

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA**



**Propuesta sistema de bombeo para conducción de agua de mar de  
tanques descarga y efluentes en Austral Group Coishco**

Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico

**AUTOR:**

Bach. Ruiz Chaname, Leonel Romario

**ASESOR**

M. Sc. Iparraguirre Lozano, Arquímedes

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2022**

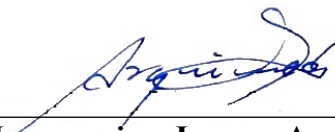
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

El presente informe de Tesis titulado:

**“Propuesta sistema de bombeo para conducción de agua de mar de tanques descarga  
y efluentes en Austral Group Coishco”**

Elaborado por el bachiller: **RUIZ CHANAME LEONEL ROMARIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación, por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de asesor.

  
\_\_\_\_\_  
**M.Sc. Ing. Iparraguirre Lozano Arquímedes**  
**COD.ORCID: 0000-0002-1132-7688**

**DNI: 32766219**

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**

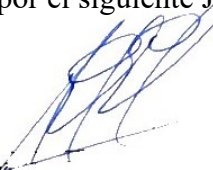
**HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR**

El presente informe de Tesis titulado:

**“Propuesta sistema de bombeo para conducción de agua de mar de tanques descarga  
y efluentes en Austral Group Coishco”**

Elaborado por el bachiller: **RUIZ CHANAME LEONEL ROMARIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico.

Fue revisado y aprobado por el siguiente Jurado Evaluador



M.Sc. Nelver J. Escalante Espinoza

COD.ORCID: 0000-0001-8586-3021

DNI: 32763819

PRESIDENTE

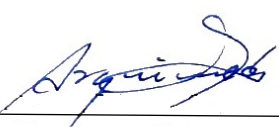


M.Sc. Rusber A. Risco Ojeda

COD. ORCID: 0000-0003-0194-169X

DNI: 32903454

SECRETARIO



M.Sc. Arquímedes Iparraguirre Lozano

COD. ORCID: 0000-0002-1132-7688

DNI: 32766219

INTEGRANTE

## ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

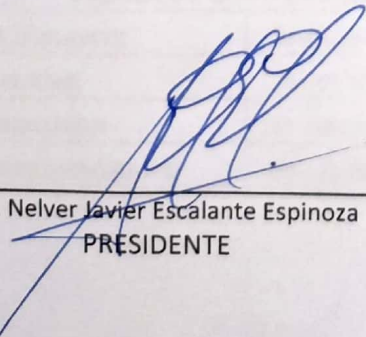
A los 16 días del mes de agosto del año dos mil veintidós, siendo las 11:30 a.m., el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 240-2022-UNS-CFI, integrado por los docentes: **Msc. Nelder Javier Escalante Espinoza (Presidente)**, **Msc. Rusber Alberto Risco Ojeda (Secretario)** y el **Msc. Arquimedes Iparraguirre Lozano (Integrante)**, y de expedito según Resolución Decanal N° 524-2022-UNS-FI, y en concordancia a lo dispuesto en Oficio Múltiple N° 034-2022-UNS-CU-SG, el Jurado Evaluador, titular, da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: “ **PROPUESTA SISTEMA DE BOMBEO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA DE MAR DE TANQUES DE DESCARGA Y EFLUENTES EN AUSTRAL GROUP COISHCO**”, perteneciente al bachiller: **RUIZ CHANAME LEONEL ROMARIO**, con código de matrícula N° 0201316007, quien fue asesorado por el Msc. Arquimedes Iparraguirre Lozano, según Resolución Decanal N° 132-2020-UNS-FI.


El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:


BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RUIZ CHANAME LEONEL ROMARIO	18	BUENO

Siendo las 12:00 a.m. del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, setiembre 16 de 2022

  
Msc. Nelder Javier Escalante Espinoza  
PRESIDENTE

  
Msc. Rusber Alberto Risco Ojeda  
SECRETARIO

  
Msc. Arquimedes Iparraguirre Lozano  
INTEGRANTE

## DEDICATORIA

A mis padres, por el enorme esfuerzo por no dejarme de apoyar y mostrándome que la perseverancia, amor incondicional y la gratitud es lo menos que puedo ofrecerles por seguir confiando en mí.

A mis hermanos, los pilares de mi educación y del mismo modo la experiencia encarnada de lo que necesito tener para afrontar los retos y adversidades que permitirán mi desarrollo humano y profesional

A mis asesores, los profesionales que, a pesar de las circunstancias de la vida, mantienen la firmeza y continúan avanzando desarrollándose y del mismo dejando un legado que en agradecimiento espero compartirlo también en su momento.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	i
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
1    INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.2    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4    FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	3
1.5    METODOLOGÍA .....	3
1.6    JUSTIFICACIÓN .....	8
1.7    LIMITACIONES DEL TRABAJO.....	8
CAPITULO II.....	10
2    MARCO TEÓRICO.....	10
2.1    PROCESO PRODUCTIVO.....	10
2.1    MECÁNICA DE FLUIDOS .....	14
2.3    CAÍDA DE TENSIÓN .....	25
2.4    SAP 2000 .....	28
CAPITULO III.....	29
3    MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
3.1    NORMA E.020 .....	29
3.2    NORMA OS.080.....	32
3.3    NORMA ASME B73.1 – 2001 – SPECIFICATION FOR HORIZONTAL ENDSUCTION CENTRIFUGAL PUMPS FOR CHEMICAL	

PROCESS .....	34
CAPÍTULO IV .....	37
4 RESULTADOS.....	37
4.1 CÁLCULO DE DIÁMETROS DE SUCCIÓN E IMPULSIÓN. ....	37
4.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS .....	40
4.3 CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DE BOMBAS.....	45
4.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS, TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE ACUERDO AL CAUDAL CALCULADO .....	53
4.5 SOPORTE PARA LA TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA 55	
4.6 CÁLCULO DE CARGAS. ....	61
4.7 RESULTADO DE ANÁLISIS.....	66
4.8 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN.....	67
4.9 COMPARACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS CON EL SISTEMA ACTUAL.....	73
4.10 BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL ACTUAL.....	75
4.11 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO .....	79
4.12 CÁLCULO DE FLUJO DE CAJA .....	79
4.13 CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO (VAN) 89	
4.14 TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PAY BACK) 91	
4.15 DISCUSIONES .....	93
CAPÍTULO V .....	95
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95

5.1	CONCLUSIONES .....	95
5.2	RECOMENDACIONES.....	97
CAPÍTULO VI.....		98
6	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	98
CAPÍTULO VII .....		101
7	ANEXOS .....	101
7.1	BOMBAS ACTUALES EN EL SISTEMA DE BOMBEO DE LA EMPRESAAUSTRAL S.A.A.....	101
7.2	DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA DE MARREFRIGERADA ACTUAL .....	103



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Análisis de la Variable Independiente .....	5
<b>Tabla 2</b> Análisis de la Variable Dependiente.....	6
<b>Tabla 3</b> Modelo de Diseño de Investigación.....	7
<b>Tabla 4</b> Ventajas y desventajas de la Implementación de un Sistema de Bombeo.....	14
<b>Tabla 5</b> Valores Máximos Aceptados para la Caída de Tensión .....	27
<b>Tabla 6</b> Factores de Forma (C)* .....	30
<b>Tabla 7</b> Materiales de Construcción para la Bomba .....	35
<b>Tabla 8</b> Datos del Proyecto .....	37
<b>Tabla 9</b> Cálculos iniciales .....	37
<b>Tabla 10</b> Altura dinámica.....	40
<b>Tabla 11</b> Datos para las Pérdidas .....	40
<b>Tabla 12</b> Pérdida Primaria.....	41
<b>Tabla 13</b> Perdidas por Accesorios.....	41
<b>Tabla 14</b> Parámetros Adicionales de Cálculo para la Succión del Sistema de Bombeo.....	42
<b>Tabla 15</b> Factores de Fricción para Tuberías Comerciales, Nuevas, de Acero, con Flujo en la Zona Total de Turbulencia .....	42
<b>Tabla 16</b> Pérdidas Secundarias .....	42
<b>Tabla 17</b> Datos para las Pérdidas en la tubería de descarga.....	43
<b>Tabla 18</b> Pérdidas primarias.....	43
<b>Tabla 19</b> Pérdidas por Accesorios.....	43
<b>Tabla 20</b> Pérdidas secundarias .....	44
<b>Tabla 21</b> Datos Calculados Para La Selección.....	46
<b>Tabla 22</b> Caudal - Altura.....	47
<b>Tabla 23</b> Tabulación de datos para la curva del sistema.....	49

<b>Tabla 24</b> Datos de operación de la bomba .....	50
<b>Tabla 25</b> Datos Paralelos en STAND BY .....	51
<b>Tabla 26</b> Datos para El NSPH.....	53
<b>Tabla 27</b> Datos para cotización de la bomba centrífuga .....	54
<b>Tabla 28</b> Propiedades Mecánicas de los perfiles .....	56
<b>Tabla 29</b> Datos De Los Aceros Utilizados.....	56
<b>Tabla 30</b> Casos de Cargas .....	57
<b>Tabla 31</b> Propiedades de la Sección de los perfiles estructurales .....	59
<b>Tabla 32</b> Propiedades geométricas de la sección transversal de los elementos estructurales	
Nota. * Características geométricas de los perfiles seleccionados.....	59
<b>Tabla 33</b> Propiedades geométricas de los elementos estructurales.....	59
<b>Tabla 34</b> Definición de carga de patrones.....	60
<b>Tabla 35</b> Carga Viento Peruano .....	60
<b>Tabla 36</b> Definición de Combinaciones.....	61
<b>Tabla 37</b> Datos de las Tuberías.....	62
<b>Tabla 38</b> Datos de la Carga del Viento .....	63
<b>Tabla 39</b> Especificaciones Técnicas de la Bomba Centrífuga .....	68
<b>Tabla 40</b> Especificaciones Técnicas de instalación eléctrica del motor y su recorrido .....	70
<b>Tabla 41</b> Matriz de Comparación de los Componentes Seleccionados y Actuales del Sistema	
.....	73
<b>Tabla 42</b> Datos Técnicos De Bomba Centrífuga Horizontal Actual.....	75
<b>Tabla 43</b> Datos Técnicos de Bomba Centrífuga Seleccionada .....	77
<b>Tabla 44</b> Datos Iniciales para el Análisis Económico Financiero .....	79
<b>Tabla 45</b> Datos Técnicos del Enfriador de Agua de Mar.....	81
<b>Tabla 46</b> <i>Datos Necesarios para El Cálculo del Volumen de Rebalse</i> .....	81

<b>Tabla 47</b> Datos Necesarios para el Cálculo de Parada de Personal .....	83
<b>Tabla 48</b> Datos de los Motores actuales.....	84
<b>Tabla 49</b> Datos de los motores propuestos.....	85
<b>Tabla 50</b> Precios Locales de Elementos para Nuevo Sistema de Bombeo de Agua de Mar Refrigerada .....	87
<b>Tabla 51</b> Flujo de Caja.....	89
<b>Tabla 52</b> Estudio del VAN Proyectado a 5 Años.....	89
<b>Tabla 53</b> Estudio del tiempo de recuperación de la inversión .....	91
<b>Tabla 54</b> Resumen del Cálculo Técnico Económico del Proyecto .....	92
<b>Tabla 55</b> Comparación de Resultados de investigaciones .....	94

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Esquema del Sistema de Recirculación de Agua Helada .....	11
<b>Figura 2</b>	Ciclo de Funcionamiento de Tanque Transvac .....	11
<b>Figura 3</b>	Datos Técnicos de Bomba Peristáltica .....	12
<b>Figura 4</b>	Flujo de Proceso de Producción del Área de Congelados.....	13
<b>Figura 5</b>	Diseño de Colector de Succión para Bombas en Paralelo.....	16
<b>Figura 6</b>	Carga de Presión, Carga de Elevación, Carga de Velocidad y Carga Total.....	21
<b>Figura 7</b>	Sistema de Tuberías en Serie.....	24
<b>Figura 8</b>	Distancias del Sistema de Bombeo Existente.....	39
<b>Figura 9</b>	Caudal vs Altura, Cuadro de Selección de Bombas.....	45
<b>Figura 10</b>	Caudal vs Altura para bomba serie 150 – 315.....	46
<b>Figura 11</b>	Curva característica de la bomba.....	47
<b>Figura 12</b>	Intersección de curva del sistema y curva de la bomba seleccionada.....	50
<b>Figura 13</b>	Modelo del Soporte por Elementos Finitos.....	55
<b>Figura 14</b>	Estructura Deformada por las Cargas.....	57
<b>Figura 15</b>	Estructura Finalizada .....	58
<b>Figura 16</b>	Análisis Estructural con Comportamiento de Viga.....	66
<b>Figura 17</b>	Tipo de Cable y Calibre Seleccionado para el Diseño .....	67
<b>Figura 18</b>	Tabla de Características Eléctricas del Cable Seleccionado .....	67
<b>Figura 19</b>	Bomba Centrifuga Horizontal Actual del Sistema.....	76
<b>Figura 20</b>	Curvas características de la bomba .....	76
<b>Figura 21</b>	Curva Característica de Potencia de Bomba .....	77
<b>Figura 22</b>	Bomba Centrifuga Seleccionada para el Sistema.....	78
<b>Figura 23</b>	Curvas características de la bomba seleccionada.....	78
<b>Figura 24</b>	Enfriador de Agua de Mar Modelo RXF (72-596 CFM) .....	80

<b>Figura 25</b> VAN y Tasa de Descuentos.....	90
<b>Figura 26</b> Arrancadores y Bombas del Sistema de Bombeo .....	101
<b>Figura 27</b> Bombas y válvulas del sistema de bombeo .....	101
<b>Figura 28</b> Diseño Y Medidas de La Bomba Seleccionada .....	102
<b>Figura 29</b> Tabla de medidas de la Bomba Seleccionada .....	102
<b>Figura 30</b> Datos Técnicos Tanque Pulmón de descarga .....	103
<b>Figura 31</b> Bomba centrífuga horizontal de recirculación 1 .....	103
<b>Figura 32</b> Bomba Centrífuga Horizontal de Recirculación 2 O Stand By.....	104
<b>Figura 33</b> Motor Eléctrico de Bomba de Recirculación 2 o Stand By .....	104
<b>Figura 34</b> Motor Eléctrico de Bomba de Recirculación 1 .....	104
<b>Figura 35</b> Desaguador Estático .....	104
<b>Figura 36</b> Tina Bulk Feeder 1 .....	104
<b>Figura 37</b> Tina Bulk Feeder 2 .....	104
<b>Figura 38</b> Arrancador Bomba Recirculación 2 .....	104
<b>Figura 39</b> Variador Bomba Recirculación 2 .....	104
<b>Figura 40</b> Poza de Concreto de Efluentes .....	104
<b>Figura 41</b> Mapa Eólico del Perú .....	104

## RESUMEN

La investigación titulada “Propuesta sistema de bombeo para conducción de agua de mar de tanques de descarga y efluentes en Austral Group Coishco” tiene como finalidad contribuir en la mejora y optimización del sistema de bombeo de agua refrigerada de la planta de congelado generado por los desbordes en el tanque de almacenamiento de descarga; empleando las fórmulas teóricas de la ecuación de Darcy–Weisbach, el Numero de Reynoldsy el Diagrama de moody para las pérdidas y la ecuación de Bernoulli para la altura dinámica total, se obtiene un caudal para el sistema de 450 m<sup>3</sup>/h, la sección del diámetro de la tubería impulsión de 8” y succión de 10”, la potencia del motor de 100 HP y el ADT de 25 metros de altura, de la misma forma manteniendo las características recomendadas de las norma OS.080 de Estaciones de bombeo de aguas residuales ; Además se obtuvo resultados del análisis económico del sistema a implementar, como el VAN con un valor de S/ 27 429.82, TIR de 11.25% y el periodo de recuperación de la inversión o PAYBACK de 4 años y 6 meses, datos que permiten que el proyecto sea económicamente rentable para la empresa.

*Palabras clave: bomba, agua, mar, refrigerada, análisis, inversión, centrifuga, horizontal.*

## ABSTRACT

The research entitled "Proposed pumping system for seawater conduction from discharge and effluent tanks in Austral Group Coishco" aims to contribute to the improvement and optimization of the refrigerated water pumping system of the freezing plant generated by overflows in the discharge storage tank; using the theoretical formulas of the Darcy-Weibachequation, the Reynolds number and the moody diagram for the losses and the Bernoulli equation for the total dynamic head, a flow rate for the system of 450 m<sup>3</sup>/h is obtained, the diameter section of the impulsion pipe of 8" and suction of 10", the motor power of 100 HP and the ADT of 25 meters of height, in the same way maintaining the recommended characteristics of the OS standard. 080 In addition, the results of the economic analysis of the system to be implemented were obtained, such as the NPV with a value of S/ 27,429.82, IRR of 11.25% and the investment recovery period or PAYBACK of 4 years and 6 months, data that allow the project to be economically profitable for the company.

*Key words: pump, water, sea, chiller, analysis, investment, centrifugal, horizontally*

## CAPÍTULO I

### 1 INTRODUCCIÓN

#### *1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN*

##### **1.1.1 Antecedentes Nacionales.**

Simbaña Calle (2018), realizó la investigación “Diseño de una estación de bombeo de agua de riego con su respectivo sistema de utilización 22.9 kV, 3  $\phi$ , para el sector Mallaritos, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura” en la que utilizó el método del “diseño hidráulico, el diseño del tablero del sistema de potencia de electrobombas, el diseño de la red eléctrica de media tensión, el cálculo de la caída de tensión y el plan de mantenimiento de la estación de bombeo” llegando a la conclusión que la implementación de un sistema de bombeo accionado por electrobombas, se optimizará tanto el tiempo como el ahorro de dinero si se compara con que los socios de la Cooperativa Pequeños Productores de Banano Orgánico S.A accionen un grupo electrógeno para activar una bomba de riego. El promedio de ahorro mensual será de S/. 21,064.86, para cubrir la zona de riego de 110.5 hectáreas de cultivo de banano.

Esta investigación realizada por Simbaña en el 2018, hace énfasis, en los requerimientos obtenidos de forma analítica y visual permiten la dimensión y selección de los componentes hidráulicos de la caseta de bombeo y la potencia de la bomba.

Rojas Pérez (2017), realizó la investigación “Diseño del sistema de Bombeo para el abastecimiento óptimo de agua potable del distrito de Huancán - Huancayo” en la que utilizó el método de registros de datos hidráulicos del actual sistema de bombeo para identificar las limitaciones técnicas , empleando bombas rotodinámicas multietapa desarrolla el cálculo hidráulico para satisfacer la demanda de agua potable, dando como resultado un aumento del



gasto de 40 litros por segundo a 52 litros por segundo esto se debe que 2 bombas que descargan a una sola tubería de impulsión aumentan su capacidad de bombeo solo en el 30%

El cálculo de las medidas de rendimiento tiene un valor significativo por el uso de un modelo de bomba analítico, pero a la vez empírico porque permite diferenciar cuales tienen menor o mayor rendimiento.

Esta investigación realizada por Rojas Pérez en el 2017, hace énfasis, en los requerimientos obtenidos de forma algebraica y gráfico, permitiendo dimensionar y seleccionar los componentes hidráulicos y potencia del motor

### **1.1.2 Antecedentes internacionales**

Solano Mendoza (2016) realizó la investigación “Diseño de un sistema de bombeo en paralelo para la conducción de agua potable del cárcamo 2 al cárcamo 3 de la planta agrícola oriental D.F” empleando el uso de bombas vertical tipo turbina mejora la calidad del agua que se extrae de los pozos profundos y con ello cumple con la norma Oficial Mexicana garantizando la salud de los habitantes de la delegación de Iztapalapa de igual manera los cálculos arrojan como resultado un caudal mínimo por cada bomba instalada de 287 metros cúbicos por hora , mostrando un resultado con un impacto directo en el costo de operación , disminuyendo el caudal a bombear, generando reducción en el consumo de energía , respecto a su cálculo mecánico las condiciones de operación como condición de diseño de la conducción del fluido concluye que soporta la presión generada.

Esta investigación realizada Solano Mendoza en el 2016, detalla las especificaciones del sistema en cuanto a los accesorios, los cálculos hidráulicos y la selección de la bomba.

## ***1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA***

¿En qué medida la propuesta del sistema de bombeo de agua refrigerada reduce

la pérdida flujo volumétrico del tanque de descarga de la planta de congelados de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. de Coishco?

### ***1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN***

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar la propuesta del sistema de bombeo de agua de mar refrigerada del tanque de descarga hasta el tanque de efluentes de acuerdo al caudal del sistema.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Calcular el caudal del sistema, diámetro de entrada y salida de la tubería, accesorios y potencia del motor.
- Selección de potencia y caudal de bomba según los parámetros de operación
- Comparar técnicamente los equipos seleccionados con el sistema actual.
- Realizar un análisis económico financiero de la implementación

### ***1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS***

La propuesta del Sistema de bombeo de recirculación mantiene el volumen de agua demar durante su funcionamiento operacional.

### ***1.5 METODOLOGÍA***

#### **1.5.1 Tipo de investigación**

Según la intervención del investigador será de tipo no experimental, porque nosotros realizaremos el diseño para el proyecto mediante conocimientos de ingeniería para nuestra variable independiente para obtener resultados acordes a nuestros objetivos.

Según la planificación de la toma de datos será de tipo prospectivo, debido a que

nosotros realizaremos la recopilación de los datos cuantificables necesarios para el desarrollar la mejor propuesta del sistema de bombeo.

Según la cantidad de ocasiones que se mide la variable de estudio es de tipo transversal, nosotros mediremos la variable dependiente de nuestro estudio comparando en antes y después del diseño, realizando los ajustes del sistema para lograr obtener indicadores más precisos.

Según el número de variables de interés será de tipo **descriptivo**, debido a que solo analizaremos una sola variable de estudio, la cual está orientada al flujo volumétrico.

### **1.5.2 Procedimiento de la investigación**

- Revisión bibliográfica
- Descarga de información de medidores de energía del sistema de bombeo
- Obtener información de parámetros de los equipos en operación.
- Analizar la información recopilada a través de cuadros comparativos y gráficas
- Elaboración de informe

### **1.5.3 Identificación de variable**

- Variable independiente: Sistema de bombeo
- Variable dependiente: flujo volumétrico

### 1.5.4 Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Análisis de la Variable Independiente*

<b>1. VARIABLE</b>	<b>2. TIPO DE VARIABLE</b>	<b>3. OPERACIONALIZACIÓN</b>	<b>4. CATEGORIZACIÓN O DIMENSIONES</b>	<b>5. DEFINICIÓN</b>
Sistema de bombeo	Independiente	Eleva la presión del fluido para vencer la resistencia que se opone a su circulación	Eficiencia	Sistema de bombeo: circuito que traslada un volumen de fluido de un punto a otro
<b>6. INDICADOR</b>	<b>7. NIVEL DE MEDICIÓN</b>	<b>8. UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>9. ÍNDICE</b>	<b>10. VALOR</b>
Rendimiento	Razón y proporción	%	Índice de Porcentaje	Alto nivel de importancia

*Nota.* \* Composición de operacionalización de variable independiente de elaboración propia

**Tabla 2***Análisis de la Variable Dependiente*

<b>1. VARIABLE</b>	<b>2. TIPO DE VARIABLE</b>	<b>3. OPERACIONALIZACIÓN</b>	<b>4. CATEGORIZACIÓN O DIMENSIONES</b>	<b>5. DEFINICIÓN</b>
flujo volumétrico	Dependiente	Cantidad de fluido a trasladar	Forma geométrica del espacio que ocupa	Es la cantidad de un fluido a ser transportado en un lazo de tiempo
<b>6. INDICADOR</b>	<b>7. NIVEL DE MEDICIÓN</b>	<b>8. UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>9. ÍNDICE</b>	<b>10. VALOR</b>
Cantidad	Nominal	Metros cúbicos por hora	Índice de flujo	Alto nivel de importancia

*Nota.* \* Composición de operacionalización de variable dependiente de elaboración propia

### 1.5.5 Diseño de investigación

Diseño experimental, el investigador observa la manifestación del fenómeno determinado los requerimientos para el desarrollo de variable independiente:

G1      O1    XO2

**Tabla 3**

*Modelo de Diseño de Investigación*

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
G1	Condición inicial
X	Calculo y selección de elementos para el sistema de bombeo
O1	Datos y entrevistas recopilados durante la operación del sistema
O2	Resultado final de propuesta de sistema de bombeo

*Nota.* \* Descripción de los elementos del diseño de investigación

#### 1.5.5.1 Población

En la presente investigación la población se representará por bombas centrifugas horizontal con voluta en forma de caracol y con sello de cierre mecánico

#### 1.5.5.2 Técnicas, instrumentos e informantes o fuentes para recolección dedatos

Como técnicas de recolección de datos se tiene a la entrevista, observación y análisis teórico, siendo los instrumentos, la guía de entrevista a los operadores de los equipos, la ficha de observación (metro, manómetro y flujómetro) y las fuentes teóricas documental, equitativamente.

#### 1.5.5.3 Procedimiento o forma de tratamiento de la información

El tratamiento de la información a seguir será la automática, realizado a través de dispositivos que generan procesos automáticos siguiendo las instrucciones de un programa digital, el cual se empleará en esta investigación la calculadora y la computadora

## **1.6 JUSTIFICACIÓN**

En la industria pesquera se utilizan una variedad de tipos de bombas, en los sistemas de evacuación de efluentes, alimentación a calderos y sistemas de bombeo de refrigeración, de acuerdo al proceso de producción se diseña y selecciona la bomba con la finalidad de que el equipo absorba energía mecánica proviniendo de un motor transformándola en energía hidráulica a través de un impulsor en contacto con el fluido.

El sistema actual de bombeo de agua refrigerada de la planta de congelado presenta desbordes de volumen en el pozo de descarga de materia prima, provocando pérdida de agua refrigerada en el proceso de recirculación, aumentando los tiempos entre descarga de materia prima de la chata hacia la planta.

En efecto la pérdida de volumen de agua refrigerada inunda la planta de procesamiento de pescado congelado y genera un reabastecimiento de agua de mar a temperatura ambiente, por tal motivo se procede a generar una memoria de cálculo que permita conocer los parámetros de operación para el sistema de bombeo, seleccionar y comparar con el modelo actual en funcionamiento.

## **1.7 LIMITACIONES DEL TRABAJO**

El negocio del producto congelado está en aumento en la industria pesquera, el crecimiento se debe a la demanda para su exportación o venta local por su comodidad y facilidad de preparación.

A diferencia del producto fresco, el consumo intensivo de pescado congelado se realiza fundamentalmente en hogares con presencia de menores de 6 a 15 años, por lo tanto, el negocio del pescado congelado de las diferentes empresas pesqueras sigue siendo rentable mientras la demanda y el volumen de materia prima se mantenga o aumente.

Las planta pesquera AUSTRAL GROUP S.A.A de consumo humano directo dedicada a la producción de jurel, caballa y calamar congelado, para mantener su calidad en su producto necesita mantener a temperatura baja la materia prima, por lo tanto, emplea un sistema de bombeo de recirculación de agua refrigerada que permite trasladar el fluido con un caudal correspondiente superando la altura y las pérdidas del sistema, llevándolo hasta la tina *bulkfeeder* de la planta.

Durante el proceso de producción la presencia del volumen excesivo de agua de mar refrigerada al inicio de cada operación provoca un mayor consumo en el sistema de enfriamiento, generando la reposición del fluido perdido a temperatura ambiente en los tanques de almacenamiento para mantener el volumen del sistema, para ello la propuesta del sistema de bombeo permitirá comparar y recomendar el cambio de los equipos que no trabajen dentro de los parámetros a calcular para mantener el flujo de caudal óptimo que requiere el sistema de bombeo.



## CAPITULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### *2.1 PROCESO PRODUCTIVO*

##### **2.1.1 Sistema de recirculación de agua helada**

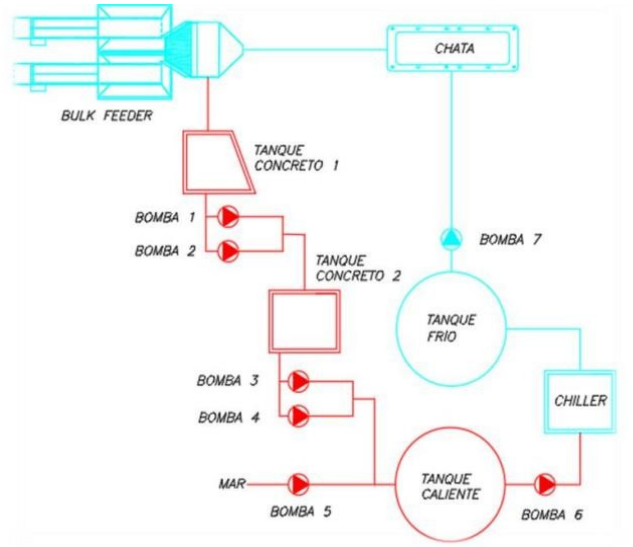
Se realiza a través de bombas de vacío de la chata, que succionan el pescado con agua helada desde las bodegas de los barcos para luego trasladarlo hacia los bulkfeeder, en esta etapa se separa el agua helada con la materia prima, este último va absorbiendo temperatura a medida que va descargando en los diferentes tanques de almacenamiento. Las bombas de recirculación envían el fluido hasta el siguiente tanque, llegado un momento el volumen inicial no es el mismo por motivo de los reboses, por lo tanto, se alimenta el tanque caliente con agua de mar a temperatura ambiente (bomba 5) permitiendo que el volumen vuelva estabilizarse y mantenga el ciclo de enfriamiento.

##### **2.1.2 Ciclo de operación de presión del sistema transvac**

Es un modelo compuesto por 2 componentes que opera de manera alternada por medio de 2 bombas de vacío, el funcionamiento del equipo es totalmente automatizado con el uso de un PLC que trabaja recibiendo las señales de los sensores de nivel y tiempo; La programación permite generar acciones en las válvulas neumáticas que cambia la secuencia de carga y descarga de los tanques. La ventaja del diseño es que sin en dado momento algunos de los tanques no hacen el llenado dentro de un tiempo de 60 segundos este entra en acción y cumple el ciclo, de igual modo para la descarga solo que esta es un tiempo en 40 segundos.

