

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO  
CON AGUA PARA REDUCIR LA TEMPERATURA EN LOS EQUIPOS  
DEL ÁREA DE PRENSAS, EN LA EMPRESA SOLDEXA, LURÍN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**GARCÍA LAHURA, MAGNO LEONEL**

**Villa El Salvador  
2018**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a Dios, a mis padres y a mi hermana por el apoyo incondicional y por sus consejos que han sabido guiarme todo este tiempo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Tecnológica del Sur de Lima (UNTELS) por haberme brindado conocimientos durante mi formación académica y a mis profesores por su apoyo y sugerencias ofrecidas durante todo el periodo que tomé para realizar este trabajo de investigación.

## LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| $P$                 | Presión                |
| $^{\circ}mv$        | Flujo másico           |
| $V$                 | Volumen                |
| $^{\circ}V$         | Flujo volumétrico      |
| $\rho$              | Densidad               |
| $\emptyset_{calc}$  | Diámetro calculado     |
| $\emptyset_{selec}$ | Diámetro seleccionado  |
| $V_{recom}$         | Velocidad recomendada  |
| $C_v$               | Coefficiente de flujo  |
| $Dp$                | Diferencial de presión |
| $Q$                 | Carga térmica          |
| $C_p$               | Calor específico       |
| $T_{in}$            | Temperatura inicial    |
| $T_{fin}$           | Temperatura final      |

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....                                 | 11 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....       | 13 |
| 1.1. Descripción de la Realidad Problemática..... | 13 |
| 1.2. Justificación del Proyecto .....             | 15 |
| 1.3. Delimitación de la Investigación.....        | 15 |
| 1.3.1. Teórica .....                              | 15 |
| 1.3.2. Espacial .....                             | 15 |
| 1.3.3. Temporal .....                             | 15 |
| 1.4. Formulación del Problema .....               | 16 |
| 1.4.1. Problema General .....                     | 16 |
| 1.4.2. Problemas Específicos .....                | 16 |
| 1.5. Objetivos.....                               | 16 |
| 1.5.1. Objetivo General.....                      | 16 |
| 1.5.2. Objetivos Específicos .....                | 17 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....                   | 18 |
| 2.1. Antecedentes de la Investigación .....       | 18 |
| 2.2. Bases Teóricas.....                          | 20 |
| 2.2.1. Sistema de Enfriamiento con agua.....      | 20 |
| 2.2.1.1. Definición.....                          | 20 |
| 2.2.1.2. Objetivos.....                           | 21 |
| 2.2.1.3. Clases.....                              | 21 |
| 2.2.1.4. Aplicaciones.....                        | 23 |
| 2.2.2. Temperatura.....                           | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.2.1. Definición.....                              | 23 |
| 2.2.3. Equipos del Área de Prensas.....               | 24 |
| 2.3. Marco Conceptual.....                            | 27 |
| <br>  |    |
| CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA METODOLOGIA .....      | 39 |
| 3.1. Descripción del Sistema de enfriamiento .....    | 39 |
| 3.2. Implementación del sistema de enfriamiento ..... | 68 |
| <br>  |    |
| CONCLUSIONES .....                                    | 82 |
| RECOMENDACIONES.....                                  | 83 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                     | 84 |
| ANEXOS.....   | 87 |

## LISTADO DE FIGURAS

| Nº          | Descripción  |    |
|-------------|--|----|
| Figura 2.1. | Sistema de circulación por termofusión .....                     | 22 |
| Figura 2.2  | Sistema de circulación por bombas .....                          | 23 |
| Figura 2.3  | Las Prensas .....  | 26 |
| Figura 2.4  | Las briqueteras y el mezaclador .....                            | 27 |
| Figura 2.5  | Controlador de temperatura.....                                  | 28 |
| Figura 2.6  | Sensor de temperatura .....                                      | 28 |
| Figura 2.7  | Sensor de presión.....   | 29 |
| Figura 2.8  | Variador de frecuencia .....                                     | 30 |
| Figura 2.9  | Válvula de Mariposa.....   | 31 |
| Figura 2.10 | Válvula de esfera .....  | 31 |
| Figura 2.11 | Válvula de globo.....  | 31 |
| Figura 2.12 | Bomba centrífuga .....   | 32 |
| Figura 2.13 | Bomba rotativa .....   | 33 |
| Figura 2.14 | Intercambiador de calor.....                                     | 34 |
| Figura 2.15 | Tanque colector .....  | 35 |
| Figura 2.16 | Válvula Solenoide .....  | 35 |
| Figura 2.17 | Unidad de enfriamiento (chiller) .....                           | 36 |
| Figura 2.18 | Ablandador .....   | 37 |
| Figura 3.1  | Sistema de bombeo de agua .....                                  | 69 |
| Figura 3.2  | Ubicación del abridor manual de la válvula Solenoide .....       | 69 |
| Figura 3.3  | Filtro de aceite a sistema de Skid de enfriamiento .....         | 70 |
| Figura 3.4  | Válvula de retorno de agua y de conexión con tanque pulmón ..... | 71 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 3.5  | Válvula de conexión entre tanque pulmón y la tubería de descarga del chiller debe encontrarse abierta ..... | 72 |
| Figura 3.6  | Válvula de la regulación de la tubería enterrada .....  | 72 |
| Figura 3.7  | Válvula de regulación de la tubería aérea .....   | 73 |
| Figura 3.8  | Válvula para eliminación de aire .....  | 74 |
| Figura 3.9  | Manómetro de ingreso a chiller.....   | 75 |
| Figura 3.10 | Manómetro de salida del chiller .....   | 75 |
| Figura 3.11 | Manómetro de suministro al sistema.....   | 76 |
| Figura 3.12 | Imagen del by pass entre la tubería de succión y descarga del chiller ...                                   | 77 |
| Figura 3.13 | Equipos en la sala de máquinas .....  | 78 |
| Figura 3.14 | Sistema de enfriamiento con agua .....  | 79 |
| Figura 3.15 | Sistema de enfriamiento con agua en el área de prensa.....  | 80 |
| Figura 3.16 | Diagrama Eléctrico (Distribución de fuerza).....  | 81 |

## LISTADO DE TABLAS

| Nº           | Descripción  |    |
|--------------|--|----|
| Tabla 2.1    | Área de Prensas.....   | 25 |
| Tabla 2.2    | Listas de accesorios principales .....                         | 38 |
| Tabla 3.1    | Cálculo de carga termica.....                                  | 41 |
| Tabla 3.2    | Cálculo de carga termica.....                                  | 42 |
| Tabla 3.3    | Cálculo de flujo de agua .....                                 | 44 |
| Tabla 3.4    | Cálculo de flujo de agua .....                                 | 45 |
| Tabla 3.5    | Cálculo de flujo de aceite.....                                | 47 |
| Tabla 3.6    | Consumo de la planta.....                                      | 48 |
| Tabla 3.7    | Modo de operación nominal a máxima carga de la Planta A1 ..... | 49 |
| Tabla 3.8    | Modo de operación nominal a máxima carga de la Planta A2 ..... | 50 |
| Tabla 3.9    | Capacidad del chiller 1.....                                   | 51 |
| Tabla 3.10   | Capacidad del chiller 2 .....                                  | 52 |
| Tabla 3.11   | Especificación técnica de unidad de enfriamiento .....         | 54 |
| Tabla 3.12   | Selección de intercambiador de calor .....                     | 55 |
| Tabla 3.12.1 | Especificación técnica de intercambiador de calor .....        | 56 |
| Tabla 3.13   | Selección de bombas.....                                       | 57 |
| Tabla 3.13.1 | Especificación técnica de bombas de engranajes.....            | 58 |
| Tabla 3.13.2 | Especificación técnica de bomba centrífuga.....                | 59 |
| Tabla 3.14   | Cálculo de volumen del tanque de almacenamiento.....           | 60 |
| Tabla 3.15   | Dimensionamiento de tuberías de equipos (agua).....            | 62 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Tabla 3.16 | Dimensionamiento de tuberías de equipos (agua).....                 | 63  |
| Tabla 3.17 | Dimensionamiento de tuberías suministros.....                       | 64  |
| Tabla 3.18 | Dimensionamiento de tuberías de equipos (aceite).....               | 65  |
| Tabla 3.19 | Dimensionamiento y selección de válvulas A.....                     | 67  |
| Tabla 3.20 | Dimensionamiento y selección de válvulas B.....                     | 67  |
| Tabla 3.21 | Especificación técnica de válvula Solenoide.....                    | 87  |
| Tabla 3.22 | Especificación técnica de válvula de globo.....                     | 88  |
| Tabla 3.23 | Especificación técnica de válvula mariposa.....                     | 89  |
| Tabla 3.24 | Especificación técnica de válvula esfera roscada.....               | 90  |
| Tabla 3.25 | Especificación técnica de válvula esfera bridada.....               | 91  |
| Tabla 3.26 | Especificación técnica de válvula check tipo swing.....             | 92  |
| Tabla 3.27 | Especificación técnica de válvula check tipo disco.....             | 93  |
| Tabla 3.28 | Especificación técnica de manómetros.....                           | 94  |
| Tabla 3.29 | Especificación técnica de filtro de línea de succión de aceite..... | 95  |
| Tabla 3.30 | Especificación técnica de línea de descarga de aceite.....          | 96  |
| Tabla 3.31 | Especificación técnica de filtro de línea de agua.....              | 97  |
| Tabla 3.32 | Cuadro de actividades del proyecto.....                             | 98  |
| Tabla 3.33 | Cuadro del programa de mantenimiento... ..                          | 99  |
| Tabla 3.34 | Cuadro de costos del proyecto .....                                 | 100 |

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia que lleva por título “diseño e implementación de un sistema de enfriamiento con agua para reducir la temperatura en los equipos del área de prensas, en la empresa soldexa, lurín”, para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista, presentado por el bachiller Magno Leonel García Lahura.

Los sistemas de enfriamiento han estado en constante desarrollo en los últimos años, presente: En industrias, establecimientos comerciales, hogares, oficinas, edificios, centros de entretenimiento entre muchos otros.

En el caso industrial, para el mantenimiento de los equipos en sus diferentes áreas de producción y fabricación, se han visto en la necesidad de instalar una variedad de sistemas de enfriamiento para garantizar la vida útil de los mismos, como también su desempeño y funcionamiento eficaz. Por esta razón, es recomendable que un equipo que trabaje con una temperatura mayor o igual a su máxima capacidad, tenga instalado un sistema de enfriamiento.

El rendimiento de los equipos industriales en el área de prensa en la empresa Soldexa, está asociado a su capacidad de elaborar los recubrimientos de masa para los aportes de soldadura que fabrican; ocasionando la excesiva elevación de temperatura, siendo necesario una apropiada extracción del calor para prevenir fallas debido a la fatiga térmica.

Estudios anteriores que se realizaron a diferentes talleres mecánicos a nivel nacional datan que más del 40% de las reparaciones totales que se efectúa al motor están relacionadas con problemas que se originan por el sistema de refrigeración, encontrándose los más comunes el desgaste prematuro de 16 partes por sobrecalentamiento, daño por corrosión de partes internas del motor como radiador, bomba de agua y formación de películas indeseables en elementos que transfieren calor, como los ductos del radiador, trayendo consigo una costosa reparación y larga inactividad del vehículo. (Gómez & Llanos, 2012).

La estructura que hemos seguido en este proyecto se compone de 3 capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo el desarrollo del marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto de Ingeniería.

**El autor**

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La situación actual en la empresa soldexa es que el agua de alimentación y de enfriamiento, para refrigerar las chaquetas, de las mezcladoras, provenía de la torre de enfriamiento, usando agua a una temperatura superior a la requerida para el proceso (26°C); generándose problemas con la masa procesada; según lo operarios esta temperatura debería ser de 8°C a 14°C para optimizar el proceso.

Las prensas, alimentadoras y briquetas cuentan con un sistema hidráulico y lubricación, el aceite hidráulico utilizado es el ISO 46 e ISO 68 el cual se encontraba operando a una temperatura entre 60 a 80°C, temperatura inadecuada para estos sistemas, el mismo que debería ser de 40°C a 45°C.

Como consecuencia de estos sobrecalentamientos, la masa de aporte del recubrimiento de los electrodos, no tiene las condiciones adecuadas para su procesamiento; adicionalmente existía la necesidad de utilizar tiempo, material, personal para rasquetear y limpiar los equipos constantemente; así como también deterioro prematuro del aceite y los equipos hidráulicos; exigencia de cambiar el aceite hidráulico con más frecuencia.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto se justifica, desde la instalación de un sistema de enfriamiento con agua en el área de prensas, ya que se conseguirá una reducción de la temperatura presente en los equipos, resolviendo la problemática en cuestión, y esto hará que dichos equipos tengan una mayor vida útil, teniendo un impacto económico positivo.

Además, este proyecto, aportará la utilización eficiente de los equipos, teniendo un producto final con mayor calidad y consistencia, y servirá como modelo para otros equipos que tengan el mismo problema o similar.

## **1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

**1.3.1 Teórica:** Está determinada por la existencia de investigaciones mecánicas afines a la que queremos ejecutar. Está limitada a las teorías relacionadas al tema de investigación planteado.

**1.3.2 Espacial:** Se realizará en la Empresa Soldexa ubicada a la Altura de la Antigua Panamericana Sur km 38.5. Lurín

**1.3.3 Temporal:** Comprende el período de: mayo 2017 a agosto 2017.

## **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo diseñar e implementar un sistema de enfriamiento con agua para reducir la temperatura en los equipos del área de prensas, en la empresa Soldexa, Lurín?

### **1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.**

¿Cómo elaborar los planos y tablas necesarios para poder diseñar el sistema de enfriamiento con agua en el área de prensas?

¿Cómo seleccionar los equipos del sistema de enfriamiento con agua, en el área de prensas?

¿Cómo calcular la capacidad de la unidad enfriadora; en el sistema de enfriamiento con agua en el área de prensas?

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e Implementar un sistema de enfriamiento con agua para reducir la temperatura en los equipos del área de prensas, en la empresa Soldexa, Lurín.

## **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar los planos y tablas necesarios para poder diseñar el sistema de enfriamiento con agua en el área de prensas.

Seleccionar los equipos del sistema de enfriamiento con agua, en el área de prensas.

Calcular la capacidad de la unidad enfriadora; en el sistema de enfriamiento con agua en el área de prensas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Soria G, C. (2017). *Sistema de enfriamiento de los cojinetes de los molinos de un proyecto minero para 454 litros/min de aceite* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú.

Paredes V, L. E. (2017). *Proyecto de un sistema de enfriamiento mediante un proceso de pulverización de agua en una máquina de colada continua con capacidad de 180,000 ton/anuales de acero en SiderPerú* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Flores S, L. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de enfriamiento para molinos de bolas* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

Retamozo B, B. H. (2016). *Nuevo sistema de enfriamiento con empleo de agua destilada y alta tasa de relación de concentración aplicada a la planta fertilizantes* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

López & Poveda (2015). 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 de Pre Grado. Universidad Politécnica salesiana sede cuenca, Ecuador; en sus conclusiones manifiestan: El proceso de diseño e implementación del sistema de agua de enfriamiento cumple satisfactoriamente con los requerimientos establecido 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 (p. 102).

Yeglis (2009). Evaluación del sistema de enfriamiento del mejorador PDVSA Petropiar, Tesis de pre grado, universidad de oriente, Venezuela; en sus conclusiones expone lo siguiente: basados en la velocidad del agua de enfriamiento y en la temperatura de piel de tubo se detectaron 11 intercambiadores críticos de 66 que fueron evaluados los cual corresponde al 16.66% de los equipos estudiados y con ello se mejorará su vida útil(p. 113).

Palacios & Ruiz (2005). Análisis técnico y económico del sistema de enfriamiento de agua empleada como refrigerante en el generador TMAE corporation electric de la unidad CRZ1 de la planta tacao. Tesis de pre grado, universidad central de Venezuela, Venezuela; en sus conclusiones sugieren: que el sistema más favorable técnica y económicamente fue el intercambiador de calor de tubo y carcasa, igual al instalado actualmente, pero nuevo, ya que la

temperatura a la cual este enfría el agua, es cercana a los 30 °C, además, cuenta con un respaldo, para garantizar el funcionamiento de la unidad CRZ1, cuando el intercambiador este en mantenimiento. Otras de sus ventajas es que no se debe cambiar la disposición del sistema de tuberías y el sistema de bombeo del refrigerante (p 97).

Jeffus (2010), en su libro titulado manual de soldadura Gtaw (tig), señala que: Debido a las altas temperaturas a las que se someten (los equipos) durante la soldadura, se debe proporcionar algún método de enfriamiento. Se pueden dividir generalmente en dos categorías principales según el método de enfriamiento que utilicen. Los dos métodos son por agua y por aire.

Huíman S, H. (2008). *Determinación de la temperatura óptima de salida del agua de enfriamiento de un condensador mediante un programa computacional interactivo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON AGUA**

**2.2.1.1 DEFINICIÓN:** El sistema de enfriamiento con agua, son un conjunto de elementos que se relacionan entre sí, para enfriar un equipo u producto mediante agua, con la intención de enfriar y/o reducir la temperatura en un tiempo óptimo y eficaz. Se distribuyen mediante bombas y cañerías desde una unidad enfriadora de agua ubicada en forma remota. (Quadri, 2001, p.144)

### **2.2.1.2 OBJETIVOS:**

Enfriar los equipos para su mayor preservación y/o funcionamiento evitando sobrecalentamiento, ya que de no ser así podrían provocar un daño a dichos equipos.

### **2.2.1.3 CLASES:**

Los sistemas de enfriamiento con agua pueden tener distintas formas de clasificarlos; en este proyecto mencionaremos dos: circulación por termo fusión y circulación por bomba.

#### **A) CIRCULACIÓN POR TERMOFUSIÓN**

Este método no utiliza dispositivos mecánicos de circulación, sino que aprovecha las propiedades físicas y químicas del líquido refrigerante para circular, especialmente la densidad. El líquido empieza a circular a medida que se va calentando, el líquido frío al tener una densidad superior al caliente, cae por su propio peso y empieza a circular, una vez el líquido se ha calentado al enfriar el motor, al tener una densidad menor tiende a subir y pasa por el radiador, entonces este lo vuelve a enfriar para que pueda seguir el ciclo correctamente. (Martínez, 2007, p 73)



**Figura N°2.1. Sistema de circulación por termosifón.**

*Fuente:* (Martínez 2007)

## **B) CIRCULACIÓN POR BOMBA**

Este método utiliza un sistema de impulso del líquido mecánico, lo hace mediante una bomba accionada directamente por el motor. La bomba se coloca entre el radiador y el motor en un punto bajo del circuito. Esta misma coge el agua que se ha enfriado en el radiador y la impulsa hacia el motor, donde allí lo enfriará. La velocidad de evacuación se puede medir y caracterizar según la capacidad de la bomba y la capacidad de refrigeración también depende de esta. (Martínez, 2007, p 73)



**Figura N°2.2. Sistema de circulación por bomba**

*Fuente:* (Martínez 2007)

#### **2.2.1.4 APLICACIONES:**

El sistema de enfriamiento con agua tendría diversas aplicaciones en la industria de producción tales como: papeleras, azucareras, alimentos, pesqueras, procesos térmicos, etc.

