja de cálculo adjunta. **Material de las placas:** ALLOY 316 **Material de las juntas:** NBRB-CLIP-ON / **Conexiones:** 60 mm / DIN **Precio Unitario ExWork:** 3423.00 EUR

Opciones de transporte:

Transporte Via Maritima Suecia Lund a Ecuador- Guayaquil: 265 Euro
Transito maritimo: 28 dias.

Transporte Via Aerea Suecia Lund a Ecuador- Quito: 1285 Euro
Transito Aereo: 5 dias

Garantia
Los equipos cuentan con una garantía de 12 meses a partir de la puesta en marcha o 18 meses a partir de la entrega. La primera que se cumpla de estas dos. Válida contra defectos de fabricación o en los materiales.

Garantia Térmica.
Alfa Laval garantiza que los intercambiadores de calor suministrados en esta oferta cumplirán con los requisitos térmicos aquí estipulados.
Si no existen los elementos apropiados para medir adecuadamente las temperaturas, caudales y caídas de presión en el intercambiador de calor, Alfa Laval no tomará ninguna responsabilidad en la comprobación que los intercambiadores de calor entreguen la capacidad térmica de diseño. De tal forma, será el cliente quien debe asegurar que existan los elementos de control y medidas necesarios para poder comprobar la capacidad térmica de los equipos.

Condiciones comerciales
El precio está dado en Euros y corresponde al costo del equipo puesto en condiciones FCA Lund Suecia.
Las demás condiciones de venta se encuentran en el documento anexo condiciones generales de venta de componentes.

Forma de pago
60% de anticipo.
40% previo al despacho.

El (los) pago(s) debe(n) hacerse mediante giro directo anticipado o carta de crédito confirmada e irrevocable a favor de Alfa Laval, por medio de un banco de aceptación de Alfa Laval.