**Figura 1**

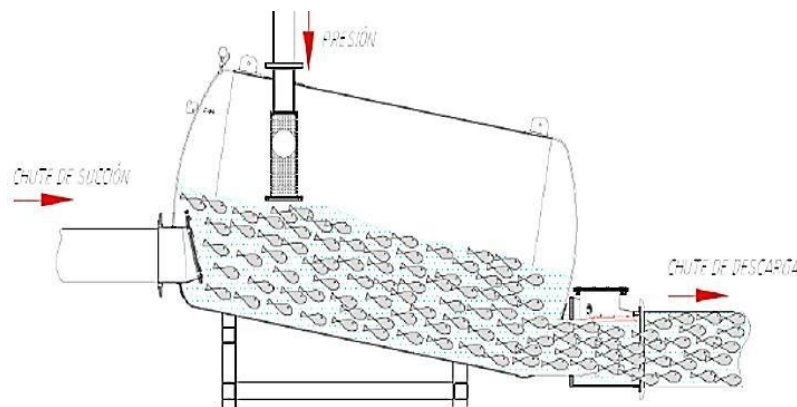
*Esquema del Sistema de Recirculación de Agua Helada*



*Nota.* Gráfico representativo del sistema de recirculación del agua de mar y el enfriamiento de la materia prima durante la producción en la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A, Elaboración propia

**Figura 2**

*Ciclo de Funcionamiento de Tanque Transvac*



*Nota.:* Gráfico representativo del ingreso y salida de la materia prima con agua refrigerada del sistematransvac de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A., Elaboración propia

### 2.1.3 Flujo de proceso de descarga de chata y producción

Se acodera la E/P en línea norte en coordinación las áreas de flota, planta y chata, al término de la actividad se da inicio a las preparaciones previas durante 10 min antes de iniciar la descarga, realizando maniobras de izaje del mangueron de succión hacia las bodegas de la E/P, al mismo tiempo esperando la evaluación de calidad.

Durante el proceso de descarga, los motoristas de chata ponen en funcionamiento sus equipos electromecánicos, los cuales cumplen con su rol de inspección y monitoreo para cada equipo para cualquier eventualidad; En planta reciben la materia prima en los 2 bulkfeeder de 35 t cada una y debido a la capacidad solo reciben mezcla durante 10 min, generando un proceso repetitivo de descarga cada 30 min después de procesar la materia prima previa.

#### Figura 3

##### Datos Técnicos de Bomba Peristáltica

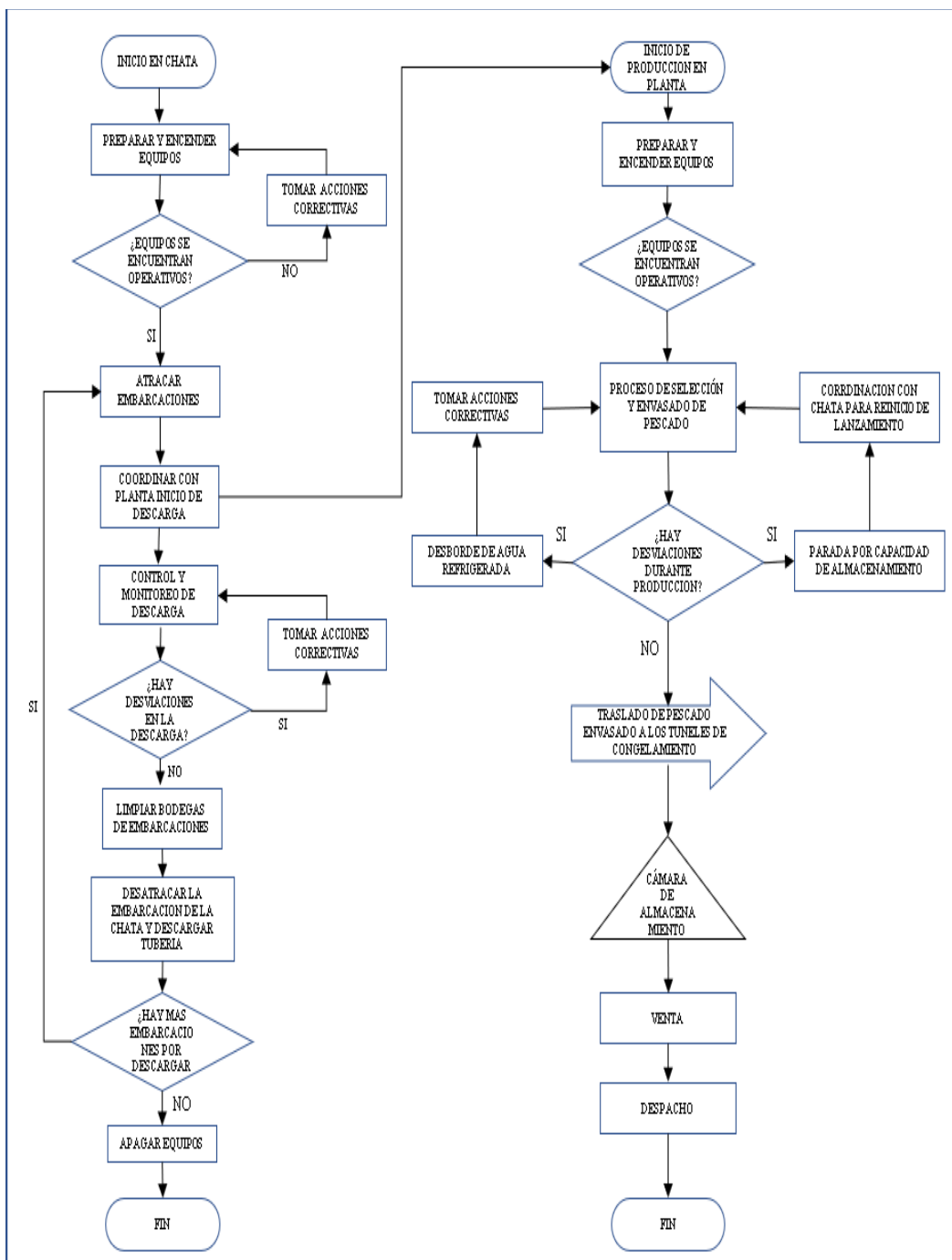
 <b>Austral Group S.A.A.</b> <small>Austevoll Seafood Company</small>		PLANTA HARINA - COISHCO	
		Zona	CHATA
		BOMBA PERISTÁLTICA	
Código Inv.	P04-000298		
<b>PARTES DEL EQUIPO</b>			
1.- BOMBA PERISTÁLTICA			
2.- MOTOR ELECT BOMBA PERISTÁLTICA			
		<b>1.- BOMBA PERISTÁLTICA</b>	
<b>BOMBA PERISTÁLTICA</b>			
Nº inventario:	P04-000298		
Marca:	LSM		
Modelo:	LSM 200		
Caudal M3/H:	300.00 m3/h		
Tipo de bomba:	PERISTÁLTICA		
Tipo de fluido:	AGUA/PESCADO		
Presión de operación BAR:	4.00 bar		
		<b>2.- MOTOR ELECT BOMBA PERISTÁLTICA</b>	
<b>MOTOR ELECT BOMBA PERISTÁLTICA</b>			
Nº inventario:	P04-000299		
Marca:	HOYER		
Modelo:	Y2E2-225S-4		
Serie:	SH531197-090		
Potencia HP:	59.50 HP		
Potencia KW:	44.40 kw		
Voltaje:	480.00 - 830.00 V		
Frecuencia:	60.00 hz		
Amperaje:	38.70 - 66.70 A		
Velocidad RPM:	1.776.00 1/min		
Numero de fases	3		
Temperatura de operación	40.00 °C		
Frame:	225S		
Numero de polos:	4.00 UN		
Factor de potencia:	0.87		



*Nota.:* Bomba peristáltica instalada en la chata, encargada del bombeo de la materia prima y el aguade mar refrigerada a la planta de congelado de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

Figura 4

## Flujo de Proceso de Producción del Área de Congelados



*Nota.* Representación de las decisiones de acuerdo a las circunstancias durante la temporada de producción en el área de congelados de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. Elaboración propia

## 2.1 MECÁNICA DE FLUIDOS

### 2.2.1 Sistemas de bombeo hidráulico

El bombeo hidráulico está basado en un principio de presión ejercida sobre la superficie de un fluido que se transfiere en todas direcciones considerando las pérdidas por su traslado a través de un sistema de tuberías y accesorios que conectan las zonas de inicio y descarga de bombeo. Los sistemas hidráulicos presentan las siguientes ventajas y desventajas.

**Tabla 4**

*Ventajas y desventajas de la Implementación de un Sistema de Bombeo*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Puede ser usado a diferentes alturas	Costo inicial alto
Varios pozos pueden ser usados al mismo tiempo	Equipos en riesgo por alta presión en el sistema
Bajas concentración de sedimentos en el flujo	Costo de reparación alto sin uso de estrategias de mantenimiento

*Nota.* \*Características generales de implementación de sistemas con bombas centrifugas horizontales

### 2.2.2 Instalación de bombas con reservorios a y b abiertos

Cuando los reservorios están abiertos la presión del líquido en las superficies respectivas es la atmosférica:

$$P_A = P_B = P_{at} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$\frac{P_A - P_B}{\gamma} = 0 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Fuente: Turbomáquinas I - Cuarto Edición 2016 M. Salvador Gonzales (pág. 229)

Donde:

- $P_A$  = Presión en reservorio A
- $P_B$  = Presión en reservorio B
- $P_{at}$  = Presión atmosférica
- $\gamma$  = Peso específico del fluido ( $\text{N/m}^3$ )

### **2.2.3 Instalación de bombas en paralelo reservorios abiertos**

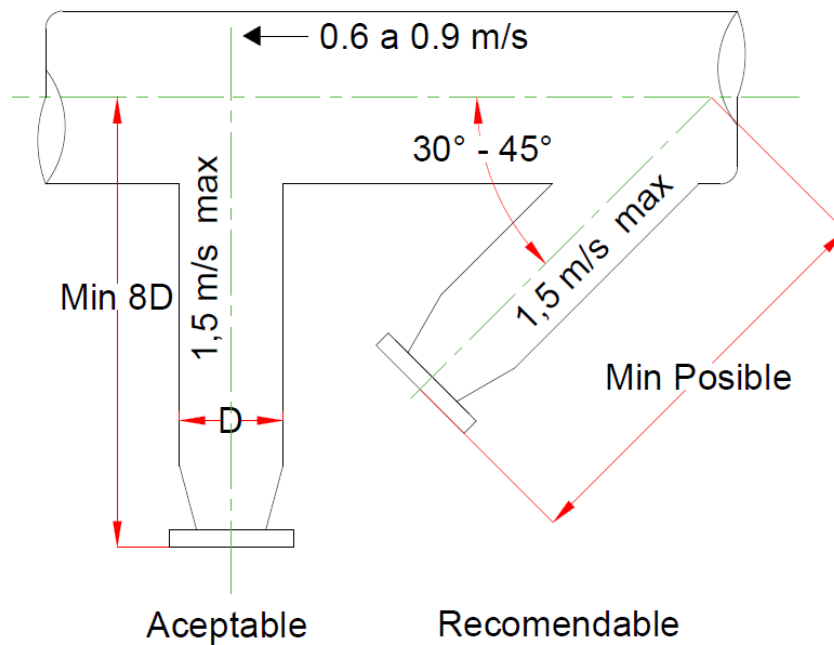
Se usa cuando la diferencia de niveles (H) entre los reservorios es baja y se requiere aumentar caudales, cuando el número de bombas en paralelo es variable, es preciso por una parte instalar bombas con curvas características de caudal y altura inclinadas, y por otra ampliar las dimensiones de las tuberías

### **2.2.4 Parámetros de diseño de sistemas de bombeo en paralelo**

Según ESPA (s.f.), el diseño de aspiración, menciona que la tubería de aspiración influye en el funcionamiento de las bombas, se recomienda que sean limitadas hasta 1.8 m/s, para un colector del cual aspiren más de una bomba se recomienda que el flujo principal no tenga más de 0.9 m/s de velocidad, las conexiones laterales de los ángulos de  $30^\circ - 45^\circ$  con respecto al flujo de la línea principal y la velocidad de las conexiones que supere los 1.5 m/s.

**Figura 5**

*Diseño de Colector de Succión para Bombas en Paralelo*



*Nota.* Adaptado de APENDICE TÉCNICO, tomada del catálogo de ESPA

### 2.2.5 Instalación de bombeo de agua

La bomba es una maquinaria la cual funciona de manera hidráulica utilizando el principio de Bernoulli, garantizando que, a lo largo de su recorrido, la energía será la misma.

$$\frac{v^2 \cdot \rho}{2} + P + \rho \cdot g \cdot h = \text{constante} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Fuente: Turbomáquinas I - Cuarto Edición 2016 M. Salvador Gonzales (pág. 229)

Donde:

- $\rho$  = Densidad del fluido (m/s)
- P = Presión del fluido a lo largo de la línea de la corriente

- $g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)
- $v$  = Velocidad del fluido (m/s)
- $h$  = Altura que alcanza el fluido en la dirección de la gravedad

### 2.2.6 Pérdidas de bombeo de agua

**Ecuación de Darcy**, Definida como la energía primaria que se pierde a causa de la fricción producida por el rozamiento entre el fluido y la tubería.

$$h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 198)

Siendo:

- $H_L$  = Pérdida primaria por fricción
- $v$  = Velocidad del fluido (m/s)
- $L$  = Longitud de la corriente del flujo (m o pies)
- $f$  = Factor de fricción (adimensional)
- $g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)
- $D$  = Diámetro de la tubería (m o pies)

El tipo **perdidas de carga causadas por accesorios** se determinan de forma experimental, expresándose en función de altura cinética por medio del factor “k”, esta ecuación fundamental de pérdidas secundarias se expresa.

$$h_s = k \times \frac{v^2}{2g} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 233)



Siendo:

- $h_s$  = Perdida secundaria por accesorios (m/s)
- $k$  = Coeficiente adimensional de resistencia del accesorio
- $g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)
- $v$  = Velocidad del fluido (m/s)

### 2.2.7 Número de Reynolds y el diagrama de moody

El Número de Reynolds, es la relación entre la fuerza de inercia ejercida en un elemento del fluido y la fuerza viscosa del mismo, para flujo en tubería Reynolds indica lo siguiente:

$$\text{Si } N_R < 2000, \text{ el flujo es laminar} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\text{Si } N_R > 4000, \text{ el flujo es turbulento} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 231)

La fórmula que determina el comportamiento del flujo es

$$N_R = \frac{v D \rho}{\eta} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 230)

Siendo:

- $N_R$  = Numero de Reynolds (adimensional)
- $v$  = Velocidad del fluido (m/s)
- $\eta$  = Viscosidad dinámica (N.s/ m<sup>2</sup>)
- $\rho$  = densidad del fluido (kg/ m<sup>3</sup>)

**El diagrama de Moddy** muestra la relación existente entre el factor de fricción y el

Número de Reynolds mediante curvas paramétricas en función a la rugosidad relativa  $D/\epsilon$ , la intersección de estos dos parámetros dará como resultado el tercer parámetro del diagrama.

### 2.2.8 Altura neta positiva de succión

Defina la diferencia existente entre la presión del líquido en el eje impulsor y la presión de vapor al momento en que se realiza el bombeo, hay dos clases:

$NPSH_d$ : Parámetro de cada instalación e independiente de la bomba

$$NPSH_d = \frac{10 \cdot P_a}{\gamma} - H_a - P_{ca} - \frac{10 \cdot P_v}{\gamma} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 414)

Siendo:

- $P_a$  = Presión atmosférica o presión en el depósito de aspiración (kg/cm<sup>2</sup>)
- $H_a$  = Altura geométrica de aspiración (m)
- $P_{ca}$  = Perdida de carga originada en la aspiración (primaria y secundaria)
- $P_v$  = Presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo, en kg/cm<sup>2</sup>
- $\gamma$  = Peso específico del líquido (kg/dm<sup>3</sup>)

En cuanto a la presión atmosférica obtenida en la superficie del agua en depósitos de aspiración como pozos, piscina, etc. Variarán de acuerdo a la altura del terreno y se pueden calcular con la siguiente ecuación.

$$P_a(m) = 10.33 - \text{Altitud}(m)/900 \quad (\text{Ecuación 10})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 414)

$NPSH_r$ : Parámetro de cada tipo de bomba empleada (suministrado por el vendedor)

$$NPSH_r = H_z + \frac{v_a^2}{2 \cdot g} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 415)

Siendo:

- $H_z$  = Presión mínima en zona de los alabes del rodete de la bomba (m)
- $v_a$  = Velocidad de entrada del líquido en la bomba, en m/s

Así mismo, está la existencia la relación que garantiza el correcto funcionamiento de la bomba sin riesgo a cavitaciones.

Ecuación (9) recuperado de: Calculo de instalaciones de bombeo de agua.

$$NPSH_d \geq NPSH_r + 0.5 \text{ m} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 415)

### 2.2.9 Ecuación general de la energía

Según Mott (2013), esta ecuación se define como una rama de la ecuación de Bernoulli la cual facilita la resolución de problemas en los que se involucran tanto pérdidas como ganancia de energía. En la figura 2.5 se puede entender la lógica de esta ecuación. La terminología  $E_1'$  y  $E_2'$  indican la energía presente en el fluido en unidad de peso para sección de la tubería uno y dos. De igual manera, se observa la nomenclatura de la energía agregada  $h_A$ , removida  $h_R$  y perdida  $h_L$ , entonces se puede decir que para un sistema como el mostrado en

la figura 2.5 la ecuación de conservación de energía será:

$$\text{Energía de un fluido} \rightarrow E'_1 + h_A - h_R - h_L = E'_2 ; \text{ si } E = \frac{p}{\gamma} + z + \frac{v^2}{2g}$$

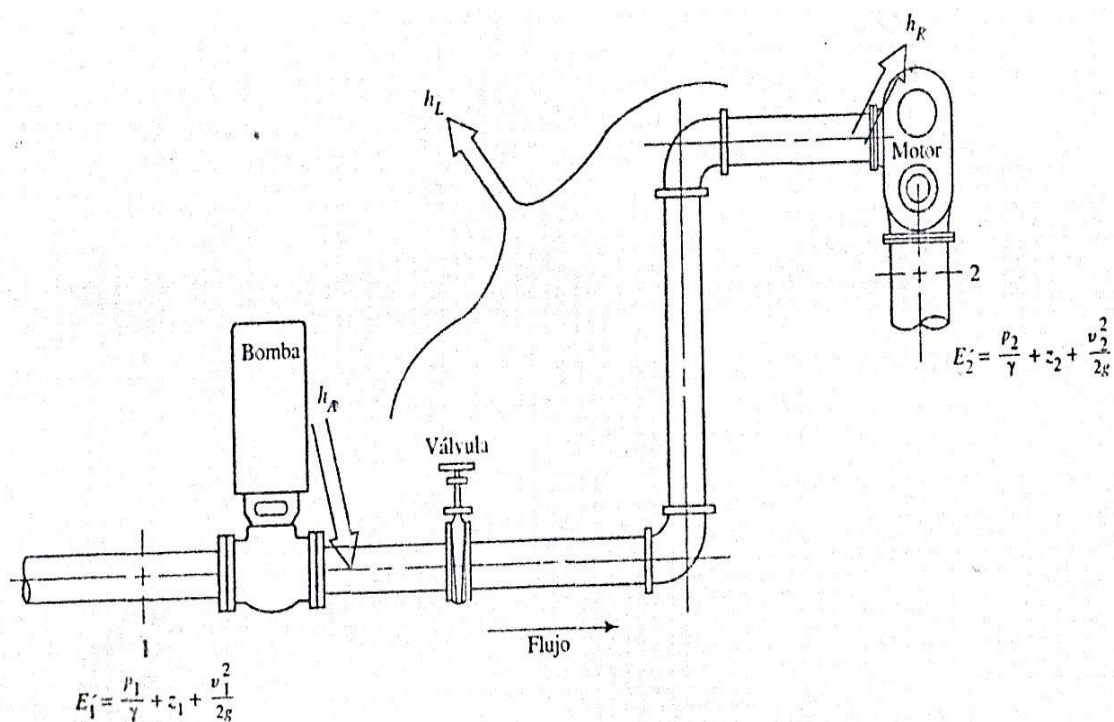
$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (\text{Ecuación 13})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 202)

Para la correcta interpretación de la ecuación general de la energía es necesario que sea escrita en **dirección al flujo**, esto quiere decir, que es necesario establecer un punto de referencia a lado izquierdo y que desde ahí se escriba la ecuación finalizando en el lado derecho.

### Figura 6

*Carga de Presión, Carga de Elevación, Carga de Velocidad y Carga Total.*



Nota. \* Sistema de bombeo convencional, tomada de Robert L. Mott (2013)- Mecánica de Fluidos

**Nomenclatura de pérdidas y ganancias de energía,** Se contabilizan en energía por unidad de peso del fluido que circula a través del sistema. Estas reciben el nombre de carga y se mencionan con la abreviación “*h*”. En cuanto a pérdidas y ganancias de energía en el sistema se maneja la siguiente nomenclatura:

$h_a$  = Energía administrada al fluido por medio de alguna maquinaria, como es el caso de una bomba (m)

$h_r$  = Energía que se le retira al fluido por medio de maquinarias como es el caso de un motor de fluido

$h_z$  = Pérdidas de energía en el sistema ocasionadas por válvulas, por el rozamiento del fluido en las tuberías y otros accesorios

Las pérdidas de energía causadas por el rozamiento del fluido con las tuberías, las válvulas y otros accesorios, está relacionado de manera directamente proporcional con la velocidad del fluido, presentándose en la siguiente ecuación:

$$h_L = K \times (v^2 / 2g); K \text{ es el coeficiente de resistencia} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 202)

La nomenclatura usada para el coeficiente de resistencia es “*K*”, esta se muestra en la **ecuación de Darcy**. Hay diferentes métodos para determinar *K*, los cuales proceden de datos experimentales.

### 2.2.10 Sistemas de tuberías en serie

En caso de los sistemas en serie, en la ecuación de la energía

el término  $h_L$  (ver ecuación 2.15), indica el total de energía que se pierde en algún punto dentro del sistema de tubería marcado por 1 y 2, hay distintos factores que aportan a la pérdida absoluta de energía:

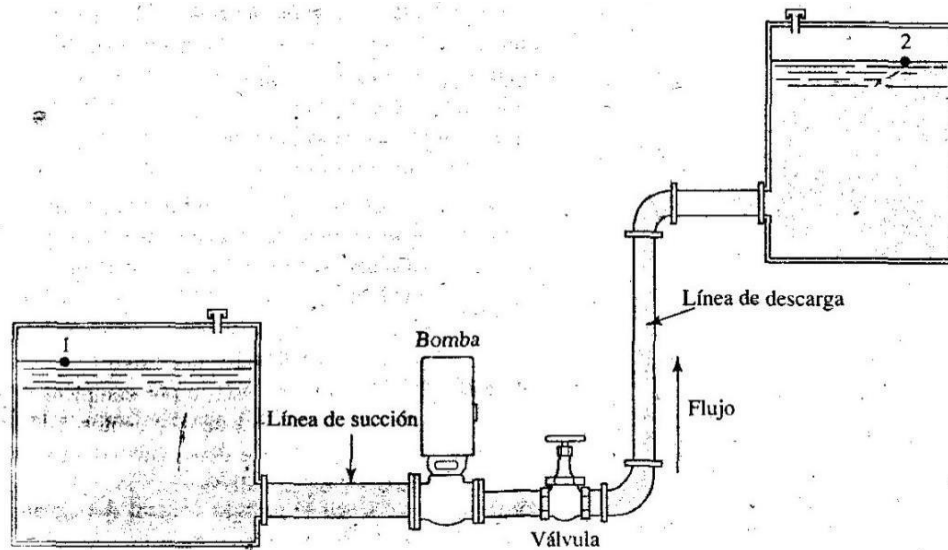
$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \quad (\text{Ecuación 15})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 322)

Siendo:

- $h_L$  = Pérdida total de energía por unidad de peso del fluido en movimiento
- $h_1$  = Pérdida en la entrada
- $h_2$  = Pérdida por fricción en la línea de descarga
- $h_3$  = Pérdida de energía en la válvula
- $h_4$  = Pérdida de energía en los dos codos de 90°
- $h_5$  = Pérdida por fricción en la línea de descarga
- $h_6$  = Pérdida en la salida

En caso del sistema de tuberías en serie, se denomina como pérdida total de energía a la sumatoria de cada una de las pérdidas menores individuales con las pérdidas causadas por rozamiento.

**Figura 7***Sistema de Tuberías en Serie*

*Nota.* Sistema de bombeo en serie, tomada de Mecánica de Fluidos - Robert L. Mott (2013)

### 2.2.11 Potencia que requieren las bombas

Para la rama de mecánica de fluidos, se define potencia como la velocidad en la que sucede la transferencia de energía, con unidad del SI en watt (W). Se determina con el producto entre la energía transferida en Newton de fluido y el flujo en peso (ver ecuación 2.16)

$$P_A = h_A \times W = h_A \times \gamma \times Q \quad (\text{Ecuación 16})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 207)

Siendo:

- $P_a$  = Potencia que se agrega al fluido
- $\gamma$  = Peso específico del fluido que circula a través de la bomba
- $Q$  = Flujo volumétrico del fluido

Eficiencia **mecánica en bombas**, determinada por la relación existente entre la potencia transmitida y la potencia suministrada. No toda la potencia es transmitida a causa de las pérdidas de la energía ocasionadas por el rozamiento con los elementos de la bomba, rozamiento del fluido y la turbulencia excesiva en la maquinaria. Por lo cual esta eficiencia es expresada con  $e_M$ :

$$e_M = \frac{\text{Potencia transmitida al fluido}}{\text{Potencia de entrada a la bomba}} = \frac{P_A}{P_I} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Fuente: Mecánica de Fluidos - Sexta Edición Robert L. Mott (pág. 208)

El valor de  $e_M$  siempre será menor que 1.0, para las bombas comerciales disponibles el valor de  $e_M$  se publica como parte de los datos de rendimiento. Los valores de eficiencia de las bombas dependen por igual a las condiciones en que operan, en particular de la carga total y del flujo volumétrico. Para las bombas centrifugas, empleadas para transferencia o circular de líquidos, la eficiencia esta desde 50% a 85%.

### **2.3 CAÍDA DE TENSIÓN**

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y en el punto extremo.

La caída de tensión es consecuencia de:

El diámetro del cable. cuanto más pequeño más pérdida, el largo del cable a mayor longitud del cable mayor caída de tensión, el tipo de metal utilizado como conductor a mayor resistencia del metal mayor pérdida, el cobre y el aluminio son los metales comúnmente utilizados como conductor siendo el cobre el de menor resistencia



### 2.3.1 Fórmula de caída de tensión trifásica

Sistema Trifásico de corriente alterna

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * L (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) \quad (\text{Ecuación 18})$$

Fuente: Caída de tensión. Miguélez Cables (pág. 1)

Siendo:

- $\Delta U$  = Caída de tensión en voltios (V)
- I = Intensidad a transportar en Amperios (A)
- L = Longitud de cálculo en kilómetros (km)
- R = Resistencia eléctrica a la temperatura “T” ( $\Omega/\text{km}$ )
- X = Reactancia por unidad de longitud ( $\Omega/\text{km}$ ) a falta de indicaciones precisas, tomar 0.08  $\Omega/\text{km}$
- $\cos \varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . En ausencia de datos precisos tomar 0.8
- $\sin \varphi$  = Seno de  $\varphi$ . En ausencia de datos precisos tomar 0.6

#### **2.3.1.1 Valores máximos aceptados para la caída de tensión (según norma IEC 60364-5-52 ANEXO G)**

En ausencia de cualquier otra consideración, la caída de tensión entre el origen de la instalación receptora y el equipo no debería ser mayor que la siguiente tabla:

**Tabla 5***Valores Máximos Aceptados para la Caída de Tensión*

<b>TIPO DE INSTALACIÓN</b>	<b>VALOR</b>	<b>OTROS USOS</b>
A. Instalaciones de B.T alimentadas desde un sistema público de distribución de B. T	3 %	5 %
B. Instalaciones de B.T alimentadas desde un suministro privado de baja tensión.	6%	8 %

*Nota.* \*Caída de tensión. Miguélez Cables (pág. 1)

## ***2.4 SAP 2000***

Según Hernández (2011), El SAP2000 es un programa desarrollado por CSI, Computer and Structures, Inc. de Berkeley, California, Estados Unidos. Está disponible en varias versiones (Standard, Plus y Advanced). Durante más de 30 años, ha estado en constante evolución, brindando a los ingenieros herramientas confiables, sofisticadas y fáciles de usar basadas en una interfaz gráfica intuitiva y poderosa con procedimientos de modelado, análisis y diseño estructural líder mundial.

Se conoce por su flexibilidad en tipos de estructura que permite el análisis de cálculo y su confiabilidad, SAP2000 es una herramienta de trabajo diario para los ingenieros. La flexibilidad en las estructuras de modelado le permite usarla con puentes, edificios, estadios, presas, estructuras industriales, estructura marítima y todo tipo de infraestructura que requiere de un análisis y dimensionamiento.

Las diversas herramientas de análisis y los procesos desarrollados en SAP2000 permiten la evaluación de grandes desplazamientos en cada etapa de la estructura, el análisis modal a través de los vectores propios Eigen y Ritz basados en casos de carga no lineales.

## CAPITULO III

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 NORMA E.020

##### 3.1.1 Diseño de cargas por viento en Estructuras

###### 3.1.1.1 Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (Ver Anexo 2) pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$V_h = V (h/10)^{0.22} \quad \text{(Ecuación 19)}$$

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (pág. 208)

Donde:

$V_h$  = Velocidad de diseño en la altura  $h$  en Km/h

$V$  = Velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h

$h$  = altura sobre el terreno en metros

###### 3.1.1.2 Carga Exterior de Viento

La carga exterior (presión o succión) producida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa. Se calcula con la siguiente expresión:

$$P_h = 0.005 C V_h^2 \quad \text{(Ecuación 20)}$$

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (pág. 208)

Donde:

Ph: presión o succión del viento a una altura h en Kg/m<sup>2</sup>

C: factor de forma adimensional indicado en la Tabla 3

Vh: Velocidad de diseño a la altura h en Km/h, definida en el Artículo 12 (12.3)

**Tabla 6**

*Factores de Forma (C)\**

<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>BARLOVENTO</b>	<b>SOTAVENTO</b>
Superficies verticales de edificios	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1.5	0
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	0
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	0
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+/-0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3; -0.7	-0.6
Superficies inclinadas a 15° y 60°	+0.7; -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) o paralelas a la dirección del viento	-0.7	-0.7

*Nota.* \*Reglamento Nacional de Edificaciones (pág.208)

### 3.1.2 Diseño de Cargas Muertas

El peso real de los materiales y el peso que deberá admitir que el edificio son las cargas muertas que se toman en cuenta, calculando sobre la base de las mediciones de pesos unitarios que aparecen en el Anexo 1 capaces de usar pesos unitarios menores con la justificación adecuada. El peso real se puede determinar analizando o utilizando los datos especificados en los proyectos y catálogos del fabricante.