### **2.2.2 TEMPERATURA**

**2.2.2.1 DEFINICIÓN:** La temperatura es la medida de la cantidad de energía de un objeto (Ver la lección sobre Energía para saber más sobre este concepto). Ya que la temperatura es una medida relativa, las escalas que se basan en puntos de referencia deben ser usadas para medir la temperatura con precisión. Hay tres escalas comúnmente usadas actualmente para medir la temperatura: la escala Fahrenheit (°F), la escala Celsius (°C), y la escala Kelvin (K). Cada una de estas escalas usa una serie de divisiones basadas en

diferentes puntos de referencia tal como se describe enseguida. Martha, D, Ed. D., Anthony, C, Ph. D. (2003). "Temperature" Vision learning. Vol. Vol. SCI-1 (5). Recuperado de <https://www.visionlearning.com/es/library/CienciasGenerales/3/Temperatura/48>

### **2.2.3 EQUIPOS DEL ÁREA DE PRENSAS**

El área de prensas se encarga de la elaboración de los electrodos de soldadura para ello cuenta con los siguientes equipos.

Los mezcladores tienen la función de formar la masa para la elaboración del recubrimiento de los aportes de soldadura, debiendo mantener la temperatura del producto en el rango de 18 a 20°C. Además, para la formación de la mezcla, masa compuesta de silicato, celulosa y minerales que dependen del tipo de aporte; se requiere de agua para proceso a una temperatura de 14°C. En las briqueteras se realizarán la formación de los moldes que serán introducidos en las prensas.

Los alimentadores se encargan de introducir a presión los aportes de soldadura a las prensas. Dentro de las prensas por presión a los aportes se le adhiere la masa de recubrimiento, obteniéndose los electrodos de soldadura en esta primera etapa.

Las prensas, alimentadores y briqueteras cuentan con un sistema hidráulico y de lubricación, a excepción del alimentador N°2 que cuenta solo con sistema de lubricación y el alimentador N°5 no cuenta con ambos sistemas. Para el sistema de lubricación e hidráulico de los equipos se utiliza aceite ISO 46 e ISO 68. Los equipos para cada sistema se muestran en la Tabla. N°2.1.

En área de prensa se encuentran los siguientes equipos:

**Tabla N°2.1**

**Área de Prensas**

| Item | Área    | Equipos              | Tag Equipos |
|------|---------|----------------------|-------------|
| 1    | PRENSAS | PRENSA 2-1           | EP 2-1      |
| 2    |         | PRENSA 2-2           | EP 2-2      |
| 3    |         | PRENSA 3-1           | EP 3-1      |
| 4    |         | PRENSA 3-2           | EP 3-2      |
| 5    |         | PRENSA 4             | EP 4        |
| 6    |         | PRENSA 5             | EP 5        |
| 7    |         | ALIMENTADOR 2-1      | A 2-1       |
| 8    |         | ALIMENTADOR 2-2      | A 2-2       |
| 9    |         | ALIMENTADOR 3-1      | A 3-1       |
| 10   |         | ALIMENTADOR 3-2      | A 3-2       |
| 11   |         | ALIMENTADOR 4        | A 4         |
| 12   |         | ALIMENTADOR 5        | A 5         |
| 13   |         | BRIQUETERA 2-1       | B 2-1       |
| 14   |         | BRIQUETERA 2-2       | B 2-2       |
| 15   |         | BRIQUETERA 3-2       | B 3-2       |
| 16   |         | BRIQUETERA 2         | B 2         |
| 17   |         | BRIQUETERA 4-1       | B 4-1       |
| 18   |         | BRIQUETERA 5-1       | B 5-1       |
| 19   |         | TANQUE MEZCLADOR 2-2 | M 2-2       |
| 20   |         | TANQUE MEZCLADOR 4B  | M 4B        |
| 21   |         | TANQUE MEZCLADOR 3   | M 3         |
| 22   |         | TANQUE MEZCLADOR 4A  | M 4A        |
| 23   |         | TANQUE MEZCLADOR 4C  | M 4C        |
| 24   |         | TANQUE MEZCLADOR 5A  | M 5A        |

*Nota:* Equipos en el área de prensas.

*Fuente:* El autor

- 6 tanques Mezcladores con sistema de enfriamiento con chaquetas
- 4 líneas de suministro de agua para proceso
- 6 Briqueteras con sistema hidráulico y lubricación.
- 4 alimentadores con sistema hidráulico y lubricación.
- 1 alimentadora con sistema de lubricación
- 6 prensas con sistema hidráulico y lubricación



**Figura N°2.3. Las Prensas**

*Fuente:* Soldexa



**Figura N°2.4:** Las briquetteras y el mezclador

*Fuente:* Soldexa

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL**

### **A. Controlador de Temperatura**

*Marca:* Delta *Modelo:* DTD4848R0

Instrumento que se usa para controlar la temperatura. El controlador de temperatura recibe datos de un sensor de temperatura y emite datos conectados a un elemento de control, como un calefactor o ventilador.



**Figura N°2.5: Controlador de Temperatura**

*Fuente: Página Web Varitel*

### **B. Sensor de temperatura PT-100**

*Marca: Industrial Controls Modelo: TW-N-PT100-3-2-3-4-X-X*

Dispositivo de detección de la temperatura del aceite hidráulico de las prensas, alimentadoras y briquetas, regula la apertura y cierre de la válvula solenoide (de ingreso de agua al intercambiador de calor).

| <b>Sensor de Temperatura</b> |             |
|------------------------------|-------------|
| Fluido de operación:         | Agua/Aceite |
| Material:                    | AISI 316    |
| Resistencia:                 | Platino     |
| Corriente:                   | 0 - 20 mA   |



**Figura N°2.6: Sensor de Temperatura**

*Fuente: El autor/ Pagina web Industrial Controls*

### C. Sensor de Presión

*Transmisor de presión*

*Marca: Danfoss      Modelo: MBS3000*

Dispositivo de detección de la presión de la línea de suministro de agua al área de prensas.

| Transmisor de Presión |             |
|-----------------------|-------------|
| Fluido de operación:  | Agua        |
| Materiales:           | AISI 316    |
| Presión:              | 0 - 10 barg |
| Corriente:            | 4 - 20 mA   |



**Figura N°2.7: Sensor de Presión**

*Fuente: El autor/ Pagina web Danfoss*

### D. Variador de frecuencia

*Marca: Delta      Modelo: 7.5HP, VFD055E23A*

Dispositivo de control electrónico que controla la velocidad de rotación de un motor de corriente alterna mediante la variación de frecuencia. La variación de frecuencia ajusta las condiciones de operación de la bomba (presión y caudal), adecuándolas a las requeridas por el sistema.

| Variador de Frecuencia |              |
|------------------------|--------------|
| Potencia               | 7.5 Hp       |
| Tensión trifasica      | 220 V        |
| Rango de Frecuencia:   | 0.1 - 600 Hz |
| IP                     | 20           |



**Figura N°2.8: Variador de Frecuencia**

*Fuente:* El autor/ Pagina web Delta

#### **E. Sistema de válvulas:**

Comprende al conjunto de accesorios para la apertura, corte y regulación del flujo de agua, en el circuito.

- **Válvulas Mariposa:**

Instaladas a la entrada y salidas de las bombas, para regular manualmente el flujo y la presión.

- **Válvulas globo:**

Ubicadas principalmente a la entrada de los equipos a refrigerar y en los by-pass (al final de las líneas) para regular los flujos a los equipos y compensar la presión en la línea principal.

- **Válvulas de bola:**

Conjuntamente con las válvulas globo; para aislar los equipos.

| Válvula de Mariposa |            |
|---------------------|------------|
| Operación:          | Regulación |
| Fluido:             | Agua       |
| Material:           | AISI 304   |
| Conexión:           | Bridada    |
| Accionamiento:      | Manual     |



**Figura N°2.9: Válvula de Mariposa**

*Fuente:* El autor/ Pagina web

| Válvula de Esfera |             |
|-------------------|-------------|
| Operación:        | On / Off    |
| Fluido:           | Agua/Aceite |
| Material:         | AISI 304    |
| Conexión:         | Roscada     |
| Accionamiento:    | Manual      |



**Figura N°2.10: Válvula de Esfera**

*Fuente:* El autor/ Pagina web

| Válvula de Esfera |            |
|-------------------|------------|
| Operación:        | Regulación |
| Fluido:           | Agua       |
| Material:         | AISI 304   |
| Conexión:         | Roscada    |
| Accionamiento:    | Manual     |



**Figura N°2.11: Válvula de Globo**

*Fuente:* El autor/ Pagina web

## F. Bombas Centrifugas:

*Marca: Hidrostral      Modelo: B1.1/2X2-5.7T*

Equipos utilizados para incrementar la presión de un fluido incompresible (líquidos o líquidos con sólidos en suspensión), para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud y vencer la resistencia generada por los equipos de enfriamiento (intercambiadores de calor, chiller y serpentín de enfriamiento de los equipos). Trasladando energía de enfriamiento de un punto a otro.

| Bomba Centrifuga |                      |  |
|------------------|----------------------|--|
| Tipo:            | Monobloc             |  |
| Fluido:          | Agua                 |  |
| Flujo:           | 16 m <sup>3</sup> /h |  |
| Temperatura:     | 8-12 °C              |  |
| ADT:             | 18 m                 |  |

**Figura N°2.12: Bomba Centrifuga**

*Fuente: El autor/ Pagina web*

## G. Bombas de engranajes:

*Marca: Marzocchi Pompe      Modelo: ALP2-D22*

Equipos utilizados para incrementar la presión de un fluido incompresible (líquidos o líquidos con sólidos en suspensión) añadiendo energía al sistema hidráulico, el circuito hidráulico es un sistema cerrado de tanque a tanque abierto a la atmosfera, la bomba recircula el aceite pasándolo por el

intercambiador de calor de placas y el filtro de aceite. Este tipo de bomba es utilizado en fluidos con altos valores de viscosidad. Es utilizada en los skid de enfriamiento para vencer la resistencia generada por los equipos (intercambiador de calor y filtros de succión y descarga de los tanques de aceite).

| Bomba Rotativa |               |
|----------------|---------------|
| Tipo:          | Engranajes    |
| Fluido:        | Aceite ISO 46 |
| Flujo:         | 22 lt/min     |
| Temperatura:   | 35-50 °C      |
| ADT:           | 20 m          |



**Figura N°2.13: Bomba Rotativa**

*Fuente:* El autor/ Pagina web

## H. Intercambiadores de Calor:

*Marca:* Alfa Laval      *Modelo:* CBH16-13A

Equipo que permite la transferencia de calor entre dos fluidos de un proceso, para nuestro caso permite el intercambio de calor entre el agua y aceite hidráulico. Recircula el aceite hidráulico del tanque al intercambiador de calor, filtro y tanque.

| intercambiador de Calor |                 |
|-------------------------|-----------------|
| Tipo:                   | Placas Soldadas |
| Fluido Frio:            | Agua            |
| Temperatura:            |                 |
| Ingreso                 | 8 °C            |
| Salida                  | 12 °C           |
| Flujo                   | 11 lt/min       |
| Fluido Caliente:        | Aceite ISO 46   |
| Temperatura:            |                 |
| Ingreso                 | 40 °C           |
| Salida                  | 45 °C           |
| Flujo:                  | 22 lt/min       |
| Carga                   |                 |
| Térmica:                | 3.2 kW          |



**Figura N°2.14: Intercambiador de calor**

*Fuente: El autor/ Pagina web Alfa Laval*

### **I. Tanque Colector de agua blanda:**

*Marca: Rotoplas 2500lt.*

Equipo que provee de un volumen constante de agua para enfriamiento al sistema, mantener la presión estática del sistema, siempre que se debe mantener un volumen libre, para permitir un retorno de agua del sistema al tanque.



**Figura N°2.15: Tanque colector**

*Fuente: Pagina web Rotoplas*

**J. Válvula Solenoide:**

*Marca: Honeywell      Modelo: VC4013AJ1000T*

Equipo encargado de regular el paso del fluido de trabajo (agua) con la variación de una señal que proviene de la salida de aceite hidráulico del Intercambiador de Calor de Placas. Con esto se puede estabilizar la temperatura requerida por el aceite hidráulico.

| Válvula de Control |           |  |
|--------------------|-----------|---|
| Fluido:            | Agua      |   |
| Flujo:             | 11 lt/min |   |
| Temperatura:       | 8 °C      |   |
| Dif. Presión:      | 10 Psi    |   |
| Cv:                | 2.6       |   |

**Figura N°2.16: Válvula Solenoide**

*Fuente: El autor/ Pagina web Honeywell*

## K. Unidad de enfriamiento (Chiller):

Marca: Carrier    Modelo: 30RAP0255F-0000

Equipo que permite el enfriamiento del agua a la temperatura requerida por el proceso. Para conseguir la extracción del calor del agua el equipo utiliza el refrigerante R-410A. El chiller puede ser controlado en forma automática lo que le da mayor ventaja y precisión, con respecto a otros equipos.

| Unidad de Enfriamiento de Agua (Chiller) |                      |
|--|----------------------|
| Fluido:                                  | Agua                 |
| Temperatura:                             |                      |
| Ingreso                                  | 12 °C                |
| Salida                                   | 8 °C                 |
| Flujo:                                   | 16 m <sup>3</sup> /h |
| Refrigerante:                            | R- 410A              |
| Capacidad:                               | 24 Ton. Ref          |



**Figura N°2.17: Unidad de Enfriamiento (Chiller)**

*Fuente:* El autor/ Pagina web Carrier

## L. Ablandadores de agua:

Equipo que permite eliminar sales del agua (sales de calcio y potasio) y evitar incrustaciones en los equipos. Seguir las instrucciones de operación, regeneración de la resina y mantenimiento del ablandador de agua. Tomar en cuenta que la función del ablandador es de eliminar la dureza del agua y será necesario regenerar la resina cuanto se detecte que carbonato de calcio a la salida del ablandador. (Por este motivo es importante que se mantenga un control del agua mediante análisis semanalmente).

| Ablandador            |              |
|-----------------------|--------------|
| Fluido:               | Agua         |
| PH:                   | 7.8          |
| Conductividad:        | 2900 $\mu$ S |
| Dureza:               | 1100 PPM     |
| Flujo:                | 12 lt/min    |
| Presión(*):           | 25-45 Psig   |
| Volumen<br>de Resina: | 12 pie3      |



**Figura N°2.18: Ablandador**

*Fuente:* El autor/ Pagina web

*Especificaciones del Ablandador, las composiciones del agua en planta fue proporcionada por el personal del Soldexa-Lurín.*

*(\*) Rango de la presión a la cual debe encontrarse la red para el correcto funcionamiento del ablandador.*

**Tabla N°2.2*****Lista de accesorios principales***

| <b>N°</b> | <b>Dimensiones</b> | <b>Descripción</b>                         | <b>Modelo</b>   | <b>Marca</b>   | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad Total</b> |
|-----------|--------------------|--|-----------------|----------------|---------------|-----------------------|
| 1         | 1/2"               | Válvula solenoide tipo jaula con actuador  | VC4013AF1000T   | HONEYWELL      | und           | 1.00                  |
| 2         | 3/4"               | Válvula solenoide tipo jaula con actuador  | VC4013AF1000T   | HONEYWELL      | und           | 1.00                  |
| 3         | --                 | Bomba centrifuga                           | B1.1/2X2        | HIDROSTAL      | und           | 1.00                  |
| 4         | --                 | Bomba de engranajes                        | ALP2-D22        | MARZOCCHIPOMPE | und           | 1.00                  |
| 5         | --                 | Intercambiador de calor de placas soldadas | CBH16-13A       | ALFA LAVAL     | und           | 1.00                  |
| 6         | --                 | Unidad de Enfriamiento                     | 30RAP0255F-0000 | CARRIER        | und           | 1.00                  |

*Fuente:* El autor

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

El sistema de enfriamiento tiene el objetivo de disminuir la temperatura del aceite hidráulico de los equipos del área de Prensas (Prensas, alimentadoras y briquetteras) y mantenerla entre 40 a 45°C, mantener la temperatura de la mezcla del material de aporte por la circulación de agua fría por las chaquetas de mezcladores y proporcionar agua a una temperatura de 14 a 18°C para la formación de la masa utilizada para la elaboración de los aportes de los electrodos de soldadura. El sistema nos permite recuperar el agua y la energía fría remanente del circuito y está diseñado para trabajar en un rango de 2 a 4 barg. Cuenta con unidad de enfriamiento (Chiller) para realizar el enfriamiento del agua que recircula por acción de dos bombas de agua instaladas en paralelo, una para alimentar al chiller y la segunda bomba para alimentar a los diferentes equipos a enfriar (13 skids para enfriar el aceite de las unidades hidráulicas) e intercambiadores de calor para disminuir la temperatura del aceite hidráulico al rango requerido, el ingreso de agua de enfriamiento a los intercambiadores de calor está controlado mediante un sensor de temperatura que abre y cierra una válvula solenoide instalada al ingreso del intercambiador de calor.