Desde la perspectiva de diseño mecánico: la carga muerta, está relacionada con el peso del propio material del soporte de tubería seleccionado que soportara las cargas.

#### 3.1.2.1 Diseño de Cargas Vivas

Desde la perspectiva de diseño mecánico: la carga viva, está relacionada con el peso del fluido que se transporta en movimiento por las tuberías dentro del sistema de bombeo.

#### 3.1.2.2 Combinaciones de cargas

Excepto en los casos indicados en las normas propias de los diversos materiales estructurales, todas las cargas consideradas en la presente Norma se considerará que actúan en las siguientes combinaciones, la que produzca los efectos más desfavorables en el elemento estructural considerando, con las reducciones, cuando sean aplicables, indicadas en el Artículo 10.

$$\sum \text{cargas} = D \quad (\text{Ecuación 21})$$

$$\sum \text{cargas} = D + L \quad (\text{Ecuación 22})$$

$$\sum \text{cargas} = D + (W \text{ ó } 0.70E) \quad (\text{Ecuación 23})$$

$$\Sigma \text{cargas} = D + T \quad (\text{Ecuación 24})$$

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (pág. 209)

Donde:

D: Carga Muerta

L : carga Viva

W: Carga de viento

E: Carga de Sismo, Según NTE E.030 Diseño sismorresistente

T: Acciones por cambio de temperatura, contracciones y (o deformaciones diferidas en los materiales componentes, asentamientos de apoyo o combinaciones de ellos

### **3.2 NORMA OS.080**

#### **3.2.1 Estaciones de bombeo de aguas residuales**

La selección de las bombas se hará para su máxima eficiencia y se considerará:

- Caracterización del agua residual
- Caudales de bombeo (régimen de bombeo)
- Altura dinámica total
- Tipo de energía a utilizar
- Tipo de bomba
- Número de unidades
- En toda estación deberá considerarse como mínimo una bomba de reserva

- Deberá evitarse la cavitación, para lo cual la diferencia entre el NPSH requerido y el disponible será como mínimo 0.8 m
- El diámetro de la tubería de succión deberá ser como mínimo un diámetro comercial superior al de la tubería de impulsión
- De ser necesario deberá contar con dispositivos de protección contra el golpe de ariete, previa evaluación

Las válvulas ubicadas en la sala de máquinas de la estación, permitirán la fácil labor de operación y mantenimiento. Se debe considerar como mínimo:

- Válvulas de interrupción
- Válvulas de retención
- Válvulas de aire y vacío

La estación deberá contar con dispositivos de control automático para medir las condiciones de operación. Como mínimo se considera:

- Manómetros, vacuómetros
- Control de niveles mínimos y máximos
- Alarma de alto y bajo nivel
- Medidor de caudal con indicador de gasto instantáneo y totalizador de lectura directa
- Tablero de control eléctrico con sistema de automatización para arranque y parada de bombas, analizador de redes y banco de condensadores



**3.3 NORMA ASME B73.1 – 2001 – SPECIFICATION FOR HORIZONTAL END  
SUCTION CENTRIFUGAL PUMPS FOR CHEMICAL PROCESS**

**3.3.1 Características de Diseño y Construcción**

**3.3.1.1 Límites de presión y temperatura**

Límites de presión: Las limitaciones de presión deben ser establecidas por el fabricante de la bomba.

Límites de temperatura: Las limitaciones de temperatura deben ser establecidas por el fabricante de la bomba. Las bombas deben estar disponibles para temperaturas de hasta 500

°F (260 °C). Es posible que se requieran revestimientos y otras modificaciones para cumplir con la temperatura de funcionamiento.

**3.3.1.2 Bridas**

Las boquillas de succión y descarga deben tener bridas. Las bridas deben cumplir con las normas ASME B16.5 o ASME B16.42 Clase 150.

**3.3.1.3 Eje**

La superficie de montaje del sello incluye el diámetro exterior del eje o del manguito del eje dentro de la caja de empaquetadura o la cámara del sello y una longitud suficiente más allá para acomodar los sellos externos.

### 3.3.1.4 Cojinetes

Se deben proporcionar dos conjuntos de rodamientos antifricción, un conjunto libre para flotar dentro del marco para soportar carga radial solamente, y el otro conjunto dispuesto para soportar carga radial y empuje axial.

### 3.3.1.5 Materiales de construcción

El material de identificación de una bomba debe ser aquel del cual están construidas las principales partes mojadas por bombeo. La bomba debe estar disponible con el siguiente material de construcción:

**Tabla 7**

*Materiales de Construcción para la Bomba*

<b>MATERIAL</b>	<b>ESPECIFICACIÓN DEL MATERIAL</b>
Fundición de hierro dúctil	ASTM A 395 (para piezas que contienen presión). ASTM A 395 o A 536 para piezas que no contienen presión
Acero al carbono fundido	ASTM A 216 - Grado WCB
Fundición de acero de alta aleación (similar al acero inoxidable 316)	ASTM A 744 - Grado CF8M
Aleación fundida 20	ASTM A 744 - Grado CN7M
Otro	Opcional

*Nota.* \* NORMA ASME B73.1 – 2001

### **3.3.1.6 Tolerancia a la Corrosión**

La carcasa, la tapa y la glándula deben tener un margen de corrosión de al menos 0,12 pulg. (3,2 mm).

### **3.3.1.7 . Dirección de rotación**

La dirección de rotación debe ser en el sentido de las agujas del reloj cuando se ve desde el extremo del acoplamiento. Se debe proporcionar una flecha que muestre la dirección de rotación, ya sea fundida en la carcasa o estampado en una placa de construcción duradera fijada a la bomba en un lugar destacado.

### **3.3.1.8 Prueba Hidrostática**

Después del mecanizado, las carcasas, las cubiertas y las camisas se someterán a pruebas hidrostáticas durante 10 min, con agua a 1,5 veces la presión máxima de diseño correspondiente a 100 °F (38 °C) para el material de construcción utilizado. No se permitirán fugas a través de la pieza.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 CÁLCULO DE DIÁMETROS DE SUCCIÓN E IMPULSIÓN.

Para el correcto cálculo y selección se utilizarán los datos brindados por la empresa AUSRAL GROUP S.A.A, siendo estos.

**Tabla 8**

*Datos del Proyecto*

<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		
Número de bombas	1	Und
Periodo de Diseño	20	Años
Caudal máximo	83.33	litros/s
Temperatura del fluido	5	°C
Tipo de Tubería	Acero	
Factor de diseño	25%	Porcentual
Peso específico	10250	N/m <sup>3</sup>

Nota. \* Datos iniciales de diseño de sistema del sistema de bombeo empresa

**Tabla 9**

*Cálculos iniciales*

<b>CALCULOS INICIALES</b>		
Q Diseño	104.2	l/s
Q Diseño	0.1042	M <sup>3</sup> /s
Horas x Temporada	350	Horas
Número de horas anual	700	Horas

Nota. \* Parámetros con factor de seguridad de diseño

#### 4.1.1 Diámetro de impulsión

Se utilizará la ecuación:

$$D = 0.156 * Q^{0.5} * n^{0.25}$$

$$D = 0.156(0.1042^{0.5}) * 700^{0.25}$$

$$D = 0.259m \text{ (tentativo)}$$

Obteniendo así que tendrías que seleccionar un diámetro cercano el cual será de 8'' es decir de 0.203m.

Con el diámetro obtenido se procede a calcular el área, para luego así obtener la velocidad tanto mínima como máxima del fluido.

$$A = \pi x D^2/4$$

Reemplazando los valores del diámetro calculados, obtenemos que el área será de 0.03228 m<sup>2</sup>, asimismo se calcula la velocidad obteniendo como resultado

$$V = Q/A$$

$$V = 0.1042/0.03228$$

$$V = 3.2266 \text{ m/s}$$

Al obtener el valor de 3.2266 m/s de velocidad podemos proponer que la velocidad mínima permitida será de 1.0 m/s y la máxima será de 3.5 m/s.

#### 4.1.2 Diámetro de succión.

Para la succión seleccionaremos un diámetro de 10'' es decir de 0.254m, con este diámetro se calculará la velocidad de descarga y las velocidades mínimas como máximas.

$$A = \pi \times D^2/4$$

$$V = Q/A$$

$$V = \frac{0.1042}{0.05085} = 2.0482$$

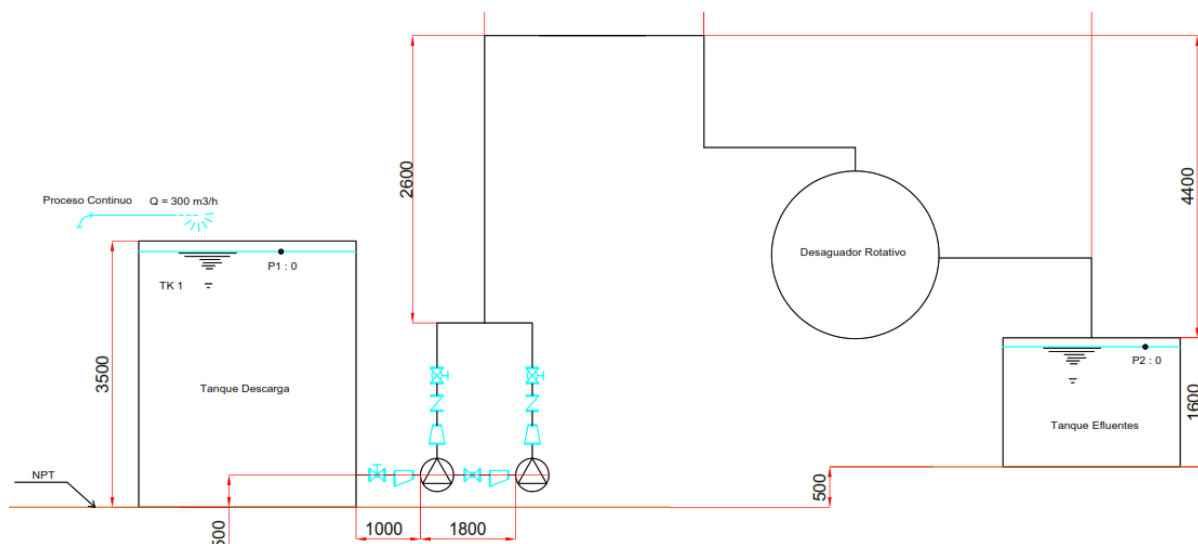
Obteniendo un área de 0.05085 m<sup>2</sup> y una velocidad de 2.0482 m/s por lo que se tomará una velocidad máxima de 2.0m/s y una velocidad mínima de 0.45 m/s.

#### 4.1.3 Cálculo de la altura dinámica de elevación

Para el cálculo de la altura dinámica utilizaremos las distancias del sistema de bombeo actual, a continuación, se detallarán dichas distancias.

### Figura 8

*Distancias del Sistema de Bombeo Existente*



*Nota.* Diagrama de circuito de sistema de bombeo de agua refrigerada, Elaboración propia

Se determinarán tres alturas para el diseño

- Altura estática de succión

$$AES = 3.5m - 0.5m = 3.0 m$$

- Altura estática de impulsión

$$AEI = 6.5m - 0.5m = 6.0 m$$

- Altura estática total

$$AET = 6.0m - 3.0m = 3.0 m$$

Obteniendo como resultados

### Tabla 10

*Altura dinámica*

Altura dinámica		
Altura Estática de succión	3.0	m
Altura Estática de impulsión	6.0	m
Altura Estática total	3.0	m

*Nota\** Resumen de cálculos de alturas para el sistema de bombeo.

## 4.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS

### 4.2.1 Pérdidas en la succión

Pérdida primaria, se tomará un diámetro de 10'' (0.254m)

### Tabla 11

*Datos para las Pérdidas*

Símbolo	Descripción	Cantidad	Unidad
Nr	Numero de Reynolds	342584.225	Adi
v	Velocidad	2.0482	m/s
D	Diámetro	0.254	m/s
$\rho$	Densidad	999.1	K/m <sup>3</sup>

Símbolo	Descripción	Cantidad	Unidad
$\eta$	Viscosidad dinámica	0.00152	Kg/ m *s
T	Temperatura	5	°C
Ls	Longitud de succión	3.2	m
f	Factor de fricción	0.017	Adi
D/e	Rugosidad relativa	5531.73	Adi

*Nota.* \* Resultados y factores de cálculo de pérdidas por fricción

**Tabla 12**

*Pérdida Primaria*

HL	Perdida Primaria	0.05	m
----	------------------	------	---

*Nota.* \* Pérdida por fricción en la tubería de succión

**Tabla 13**

*Pérdidas por Accesorios*

Accesorio	Descripción	Cantidad	K	Total
Válvula	Compuerta/ cortina	1	0.112	0.11
Entrada	Normal	1	0.78	0.78
Reducción	Estrechamiento	1	0.06415	0.06
SUMA TOTAL				1.0

*Nota.* \* Factores de pérdida por accesorio en la tubería de succión

$$K_2 = \frac{0.8 \left( \text{sen} \frac{\theta}{2} \right)^2 (1 - \beta^2)}{\beta^4}$$

$$K_2 = \frac{0.8 \left( \text{sen} \frac{10.4}{2} \right)^2 (1 - 0.7992^2)}{0.7992^4} = 0.06415$$



**Tabla 14***Parámetros Adicionales de Cálculo para la Succión del Sistema de Bombeo*

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Entrada a la succión de la bomba	D1	0.203	m
Salida de manifold a Estrechamiento	D2	0.254	m
Angulo de cambio de diámetro	$\theta$	10.4	°
Relación de diámetros en la succión	$\beta$ 1	0.7992	Adi
Relación de diámetros en la descarga	$\beta$ 2	0.7586	Adi

*Nota.* \* Elaboración propia**Tabla 15***Factores de Fricción para Tuberías Comerciales, Nuevas, de Acero, con Flujo en la Zona**Total de Turbulencia*

<b>Factores de fricción para tuberías comerciales, nuevas, de acero, con flujo en la zona total de turbulencia</b>									
Diámetro Nominal	Mm	50	65, 80	100	125	150	200, 250	300, 400	450 - 600
	Pulg.	2	2(1/2), 3	4	5	6	8, 10	12 - 16	18 - 24
Factor de fricción		0,019	0,018	0,017	0,016	0,015	0,014	0,013	0,012

*Nota.* \* Adaptado de Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías, (A 46), CRANE.**Tabla 16***Pérdidas Secundarias*

HS	Perdida Secundaria	0.20	m
----	--------------------	------	---

*Nota.* \*Perdida por fricción de accesorios en tubería de succión

#### 4.2.2 Pérdidas en la impulsión

Se utilizará el diámetro seleccionado de 8'' (0.203m)

**Tabla 17**

*Datos para las Pérdidas en la tubería de descarga*

Símbolo	Descripción	Cantidad	Unidad
Nr	Numero de Reynolds	429979.195	Adi
v	Velocidad	3.2266	m/s
D	Diámetro	0.203	m
$\rho$	Densidad	999.1	kg/m <sup>3</sup>
$\eta$	Viscosidad dinámica	0.00152	Kg/ m *s
T	Temperatura	5	°C
Ls	Longitud de succión	118	m
f	Factor de fricción	0.017	Adi
D/e	Rugosidad relativa	4407.39	Adi

*Nota.* \* Resultados y factores de cálculo de perdidas por fricción en la tubería de descarga

**Tabla 18**

*Pérdidas primarias*

HL	Perdida PRIMARIA	5.44	m
----	------------------	------	---

*Nota.* \* Pérdida por fricción en la tubería de descarga

**Tabla 19**

*Pérdidas por Accesorios*

Accesorio	Descripción	Cantidad	K	Total
Válvula	Globo	1	4.8	4.8
Codo	90°	9	0.28	2.5
Codo	45°	10	0.224	2.2
Curva	90°	2	0.28	0.6

Accesorio	Descripción	Cantidad	K	Total
Válvula	Retención	1	5.6	11.2
Reducción	Ensanchamiento	1	0.1282	0.26
TOTAL				15.8

*Nota.* \* Factores de pérdida por accesorios en la tubería de descarga

$$K_2 = \frac{2.6 \left(\sin \frac{\theta}{2}\right) * (1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

$$K_2 = \frac{2.6 \left(\sin \frac{10.4}{2}\right) * (1 - 0.7586^2)^2}{0.7586^4} = 0.1282$$

**Tabla 20**

*Pérdidas secundarias*

HS	Perdida SECUNDARIA	8.39	m
----	--------------------	------	---

*Nota.* \* Pérdida por fricción de accesorios en tubería de descarga

#### 4.2.3 Sumatoria de Pérdidas (Hf)

Reemplazando los valores obtenidos por el cálculo de pérdidas obtenemos que:

$$H_f = HL_s + HS_s + HL_d + HS_d$$

Entonces, tenemos que la sumatoria de pérdidas es:

$$H_f = 0.05m + 0.20m + 5.44m + 8.39m$$

$$H_f = 14.08m$$

Una vez obtenidos todos los valores necesarios para reemplazar en la ecuación de la Altura Dinámica Total de elevación (ADT) tenemos:

$$ADT = Z_2 + Z_1 + HF$$

$$ADT = 6.0m - 3.0m + 14.08m$$

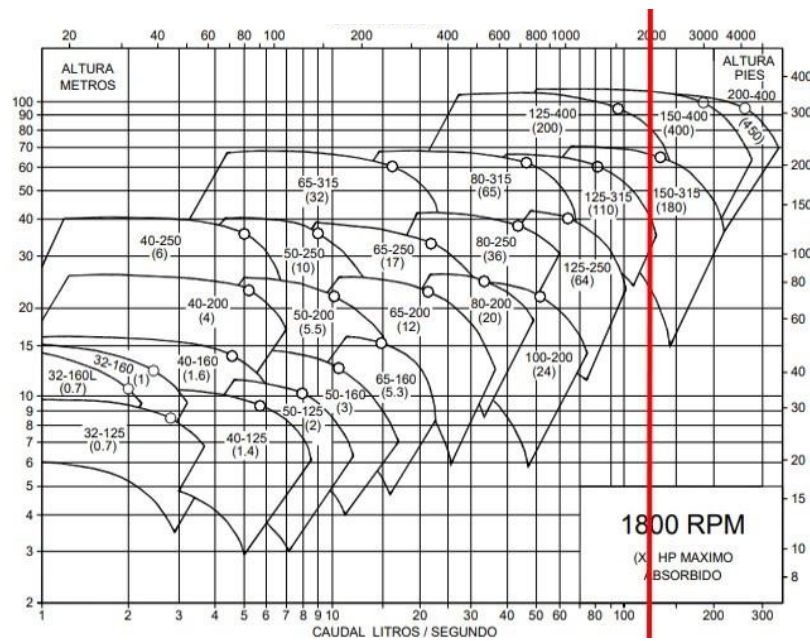
$$ADT = 17.08m$$

### 4.3 CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DE BOMBAS.

De acuerdo a las curvas características de bombas centrífugas de HIDROSTAL

**Figura 9**

*Caudal vs Altura, Cuadro de Selección de Bombas*



*Nota.* \* Adaptado de FOLLETO BOMBA CENTRIFUGA ISO/DIS 2858, HIDROSTAL

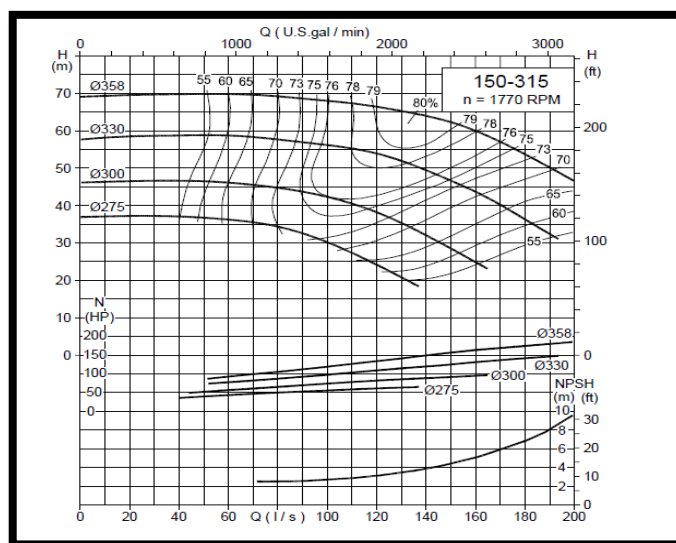
En la presente figura se seleccionará la bomba de acuerdo a los valores del caudal y a la altura dinámica de elevación calculados y resumidos en el siguiente cuadro.

**Tabla 21***Datos Calculados Para La Selección*

Caudal de diseño	104,2	l/s
ADT	17,08	m
Velocidad	1770	RPM
Eficiencia	60	%

*Nota.* \* Valores para selección de la bomba centrífuga horizontal

Asimismo, utilizaremos la tabla de características brindadas por el fabricante seleccionaremos la bomba de serie 150-315 con una velocidad de 1770 RPM y un diámetro en el impulsor de 275mm.

**Figura 10***Caudal vs Altura para bomba serie 150 – 315*

*Nota.* \* Adaptado de FOLLETO BOMBA CENTRIFUGA ISO/DIS 2858, (pag.29), HIDROSTAL

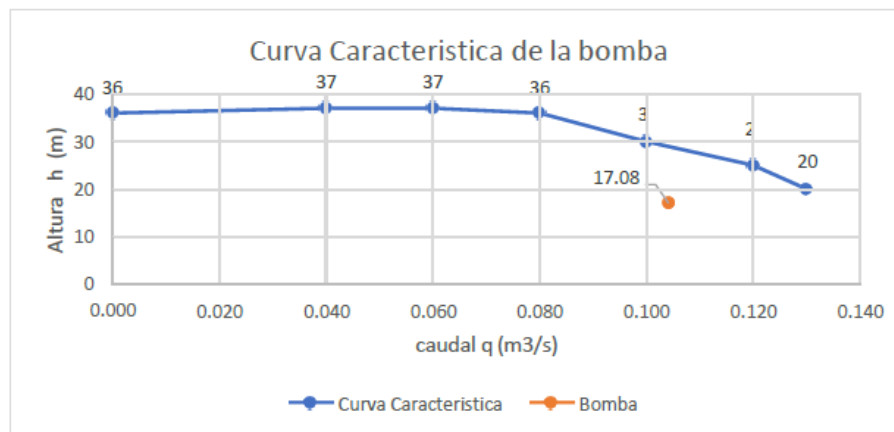
Una vez seleccionada la bomba utilizaremos el valor de la altura dinámica de 26.90 para comparar el valor obtenido con la curva característica y, así asegurar que la bomba seleccionada sea la correcta.

**Tabla 22***Caudal - Altura*

Curva de Bomba	
Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)
0.000	36
0.040	37
0.060	37
0.080	36
0.100	30
0.120	25
0.130	20

*Nota.* \* Adaptado de FOLLETO BOMBA CENTRIFUGA ISO/DIS 2858, (pag.29),

HIDROSTAL

**Figura 11***Curva característica de la bomba*

*Nota.* \* Punto de Bombeo y curva de selección de curva de bomba adaptado de

HIDROSTAL

Para hallar la curva del sistema se procede hallar la ecuación que determine el comportamiento de las pérdidas y la carga estática del sistema

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

La diferencia de presiones se elimina por ser recipientes abiertos, el  $h_R$  no se presenta dentro del sistema de bombeo, las velocidades se consideran despreciables, por lo tanto, la ecuación se reduce a la siguiente expresión

$$\begin{aligned}
 h_A &= z_2 - z_1 + h_L \\
 z_2 - z_1 &= 3 \text{ m (mínimo)} \\
 z_2 - z_1 &= 6 \text{ m (máximo)} \\
 h_A(\text{mínimo}) &= 3 + h_L \\
 h_A(\text{máximo}) &= 6 + h_L \\
 h_L &= \sum \frac{\zeta_i}{2g * A_i^2} * Q^2 \\
 h_L &= \left( \frac{\frac{L}{D}}{2g * A_s^2} + \frac{\sum k}{2g * A_s^2} + \frac{\frac{L}{D}}{2g * A_d^2} + \frac{\sum k}{2g * A_d^2} \right) * Q^2
 \end{aligned}$$

Reemplazando los valores en la fórmula final:

$$\begin{aligned}
 A_s^2 &= 0.05085^2 = 2.58 \times 10^{-3} \\
 A_d^2 &= 0.03228^2 = 1.04 \times 10^{-3} \\
 \frac{f \frac{L}{D}}{2g * A_s^2} &= \frac{0.1759 \frac{3.2}{0.254}}{2 * 9.81 * 2.58 \times 10^{-3}} = 4.32 \\
 \frac{\sum k}{2g * A_s^2} &= \frac{1}{2 * 9.81 * 2.58 \times 10^{-3}} = 18.65 \\
 \frac{f \frac{L}{D}}{2g * A_d^2} &= \frac{0.1759 \frac{118}{0.203}}{2 * 9.81 * 1.04 \times 10^{-3}} = 495.88 \\
 \frac{\sum k}{2g * A_s^2} &= \frac{15.8}{2 * 9.81 * 1.04 \times 10^{-3}} = 765.32 \\
 h_L &= ((4.32 + 18.65)_s + (495.88 + 765.32)_d) * Q^2 \\
 h_L &= 1284.17 * Q^2
 \end{aligned}$$

Las ecuaciones finales serán

$$\begin{aligned}
 h_A(\text{mínimo}) &= 3 + 1284.17 * Q^2 \\
 h_A(\text{máximo}) &= 6 + 1284.17 * Q^2
 \end{aligned}$$

Entonces al seleccionar la bomba podemos calcular todos los valores de pérdidas, alturas estáticas y dinámicas siguiendo los caudales dados por la curva característica de la misma

**Tabla 23**

*Tabulación de datos para la curva del sistema*

Q (m <sup>3</sup> /s)	Hb min (m)	Hb max (m)
0.02	3.51	6.51
0.040	5.05	8.05
0.050	6.21	9.21
0.060	7.62	10.62
0.070	9.29	12.29
0.080	11.22	14.21
0.090	13.40	16.40
0.100	15.84	18.84
0.110	18.54	21.53
0.120	21.49	24.49
0.130	24.70	27.70

*Nota.* \* Resumen de cálculos de pérdidas y alturas para la curva del sistema

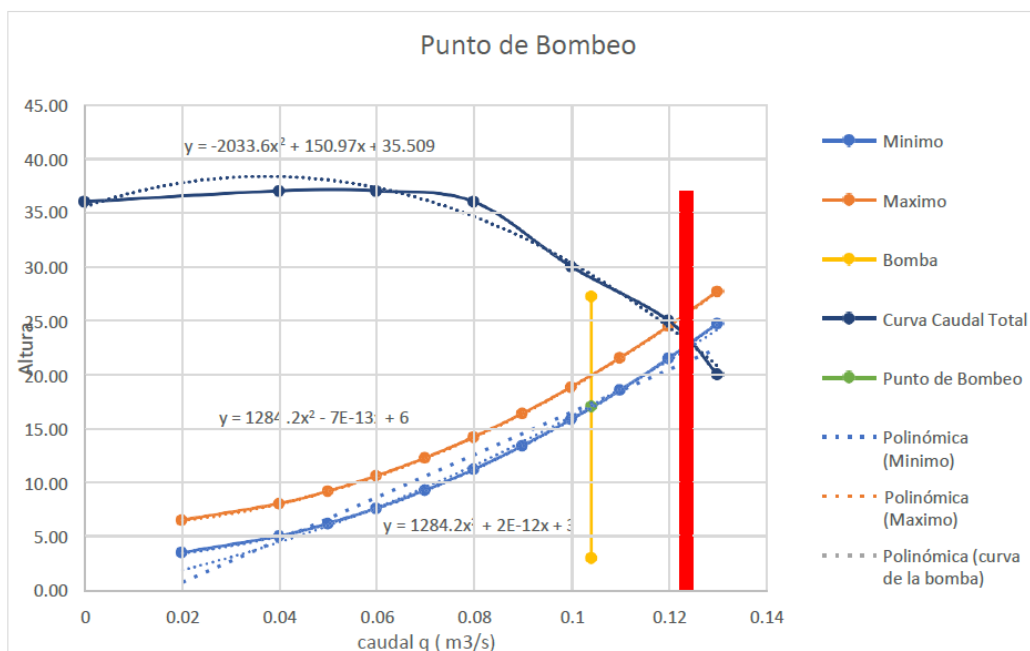
#### **4.3.1 Curva de operación del sistema**

Mediante una curva se determina el punto de operación de la bomba seleccionada



**Figura 12**

*Intersección de curva del sistema y curva de la bomba seleccionada*



*Nota. \*:* Intersección de la curva del sistema, curva de la bomba y el punto de bombeo.

Se puede observar que los puntos de altura máxima y mínima con respecto al caudal del diseño no sobre pasan la cantidad de caudal permitido por la bomba y asu vez, están dentro del trabajo máximo y mínimo permitido por la bomba.

Entonces con los resultados de la curva de operación obtendremos elrango de operación de la bomba en la estación de bombeo, los cuales son:

**Tabla 24**

*Datos de operación de la bomba*

<b>BOMBA</b>		
Q mínimo	119.7	l/s
Q Operación	122.0	l/s
Q máximo	124.32	l/s
Hdt promedio	23.63	m
Eficiencia	60.00	%

*Nota. \* Resultado operacional de selección de bomba*

**Tabla 25***Datos Paralelos en STAND BY*

PARALELO EN STAND BY		
Q mínimo	151.07	l/s
Q Operación	154.22	l/s
Q máximo	157.36	l/s
Hdt promedio	23.63	m
Eficiencia	60.00	%

Nota. \* Resultado operacional si el sistema de bombas trabaja en paralelo Utilizaremos la fórmula para la potencia de la bomba (Mott, 2006)

$$P_A = h_A * \gamma * Q$$

Sabiendo que,

$h_A$  es la energía entregada por el dispositivo mecánico al fluido

$P_A$  es la potencia entregada al fluido

$\gamma$  es el peso específico del fluido

$Q$  es el caudal

Reemplazamos los valores y obtenemos que:

$$P_A = 10250 * 0.122 * \frac{23.63}{60\%} = 49.3$$

Donde 60% es la eficiencia de la bomba, obtendremos como potencia entregada al fluido un valor de 48778.38 Watts, es decir 48.8 kW.

Con el valor obtenido de 48.8 kW, se calcula la potencia del motor multiplicándose por el factor de diseño seleccionado de 1.2.

$$\text{Potencia del motor} = P_A * \text{Factor de diseño}$$

$$Potencia\ del\ motor = 49.3 * 1.2$$

$$Potencia\ del\ motor = 59.1\ kW = 79.3\ HP$$

De acuerdo a las potencias comerciales de motores eléctricos, se deberá considerar un motor de 100 HP para el uso y recambio por mantenimiento.

### 4.3.2 NPSH Disponible

Se utilizan las fórmulas

- NPSH disponible o succión positiva.

$$\frac{P_{atm} - P_v}{GE} + H_{succ} - h_f$$

- NPSH Requerido o succión negativa

$$\frac{P_{atm} - P_v}{GE} - H_{succ} - h_f$$

**Tabla 26***Datos para El NSPH*

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
H	altitud posición geográfica	2	m
Pa/ $\gamma$	Presión atmosférica	10.328	m
Pv	Temp. H2O de mar	5	°C
Pv	Pres. Vapor H2O de mar	0.08894	m
DA	Densidad del agua (15°C)	999.19	Kg/m3
DAM	Densidad del Agua de mar (15°)	1026.00	Adi
GE	Gravedad específica	1.0268	ADI
Positiva	Tipo de succión	+	m
H succión	Altura de Succión	3	m
Hf	Pérdidas totales succión	0.25	m
M	Seguridad	0.5	m
NPSH Disp.	Cabeza de altura positiva de succión	12.72	m

*Nota.* \* Datos calculados y característicos del agua de mar refrigerada

#### ***4.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS, TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE ACUERDO AL***

##### ***CAUDAL CALCULADO***

##### **4.4.1 Selección de la bomba.**

Para poder cotizar la bomba se deberán tomar en cuenta los cálculos del objetivo anterior, los cuales nos servirán de guía para la correcta solicitud del elemento hidráulico, del mismo modo se deberá especificar otras características para la mayor precisión tenga el proveedor.

**Tabla 27***Datos para cotización de la bomba centrífuga*

<b>DATOS DE BOMBA CENTRÍFUGA</b>	
LIQUIDO A BOMBLEAR	Agua de mar
TEMPERATURA	0° - 10°C
VISCOSIDAD (cstk)	1.51
CAUDAL m3 /h	450
ADT (m)	25
NPSH DISPONIBLE (m)	12.7
TIPO DE SELLO	MECÁNICO DOBLE
CAJA	fundido gris
IMPULSOR	fundido gris
EJE	SAE-1045
POTENCIA DE MOTOR (hp)	100
VELOCIDAD	1750 RPM
CANTIDAD	2 UNIDADES

Nota. \* Características mecánicas e hidráulicas de la bomba centrífuga horizontal El proveedor responde la solicitud especificando lo siguiente:

Bomba centrífuga, marca HIDROSTAL, fabricada en el Perú, con certificación ISO9001 e ISO 14001, Caja de bomba con succión axial y descarga radial. Soporte construido en fierro fundido con rodamientos lubricados por grasa. Base común de acero estructural para montaje horizontal bomba-motor, sistema de transmisión mediante acoplamiento directo con su respectivo guardo acople. Motor eléctrico asíncrono, trifásico, marca General Electric, totalmente cerrado, forma constructiva horizontal, para operar en instalaciones trifásicas de 60Hz, para arranque directo o estrella triangulo, Para temperatura ambiente máxima de 40° C a 1,000 msnm

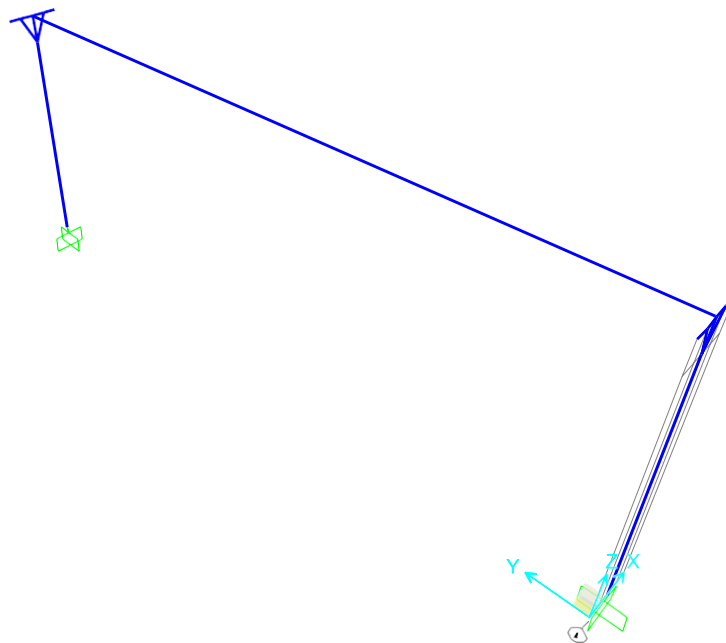
ELECTROBOMBA 150-315 -3AHE-F670-AS-5R-2-80TG-100-18/300 GE

#### 4.5 SOPORTE PARA LA TUBERÍA DE DESCARGA DE LA BOMBA

Se implementará un soporte el cual en el cual se situará la bomba para así facilitar el acceso y mantenimiento, este soporte se elaborará mediante SAP 2000

##### Figura 13

*Modelo del Soporte por Elementos Finitos*



*Nota.* \* Representación 3D de soporte de tubería de descarga, Adaptada del software SAP 2000

##### 4.5.1 Propiedades del material utilizado

Se utilizará el acero A36 y el acero A53GrB para la elaboración del soporte.

- Propiedades mecánicas

**Tabla 28**

Propiedades Mecánicas de los perfiles

<b>Material</b>	<b>Unidad de peso</b>	<b>Unidad de masa</b>	<b>E1</b>	<b>G12</b>	<b>U12</b>	<b>A1</b>
	N/mm <sup>3</sup>	N-s <sup>2</sup> /mm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		1/C
A36	7.6973E+04	7.8490E+03	1.999E+11	7.690E+10	0.3	1.170E-05
A53GrB	7.6973E+04	7.8490E+03	1.999E+11	7.690E+10	0.3	1.170E-05

*Nota.* \*Características de los materiales empleados para el soporte

- Datos del acero

**Tabla 29***Datos De Los Aceros Utilizados*

<b>Material</b>	<b>Fy</b>	<b>Fu</b>	<b>Pendiente final</b>	<b>Esfuerzo</b>
	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		
A36	248.21	399.9	-0.1	Von Mises
A53GrB	241.32	413.69	-0.1	Von Mises

*Nota.* \* Esfuerzo fluencia y último de los materiales empleados para el soporte

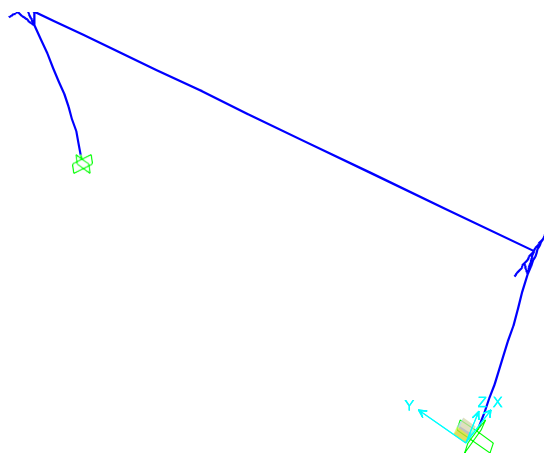
#### 4.5.2 Cargas aplicadas

Al aplicarle cargas a la estructura se podrá comprobar si es el diseño de esta es adecuado.

**Tabla 30***Casos de Cargas*

<b>Caso</b>	<b>Tipo</b>	<b>Condición inicial</b>	<b>Caso Modal</b>	<b>Caso Base</b>	<b>Centro de Masa</b>	<b>Desarrollo</b>
Muerta	Línea estática	Cero	Modal			Programación determinada
Modal	Línea Modal	Cero	Modal			Programación determinada
Viva	Línea Estática	Cero	Modal			Programación determinada
Terremoto X	Línea respecto a espectro	Cero	Modal			Programación determinada
Terremoto Y	Línea respeto a espectro	Cero	Modal			Programación determinada
viento	Línea estática	Cero	Modal			Programación determinada

*Nota.* \* Descripción de los tipos de cargas sometidos a la estructura soporte de la tubería dedescarga

**Figura 14***Estructura Deformada por las Cargas*

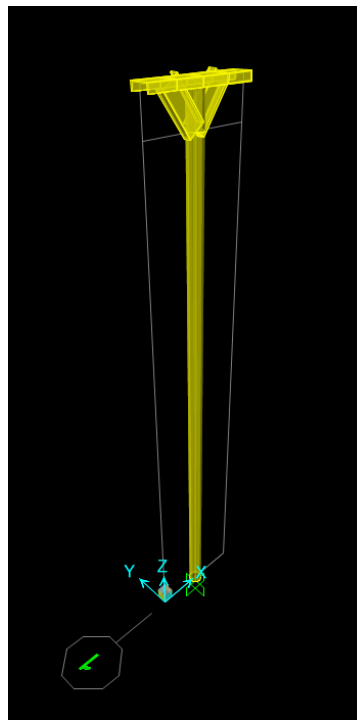
*Nota.* \* Simulación de Estructura sometida a la carga designada Adaptada del software SAP 2000



Después de la simulación realizada por el software SAP 2000 podemos afirmar que la estructura resistirá el régimen operacional de la carga de volumen y condiciones críticas de bombeo más las demás cargas aplicadas para someter el diseño al límite.

### Figura 15

*Estructura Finalizada*



*Nota.* \* Modelado de estructura simulado, adaptado del software SAP 2000

#### 4.5.3 Propiedades de las secciones

Esta sección proporciona información sobre las propiedades de la sección para los objetos utilizados en el modelo.

#### 4.5.4 Elementos

**Tabla 31**

*Propiedades de la Sección de los perfiles estructurales*

Nombre de sección	Material	Forma	t3	t2	tf	tw	t2b	tfb
			mm	mm	mm	mm	mm	mm
C4X5.4	A36	Canal	101.6	40.132	7.518	4.674		
Pipe3SCH40	A53GrB	Tubo	88.9			5.486		

*Nota.* \* Características geométricas de los perfiles seleccionados

**Tabla 32**

*Propiedades geométricas de la sección transversal de los elementos estructurales*

Nombre de Sección	Área	Cons. de Torsión	I33	I22	I23	AS2	AS3
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup>	mm <sup>4</sup>	mm <sup>4</sup>	mm <sup>4</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
C4X5.4	1019.35	16607.63	1602490.95	129864.21	0.	474.84	603.46
Pipe3SCH40	1341.93	2368356.84	1186259.52	1186259.52	0.	737.22	737.22

*Nota.* \* Características geométricas de los perfiles seleccionados.

**Tabla 33**

*Propiedades geométricas de los elementos estructurales*

Nombre de Sección	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm	mm
C4X5.4	31545.1	4552.77	37526.38	9258.69	39.649	11.287
Pipe3SCH40	26687.5	26687.5	35887.67	35887.67	29.732	29.732

*Nota.* \*Características geométricas de los perfiles mecánicos.

### 4.5.5 Cargas de patrones

Esta sección proporciona información de carga aplicada al modelo.

**Tabla 34**

*Definición de carga de patrones*

<b>Carga de Patrón</b>	<b>Tipo de diseño</b>	<b>Mult. Por peso propio</b>	<b>Máxima Referencia registrada</b>
MUERTA	MUERTA	1.	
VIVA	VIVA	0.	
TERREMOTO X	TERREMOTO	0.	CHILE
TERREMOTO Y	TERREMOTO	0.	CHILE
VIENTO	VIENTO	0.	MEXICO

*Nota.* \* Cargas sometidas a su propio peso para cálculo del diseño mecánico

**Tabla 35**

*Carga Viento Peruano*

<b>LoadPat</b>	<b>WindVel</b>
	Km/h
VIENTO	75.

*Nota.* \* Valor máximo registrado por el reglamento nacional de edificaciones

### 4.5.6 Cargas combinadas

Esta Sección proporciona información sobre la combinación de cargas.

**Tabla 36**

Definición de Combinaciones

<b>Nombre de combinación</b>	<b>Tipo de Combinación</b>	<b>Nombre del Caso</b>	<b>Factor de escala</b>
COMB1	Lineal	Muerta	1.4
COMB2	Lineal	Muerta	1.2
COMB2	Lineal	Viva	1.6
COMB3	Lineal	Muerta	1.2
COMB3	Lineal	Viento	0.8
COMB3	Lineal	Viva	0.5
COMB4	Lineal	Muerta	1.2
COMB4	Lineal	Terremoto X	1.
COMB4	Lineal	Viva	0.5
COMB5	Lineal	Muerta	1.2
COMB5	Lineal	Terremoto Y	1.
COMB5	Lineal	Viva	0.5
COMB6	Lineal	Muerta	0.9
COMB6	Lineal	Viento	1.3
ENVOLVENTE	Envolvente	Combinación 1	1.
ENVOLVENTE	Envolvente	Combinación 2	1.
ENVOLVENTE	Envolvente	Combinación 3	1.
ENVOLVENTE	Envolvente	Combinación 4	1.
ENVOLVENTE	Envolvente	Combinación 5	1.
ENVOLVENTE	Envolvente	Combinación 6	1.

*Nota.* \* Resumen de Factores de Ecuaciones de combinaciones de carga

### 4.6 CÁLCULO DE CARGAS.

Calculo manual de las diferentes cargas que someterán al límite el diseño de la descarga del sistema de bombeo.

**Tabla 37***Datos de las Tuberías.*

<b>Datos:</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
Pp	PRESION MINIMA DE PRUEBA	1340	PSI
T	TEMPERATURA DEL FLUIDO	5	°C
$\gamma$	Peso específico del FLUIDO	10250	N/M3
$\omega$ Tubo	Peso x unidad de longitud	42.55	kg/ m
$\emptyset$ Sel.	Diámetro de Tubo de descarga	8"	
$\emptyset$ Ext.	Diámetro Exterior	219.1	mm
$\emptyset$ Int.	Diámetro Interior	203.0	mm
L	Longitud de descarga	118	m

*Nota.* \* Resumen de valores para cálculo de la carga viva.

#### 4.6.1 Carga de viento

##### 4.6.1.1 Cálculo del volumen interior de la tubería.

$$V = \frac{\pi * \emptyset_{interior}^2}{4} * L$$

$$V = \frac{\pi * 0.203^2}{4} * 118$$

$$V = 3.82 \text{ m}^3$$

##### 4.6.1.2 Cálculo del peso por unidad del fluido por longitud

$$W_{H_2O} = (\gamma_{H_2O}) * \frac{\pi * \emptyset_{interior}^2}{4} * L$$

$$W_{H_2O} = \frac{10250}{9.81} * 3.82$$

$$W_{H_2O} = 3991.33 \text{ kg}$$

#### 4.6.1.3 Peso del fluido por unidad de longitud

$$\omega_{H_2O} = \frac{m \cdot g}{L}$$

$$\omega_{H_2O} = \frac{3991.33 \cdot 9.81}{118}$$

$$\omega_{H_2O} = 331.82 \text{ N/m}$$

#### 4.6.1.4 Carga del viento

$$P_h = 0.005 \cdot C \cdot V_h^2$$

**Tabla 38**

*Datos de la Carga del Viento*

Símbolo	Cantidad	Unidad
Vh	75	km/h
C	0.7	Adi
Ph	19.6875	Kgf/m2

*Nota.* \* Valores iniciales de cálculo de la carga de viento.

$$P_h = 0.005 \cdot 0.7 \cdot 75^2$$

$$P_h = 19.6875.$$

$$\text{tubo} = \text{Área de impacto de vien} = \frac{\pi \cdot D_{\text{ext}} \cdot L}{2}$$

$$\frac{\pi \cdot D_{\text{ext}} \cdot L}{2} = \frac{\pi \cdot 0.219 \cdot 118}{2} = 40.59 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga de viento} = 40.59 * 19.6875 = 799.12 \text{ Kgf}$$

$$\text{Carga de viento} = \frac{799.12}{118} = 6.77 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

#### 4.6.2 Carga Muerta

$$V = V = \frac{\pi * \phi_{\text{interior}}^2}{4} * L$$

$$V = V = \frac{\pi * 0.032^2}{4} * 118 = 3.81 \text{ m}^3$$

##### 4.6.2.1 Peso de Fluido con la tubería llena

$$\text{Peso} = 3.81 \text{ m}^3 * 999.1 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso} = 3805.92 \text{ kg}$$

##### 4.6.2.2 Carga Muerta Total

$$\text{Carga Muerta} = 3805.92 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 37336.1 \text{ N}$$

##### 4.6.2.3 Carga Muerta Distribuida

$$\text{Carga muerta Distribuida} = \frac{37336.1}{118} = 316.41 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

### 4.6.3 Carga Viva

Se procede a realizar un análisis empleando la ecuación de Bernoulli entre los 2 puntos descritos

Se tomará 2 puntos de Referencia:

Punto A: Ubicado a la salida de la descarga de la bomba

Punto B: En la llegada del tanque de efluentes,  $P_b = 0$

$$\frac{P_a}{\gamma} + Z_a + \frac{v_a^2}{2g} = \frac{P_b}{\gamma} + Z_b + \frac{v_b^2}{2g} + HL$$

$$P_a = \gamma(Z_b - Z_a - \frac{v_a^2}{2g} + HL)$$

Reemplazamos

$$P_a = 10250 \left( 1.6 - \frac{3.22^2}{2 * 9.81} + 14.08 \right) = 150230.63 \text{ N/m}^2$$

La carga que someterá a la tubería se podrá calcular con la relación siguiente

$$F = P * A = 155\,230.63 * 0.032 = 5011.25 \text{ N}$$

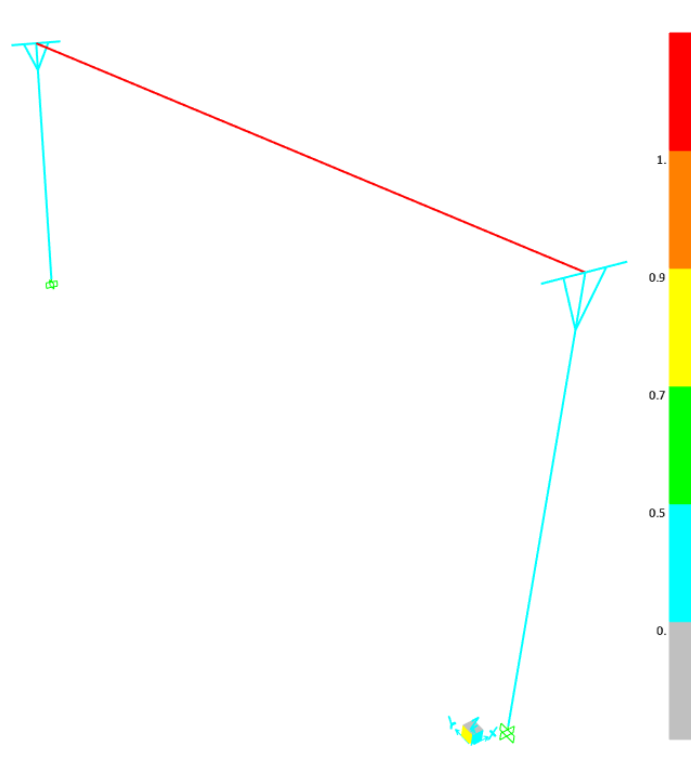
$$\text{La carga distribuida} = \frac{5011.25}{118} = 42.27 \text{ N/m}$$



#### 4.7 RESULTADO DE ANÁLISIS

**Figura 16**

*Análisis Estructural con Comportamiento de Viga*



*Nota.* \* Identificación con colores de efectividad de perfiles empleados para el soporte, Adaptada deSAP 2000

El análisis gráfico indica que los perfiles seleccionados para soportar la tubería de  $\varnothing$  8'' en la descarga no presentarían problemas sometidos a los límites de diseño que se presenten durante la operación , Se realiza la distribución de cargas en el perfil de la tubería  $\varnothing$  8'' para condicionarlo en su peor momento de trabajo , para observar los resultados en los postes y puedan soportar las cargas distribuidas considerando al mismo tiempo la primera condición de diseño de soportar su propio pesola estructura.

#### 4.8 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSION

A continuación, se calcula la caída de tensión de la sub estación hacia la caseta de control de las bombas centrifugas.

**Figura 17**

*Tipo de Cable y Calibre Seleccionado para el Diseño*



*Nota.* \* Selección de cable eléctrico, Tomada del catálogo de CEPER CABLES

El cable actual que presenta es de una sección de 70 mm<sup>2</sup>, se revisa la tabla:

**Figura 18**

*Tabla de Características Eléctricas del Cable Seleccionado*

Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia Conductor (Ohm/Km)		Reactancia Inductiva Ohm/Km a 60 Hz	Capacidad de Corriente (Amp)	
	c.c. a 20°C	c.a. a 90°C		Aire Libre 30°C	Enterrado Temp=25°C 90°C-cm/W
	1,5	12,1		15,5	0,126
2,5	7,41	9,45	0,117	31	41
4	4,61	5,88	0,109	41	53
6	3,08	3,93	0,103	52	66
10	1,83	2,34	0,0973	71	89
16	1,15	1,47	0,0915	95	115
25	0,727	0,928	0,0915	128	148
35	0,524	0,670	0,0889	158	178
50	0,387	0,494	0,0882	193	219
70	0,268	0,343	0,0868	244	269
95	0,193	0,248	0,0847	303	320
120	0,153	0,197	0,0846	352	365
150	0,124	0,161	0,0845	406	410
185	0,0991	0,130	0,0845	468	461
240	0,0754	0,100	0,0844	544	512
300	0,0601	0,0817	0,0837	622	574
400	0,0470	0,0661	0,0834	714	647
500	0,0366	0,0541	0,0832	825	720

*Nota.* \* Características del cable N2XY0.6/1 KV, Tomada de catalogo CEPER CABLES

**Tabla 39***Especificaciones Técnicas de la Bomba Centrífuga*

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
P	Potencia nominal	100	HP
Cos $\varphi$	Factor de Potencia	0.8	Adi
A	Amperaje	244	A
V	Voltaje	440	V
$\varphi$	Angulo de Factor de Potencia	36.87	°
Sen $\varphi$	Complemento	0.6	Adi

*Nota.* \* Características del motor eléctrico de la bomba

centrífuga horizontal Se aplicará la ley de Ohm

$$V = I \times R$$

Donde:

V = Tensión o Voltaje

R: Resistencia (Ohm)

I: Corriente (Amp)

#### **4.8.1 Resistencia Total**

$$R = r (L)$$

r: Resistencia en ohm/ metro del conductor

#### 4.8.2 Caída de Tensión de la alimentación de la Sub estación hacia la Caseta de

##### Control

Para determinar la caída de tensión se realizará con las ecuaciones anteriores presentadas, la longitud se obtuvo de las mediciones en campo y validando la información con los planos

Longitud de Cable: 10 metros

$$r = \frac{0.268 \frac{Ohm}{Km}}{1000}$$

$$r = 0.000268 \frac{Ohm}{m}$$

$$r = 0.000268 \frac{Ohm}{m} \times 10m$$

$$r = 0.00268 \text{ Ohm}$$

Caída de tensión

$$\Delta V = 440V \times (0.00268 \text{ Ohm})$$

$$\Delta V = 1.1792 \text{ V}$$

La caída de tensión no debe ser mayor de 3% de la alimentación:

$$\Delta V = 440V \times 3\%$$

$$\Delta V = 13.2 \text{ V}$$

Se comprueba la caída de tensión calculada en el conductor es muy inferior a la que limita la condición

Caída de Tensión del tablero de control hacia el motor de la bomba

Para determinar la caída de tensión se realizará con las ecuaciones siguientes, la longitud se presenta de acuerdo a la ubicación de las bombas presentada el nuevo modelo del sistema de bombeo.

**Tabla 40**

*Especificaciones Técnicas de instalación eléctrica del motor y su recorrido*

Símbolo	Descripción	Cantidad	Unidades
P	Potencia nominal	100	HP
Cos $\varphi$	Factor de Potencia	0.8	Adi
A	Amperaje	158	A
V	Voltaje	440	V
$\varphi$	Angulo de Factor de Potencia	36.87	°
Sen $\varphi$	Complemento	0.6	Adi
L	Longitud o recorrido	8	m

*Nota.* \* Características del motor eléctrico y recorrido de instalación

#### 4.8.3 Cálculo de la intensidad de corriente por el conductor

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{100 \text{ HP} \times 745.7}{1.7320 \times 440 \times 0.8}$$

$$I = 122.30 \text{ Amp}$$

Considerando un factor de Diseño del 25%:

El amperaje: 122.30 amp \* 1.25

$$I = 152.89 \text{ Amp}$$

Seleccionamos el cable más adecuado para la instalación

Sección: 35 mm<sup>2</sup> y Amperaje: 158 amp.

#### 4.8.4 Calculamos la impedancia con la siguiente formula

$$Z = (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

R: 0.524 ohm/ km

X: 0.0889 ohm / km

$$Z = ((0.524 \times 0.8) + (0.0889 \times 0.6))$$

$$Z = 0.472 \text{ Ohm/Km}$$

#### 4.8.5 Cálculo de la Caída de Tensión

$$\Delta U = k \times I \times L \times (R \cos\varnothing + X \sin\varnothing)$$

Siendo:

- k = constante  $\sqrt{3}$  para sistemas trifásicos
- I = intensidad de corriente de líneas en ampere
- L = longitud del circuito en kilometro (L es la distancia entre dos puntos en lo que se calcula la caída de tensión, y no debe confundirse con la longitud que totalizan los conductores involucrados).
- R = resistencia eléctrica efectiva del conductor a la temperatura de servicio Ohm/Km.
- X = reactancia de los conductores en Ohm/Km
- $\varnothing$  = Angulo de desfasaje entre la tensión y la corriente

$$\Delta U = 1.7320 \times 158 \text{ A} \times 8 \text{ m} \times \left( 0.472 \frac{\text{Ohm}}{\text{Km}} \right)$$

$$\Delta U = 1.00 \text{ V}$$

La caída de tensión no debe ser mayor de 3% de la alimentación

$$\begin{aligned}\Delta U &= 440 \text{ V} \times 3\% \\ \Delta U &= 13.2 \text{ V}\end{aligned}$$



Se comprueba la caída de tensión calculada en el conductor es muy inferior a la que limita la condición.

#### 4.9 COMPARACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS CON EL SISTEMA ACTUAL

Como tercer resultado, utilizamos una matriz de comparación de cada uno de los equipos seleccionados en el proyecto y los equipos existentes, describiendo sus principales características técnicas como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 41**

*Matriz de Comparación de los Componentes Seleccionados y Actuales del Sistema*

Elementos Actuales	Elementos del sistema de Bombeo
<b>Variador ATV71HD55N4</b>	<b>Variador ACS880-01-124A-5</b>
	
Potencia: 75 HP Voltaje: 380 – 480 V Frecuencia: 50 -60 Hz	Potencia: 100 HP Voltaje: 380 – 500 V Frecuencia: 50 – 60 Hz
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustable</li> <li>- Automático sea cual sea la carga</li> <li>- No dispone relación de tensión/frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con unidad de control</li> <li>- Sin interfaz óptica</li> <li>- Conexión a ordenador</li> </ul>



**Contactor TeSys LC1D32M7**

- 30 hp en 575/600 V CA 50/60 Hz para 3 fases motor
- 32 A 60 °C) en  $\leq$  440 V CA AC-3 para circuito de alimentación
- Número de polos: 3P

**Contactor TeSys LC1D15R7**

- 100 hp en 460/480 V CA 50/60 Hz para 3 fases motor
- 150 A 60 °C) en  $\leq$  440 V CA AC-3 para circuito de alimentación
- Número de polos: 3P

**Interruptor Termomagnético LV429670**

- Tensión asignada: 690 V CA 50/60 Hz
- Capacidad: 70 – 100 Amperios
- Tipo de Red: Corriente Alterna
- Protección contra sobrecarga (térmica)  
Protección contra cortocircuitos (magnética)

**Interruptor Termomagnético EZC250N3150**

- Tensión asignada 690 V AC 50/60 Hz conforme a En > 50 amp
- Capacidad :150 amperios
- Tipo de Red: Corriente Alterna, corriente continua
- Protección contra cortocircuito. Protección sobrecargas

*Nota.* \* Elementos electrónicos actuales y preseleccionados para nuevo sistema de arranque

Para la comparación de la bomba centrífuga actual y la seleccionada en el diseño propuesto, se procede a realizar las siguientes tablas con los datos técnicos y sus curvas características proporcionadas por los proveedores.

#### **4.10 BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL ACTUAL**

**Tabla 42**

Datos Técnicos De Bomba Centrífuga Horizontal Actual

<b>DATO DE BOMBA CENTRIFUGA – ACTUAL</b>	
LIQUIDO A BOMBLEAR	Agua de mar
TEMPERATURA	0° - 10°C
VISCOSIDAD (cstk)	1.50
CAUDAL m <sup>3</sup> /h	250
ADT (m)	33
NPSH DISPONIBLE (m)	7
TIPO DE SELLO	MECÁNICO DOBLE
CAJA	fundido gris
IMPULSOR	Cerrado
EJE	SAE-1045
POTENCIA DE MOTOR (hp)	75
VELOCIDAD	1750 RPM
CANTIDAD	2
DIÁMETRO DE ENTRADA	8''
DIÁMETRO DE SALIDA	6''

*Nota.* \* Resumen de características de las bombas del sistema de recirculación de agua demar refrigerada marca MYPASA de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

**Figura 19**

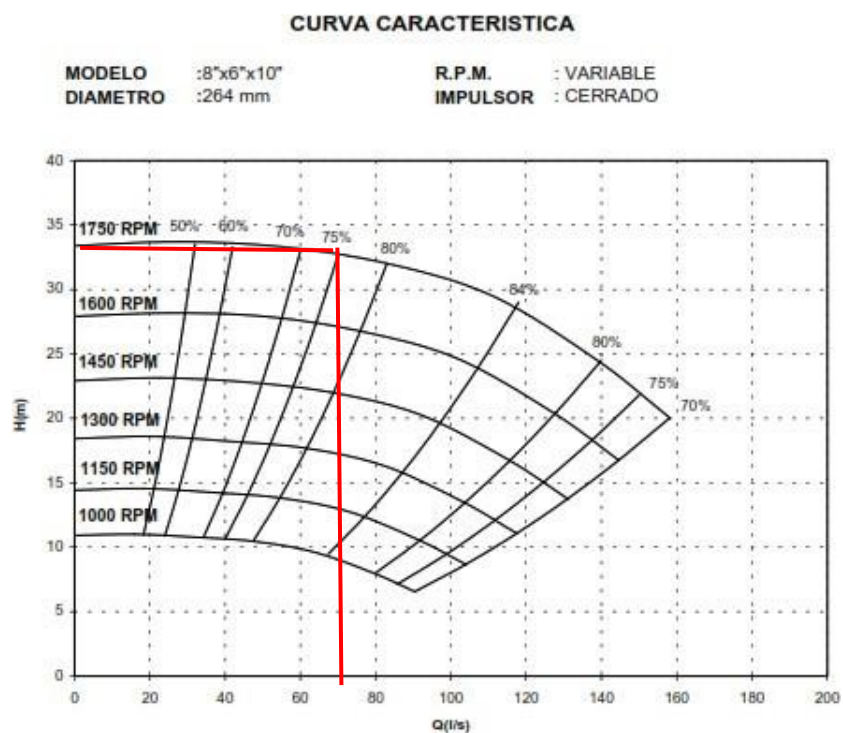
*Bomba Centrífuga Horizontal Actual del Sistema*



*Nota.* \* representación de bombas centrífugas horizontales. Adaptada del catálogo de MYPSA.