## CÁLCULO ENERGÉTICO

### A. DATOS

#### A.1. Propiedades y condiciones de operación del material

$$Q = \dot{m}C_p(T_{fin} - T_{ini})$$

Se necesitarán hacer los cálculos; para hallar tanto el volumen específico, flujo másico y potencia

##### A.1.1. Cálculo de la carga térmica para la PRENSA 2-1

Datos a considerar según el tipo de fluido (Aceite iso 46):

$$C_p = 1.8 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)}$$

$$\rho = 910 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$T_{in} = 80 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$t = 4 \text{ (h)}$$

$$T_{fin} = 30 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$V = 110 \text{ (Gal)}$$

#### Flujo Volumétrico

$${}^\circ V_{prod} = (110 \times 0.00379) / 4 = 0.10 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

#### Flujo Másico

$${}^\circ m_{prod} = (0.10 \times 910) = 94.84 \left(\frac{kg}{h}\right)$$

#### Carga Térmica

$$Q = ((94.84 \times (80 - 30) \times 1.8) / 3600) / 0.8 = 2.96 \text{ (Kw)}$$

**Tabla N°3.1**

**Cálculo de carga Térmica**

| N° | Área    | Equipos         | Tag Equipos | Producto      | Cp<br>(kJ/kg°C) | ρ<br>(kg/m3) | Tin<br>(°C) | Tfm<br>(°C) | t<br>(h) | V<br>(Gal) | "v" prod<br>(m3/h) | "m" prod<br>(kg/h) | Q<br>(kW) |
|----|---------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|--------------|-------------|-------------|----------|------------|--------------------|--------------------|-----------|
|    |         |                 |             |               |                 |              |             |             |          |            |                    |                    |           |
| 1  |         | PRENSA 2-1      | EP 2-1      | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 4.0      | 110.0      | 0.10               | 94.84              | 2.96      |
| 2  |         | PRENSA 2-2      | EP 2-2      | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 4.0      | 110.0      | 0.10               | 94.84              | 2.96      |
| 3  |         | PRENSA 3-1      | EP 3-1      | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 4.0      | 110.0      | 0.10               | 94.84              | 2.96      |
| 4  |         | PRENSA 3-2      | EP 3-2      | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 4.0      | 110.0      | 0.10               | 94.84              | 2.96      |
| 5  |         | PRENSA 4        | EP 4        | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 4.0      | 110.0      | 0.10               | 94.84              | 2.96      |
| 6  |         | PRENSA 5        | EP 5        | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 4.0      | 110.0      | 0.10               | 94.84              | 2.96      |
| 7  |         | PRENSA 6        | EP 6        | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 4.0      | 110.0      | 0.10               | 94.84              | 2.96      |
| 8  |         | ALIMENTADOR 2-1 | A 2-1       | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 18.0       | 0.07               | 62.08              | 1.94      |
| 9  | PRENSAS |                 |             | ACEITE ISO 68 | 1.880           | 888.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 8.0        | 0.03               | 26.92              | 0.88      |
| 10 |         | ALIMENTADOR 2-2 | A 2-2       | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 18.0       | 0.07               | 62.08              | 1.94      |
| 11 |         | ALIMENTADOR 3-1 | A 3-1       | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 18.0       | 0.07               | 62.08              | 1.94      |
| 12 |         |                 |             | ACEITE ISO 68 | 1.880           | 888.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 8.0        | 0.03               | 26.92              | 0.88      |
| 13 |         | ALIMENTADOR 3-2 | A 3-2       | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 18.0       | 0.07               | 62.08              | 1.94      |
| 14 |         |                 |             | ACEITE ISO 68 | 1.880           | 888.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 8.0        | 0.03               | 26.92              | 0.88      |
| 15 |         | ALIMENTADOR 4   | A 4         | ACEITE ISO 46 | 1.800           | 910.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 18.0       | 0.07               | 62.08              | 1.94      |
| 16 |         |                 |             | ACEITE ISO 68 | 1.880           | 888.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 8.0        | 0.03               | 26.92              | 0.88      |
| 17 |         | ALIMENTADOR 5   |             | ACEITE ISO 68 | 1.880           | 888.000      | 80.0        | 30.0        | 1.0      | 8.0        | 0.03               | 26.92              | 0.88      |

Fuente: El autor



## A.2. Propiedades y condiciones del fluido de enfriamiento

Con los valores de carga térmica obtenidos del cuadro anterior se calculará el flujo de agua de enfriamiento requerido por los equipos.

$$\dot{m} = \frac{Q}{C_p(T_{fin} - T_{ini})}$$

### A.2.1. Cálculo del flujo volumétrico para la PRENSA 2-1

Datos a considerar según el tipo de fluido (Agua):

$$Q = 2.964 \text{ (kw)}$$

$$T_{in} = 8 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$C_p = 4.2 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)}$$

$$T_{fin} = 12 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\rho = 998 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

### Flujo Másico

$$\dot{m} = \frac{2.964}{4.2 \times (12 - 8)} = 0.176$$

### Flujo Volumétrico Producido

$${}^\circ V_{prod} = (0.176 \times (3600/998)) = 0.64 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

**Tabla N°3.3**

**Cálculo de Flujo de Agua**

| N° | Área    | Equipos         | Tag Equipos | Fluido | Q<br>(kW) | Cp<br>(kJ/kg°C) | Tin<br>(°C) | Tfin<br>(°C) | ρ<br>(kg/m³) | vV<br>(m³/h) |      |
|----|---------|-----------------|-------------|--------|-----------|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------|
|    |         |                 |             |        |           |                 |             |              |              |              |      |
| 1  | PRENSAS | PRENSA 2-1      | EP 2-1      | AGUA   | 2.964     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.64         |      |
| 2  |         | PRENSA 2-2      | EP 2-2      | AGUA   | 2.964     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.64         |      |
| 3  |         | PRENSA 3-1      | EP 3-1      | AGUA   | 2.964     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.64         |      |
| 4  |         | PRENSA 3-2      | EP 3-2      | AGUA   | 2.964     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.64         |      |
| 5  |         | PRENSA 4        | EP 4        | AGUA   | 2.964     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.64         |      |
| 6  |         | PRENSA 5        | EP 5        | AGUA   | 2.964     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.64         |      |
| 7  |         | PRENSA 6        | EP 5        | AGUA   | 2.964     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.64         |      |
| 8  |         | ALIMENTADOR 2-1 | A 2-1       | AGUA   | 1.940     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.42         |      |
| 9  |         | ALIMENTADOR 2-2 | A 2-2       | AGUA   | 0.879     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.19         |      |
| 10 |         | ALIMENTADOR 3-1 | A 3-1       | AGUA   | 1.940     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.42         |      |
| 11 |         | ALIMENTADOR 3-2 | A 3-2       | AGUA   | 1.940     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.42         |      |
| 12 |         | ALIMENTADOR 4   | A 4         | AGUA   | 0.879     | 4.2             | 8.0         | 12.00        | 998.00       | 0.19         |      |
| 13 |         |                 |             |        | AGUA      | 1.940           | 4.2         | 8.0          | 12.00        | 998.00       | 0.42 |
| 14 |         |                 |             |        | AGUA      | 0.879           | 4.2         | 8.0          | 12.00        | 998.00       | 0.19 |
| 15 |         |                 |             |        | AGUA      | 1.940           | 4.2         | 8.0          | 12.00        | 998.00       | 0.42 |
| 16 |         |                 |             |        | AGUA      | 0.879           | 4.2         | 8.0          | 12.00        | 998.00       | 0.19 |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.4**

**Cálculo de Flujo de Agua**

|    |                      |        |      |       |     |     |       |        |      |
|----|----------------------|--------|------|-------|-----|-----|-------|--------|------|
| 17 | ALIMENTADOR 5        |        | AGUA | 0.879 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.19 |
| 18 | ALIMENTADOR 6        | A 6    | AGUA | 1.940 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.42 |
| 19 |                      |        | AGUA | 0.879 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.19 |
| 20 | BRIQUETERA 2-2A      | B 2-2A | AGUA | 2.964 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.64 |
| 21 | BRIQUETERA 2-2B      | B 2-2B | AGUA | 2.964 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.64 |
| 22 | BRIQUETERA 3-2       | B 3-2  | AGUA | 2.964 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.64 |
| 23 | BRIQUETERA 2         | B 2    | AGUA | 2.964 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.64 |
| 24 | BRIQUETERA 4-1       | B 4-1  | AGUA | 2.964 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.64 |
| 25 | BRIQUETERA 5-1       | B 5-1  | AGUA | 2.964 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.64 |
| 26 | TANQUE MEZCLADOR 2-2 | M 2-2  | AGUA | 2.000 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.43 |
| 27 | TANQUE MEZCLADOR 4B  | M 4B   | AGUA | 2.000 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.43 |
| 28 | TANQUE MEZCLADOR 3   | M 3    | AGUA | 2.000 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.43 |
| 29 | TANQUE MEZCLADOR 4A  | M 4A   | AGUA | 2.000 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.43 |
| 30 | TANQUE MEZCLADOR 4C  | M 4C   | AGUA | 2.000 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.43 |
| 31 | TANQUE MEZCLADOR 5A  | M 5A   | AGUA | 2.000 | 4.2 | 8.0 | 12.00 | 998.00 | 0.43 |
| 32 | MEZCLADOR S1         | S1     | AGUA | 3.333 | 4.2 | 8.0 | 25.00 | 998.00 | 0.17 |
| 33 | MEZCLADOR S2         | S2     | AGUA | 3.333 | 4.2 | 8.0 | 25.00 | 998.00 | 0.17 |
| 34 | MEZCLADOR S3         | S3     | AGUA | 3.333 | 4.2 | 8.0 | 25.00 | 998.00 | 0.17 |
| 35 | MEZCLADOR S4         | S4     | AGUA | 3.333 | 4.2 | 8.0 | 25.00 | 998.00 | 0.17 |

Fuente: El autor

El fluido de enfriamiento utilizado es el agua teniendo una temperatura de 8°C al ingreso de los equipos.

A diferencia de los demás equipos los Mezcladores no recuperan el agua.

El alimentador y la prensa N°6 son equipos que se proyectan a instalarse.

### **A.3. Propiedades y condiciones del fluido de Caliente**

Con los valores de carga térmica obtenidos del cuadro A.1. Se calculará el flujo de aceite que recirculará por el intercambiador de calor.

En este caso, para mantener una temperatura adecuada del aceite, en el rango de 35°C a 40°C, el diferencial de temperatura con el cual se calcula será de 5°C:

$$\dot{m} = \frac{Q}{C_p(T_{fin} - T_{ini})}$$

#### **A.3.1. Cálculo del volumen específico para la PRENSA 2-1**

Datos a considerar según el tipo de fluido (Aceite iso 46):

$$Q = 2.964 \text{ (kw)} \quad T_{in} = 40 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \rho = 910 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$C_p = 1 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)} \quad T_{fin} = 35 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

#### **Flujo Másico**

$$\dot{m} = \left( \frac{2.964}{1.80 \times (40 - 35)} \right) = 0.329$$

#### **Volumen Específico producido**

$${}^\circ V_{prod} = (0.329 \times (3600/910)) = 1.3 \left( \frac{m^3}{h} \right)$$

**Tabla N°3.5****Cálculo de Flujo de Aceite**

| N° | Área    | Equipos         | Tag Equipos | Fluido        | Q     | Cp        | Tin  | Tfin  | ρ       | °V     |
|----|---------|-----------------|-------------|---------------|-------|-----------|------|-------|---------|--------|
|    |         |                 |             |               | (kW)  | (kJ/kg°C) | (°C) | (°C)  | (kg/m3) | (m3/h) |
| 1  | PRENSAS | PRENSA 2-1      | EP 2-1      | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 2  |         | PRENSA 2-2      | EP 2-2      | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 3  |         | PRENSA 3-1      | EP 3-1      | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 4  |         | PRENSA 3-2      | EP 3-2      | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 5  |         | PRENSA 4        | EP 4        | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 6  |         | PRENSA 5        | EP 5        | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 7  |         | PRENSA 6        | EP 5        | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 8  |         | BRIQUETERA 2-2A | B 2-2A      | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 9  |         | BRIQUETERA 2-2B | B 2-2B      | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 10 |         | BRIQUETERA 3-2  | B 3-2       | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 11 |         | BRIQUETERA 2    | B 2         | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 12 |         | BRIQUETERA 4-1  | B 4-1       | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |
| 13 |         | BRIQUETERA 5-1  | B 5-1       | ACEITE ISO 46 | 2.964 | 1.80      | 40.0 | 35.00 | 910.00  | 1.30   |

*Fuente:* El autor

El fluido de enfriamiento utilizado es el agua teniendo una temperatura de 8°C al ingreso de los equipos.

A diferencia de los demás equipos los Mezcladores no recuperan el agua.

El alimentador y la prensa N°6 son equipos que se proyectan a instalarse

Los cálculos se realizan considerando la futura ampliación.

No se realizaron cálculos de flujo de aceite en las alimentadoras, no requieren recirculación de aceite, ya que poseen en el interior de los recipientes de almacenamiento poseen serpentines para enfriamiento.

## B. DESARROLLO

### B.1. MODO DE OPERACIÓN DE LA PLANTA

#### B.1.1 Primer caso: Simultaneidad 100% (Todos los consumidores del área incluyendo todos los mezcladores)

Se considera a todos los Equipos en operación (Tanto para aceite como en agua)

**Tabla N°3.6**

#### Consumo de la planta

| N°  | Tag Área          | Descripción          | Simultaneidad | Q Parcial | %V Parcial | Q Total      | %V Total     |      |
|---|-------------------|----------------------|---------------|-----------|------------|--------------|--------------|------|
|   |                   |                      |               | (kW)      | (m3/h)     | (kW)         | (m3/h)       |      |
| 1   | PRENSAS           | PRENSA 2-1           | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 2   |                   | PRENSA 2-2           | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 3   |                   | PRENSA 3-1           | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 4   |                   | PRENSA 3-2           | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 5   |                   | PRENSA 4             | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 6   |                   | PRENSA 5             | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 7   |                   | PRENSA 6 (*)         | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 8   |                   | ALIMENTADOR 2-1      |               | 1.0       | 1.940      | 0.4          | 1.94         | 0.42 |
| 9   |                   |                      |               | 1.0       | 0.879      | 0.2          | 0.88         | 0.19 |
| 10  |                   | ALIMENTADOR 2-2      |               | 1.0       | 1.940      | 0.4          | 1.94         | 0.42 |
| 11  |                   |                      |               | 1.0       | 1.940      | 0.4          | 1.94         | 0.42 |
| 12  |                   | ALIMENTADOR 3-1      |               | 1.0       | 0.879      | 0.2          | 0.88         | 0.19 |
| 13  |                   |                      |               | 1.0       | 1.940      | 0.4          | 1.94         | 0.42 |
| 14  |                   | ALIMENTADOR 3-2      |               | 1.0       | 0.879      | 0.2          | 0.88         | 0.19 |
| 15  |                   |                      |               | 1.0       | 1.940      | 0.4          | 1.94         | 0.42 |
| 16  |                   | ALIMENTADOR 4        |               | 1.0       | 0.879      | 0.2          | 0.88         | 0.19 |
| 17  |                   |                      |               | 1.0       | 0.879      | 0.2          | 0.88         | 0.19 |
| 18  | ALIMENTADOR 6 (*) |                      | 1.0           | 1.940     | 0.4        | 1.94         | 0.42         |      |
| 19  |                   |                      | 1.0           | 0.879     | 0.2        | 0.88         | 0.19         |      |
| 20  | PRENSAS           | BRIQUETERA 2-2A      | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 21  |                   | BRIQUETERA 2-2B      | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 22  |                   | BRIQUETERA 3-2       | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 23  |                   | BRIQUETERA 2         | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 24  |                   | BRIQUETERA 4-1       | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 25  |                   | BRIQUETERA 5-1       | 1.0           | 2.964     | 0.6        | 2.96         | 0.64         |      |
| 26  |                   | TANQUE MEZCLADOR 2-2 | 1.0           | 2.000     | 0.4        | 2.00         | 0.43         |      |
| 27  |                   | TANQUE MEZCLADOR 4B  | 1.0           | 2.000     | 0.4        | 2.00         | 0.43         |      |
| 28  |                   | TANQUE MEZCLADOR 3   | 1.0           | 2.000     | 0.4        | 2.00         | 0.43         |      |
| 29  |                   | TANQUE MEZCLADOR 4A  | 1.0           | 2.000     | 0.4        | 2.00         | 0.43         |      |
| 30  |                   | TANQUE MEZCLADOR 4C  | 1.0           | 2.000     | 0.4        | 2.00         | 0.43         |      |
| 31  |                   | TANQUE MEZCLADOR 5A  | 1.0           | 2.000     | 0.4        | 2.00         | 0.43         |      |
| 32  |                   | MEZCLADOR S1         | 1.0           | 3.333     | 0.2        | 3.33         | 0.17         |      |
| 33  |                   | MEZCLADOR S2         | 1.0           | 3.333     | 0.2        | 3.33         | 0.17         |      |
| 34  | MEZCLADOR S3      | 1.0                  | 3.333         | 0.2       | 3.33       | 0.17         |              |      |
| 35  | MEZCLADOR S4      | 1.0                  | 3.333         | 0.2       | 3.33       | 0.17         |              |      |
| <b>CONSUMO TOTAL DE LA PLANTA AL 100%</b> |                   |                      |               |           |            | <b>80.78</b> | <b>15.23</b> |      |

Fuente: El autor

## B. 1. 2 Segundo Caso: Modo de operación nominal a máxima carga de la planta.

En planta se tienen distintos modos de operación. En máxima operación trabajan todas las prensas, briqueteras, alimentadores y solo 4 de los mezcladores.

**Tabla N°3.7**

### Modo de operación nominal a máxima carga de la planta A.1

| N°4 | Tag Área | Descripción     | Simultaneidad | Carga Termica Parcial | °V Parcial | Q Total | °V Total |      |
|-----|----------|-----------------|---------------|-----------------------|------------|---------|----------|------|
|     |          |                 |               | (kW)                  | (m3/h)     | (kW)    | (m3/h)   |      |
| 1   | PRENSAS  | PRENSA 2-1      | 1.0           | 2.964                 | 0.6        | 2.96    | 0.64     |      |
| 2   |          | PRENSA 2-2      | 1.0           | 2.964                 | 0.6        | 2.96    | 0.64     |      |
| 3   |          | PRENSA 3-1      | 1.0           | 2.964                 | 0.6        | 2.96    | 0.64     |      |
| 4   |          | PRENSA 3-2      | 1.0           | 2.964                 | 0.6        | 2.96    | 0.64     |      |
| 5   |          | PRENSA 4        | 1.0           | 2.964                 | 0.6        | 2.96    | 0.64     |      |
| 6   |          | PRENSA 5        | 1.0           | 2.964                 | 0.6        | 2.96    | 0.64     |      |
| 7   |          | PRENSA 6 (*)    | 1.0           | 2.964                 | 0.6        | 2.96    | 0.64     |      |
| 8   |          | ALIMENTADOR 2-1 |               | 1.0                   | 1.940      | 0.4     | 1.94     | 0.42 |
| 9   |          |                 |               | 1.0                   | 0.879      | 0.2     | 0.88     | 0.19 |
| 10  |          | ALIMENTADOR 2-2 |               | 1.0                   | 1.940      | 0.4     | 1.94     | 0.42 |
| 11  |          | ALIMENTADOR 3-1 |               | 1.0                   | 1.940      | 0.4     | 1.94     | 0.42 |
| 12  |          |                 |               | 1.0                   | 0.879      | 0.2     | 0.88     | 0.19 |
| 13  |          | ALIMENTADOR 3-2 |               | 1.0                   | 1.940      | 0.4     | 1.94     | 0.42 |
| 14  |          |                 |               | 1.0                   | 0.879      | 0.2     | 0.88     | 0.19 |
| 15  |          | ALIMENTADOR 4   |               | 1.0                   | 1.940      | 0.4     | 1.94     | 0.42 |
| 16  |          |                 |               | 1.0                   | 0.879      | 0.2     | 0.88     | 0.19 |
| 17  |          | ALIMENTADOR 5   |               | 1.0                   | 0.879      | 0.2     | 0.88     | 0.19 |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.8**

**Modo de operación nominal a máxima carga de la planta A.2**

|   |         |                      |     |       |     |              |              |
|---|---------|----------------------|-----|-------|-----|--------------|--------------|
| 18  | PRENSAS | ALIMENTADOR 6 (*)    | 1.0 | 1.940 | 0.4 | 1.94         | 0.42         |
| 19  |         |                      | 1.0 | 0.879 | 0.2 | 0.88         | 0.19         |
| 20  |         | BRIQUETERA 2-2A      | 1.0 | 2.964 | 0.6 | 2.96         | 0.64         |
| 21  |         | BRIQUETERA 2-2B      | 1.0 | 2.964 | 0.6 | 2.96         | 0.64         |
| 22  |         | BRIQUETERA 3-2       | 1.0 | 2.964 | 0.6 | 2.96         | 0.64         |
| 23  |         | BRIQUETERA 2         | 1.0 | 2.964 | 0.6 | 2.96         | 0.64         |
| 24  |         | BRIQUETERA 4-1       | 1.0 | 2.964 | 0.6 | 2.96         | 0.64         |
| 25  |         | BRIQUETERA 5-1       | 1.0 | 2.964 | 0.6 | 2.96         | 0.64         |
| 26  |         | TANQUE MEZCLADOR 2-2 | 1.0 | 2.000 | 0.4 | 2.00         | 0.43         |
| 27  |         | TANQUE MEZCLADOR 4B  | 0.0 | 2.000 | 0.4 | 0.00         | 0.00         |
| 28  |         | TANQUE MEZCLADOR 3   | 1.0 | 2.000 | 0.4 | 2.00         | 0.43         |
| 29  |         | TANQUE MEZCLADOR 4A  | 0.0 | 2.000 | 0.4 | 0.00         | 0.00         |
| 30  |         | TANQUE MEZCLADOR 4C  | 1.0 | 2.000 | 0.4 | 2.00         | 0.43         |
| 31  |         | TANQUE MEZCLADOR 5A  | 1.0 | 2.000 | 0.4 | 2.00         | 0.43         |
| 32  |         | MEZCLADOR S1         | 1.0 | 3.333 | 0.2 | 3.33         | 0.17         |
| 33  |         | MEZCLADOR S2         | 1.0 | 3.333 | 0.2 | 3.33         | 0.17         |
| 34  |         | MEZCLADOR S3         | 1.0 | 3.333 | 0.2 | 3.33         | 0.17         |
| 35  |         | MEZCLADOR S4         | 1.0 | 3.333 | 0.2 | 3.33         | 0.17         |
| <b>CONSUMO TOTAL DE LA PLANTA AL 93.88%</b> |         |                      |     |       |     | <b>76.78</b> | <b>14.36</b> |

*Fuente:* El autor

La diferencia de consumo de agua de los casos mostrados es 0.86 m<sup>3</sup>/h cuya diferencia es del 6% respecto del consumo requerido a máxima carga.