**Figura 20**

*Curvas características de la bomba*

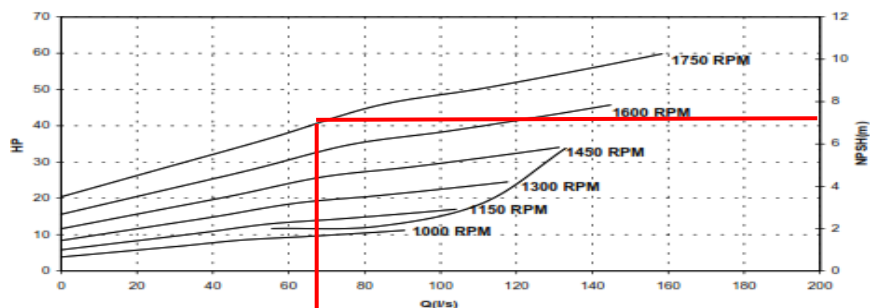


*Nota.* \*Curva característica de bomba actual de sistema de bombeo.

Adaptado del catálogo de bombas MYPSA

**Figura 21**

*Curva Característica de Potencia de Bomba*



*Nota.* \* Curva característica de potencia de bomba. Adaptado de catálogo de bombas MYPSA

## BOMBA SELECCIONADA PARA EL DISEÑO

**Tabla 43**

*Datos Técnicos de Bomba Centrífuga Seleccionada*

<b>DATO DE BOMBA CENTRIFUGA – SISTEMA DE BOMBEO</b>	
LIQUIDO A BOMBEAR	Agua de mar
TEMPERATURA	0° - 20°C
VISCOSIDAD (cstk)	1.50
CAUDAL m <sup>3</sup> /h	450
ADT (m)	35
NPSH DISPONIBLE (m)	12.7
TIPO DE SELLO	MECÁNICO DOBLE
CAJA	fundido gris
IMPULSOR	fundido gris
EJE	SAE-1045
POTENCIA DE MOTOR (hp)	100
VELOCIDAD	1750 RPM
CANTIDAD	2
DIAMETRO DE ENTRADA	10''
DIAMETRO DE SALIDA	8''

*Nota.* \* Características mecánicas de bomba centrífuga horizontal seleccionada para el nuevo sistema de bombeo de agua de mar refrigerada

**Figura 22**

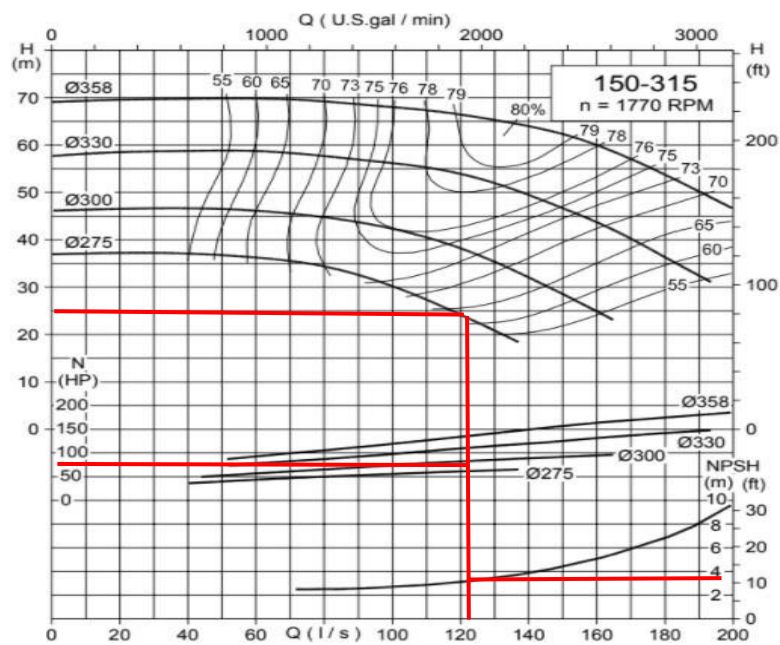
*Bomba Centrífuga Seleccionada para el Sistema*



*Nota.* \* Bomba centrífuga horizontal seleccionada, Tomada del catálogo de bombas HIDROSTAL

**Figura 23**

*Curvas características de la bomba seleccionada*



*Nota.* \* Curva característica. Adaptado de FOLLETO BOMBA

CENTRIFUGA ISO /DIS 2858, HIDROSTAL

## 4.11 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

### 4.11.1 Cálculo del VAN

**Tabla 44**

*Datos Iniciales para el Análisis Económico Financiero*

Descripción	Cantidad
Numero de periodos	5
Tipo de periodo	Anual
Tasa de deuda	0%
Tasa Utilidad	5%
Tasa de Riesgo	3%

*Nota.* \*Valores iniciales del cálculo de análisis económico financiero

### 4.11.2 Cálculo de Tasa de descuento

$$KO_{Mypyme} = ((1 + Tasa_{Deuda}) * (1 + Tasa_{Utilidad}) * (1 + Tasa_{Riesgo}) - 1) * 100\%$$

$$KO_{Mypyme} = ((1 + 0\%) * (1 + 5\%) * (1 + 3\%) - 1) * 100\%$$

$$KO_{Mypyme} = 8.2\%$$

$$KO_{Mypyme} = Tasa\ de\ Descuento$$

## 4.12 CÁLCULO DE FLUJO DE CAJA

### 4.12.1 Ingresos:

El ahorro Anual de energía que se produce al realizar la implementación del sistema de bombeo al permitir que el Chiller o RXF 85 mantenga su flujo de enfriamiento dentro del sistema

El tiempo de parada del personal durante las temporadas de producción por esperarlos intervalos de llegada de la materia prima desde la chata.

#### 4.12.2 Salida:

- Inversión de implementación de proyecto de sistema de bombeo
- Diferencia de Consumo por la implementación de un motor de mayor capacidad alexistente.

#### 4.12.3 Ahorro de Gastos

### Figura 24

*Enfriador de Agua de Mar Modelo RXF (72-596 CFM)*

#### RXF (72-596 CFM)



RXF Specifications <sup>1</sup>					
Model	CFM	R-717		R-507	
		TR	BHP	TR	BHP
12	71.5	25.3	30.3	20	35
15	89.2	31.6	37.9	27	44
19	110.5	39.1	46.9	35	54
24	144.1	51	61.1	43	71
30	179.8	63.7	76.3	57	88
39	222.6	78.9	94.5	72	110
50	292.3	103.6	124	94	144
58	341	120.9	143.3	113	166
68	403	142.7	169.3	134	193
85	499	176.8	209.6	169	240
101	596	211.4	250.7	201	292

1. Based on 20°F suction, 95°F condensing, 10°F liquid subcooling with 10°F superheat.

*Nota.* \*Enfriador de agua de mar. Adaptado de ROTARY SCREW COMPRESSOR PACKAGES FOR INDUSTRIAL REFRIGERATION

**Tabla 45***Datos Técnicos del Enfriador de Agua de Mar*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Caudal RXF 85	499	CFM
Caudal RXF 85	847.8	m3/h
Densidad del Agua de mar (20°C)	0.9982	ton/m3
Toneladas de Refrigeración	176.8	ton
Consumo del Chiller RXF 85	165.7	kW/h

*Nota.* \* Características del modelo actual de sistema de enfriamiento

de agua de mar de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad de enfriamiento en 1 Hora} &= \frac{\text{Toneladas de Refrigeración}}{\text{Densidad del agua de mar}} \\
 \text{Capacidad de enfriamiento en 1 Hora} &= \frac{176.8 \text{ ton}}{0.9982 \text{ ton/m}^3} = 177.12 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Cálculo de cantidad de volumen de rebalse durante producción

**Tabla 46***Datos Necesarios para El Cálculo del Volumen de Rebalse*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Bomba peristáltica (chata)	300	m3/h
Cantidad de Agua en 30 min.	150	m3
Bomba Actual	250	m3/h
Capacidad del Tanque	25	m3
Capacidad de 2 Bulk feeders	75	tn
Relación de Agua/pescado	4/1	m3/tn
# Numero de Repeticiones del proceso en 1 hora	4	Veces
Horas de producción Anual	700	horas
Factor de consumo	25	\$/MWh

*Nota.* \* información recopilada de los equipos, operadores del sistema de bombeo y supervisores de producción de pescado congelado de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.



*Volúmen de agua durante producción = Cap.del Bulk feeder \* Rel.de Agua / Pescado*

$$\text{Volúmen de agua durante producción} = 75 \text{ ton} * \frac{4}{1} \text{ m}^3/\text{ton}$$

$$\text{Volúmen de agua durante producción} = 300 \text{ m}^3$$

#### **4.12.4 Análisis de perdida en 1 Hora de producción**

*Volúmen rebalsado = Vol. Agua producción – Bomba Actual – Capacidad del Tanque*

$$\text{Volúmen rebalsado} = 300 - 250 - 25 = 25 \text{ m}^3$$

#### **4.12.5 Cantidad de Volumen perdido en 1 año**

*Volúmen perdido = Horas de producción anual \* Volumen Rebalsado \* densidad*

$$\text{Volumen perdido en 1 año} = 700 \text{ h} * 25 \text{ m}^3 * 0.9982 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Volumen perdido en 1 año} = 17468.5 \text{ ton}$$

#### **4.12.6 Cantidad de Tiempo Extra de enfriamiento por perdida devolumen**

$$\text{Tiempo de enfriamiento} = \frac{\text{Volúmen perdido en 1 año}}{\text{Toneladas de Refrigeración en 1 Hora}}$$

$$\text{Tiempo de enfriamiento} = \frac{17468.5 \text{ ton}}{176.8 \text{ ton/hora}}$$

$$\text{Tiempo de enfriamiento} = 98.80 \text{ horas}$$

#### 4.12.7 Cantidad de consumo de energía extra para enfriamiento de renovación de volumen

*Consumo de energía = Consumo del chiller RXF 85 \* tiempo de enfriamiento*

$$\text{Consumo de energía} = 165.7 \frac{\text{Kw}}{\text{h}} * 98.80\text{h}$$

$$\text{Consumo de energía} = 16371.77 \text{ Kw}$$

#### 4.12.8 Costo de Consumo de Energía

*Costo de consumo = Consumo de energía \* Factor de consumo*

$$\text{Costo de consumo} = 16371.77 \text{ kw} * 25 \text{ \$/MWh}$$

Tasa de Cambio: 3.857

$$\text{Costo de consumo} = \text{S}/1578.65$$

#### 4.12.9 Cálculo de parada de personal durante la temporada de producción

**Tabla 47**

*Datos Necesarios para el Cálculo de Parada de Personal*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Cantidad de Personal en producción	50	personas
Horas de paradas por desborde agua de mar enfriada	98.80	Horas
Costo promedio de personal por 1 Hora de Trabajo en producción	18	S/. /h

Nota. \* Elaboración propia

$$\text{Costo de personal adicional} = \text{Cant. de personal} * \text{Horas de parada kw} * \text{Costo promedio}$$

$$\text{Costo de personal adicional} = 50 \text{ personas} * 98.80 \text{ horas} * \text{S}/18$$

$$\text{Costo de personal adicional} = \text{S}/88,923.36$$

#### 4.12.10 Ingreso total

$$\text{Ingreso Total} = S/1,578.18 + S/88,923.36$$

$$\text{Ingreso Total} = S/90,502.01$$

#### 4.12.11 Costo de Inversión

##### 4.12.11.1 Cálculo de Gastos de implementación del Proyecto de modificación de

##### sistema de bombeo

##### 4.12.11.1.1 Consumo Actual de Motores

**Tabla 48**

*Datos de los Motores actuales*

Descripción	Cantidad	Unidad
Potencia	75	HP
Cos (Fi)	0.8	adi
Voltaje de Fases	440	v
Amperaje	93.75	amp

*Nota.* \* Característica del motor actual instalado en el sistema de bombeo de la planta de congelados.

$$\text{Potencia consumida} = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos}(\varphi)$$

$$\text{Potencia consumida} = \sqrt{3} * 440 \text{ V} * 93.75 * \text{Cos}(0.8)$$

$$\text{Potencia consumida} = 71,44 \text{ KW}$$

#### 4.12.11.1.2 Consumo de Motores Propuestos.

**Tabla 49**

*Datos de los motores propuestos*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Potencia	100	HP
Cos (Fi)	0.8	adi
Voltaje de Fases	440	v
Amperaje de diseño	152.89	amp

*Nota.* \* Característica del motor calculado para el sistema de bombeo de

la planta decongelados.

$$Potencia\ consumida = \sqrt{3} * V * I * Cos(\varphi) \quad -$$

$$Potencia\ consumida = \sqrt{3} * 440\ V * 152.89 * Cos(0.8)$$

$$Potencia\ consumida = 116,5\ KW$$

#### 4.12.11.1.3 Diferencia de Consumo

$$Potencia\ consumida = Potencia\ Consumida\ (100\ HP) - Potencia\ consumida\ (75\ HP)$$

$$Potencia\ consumida = 116.5\ kw - 71.44\ kw$$

$$Potencia\ consumida = 45.06\ kw$$

#### 4.12.11.1.4 Costo Anual Extra de Gasto

$$Costo\ Anual = 45.06\ Kw * 98.80\ horas * 25\ \$/MWh$$

$$Costo\ Anual = 45.06\ Kw * 98.80\ horas * 25\ \$/MWh$$

$$Costo\ Anual = \$ 110.2975$$

Tasa de Cambio: 3.857

$$Costo\ Anual = S/ 425.4$$

**4.12.11.1.5 Flujo Neto Proyectado**

$$\textit{Flujo Neto Proyectado} = \textit{Ingreso} - \textit{Egresos}$$

$$\textit{Flujo Neto Proyectado} = \textit{S/ 90,502.01} - \textit{S/425.4}$$

$$\textbf{\textit{Flujo Neto Proyectado} = \textit{S/ 90,076.61}}$$

**Tabla 50***Precios Locales de Elementos para Nuevo Sistema de Bombeo de Agua de Mar Refrigerada*

Ítem	Accesorios	Calidad	Cantidad	unidad	Precio uni.	Precio total
1	Brida SLIP ON de 8" Clase 150 Soldable	ASME B16.5	4	unidad	S/ 163.55	\$ 654.19
2	Brida SLIP ON de 10" Clase 150 Soldable	ASME B16.5	3	unidad	S/ 318.01	\$ 954.03
3	Brida Ciega de 10"Clase 150 Soldable	ASME B16.5	3	unidad	S/ 420.68	\$ 1,262.05
4	Reducción Campana excéntrico de 10" a 8" Clase 150 Bridada	ASME B16.5	2	unidad	S/ 95.40	\$ 190.81
5	Reducción Campana concéntrico de 8" a 6" Clase 150 Bridada	ASME B16.5	2	unidad	S/ 68.83	\$ 137.65
6	Codo de 90° de 10' 'Soldable	ASME B16.1	4	unidad	S/ 581.50	\$ 2,326.02
7	Codo de 45° de 10" Soldable	ASME B16.1	9	unidad	S/ 318.01	\$ 2,862.09
8	Codo de 90° de 8' 'Soldable	ASME B16.1	2	unidad	S/ 188.53	\$ 377.07
9	Válvula Mariposa o compuerta de 10" Clase 150 Bridada	Acero al carbono	2	unidad	S/ 2,798.49	\$ 5,596.98
10	Válvula Globo 8" Clase 150 Bridada	Acero al carbono	2	unidad	S/ 2,017.09	\$ 4,034.18
11	Válvula de Retención o check 8" Clase 150 Bridada	Acero al carbono	2	unidad	S/ 5,274.42	\$ 10,548.85
12	tubo de 3" SCH 40	ASTM A 53	5	unidad	S/ 1,214.91	\$ 6,074.53
13	Canal C4 x 5.4 lbs / pulg	ASTM A 36	2	unidad	S/ 934.01	\$ 1,868.02
14	Plancha de 1500 x 3000 x 3/8"	ASTM A 36	1	unidad	S/ 6,853.31	\$ 6,853.31
15	Plancha de 1500 x 3000 x 1/4"	ASTM A 36	1	unidad	S/ 4,508.04	\$ 4,508.04
16	Tubo de 8" SCH 40	ASTM A 53	1	unidad	S/ 4,526.68	\$ 4,526.68
17	Tubo de 8" SCH 40	ASTM A 53	1	unidad	S/ 5,663.35	\$ 5,663.35

Ítem	Accesorios	Calidad	Cantidad	unidad	Precio uni.	Precio total
18	Tubo de 10" SCH 40	ASTM A 53	21	unidad	S/ 6,352.50	\$ 133,402.50
19	Angulo de 2" x 2" x 1/4"	ASTM A 36	1	unidad	S/ 448.76	\$ 448.76
20	Bombas Centrifugas horizontal	HIDROSTAL	2	unidad	S/ 42,431.62	\$ 84,863.24
21	Variador de Velocidad Trifásico - 380 - 500 V - 100 HP - 124 amp - IP 21	SCHNEIDER	2	unidad	S/ 23,830.00	S/ 47,660.00
22	Interruptor termomagnético Fijo 3 x 150 AMP - 240/380/440 V	SCHNEIDER	2	unidad	S/ 607.13	S/ 1,214.26
23	Contactador 150 Amp (AC3) 200 amp (AC1) 1000 V 3P 1NA+1NC 440 V	SCHNEIDER	2	Unidad	S/ 2,388.00	S/ 4,776.00
TOTAL						S/ 330,802.59

Nota. \* Precios comerciales del mercado local, precios de junio del 2022.

#### 4.13 CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO (VAN)

Se procede a proyectar con un flujo de caja Homogenizado para todos los periodos.

**Tabla 51**

*Flujo de Caja*

Detalle	Periodo en años					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo Neto	-S/ 330,802.59	S/ 90,076.61	S/ 90,076.61	S/ 90,076.61	S/ 90,076.61	S/ 90,076.61

Nota. \* Elaboración propia

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+i)^t}$$

$$VAN = -330,802.59 + \frac{90,076.61}{(1+0.082)^1} + \frac{90,076.61}{(1+0.082)^2} + \frac{90,076.61}{(1+0.082)^3} + \frac{90,076.61}{(1+0.082)^4} + \frac{90,076.61}{(1+0.082)^5}$$

$$VAN = S/27,429.82$$

**Tabla 52**

*Estudio del VAN Proyectado a 5 Años*

Año	FNE	(1+i) ^n	FNE / ((1+i) ^n)
0	-S/ 330,802.59	1.00	-S/ 330,802.59
1	S/ 90,076.61	1.08	S/ 83,288.59
2	S/ 90,076.61	1.17	S/ 77,012.10
3	S/ 90,076.61	1.26	S/ 71,208.60
4	S/ 90,076.61	1.37	S/ 65,842.44
5	S/ 90,076.61	1.48	S/ 60,880.67
VAN			S/ 27,429.82

Nota. \* Elaboración propia



#### 4.13.1.1 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

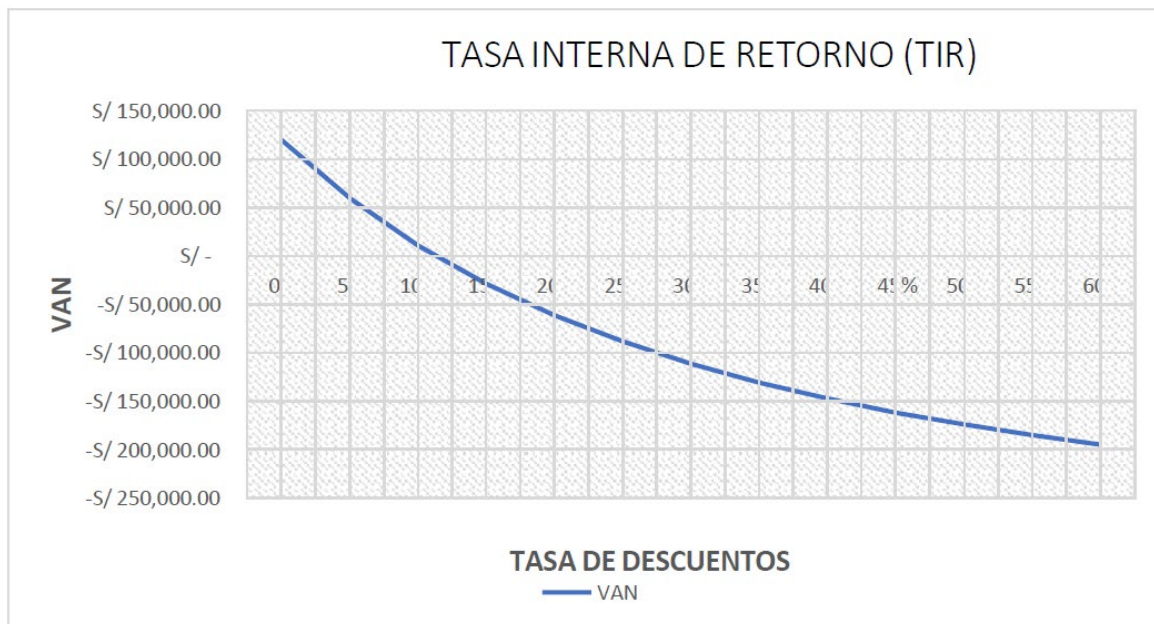
$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1 + TIR)^t}$$

$$0 = -330,802.59 + \frac{90,076.61}{(1 + TIR)^1} + \frac{90,076.61}{(1 + TIR)^2} + \frac{90,076.61}{(1 + TIR)^3} + \frac{90,076.61}{(1 + TIR)^4} + \frac{90,076.71}{(1 + TIR)^5}$$

$$TIR = 11,2534\%$$

**Figura 25**

*VAN y Tasa de Descuentos*



#### 4.14 TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PAY BACK)

**Tabla 53**

*Estudio del tiempo de recuperación de la inversión*

Detalle	Periodo					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo Neto efectivo proyectado	-S/ 330,802.59	S/ 90,076.61	S/ 90,076.61	S/ 90,076.61	S/ 90,076.61	S/90,076.61
Saldo a Tasa de descuento	-S/ 330,802.59	S/ 83,288.59	S/ 77,012.10	S/ 71,208.60	S/ 65,842.44	S/ 60,880.67
Saldo Actualizado Acumulado	-S/ 330,802.59	-S/ 247,514.00	-S/ 170,501.90	-S/ 99,293.29	-S/ 33,450.85	S/ 27,429.82

Nota. \* Elaboración propia

$$\text{Pay back} = -a + \frac{I_0 - b}{F_t}$$

Donde:

a: Periodo anterior a la recuperación de la inversión

b: Suma de Flujo neto hasta el periodo anterior de la recuperación de la inversión  $I_0$ : inversión Inicial del proyecto

$F_t$ : Flujo de caja del año actualizado a la tasa de descuento donde inicia la recuperación de la inversión

$$\text{Pay back} = 4 + \frac{330,802.59 - 297,351.73}{60,880.67} = 4.54$$

Pay back = 4 años y 6 meses

En la siguiente Tabla, se muestra el cálculo de VAN, el TIR y la cantidad de años que se necesita para recuperar la inversión del proyecto, el cual fue evaluado en un periodo de 5 años.

**Tabla 54**

*Resumen del Cálculo Técnico Económico del Proyecto*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
VAN (5 años)	S/27,429.82
TIR	11,2534%
PAYBACK	4 años y 6 meses

*Nota.* \* Elaboración propia

Finalmente, podemos observar los resultados de la anterior tabla, el cual nos indica los valores del VAN mayor a cero, y un TIR mayor a la tasa de interés, con un PAYBACK de 4 años y 6 meses. Por lo tanto, con los datos obtenidos podemos decir que el proyecto de inversión es económicamente rentable.

#### 4.15 DISCUSIONES

En los resultados de la investigación se aprecia las dimensiones de los diámetros de la tubería de succión de 10'' e impulsión 8'' , el caudal a bombear 450 m<sup>3</sup>/h con una potencia de consumo de 100 HP , de una velocidad de 1770 RPM y superando las pérdidas a través de una altura dinámica total de 26.91 m con la finalidad de mejorar la recirculación del volumen de agua de mar refrigerada dentro del sistema y permitiendo un ahorro de S/ 90,076.61 durante producción , de la misma manera presenta una similitud con la investigación “DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA EL ABASTECIMIENTO OPTIMO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE HUANCÁN -HUANCAYO” ( 2017 ), empleando

uso de bombas rotodinámicas multietapa muestra resultados con alta similitud en el planteamiento de su diseño de diámetro de tubería de succión de 6'' y 8'' de impulsión, altura dinámica total de 27.61 m y potencia consumida 50 HP por bomba, no presenta una evaluación de retorno de inversión, el sistema presenta el uso de 2 bombas en paralelo en trabajo continuo.

La investigación también concluyo que los valores ya mencionados no presentan mucha similitud con las investigaciones “DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA DE RIESGO CON SU RESPECTIVO SISTEMA DE UTILIZACION DE 22.9 KV

,3'', PARA EL SECTOR MALLARITOS, DISTRITO DE MARCAVELICA, PROVINCIA

DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA” (2018) , modelando su diseño con electrobombas presenta valores por debajo del punto de comparación de la investigación, tanto en el consumo de potencia de la bomba de 50 HP y la altura dinámica total de 14.76 m, del mismo modo en los diámetros de las tuberías de succión de 16'' e impulsión 10'' , generando solo la superación del caudal de diseño de 484.92 m<sup>3</sup>/h y evaluando su análisis económico

financiero presentan un ahorro de su inversión de implementación de S/21,064.86.

Presentando por último la investigación “DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO EN PARALELO PARA LA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CÁRCAMO 2 AL CÁRCAMO 3

DE LA PLANTA AGRICOLA ORIENTAL D.F” (2016) , utilizando bombas vertical tipo turbina en su diseño presenta 3 unidades de bombas instaladas en paralelo y valores menores respecto al punto de comparación de la investigación , tubería de succión 8” , impulsión de 12” , con una altura dinámica total de 10.52 m , el caudal de 287 m<sup>3</sup>/h y una potencia de consumo de 15 HP por cada bomba instalado en el sistema , al final no detalla una evaluación económica de la implementación del proyecto.

Se presenta a continuación un cuadro resumen de las similitudes y diferencias en comparación con la investigación realizada.

**Tabla 55**

*Comparación de Resultados de investigaciones*

Sistema de bombeos	# Bombas	Ø Succión	Ø impulsión	RPM	HDT (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Potencia (HP)	Ahorro (S/)
Bomba Vertical Tipo Turbina	3	8"	12"	1175	10.52	287.00	15	0
Electrobomba	1	16"	10"	1750	14.76	484.92	50	S/21,064.86
Bomba rotodinámicas multietapa	2	6"	8"	3600	27.61	187.2	50	0
Bomba centrífuga	1	10"	8"	1770	26.91	450.00	100	S/90,076.61

*Nota.* \* Resumen de características principales de los diseños presentados en los antecedentes y la investigación, Elaboración propia

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

Para el cálculo del caudal del sistema, diámetro de entrada y salida de la tubería, accesorios y potencia del motor, se logró obtener los siguientes valores de caudal del sistema con un valor de 122.0 l/s a una altura dinámica total de 23.63m, el diámetro de impulsión se obtuvo un valor de 8", es decir de 0.203m y el diámetro de succión tiene un valor de 10", es decir de 0.254m. Para la parte de potencia del motor se calculó una potencia de bomba de 100HP.

En la parte de selección de los equipos, tubería y accesorios de acuerdo al caudal calculado para el sistema de bombeo propuesto se logró un diseño adecuado al sistema con los siguientes equipos, la bomba centrífuga seleccionada fue de 100HP con un caudal de 450 m<sup>3</sup>/h y a 1750 RPM, considerando que la potencia de la bomba debe ser menor que la potencia del motor calculado de 80 HP además se diseñó un soporte para la tubería de descarga de bombeo con apoyo del software SAP 2000, realizándose una simulación y comprobando que soporte las cargas que actúan sobre él. Para comprobar la caída de tensión, tomamos en cuenta la caída de tensión desde la subestación hacia la caseta de control, obteniendo un valor de 1.1792V y la caída de tensión del tablero de control hacia el motor, con un valor de 1.00V, en ambos casos la caída de tensión es menor al 3% de tensión de alimentación que tiene un valor de 13.2V.

En la sección de comparación técnica los equipos seleccionados con el sistema actual del sistema de bombeo, se realizó mediante un cuadro de comparación de sus especificaciones técnicas de los equipos, teniendo en cuenta que la potencia de la bomba es 100HP, comparando con el sistema anterior que contaba con una bomba de 75HP, es por esto que el variador ACS880-01-124A-5 cuenta con una potencia de 100HP, al igual el contactor TeSys LC1D15R7

trabaja a 100HP y el interruptor termomagnético EZC250N3150 cuenta con una capacidad de 150A mayor al que presenta el sistema antiguo con una capacidad de 70-100A.

Para el análisis económico financiero de la implementación, obtuvimos valores del VAN, TIR y PAYBACK de S/27,429.82, 11,2534% y 4 años y 6 meses respectivamente. Con los datos obtenidos, podemos concluir que el proyecto de tesis es económicamente rentable.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Para el cálculo del caudal del sistema, se debe tener en cuenta los valores del sistema propuesto a implementar, como el caudal de diseño de 122.01 l/s y la altura dinámica total de 23.63m, los diámetros de impulsión y succión de 8" y 10" respectivamente, y la potencia del motor de 100hp del diseño propuesto, para nuevas propuestas de implementación de sistemas de bombeo para realizar rediseños futuros.

Con apoyo de software de modelado 3D y simulación por elementos finitos, como SolidWorks o SAP 2000, podemos lograr una optimización al modelo propuesto para los soportes de las estructuras tanto para la bomba como los soportes para las tuberías para posteriores proyectos de investigación.

Para la selección de los equipos se debe tener en consideración cada una de las especificaciones técnicas que nos proporcionan las fichas técnicas, como la potencia de los motores, para lograr una óptima selección de sus interruptores, variadores a la misma potencia requerida por el diseño propuesto.

La empresa donde se está implementando el diseño propuesto, debe producir anualmente un presupuesto destinado a proyectos de mejora en la eficiencia de sus procesos de refrigeración, y si fuera posible, para cada proceso existente dentro de la planta, el cual permite para la empresa ahorro económico y de materia prima como es el caso en este momento de la utilización del agua de mar.



## CAPÍTULO VI

### 6 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ABB PRODUCT-DETAILS. (s.f) ACS880-01-124A-5.

CSIspain. (s.f). SAP2000. <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>  
<https://new.abb.com/products/3AUA0000090442/acs880-01-124a-5>

ESPA.(s.f). Apéndice técnico de Sistema de bombeo  
 bombeo<https://manualzz.com/doc/5364464/apendice-t%C3%A9cnico-esp>

FRICK INDUSTRIAL REFRIGERATION (2019). Rotary Screw Compressor  
 Packages for industrial refrigeration. <https://www.johnsoncontrols.com/->

[/media/jci/be/united-states/refrigeration/industrial-refrigeration/rwf-ii-  
frick/files/be\\_sg\\_frick\\_compressor-2019.pdf](/media/jci/be/united-states/refrigeration/industrial-refrigeration/rwf-ii-frick/files/be_sg_frick_compressor-2019.pdf)

HIDROSTAL. (2015). Folleto bomba centrífuga ISO/DIS 2858, (3,29,78).  
[http://www.hidrostal.com.pe/pdf/catalogos/L1/CATALOGO%20LINEA-  
1%20EjeLibre2858.pdf](http://www.hidrostal.com.pe/pdf/catalogos/L1/CATALOGO%20LINEA-1%20EjeLibre2858.pdf)

Ingemécanica (20 de diciembre del 2019). Cálculo de instalaciones de bombeo de  
 agua. Recuperado de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

Miguelé cables eléctricos. (s.f). Caída de tensión.  
[https://www.miguelé.com/descargas/categoria14/caida-de-tension-miguelé-cables-  
electricos.pdf](https://www.miguelé.com/descargas/categoria14/caida-de-tension-miguelé-cables-electricos.pdf)

Ministerio de vivienda construction y saneamiento (2006). Reglamento Nacional de  
 Edificaciones. [https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-  
urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf](https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf)

Prezi (09 de abril del 2015). Sistema de descarga. Recuperado de:  
[https://prezi.com/12z7ve8v0ku\\_/sistema-de-descarga/](https://prezi.com/12z7ve8v0ku_/sistema-de-descarga/)

Rojas Pérez (2017). Diseño del sistema de bombeo para el abastecimiento óptimo de agua potable del distrito de Huancán – Huancayo. Tesis. Ingeniero mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en:  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3677/Rojas%20Perez.pdf?sequence=1>.

Robert L. Mott (2013). Mecánica de fluidos. Sexta edición. Editorial PEARSON Educación (Ed. castellano). Estados Unidos de América. Capítulos 7 & 11, Pág. 198– 208 & 320 – 328.

SCHNEIDER ELECTRIC. (s.f). Variador de Velocidad con filtro EMC - 55kW - 70hp - 480V. <https://www.se.com/cl/es/product/ATV71HD55N4/variador-de-velocidad-con-filtro-emc-55kw-70hp-480v/>

SCHNEIDER ELECTRIC. (s.f). Contactor TeSys D 3P AC-3 440V 32A Bobina 220VAC. <https://www.se.com/pe/es/product/LC1D32M7/contactor-tesys-d-3p-ac3-440v-32a-bobina-220-vac/>

SCHNEIDER ELECTRIC. (s.f) Contactor TeSys D 3P AC-3 440V 25A Bobina 4400VAC

SCHNEIDER ELECTRIC. (s.f) Interruptor Termomagnético compact NSX- TMD- 100A-100 KA 220/240VAC(IEC60947-2)-LV429670.  
<https://www.fcmsolutionsperu.com/products/lv429670-schneider>

SCHNEIDER ELECTRIC. (s.f) Interruptor thermomagnetic easy pact ezc – 3x150A-

50KA/220-240 VAC (IEC 60947-2)-EZC250N3150.

<https://www.fcmsolutionsperu.com/products/ezc250n3150>

Simbaña Calle (2018). Diseño de una estación de bombeo de agua de riego con su respectivo sistema de utilización 22.9 kv, 3 $\phi$ , para el sector Mallaritos, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura. Tesis. Pimentel – Perú. Ingeniero Mecánico Electricista. Universidad Señor de Sipán. Disponible en:

[https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4531/JHONY%20DAN I](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4531/JHONY%20DAN%20I)

Solano Mendoza (2016). Diseño de un sistema de bombeo en paralelo para la conducción de agua potable del Cárcamo 2 al Cárcamo 3 de la planta agrícola oriental D.F. Tesis. ciudad de México – México. Ingeniero mecánico. Instituto politécnico Nacional.

Disponible en: <https://docplayer.es/88566508-Instituto-politecnico-nacional.html>

Ugarte, F. (2010). Mecánica de fluidos I. Lima, Perú: Editorial San marcos.

Ugarte, F. (2014). Mecánica de fluidos II. Lima, Perú: Editorial San marcos.

## CAPÍTULO VII

### 7 ANEXOS

#### ***7.1 BOMBAS ACTUALES EN EL SISTEMA DE BOMBEO DE LA EMPRESA***

##### ***AUSTRAL S.A.A.***

#### **Figura 26**

*Arrancadores y Bombas del Sistema de Bombeo*



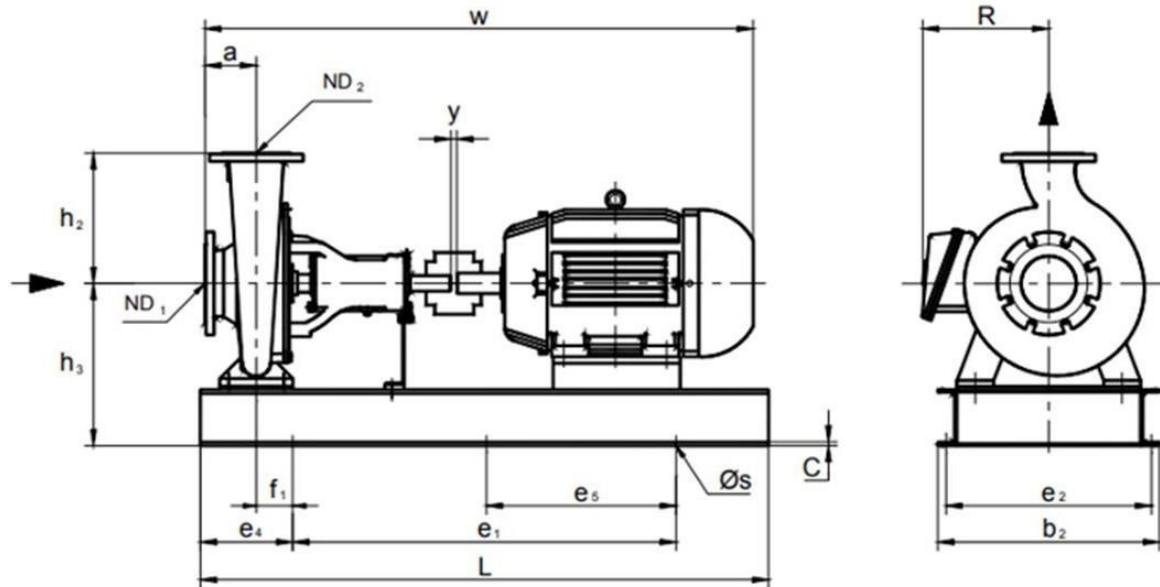
Nota. \* Bombas centrifugas horizontales del sistema de recirculación de agua de mar refrigerada. Tomada en la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. [Fotografía]

#### **Figura 27**

*Bombas y válvulas del sistema de bombeo*



Nota. \* Válvula globo en la tubería de descarga del sistema de bombeo Tomada en la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A. [Fotografía]

**Figura 28***Diseño Y Medidas de La Bomba Seleccionada*

*Nota.* \* Bomba centrífuga horizontal. Adaptada del catálogo de la marca HIDROSTAL

**Figura 29***Tabla de medidas de la Bomba Seleccionada*

Bomba	Motor	Base	Cople	c	L	e1	e4	e2	e5	b2	h3	h2	ND2	ND1	f1	w	R	a	y	Øs
150-315	180 L	4R-2	M65	13	1700	1100	255	636	700	680	515	400	150	200	150	1544	272	160	12	22
	200 L	4R-2	M65	13	1700	1100	255	636	700	680	515	400	150	200	150	1609	298	160	12	22
	*225S/M	4R-2	M65	13	1700	1100	255	636	700	680	515	400	150	200	150	1657	380	160	12	22
	225S/M	4R-2	M65	13	1700	1100	255	636	700	680	515	400	150	200	150	1687	380	160	12	22
	250S/M	4R-2	M65	13	1700	1100	255	636	700	680	515	400	150	200	150	1763	380	160	12	22
	280S/M	5R-2	M80	13	1900	1400	255	716	700	760	515	400	150	200	150	1874	480	160	6	22
	315S/M	5R-2	M80	13	1900	1400	255	716	700	760	515	400	150	200	150	1994	495	160	6	22

*Nota.* \* Cuadro resumen de características geométricas de bomba centrífuga horizontal.

Adaptada del catálogo de la marca HIDROSTAL

## 7.2 DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA DE MAR REFRIGERADA ACTUAL

**Figura 30**

*Datos Técnicos Tanque Pulmón de descarga*

Visualizar equipo : Datos técnicos	
Equipo	10005415
Denominación	TK PULMON AGUA DE DESCARGA MP
Status	MONT
Válido de	06.12.2013
Fin de validez	31.12.9999
General   Emplazamiento   Organización   Estructura   <b>Datos técnicos</b>   D.	
<b>Clasificación</b>	
Tipo de fluido	AGUA DE MAR
Capacidad en M3	25.00 m3
Material fabricación	CONCRETO
Capacidad GLH	
Diámetro externo Metro	
Altura metro	3.30 m
Longitud metro	2.80 m
Ancho	2.70 m
Capacidad Litro	25,000.00 l
Presión de operación BAR	
Ubicación	FASE III - ZONA DE DESCARGA
Funcionalidad	ENVIAR AGUA HACIA TROMELS P/H.
Espesor en pulgadas	
Temperatura de operacion	10.00 - 15.00 °C

*Nota.* \* Dimensiones y capacidad de tanque de concreto de la planta de congelado.

Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

**Figura 31**

*Bomba centrífuga horizontal de recirculación 1*

Visualizar equipo : Datos técnicos	
Equipo	10005416
Denominación	BOMBA DE RECIRCULACION N°1
Status	MONT
Válido de	06.12.2013
Fin de validez	31.12.9999
General   Emplazamiento   Organización   Estructura   <b>Datos técnicos</b>   Dat.serie   G.	
<b>Clasificación</b>	
Altura dinámica bomba	
Caudal M3/H	250.00 m3/h
Caudal CFM	
Caudal GPM	
Relación HP	
Presión de descarga PSI	
Presión de vacío	
Sistema de origen	
Diámetro succión por descarga	8" x 8"
Tipo de bomba	CENTRIFUGA
Tipo de fluido	AGUA DE MAR
Presión de operación BAR	
Velocidad RPM	1,800.00 1/min
Capacidad Litro/Min	
Potencia KW	
Espesor Impelente mm	
Presión descarga bar	
Ubicación	
Desplazamiento vibracional	
Volumen en cm3	
Material fabricación	ACERO FUNDIDO

*Nota.* \*Características de equipo de bombeo del sistema de agua de mar refrigerada.

Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

**Figura 32***Bomba Centrífuga Horizontal de Recirculación 2 O Stand By*

**Visualizar equipo : Datos técnicos**

Equipo: 10065418 Tipo: Máquinas Austral

Denominación: BOMBA DE RECIRCULACION Nº2

Status: MONT

Válido de: 04.12.2013 Fin de validez: 31.12.9999

General | Emplazamiento | Organización | Estructura | **Datos técnicos** | Dat.serie | G..

**Clasificación**

Altura dinámica bomba	
Caudal M3/H	250.00 m3/h
Caudal CFM	
Caudal GPM	
Potencia HP	
Presión de descarga PSI	
Presión de vacío	
Sistema de origen	
Diametro succión por descarga	8" X 8"
Tipo de bomba	CENTRIFUGA
Tipo de fluido	AGUA DE MA
Presión de operación BAR	
Velocidad RPM	
Capacidad Litro/Min	
Potencia KW	
Espesor Impedente mm	
Presión descarga bar	
Ubicación	
Desplazamiento vibracional	
Volumen en cm3	
Material fabricación	ACERO FUNDIDO

*Nota.* \* Características de equipo de bombeo del sistema de agua de mar refrigerada.

Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

**Figura 33***Motor Eléctrico de Bomba de Recirculación 2 o Stand By*

**Visualizar equipo : Datos técnicos**

Equipo: 10029985 Tipo: Máquinas Austral

Denominación: MOTOR ELECT BOMBA RECIRCULACION Nº2

Status: MONT

Válido de: 14.06.2017 Fin de validez: 31.12.9999

General | Emplazamiento | Organización | Estructura | **Datos técnicos** | Dat.serie | G..

**Clasificación**

Potencia HP	75.00 HP
Potencia KW	56.00 kw
Voltaje	440.00 V
Frecuencia	60.00 hz
Amperaje	93.75 A
Velocidad RPM	1,800.00 1/min
Aislamiento en Mega Ohmios	
IP de seguridad	55
Numero de fases	3
Ubicación	RECEPCION M/P
Temperatura de operación	40.00 °C
Tipo de arranque	
Frame	225S/M
Numero de polos	4.00 UN
Diametro de eje	
Facto de servicio	
Factor de potencia	
Tipo de montaje	
Torque en N.m	

*Nota.* \* Característica de equipo de bombeo del sistema de agua de mar refrigerada.

Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A

**Figura 34***Motor Eléctrico de Bomba de Recirculación 1*

**Visualizar equipo : Datos técnicos**

Equipo: 10035194 Tipo: Máquinas Austral

Denominación: MOTOR ELECT BOMBA RECIRCULACION N°1 (N)

Status: MONT

Válido de: 03.08.2019 Fin de validez: 31.12.9999

General | Emplazamiento | Organización | Estructura | **Datos técnicos** | Dat.serie | G..

**Clasificación**

Potencia HP	75.00 HP
Potencia KW	56.00 kw
Voltaje	440.00 V
Frecuencia	60.00 hz
Amperaje	93.75 A
Velocidad RPM	1,800.00 l/min
Aislamiento en Mega Ohmios	
IP de seguridad	55
Numero de fases	3
Ubicación	RECEPCION M/P
Temperatura de operacion	40.00 °C
Tipo de arranque	
Frame	225S/M
Numero de polos	4.00 UN
Diámetro de eje	
Facto de servicio	
Factor de potencia	
Tipo de montaje	
Torque en N.m	

Nota. \* Característica de equipo de bombeo del sistema de agua de mar refrigerada.

Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

**Figura 35***Desaguador Estático*

**Visualizar equipo : Datos técnicos**

Equipo: 10005414 Tipo: Máquinas Austral

Denominación: DESAGUADOR ESTATICO

Status: MONT

Válido de: 06.12.2013 Fin de validez: 31.12.9999

General | Emplazamiento | Organización | Estructura | **Datos técnicos** | Dat.serie | G..

**Clasificación**

Capacidad Toneladas/Hora	200.00 TNH
Proveedor	FAB NACION
Tipo de desaguador	ESTATICO
Diámetro externo Metro	
Longitud metro	3.52 m
Ancho	2.43 m
Altura metro	2.59 m
Ubicación	FASE III - ZONA DE DESCARGA

Nota. \* Característica de equipo filtrante de malla rotativo de la planta de harina.

Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.



Figura 36

Tina Bulk Feeder 1

Clasificación	
Velocidad	
Longitud metro	3.39 m
Ancho	2.18 m
Numero de cachos	
Capacidad Latas/Min	
Capacidad Saco/Min	
Capacidad Toneladas/Hora	
Numero dientes piñon conductor	
Numero dientes piñon conducido	
Numero de paletas	
Tipo de elevador	BANDA MODULAR PVC C/EMPUJADOR
Velocidad RPM	
Altura metro	1.69 m
Material fabricación	ACERO INOXIDABLE
Porcentaje de abertura	
Altura de cangilon	
Ancho de cangilon	
Longitud de cangilon	
Tipo de cadena	
Paso de cadena en pulgadas	

*Nota:* \* Equipo mecánico de recepción de materia prima y agua de mar. Adaptado del sistema SAPPM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

Figura 37

Tina Bulk Feeder 2

Datos generales	
Clase	PM_ELEVADOR Elevador transportador
Tp.objeto	ELV001 Elevador
Grupo autoriz.	AG4D Mant. Coishco CHD
Peso	0.000 Tamaño/Dimens.
Nº inventario	P04 - 000004 PstaEnServDesde 01.06.2008

Datos de aprovisionamiento	
Valor adquis.	0.00
Fecha adquis.	

Datos de fabricación	
Fabricante	FABRICACIÓN NACIONAL País productor PE
Denomin.tipo	Año/Mes const. /
NºPieza fabric.	
Fabr. Nº-serie	

*Nota.* \* Equipo mecánico de recepción de materia prima y agua de mar. Adaptado del sistema SAPPM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

**Figura 38***Arrancador Bomba Recirculación 2*

**Visualizar equipo : Datos técnicos**

Resumen clases PtosMedida/Contador

Equipo: 10029989 Tipo: Máquinas Austral

Denominación: ARRANCADOR BOMBA RECIRCULACION N° 02

Status: AEQS

Válido de: 15.06.2017 Fin de validez: 31.12.9999

General Emplazamiento Organización Estructura **Datos técnicos** Dat.serie G..

**Clasificación**

Frecuencia	60.00 hz
Amperaje	140.00 A
Potencia HP	100.00 HP
Voltaje	440.00 V
Ubicación	TDF N° 06
Potencia KW	75.00 kw

*Nota.* \*. Equipo electrónico de sistema de fuerza de sistema de bombeo de recirculación de agua demar. Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

**Figura 39***Variador Bomba Recirculación 2*

**Visualizar equipo : Datos técnicos**

Resumen clases PtosMedida/Contador

Equipo: 10020561 Tipo: Máquinas Austral

Denominación: VARIADOR BOMBA RECIRCULACION N° 02

Status: AEQS

Válido de: 07.09.2016 Fin de validez: 31.12.9999

General Emplazamiento Organización Estructura **Datos técnicos** Dat.serie G..

**Clasificación**

Modelo	ATV71HD55N4
Proveedor	
Frecuencia	60.00 hz
Amperaje	116.00 A
Tipo	
Potencia HP	75.00 HP
Grado de protección	
Voltaje	440.00 V
Ubicación	TABLERO DE DIDTRIBUCIÓN TDF-6
Frecuencia de entrada	60.00 hz
Frecuencia de salida	0.00 - 500.00 hz
Voltaje de entrada	440.00 V
Voltaje de salida	440.00 V
Potencia KW	55.00 kw
Amperaje de ingreso	120.00 A
IP de seguridad	
Amperaje de salida	116.00 A
Temperatura de ambiente	40.00 °C

*Nota.* \*. Equipo electrónico de sistema de control de sistema de bombeo de recirculación de agua demar. Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

**Figura 40***Poza de Concreto de Efluentes*

The screenshot shows the SAP PM 'Visualizar equipo : Datos técnicos' screen. The title bar includes a search icon, a help icon, and the text 'Visualizar equipo : Datos técnicos'. Below the title bar, there are icons for search, help, and user management, followed by the text 'Resumen clases' and 'PtosMedida/Contador'. The main data area contains the following fields:

Equipo	10030439	Tipo	M Máquinas Austral
Denominación	POZA DE CONCRETO DE TROMMEL		
Status	MONT		
Válido de	13.07.2017	Fin de validez	31.12.9999

Below the data area, there are tabs for 'Gene...', 'Emplazamiento', 'Organización', 'Estructura', 'Datos técnicos', 'Dat.serie', and 'Garantía/Documentación'. The 'Datos técnicos' tab is selected. The 'Clasificación' section contains the following fields:

Capacidad TN	
Material fabricación	CONCRETO
Capacidad en M3	
Tipo de fluido	SANGUAZA
Numero de drenadores	
Temperatura de operacion	
Longitud MM	
Ancho en mm	
Altura en mm	

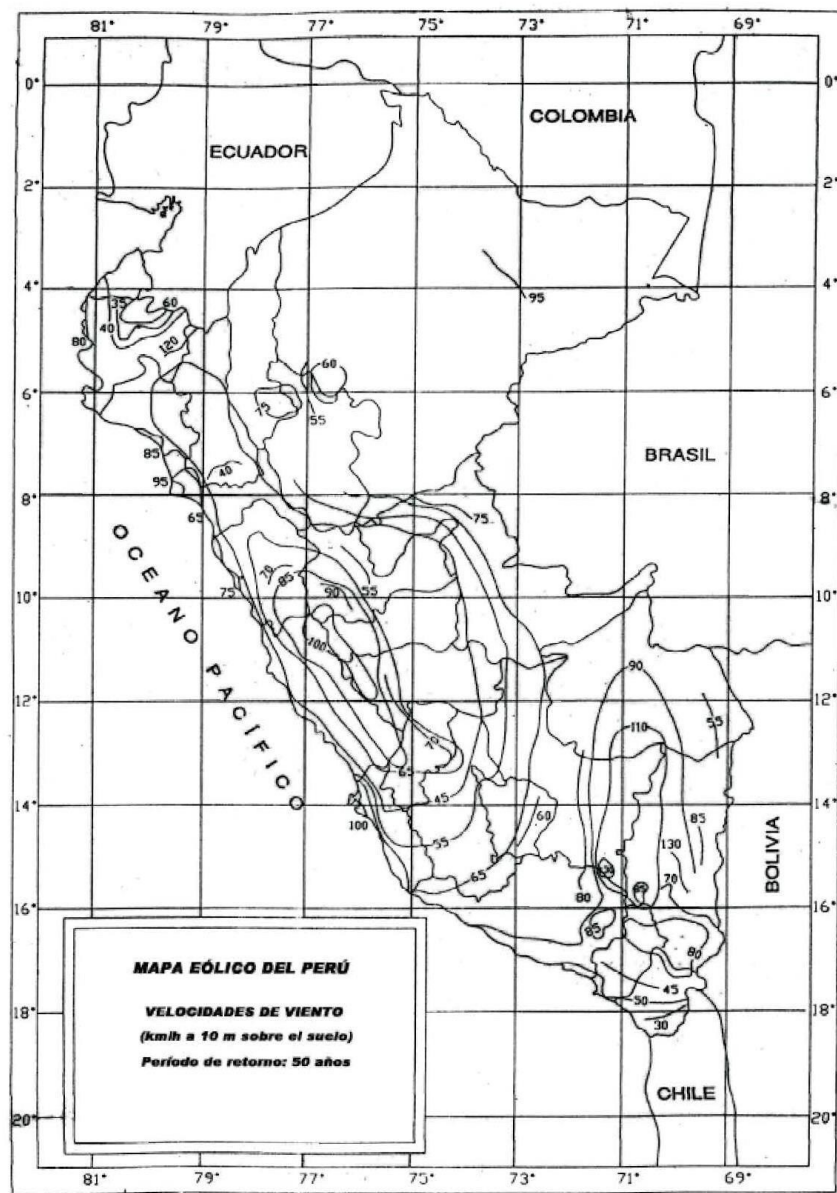
*Nota.* \* Dimensiones y capacidad de tanque de concreto de efluentes de la planta de congelado.

Adaptado del sistema SAP PM de la empresa AUSTRAL GROUP S.A.A.

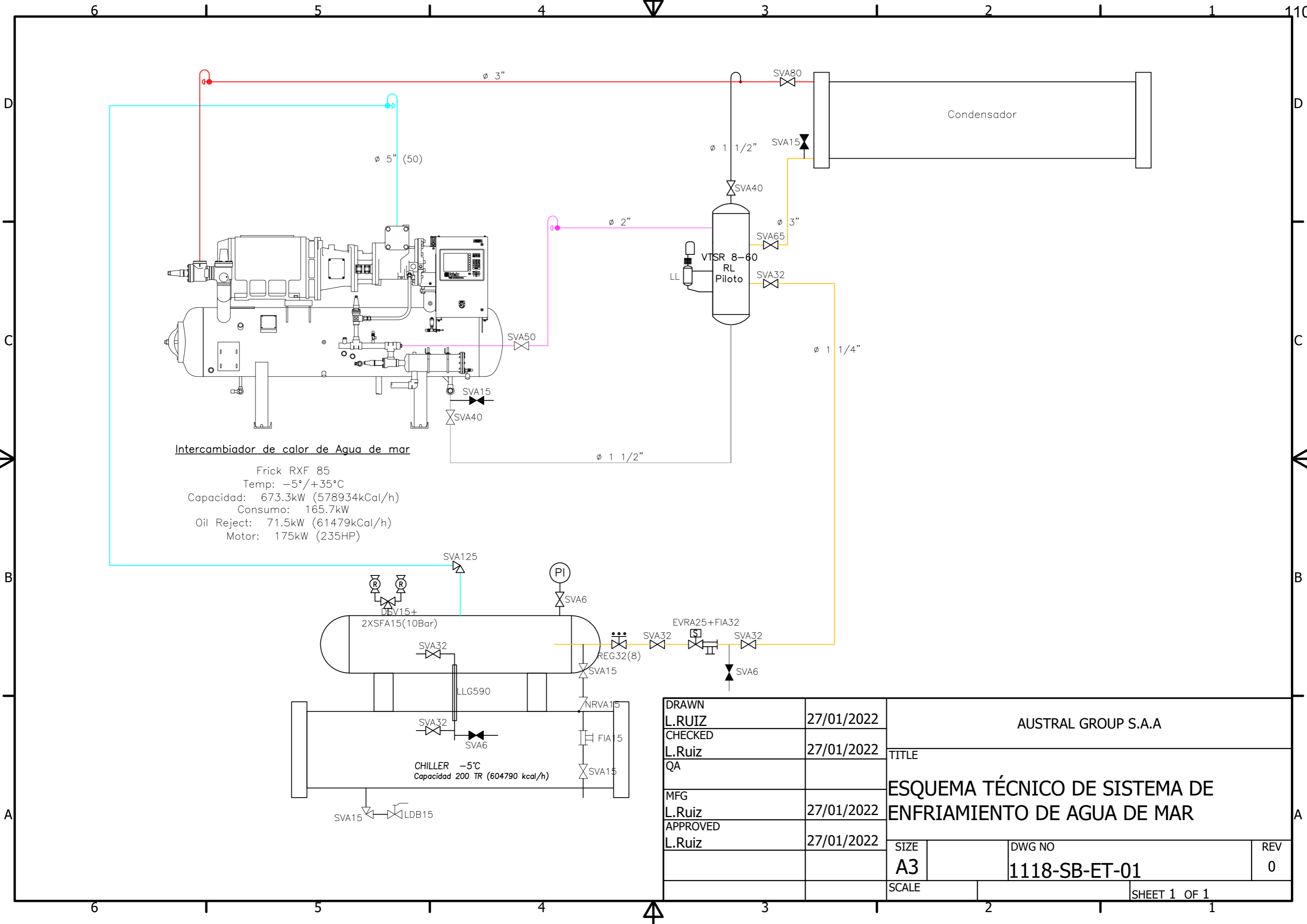
Figura 41

Mapa Eólico del Perú

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

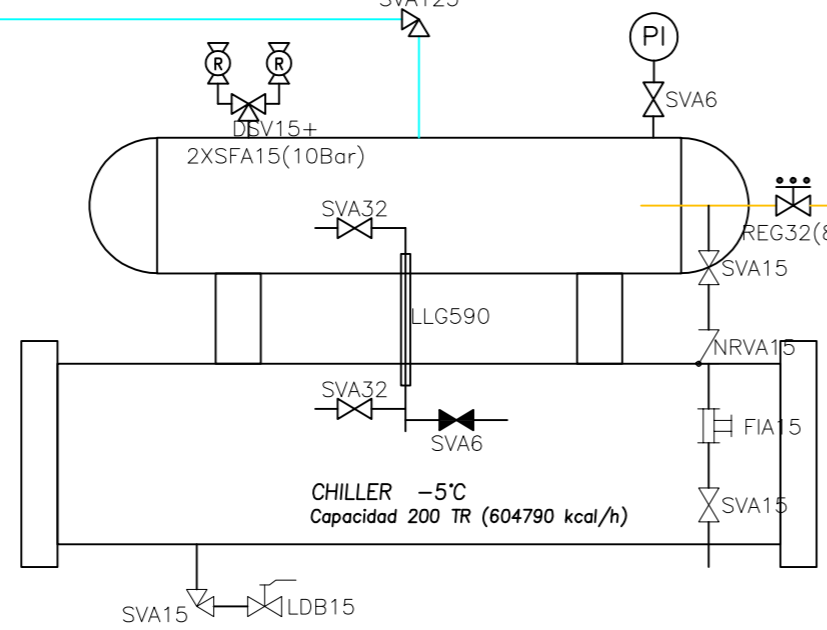


*Nota.* \* Resumen de velocidad del viento en el Perú. Adaptado del Reglamento Nacional de Edificaciones



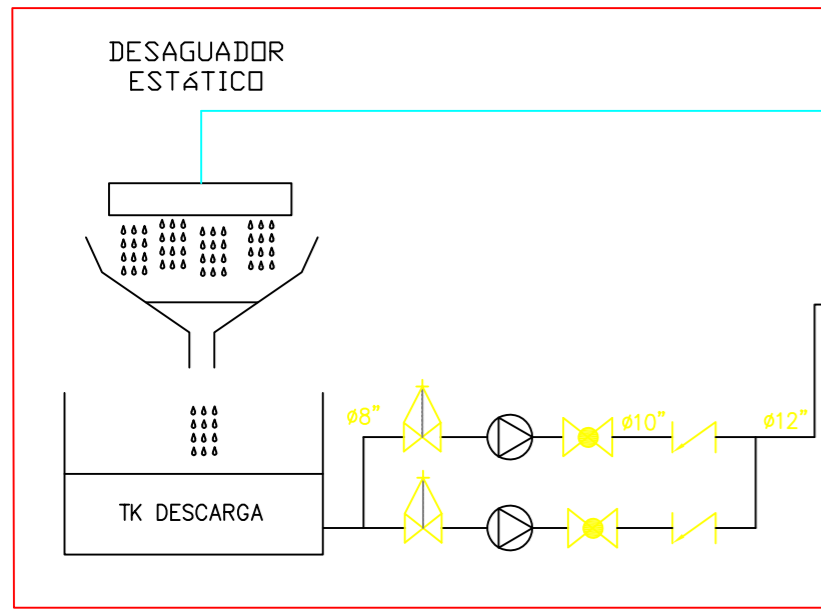
Intercambiador de calor de Agua de mar

Frick RXF 85  
 Temp: -5°/+35°C  
 Capacidad: 673.3kW (578934kCal/h)  
 Consumo: 165.7kW  
 Oil Reject: 71.5kW (61479kCal/h)  
 Motor: 175kW (235HP)