La diferencia de carga térmica requerida en los casos mostrados es 4 kW cuya diferencia es del 5% respecto del consumo requerido a máxima carga.

## B.2. CALCULO DE CAPACIDAD DEL CHILLER

### B.2.1. Primer caso: Considerando factor de simultaneidad 100%

#### B.2.1.1. Cálculo de la carga térmica para la Chiller

Datos a considerar según el tipo de fluido (Agua):

$$C_p = 4.18 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)}$$

$$T = 8 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\rho = 998 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

#### Flujo Másico

$$\dot{m} = (998 \times 15.23) = 15,196.78$$

#### Carga Térmica

$$Q = (15196.78 \times 4.18 \times 8/3600) = 141.16 \text{ (Kw)}$$

**Tabla N°3.9**

#### Capacidad del chiller 1

| N°                                     | Área    | Descripción                | Producto | Cp        | ρ       | T    | °V prod | °m prod   | Q      |
|--|---------|----------------------------|----------|-----------|---------|------|---------|-----------|--------|
|  |         |                            |          | (kJ/kg°C) | (kg/m3) | (°C) | (m3/h)  | (kg/h)    | (kW)   |
| 1                                      | PRENSAS | AGUA DE SALIDA DEL CHILLER | AGUA     | 4.180     | 998.000 | 8.0  | 15.23   | 15,196.78 | 141.16 |
| 2                                      |         | AGUA DE PROCESO            | AGUA     | 4.180     | 998.000 | 8.0  | 15.23   | 15,196.78 | 141.16 |
| 3                                      |         | AGUA DE RETORNO            | AGUA     | 4.180     | 998.000 | 12.0 | 14.55   | 14,521.30 | 202.33 |
| 4                                      |         | AGUA DE REPOSICION         | AGUA     | 4.180     | 998.000 | 30.0 | 0.68    | 675.49    | 23.53  |
| TEMPERATURA DE INGRESO AL CHILLER (°C) |         |                            |          |           |         |      |         |           | 12.80  |
| AGUA DE INGRESO AL CHILLER (m3/h)      |         |                            |          |           |         |      |         |           | 15.23  |
| CARGA TÉRMICA (kW)                     |         |                            |          |           |         |      |         |           | 84.70  |

Fuente: El autor

## B.2.2. Segundo caso: Considerando factor de simultaneidad 93.88%

### B.2.2.1. Cálculo de la carga térmica para la Chiller

Datos a considerar según el tipo de fluido (Agua):

$$C_p = 4.18 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)}$$

$$T = 8 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\rho = 998 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

### Flujo Másico

$$\dot{m} = (998 \times 14.36) = 14,335.54$$

### Carga Térmica

$$Q = (14335.54 \times 4.18 \times 8/3600) = 133.16 \text{ (Kw)}$$

Tabla N°3.10

### Capacidad del chiller 2

| N°   | Área    | Descripción                | Producto | Cp                        | $\rho$       | T                    | $^\circ\text{V prod}$ | $^\circ\text{m prod}$ | Q      |
|--|---------|----------------------------|----------|---------------------------|--------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
|  |         |                            |          | (kJ/kg $^\circ\text{C}$ ) | (kg/m $^3$ ) | ( $^\circ\text{C}$ ) | (m $^3$ /h)           | (kg/h)                | (kW)   |
| 1  | PRENSAS | AGUA DE SALIDA DEL CHILLER | AGUA     | 4.180                     | 998.000      | 8.0                  | 14.36                 | 14,335.54             | 133.16 |
| 2  |         | AGUA DE PROCESO            | AGUA     | 4.180                     | 998.000      | 8.0                  | 14.36                 | 14,335.54             | 133.16 |
| 3  |         | AGUA DE RETORNO            | AGUA     | 4.180                     | 998.000      | 12.0                 | 13.69                 | 13,660.05             | 190.33 |
| 4  |         | AGUA DE REPOSICION         | AGUA     | 4.180                     | 998.000      | 30.0                 | 0.68                  | 675.49                | 23.53  |
| TEMPERATURA DE INGRESO AL CHILLER ( $^\circ\text{C}$ ) |         |                            |          |                           |              |                      |                       |                       | 12.85  |
| AGUA DE INGRESO AL CHILLER (m $^3$ /h)                 |         |                            |          |                           |              |                      |                       |                       | 14.36  |
| CARGA TÉRMICA (kW)                                     |         |                            |          |                           |              |                      |                       |                       | 80.70  |

Fuente: El autor

Se calcularon los caudales de agua requeridos para mantener la temperatura del aceite en el rango de 35°C a 40°C

Se calcularon los caudales de aceite que recirculara para mantener la temperatura entre 35°C a 40°C.

La diferencia de carga térmica entre los chiller, en los casos de operación mostrados, es de 4 kW; representando el 4.9% con respecto a la máxima carga.

Siendo la diferencia de potencia de un 4.9%, se seleccionará el chiller a máxima carga.

**Tabla N°3.11**

**Especificación técnica de unidad de enfriamiento**

|  |   | <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>         |  |
|---|---|---------------------------------------|--|
| 9-May-17  |   | <b>UNIDAD DE ENFRIAMIENTO</b>         |  |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO.</b>  |                                       |  |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberá cumplir la Unidad de Enfriamiento, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.      |                                       |  |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE.</b>   |                                       |  |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |                                       |  |
| <b>3</b>  | <b>ESPECIFICACIÓN TECNICA.</b>  |                                       |  |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | MARCA                                 | CARRIER  |
|   | 2   | MODELO                                | 30RAP025   |
|   | 3   | SERVICIO                              | Agua/Refrigerante R-410A                           |
|   | 4   | UBICACIÓN                             | Cuarto de Máquinas                                 |
|   | 5   | FUNCIÓN                               | Enfriamiento del agua para proceso                 |
|   | 6   | CERTIFICADO DE EQUIPO                 | De calidad del fabricante para todos sus productos |
| <b>CUERPO</b>   | 7   | TIPO                                  | Enfriamiento por aire                              |
|   | 8   | CONEXIONES                            | EXTREMOS<br>Roscados NPT                           |
| <b>SERVICIO</b>   | 9   | FLUJO MÍNIMO                          | 1.8 Litros/seg                                     |
|   | 10  | FLUJO MÁXIMO                          | 7.1 Litros/seg                                     |
|   | 11  | TEMPERATURA MÁXIMA DE INGRESO DE AGUA | 30°C   |
|   | 12  | PRESIÓN MÍNIMA DE OPERACIÓN           | 0 barg   |
|   | 13  | PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN           | 32 barg  |
|   | 14  | CAIDA DE PRESIÓN                      | 0.7 barg   |
|   | 15  | CARGA TERMICA MÍNIMA                  | 82.3 kW  |
|   | 16  | POTENCIA                              | 27.4 kW  |
|   | 17  | TENSIÓN                               | 220 V / Trifásica                                  |

*Fuente:* El autor

## C. SELECCIÓN DE EQUIPOS

### C.1. SELECCIÓN DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

**Tabla N°3.12**

#### Selección de intercambiador de calor

| Item | Area    | Equipo          | Fluido Caliente | Tin  | Tfin | °V        | Fluido Frio | Tin  | Tfin | °V        | Q     |
|------|---------|-----------------|-----------------|------|------|-----------|-------------|------|------|-----------|-------|
|      |         |                 |                 | (°C) | (°C) | (lit/min) |             | (°C) | (°C) | (lit/min) |       |
| 1    | PRENSAS | PRENSA 2-1      | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 2    |         | PRENSA 2-2      | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 3    |         | PRENSA 3-1      | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 4    |         | PRENSA 3-2      | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 5    |         | PRENSA 4        | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 6    |         | PRENSA 5        | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 7    |         | BRUQUETERA 2-2A | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 8    |         | BRUQUETERA 2-2B | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 9    |         | BRUQUETERA 3-2  | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 10   |         | BRUQUETERA 2    | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 11   |         | BRUQUETERA 4-1  | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 12   |         | BRUQUETERA 5-1  | ACEITE ISO 46   | 40.0 | 35.0 | 21.7      | AGUA        | 8.0  | 12.0 | 10.7      | 2.96  |
| 13   |         | CHILLER         | AGUA            | 12.0 | 8.0  | 253.8     | R-410A      | -    | -    | -         | 80.00 |

En el chiller se ha considerado el uso de refrigerante ecológico R-410A.

**Tabla N°3.12.1**

**Especificación técnica de intercambiador de calor**

|   |    |  |   |              |
|---|----|--|---|--------------|
|    |    | <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>            |   |              |
|   |    | <b>INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS</b> |   |              |
| 9-May-17  |    |  |   |              |
| <b>1 OBJETIVO.</b>  |    |  |   |              |
| Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir los intercambiadores de calor, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua. |    |  |   |              |
| <b>2 ALCANCE.</b>   |    |  |   |              |
| Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |    |  |   |              |
| <b>3 ESPECIFICACIÓN TECNICA.</b>  |    |  |   |              |
| <b>GENERAL</b>  | 1  | MARCA                                    | ALFA LAVAL  |              |
|   | 2  | MODELO                                   | CBH16-13A   |              |
|   | 3  | SERVICIO                                 | Aceite ISO-46/Agua                                    |              |
|   | 4  | UBICACIÓN                                | Área de Prensas                                       |              |
|   | 5  | FUNCIÓN                                  | Enfriamiento del aceite de las prensas y briqueteras. |              |
|   | 6  | CERTIFICADO DE EQUIPO                    | De calidad del fabricante para todos sus productos    |              |
| <b>CUERPO</b>   | 7  | TIPO                                     | Placas Soldadas                                       |              |
|   | 8  | CONEXIONES                               | EXTREMOS  | Roscados BSP |
|   | 9  | MATERIAL                                 | AISI 316  |              |
| <b>SERVICIO</b>   | 10 | FLUIDO MÁXIMO EN AGUA                    | 3.6 m3/h  |              |
|   | 11 | TEMPERATURA MÍNIMA DE OPERACIÓN          | -196°C  |              |
|   | 12 | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN          | 225 °C  |              |
|   | 13 | PRESIÓN MÍNIMA DE OPERACIÓN              | 0 barg  |              |
|   | 14 | PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN              | 32 barg   |              |
|   | 15 | CARGA TERMICA                            | 3.2 kW  |              |

Fuente: El autor

## C.2. SELECCIÓN DE BOMBAS

Datos a considerar según el tipo de fluido (Aceite Iso 46); Prensa 2-1:

$$^{\circ}V \text{ parcial} = 1.30 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$\text{ADT} = 20 \text{ (m)}$$

$$\rho = 910 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

### C.2.1 Cálculo de Potencia (W) Prensa 2-1

$$P = (1.30/3600) \times 910 \times 9.81 \times 20 = 64.61 \text{ (w)}$$

$$P = (64.61/0.746) \times 0.001 = 0.09 \text{ (Hp)}$$

**Tabla N°3.13**

### Selección de bombas

| Ítem | Area    | Equipo           | Fluido        | $^{\circ}V$ Parcial | $\rho$               | ADT | Potencia (W) | Potencia (Hp) | Marca         | Modelo    |
|------|---------|------------------|---------------|---------------------|----------------------|-----|--------------|---------------|---------------|-----------|
|      |         |                  |               | (m <sup>3</sup> /h) | (kg/m <sup>3</sup> ) | (m) |              |               |               |           |
| 1    | PRENSAS | PRENSA 2-1       | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 2    |         | PRENSA 2-2       | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 3    |         | PRENSA 3-1       | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 4    |         | PRENSA 3-2       | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 5    |         | PRENSA 4         | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 6    |         | PRENSA 5         | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 7    |         | BRIQUETERA 2-2A  | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 8    |         | BRIQUETERA 2-2B  | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 9    |         | BRIQUETERA 3-2   | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 10   |         | BRIQUETERA 2     | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 11   |         | BRIQUETERA 4-1   | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 12   |         | BRIQUETERA 5-1   | ACEITE ISO 46 | 1.30                | 910.00               | 20  | 64.61        | 0.09          | MARZOCHIPOMPE | ALP2-D-22 |
| 13   |         | CHILLER (*)      | AGUA          | 15.23               | 998.00               | 18  | 745.40       | 1.00          | HIDROSTAL     | B1.1/2x2  |
| 14   |         | EQUIPOS EN PLANT | AGUA          | 15.23               | 998.00               | 30  | 1242.34      | 1.67          | HIDROSTAL     | B1.1/2x2  |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.13.1**

**Especificación técnica de bomba de engranajes**

|   |    |                                 |  |                    |
|---|----|---------------------------------|--|--------------------|
|    |    | <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>   |  |                    |
| 9-May-17  |    | <b>BOMBA DE ENGRANAJES</b>      |  |                    |
| <b>1 OBJETIVO.</b>  |    |                                 |  |                    |
| Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las bombas de engranajes, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.      |    |                                 |  |                    |
| <b>2 ALCANCE.</b>   |    |                                 |  |                    |
| Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |    |                                 |  |                    |
| <b>3 ESPECIFICACIÓN TECNICA.</b>  |    |                                 |  |                    |
| <b>GENERAL</b>  | 1  | MARCA                           | MARZOCCHI POMPE                                    |                    |
|   | 2  | MODELO                          | ALP2-D-22  |                    |
|   | 3  | SERVICIO                        | Aceite ISO-46                                      |                    |
|   | 4  | UBICACIÓN                       | Área de Prensas                                    |                    |
|   | 5  | FUNCIÓN                         | Recirculación de aceite de prensas y briqueteras.  |                    |
|   | 6  | CERTIFICADO DE EQUIPO           | De calidad del fabricante para todos sus productos |                    |
| <b>CUERPO</b>   | 7  | TIPO DE CUERPO                  | Monoblock de un solo cuerpo                        |                    |
|   | 8  | CONEXIONES                      | EXTREMOS   | S-150 Roscados NPT |
|   | 9  | MATERIAL                        | 215.013.ES02                                       |                    |
| <b>EJE</b>  | 10 | MATERIAL                        | 215.013.ES03                                       |                    |
| <b>SERVICIO</b>   | 11 | FLUIDO                          | Aceite ISO-46                                      |                    |
|   | 12 | FLUJO                           | 25 litros/min                                      |                    |
|   | 13 | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN | 120 °C   |                    |
|   | 14 | POTENCIA                        | 1 Hp   |                    |
|   | 15 | TENSIÓN                         | 220 V / Trifásica                                  |                    |
|   | 16 | VELOCIDAD                       | 1800 RPM   |                    |

*Fuente:* El autor

**Tabla N°3.13.2**

**Especificación técnica de bomba centrífuga**

|  |   | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA          |  |       |              |
|---|---|---------------------------------|--|-------|--------------|
|   |   | BOMBA CENTRIFUGA                |  |       |              |
| 9-May-17  |   |                                 |  |       |              |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO.</b>  |                                 |  |       |              |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las bombas centrífugas, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.        |                                 |  |       |              |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE.</b>   |                                 |  |       |              |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |                                 |  |       |              |
| <b>3</b>  | <b>ESPECIFICACIÓN TECNICA.</b>  |                                 |  |       |              |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | MARCA                           | HIDROSTAL  |       |              |
|   | 2   | MODELO                          | B1.1/2X2   |       |              |
|   | 3   | SERVICIO                        | Agua   |       |              |
|   | 4   | UBICACIÓN                       | Cuarto de Máquinas                                 |       |              |
|   | 5   | FUNCIÓN                         | Recirculación de agua de enfriamiento              |       |              |
|   | 6   | CERTIFICADO DE EQUIPO           | De calidad del fabricante para todos sus productos |       |              |
| <b>EJE CUERPO</b>   | 7   | TIPO DE CUERPO                  | Monoblock de un solo cuerpo                        |       |              |
|   | 8   | CONEXIONES                      | EXTREMOS   | S-150 | Roscados NPT |
|   | 9   | MATERIAL                        | Hierro Fundido GrisASTM A48                        |       |              |
| <b>EJE</b>  | 10  | MATERIAL                        | AISI 1045  |       |              |
| <b>IMPULSOR</b>   | 11  | DIÁMETRO                        | 148 mm   |       |              |
|   | 12  | MATERIAL                        | Hierro Fundido Gris ASTM A48                       |       |              |
| <b>SERVICIO</b>   | 13  | FLUIDO                          | Agua   |       |              |
|   | 14  | ALTURA DINÁMICA TOTAL           | 35 m.c.a.  |       |              |
|   | 15  | FLUJO                           | 4.2 litros/seg                                     |       |              |
|   | 16  | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN | 90 °C  |       |              |
|   | 17  | POTENCIA                        | 5.7 Hp   |       |              |
|   | 18  | TENSIÓN                         | 220 V / Trifásica                                  |       |              |
|   | 19  | VELOCIDAD                       | 3500 RPM   |       |              |

Fuente: El autor

## D. Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento

El volumen del tanque de almacenamiento de agua se obtuvo considerando un tiempo de autonomía y un volumen muerto del 10%.

**Tabla N°3.14**

### Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento

| Item | Área    | Equipo                   | Tag   | Fluido de Almacenamiento | °V                  | t autonomía | V útil            | V Total           |
|------|---------|--------------------------|-------|--------------------------|---------------------|-------------|-------------------|-------------------|
|      |         |                          |       |                          | (m <sup>3</sup> /h) | (min)       | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) |
| 1    | PRENSAS | Tanque de Almacenamiento | TK-01 | AGUA                     | 15.23               | 5           | 1.27              | 1.41              |
|      |         |                          |       |                          | 15.23               | 10          | 2.54              | 2.82              |
|      |         |                          |       |                          | 15.23               | 15          | 3.81              | 4.23              |

*Fuente:* El autor

Se ha realizado la comparación del volumen requerido para distintos tiempos de autonomía.

Se ha considerado un volumen de 2 m<sup>3</sup> para el tanque de almacenamiento siendo el más óptimo por el tema de espacio en la instalación y de la demanda que requeriría el sistema. Lo cual escogeremos un tanque de almacenamiento de 2500 litros.

## E. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS

### E.1. Dimensionamiento de Tuberías de Agua

E.1.1 Dimensionamiento de Tuberías de equipos  $\phi = \sqrt{\left(\frac{v \times 4}{3600 \times v \times \pi}\right)}$

#### E.1.1.1. Cálculo del diámetro de tubería para la PRENSA 2-1

Datos a considerar según el tipo de fluido:

$$Q = 2.96 \text{ (kw)}$$

$$T_{in} = 8 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$C_p = 4.186 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)}$$

$$T_{fin} = 12 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\rho = 998 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$v \text{ (recom)} = 1 \text{ (m/s)}$$

#### Flujo Másico

$$\dot{m} = (2.96 / (4.186 \times (12 - 8))) = 0.1768$$

#### Flujo volumétrico

$$\dot{V} = (0.1768 \times 3600 / 998) = 0.64 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

#### Cálculo de diámetro de tubería

$$\phi_{\text{Calc}} = \left(\sqrt{\left(\frac{0.64 \times 4}{3600 \times 1 \times \pi}\right)}\right) = 15.94 \text{ (mm)}$$

Tabla N°3.15

Dimensionamiento de Tuberías de equipos (agua)

| N° | Área    | Tag Línea | Equipos         | Tag Equipos | Carga Térmica (kW) | Cp (kJ/kg°C) | Tin (°C) | Tfin (°C) | ρ (kg/m <sup>3</sup> ) | V (m <sup>3</sup> /h) | v recom (m/s) | Ø Calc (mm) | Ø Selec |
|----|---------|-----------|-----------------|-------------|--------------------|--------------|----------|-----------|------------------------|-----------------------|---------------|-------------|---------|
|    |         |           |                 |             |                    |              |          |           |                        |                       |               |             | (pulg)  |
| 1  |         | LFEF 2-1  | PRENSA 2-1      | EP 2-1      | 2.96               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.64                  | 1.0           | 15.94       | 3/4     |
| 2  |         | LFEF 2-2  | PRENSA 2-2      | EP 2-2      | 2.96               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.64                  | 1.0           | 15.94       | 3/4     |
| 3  |         | LFEF 3-1  | PRENSA 3-1      | EP 3-1      | 2.96               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.64                  | 1.0           | 15.94       | 3/4     |
| 4  |         | LFEF 3-2  | PRENSA 3-2      | EP 3-2      | 2.96               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.64                  | 1.0           | 15.94       | 3/4     |
| 5  |         | LFEF 4    | PRENSA 4        | EP 4        | 2.96               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.64                  | 1.0           | 15.94       | 3/4     |
| 6  |         | LFEF 5    | PRENSA 5        | EP 5        | 2.96               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.64                  | 1.0           | 15.94       | 3/4     |
| 7  |         | LFEF 6    | PRENSA 6        | EP 6        | 2.96               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.64                  | 1.0           | 15.94       | 3/4     |
| 8  |         | LFA 2-1-1 | ALIMENTADOR 2-1 | A 2-1       | 1.94               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.42                  | 1.0           | 12.90       | 1/2     |
| 9  |         | LFA 2-1-2 |                 |             | 0.88               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.19                  | 1.0           | 1.0         | 8.68    |
| 10 | PRENSAS | LFA 2-2   | ALIMENTADOR 2-2 | A 2-2       | 1.94               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.42                  | 1.0           | 12.90       | 1/2     |
| 11 |         | LFA 3-1-1 | ALIMENTADOR 3-1 | A 3-1       | 1.94               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.42                  | 1.0           | 12.90       | 1/2     |
| 12 |         | LFA 3-1-2 |                 |             | 0.88               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.19                  | 1.0           | 1.0         | 8.68    |
| 13 |         | LFA 3-2-1 | ALIMENTADOR 3-2 | A 3-2       | 1.94               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.42                  | 1.0           | 12.90       | 1/2     |
| 14 |         | LFA 3-2-2 |                 |             | 0.88               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.19                  | 1.0           | 1.0         | 8.68    |
| 15 |         | LFA 4-1   | ALIMENTADOR 4   | A 4         | 1.94               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.42                  | 1.0           | 12.90       | 1/2     |
| 16 |         | LFA 4-2   |                 |             | 0.88               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.19                  | 1.0           | 1.0         | 8.68    |
| 17 |         | LFA 5     | ALIMENTADOR 5   | A 5         | 0.88               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.19                  | 1.0           | 8.68        | 1/2     |
| 18 |         | LFA 6-1   | ALIMENTADOR 6   | A 6         | 1.94               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.42                  | 1.0           | 12.90       | 1/2     |
| 19 |         | LFA 6-2   |                 |             | 0.88               | 4.186        | 8.0      | 12.0      | 998.00                 | 0.19                  | 1.0           | 1.0         | 8.68    |

Fuente: El autor

Tabla N°3.16

Dimensionamiento de Tuberías de equipos (agua)

|    |           |                      |       |      |       |     |      |        |      |     |       |     |
|----|-----------|----------------------|-------|------|-------|-----|------|--------|------|-----|-------|-----|
| 20 | LFB 2-2-1 | BRIQUETERA 2-2A      | B 2-2 | 2.96 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.64 | 1.0 | 15.94 | 3/4 |
| 21 | LFB 2-2-2 | BRIQUETERA 2-2B      |       | 2.96 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.64 | 1.0 | 15.94 | 3/4 |
| 22 | LFB 3-2   | BRIQUETERA 3-2       | B 3-2 | 2.96 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.64 | 1.0 | 15.94 | 3/4 |
| 23 | LFB 2     | BRIQUETERA 2         | B 2   | 2.96 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.64 | 1.0 | 15.94 | 3/4 |
| 24 | LFB 4-1   | BRIQUETERA 4-1       | B 4-1 | 2.96 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.64 | 1.0 | 15.94 | 3/4 |
| 25 | LFB 5-1   | BRIQUETERA 5-1       | B 5-1 | 2.96 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.64 | 1.0 | 15.94 | 3/4 |
| 26 | LFM 2-2   | TANQUE MEZCLADOR 2-2 | M 2-2 | 2.00 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.43 | 1.0 | 13.09 | 1/2 |
| 27 | LFM 4B    | TANQUE MEZCLADOR 4B  | M 4B  | 2.00 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.43 | 1.0 | 13.09 | 1/2 |
| 28 | LFM 3     | TANQUE MEZCLADOR 3   | M 3   | 2.00 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.43 | 1.0 | 13.09 | 1/2 |
| 29 | LFM 4A    | TANQUE MEZCLADOR 4A  | M 4A  | 2.00 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.43 | 1.0 | 13.09 | 1/2 |
| 30 | LFM 4C    | TANQUE MEZCLADOR 4C  | M 4C  | 2.00 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.43 | 1.0 | 13.09 | 1/2 |
| 31 | LFM 5A    | TANQUE MEZCLADOR 5A  | M 5A  | 2.00 | 4.186 | 8.0 | 12.0 | 998.00 | 0.43 | 1.0 | 13.09 | 1/2 |
| 32 | LFMS 1    | MEZCLADOR S1         | S1    | 3.33 | 4.186 | 8.0 | 25.0 | 998.00 | 0.17 | 1.0 | 8.20  | 1/2 |
| 33 | LFMS 2    | MEZCLADOR S2         | S2    | 3.33 | 4.186 | 8.0 | 25.0 | 998.00 | 0.17 | 1.0 | 8.20  | 1/2 |
| 34 | LFMS 3    | MEZCLADOR S3         | S3    | 3.33 | 4.186 | 8.0 | 25.0 | 998.00 | 0.17 | 1.0 | 8.20  | 1/2 |
| 35 | LFMS 4    | MEZCLADOR S4         | S4    | 3.33 | 4.186 | 8.0 | 25.0 | 998.00 | 0.17 | 1.0 | 8.20  | 1/2 |
| 36 | LAB       | ABLADOR              | AB    | -    | -     | -   | -    | 998.00 | 0.68 | 1.0 | 16.41 | 3/4 |

Fuente: El autor

Las prensas y alimentadores N°6 son proyectados.

## E.1.2. Dimensionamiento de Tuberías de Suministro

### E.1.2.1. Cálculo del diámetro de tubería para el tag de línea LF1

Datos a considerar según el tipo de fluido:

$$V \text{ (recom)} = 2 \text{ m/s}$$

$$\rho = 998 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

#### Cálculo del flujo volumétrico

$$^{\circ}V = ((0.64 \times 7) + (0.42 \times 6) + (0.19 \times 6)) = 8.1(\text{m}^3/\text{h})$$

#### Cálculo de diámetro de tubería

$$\theta \text{ Calc} = \left( \sqrt{\frac{8.11 \times 4}{3600 \times 2 \times \pi}} \right) = 40.18 \text{ (mm)}$$

**Tabla N°3.17**

#### Dimensionamiento de Tuberías de suministros

| N° | Área    | Tag Línea | p                    | °V                  | v recom | Ø Calc | Ø Selec |
|----|---------|-----------|----------------------|---------------------|---------|--------|---------|
|    |         |           | (kg/m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> /h) | (m/s)   | (mm)   | (pulg)  |
| 1  | PRENSAS | LF 1      | 998.00               | 8.11                | 2.0     | 40.18  | 2       |
| 2  |         | LF 2      | 998.00               | 7.09                | 2.0     | 37.56  | 1 1/2   |
| 3  |         | LFP       | 998.00               | 15.21               | 2.0     | 55.00  | 2 1/2   |
| 4  |         | LC 1      | 998.00               | 8.11                | 2.0     | 40.18  | 2       |
| 5  |         | LC 2      | 998.00               | 7.09                | 2.0     | 37.56  | 1 1/2   |
| 6  |         | LCP       | 998.00               | 15.21               | 2.0     | 55.00  | 2 1/2   |

*Fuente:* El autor

## E.2. Dimensionamiento de Tuberías de Aceite ISO 46

### E.2.1. Dimensionamiento de Tuberías de equipos

#### E.2.1.1. Cálculo del diámetro de tubería para la Prensa 2-1

Datos a considerar según el tipo de fluido:

$$°V = 1.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v \text{ (recom)} = 2 \text{ m/s}$$

#### Cálculo de diámetro de tubería

$$\theta \text{ Calc} = \left( \sqrt{\frac{1.30 \times 4}{3600 \times 2 \times \pi}} \right) = 16.10 \text{ (mm)}$$

**Tabla N°3.18**

#### Dimensionamiento de Tuberías de equipos (aceite)

| N° | Área    | Tag de Línea | Equipo          | °V prod             | v recom | Ø Calc | Ø Selec |
|----|---------|--------------|-----------------|---------------------|---------|--------|---------|
|    |         |              |                 | (m <sup>3</sup> /h) | (m/s)   | (mm)   | (pulg)  |
| 1  | PRENSAS | --           | PRENSA 2-1      | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 2  |         | --           | PRENSA 2-2      | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 3  |         | --           | PRENSA 3-1      | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 4  |         | --           | PRENSA 3-2      | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 5  |         | --           | PRENSA 4        | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 6  |         | --           | PRENSA 5        | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 7  |         | --           | BRIQUETERA 2-2A | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 8  |         | --           | BRIQUETERA 2-2B | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 9  |         | --           | BRIQUETERA 3-2  | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 10 |         | --           | BRIQUETERA 2    | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 11 |         | --           | BRIQUETERA 4-1  | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |
| 12 |         | --           | BRIQUETERA 5-1  | 1.30                | 2.0     | 16.10  | 3/4     |

Fuente: El autor

## F. DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE VÁLVULAS

Para el dimensionamiento y selección de válvulas de control de agua de enfriamiento se calculará los coeficientes de flujo según la siguiente fórmula.

$$C_v = 11.6 \dot{V} \sqrt{\frac{1}{dP}}$$

### F.1. Cálculo del diámetro de tubería para la Prensa 2-1

Datos a considerar según el tipo de fluido:

$$\dot{V} = 0.64 \text{ m}^3/\text{h} \quad \rho = 998 \text{ kg/m}^3$$

$$dP = 0.10 \text{ bar}$$

### Cálculo del Cv para las válvulas

$$C_v \text{ calc} = \left( 11.6 * 0.64 * \sqrt{\left( \frac{1}{(0.10 * 100)} \right)} \right) = 2.34$$

**Tabla N°3.19**

**Dimensionamiento y selección de válvulas A**

| N° | Área    | Tag Línea | Equipos         | Tag Equipos | °V     | dP    | p       | Cv Calc | Cv Selec | Ø Selec | MARCA     | MODELO            |
|----|---------|-----------|-----------------|-------------|--------|-------|---------|---------|----------|---------|-----------|-------------------|
|    |         |           |                 |             | (m3/h) | (bar) | (kg/m3) |         |          | (pulg)  |           |                   |
| 1  | PRENSAS | LFEP 2-1  | PRENSA 2-1      | EP 2-1      | 0.64   | 0.10  | 998.00  | 2.34    | 2.58     | 3/4     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 2  |         | LFEP 2-2  | PRENSA 2-2      | EP 2-2      | 0.64   | 0.10  | 998.00  | 2.34    | 2.58     | 3/4     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 3  |         | LFEP 3-1  | PRENSA 3-1      | EP 3-1      | 0.64   | 0.10  | 998.00  | 2.34    | 2.58     | 3/4     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 4  |         | LFEP 3-2  | PRENSA 3-2      | EP 3-2      | 0.64   | 0.10  | 998.00  | 2.34    | 2.58     | 3/4     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 5  |         | LFEP 4    | PRENSA 4        | EP 4        | 0.64   | 0.10  | 998.00  | 2.34    | 2.58     | 3/4     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 6  |         | LFEP 5    | PRENSA 5        | EP 5        | 0.64   | 0.10  | 998.00  | 2.34    | 2.58     | 3/4     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 7  |         | LFEP 6    | PRENSA 6        | EP 6        | 0.64   | 0.10  | 998.00  | 2.34    | 2.58     | 3/4     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 8  |         | LFA 2-1-1 | ALIMENTADOR 2-1 | A 2-1       | 0.42   | 0.10  | 998.00  | 1.53    | 1.69     | 1/2     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 9  |         | LFA 2-1-2 |                 |             | 0.19   | 0.10  | 998.00  | 0.69    | 0.76     | 1/2     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 10 |         | LFA 2-2   | ALIMENTADOR 2-2 | A 2-2       | 0.42   | 0.10  | 998.00  | 1.53    | 1.69     | 1/2     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 11 |         | LFA 3-1-1 | ALIMENTADOR 3-1 | A 3-1       | 0.42   | 0.10  | 998.00  | 1.53    | 1.69     | 1/2     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 12 |         | LFA 3-1-2 |                 |             | 0.19   | 0.10  | 998.00  | 0.69    | 0.76     | 1/2     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 13 |         | LFA 3-2-1 | ALIMENTADOR 3-2 | A 3-2       | 0.42   | 0.10  | 998.00  | 1.53    | 1.69     | 1/2     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 14 |         | LFA 3-2-2 |                 |             | 0.19   | 0.10  | 998.00  | 0.69    | 0.76     | 1/2     | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |

**Tabla N°3.20**

**Dimensionamiento y selección de válvulas B**

|    |         |           |                 |       |      |      |        |      |      |     |           |                   |
|----|---------|-----------|-----------------|-------|------|------|--------|------|------|-----|-----------|-------------------|
| 15 | PRENSAS | LFA 4-1   | ALIMENTADOR 4   | A 4   | 0.42 | 0.10 | 998.00 | 1.53 | 1.69 | 1/2 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 16 |         | LFA 4-2   |                 |       | 0.19 | 0.10 | 998.00 | 0.69 | 0.76 | 1/2 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 17 |         | LFA 5     | ALIMENTADOR 5   | A 5   | 0.19 | 0.10 | 998.00 | 0.69 | 0.76 | 1/2 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 18 |         | LFA 6-1   | ALIMENTADOR 6   | A 6   | 0.42 | 0.10 | 998.00 | 1.53 | 1.69 | 1/2 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 19 |         | LFA 6-2   |                 |       | 0.19 | 0.10 | 998.00 | 0.69 | 0.76 | 1/2 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 20 |         | LFB 2-2-1 | BRIQUETERA 2-2A | B 2-2 | 0.64 | 0.10 | 998.00 | 2.34 | 2.58 | 3/4 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 21 |         | LFB 2-2-2 | BRIQUETERA 2-2B |       | 0.64 | 0.10 | 998.00 | 2.34 | 2.58 | 3/4 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 22 |         | LFB 3-2   | BRIQUETERA 3-2  | B 3-2 | 0.64 | 0.10 | 998.00 | 2.34 | 2.58 | 3/4 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 23 |         | LFB 2     | BRIQUETERA 2    | B 2   | 0.64 | 0.10 | 998.00 | 2.34 | 2.58 | 3/4 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 24 |         | LFB 4-1   | BRIQUETERA 4-1  | B 4-1 | 0.64 | 0.10 | 998.00 | 2.34 | 2.58 | 3/4 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |
| 25 |         | LFB 5-1   | BRIQUETERA 5-1  | B 5-1 | 0.64 | 0.10 | 998.00 | 2.34 | 2.58 | 3/4 | HONEYWELL | VC4013AJ10<br>00T |

Fuente: El autor

Se calcularon y seleccionaron los diámetros considerando se produzca la menor caída de presión en las tuberías.

Los cuadros muestran el cálculo de diámetros de las tuberías de suministro de agua fría. Para el caso de las tuberías de retorno los diámetros son similares.

Los Cv de las válvulas obtenidas garantizan el correcto funcionamiento en operación, para ello se consideró un factor de 10% adicional del valor obtenido.

Las válvulas control son de tipo solenoide.

### **3.2 DESARROLLO DEL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN**

Los pasos son los necesarios para iniciar un correcto diseño e implementación en el sistema son los siguientes:

#### **Inspección del sistema**

##### **Paso 1.**

Antes de iniciar el arranque del sistema debemos realizar lo siguiente:

- ✓ Verificar el nivel de agua del tanque, de encontrarse con bajo nivel de agua esperar al llenado del mismo.
- ✓ Las bombas principales del sistema son la BOMBA (01) y BOMBA (03). Para su correcto funcionamiento se debe verificar que las válvulas V.MRP(04), V.MRP(05), V.MRP(08) y V.MRP(9) se encuentren completamente abiertas y válvulas V.MRP(01), V.MRP(02), V.MRP(03), V.MRP(06), V.MRP(07), V.MRP(10) y V.MRP(11) completamente cerradas.



**Figura N°3.1. Sistema de bombeo de agua.**

. Fuente: Soldexa

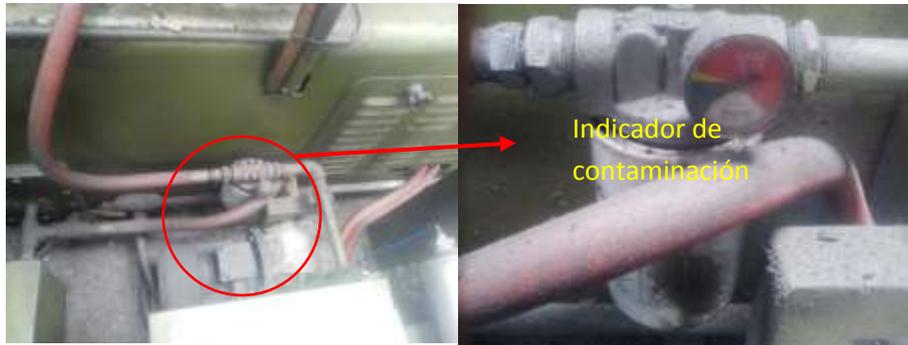
- ✓ Verificar el estado de las válvulas solenoides, de las prensas, alimentadoras y briqueteras; el actuador posee un abridor manual (Ver Fig. N°3.2) el cual debe encontrarse rígido si la válvula se encuentra en buen estado, en caso contrario revisar la parte interna y corregir antes de realizar el arranque del sistema.



**Figura N°3.2. Ubicación del abridor manual de la válvula Solenoide.**

Fuente: Ficha técnica de Válvula. Solenoide

- ✓ Verificar el estado de los filtros de aceite, en caso encontrarse saturados (la flecha del indicador de contaminación se encontrará en la parte de color rojo) se debe de realizar su cambio.



**Figura. N°3.3. Filtro de aceite a sistema de skid de enfriamiento**

*Fuente: Soldexa*

### **Recirculación de Agua Blanda**

#### **Paso 2**

Encendido del sistema de enfriamiento.

- ✓ Verificar que la válvula de conexión entre el tanque de alimentación y la descarga de la Unidad de Enfriamiento V.ESF (01) y la válvula de retorno de agua del sistema V.ESF (79) se encuentren completamente abiertas (llevar a cabo esta operación antes de realizar el encendido de los equipos).



***Figura N°3.4. Válvula de retorno de agua y de conexión con tanque pulmón.***

*De izquierda a derecha se observa que ambas deben encontrarse en posición abierta durante operación.*

*Fuente: Soldexa*

- ✓ Realizar el encendido del tablero general del sistema de enfriamiento.
- ✓ La bomba de alimentación al área de prensas, BOMBA(03), posee un variador de velocidad aumentando en forma progresiva el flujo y la presión del sistema a la requerida.
- ✓ Encendido el sistema verificar que la válvula de conexión entre la tubería de descarga del chiller con el tanque pulmón (Ver Fig.N°3.5) se encuentre completamente abierta.



**Figura N°3.5. Válvula de conexión entre tanque pulmón y la tubería de descarga del chiller debe encontrarse abierta.**

*Fuente:* Soldexa

- ✓ Dentro del área de prensas se cuenta con dos by pass con las válvulas V.GBO (02) y V.GBO (09) para regular el flujo de agua en la línea de retorno, ambas serán solo abiertas una vuelta para garantizar la recirculación continua de agua.



**Figura N°3.6. Válvula de regulación de la tubería enterrada (Línea de suministro a prensas y alimentadoras).**

*Fuente:* Soldexa



**Figura N°3.7. Válvula de regulación de la tubería aérea**

*(Línea de suministro a mezcladores y briqueteras).*

*Fuente: Soldexa*

### **Eliminación de Aire en el Sistema**

#### **Paso 3.**

El aire en el interior de las tuberías puede ocasionar una mala transferencia calor en el equipo, así como bloqueo en los equipos enfriadores pertenecientes a los skid, ocasionando problemas durante la operación.

- ✓ Abrir las válvulas de purga V.ESF(02) y V.ESF(03), ubicadas en el cuarto de máquinas



**Figura N°3.8. Válvulas para eliminación de aire ubicada en el cuarto de máquinas.**

*Fuente: Soldexa*

- ✓ Una vez que se observe la salida de agua de las válvulas purgar por unos segundos y cerrar.
- ✓ Realizar la recirculación de agua del sistema durante unos minutos y luego abrir las válvulas de suministro y retorno de agua de las prensas, alimentadoras y briqueteras que entraran en operación
- ✓ Una vez realizada esta acción encender los skid de enfriamiento.

### ***Parámetros de operación del sistema.***

#### **Paso 4.**

Verificar los parámetros de operación del sistema:

- ✓ En las condiciones de operación actuales las presiones del sistema deben de encontrarse en los valores que se indica en las siguientes figuras.



**Figura N°3.9. Manómetro de ingreso a chiller.**

Presión de salida del Chiller: 0/-0.5 barg

Presión de ingreso a Chiller: 2.1 barg

*Fuente:* Soldexa



**Figura N°3.10. Manómetro de salida del chiller.**

*Fuente:* Soldexa



**Figura N°3.11. Manómetro de suministro al sistema**

Presión de suministro al sistema: 2.5 barg

*Fuente:* Soldexa

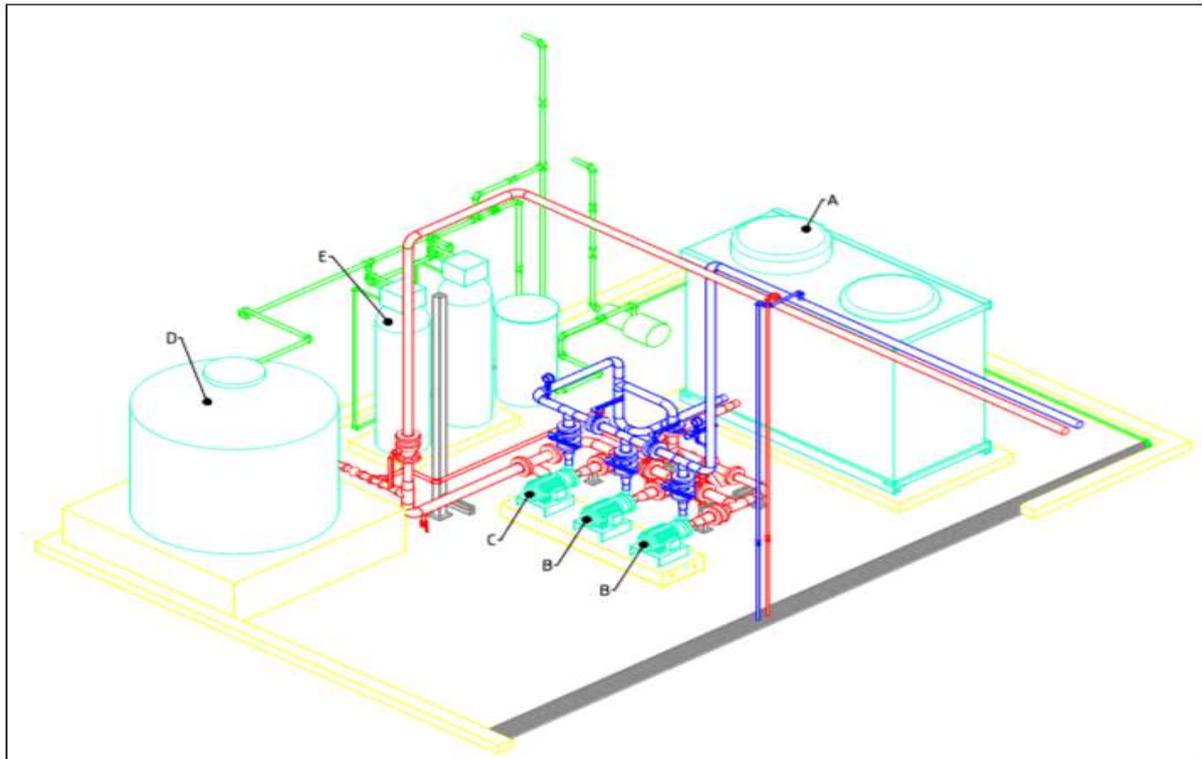
- ✓ En el caso de la temperatura, se debe tener en cuenta que la máxima temperatura de ingreso del agua debe ser de 30°C y a la salida de la unidad de enfriamiento (Chiller) la temperatura mínima requerida debe ser de 4°C. En operación la temperatura de ingreso a la unidad de enfriamiento se encontrará entre 14 a 10°C y en la salida entre 8 a 6°C.



***Figura N°3.12. Imagen del by pass entre la tubería de succión y descarga del chiller***

*Fuente: Soldexa*

La imagen muestra el by pass entre la tubería de succión y descarga del chiller la cual debe permanecer cerrada por la válvula V.MRP (1). Solo en los casos en los cuales no se utilice el chiller podrá ser abierta.



**LISTA DE EQUIPOS SALA DE MAQUINAS**

| ITEM | DESCRIPCIÓN  | CANT   |
|------|--|--------|
| A    | CHILLER ENFRIDOR , MARCA CARRIER , MODELO 30RAP0255F-0000  | 1 UNID |
| B    | BOMBA CENTRIFUGA, MARCA HIDROSTAL, MODELO B1.1/2X2-5.7T    | 2 UNID |
| C    | BOMBA DE ENGRANAJE, MARCA MARZOCCHI POMPE, MODELO ALP2-D22 | 1 UNID |
| D    | TANQUE, MARCA ROTOPLAS 2500LT                              | 1 UNID |
| E    | ABLANDADOR AUTOMATICO - AGUA                               | 1 UNID |

**LEYENDA**

|                      |   |
|----------------------|---|
| LINEA DE DESCARGA    |  |
| LINEA DE RETORNO     |  |
| LINEA DE AGUA BLANDA |  |
| LINEA EXISTENTE      |  |

**Figura 3.13. Equipos en la sala de máquinas**

Fuente: El autor

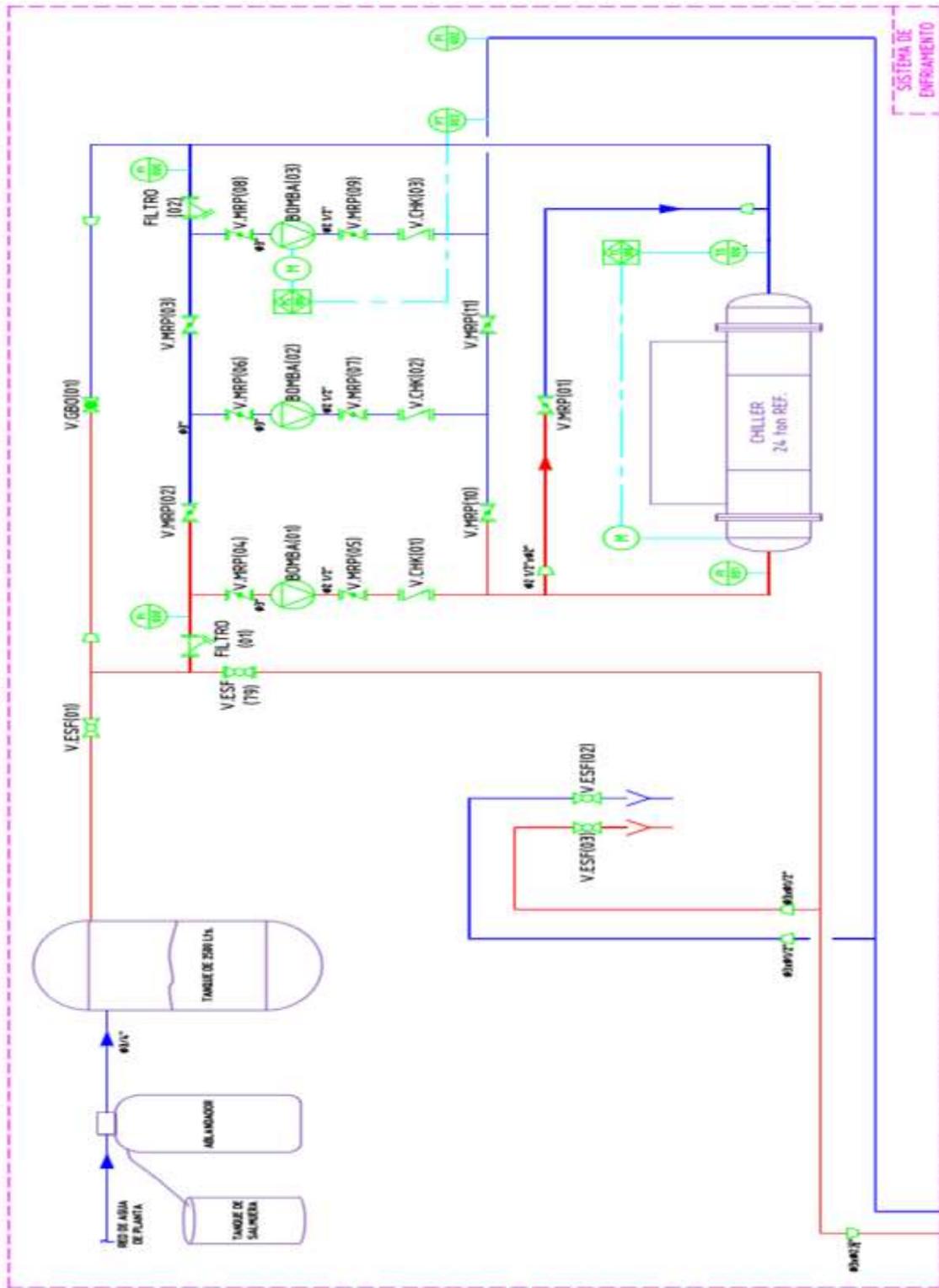


Figura 3.14. Sistema de enfriamiento con agua

Fuente: El autor

|                          |               |                   |                                  |
|--------------------------|---------------|-------------------|----------------------------------|
| CLIENTE                  |               | CONTRATISTA       |                                  |
| EMITIDO PARA FABRICACIÓN |               | SOLDEXA           |                                  |
| REV                      | DESCRIPCIÓN   | FECHA             | APROBADO Y P/LIBRE               |
| A                        | DEBUJADO      | 12 de mayo - 2017 | SEM ESCALA                       |
|                          | REVISADO      | 12 de mayo - 2017 | NO PROTECTO                      |
|                          | APROBADO      | 12 de mayo - 2017 | VP07-01-072                      |
|                          | Vº Bº CLIENTE |                   | PLANO                            |
| EDICIÓN                  | NO DE PLANO   | 55VP026-PLSOL01-8 | DIAGRAMA BASICO                  |
| 61 DE 01                 |               |                   | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON AGUA |

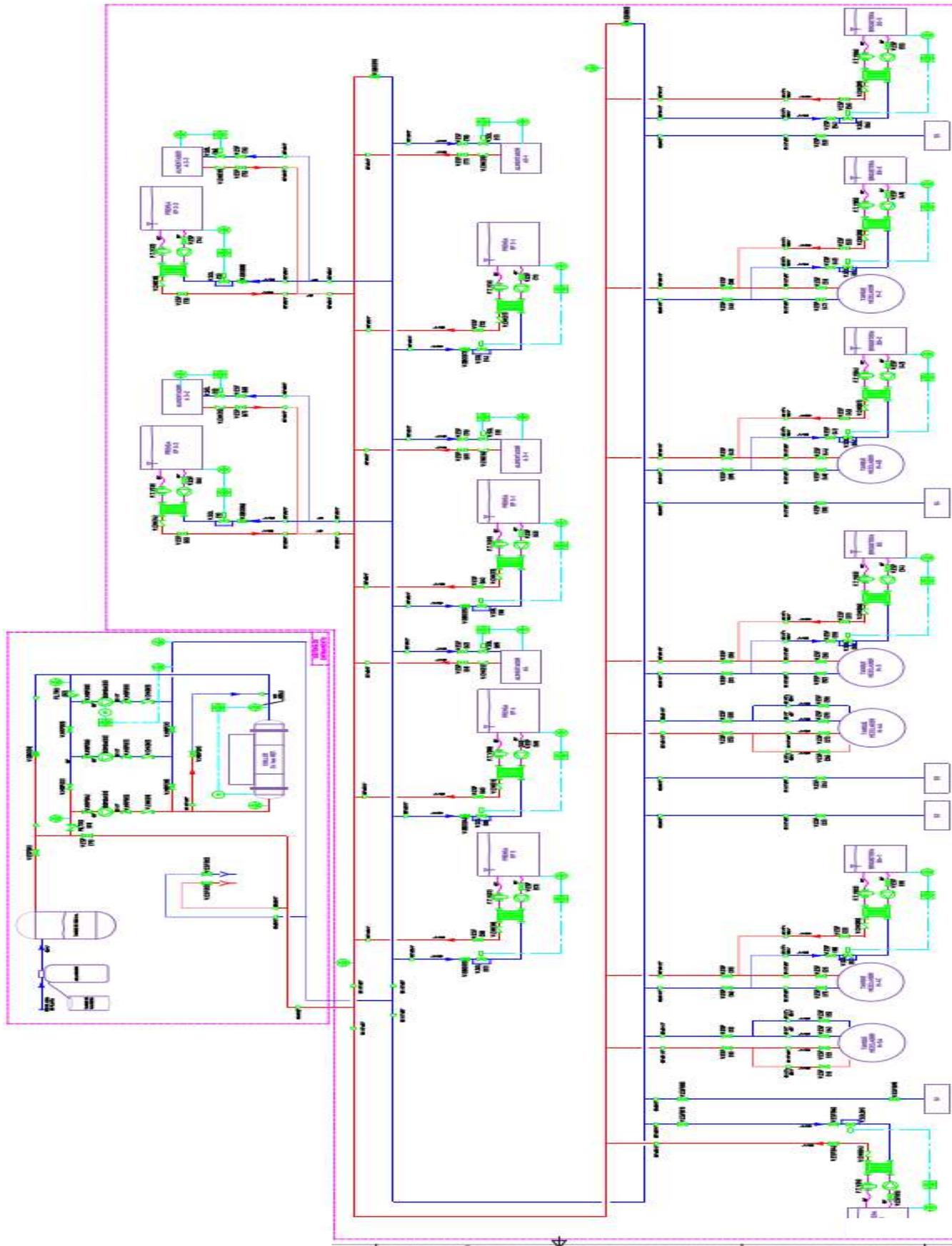
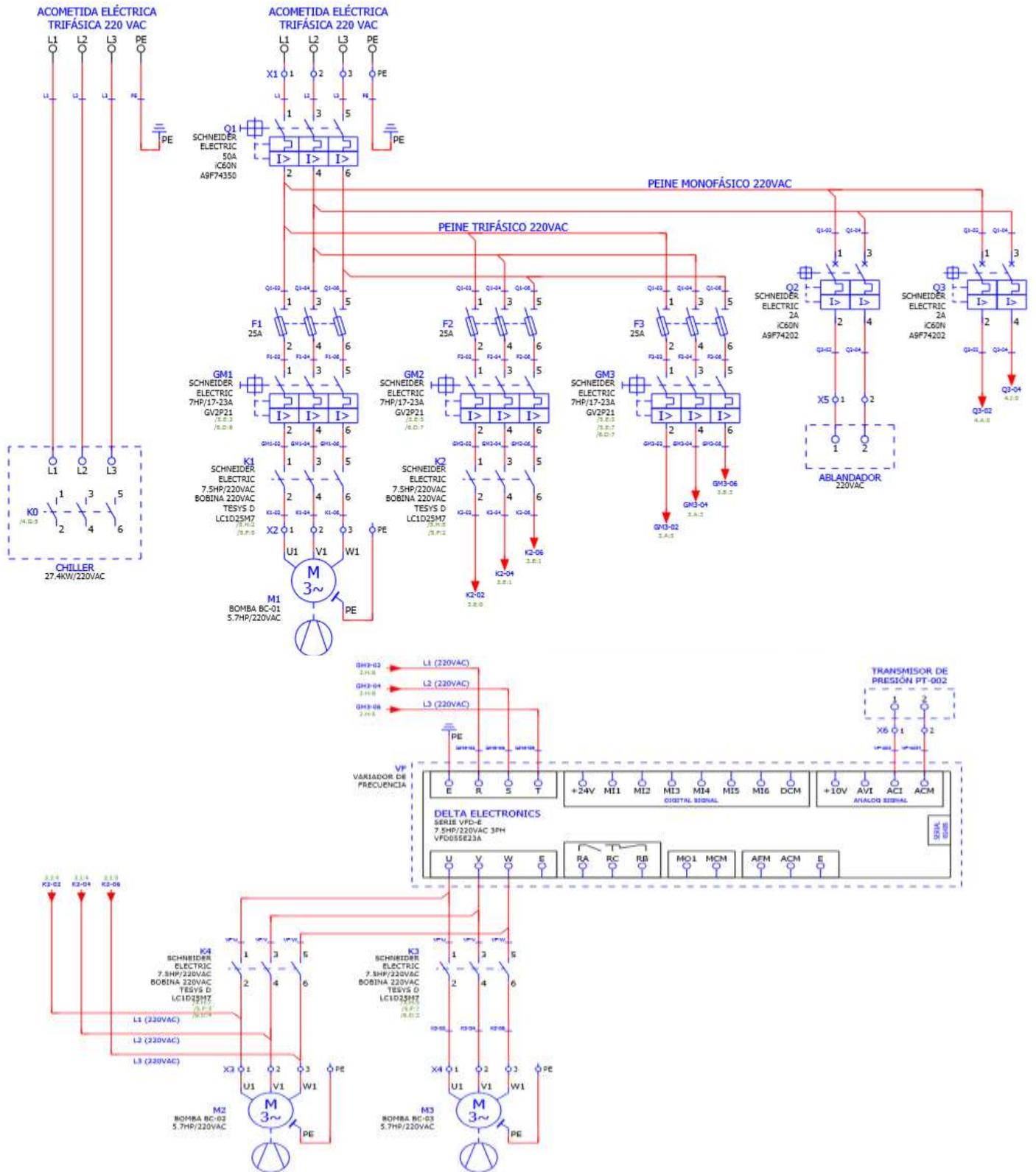


Figura 3.15. Sistema de enfriamiento con agua en el área de prensa

Fuente: El autor

|                                    |  |  |  |
|------------------------------------|--|--|--|
| CLIENTE:                           |  | CONTRATISTA:   |  |
| REVISADO: ESCALA                   |  | SOLDEXA  |  |
| APROBADO: VMP/CLIENTE              |  | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON AGUA DEL ÁREA DE PRENSAS |  |
| FECHA: 12 de mayo - 2017           |  | P&ID   |  |
| DIBUJADO: 12 de mayo - 2017        |  | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CON AGUA                     |  |
| REVISADO: 12 de mayo - 2017        |  | PROYECTO   |  |
| N° PROYECTO: V007-01-0072          |  | PLANO  |  |
| R° DE PLANO: 15.VD.076-D.5.01.02-0 |  | 01 DE 31   |  |
| EMITIDO PARA FABRICACIÓN           |  | FORMADO  |  |
| NOMBRE: JUAN AQUIRO                |  | A  |  |
| DIRECCIÓN: BATALE CALLES           |  |  |  |
| APROBADO: MANUEL ULLOA             |  |  |  |
| R° DE CLIENTE:                     |  |  |  |



|                            |  |                      |
|----------------------------|--|----------------------|
| Empresa: TERCEROMARCA S.A. | Logo: SOLDEXA  | Ubicación: VENEZUELA |
| Nombre: SNG LEOI TAPPA     | Proyecto: SISTEMA DE EQUIPAMIENTO DEL AREA DE PRODUCCION | Fecha: 01/08/2011    |
| Dirección: 2820 61-9141    | Cliente: SNG   | Hoja: 01 DE 001      |
| Proyecto: SNG              | Nombre: SINGRAMA DE EQUIPAMIENTO DE PRODUCCION           | Escala: 1:1          |

Figura 3.16. Diagrama Eléctrico (Distribución de fuerza)

Fuente: El autor

## CONCLUSIONES

Se ha podido elaborar los planos y tablas con todos los parámetros necesarios para poder diseñar de forma completa el sistema de enfriamiento con agua para reducir la temperatura en los equipos del área de prensas en la empresa soldexa, lurín.

Se selecciono los equipos del sistema de enfriamiento con agua gracias a la relación con los planos y tablas ya mencionados; los cuales van ayudar a que el sistema este completo y cumpla su función de reducir la temperatura. La selección de equipos para el sistema de enfriamiento va acompañada de sus especificaciones técnicas, los cuales nos dan con mayor claridad y precisión sus características principales.

Se ha calculado la capacidad de la unidad enfriadora en el sistema (Chiller), ayudándonos a determinar la escala de temperatura requerida en los equipos del área de prensas; Para ello hemos considerado el cálculo de carga térmica basándonos en las tablas presentes en este proyecto.

Finalmente, se concluye que, mediante el diseño e implementación de un sistema de enfriamiento con agua en el área de prensas, se va poder reducir la temperatura en los equipos que demanden este cambio y por lo tanto se podrá tener un buen producto final (electrodos), ya que ahora tienen la temperatura y consistencia correcta en su masa para su fabricación.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar como referencia este proyecto de ingeniería a fin de establecer la implementación de un sistema de enfriamiento con agua en otros equipos como el área de prensas en la empresa Soldexa.

Se recomienda realizar el purgado del agua de los mezcladores antes de ponerlo en funcionamiento con el agua de chiller para evitar problemas de contaminación; ya que en los equipos mezcladores mantienen las conexiones con el antiguo sistema de enfriamiento el cual opera con el agua de planta (agua dura).

Se recomienda cumplir un programa de mantenimiento anual descrito en los anexos; para las válvulas solenoides, filtros del agua de enfriamiento, filtros de aceite, filtro de la Unidad de Enfriamiento (Chiller), calibración respectiva de manómetros y termómetros.

Se recomienda automatizar las válvulas presentes en este proyecto; para facilitar su operación y modo de uso.

## BIBLIOGRAFÍA

1. López & Poveda (2015). 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 de Pre Grado. Universidad Politécnica salesiana sede cuenca, Ecuador; (p. 102).
2. Soria G, C. (2017). *Sistema de enfriamiento de los cojinetes de los molinos de un proyecto minero para 454 litros/min de aceite* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8144>
3. Paredes V, L. E. (2017). *Proyecto de un sistema de enfriamiento mediante un proceso de pulverización de agua en una máquina de colada continua con capacidad de 180,000 ton/anuales de acero en SiderPerú* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2814>
4. Flores S, L. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de enfriamiento para molinos de bolas* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3243>
5. Retamozo B, B. H. (2016). *Nuevo sistema de enfriamiento con empleo de agua destilada y alta tasa de relación de concentración aplicada a la planta fertilizantes* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2482>
6. Yeglis (2009). Evaluación del sistema de enfriamiento del mejorador PDVSA Petropiar, Tesis de pre grado, universidad de oriente, Venezuela; (p. 113).

7. Palacios & Ruiz (2005). Análisis técnico y económico del sistema de enfriamiento de agua empleada como refrigerante en el generador TMAE corporation electric de la unidad CRZ1 de la planta tacao. Tesis de pre grado, universidad central de Venezuela, Venezuela;(p 97).
8. Martha, D, Ed. D., Anthony, C, Ph. D. (2003). "Temperatura" Visionlearning. Vol.Vol. SCI-1 (5). Recuperado de [https://www.visionlearning.com/es/library/Ciencias\\_Generales/3/Temperatura/48](https://www.visionlearning.com/es/library/Ciencias_Generales/3/Temperatura/48)
9. (Quadri, 2001, p.144) <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/Libros/sistemas%20de%20refrigeracion.pdf>
10. Martínez A. (2007). Motores de combustión interna. España.
11. Mataix C. (1982). Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas. 2da ed. Editorial Mexicana. México
12. Jeffus (2010), en su libro titulado manual de soldadura Gtaw (tig),
13. Varitel I.E. (2008). Controlador de Temperatura. Recuperado de [http://www.varitel.com/html/controladores\\_delta.html](http://www.varitel.com/html/controladores_delta.html)
14. Industrial Controls S.A.C. (1994). Sensor de Temperatura. Recuperado de <http://www.ic-controls.com/linea-comercial.html>
15. Danfoss E.T. (1933). Sensor de Presión. Recuperado de <http://high-pressurepumps.danfoss.com/products/#/>
16. Delta E. (1917). Variador de Frecuencia. Recuperado de [https://mecmod.com/es/blog/17\\_delta-vfd-ms300.html](https://mecmod.com/es/blog/17_delta-vfd-ms300.html)
17. Direct I. (1976). Válvula de Mariposa. Recuperado de <http://www.directindustry.es/prod/watts-water-technologies/product-26077-678317.html>

18. Genebre (2014). Válvula de Esfera. Recuperado de <https://www.genebre.es/216-valvulas-de-esfera>
19. Solucoes I. (2014). Válvula de Globo. Recuperado de <http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/metais-e-artefatos/valnass/produtos/valvulas/valvula-globo-1>
20. MotorMaq (1974). Bomba Centrifuga. Recuperado de <http://www.motormaq.com.ar/productos/bomba-centrifuga-monoblock-horizontal&id=49>
21. Cramix (1979). Bomba Rotativa. Recuperado de <http://www.cramix.com/productos/bombas-engranajes/>
22. Alfalaval (2008). Intercambiador de Calor. Recuperado de <https://www.alfalaval.lat/productos-y-soluciones/transferencia-de-calor/intercambiadores-de-calor-de-placas/intercambiadores-de-calor-de-placas-soldadas/>
23. Rotoplas (1978). Tanque Colector. Recuperado de <https://rotoplas.com.mx/catalogo/tinaco/>
24. Direct I. (1976). Válvula Solenoide o de Control. Recuperado de <http://www.directindustry.es/prod/honeywell-environmental-combustion-controls-emea/product-17675-1092629.html>
25. Carrier (1915). Unidad de Enfriamiento (Chiller). Recuperado de <http://www.medicaexpo.es/prod/carrier-commercial/product-79374-529015.html>
26. Direct I. (1976). Ablandador. Recuperado de <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/ablandador-agua-74950.html>

## ANEXOS

**Tabla N°3.21**

### Especificación técnica de válvula solenoide

|  |   | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA      |  |               |             |
|---|---|-----------------------------|--|---------------|-------------|
| 9-May-17  |   | VÁLVULAS DE SOLENOIDE       |  |               |             |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO</b>   |                             |  |               |             |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las válvulas solenoides, que será instalada en las Prensas, Alimentadoras y Briquetas del Sistema de enfriamiento por agua. |                             |  |               |             |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE</b>  |                             |  |               |             |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima.                                 |                             |  |               |             |
| <b>3</b>  | <b>ESPECIFICACIÓN TECNICA</b>   |                             |  |               |             |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | DIÁMETRO VÁLVULA            | De 1/2", 3/4"  |               |             |
|   | 2   | CAUDAL DE FLUIDO PERMISIBLE | 10.6 Litros/min                                      |               |             |
|   | 3   | SERVICIO                    | Agua   |               |             |
|   | 4   | UBICACIÓN                   | Área de Prensas                                      |               |             |
|   | 5   | FUNCIÓN                     | Apertura y cierre de ingreso de agua a los equipos.  |               |             |
|   | 6   | CERTIFICADO DE EQUIPO       | De calidad del fabricante para el total de productos |               |             |
|   | 7   | CARACTERISTICA              | Lineal   |               |             |
|   | 8   | DISEÑO                      | --   |               |             |
| <b>CUERPO</b>   | 9   | DIÁMETRO ENTRADA/SALIDA     | Varios   |               |             |
|   | 10  | SERIE                       | EXTREMOS   | Clase 150 lbs | Roscado NPT |
|   | 11  | MATERIAL                    | ASTM B143  |               |             |
|   | 12  | VASTAGO                     | AISI 304   |               |             |
|   | 13  | OBTURADOR                   | RYTON  |               |             |
|   | 14  | JUNTA TORICA (O-ring's)     | EPDM   |               |             |

*Fuente:* El autor

**Tabla N°3.22**

**Especificación técnica de válvula de globo**

|  |   | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA                             |                   |
|---|---|--|-------------------|
|   |   | VÁLVULAS DE GLOBO                                  |                   |
| 9-May-17  |   |  |                   |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO</b>   |  |                   |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las válvulas globo, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.            |  |                   |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE</b>  |  |                   |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |  |                   |
| <b>3</b>  | <b>SIMBOLOS Y ABREVIATURAS</b>  |  |                   |
| 1   | ASTM  | American Society dor Testing materials             |                   |
| 2   | ISO   | International Organization for Standardization     |                   |
| <b>4</b>  | <b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>  |  |                   |
| 1   | DIÁMETRO VÁLVULA  | 2", 1", 3/4".                                      |                   |
| 2   | SERVICIO  | Agua   |                   |
| 3   | RAMAL   | Línea de suministro a equipos                      |                   |
| 4   | FUNCIÓN   | Regulación de presión y flujo a líneas y equipos.  |                   |
| 5   | DISEÑO  | ASME B16.34  |                   |
| 6   | CERTIFICADO DE EQUIPO   | De calidad del fabricante para todos sus productos |                   |
| 7   | TIPO DE PASO  | Angular  |                   |
| 8   | TIPO DE ACCIONAMIENTO   | De vueltas múltiples                               |                   |
| 9   | TIPO DE CUERPO  | Globo  |                   |
| 10  | SERIE   | EXTREMOS   | S-150 Roscado NPT |
| 11  | MATERIAL  | AISI 316 CF8M                                      |                   |
| 12  | MATERIAL DE DISCO   | AISI 316   |                   |
|   | MATERIAL DE ANILLO DE ASIENTO   | AISI 316   |                   |
| 13  | MATERIAL  | Aluminio   |                   |
| 14  | MATERIAL  | AISI 316   |                   |
| 15  | ESTOPAS   | PTFE (Teflon)                                      |                   |
|   | MATERIAL DE TUERCAS Y ARANDELA  | AISI 304   |                   |
| 16  | FLUIDO  | Agua   |                   |
| 17  | MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN   | 16 barg  |                   |
| 18  | TEMPERATURA MÁXIMA PERMISIBLE   | 180 °C   |                   |
| 19  | SOLIDOS   | Menores a 5 micrones                               |                   |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.23**

**Especificación técnica de válvula mariposa**

|  |   | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA        |  |
|---|---|-------------------------------|--|
|   |   | VÁLVULAS DE MARIPOSA          |  |
| 9-May-17  |   |                               |  |
| 1   | <b>OBJETIVO</b>   |                               |  |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las válvulas de mariposa, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.      |                               |  |
| 2   | <b>ALCANCE</b>  |                               |  |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |                               |  |
| 3   | <b>SIMBOLOS Y ABREVIATURAS</b>  |                               |  |
|   | 1   | ASTM                          | American Society dor Testing materials             |
|   | 2   | ISO                           | International Organization for Standardization     |
| 4   | <b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>  |                               |  |
| GENERAL   | 1   | DIÁMETRO VÁLVULA              | 2 1/2", 3".  |
|   | 2   | SERVICIO                      | Agua   |
|   | 3   | RAMAL                         | Líneas de succion y descarga de bombas de agua     |
|   | 4   | FUNCIÓN                       | Regulación y control de agua a las bombas.         |
|   | 5   | DISEÑO                        | ASME B16.34  |
|   | 6   | CERTIFICADO DE EQUIPO         | De calidad del fabricante para todos sus productos |
|   | 7   | TIPO DE PASO                  | Angular  |
|   | 8   | TIPO DE ACCIONAMIENTO         | De un cuarto de vuelta                             |
| CUERPO  | 9   | TIPO DE CUERPO                | Plano  |
|   | 10  | SERIE                         | EXTREMOS ANSI 150                                  |
|   | 11  | MATERIAL                      | ASTM A126  |
| OBTURADOR   | 12  | MATERIAL DE DISCO             | AISI 316   |
|   |   | MATERIAL DE ANILLO DE ASIENTO | EDPM   |
| VOLANTE   | 13  | MATERIAL                      | Acero dúctil                                       |
| VASTAGO   | 14  | MATERIAL                      | AISI 416   |
| EMPAQUETADURA   | 15  | MATERIAL                      | EDPM   |
| SERVICIO  | 16  | FLUIDO                        | Agua   |
|   | 17  | MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN   | 16 barg  |
|   | 18  | TEMPERATURA MÁXIMA PERMISIBLE | 120 °C   |
|   | 19  | SOLIDOS                       | Menores a 5 micrones                               |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.24**

**Especificación técnica de válvula esfera roscada**

|    |    | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA        |   |                   |
|---|----|-------------------------------|---|-------------------|
|   |    | VÁLVULAS ESFERA ROSCADA       |   |                   |
| 9-May-17  |    |                               |   |                   |
| <b>1 OBJETIVO</b>   |    |                               |   |                   |
| Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las válvulas esfera, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.           |    |                               |   |                   |
| <b>2 ALCANCE</b>  |    |                               |   |                   |
| Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |    |                               |   |                   |
| <b>3 SIMBOLOS Y ABREVIATURAS</b>  |    |                               |   |                   |
| 1   |    | ASTM                          | American Society dor Testing materials                  |                   |
| 2   |    | ISO                           | International Organization for Standardization          |                   |
| <b>4 ESPECIFICACIONES</b>   |    |                               |   |                   |
| GENERAL   | 1  | DIÁMETRO VÁLVULA              | 2", 1 1/2", 1", 3/4" y 1/2"                             |                   |
|   | 2  | SERVICIO                      | Agua, Aceite  |                   |
|   | 3  | RAMAL                         | Principal o secundario                                  |                   |
|   | 4  | FUNCIÓN                       | Aislamiento de equipos y/o ramales                      |                   |
|   | 5  | CERTIFICADO DE EQUIPO         | De calidad del fabricante para todos sus productos      |                   |
|   | 6  | TIPO DE PASO                  | Total   |                   |
|   | 7  | TIPO DE ACCIONAMIENTO         | Palanca   |                   |
| CUERPO  | 8  | TIPO DE CUERPO                | De un solo cuerpo                                       |                   |
|   |    | CLASE                         | EXTREMOS  | 1500 Roscados NPT |
|   | 9  | MATERIAL                      | ASTM A351 Gr. CF8M, ASTM A105                           |                   |
| ESFERA  | 10 | TIPO                          | Flotante, Estetic                                       |                   |
|   | 11 | MATERIAL                      | ASTM A351 Gr. CF8M                                      |                   |
|   | 12 | MATERIAL DE ASIENTOS          | PTFE+fib. vidrio - PTFE+Grafito+coke-Metálico+insecto V |                   |
| VASTAGO   | 13 | MATERIAL                      | Acero inoxidable AISI 316                               |                   |
|   | 14 | DISEÑO                        | Inexpugnable  |                   |
| SERVICIO  | 15 | FLUIDO                        | Agua  |                   |
|   | 16 | MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN   | 100 barg  |                   |
|   | 17 | TEMPERATURA MÁXIMA PERMISIBLE | 450°C   |                   |
|   | 18 | GRAVEDAD ESPECÍFICA           | 1   |                   |
|   | 19 | SOLIDOS                       | Menores a 5 micrones                                    |                   |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.25**

**Especificación técnica de válvula esfera bridada**

|    |      | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA                         |   |
|---|------|--|---|
|   |      | VÁLVULAS ESFERA BRIDADA                        |   |
| 9-May-17  |      |  |   |
| <b>1 OBJETIVO</b>   |      |  |   |
| Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las válvulas esfera, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.           |      |  |   |
| <b>2 ALCANCE</b>  |      |  |   |
| Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |      |  |   |
| <b>3 SIMBOLOS Y ABREVIATURAS</b>  |      |  |   |
| 1   | ASTM | American Society dor Testing materials         |   |
| 2   | ISO  | International Organization for Standardization |   |
| <b>4 ESPECIFICACIONES</b>   |      |  |   |
| <b>GENERAL</b>  | 1    | DIÁMETRO VÁLVULA                               | 2 1/2".   |
|   | 2    | SERVICIO                                       | Agua  |
|   | 3    | RAMAL  | Principal   |
|   | 4    | FUNCIÓN  | Aislamiento de equipos y/o ramales                      |
|   | 5    | CERTIFICADO DE EQUIPO                          | De calidad del fabricante para todos sus productos      |
|   | 6    | TIPO DE PASO                                   | Total   |
|   | 7    | TIPO DE ACCIONAMIENTO                          | Palanca   |
| <b>CUERPO</b>   | 8    | TIPO DE CUERPO                                 | De un solo cuerpo                                       |
|   |      | CLASE  | EXTREMOS  |
|   | 9    | MATERIAL                                       | ASTM A351 Gr. CF8M, ASTM A105                           |
| <b>ESFERA</b>   | 10   | TIPO   | Flotante, Estetic                                       |
|   | 11   | MATERIAL                                       | ASTM A351 Gr. CF8M                                      |
|   | 12   | MATERIAL DE ASIENTOS                           | PTFE+fib. vidrio - PTFE+Grafito+coke-Metálico+insecto V |
| <b>VASTAGO</b>  | 13   | MATERIAL                                       | Acero inoxidable AISI 316                               |
|   | 14   | DISEÑO   | Inexpugnable  |
| <b>SERVICIO</b>   | 15   | FLUIDO   | Agua  |
|   | 16   | MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN                    | 20 barg   |
|   | 17   | TEMPERATURA MÁXIMA PERMISIBLE                  | 200°C   |
|   | 18   | GRAVEDAD ESPECÍFICA                            | 1   |
|   | 19   | SOLIDOS  | Menores a 5 micrones                                    |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.26**

**Especificación técnica de válvula check tipo swing**

|  |   | <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b><br><b>VÁLVULAS CHECK TIPO SWING</b> |          |  |              |
|---|---|---|----------|--|--------------|
|   |   |   |          |  |              |
| 9-May-17  |   |   |          |  |              |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO.</b>  |   |          |  |              |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las válvulas de antirretorno, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.  |   |          |  |              |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE.</b>   |   |          |  |              |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |   |          |  |              |
| <b>3</b>  | <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.</b>  |   |          |  |              |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | DIÁMETRO VÁLVULA  |          | 1/2", 3/4"   |              |
|   | 2   | SERVICIO  |          | Agua   |              |
|   | 3   | UBICACIÓN   |          | Área de Prensas                                    |              |
|   | 4   | FUNCIÓN   |          | Aislamiento de equipos y/o ramales                 |              |
|   | 5   | DISEÑO  |          | BS 1868, API 600, ASME B16.34                      |              |
|   | 6   | CERTIFICADO DE EQUIPO   |          | De calidad del fabricante para todos sus productos |              |
| <b>CUERPO</b>   | 7   | TIPO DE CUERPO  |          | Monoblock de un solo cuerpo                        |              |
|   | 8   | SERIE   | EXTREMOS | S-150  | Roscados NPT |
|   | 9   | MATERIAL  |          | BRZ B584   |              |
| <b>BONNET</b>   | 10  | MATERIAL DE ASIENTOS  |          | Teflón   |              |
| <b>DISCO</b>  | 11  | MATERIAL  |          | BRZ B584   |              |
| <b>SERVICIO</b>   | 12  | FLUIDO  |          | Agua   |              |
|   | 13  | MÁXIMA PRESIÓN PERMISIBLE   |          | 12 barg  |              |
|   | 14  | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN                                   |          | 90 °C  |              |
|   | 16  | SOLIDOS   |          | Menores a 5 micrones                               |              |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.27**

**Especificación técnica de válvula check tipo disco**

|  |   | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA          |          |  |
|---|---|---------------------------------|----------|--|
|   |   | VÁLVULAS DE CHECK TIPO DISCO    |          |  |
| 9-May-17  |   |                                 |          |  |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO.</b>  |                                 |          |  |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir las válvulas de antirretorno, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.  |                                 |          |  |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE.</b>   |                                 |          |  |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |                                 |          |  |
| <b>3</b>  | <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.</b>  |                                 |          |  |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | DIÁMETRO VÁLVULA                |          | 2 1/2" / GENEBRE                                   |
|   | 2   | SERVICIO                        |          | Agua   |
|   | 3   | UBICACIÓN                       |          | Área de Prensas                                    |
|   | 4   | FUNCIÓN                         |          | Aislamiento de equipos y/o ramales                 |
|   | 5   | DISEÑO                          |          | BS 1868, API 600, ASME B16.34                      |
|   | 6   | CERTIFICADO DE EQUIPO           |          | De calidad del fabricante para todos sus productos |
| <b>CUERPO</b>   | 7   | TIPO DE CUERPO                  |          | Monoblock de un solo cuerpo                        |
|   | 8   | SERIE                           | EXTREMOS | ANSI 150      Bridada                              |
|   | 9   | MATERIAL                        |          | ASTM A351-CF8M                                     |
| <b>BONNET</b>   | 10  | MATERIAL DE ASIENTOS            |          | AISI 316   |
| <b>DISCO</b>  | 11  | MATERIAL                        |          | AISI 316   |
| <b>SERVICIO</b>   | 12  | FLUIDO                          |          | Agua   |
|   | 13  | MÁXIMA PRESIÓN PERMISIBLE       |          | 40 barg  |
|   | 14  | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN |          | 250 °C   |
|   | 16  | SOLIDOS                         |          | Menores a 5 micrones                               |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.28**

**Especificación técnica de manómetros**

|  |   | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA             |   |
|---|---|------------------------------------|---|
|   |   | MANÓMETROS                         |   |
| 9-May-17  |   |                                    |   |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO.</b>  |                                    |   |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir los manómetros, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.                |                                    |   |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE.</b>   |                                    |   |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |                                    |   |
| <b>3</b>  | <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.</b>  |                                    |   |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | MARCA / TIPO DE ELEMENTO DE SENSOR | NUOVA FIMA / Tubo Bourdon, soldado                        |
|   | 2   | SERVICIO                           | Agua  |
|   | 3   | MATERIAL ELEMENTO SENSOR           | Bronce  |
|   | 4   | FUNCION                            | Indicador la presión en la entrada y salida de las bombas |
|   | 5   | TIPO DE SENSOR                     | Tubo Bourdon en C   |
|   | 6   | DISEÑO                             | EN 837.1  |
|   | 7   | MATERIAL DE AGUJA DE INDICACIÓN    | Acero   |
|   | 8   | MATERIAL DE LA CARCASA             | Acero Inoxidable  |
|   | 9   | MATERIAL DELVISOR                  | Vidrio Plano o policarbonato irrompible plano             |
|   | 10  | MATERIAL DEL CUADRANTE             | Aleación de aluminio                                      |
|   | 11  | RELLENO DE AMORTIGUACION           | Glicerina   |
|   | 12  | DIMENSION DEL DIAL                 | 2 1/2"  |
|   | 13  | PROFUNDIDAD CARCASA                | Mínimo 25mm., máximo 30mm.                                |
|   | 14  | DIAMETRO DE CAJA                   | Máximo 80 mm.   |
|   | 15  | COLOR DEL DIAL                     | Blanco con la escala y numeracion en negro                |
|   | 16  | GRADO DE PROTECCIÓN                | IP 65   |
|   | 17  | CONEXIÓN A PROCESO                 | 1/2" NPT, inferior.                                       |
|   | 18  | RANGO (1)                          | 0- 60 psig  |
|   | 19  | EXACTITUD                          | +/-1.6% del fondo de escala                               |
| <b>SERVICIO</b>   | 20  | FLUIDO                             | Agua  |
|   | 21  | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN    | 65°C  |
|   | 22  | SÓLIDOS                            | Menores a 5 micrones.                                     |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.29**

**Especificación técnica de filtro de línea de succión de aceite**

|  |   | Especificación Técnica                |        |
|---|---|---------------------------------------|--------|
|   |   | FILTRO DE LÍNEA DE SUCCIÓN DE ACEITE  |        |
| 9-May-17  |   |                                       |        |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO</b>   |                                       |        |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir los filtros de aceite, que serán instalada a la succión de la bomba de aceite.              |                                       |        |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE</b>  |                                       |        |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |                                       |        |
| <b>3</b>  | <b>PROCEDIMIENTO</b>  |                                       |        |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | FUNCION                               |        |
|   | 2   | SERVICIO                              |        |
|   | 3   | RAMAL                                 |        |
| <b>CONEX.</b>   | 4   | ENTRADA                               | SALIDA |
|   | 5   | TIPO DE CONEXIÓN                      |        |
| <b>MATERIALES</b>   | 6   | MATERIAL DEL CUERPO , TAPA y CAPUCHON |        |
|   | 7   | MATERIAL DEL FILTRO                   |        |
|   | 8   | MATERIAL DE INTERNOS                  |        |
| <b>SERVICIO</b>   | 9   | PRESION MAXIMA                        |        |
|   | 10  | CAPACIDAD                             |        |
|   | 11  | RANGO DE TEMPERATURA                  |        |
|   | 12  | CALIDAD DE FILTRO                     |        |

Fuente: El autor

**Tabla N°3.30**

**Especificación técnica de filtro de línea de descarga de aceite**

|  |   | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA                |        |
|---|---|---------------------------------------|--------|
|   |   | FILTRO DE LÍNEA DE DESCARGA DE ACEITE |        |
| 9-May-17  |   |                                       |        |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO</b>   |                                       |        |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir los filtros de aceite, que serán instalada a la descarga de la bomba de aceite.             |                                       |        |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE</b>  |                                       |        |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |                                       |        |
| <b>3</b>  | <b>PROCEDIMIENTO</b>  |                                       |        |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | FUNCION                               |        |
|   | 2   | SERVICIO                              |        |
|   | 3   | RAMAL                                 |        |
| <b>CONEX.</b>   | 4   | ENTRADA                               | SALIDA |
|   | 5   | TIPO DE CONEXIÓN                      |        |
| <b>MATERIALES</b>   | 6   | MATERIAL DEL CUERPO , TAPA y CAPUCHON |        |
|   | 7   | MATERIAL DEL FILTRO                   |        |
|   | 8   | MATERIAL DE INTERNOS                  |        |
| <b>SERVICIO</b>   | 9   | PRESION MAXIMA                        |        |
|   | 10  | CAPACIDAD                             |        |
|   | 11  | RANGO DE TEMPERATURA                  |        |
|   | 12  | CALIDAD DE FILTRO                     |        |

*Fuente:* El autor

**Tabla N°3.31**

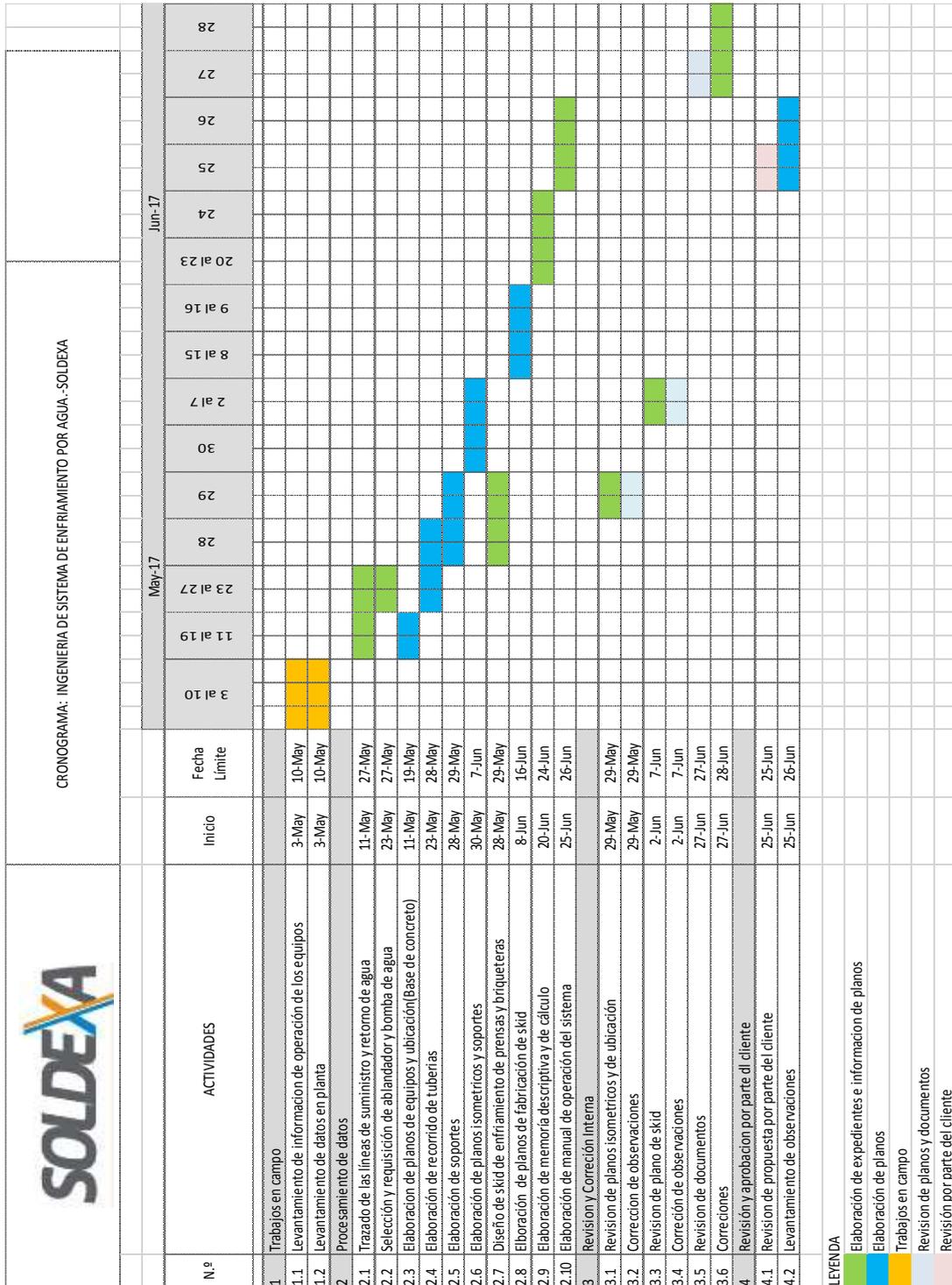
**Especificación técnica de filtro de línea de agua**

|  |   | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA                |           |
|---|---|---------------------------------------|-----------|
|   |   | FILTRO DE LÍNEA AGUA                  |           |
| 9-May-17  |   |                                       |           |
| <b>1</b>  | <b>OBJETIVO</b>   |                                       |           |
|   | Establecer las especificaciones técnicas, que deberán cumplir los filtros, que será instalada para el Sistema de enfriamiento por agua.                   |                                       |           |
| <b>2</b>  | <b>ALCANCE</b>  |                                       |           |
|   | Proyecto del Sistema de enfriamiento por agua del área de Prensas de la planta de Soldexa en el distrito de Lurin en la Provincia y departamento de Lima. |                                       |           |
| <b>3</b>  | <b>PROCEDIMIENTO</b>  |                                       |           |
| <b>GENERAL</b>  | 1   | FUNCION                               |           |
|   | 2   | SERVICIO                              |           |
|   | 3   | RAMAL                                 |           |
|   | 4   | DISEÑO                                |           |
|   | 5   | CLASE                                 |           |
| <b>CONEX.</b>   | 6   | ENTRADA                               | SALIDA    |
|   | 7   | TIPO DE CONEXIÓN                      |           |
| <b>MATERIALES</b>   | 8   | MATERIAL DEL CUERPO , TAPA y CAPUCHON |           |
|   | 9   | MATERIAL DEL FILTRO                   |           |
|   | 10  | MATERIAL DE INTERNOS                  |           |
| <b>SERVICIO</b>   | 11  | PRESION MAXIMA                        |           |
|   | 12  | CAPACIDAD                             | EXACTITUD |
|   | 13  | RANGO DE TEMPERATURA                  |           |
|   | 14  | CALIDAD DE FILTRO                     |           |

Fuente: El autor

Tabla N°3.32

Cuadro de actividades del proyecto



Fuente: El autor

**Tabla N°3.33**

**Cuadro del programa de Mantenimiento**

| PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL   | Vigencia  | Ene-18 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|---|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   |   | Dic-18 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| MANTENIMIENTO DE EQUIPOS  |   | ENE    | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
| 1. Válvula Solenoide tipo jaula con actuador.   | <b>Inspección Visual:</b> Se realizara diariamente.   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Limpieza Interna:</b> Se verificara el estado de las partes internas y limpiara los vastagos, actuador y obturador principalmente.                       |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Repuestos:</b> Se realizara el cambio de los anillos de nitrilo (o-ring's) que forman parte del obturador.   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2. Filtros de agua  | <b>Inspección Visual:</b> Se realizara diariamente.   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Limpieza Interna:</b> Se verificara el estado de las partes internas y limpiara la malla principalmente.   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Repuestos:</b> Se realizara el cambio de la malla que forma parte del filtro. En el caso de filtros bridados se cambiarian los empaques.                 |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2. Filtros de succión y descarga del aceite hidraulico<br>Se verificara en forma constante el estado de contaminación del filtro (ver el indicador de contaminación) para realizar su cambio. | <b>Inspección Visual:</b> Se realizara diariamente.   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Limpieza Interna:</b> Se verificara el estado de las partes internas y realizara el cambio de material filtrante.  |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Repuestos:</b> Se realizara el cambio total del filtro. Se requiere que el filtro de descaraga sea con by pass incorporado.                              |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3. Bomba Centrífuga<br>Mantener un stock constante de repuesto en sellos mecánicos y empaquetaduras en caso se presentasen fallas inesperadas.  | <b>Inspección Visual:</b> Se verificara los sellos diariamente en busca de fugas.   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Limpieza Interna:</b> Se verificara el estado de las partes internas (sellos mecánicos, eje y motor) y realizar la limpieza respectiva.                  |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Repuestos:</b> Realizar cambio de sellos mecánicos y de empaquetaduras.  |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4. Bomba de desplazamiento positivo:<br>Mantener un stock constante de repuesto en sellos mecánicos y empaquetaduras en caso se presentasen fallas inesperadas.                               | <b>Inspección Visual:</b> Se verificara los sellos diariamente en busca de fugas.   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Limpieza Interna:</b> Se verificara el estado de las partes internas (sellos mecánicos, eje y motor) y realizar la limpieza respectiva.                  |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Repuestos:</b> Realizar cambio de sellos mecánicos y de empaquetaduras.  |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6. Unidad de Enfriamiento (Chiller):  | <b>Inspección Visual:</b> Verificar la temperatura y el estado del equipo.  |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Limpieza Interna:</b> Realizar la limpieza del filtro de ingreso, ubicado en el interior del equipo, y de las aletas de enfriamiento.                    |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Repuestos:</b> Realizar el cambio de la malla filtrante. Cualquier cambio adicional de partes internas del equipo consultar con el proveedor del equipo. |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5. Intercambiador de placas soldadas:   | <b>Inspección Visual:</b> Verificar diariamente en busca de fugas.  |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Limpieza Interna:</b> Realizar lavado a presión con agua, con detergente en la parte de aceite.  |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5. Manómetros y Termómetros:<br>Mantener un stock de los equipos.   | <b>Inspección Visual:</b> Diariamente   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   | <b>Calibración:</b> Realizar en forma en mensual.   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Fuente: El autor

Realizar el mantenimiento preventivo de los equipos de modo que garantice su correcto funcionamiento.

El mantenimiento deberá contemplar todo lo indicado en el cronograma de actividades.

Se deberá realizar inspecciones de acuerdo al cronograma.

Las áreas sombreadas nos indican los meses que se realizaran las acciones respectivas.

**Tabla N°3.34**

**Cuadro de costos del proyecto**

| DESCRIPCIÓN                                | COSTO (US\$) |
|--|--------------|
| DISEÑO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO         | 2,000        |
| IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | 15,000       |
| EQUIPOS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO        | 28,000       |

Fuente: El autor