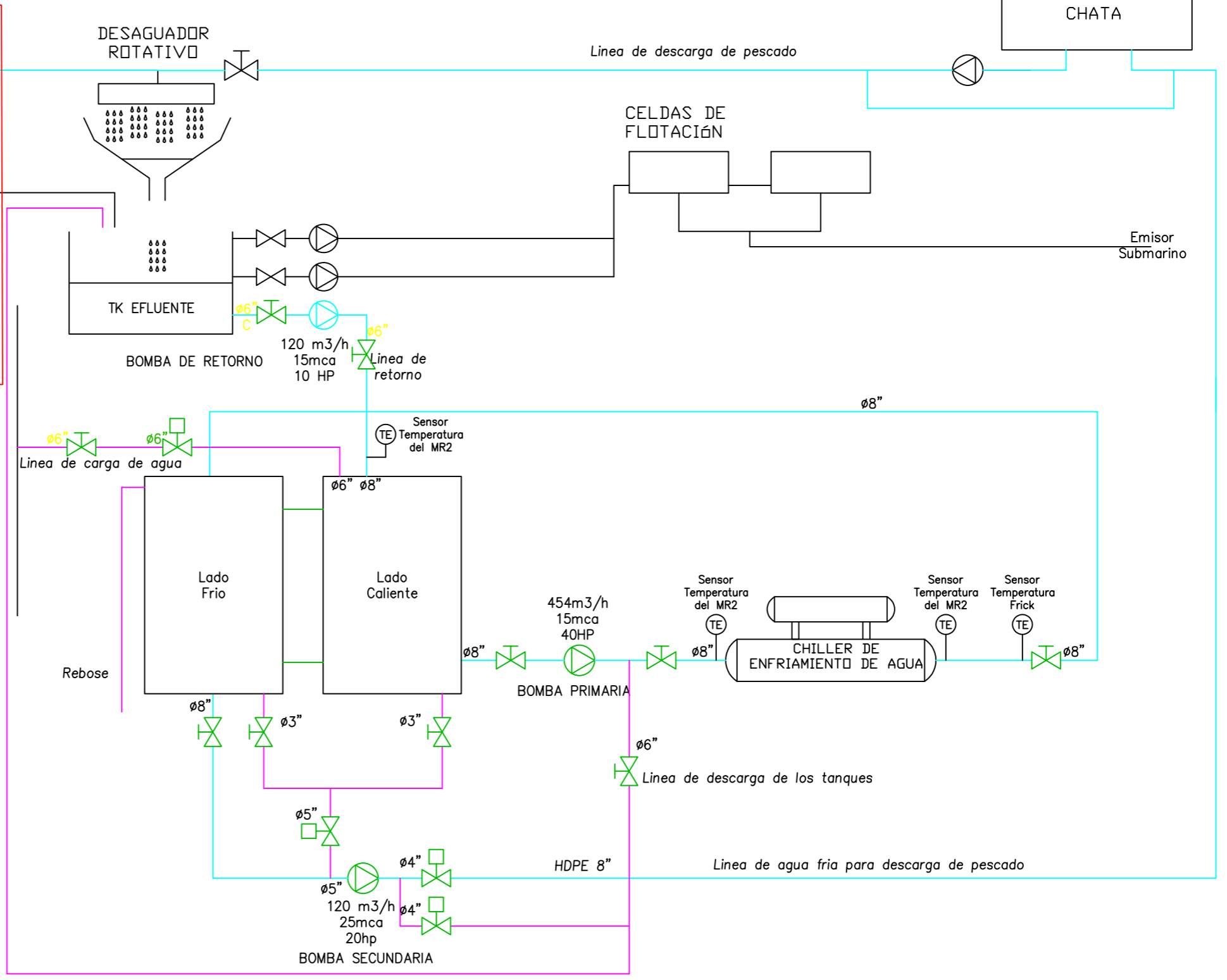


DRAWN	27/01/2022	AUSTRAL GROUP S.A.A			
L.RUIZ					
CHECKED	27/01/2022	TITLE			
L.Ruiz					
QA		ESQUEMA TÉCNICO DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA DE MAR			
MFG	27/01/2022				
L.Ruiz		SIZE			
APPROVED	27/01/2022				
L.Ruiz		DWG NO		REV	
					1118-SB-ET-01
		SCALE			SHEET 1 OF 1

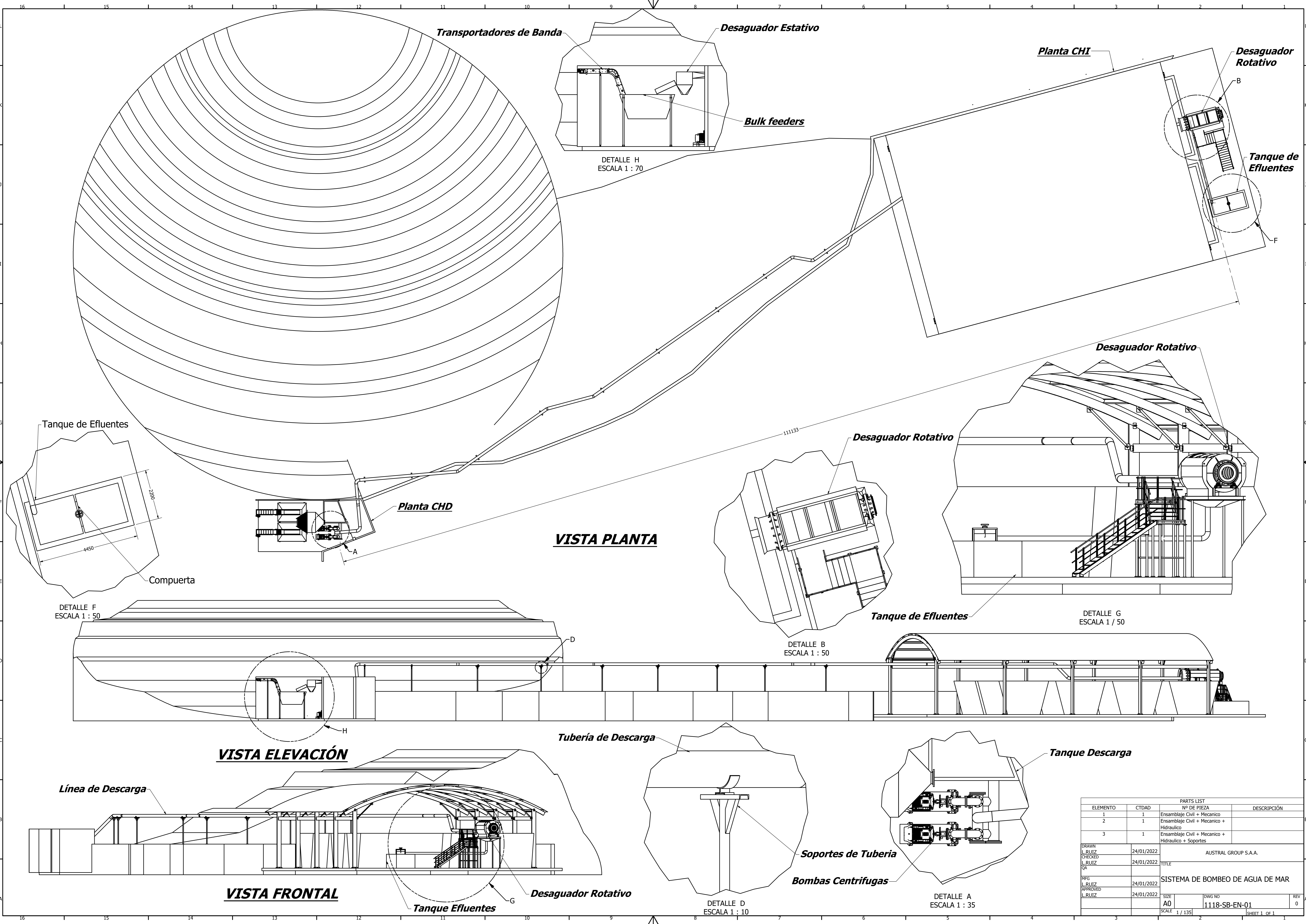
AUSTRAL GROUP S.A.A	
TITLE	
ESQUEMA TÉCNICO DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA DE MAR	
SIZE	DWG NO
A3	1118-SB-ET-01
SCALE	SHEET 1 OF 1



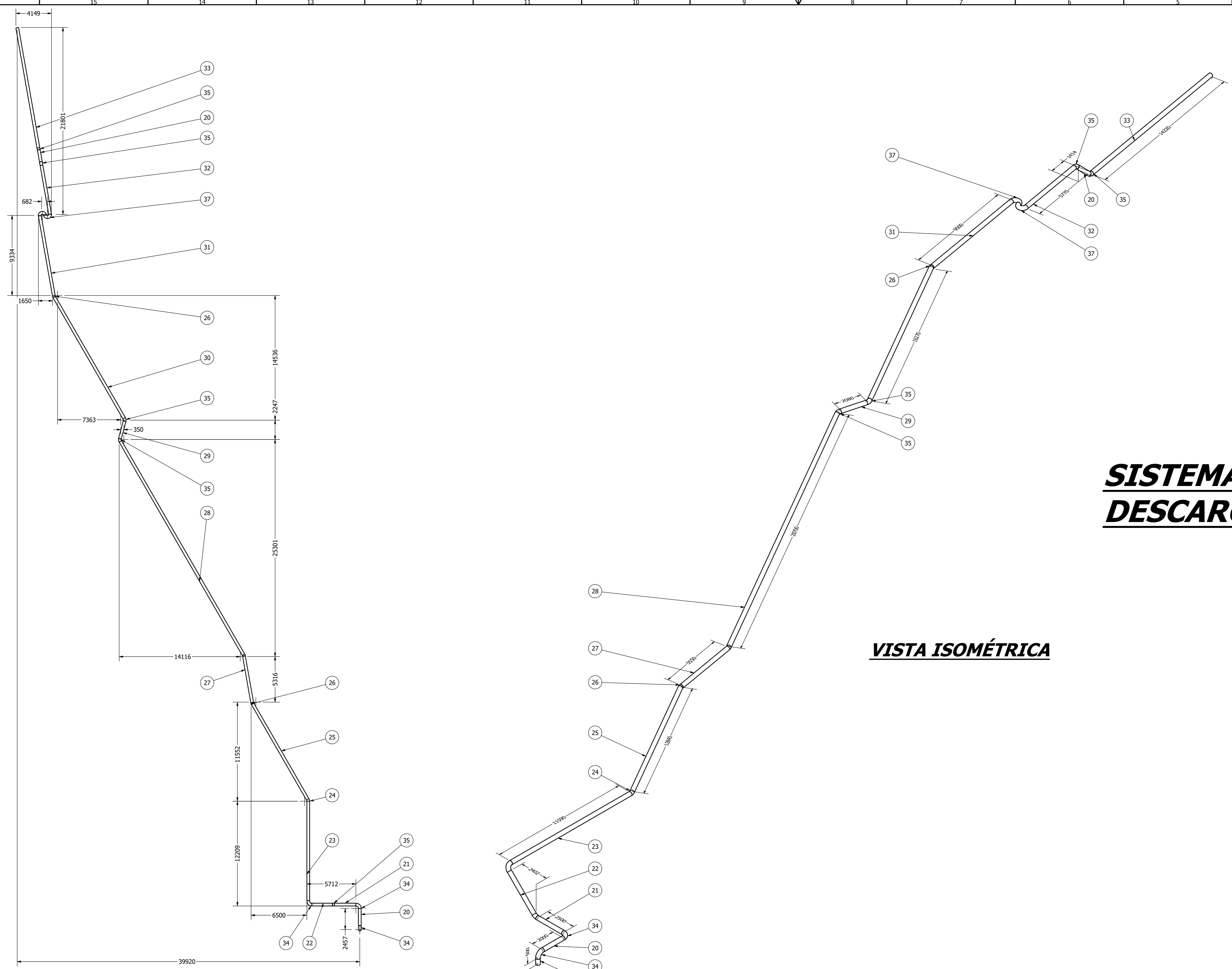
SISTEMA DE BOMBEO CHD



DRAWN	L.RUIZ	27/01/2022	AUSTRAL GROUP S.A.A		
CHECKED	L.Ruiz	27/01/2022			
QA			TITLE		
MFG	L.Ruiz	27/01/2022	ESQUEMA TÉCNICO DE SISTEMA ENFRIAMIENTO CIRCUITO COMPLETO		
APPROVED	L.Ruiz	27/01/2022	SIZE	DWG NO	REV
			A3	1118-SB-ET-02	0
			SCALE	SHEET 1 OF 1	

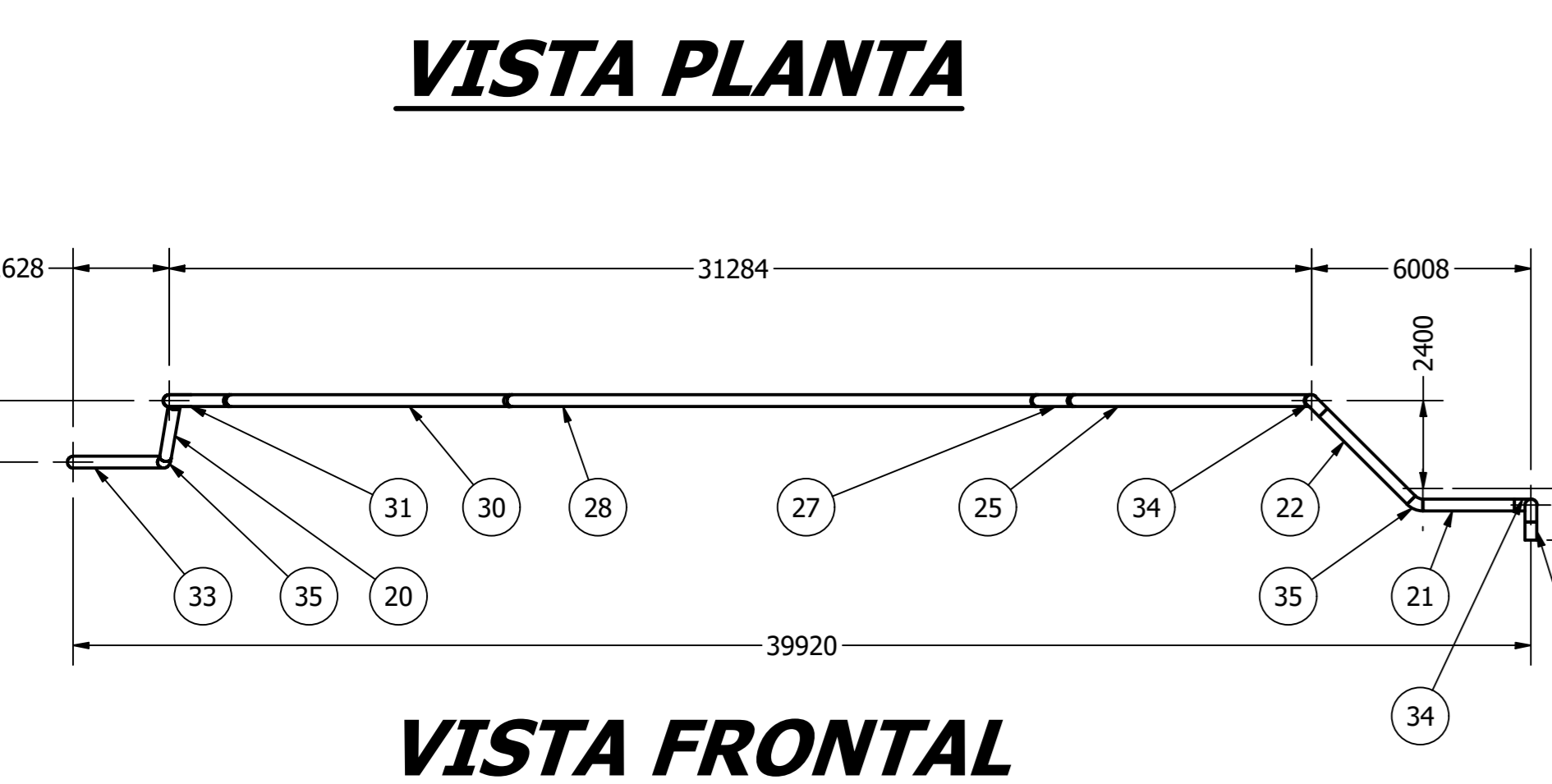


ELEMENTO		CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	1	Ensamblaje Civil + Mecanico	
2	1	1	Ensamblaje Civil + Mecanico + Hidraulico	
3	1	1	Ensamblaje Civil + Mecanico + Hidraulico + Soportes	
DRAWN		24/01/2022	AUSTRAL GROUP S.A.A.	
CHECKED		24/01/2022	TITLE	
QA			SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA DE MAR	
MFG		24/01/2022	SIZE	DWG NO
APPROVED		24/01/2022	A0	1118-SB-EN-01
L.RUIZ			SCALE	1 / 135
				REV 0
				SHEET 1 OF 1

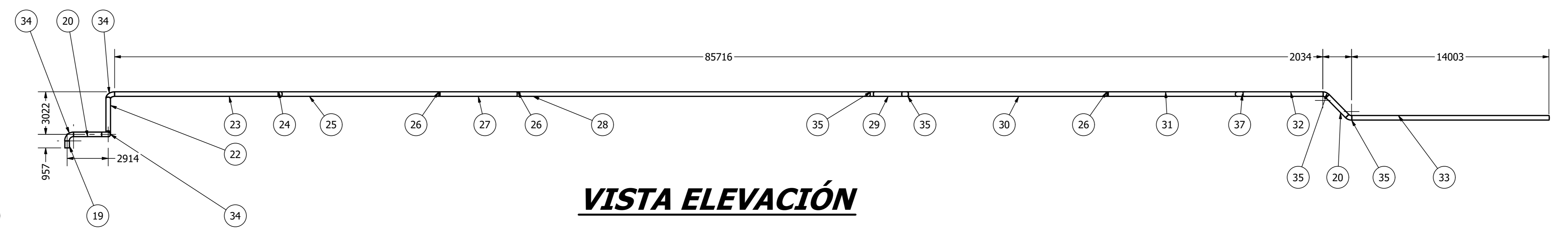


# SISTEMA DE TUBERIA DE DESCARGA - RECORRIDO

**VISTA ISOMÉTRICA**



**VISTA FRONTAL**



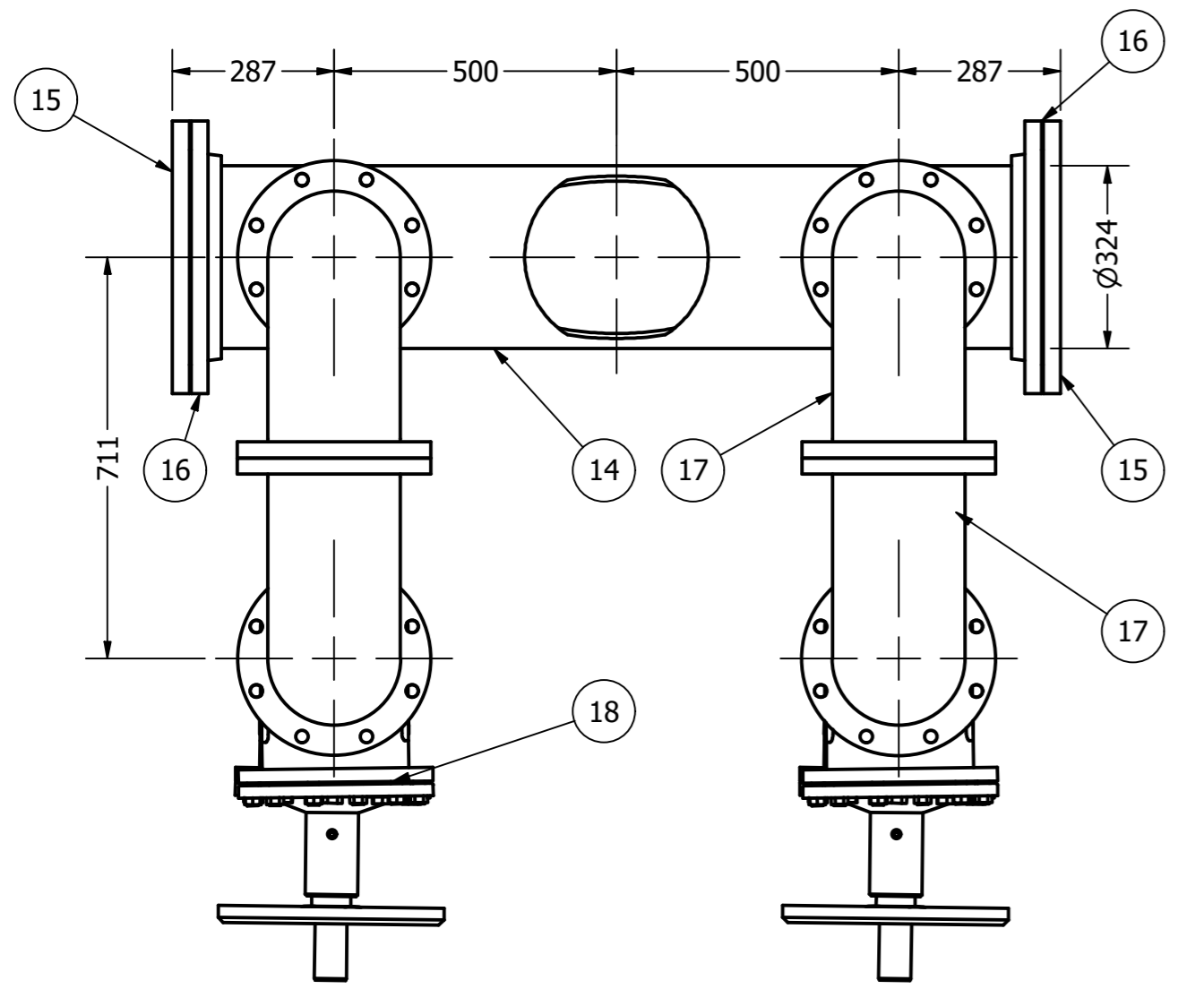
**VISTA ELEVACIÓN**

PARTS LIST				
ELEMENTO	CTDAD	№ DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
19	19.685 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 19.685039	Tubería	
20	157.480 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 78.740157	Tubería	
21	98.425 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 98.425197	Tubería	
22	133.740 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 133.74016	Tubería	
23	456.299 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 456.29921	Tubería	
24	1	Pieza7. Codo de 30°		
25	505.512 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 505.51181	Tubería	
26	3	Pieza8.Codo 20°		
27	218.504 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 218.50394	Tubería	
28	1129.921 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 1129.9213	Tubería	
29	81.890 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 81.889764	Tubería	
30	640.551 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 640.55118	Tubería	
31	374.016 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 374.01575	Tubería	
32	227.165 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 227.16535	Tubería	
33	559.843 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 559.84252	Tubería	
34	3	ASME B16.9 Long Radius 90 Deg Elbow (Inch) 12 x 0.406	Codo	
35	5	ASME B16.9 Long Radius 45 Deg Elbow 12 x 0.406	Codo	
37	2	DIN 2605 180 Deg Bend Type 2 323.9 - 2.95	Return Bend	

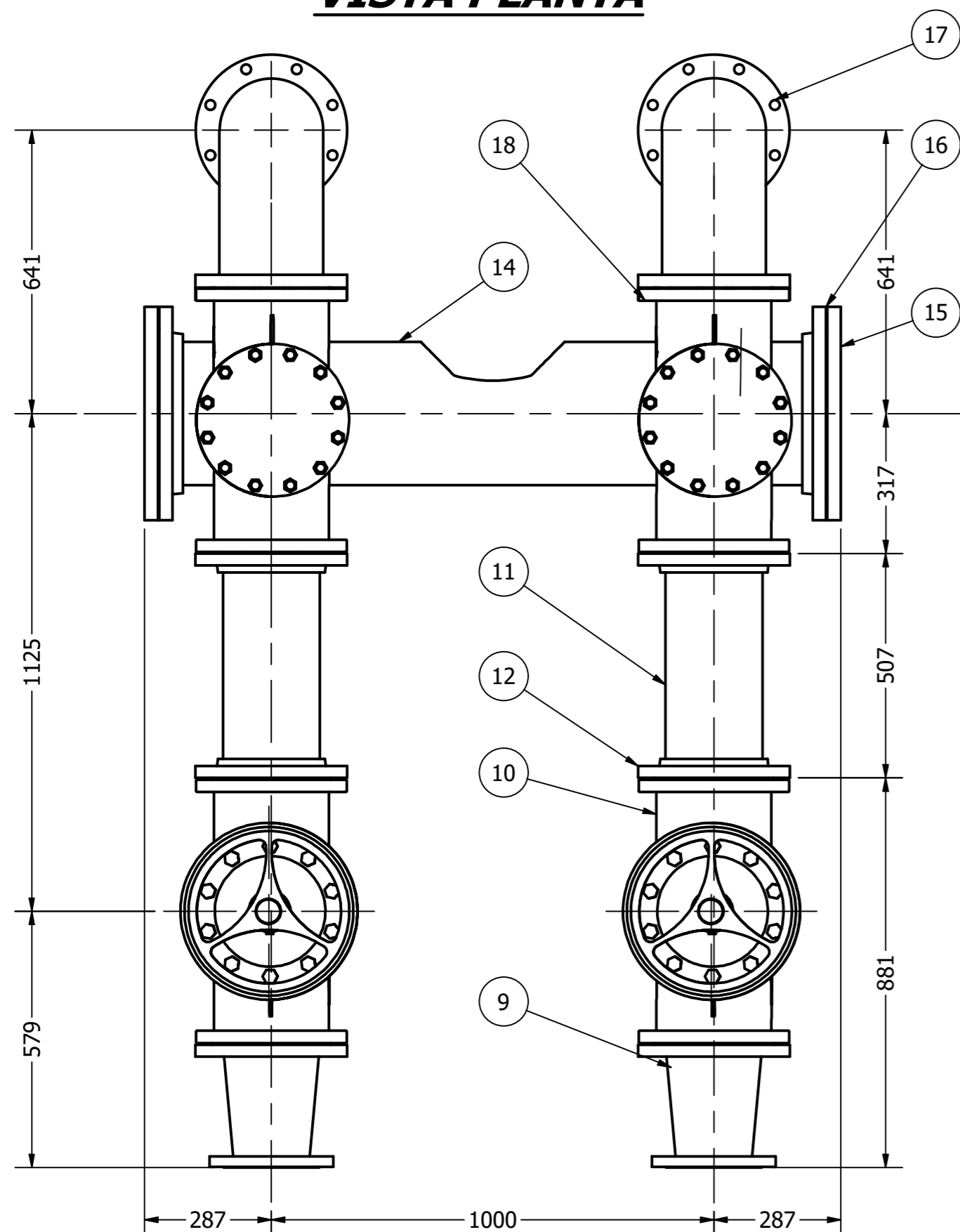
  

DRAWN	L.RUIZ	24/01/2022	AUSTRAL GROUP S.A.A	
CHECKED	L.RUIZ	24/01/2022	TITLE	
QA			SISTEMA DE TUBERÍA DE DESCARGA	
MFG	L.RUIZ	24/01/2022	SIZE	DWG NO
APPROVED	L.RUIZ	24/01/2022	A0	1118-SB-HI-DE-EN-02
			SCALE	1 / 170
				SHEET 2 OF 2

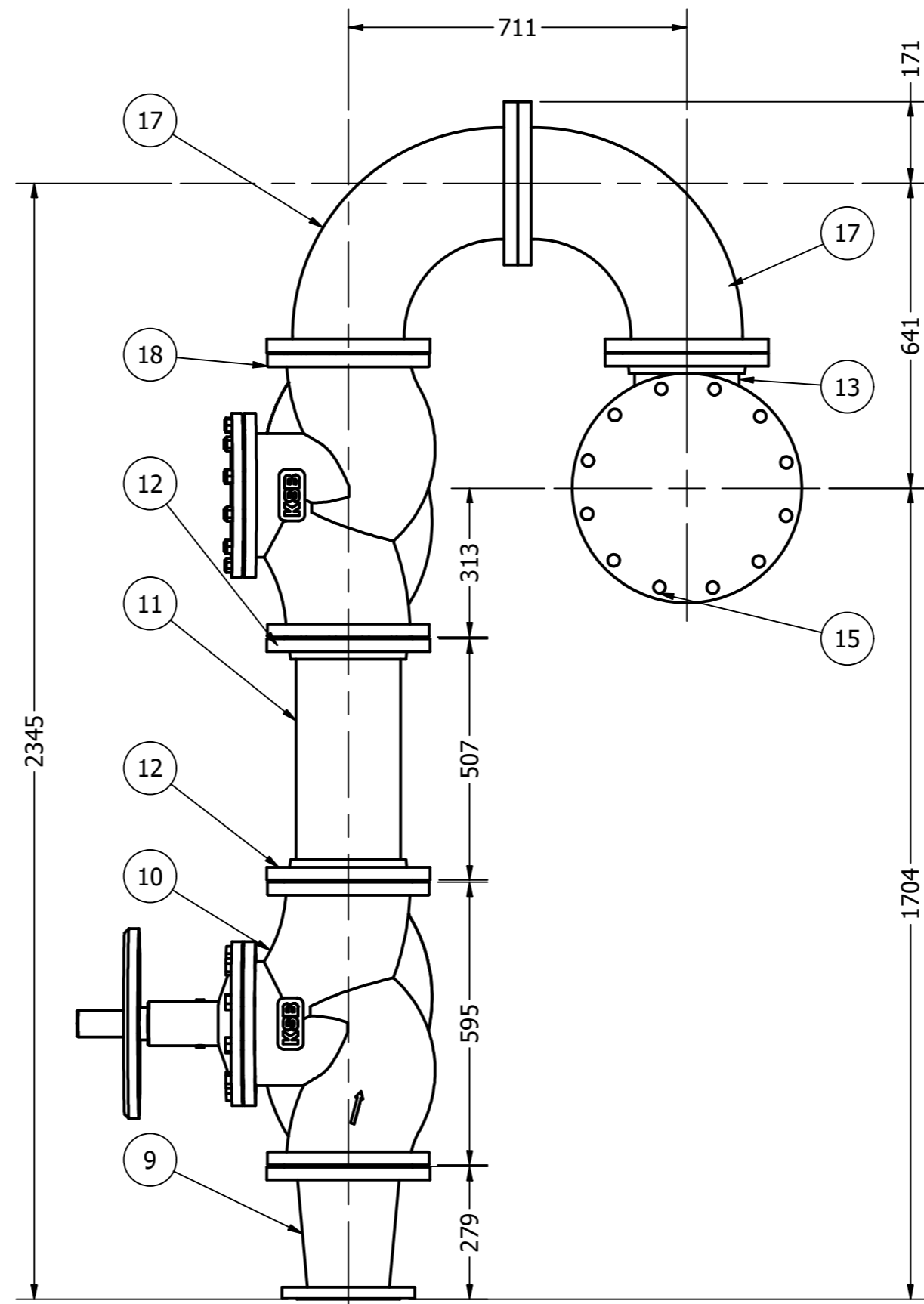




**VISTA PLANTA**

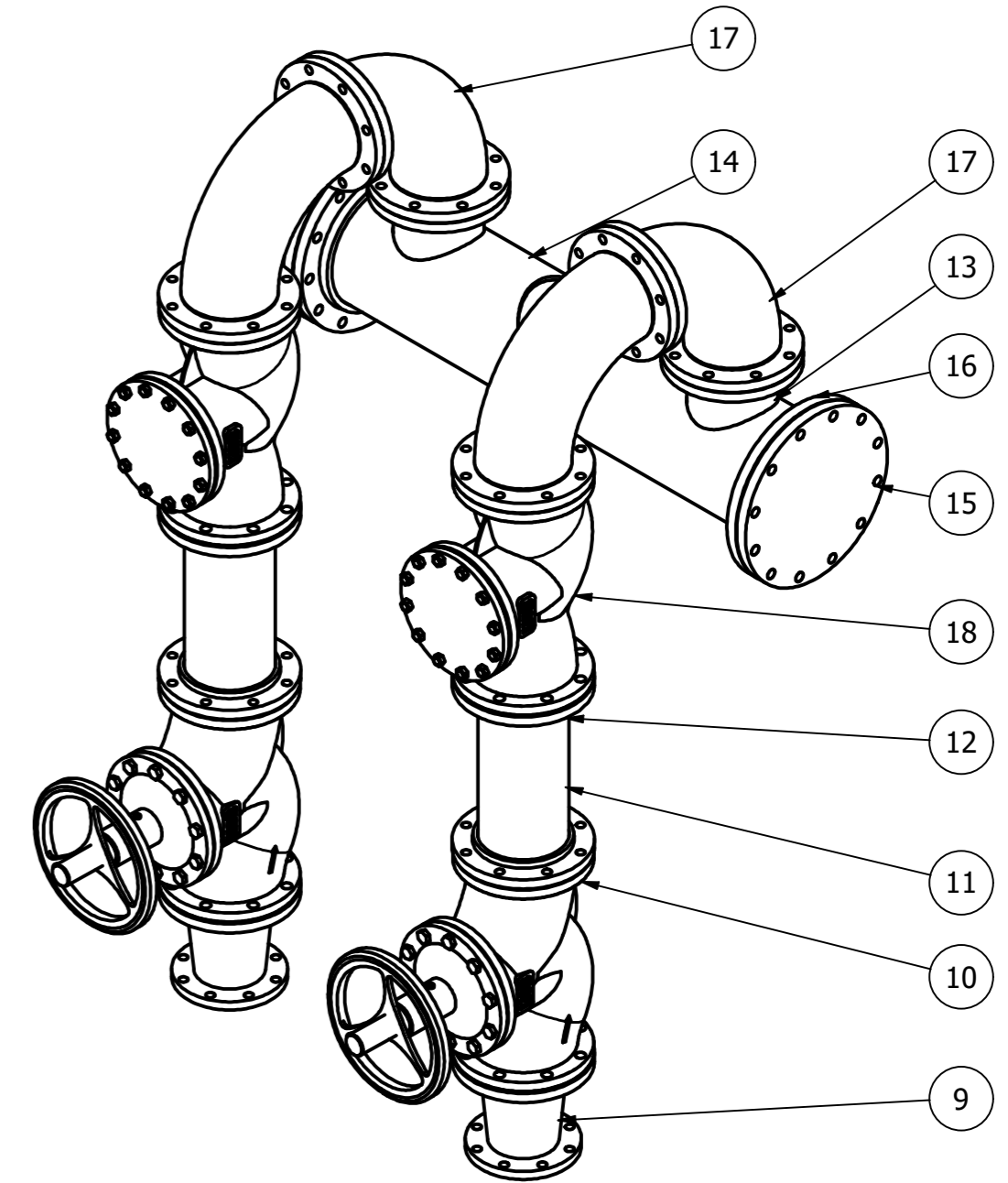


**VISTA FRONTAL**



**VISTA ELEVACIÓN**

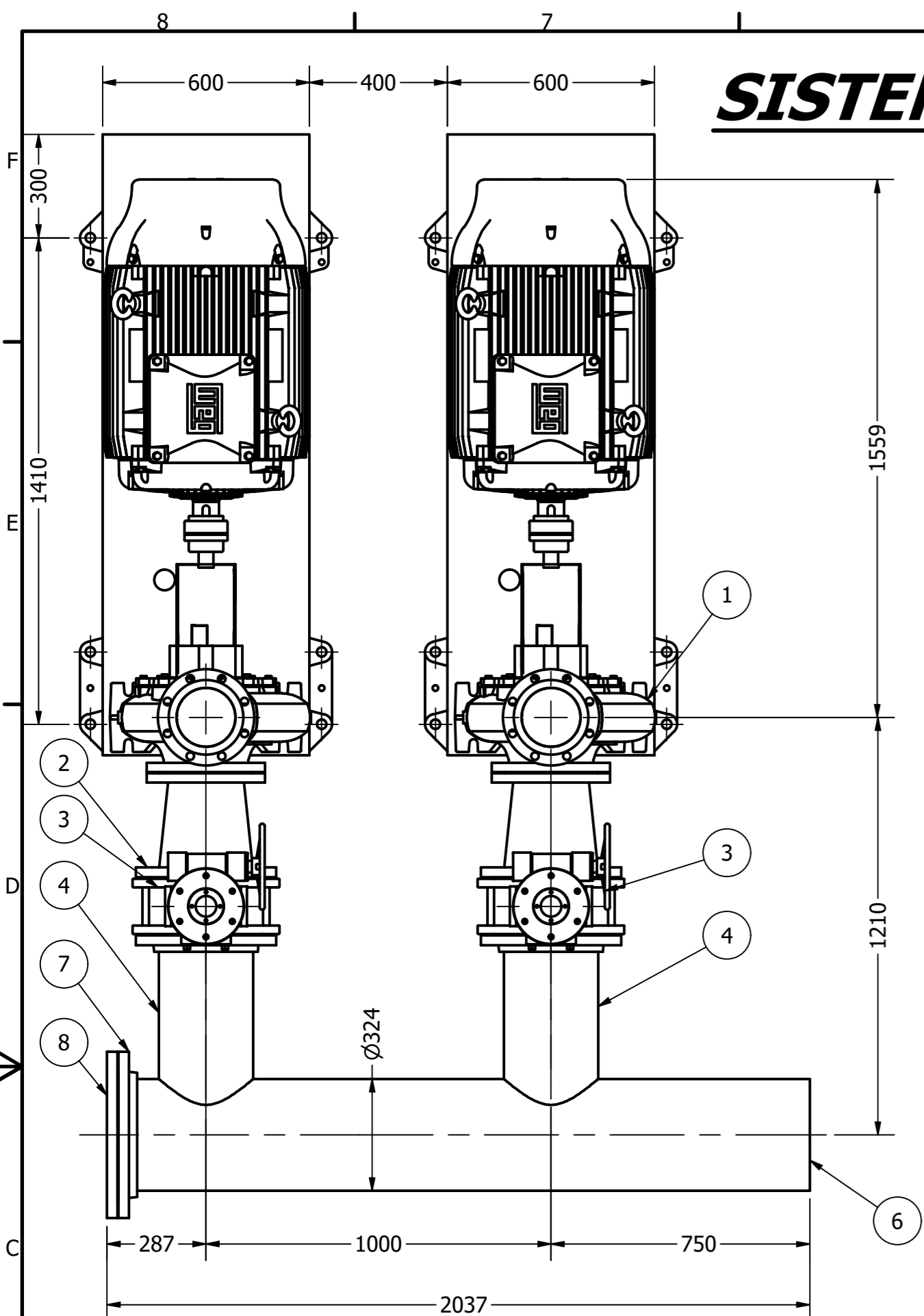
**SISTEMA DE TUBERÍA DE DESCARGA**



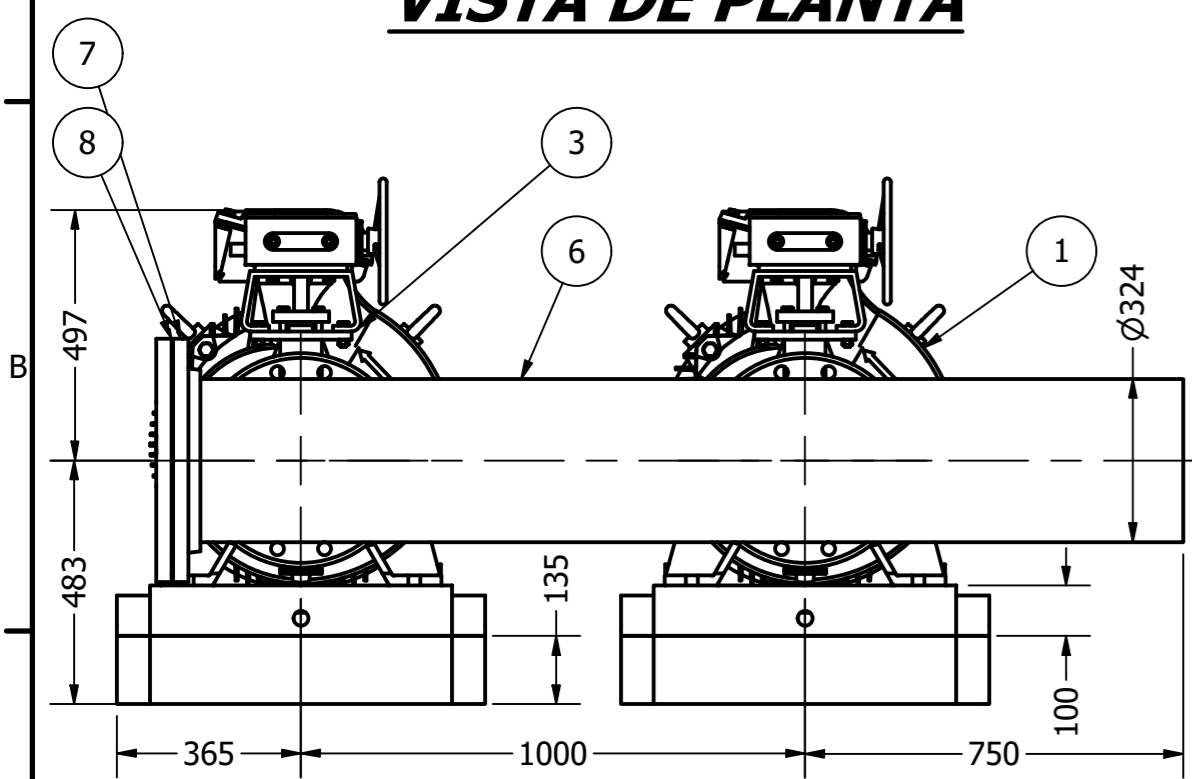
PARTS LIST			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
9	2	Ensamblaje5.Reductor de 8 a 6	
10	2	48872074_boa_h_Straight-Way Pattern DN 200B08A	BOA H Straight-Way Pattern-Maintenance free metal seated globe valves with bellows
11	39.370 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 8 - Schedule 40 - 19.685039	Tubería
12	6	ASME B16.5 Flange Slip-On Welding - Class 150 8	Pipe Flanges - Flange Slip - On Welding - Class 150.Inch
13	15.748 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 8 - Schedule 40 - 7.8740157	Tubería
14	59.055 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 59.055118	Tubería
15	2	ASME B16.5 Flange Blind - Class 150 12	Pipe Flanges - Flange Blind - Class 150.Inch
16	2	ASME B16.5 Flange Slip-On Welding - Class 150 12	Pipe Flanges - Flange Slip - On Welding - Class 150.Inch
17	4	ASME/ANSI B16.1 Flanged 90 Deg Long Radius Elbow - Class 125 8	Cast Iron Flanged Fittings 90 Deg Long Radius Elbow - Class 125
18	2	BOA-R_DN 200 PN 6_SPCLPCKNG-No EN-GJL-250 B10A	BOA R Straight Pattern-Maintenance free metallic seat non return valves

DRAWN L.RUIZ	24/01/2022	AUSTRAL GROUP S.A.A		
CHECKED L.RUIZ	24/01/2022	TITLE		
QA		SISTEMA DE TUBERÍA DE DESCARGA		
MFG L.RUIZ	24/01/2022	SIZE A2	DWG NO 1118-SB-HI-DE-EN-02	REV
APPROVED L.RUIZ	24/01/2022	SCALE 0.06 : 1	SHEET 1 OF 2	

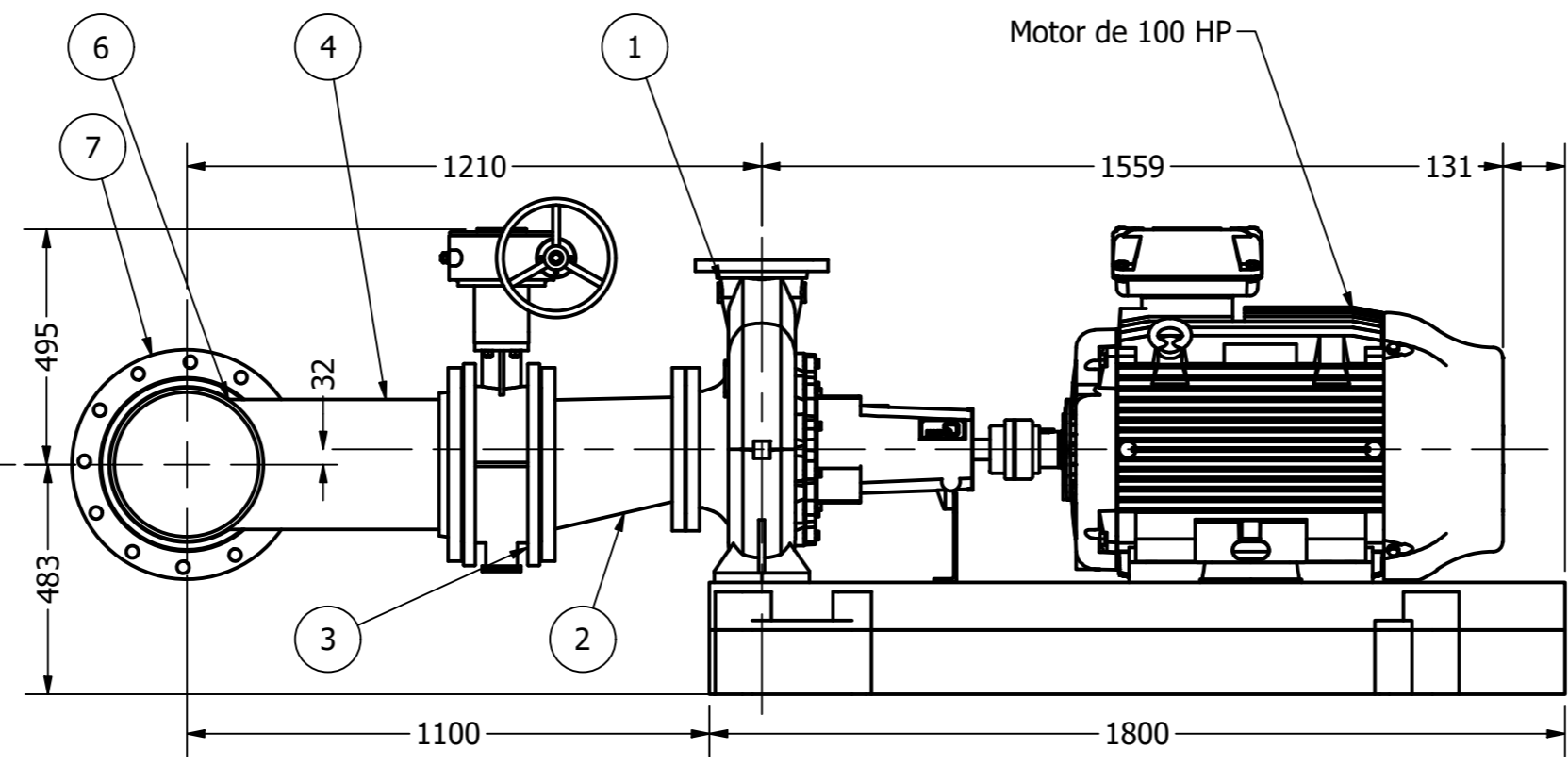
# SISTEMA DE TUBERÍA DE SUCCIÓN



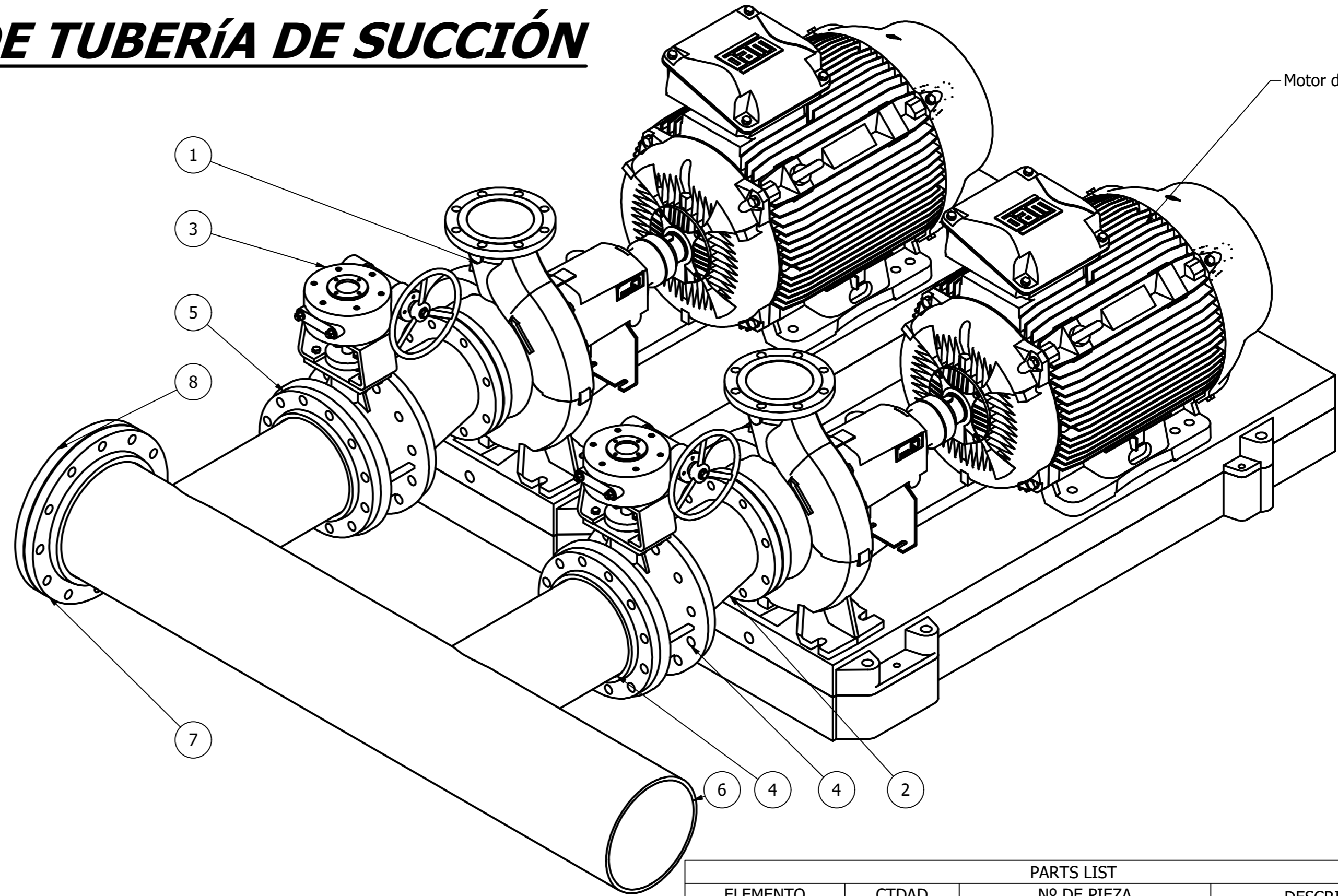
**VISTA DE PLANTA**



**VISTA FRONTAL**

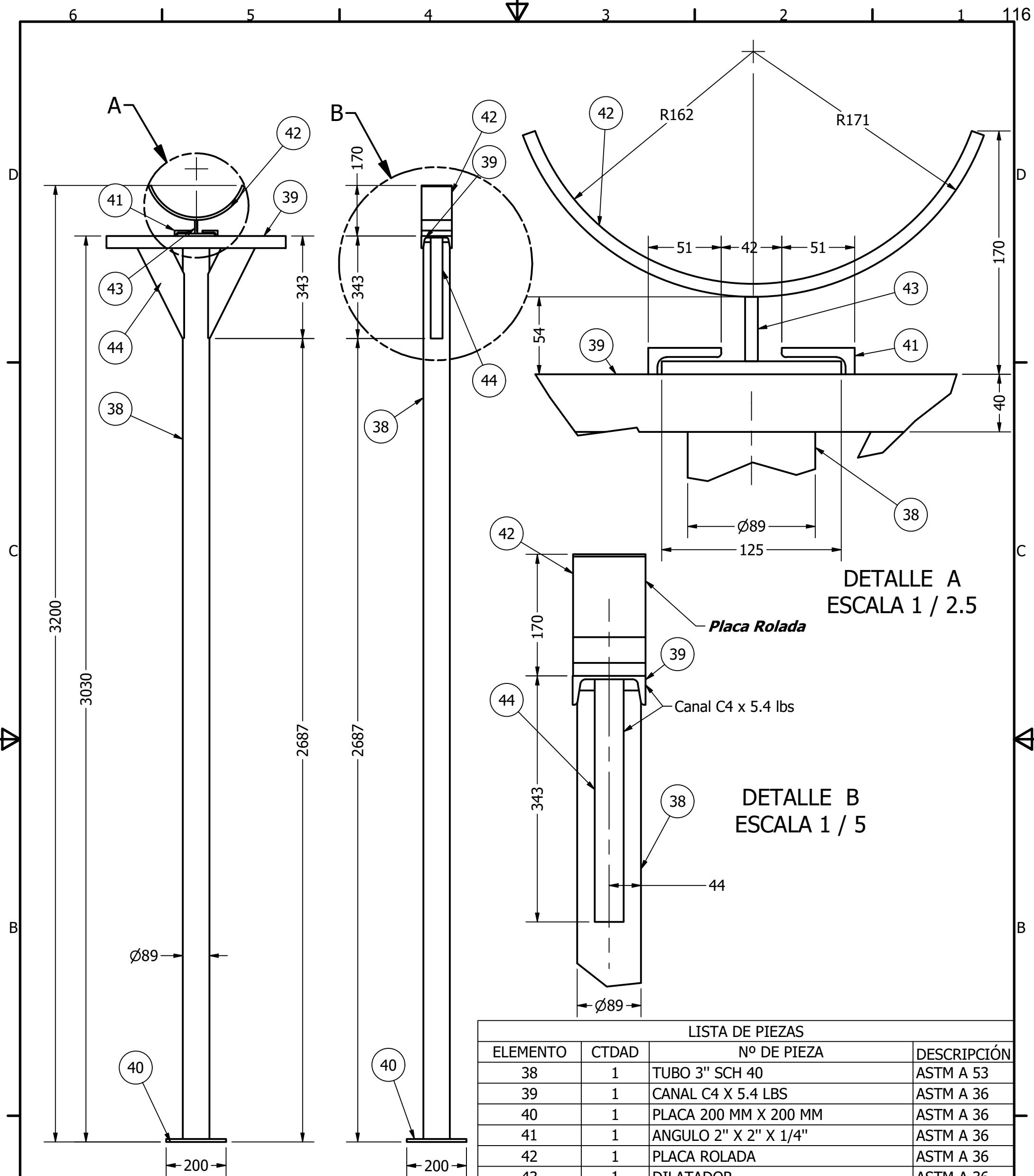


**VISTA ELEVACIÓN**



PARTS LIST			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	2	Etanorm_200-150-315-3e	Etanorm 3e-Standardised Water Pump
2	2	ASME B16.5 Flanged Eccentric Reducer - Class 150 10 x 8	Flanged Fittings - Flanged Eccentric Reducer - Class 150 Inch
3	2	valves_rnd343h-25rl-250_01	
4	39.370 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 10 - Schedule 40 - 19.685039	Tubería
5	2	ASME B16.5 Flange Slip-On Welding - Class 150 10	Pipe Flanges - Flange Slip - On Welding - Class 150.Inch
6	78.740 in	ASTM A 53/A 53M Tubería 12 - Schedule 40 - 78.740157	Tubería
7	1	ASME B16.5 Flange Slip-On Welding - Class 150 12	Pipe Flanges - Flange Slip - On Welding - Class 150.Inch
8	1	ASME B16.5 Flange Blind - Class 150 12	Pipe Flanges - Flange Blind - Class 150.Inch

DRAWN L.Ruiz	24/01/2022	AUSTRAL GROUP S.A.A		
CHECKED L.Ruiz	24/01/2022			
QA		TITLE	SISTEMA DE TUBERÍA DE SUCCIÓN	
MFG L.ruiz	24/01/2022	SIZE A2	DWG NO 1118-SB-HI-SUC-EN-01	REV 0
APPROVED L.Ruiz	24/01/2022	SCALE 1 : 10	SHEET 1 OF 1	



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
38	1	TUBO 3" SCH 40	ASTM A 53
39	1	CANAL C4 X 5.4 LBS	ASTM A 36
40	1	PLACA 200 MM X 200 MM	ASTM A 36
41	1	ANGULO 2" X 2" X 1/4"	ASTM A 36
42	1	PLACA ROLADA	ASTM A 36
43	1	DILATADOR	ASTM A 36
44	2	CANAL C4 X 5.4 LBS REFUERZO LATERAL	ASTM A 36

DRAWN L.RUIZ	24/01/2022	AUSTRAL GROUP S.A.A.		
CHECKED L.RUIZ	24/01/2022			
QA		TITLE		
MFG L.RUIZ	24/01/2022	SOPORTE DE PATIN		
APPROVED L.RUIZ	24/01/2022	SIZE A3	DWG NO 1118-SB-PA-EN-01	REV 0
		SCALE 1 : 12	SHEET 1 OF 1	

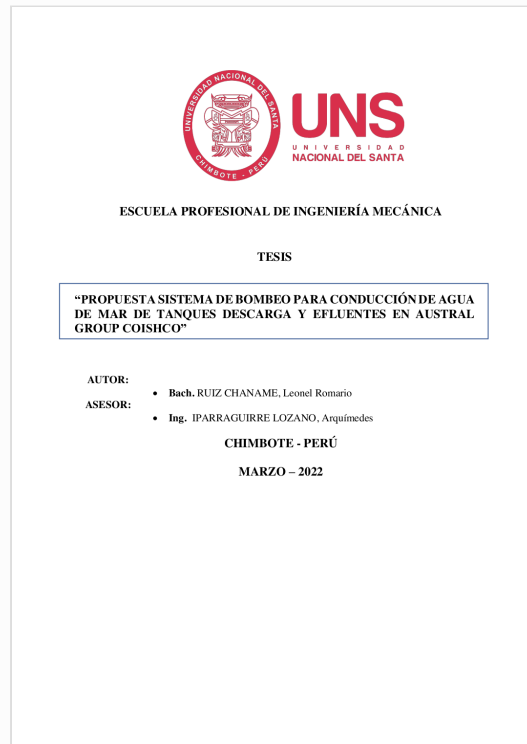


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Leonel Romario Ruiz Chaname  
Título del ejercicio: TESIS FINAL CHANAME  
Título de la entrega: "PROPUESTA SISTEMA DE BOMBEO PARA CONDUCCIÓN DE A...  
Nombre del archivo: INFORME\_FINAL\_SISTEMA\_DE\_BOMBEO.pdf  
Tamaño del archivo: 6.13M  
Total páginas: 127  
Total de palabras: 16,974  
Total de caracteres: 97,568  
Fecha de entrega: 16-mar.-2022 11:02p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 1786111906



# "PROPUESTA SISTEMA DE BOMBEO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA DE MAR DE TANQUES DESCARGA Y EFLUENTES EN AUSTRAL GROUP COISHCO"

## INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://tesis.ipn.mx">tesis.ipn.mx</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://archive.org">archive.org</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://studylib.es">studylib.es</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="https://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.yoreparo.com">www.yoreparo.com</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="https://1509720.blogspot.com">1509720.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="https://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="https://repositorio.unprg.edu.pe:8080">repositorio.unprg.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
17	<a href="http://electropartes.com.co">electropartes.com.co</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://www.comhas.com">www.comhas.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %

21	<a href="http://civilgeeks.com">civilgeeks.com</a> Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Tecsup Trabajo del estudiante	<1 %
25	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
29	<a href="http://opac.unellez.edu.ve">opac.unellez.edu.ve</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://www.redicces.org.sv">www.redicces.org.sv</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://aplisens.de">aplisens.de</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://repositorio.unab.cl">repositorio.unab.cl</a> Fuente de Internet	<1 %

<1 %

33

[cybertesis.uni.edu.pe](http://cybertesis.uni.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

34

[docplayer.es](http://docplayer.es)

Fuente de Internet

<1 %

35

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1 %

36

[documents.mx](http://documents.mx)

Fuente de Internet

<1 %

37

[sauron.etsc.urv.es](http://sauron.etsc.urv.es)

Fuente de Internet

<1 %

38

Submitted to Universidad Autónoma de  
Nuevo León

Trabajo del estudiante

<1 %

39

Submitted to Universidad Católica de Santa  
María

Trabajo del estudiante

<1 %

40

[dspace.udla.edu.ec](http://dspace.udla.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

41

[moam.info](http://moam.info)

Fuente de Internet

<1 %

42

[repositorio.untrm.edu.pe](http://repositorio.untrm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %



43

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

---

44

Submitted to Universidad Politécnica de Madrid

Trabajo del estudiante

<1 %

---

45

Submitted to Universidad San Francisco de Quito

Trabajo del estudiante

<1 %

---

46

Submitted to Universidad Tecnológica de Bolívar,UTB

Trabajo del estudiante

<1 %

---

47

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

---

48

1538445.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

---

49

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

---

50

Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana

Trabajo del estudiante

<1 %

---

51

gymcufide.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

---

52

repositorio.espe.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

---

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo