

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO CONTRA
INCENDIO MODULAR PARA ABASTECER LA
DEMANDA DE AGUA CONTRA INCENDIO EN
UNA CENTRAL TÉRMICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

SERGIO SANTOS ZEGARRA TUMI

Callao, 2019

PERÚ

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el auditorio Ausberto Rojas Saldaña de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, sito Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista - Callao, siendo las 6.26 hrs. del día viernes 06 de diciembre de 2019, se reunieron los miembros del Jurado Revisor y Evaluador para la Sustentación de Tesis del I Ciclo Taller de Tesis -Titulación por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis- de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao.

- Dr. Jaime Gregorio Flores Sánchez : Presidente
- Dr. Juan Manuel Lara Márquez : Secretario
- Dr. Rubén Francisco Pérez Bolívar : Vocal
- Mg. Juan Carlos Huamán Alfaro : 2do. Vocal (Suplente)

Designados por y Resolución Decanal N° 044-2019-D-FIME de fecha 22 de noviembre de 2019 y Resolución de Consejo de Facultad N° 165-2019-CF-FIME de fecha 26 de noviembre de 2019, a fin de proceder al acto de evaluación de la Tesis titulada: "**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIO MODULAR PARA ABASTECER LA DEMANDA DE AGUA CONTRA INCENDIO EN UNA CENTRAL TÉRMICA**", presentada por el señor Bachiller **ZEGARRA TUMI SERGIO SANTOS**.

Contando con la presencia del Supervisor General, Decano de la Facultad de Ingeniería Química, Dr. Luis Américo Carrasco Venegas, Supervisor de la FIME, Dr. José Hugo Tezen Campos y el representante de la Comisión de Grados y Títulos Eco. Guillermo Alonso Gallarday Morales.

A continuación, se dio inicio a la sustentación de la Tesis de acuerdo a lo normado en los artículos del 51° al 60° del CAPÍTULO III: TITULACIÓN y GRADUACIÓN CON CICLO TALLER DE TESIS del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30 de octubre de 2018.

Culminado el acto de sustentación, los señores miembros del Jurado Revisor y Evaluador procedieron a formular las preguntas al indicado bachiller, las mismas que no fueron absueltas satisfactoriamente.

Luego de un cuarto de intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación de la Tesis, se acordó: calificar la tesis sustentada por el señor bachiller **ZEGARRA TUMI SERGIO SANTOS** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

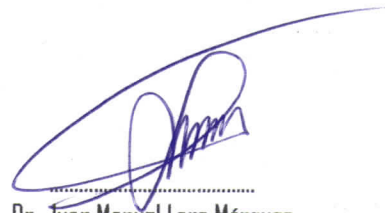
CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
<u>14</u>	<u>BUENO</u>

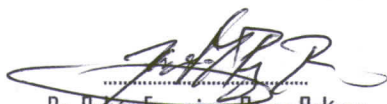
Finalmente, se procedió a leer en público el acta de sustentación.


Siendo las 6.41 horas del día viernes seis de diciembre del dos mil diecinueve, el señor Presidente del Jurado Revisor y Evaluador dio por concluido el acto de sustentación de Tesis.

En señal de conformidad con lo actuado, se levanta la presente acta.


.....
Dr. Jaime Gregorio Flores Sánchez
Presidente de Jurado


.....
Dr. Juan Manuel Lara Márquez
Secretario de Jurado


.....
Dr. Rubén Francisco Pérez Bolívar
Vocal de Jurado


.....
Mg. Juan Carlos Huamán Alfaro
2do. Vocal de Jurado

DEDICATORIA

A mi madre por ser un pilar fundamental, por siempre brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi etapa universitaria y a lo largo de mi vida.

A mi hermanita, por el gran amor que te tengo sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A esas personas especiales en mi vida que me motivan a ser una mejor persona día a día.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento importante en mi vida.

A mi alma mater, la escuela profesional de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional del Callao, por permitirme ser parte de ella.

A los profesores, por brindarme sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional.

A mi asesor, por su apoyo y preocupación a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE ANEXOS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 Descripción de la realidad problemática	10
1.2 Formulación del problema	11
1.2.1 Problema general	11
1.2.2 Problemas específicos	11
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 Limitantes de la investigación	12
1.4.1 Limitación temporal	12
1.4.2 Limitación espacial	12
1.4.3 Limitación teórica	12
II MARCO TEÓRICO	13
2.1 Antecedentes	13
2.1.1 Antecedentes internacionales	13
2.1.2 Antecedentes nacionales	15
2.2 Bases teóricas	16
2.2.1 Protección contra incendio	16
2.2.2 Teoría del Fuego	17
2.2.3 Sistemas de agua para protección contra Incendios	19
2.2.4 Sistemas de distribución de agua	21
2.2.5 Sistema de bombeo contra incendio	22
2.2.6 Teorema de Bernoulli	44
2.2.7 Ecuación de continuidad	46

2.2.8	Numero de Reynolds	46
2.3	Conceptual	49
2.3.1	Bomba contra incendio	49
2.3.2	Bomba jockey	49
2.3.3	Panel de control	49
2.3.4	Válvulas	49
2.3.5	Patín o bastidor	52
2.3.6	Características	53
2.4	Definición de términos básicos	54
III	HIPÓTESIS Y VARIABLES.	56
3.1	Hipótesis	56
3.1.1	Hipótesis general.	56
3.1.2	Hipótesis específica.	56
3.2	Definición conceptual de variables	56
3.2.1	Sistema de bombeo contra incendio modular	56
3.2.2	Abastecimiento de agua contra incendio	56
3.2.3	Operacionalización de Variables	57
IV	DISEÑO METODOLÓGICO	58
4.1	Tipo y diseño de Investigación	58
4.2	Método de Investigación	58
4.2.1	Metodología de trabajo	59
4.3	Población y muestra	59
4.4	Lugar de estudio	59
4.5	Técnica e Instrumentación	60
4.6	Análisis y procesamiento de datos	60
4.6.1	Selección de materiales y equipos para succión	61
4.6.2	Selección de materiales y equipos para descarga	65
4.6.3	Selección de equipos	74
V	RESULTADOS	83
5.1	Resultados descriptivos	83
5.2	Resultados inferenciales	85
5.3	Otro tipo de resultados estadísticos	85

VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
6.1 Contrastación y demostración de hipótesis con los resultados	86
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares	87
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	88
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 TIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	16
Figura N° 2.2 TRIANGULO DE FUEGO	17
Figura N° 2.3 TETRAEDRO DEL FUEGO	18
Figura N° 2.4 TOMA DE BOMBEROS	20
Figura N° 2.5 GABINETE TIPO II.....	20
Figura N° 2.6 GABINETE TIPO III.....	21
Figura N° 2.7 BOMBAS SPLIT CASE	23
Figura N° 2.8 BOMBA VERTICAL EN LÍNEA	23
Figura N° 2.9 BOMBA END SUCTION	24
Figura N° 2.10 ELECTROBOMBA TIPO TURBINA VERTICAL.....	25
Figura N° 2.11 CURVA H-Q NFPA 20	26
Figura N° 2.12 ELECTROBOMBA	29
Figura N° 2.13 DERRATEO POR TEMPERATURA	31
Figura N° 2.14 DERRATEO POR ALTURA	32
Figura N° 2.15 MOTOBOMBA	33
Figura N° 2.16 BOMBA JOCKEY.....	34
Figura N° 2.17 TABLERO ELECTROBOMBA	35
Figura N° 2.18 TABLERO MOTOBOMBA.....	38
Figura N° 2.19 TABLERO JOCKEY	40
Figura N° 2.20 SKID DE BOMBEO CONTRA INCENDIO	44

Figura N° 2.21 VÁLVULA DE ALIVIO DE RECIRCULACIÓN	50
Figura N° 2.22 VÁLVULA DE ALIVIO DE SOBRE PRESIÓN	51
Figura N° 2.23 CONO VISOR	51
Figura N° 2.24 MEDIDOR DE CAUDAL.....	52
Figura N° 2.25 PATÍN O BASTIDOR	53
Figura N° 4.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO	59
Figura N° 4.2 SUCCIÓN SIN REDUCCIÓN EXCÉNTRICA.....	64
Figura N° 4.3 SUCCIÓN CON REDUCCIÓN EXCÉNTRICA.....	65
Figura N° 4.4 DESCARGA DE ELECTROBOMBA	68
Figura N° 4.5 DESCARGA DE MOTOBOMBA	68
Figura N° 4.6 DESCARGA MOTOBOMBA - ISOMÉTRICO	70
Figura N° 4.7 LÍNEA DE ALIVIO DE RECIRCULACIÓN.....	71
Figura N° 4.8 LÍNEA DE REFRIGERACIÓN DE MOTOBOMBA	72
Figura N° 4.9 DISTRIBUCIÓN VÁLVULA JOCKEY	73
Figura N° 4.10 DISTRIBUCIÓN DE LÍNEA DE SENSADO.....	74
Figura N° 4.11 FAMILIA DE CURVAS DE BOMBA AC-FIRE PUMPS	76
Figura N° 4.12 CURVA SELECCIONADA	77
Figura N° 4.13 ISOMÉTRICO SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIO MODULAR.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 3.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE	57
Tabla N° 4.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN	60
Tabla N° 4.2 MATERIALES NFPA 20	61
Tabla N° 4.3 DIÁMETROS MÍNIMOS SEGÚN CAUDAL DE BOMBEO	63
Tabla N° 4.4 MATERIALES DE ACCESORIOS.....	66
Tabla N° 4.5 SELECCIÓN VÁLVULA DE ALIVIO RECIRCULACIÓN	71
Tabla N° 4.6 CONDICION BOMBA CONTRA INCENDIO	75
Tabla N° 4.7 PRESIÓN DE ENCENDIDO Y APAGADO DE BOMBAS	80
Tabla N° 4.8 COMPONENTES PRINCIPALES.....	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	MATRIZ DE CONSISTENCIA
ANEXO II	CALCULO HIDRAULICO
ANEXO III	FICHA TÉCNICA MOTOBOMBA
ANEXO IV	FICHA TÉCNICA ELECTROBOMBA
ANEXO V	FICHA TÉCNICA TABLERO PRINCIPAL ELECTROBOMBA
ANEXO VI	FICHA TÉCNICA TABLERO PRINCIPAL MOTOBOMBA
ANEXO VII	FICHA TÉCNICA TABLERO JOCKEY
ANEXO VIII	FICHA TÉCNICA BOMBA JOCKEY
ANEXO IX	PLANOS

RESUMEN

En el presente informe se desarrolló el diseño de un sistema de bombeo contra incendio modular para abastecer la demanda de agua contra incendio de una central térmica. Se trabajó en base al método deductivo debido a que ya se cuenta con conocimientos aceptados, y estos se usarán en un caso particular. Se determinó el uso de materiales y quipos aceptados por la autoridad competente y la necesidad del uso de dos bombas contra incendio, una electrobomba principal y una motobomba de back up. En base a estos componentes, se determinó la dimensión del skid que contendrá los componentes del sistema, teniendo siempre presente el cumplimiento de la normativa NFPA 20.

Palabras Clave:

Sistema de Bombeo

Sistema de bombeo contra incendio modular

Skid de bombeo contra incendio

NFPA 20

ABSTRACT

In this project, the design of a modular fire pumping system was developed to supply the demand for fire water from a thermal power plant. This project is based on the deductive method because it uses accepted knowledge and these will be use in a particular case.

Materials and equipment accepted by competent authorities was considered for this project. Also the use of two fire pumps, a main electric pump and a backup diesel pump. Based in this components was determinated the module's sizes which will contain the components, considering the NFPA 20 regulation compliance.

Keywords:

Pumping System

Modular fire pumping system

Fire pumping skid

NFPA 20

INTRODUCCIÓN

Se define al sistema de bombeo contra incendio modular como un conjunto de equipos, tuberías y accesorios, ensamblados y montado sobre una base estructural de acero denominada patín.

Los sistemas de bombeo contra incendio modular resultan ventajosas frente a un sistema de bombeo contra incendio convencional, debido al poco espacio de instalación y reducción en tiempo de instalación, entre otros. Sin embargo, estas ventajas se ven mermadas por el alto costo de importación de este sistema, debido a que estos sistemas son importados desde la misma fábrica de la bomba.

Todos los sistemas de bombeo de agua contra incendio, deben cumplir con normativa NFPA 20¹, debido a que, en nuestro país, la autoridad competente (INDECI-RNE)² se basa en esta norma como requisito de seguridad y aceptación de sistemas contra incendio.

El presente proyecto surge de la necesidad de implementar un sistema de bombeo contra incendio modular en una central térmica, de esta manera abastecer la demanda requerida por el cálculo hidráulico de la red de agua contra incendio.

El desarrollo del presente trabajo de investigación consta de los siguientes capítulos.

❖ **En el capítulo I**, se describe la realidad problemática, la formulación del problema, se mencionan los objetivos que se esperan alcanzar y la justificación que da pie al presente trabajo.

¹ *NFPA 20 2016, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección Contra Incendios*

² *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma A-130*

- ❖ **En el capítulo II**, se presenta el marco teórico, que describe los antecedentes y las bases teóricas como leyes y principio que describen el sustento científico del trabajo de investigación.
- ❖ **En el capítulo III**, se exponen las Hipótesis que se pretende verificar en el transcurso de la investigación y se definen la variable se realiza su operacionalización.
- ❖ **En el capítulo IV**, se describe el tipo, nivel, diseño y método de investigación tomando como guía a autores reconocidos.
- ❖ **En el capítulo V**, se presentan los resultados obtenidos en el procesamiento de datos.
- ❖ **En el capítulo VI**, se contrastan los resultados obtenidos, frente a la hipótesis y a investigaciones similares.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En el transcurso de los últimos años la central térmica de ventanilla ha sufrido un proceso de crecimiento en cuanto a su capacidad viéndose reflejado en la creación de nuevos ambientes, dentro de estos nuevos ambientes se encuentra la zona de transformadores con aceite. Estos transformadores con aceite generan un gran riesgo potencial de incendio, debido a esto la central térmica se ve en la necesidad de proteger dichos ambientes para actuar frente a un posible incendio.

Los transformadores serán protegidos mediante sistemas de inundación total o también llamados sistemas de diluvio, estos sistemas evacuan grandes cantidades de agua hacia los transformadores lo que conlleva a un aumento en la demanda de agua para la protección contra incendio.

Actualmente la central térmica tiene una capacidad instalada de 1000gpm, la cual no es suficiente para suplir la nueva demanda. Por tal motivo la Central térmica solicita implementar un sistema de bombeo contra incendio de 2000gpm de caudal a 150 psi de presión para así poder abastecer la nueva demanda del sistema de protección contra incendio.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el diseño de un sistema de bombeo contra incendio modular permite abastecer la demanda de la central térmica?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo seleccionar los componentes del sistema de bombeo contra incendio modular?
- ¿Cómo determina la ubicación de los equipos y componentes del sistema de bombeo contra incendio modular?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de bombeo contra incendio modular que permita abastecer la demanda de agua contra incendio de una central térmica.

1.3.2 Objetivos específicos

- Seleccionar los componentes del sistema de bombeo contra incendio modular.
- Determinar la ubicación de los equipos y componentes del sistema de bombeo contra incendio modular.

1.4 Limitantes de la investigación

“La delimitación del problema de investigación es de vital importancia ya que permite al investigador circunscribirse a un ámbito espacial, temporal y teórico” (Carrasco, 2005,87).

El presente proyecto cuenta con limitación temporal, espacial y teórica que son descritas por el autor Sergio Carrasco³:

1.4.1 Limitación temporal

El presente trabajo se regirá bajo las normas y reglamentos vigentes hasta el año 2019.

1.4.2 Limitación espacial

La presente investigación se limita al caso particular de la central térmica en ventanilla, con las características geográficas y condiciones particulares de esta.

Sin embargo, los resultados de esta investigación podrán ser utilizados con otras condiciones geográficas y/o condiciones particulares.

1.4.3 Limitación teórica

Los temas en la que se circunscriben las variables del presente proyecto de tesis son:

- Protección contra incendio
- Sistema de bombeo

³ Carrasco Díaz, Sergio. *Metodología de la investigación Científica 1er edición 2005*

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

- ❖ CEDEÑO García, Luis Alfredo. Proyecto, construcción e instalación de sistema contra incendio para una central de generación eléctrica. Tesis (Ingeniero Mecánico). Santiago de Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, 2010.435 p.

Brinda información relevante con respecto al cálculo y selección de bombas contra incendio y adicional a este, profundiza los conceptos relacionados al sistema de bombeo contra incendio.

- ❖ RADONICH Fuentes, Kenneth Rubén. Desarrollo de procedimiento para configuración y producción de casas de bombeo según NFPA 20. Memoria (Ingeniero Civil Mecánico). Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2018.119 p.

Desarrolla procedimientos para la construcción y puesta en marcha de las casetas de bombeo para sistemas de protección contra incendio en base a los estándares de la NFPA 20.

El presente trabajo de investigación muestra semejanza con el trabajo citado con la diferencia que para el caso del presente trabajo se plantea diseñar el sistema modular dentro de un contenedor con una bomba principal y una bomba de back up y así evitar la construcción de un cuarto de bombas, por este motivo la tomaré como base para el desarrollo de la presente tesis.

- ❖ Gómez Cedillo, Israel Jalil. Diseño del sistema de bombeo de agua contra incendio para una instalación petrolera. Tesis (Ingeniero Petrolero). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2011.121 p.

Concluye mencionando la importancia del uso de un sistema de bombeo contra incendio ya que el correcto diseño de este sistema puede hacer la diferencia para actuar en una situación de siniestro.

- ❖ National Fire Protection Association. NFPA 20: Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios. Organización iberoamericana de protección contra incendio. Massachusetts, 2016.

Esta norma tiene como propósito proveer un grado razonable de protección contra incendios a la propiedad y a la vida mediante requisitos de instalación de bombas contra incendio.

- ❖ National Fire Protection Association. NFPA 13: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Massachusetts, 2019.

Esta norma tiene como propósito proveer un grado razonable para la vida y las personas, a través de requisitos de instalación y diseño de sistemas de rociadores.

- ❖ National Fire Protection Association. NFPA 24: Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus accesorios. Massachusetts, 2013.

Esta norma tiene como propósito proveer un grado razonable para la vida y las personas, a través de requisitos de instalación de sistemas de tuberías principales privados y sus accesorios

2.1.2 Antecedentes nacionales

- ❖ MENDOZA Bruno, Lesly E. Diseño hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento de diésel B5 - Unidad Minera Toquepala. Tesis (Ingeniera en Energía). Callao: Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Mecánica y Energía, 2014. 119p.

Se toma como referencia ya que para el sistema de bombeo contra incendio selecciona un skid de bombeo compuestos por motobomba y electrobomba, semejante al planteado en el presente proyecto de tesis.

- ❖ Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Resolución de Consejo Directivo N° 043-2013-OS/CD. 2013. Lima.
- ❖ Ministerio de Energía y Minas. Resolución Ministerial N° 214-2011-MEM-DM). 2011. Lima.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Protección contra incendio

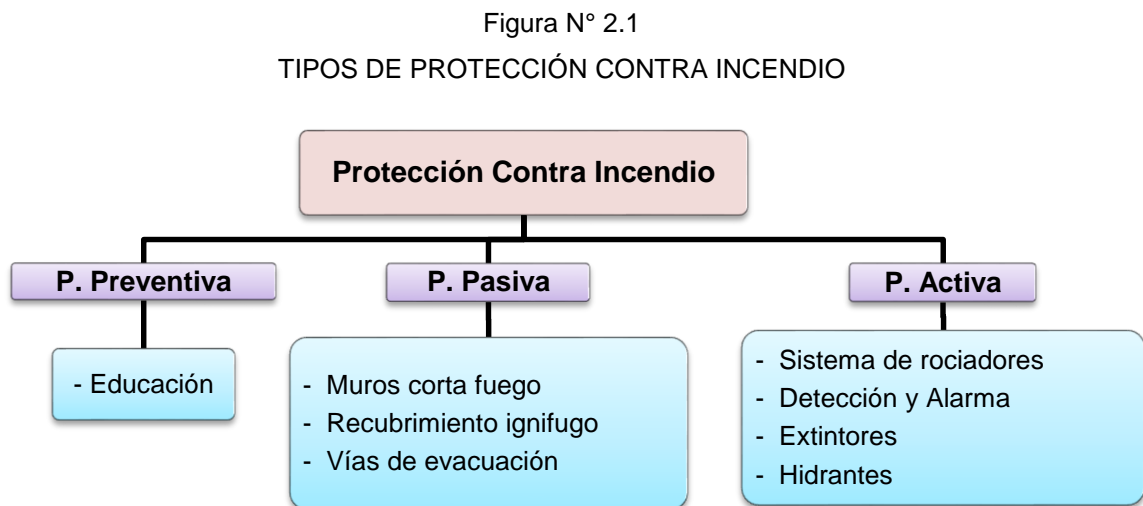
Son un conjunto de medidas que se disponen en cualquier tipo de edificación, para protegerlo contra la acción del fuego, estas medidas dispuestas tienen como objetivos principales: proteger la estructura de la edificación y salvaguardar la vida de las personas, asegurando la evacuación.

Este conjunto de medidas puede clasificarse en tres ramas:

Protección preventiva: es el análisis que se realiza como prevención ante un incendio, estos engloban los análisis de riesgo de las actividades humanas, la característica de ambientes en los cuales se realizan dichas actividades para así determinar la mejor manera de evacuación de estos⁴.

Protección pasiva: corresponde a las medidas que actúan indirectamente sobre un incendio, como lo son muros cortafuegos, vías de evacuación, etc.

Protección activa: corresponde a las medidas adoptadas para combatir el fuego, una vez iniciado y así resguardar la integridad de las personas.



Fuente: Elaboración propia

⁴ <https://www.sobreincendios.com/prevención/protección-contra-incendios/>

2.2.2 Teoría del Fuego

Un fuego es una reacción química de combustión, una oxidación rápida de una sustancia generando calor y luz (en forma de llamas o incandescencia) y que además puede generar humo y gases según el tipo de combustible y la cantidad de oxígeno.

En un primer análisis nace el concepto de triángulo de fuego.

➤ Triangulo de fuego

Para que se produzca el fuego se necesita de 3 elementos, las cuales son combustible, comburente y el calor

Figura N° 2.2
TRIANGULO DE FUEGO



Fuente : <https://www.aprendemergencias.es/incendios/teor%C3%ADa-del-fuego/>

- **Combustible:** Es todo material que se puede “quemar”, por ejemplo: madera, papel, alcohol, etc. Los fuegos se pueden clasificar según el combustible que está ardiendo.

- **Comburente:** Es el que reacciona con el combustible y así generar la combustión, por lo general es el oxígeno presente en el aire ya que este contiene 21% de oxígeno, también pueden ser solidos como nitrato de amonio o líquidos como el agua oxigenada.
- **Calor:** Calor o energía de activación, es la energía que se precisa aportar para que el combustible y el comburente reaccionen en un tiempo y espacio determinado.

Una vez iniciado el fuego bajo el concepto de triangulo de fuego, para que este continúe depende que se produzca lo que se conoce como reacción en cadena, dando inicio al concepto de tetraedro del fuego.

➤ Tetraedro del fuego

El concepto de tetraedro es el mismo que el triángulo de fuego, añadiendo a este ultimo la reacción en cadena.

La reacción en cadena de la combustión desprende calor que es transmitido al combustible realimentándolo y continuando la combustión.

Figura N° 2.3
TETRAEDRO DEL FUEGO



Fuente : <https://www.aprendemergencias.es/incendios/teor%C3%ADa-del-fuego/>

2.2.3 Sistemas de agua para protección contra Incendios

Los sistemas de agua para protección de incendios tienen como objetivo el extinguir todo tipo de llamas con agua a alta presión, cuando el caso o el tipo de incendio lo permita. Estos sistemas se componen básicamente de una bomba hidráulica, red de tuberías conectadas a dispositivos de descarga (rociadores y gabinetes) y en algunos casos con la combinación de concentrados de espuma.

➤ Red de rociadores

La NFPA 13 (2016, p.19) define un sistema de rociadores como un sistema que consiste de una red integrada de tuberías diseñada de acuerdo con las normas de ingeniería de protección contra incendio, que incluye una fuente de suministro de agua, una válvula de control, una alarma de flujo de agua y drenaje. La porción aérea del sistema es una red de tuberías específicamente dimensionada o hidráulicamente diseñada e instalada en una edificación, estructura o área, generalmente a nivel del techo y a la cual se conectan los rociadores en un patrón sistemático.

➤ Sistema de tubería vertical (Red de gabinetes)

La NFPA 14 (2013, p. 15)⁵ Define un sistema de tuberías verticales a una disposición de tuberías , válvulas conexiones de manguera y equipo relacionado instalado en una edificación o estructura, con las conexiones de manguera ubicadas de manera que el agua puede ser descargada a chorros o a aspersion a través de mangueras y boquillas fijas (pitones) . con el propósito de extinguir incendios, con lo cual es protegido un edificio o estructura y sus contenidos en adición a la protección de los ocupantes.

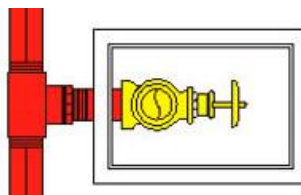
⁵ *NFPA 14-2013, Norma para la Instalación de Sistemas de Tubería y Vertical y Mangueras*

Clases de sistemas:

- **Sistema clase I**

Es un sistema que provee conexiones de manguera de 2½ pulgadas (65 mm) para suministrar agua para uso de bomberos.

Figura N° 2.4
TOMA DE BOMBEROS

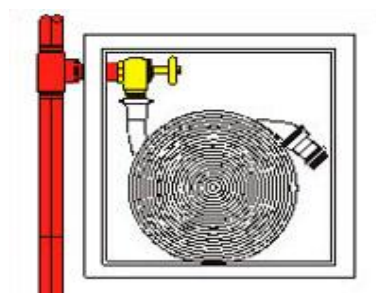


Fuente: <http://edander.com/productos-mangueras/>

- **Sistema clase II**

Un sistema que provee estaciones de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) para suministrar agua para uso primario de personal entrenado o por los bomberos durante la respuesta inicial.

Figura N° 2.5
GABINETE TIPO II



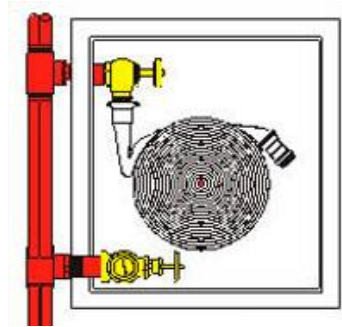
Fuente: <http://edander.com/productos-mangueras/>

- **Sistema clase III**

Un sistema que provee estaciones de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) para suplir agua para uso por personal entrenado y conexiones de manguera

de 2 ½ pulgadas (65 mm) para suministrar un gran volumen de agua para uso por los bomberos.

Figura N° 2.6
GABINETE TIPO III



Fuente: <http://edander.com/productos-mangueras/>

2.2.4 Sistemas de distribución de agua

Hay dos tipos de sistemas de distribución de agua según el Manual de Protección Contra Incendios (2009):

❖ Sistemas por gravedad

Un verdadero sistema por gravedad es el que entrega el suministro desde la fuente directamente al sistema de distribución sin usar equipo de bombeo. Este tipo de sistema generalmente es ideal para un suministro de bomberos, siempre y cuando las presiones sean adecuadas para abastecer las demandas de incendio y los caudales normales de consumo. Un sistema por gravedad es muy confiable porque el suministro no depende de la operación de equipos mecánicos; sin embargo, la confiabilidad de un sistema de bombeo bien desafiado y protegido se puede desarrollar hasta el punto en que no haya diferencia entre los sistemas por gravedad y de bombeo (p. 35).

❖ **Sistemas de bombeo**

Cuando no se puede obtener agua a una elevación suficiente para proveer las presiones de trabajo requeridas con la altura disponible, es necesario proveer bombas en el sistema. Estas bombas están generalmente situadas en la fuente del suministro y se usan para generar la presión necesaria para superar la pérdida por fricción en el sistema de abastecimiento y proporcionar presiones de trabajo satisfactorias en el sistema de distribución. Los sistemas públicos a veces tienen instalaciones de tratamiento de agua asociadas con la estación de bombeo (p. 35).

2.2.5 Sistema de bombeo contra incendio

Es el sistema de bombeo que alimentará la red de agua contra incendio, es un conjunto de estructuras, tuberías, equipos y accesorios que toman agua de una fuente y la impulsan a la red de agua contra incendio.

Todo sistema de bombeo contra incendio este compuesto principalmente por:

- Bomba contra incendio
- Motor Impulsor de bombeo contar incendio
- Bomba Jockey
- Panel de control
- Accesorios adicionales (para bomba diésel)

❖ **Bomba Contra Incendio**

Es una bomba que proporciona flujo y presión dedicadas exclusivamente a la protección contra incendios, esta bomba va montada junto con su motor sobre el bastidor y están alineados.

- **Bomba Split case (Carcasa Partida)**

Bomba de carcasa partida es una bomba en la que la carcasa que rodea al impulsor se divide en dos partes (superior e inferior) atornilladas entre sí (pueden ser Horizontal o vertical).

Figura N° 2.7
BOMBAS SPLIT CASE



Fuente: Catalogo AC FIRE PUMPS

- **Bomba Vertical en Línea**

Es una bomba donde la línea central de la succión, descarga e impulsor se encuentran en el mismo plano. La succión de agua es perpendicular al eje del motor y la descarga es perpendicular al mismo, tal como en las bombas de succión terminal; lo que cambia es la forma del armazón. Estas bombas se caracterizan por el espacio pequeño que necesita para ser instalada.

Figura N° 2.8
BOMBA VERTICAL EN LÍNEA



Fuente: Catalogo AC FIRE PUMPS

- **Bomba End Suction**

Es aquella que tiene la succión en la misma dirección del eje del motor y la descarga en dirección perpendicular al mismo.

Figura N° 2.9
BOMBA END SUCTION



Fuente: Catalogo Pentair

- **Bomba Turbina Vertical**

Este tipo de bombas tiene aplicaciones donde la reserva de agua se encuentra por debajo de la bomba de incendios, de manera que los impulsores se encuentran sumergidos en el agua. Dependiendo de la capacidad de la bomba pueden ir conectados entre 1 a 10 impulsores, donde la succión del inferior toma el agua de la reserva y esta descarga a la succión del impulsor que está encima y así sucesivamente hasta que la del nivel superior descarga a la red de incendios.

Estas son las únicas bombas aprobadas para succionar agua de un nivel por debajo del NPT.

Figura N° 2.10
ELECTROBOMBA TIPO TURBINA VERTICAL



Fuente: Catalogo AC FIRE PUMPS

❖ **Curvas características de las bombas**

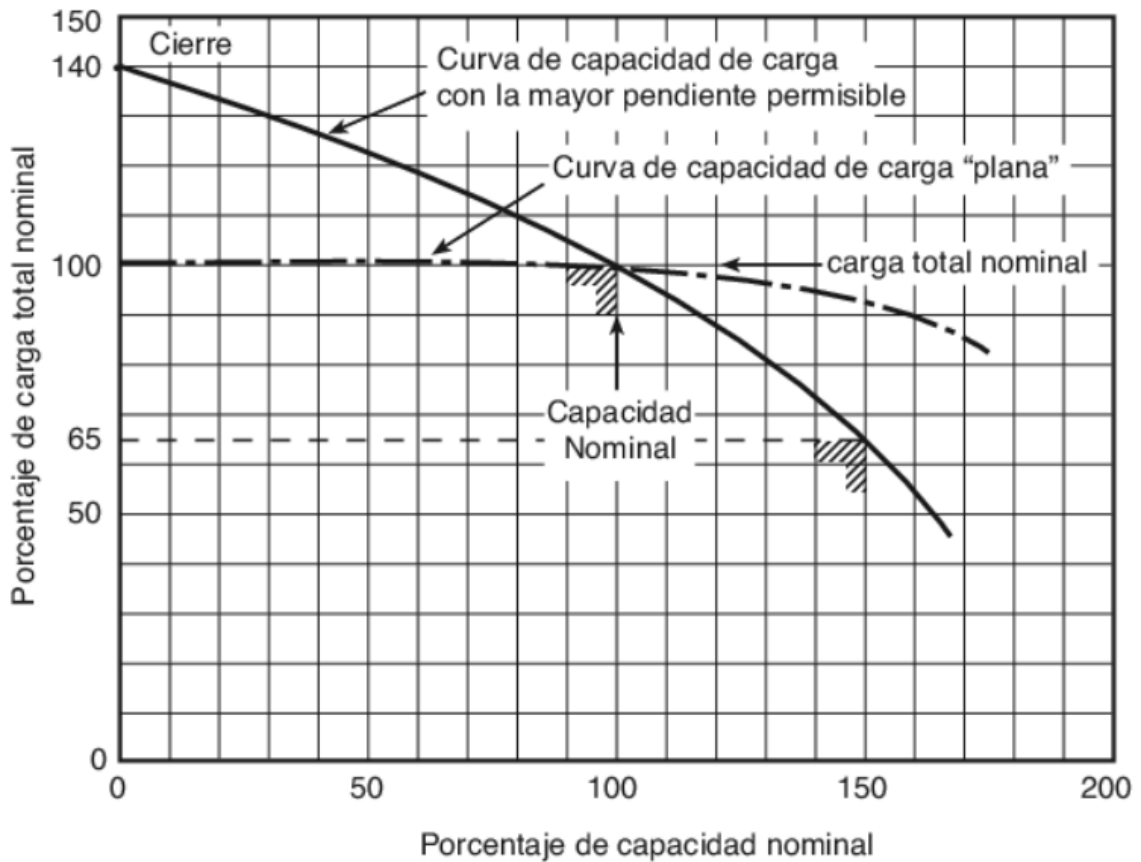
Curva H-Q:

Esta curva muestra la altura que la bomba es capaz de desarrollar a un caudal determinado.

“En bombas para uso contra incendio la bomba de proporcionar no menos del 150% de la capacidad nominal a no menos de 65% del cabezal total y el cabezal de cierre no debe exceder al 140% del cabezal nominal para cualquier clase de bomba” (NFPA 20,2016)⁶.

⁶ *NFPA 20 2016, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección Contra Incendios*

Figura N° 2.11
CURVA H-Q NFPA 20



Fuente: NFPA 20, 2016

❖ Motor impulsor

El motor impulsor de la bomba contra incendios puede ser de tres tipos: diésel, eléctrico o turbina de vapor, según sea el tipo de motor se agregarán equipos adicionales a la sala de bombas como por ejemplo generadores diésel, intercambiadores de calor, etc.

Se extraen los puntos más importantes relacionados al presente proyecto.

• Motor Eléctrico

Las Electrobombas funcionan como bomba principal frente a la motobomba debido a que estas últimas son más confiables.

Estos motores deben ser abastecidos por una fuente de energía con una disposición continua también, a esta fuente se le denomina fuente de energía confiable.

La NFPA 20 (2016, p. 87), define como fuente de energía confiable a la que cumple con las siguientes características:

- La planta que proporciona la fuente no ha experimentado ningún cierre de más de 4 horas continuas en el año antes de la presentación del plan.
- No se han experimentado apagones de energía en el área de las instalaciones protegidas causados por fallas en la red de suministro de energía que no se debieran a fallas en el manejo de la red eléctrica.
- La fuente de energía normal no es alimentada por conductores aéreos fuera de las instalaciones protegidas.
- Los conductores de servicio y alimentación están enterrados bajo 2" de concreto.

En caso no sea posible garantizar el suministro de una energía confiable, la NFPA 20(2016, p.34) propone las siguientes opciones de suministro adicional a la fuente inicial:

- Un generador eléctrico.
- Una bomba contra incendio suplementaria accionada por un motor diésel o turbina de vapor.

Par el caso de las fuentes de las líneas de alimentación, caída de tensión y límites de corriente la NFPA 20(2016) menciona:

Líneas de suministro de energía

- Deben protegerse contra cortocircuitos
- Deben protegerse contra el daño producido por incendios dentro de las instalaciones y riesgos de exposición.

Caída de tensión

- El voltaje en los bornes de entrada del tablero eléctrico no deberá descender más del 15% por debajo de la tensión nominal de servicio establecida para dicho tablero.
- El voltaje en las terminales de motor no debe descender más de 5% debajo del voltaje nominal del motor cuando funcione a 115% de la clasificación de corriente de carga del motor.

Límites de corriente

- La potencia del motor debe ser tal que la corriente máxima del motor en cualquier fase, bajo cualquier condición de carga de la bomba y desequilibrio del voltaje, no debe superar la corriente a plena carga multiplicada por el factor de servicio.
- El motor debe utilizarse con un factor de potencia de 1.15, cumpliendo con NEMA MG-1.
- Los motores utilizados en altitudes superiores a 3300pies (1000 m) deben operarse o ajustarse su potencia según NEMA MG-1.

Medio de desconexión

La NFPA 20 para asegurar que la bomba contra incendio permanezca funcionando tanto tiempo como sea posible, aumenta los límites de protección contra la sobrecarga, más allá de lo que generalmente es requerido por la NEC (National Electrical Code) bajo condiciones normales.

- No debe instalarse ningún medio de interrupción de fallas a tierra en ningún control ni circuito de energía de la bomba contra incendios.
- Para instalación que utilizan una fuente de energía normal, debe ser instalado solo un medio de desconexión y dispositivo de protección de sobre corriente asociado debe ser instalado en el suministro de energía al controlador de la bomba contra incendio.
- No se han experimentado apagones de energía en el área de las instalaciones protegidas causados por fallas en la red de suministro de energía que no se debieran a fallas en el manejo de la red eléctrica.
- La fuente de energía normal no es alimentada por conductores aéreos fuera de las instalaciones protegidas.
- Los conductores de servicio y alimentación están enterrados bajo 2" de concreto.

Según la cubierta del motor se clasifican los siguientes tipos:

OPD (Open and Dripproof)

“Abierto, a prueba de goteo”, este tipo de motor permite que el aire circule a través de su devanado sin embargo no permite el ingreso de gotas al motor en un grado de 15° con respecto a la vertical.

Usados para aplicaciones interiores en lugares relativamente limpio y secos.

Figura N° 2.12
ELECTROBOMBA



Fuente: Catalogo Peerles pump

Este es el motor más usado ya que tiene una ventaja económica frente a los motores TEFC.

TEFC (Totally Enclosed, Fan-Cooled)

La carcasa del motor está completamente sellada con un ventilador que sopla sobre ella, el calor se disipa a través de la superficie con la ayuda del ventilador.

- **Motor de combustión interna**

Los motores diésel de ignición por compresión son los más confiables para alimentar bombas contra incendio, son empleados en lugares muy apartados en donde no se dispone de suministro eléctrico o la fuente no es confiable según lo descrito en el punto anterior.

El motor diésel de encendido por compresión logra la combustión al rociar combustible atomizado en un cilindro de aire comprimido y calentado, El rocío de combustible es provisto por un inyector controlado por el sistema electrónico de control de gestión de combustible [electronic control module (ECM)] en un momento dado y para un determinado volumen.

El aire del cilindro se comprime mediante la carrera ascendente del pistón, que proporciona una alta compresión que calienta el aire 2 °F (1.1°C) por cada libra por pulgada cuadrada (psi) de compresión.

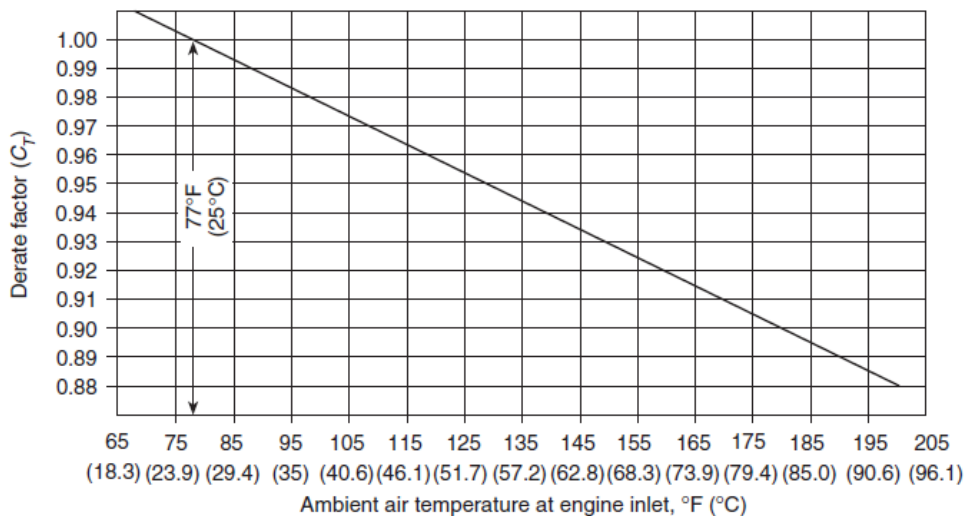
Este simple proceso de encendido ha demostrado ser extremadamente confiable.

Los motores diésel están diseñados con la resistencia necesaria para acomodar altas relaciones de compresión y para proporcionar una larga vida a la bomba contra incendios.

La NFPA 20 (2016, p. 53), menciona la característica que las bombas contra incendio diésel deberán respetar respecto a la potencia, temperatura, altura y velocidad:

- La capacidad del motor en caballos de fuerza, cuando estuviera equipado para el servicio contra incendio, debe tener una clasificación mínima de 4 horas en caballos de fuerza, no inferior al 10 % mayor que la potencia en caballos de fuerza listada en la placa de identificación del motor.
- Una interpretación de lo descrito anteriormente es que el motor deberá tener al menos 10% en caballos de fuerza en el punto de máxima potencia.
- Debe hacer una reducción del 1% de la potencia de la clasificación de caballos de fuerza corregidas a condiciones normales de SAE por cada 10 °F (5.6 °C) por encima de 77 °F (25 °C) de temperatura ambiente.

Figura N° 2.13
DERRATEO POR TEMPERATURA



Note: The correction equation is as follows:

$$\text{Corrected engine horsepower} = (C_A + C_T - 1) \times \text{listed engine horsepower}$$

where:

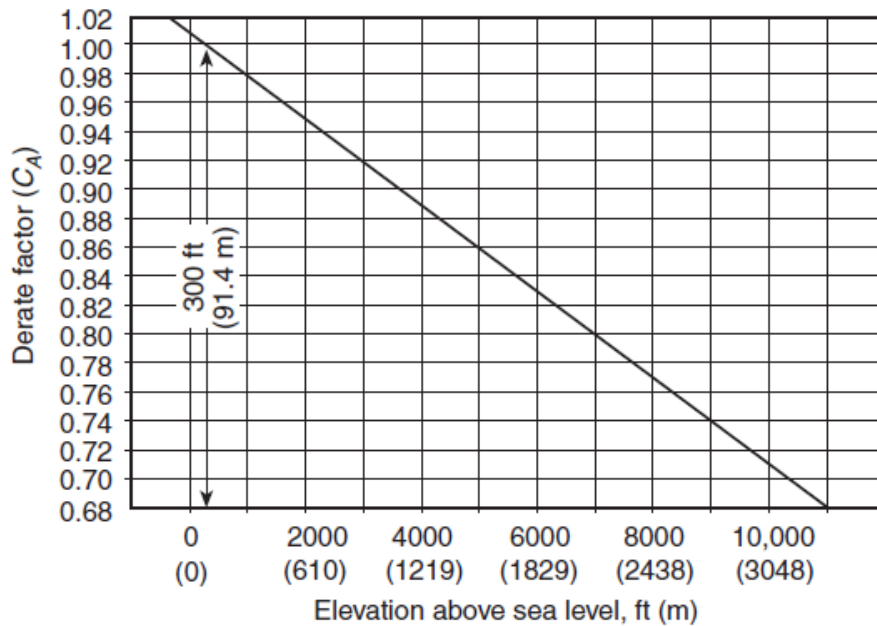
C_A = derate factor for elevation

C_T = derate factor for temperature

Fuente: NFPA 20, 2016

- Debe efectuarse una reducción del 3% de la clasificación de caballos de fuerza en condiciones normales de SAE por cada 1000 pies (300m) de altitud sobre 300 pies (91m) sobre el nivel del mar.

Figura N° 2.14
DERRATEO POR ALTURA



Note: The correction equation is as follows:

$$\text{Corrected engine horsepower} = (C_A + C_T - 1) \times \text{listed engine horsepower}$$

where:

C_A = derate factor for elevation

C_T = derate factor for temperature

Fuente: NFPA 20, 2016

- Los motores deben estar provistos de un gobernado de velocidad, con a la capacidad de regular la velocidad dentro de un rango de 10% entre el cierre y la condición de carga máxima de la bomba.

Quando el motor funcione a sobre velocidad, apagará el motor.

Figura N° 2.15
MOTOBOMBA



Fuente: Catalogo Peerles pump

❖ Bomba Jockey (sostenedora de presión)

Esta bomba es una bomba auxiliar sirve para mantener una presión prescrita que se necesita para prevenir un arranque intermitente de la bomba principal y para proveer suficiente flujo para rellenar el sistema durante un periodo de tiempo establecido.

Estas bombas pueden ser de tipo multietapicas que se caracterizan por generar altas presiones a bajos caudales.

A diferencia de cualquier elemento utilizado para la protección contra incendio esta bomba no cuenta con certificación UL/FM.

La NFPA 20 (2016, p.110) indica condiciones a las cuales la bomba jockey arrancará o parará.

- El punto de paro de la bomba jockey debería igualar a la presión a cero flujo (presión de cierre) más la presión mínima de suministro estático.
- El punto de encendido de la bomba jockey debería ser por lo menos 10psi menor que el punto de paro de la bomba jockey.
- El punto de encendido de la bomba jockey debería ser por lo menos 5psi menor que el de la bomba jockey. Estos se incrementarán en 10psi por cada bomba contra incendio.
- Si se requiere proporcionar en la programación tiempos de funcionamiento mínimos para la bomba contra incendios, de manera tal

que la bomba se apague automáticamente cuando no existe consumo en el sistema, esta continuara funcionando después de alcanzar la presión a caudal 0, que viene a ser la suma de la presión a caudal 0 de la bomba contra incendio más la presión estática de succión.

La NFPA 20 (2016, p.76) indica algunos lineamientos para dimensionar el tamaño de la bomba jockey.

- Un lineamiento para la selección de bomba jockey consiste en la selección de una bomba que compense la tasa de perdidas admisible en 10 minutos o en 1gpm, el que fuese mayor.

Sin embargo, el Handbook de la NFPA 20 (2016, p. 131) describe como regla general para la selección de una bomba jockey, el seleccionar el caudal a 1% de la capacidad nominal a 10psi sobre la presión nominal de la bomba contra incendio principal.

Figura N° 2.16
BOMBA JOCKEY



Fuente: Catalogo Lowara

❖ **Tablero Controlador**

- **Tablero para electrobomba**

El tablero de control de una bomba de incendios es un equipo electrónico que monitorea, arranca y apaga el motor de la bomba contra incendio

En el tablero se almacena toda la información de alimentación de la bomba referente a presión, disponibilidad de energía y controlan la alimentación del motor.

Figura N° 2.17
TABLERO ELECTROBOMBA



Fuente: Catalogo Firetrol

Cada uno de los tableros cuenta con una línea de sensado en cañería de cobre, la cual cuenta en un extremo con un sensor de presión al interior del tablero y al otro extremo en la descarga de la bomba.

La NFPA 20 (2016, p.39, 40 y 41) menciona la característica mínima que se deben considerar en el tablero principal.

Disposición

- Los tableros deben ubicarse tan cerca de los motores como sea práctico y deben ser visibles desde los motores.
- Los tableros deben protegerse de manera que no sean dañados por pérdidas o escapes de agua de las bombas o de las conexiones de las mismas.
- Las partes con tensión deben estar como mínimo a 12" (305 mm) por encima del nivel del piso.

Componentes:

- Gabinete

- El gabinete deberá contar con protección NEMA tipo 2 como mínimo / o su equivalente IP 30.
- Todo gabinete debe estar conectado a tierra según lo especificado en la NFPA 70.

- Conexiones y cableado

- El tablero no debe usarse como caja de derivación o paso para alimentar otro equipo.
- Los cables de suministro eléctrico para bombas jockey no deben conectarse al controlador de bomba contra incendios.

- Seccionador (Interruptor aislante)

- Debe permitirse un interruptor de caja moldeada con una clasificación en amperios no menos al 115% de la corriente nominal de carga completa del motor, también adecuado para interrumpir la corriente con rotor en reposo del motor.
- Accionable manualmente desde el exterior.

- Disyuntor

- Debe poder operarse externamente.
- Deberá tener una clasificación de corriente continua no menor al 115% de la corriente nominal de carga total del motor.
- Deberá tener elementos sensores de sobre corriente no termal.

- Contactor del motor

- Deberá ser del tipo magnético con un contacto en cada conductor sin conexión a tierra.
- Para arranque a voltaje reducido, el paso de baja tensión al de plena tensión debe estar controlado con un temporizador electrónico.
- El tiempo de transición debe ser como máximo 10 segundos.

- **Dispositivos de señalización en el tablero**
 - El tablero deberá contar con un indicador visible y este deberá monitorear la disponibilidad de energía en todas las fases en las terminales de línea del contactor del motor, o del contactor con desviaciones, si fueran provistos.
 - El tablero deberá contar con un indicador visible y este deberá monitorear la inversión de fases de la fuente de energía a la cual se encuentran conectadas las terminales de línea del contactor.

- **Dispositivos remotos de señalización desde el tablero**
 - En donde el cuarto de bombas no este constantemente atendido, deben proveerse alarmas ópticas y acústicas en un punto permanentemente atendido, alimentadas desde una fuente que no supere los 125V.
 - Estas señales deberán indicar: bomba en funcionamiento, pérdida de fase, inversión de fase, tablero conectado a una fuente alternativa

- **Sensor de presión.**
 - Debe proveerse un interruptor accionado por presión.
 - El sensor de presión debe ser capaz de soportar una sobrecarga momentánea de 400psi o 133% de la presión nominal operativa de controlador de la bomba, la que se ama elevada, sin perder su precisión.

- **Registrador de presión**
 - Deberá contar con un dispositivo de grabación de presión debe grabar la presión encada línea de detección de presión del controlador de la bomba contra incendio en la entrada del tablero.
 - Este deberá ser capaz de funcionar durante 7 días sin que sea reiniciado.
 - El tablero contra incendio, deberá ser solo apagado manualmente ya que es la única fuente de abastecimiento de agua.

- **Tablero para motobomba**

En el tablero controla la disponibilidad de energía y el estado de sistema de bombeo

Figura N° 2.18

TABLERO MOTOBOMBA



Fuente: Catalogo Firetrol

La NFPA 20 (2016, p.60) menciona la característica mínima que se deben considerar en el tablero principal.

- **Disposición**

- Los tableros deben ubicarse tan cerca de los motores como sea práctico y deben ser visibles desde los motores.
- Los tableros deben protegerse de manera que no sean dañados por pérdidas o escapes de agua de las bombas o de las conexiones de las mismas.
- Las partes con tensión deben estar como mínimo a 12" (305 mm) por encima del nivel del piso.

- **Gabinete**

- El gabinete deberá contar con protección NEMA tipo 2 como mínimo o su equivalente IP 30.

- Los interruptores requeridos que mantienen al tablero en posición de automático deben estar dentro de gabinetes cerrados con llave y protegidos por vidrio rompibles.
- **Conexión y cableado**
- Todo gabinete debe estar conectado a tierra según lo especificado en la NFPA 70⁷.
 - Los cables de suministro eléctrico para bombas jockey no deben conectarse al controlador de bomba contra incendios.
- **Dispositivos de alarma y señalización en el tablero**
- Debe contar con indicadores visibles separados y una señal audible común que pueda ser oída mientras el motor está en funcionamiento y operable en todas las posiciones de interruptor principal, excepto en posición de apagado.
 - Deberá indicar las siguientes condiciones: Presión de aceite críticamente baja en el sistema de lubricación, temperatura elevada del motor, falla en el arranque automático del motor, Paro por sobre velocidad, Falla en cada batería, Falla en cada cargador de baterías, bajo nivel de combustible, baja temperatura del motor, alta temperatura del agua de refrigeración, alarmas en caso de que el motor cuente con arranque neumático o hidráulico o ECM.
- **Dispositivos de alarma y señalización remota en el tablero**
- En donde el cuarto de bombas no este constantemente atendido, deben proveerse alarmas ópticas y acústicas en un punto permanentemente atendido, alimentadas desde una fuente que no supere los 125V.
 - Las alarmas son: motor en funcionamiento, estado del interruptor principal (apagado o encendido), problema en el tablero o motor.

⁷ *NFPA 70, Código eléctrico Nacional*

- **Otros elementos**

- El tablero debe incluir un registrador de presión, de las mismas características que el utilizado en los tableros de motores eléctricos.
- Debe suministrarse un voltímetro con precisión de $\pm 5\%$ para cada banco de baterías para indicar la tensión durante el funcionamiento del cigüeñal.

- **Ciclo de arranque**

- Dos unidades de batería deben ser dispuestas de manera que pueda lograrse el arranque manual y automático con cualquier unidad.
- La corriente de encendido debe suministrarse con la primera batería y luego con la otra en operaciones sucesivas, el cambio debe hacerse automáticamente.
- En el caso de que uno de los bancos de baterías este perdido, el control debe bloquear dicho banco durante la secuencia de arranque.

• **Tablero Jockey**

El tablero de control de la bomba jockey, a diferencia del tablero de la bomba principal, puede encender y apagar la bomba de manera automática y manual, además cuenta con una protección térmica que protege al motor de la bomba en caso de que se sobrecaliente. Si esto pasa, el tablero puede dar una alarma indicando que ha dejado de funcionar y que por lo tanto existe un problema en el sistema hidráulico.

Figura N° 2.19
TABLERO JOCKEY



Fuente: Catalogo Tornatech

❖ **Tanque de almacenamiento diésel**

Estos tanques sirven como almacenamiento del diésel para abastecer a la motobomba contra incendio.

Bajo la NFPA 20(2016, p.56) describe los requisitos mínimos a tener en cuenta para la construcción, ventilación y capacidad.

- **Construcción**

- Las tuberías de llenado que ingresen por la parte superior de tanque deben terminar dentro de las 6" del fondo del tanque y deben ser instaladas y dispuestas de modo que la vibración sea mínima.
- El tanque para combustibles debe tener un puerto NPT roscado de 2" en la parte superior, próximo al centro del tanque para alojar el interruptor de nivel de combustible bajo
- Los tanques para combustibles de pared simple deben estar encerrados con muros, bordillos o diques, suficientes para retener la capacidad completa del tanque

- **Ventilación**

- La ventilación normal debe ser, como mínimo, de un tamaño tan grande como la conexión mayor para llenado o remoción, aunque en ningún caso debe ser de menos de 1 1/4" de diámetro nominal.
- La tubería de ventilación debe disponerse de modo que los vapores se descarguen hacia arriba o de manera horizontal hacia afuera desde los muros adyacentes y de modo que los vapores no queden atrapados por aleros u otras obstrucciones.
- Las salidas deben terminar a una distancia de al menos 5 pies de la abertura del edificio.

- **Capacidad**

- La conexión del suministro de combustible del motor, debe localizarse en el tanque de manera que el 5% del volumen por sumidero no sea utilizado por el motor.
- Debe tener una capacidad igual o mayor a 1 galón por HP, más 5% de volumen por expansión y 5% de volumen por sumidero.

- **Ubicación**

- La conexión de la línea de suministro de combustible debe ubicarse de manera que esta no se encuentre más abajo que la bomba de transferencia de combustible del motor.
- Los límites de presión estática de carga de la bomba de combustible del motor no deben excederse cuando el nivel del tanque se encuentre al máximo.
- Cada tanque debe tener conexiones adecuadas de llenado, drenaje y venteo.

- **Tubería**

- Debe contarse con manguera flexibles reforzadas resistentes a las llamas, con una certificación de resistencia al fuego de 30 min, equivalente a tuberías ISO 15540.
- No se debe utilizar tuberías de acero galvanizado ni tuberías de cobre.
- No debe colocarse una válvula de cierre en la línea de retorno de combustible.
- No debe colocarse otra válvula que no sea una válvula de bloqueo manual abierta en la línea de combustible que va desde el tanque de combustible hasta el motor.

- **Escape del motor**

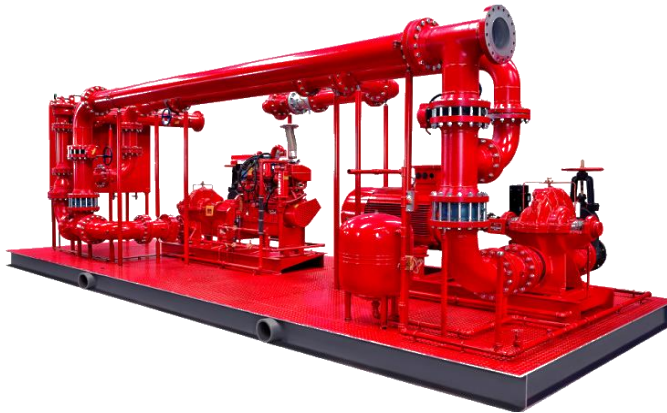
- Cada motor de bomba debe tener un sistema de escape independiente.
- El tubo de escape no debe tener un diámetro inferior al de la salida de escape del motor y debe ser lo más corto posible.
- El tubo de escape debe estar recubierto con un aislamiento refractario o de lo contrario debe estar vigilado para proteger al personal de alguna lesión.
- Los tubos de escape deben instalarse con separaciones de al menos 9" de los materiales combustibles.
- El escape del motor debe ser entubado hacia un punto seguro fuera del cuarto de bombas y dispuesto para excluir agua. Los gases no deben descargarse en donde afecte a las personas o dañe los edificios.

Estas condiciones las cumple y exceden los equipos listados, sin embargo, se deberá seguir a recomendaciones en la instalación de estos

❖ **Sistemas de bombeo contra incendio modular (Skid de bombeo)**

El Skid de bombeo es un sistema integrado compacto, conformado por una plataforma rectangular sobre la cual se montan las bombas, los tableros, tanque diésel, válvulas y accesorios, todos los equipos totalmente armados y probados, listos para su instalación. En algunos casos, según sea el proyecto, puede estar al interior de un contenedor, haciendo este la función de cuarto de bombas por lo que este contenedor debe cumplir ciertos requisitos de funcionamiento miento como son los requisitos de ventilación al interior de la caseta, temperatura ambiente menor a los 25°, diseño correcto de la base estructural, entre otros descritos en el transcurso de proyecto.

Figura N° 2.20
SKID DE BOMBEO CONTRA INCENDIO



Fuente: <http://www.ingecep.cl/skid-de-bombas-contra-incendio/>

2.2.6 Teorema de Bernoulli

El teorema de Bernoulli expresa la ley física de conservación de energía aplicada a problemas de flujo de fluido incompresible. El teorema puede ser definido como sigue: “En flujo estable sin fricción, la suma de la cabeza de velocidad, cabeza de presión y cabeza de elevación es constante para cualquier partícula de fluido incompresible a lo largo de su curso”.

En otras palabras, la presión total es la misma en todas las ubicaciones dentro del sistema.

Nótese que, en el teorema de Bernoulli, todos los términos de cabeza individual, por ejemplo, cabeza de velocidad, cabeza de presión, cabeza de elevación y pérdida de cabeza, son expresadas en pies (m). Cuando son usadas velocidades en pies por segundo (m/s) y presión manométrica en psi (Kpa), estas deben ser convertidas a pies (m) o todos los términos expresados como presión.

❖ Teorema de Bernoulli expresado matemáticamente

Los sistemas reales no son los de menor fricción, sin embargo, en la práctica, son explicables las pérdidas debidas a la fricción de la tubería y a otros factores. Expresado matemáticamente, el teorema de Bernoulli, cuando es aplicado a las ubicaciones A y B.

$$\frac{v_A^2}{2g} + \frac{p_A}{w} + z_A = \frac{v_B^2}{2g} + \frac{p_B}{w} + z_B + h_{AB} \quad (2.1)$$

Donde:

v = velocidad en pies por segundo (m/s)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

w = peso específico del fluido (9.81 KN/m³)

$\frac{v^2}{2g}$ = cabeza de velocidad (m)

$\frac{p}{w}$ = cabeza de presión (m)

h = pérdida de cabeza entre la ubicación A y la ubicación B (m)

❖ Bernoulli aplicado a una bomba

Aplicando Bernoulli al caso de una bomba, se debe tener en cuenta la energía que proporciona la bomba al fluido (HBB), quedando la ecuación:

$$H_{BB} = \left(z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g} \right) - \left(z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} \right) \quad (2.2)$$

v = velocidad en pies por segundo (m/s)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

γ = peso específico del fluido (9.81 KN/m³)

p = presión (atm)

h = pérdida de cabeza entre la ubicación A y la ubicación B (m)

❖ Potencia de la bomba Teórica

$$P_{BB} = \gamma * Q_{BB} * H_{BB} \quad (2.3)$$

P_{BB} = Potencia de la bomba

Q_{BB} = Caudal de bombeo

2.2.7 Ecuación de continuidad

Esta ecuación es un caso particular del principio de conservación de la masa. La que consiste en que, para un sistema sin pérdidas, la masa no se crea ni se pierde, por lo tanto, la masa que entra en un intervalo de tiempo es igual a la que sale en ese mismo intervalo de tiempo.

$$\frac{m_{ingresa}}{\Delta t} = \frac{m_{sale}}{\Delta t} \quad (2.4)$$

Expresada de otra manera:

$$\rho_1 * Q_1 = \rho_2 * Q_2 \quad (2.5)$$

Reemplazando el caudal:

$$\rho_1 * v_1 * A_1 = \rho_2 * v_2 * A_2 \quad (2.6)$$

Siendo el agua un líquido incomprensible $\rho_1 = \rho_2$:

$$v_1 * A_1 = v_2 * A_2 = Q \quad (2.7)$$

Donde:

Q : caudal [$\frac{m^3}{s}$]

ρ : densidad del agua [$\frac{kg}{m^3}$]

v : velocidad del fluido [$\frac{m}{s}$]

A : área de sección transversal [m^2]

2.2.8 Numero de Reynolds

El número de Reynolds permite caracterizar la naturaleza del flujo, es decir, si se trata de un flujo laminar, flujo transicional o de un flujo turbulento, además indica la importancia relativa de la tendencia del flujo hacia un régimen

turbulento respecto de uno laminar y la posición de este estado dentro de una longitud determinada.

Las características que condicionan el flujo dependen de las propiedades del líquido y de las dimensiones del flujo. Mientras que aumenta el flujo másico aumenta las fuerzas del momento o inercia, las cuales son contrarrestadas por la por la fricción o fuerzas viscosas dentro del líquido que fluye. Cuando estas fuerzas opuestas alcanzan un cierto equilibrio se producen cambios en las características del flujo.

En base a los experimentos realizados por Reynolds en 1874 se concluyó que las fuerzas del momento son función de la densidad, del diámetro de la tubería y de la velocidad media. Además, la fricción o fuerza viscosa depende de la viscosidad del líquido. Según dicho análisis, el Número de Reynolds se definió como la relación existente entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas (o de rozamiento).

$$R_e = \frac{\text{Fuerzas Inerciales}}{\text{Fuerzas Viscosas}} = \frac{\rho * v * D}{\mu} = \frac{v * D}{\nu} \quad (2.8)$$

Donde:

ρ : densidad del agua

v : velocidad del fluido

D : diámetro de tubería

μ : viscosidad dinámica del fluido

ν : viscosidad cinemática del fluido

Este número adimensional se utiliza para identificar el régimen de flujo, siendo estos los descritos a continuación.

❖ Flujo laminar

Es aquel en el que las partículas se desplazan en capas paralelas, o láminas, sin invadir el camino de las otras partículas.

Este flujo se denomina laminar cuando:

$$R_e = \frac{\rho * v * D}{\mu} \leq 2300 \quad (2.9)$$

❖ Flujo en transición

Es aquel en el que hay algunas fluctuaciones intermitentes del fluido en un flujo laminar, aunque no es suficiente para caracterizarlo como un flujo turbulento. Este flujo se denomina en transición cuando:

$$2300 < R_e = \frac{\rho * v * D}{\mu} \leq 4000 \quad (2.10)$$

❖ Flujo turbulento

Es aquel en el que hay fluctuaciones en el flujo todo el tiempo y las partículas invaden la trayectoria de las partículas adyacentes, mezclándose y desplazándose de una manera aleatoria.

Este flujo se denomina en transición cuando:

$$R_e = \frac{\rho * v * D}{\mu} > 4000 \quad (2.11)$$

2.3 Conceptual

2.3.1 Bomba contra incendio

Equipo principal del sistema de bombeo contra incendio, esta proporcionara el caudal y presión a la cual fue diseñada la red de agua contra incendio.

2.3.2 Bomba jockey

Esta bomba también llamada sostenedora de presión, es usada para evitar el encendido innecesario de la bomba principal frente a la caída de presión por motivos diferentes a la ocurrencia de un incendio, esta bomba, a diferencia de lo que se podría esperar para uso contra incendio, no cuenta con certificación UL.

2.3.3 Panel de control

Este panel almacena la lógica de funcionamiento y control de los sistemas de bombeo Se debe tener un tablero por cada unidad de bombeo ya sea bomba principal back up o jockey.

2.3.4 Válvulas

❖ Válvula check

También llamadas, válvulas de retención, de contraflujo, de no retorno entre otras.

Su propósito es el de permitir el flujo en un solo sentido, es aplicado principalmente en las descargas de bombas.

Las válvulas check swing son las usadas en sistemas contra incendio ya que permiten un paso total de fluido.

❖ **Válvula os&y (válvula de vástago ascendente)**

La válvula os&y - “outside stem and yoke (tornillo exterior y yugo), es una válvula compuerta comúnmente usada en los sistemas de protección contra incendio, de paso total por lo que genera menos pérdidas a comparación con otros tipos de válvulas (mariposa), son usadas para funcionar en apertura o cierre total.

❖ **Válvula de Alivio**

La NFPA 20 permite y recomienda el uso de 2 válvulas de alivio para protección del sistema y correcto funcionamiento de la bomba, estas son válvula de alivio para recirculación y para sobrepresión, las cuales se detallan a continuación:

- **Válvula de Alivio para recirculación**

Estas válvulas son usadas en sistemas de bombeo contra incendio con motor eléctrico. Cuando la electrobomba funciona sin descargar agua en el sistema (churn condition), el agua contigua a la electrobomba se recalienta, llegando incluso al punto de ebullición, por lo que podría llegar a dañar al sistema de bombeo. Para evitar esto, se utiliza válvulas de alivio para recirculación.

Figura N° 2.21

VÁLVULA DE ALIVIO DE RECIRCULACIÓN



Fuente: Catalogo Claval

- **Válvula de Alivio de sobre presión**

Estas válvulas son usadas cuando se cumplen con dos condiciones, 1ra el sistema de bombeo contra incendio es accionada por motor diésel y cuando el 121% de presión nominal neta de cierre (a caudal 0), más la presión de succión estática máxima (ajustada por elevación) exceda la presión para la cual los accesorios del sistema están clasificados (NFPA 20, 2016, p.19)

Cabe resaltar que estas válvulas son usadas para evitar sobre presión en la red debido a un sobre giro en la motobomba, cuando en funcionamiento normal la motobomba funcione a elevadas presiones, deberá utilizarse otros dispositivos reguladores de presión.

Figura N° 2.22

VÁLVULA DE ALIVIO DE SOBRE PRESIÓN



Fuente: Catalogo Claval

- ❖ **Cono visor**

La función de este accesorio es de detectar el flujo de agua a través de la tubería, si es posible la visualización del flujo en la descarga se puede usar una reducción concéntrica común.

La descarga debe ser fácilmente visible o detectable por el personal.

Figura N° 2.23

CONO VISOR



Fuente: Catalogo Claval

❖ Medidor de caudal

Se instala el medidor de caudal de modo tal que permita la prueba de la bomba en sus condiciones de operación nominal, así como también el abastecimiento de succión al máximo flujo disponible desde la bomba contra incendios (NFPA 20, 2016, p.19).

El objetivo de esta válvula es contrastar la curva del fabricante de la bomba vs la curva proporcionada experimentalmente con las pruebas A $Q = 0$, $Q=Q_n$ y $Q = 150\%*Q_n$.

Figura N° 2.24
MEDIDOR DE CAUDAL

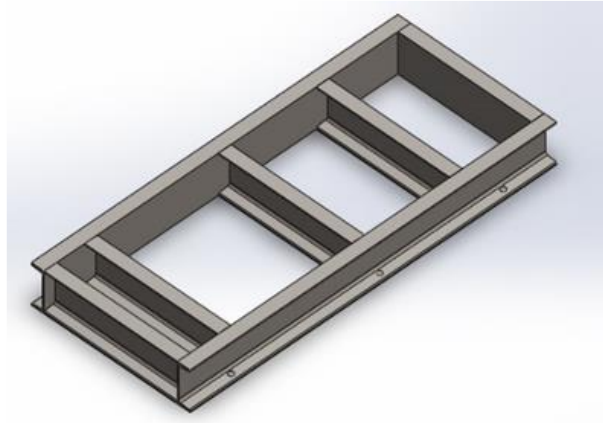


Fuente: Catalogo G.V.I

2.3.5 Patín o bastidor

El patín para el conjunto de bombas y motores es una estructura compuesta por vigas de acero al carbono ATM A36, el bastidor se modifica de acuerdo al tamaño de las bombas, los motores y tableros. Debido a Las cargas de los equipos, así como también el torque generado por los motores sobre el bastidor, se realizará un análisis estructural de elementos finitos

Figura N° 2.25
PATÍN O BASTIDOR



Fuente: Kenneth R Radonich ,2018

2.3.6 Características

- Los skid de bombeo contra incendio son fabricados siguiendo los lineamientos de la NFPA, en casos puntuales NFPA 20, NFPA 13 Y NFPA 72.
- Todas las válvulas Instaladas son listadas por UL y aprobadas por FM de acuerdo a recomendaciones de la NFPA y/o normas internacionales.
- Las bombas seleccionadas serán listadas por UL y aprobadas por FM de acuerdo a recomendaciones de la NFPA.
- La bomba sostenedora de presión (Jockey) será multietapica vertical y no contará con certificación UL.
- El skid se suministra con todos los componentes listos para su instalación.
- Por lo general los skid de bombeo contra incendio, están acondicionados con sistema de climatización, sistema de extinción con rociadores, sistema eléctrico.
- Las condiciones y lógica de funcionamiento de los tableros de las bombas serán las del fabricante.

2.4 Definición de términos básicos

- ❖ **Aprobado:** Aceptado por la autoridad competente.
- ❖ **Altura Neta de Succión:** Es la presión de líquido en la succión en metros menos la presión de vapor de líquido (absoluto) en un sistema para bombeo de fluido.
- ❖ **Autoridad Competente:** organización, oficina o persona responsable de hacer cumplir los requerimientos de un código o norma.
- ❖ **Bomba Centrífuga:** Bomba en donde la presión es desarrollada principalmente por la fuerza centrífuga, ideal para ser usada donde se requieran un gran caudal de agua.
- ❖ **Bomba Contra incendio:** Bomba dedicada a la protección contra incendios, cuenta con certificación UL / FM.
- ❖ **Bomba Jockey:** Bomba sostenedora de presión, evita el encendido innecesario de la bomba principal por caídas de presión bajas.
- ❖ **Cisterna:** Recipiente construido sobre o bajo el nivel de piso terminado, destinado al almacenamiento de agua contra incendio.
- ❖ **Electrobomba:** Bomba accionada por motor eléctrico.
- ❖ **FM:** Compañía de seguros estadounidense.
- ❖ **Incendio:** Ocurrencia de fuego no controlada.
- ❖ **Motobomba:** Bomba accionada por motor diésel.
- ❖ **NFPA:** Asociación Nacional de Protección Contra Incendio.
- ❖ **Patín:** Base estructural en acero en donde van soportados todos los equipos del skid.
- ❖ **Presión (P):** Magnitud física que es determinada por la proyección de la fuerza en un área definida, las unidades más utilizadas son: psi, mca.
- ❖ **Skid:** Equipos modulares en los que se incluyen todos elementos mecánicos, hidráulicos y eléctricos, necesarios para el funcionamiento íntegro de la máquina.
- ❖ **SCH:** Schedule, espesor de tubería normalizado según ASME.

- ❖ **UL:** Certificación emitida por Underwriters Laboratories, es uno de los símbolos con mayor reconocimiento de que un producto cumple con garantía los estándares de seguridad y calidad de los productos en Estados Unidos y de Canadá
- ❖ **Válvula de alivio:** válvula que libera agua para limitar presiones excesivas del sistema.
- ❖ **Válvula monitoreada:** Válvula de control con salidas de señal de supervisión al sistema de detección.
- ❖ **Válvula Os&y:** Válvula compuerta de vástago ascendente.

III HIPÓTESIS Y VARIABLES.

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general.

Ha El diseño del sistema de bombeo contra incendio modular permite abastecer la demanda de agua contra incendio en una central térmica.

3.1.2 Hipótesis específica.

He1 Una adecuada selección de quipos y demás componentes del sistema garantiza la aceptación del sistema por la autoridad competente.

He2 Una adecuada distribución de los componentes del sistema permite reducir el espacio a utilizar y el cumplimiento de la NFPA 20.

3.2 Definición conceptual de variables

3.2.1 Sistema de bombeo contra incendio modular

Sistema paquetizado comprendido por bomba totalmente equipada y sus motores montados en base común con todos los accesorios y los equipos totalmente armados y probados (NFPA 20,2016).

3.2.2 Abastecimiento de agua contra incendio

Conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general destinados a asegurar la presión y caudal necesarios para el tiempo de autonomía (UNE-23500).

3.2.3 Operacionalización de Variables

Tabla N° 3.1
OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
V.I Diseño de un sistema de bombeo contra incendio modular.	Sistema paquetizado comprendido por bomba totalmente equipada y sus motores montados en base común con todos los accesorios y los equipos totalmente armados y probados (NFPA 20,2016)	Sistema transportable compuesto por bomba contra incendio, equipados con su tablero y accesorios, todos estos equipos montados sobre un bastidor.	Selección de componentes	- Normativa internacionales y nacionales. - Selección de materiales - Selección de bombas contra incendio.
			Distribución de componentes	- Normativa internacional y nacional. - Recomendación autoridad competente
V.D Abastecer la demanda de agua contra incendio en una central térmica.	Conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general destinados a asegurar la presión y caudal necesarios para el tiempo de autonomía (UNE-23500)	Proceso realizado por un sistema para cumplir con la demanda que solicitan los equipos y accesorios de una red de agua contra incendio .	Consumo de la red agua contra incendio	- Caudal Requerido (GPM). - Presión del sistema (PSI).

Fuente: Elaboración propio

IV DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo: Investigación Tecnológica Aplicada

"La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad" (ESPINOZA, 2010, p.76).

Utilicé los conceptos teóricos de máquinas hidráulicas y el método de investigación científica para solucionar un problema.

Diseño: No Experimental

"Son aquellas cuyas variables independientes carecen de manipulación intencional, y no poseen grupo de control, ni mucho menos experimental. Analizan los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia." (CARRASCO, 2008, p.71).

4.2 Método de Investigación

Método Deductivo

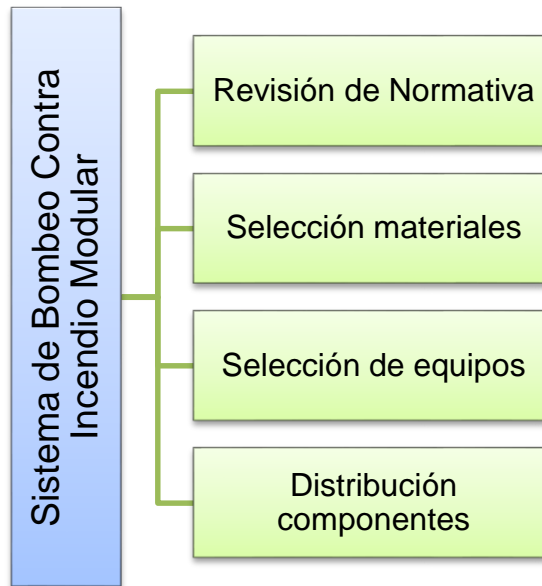
"Se basa en teorías, leyes y principios válidos y comprobados para ser aplicados a casos particulares" (BISQUERRA, 2009, p.29)⁸.

⁸ *Rafael Bisquerra, Alzina. Metodología de la Investigación Educativa, 2da edición 2009.*

4.2.1 Metodología de trabajo

Para el desarrollo del presente proyecto de tesis se siguió la siguiente metodología.

Figura N° 4.1
METODOLOGÍA DE TRABAJO



Fuente: Elaboración propia

4.3 Población y muestra

Debido a que el trabajo de investigación gira en torno al diseño de un sistema en específico, la muestra es igual a la población o parte del conjunto.

4.4 Lugar de estudio

El presente proyecto tomó lugar en el cuarto de bombas de la central térmica en Ventanilla.

4.5 Técnica e Instrumentación para la recolección de información

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó la técnica del **análisis documental**, los instrumentos de recolección de información son:

Tabla N° 4.1
TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Análisis Documental	Normativa internacional y nacional.
	Planos de arquitectura y distribución del cuarto de bombas
	Calculo hidráulico.
	Fichas técnicas de los equipos
	Catálogos y revistas.

Fuente: Elaboración propia

4.6 Análisis y procesamiento de datos

- La presente investigación no involucró datos estadísticos, por lo tanto, no se requirió un análisis estadístico.
- Para el procesamiento de datos se realizó con programas básicos como MS Word y MS Excel mediante uso de tablas y gráficos que se presentarán a lo largo de la investigación.

4.6.1 Selección de materiales y equipos para succión

- **Material de tubería**

La NFPA 20 indica el uso de tuberías de acero debiendo cumplir o exceder las siguientes características

Con ayuda de la tabla N° IV.2 se determinó el uso de tubería ASTM A795 SCH 10 para diámetros mayores a 2 1/2" y ASTM SCH 40 para diámetros menores que 3", ambas con costura en color rojo RAL 3000 de 8 mills de espesor.

Tabla N° 4.2
MATERIALES NFPA 20

Materiales y Dimensiones	Norma
Tuberías ferrosa	
Especificación para tubos de hierro negro y acero con recubrimiento de zinc en caliente por inmersión (Galvanizado al caliente), con y sin costura , para uso contra incendio.	ASTM A 795
Especificaciones para tubos de acero con y sin costura.	ANSI/ASTM A 53
Especificaciones de acero forjado.	ANSI/ASME B 36.10M
Especificaciones para tubos de acero soldados por resistencia eléctrica	AST A135

Fuente: NFPA 13, 2016

Si bien es cierto se pudo utilizar otra tubería como el ASTM A53 sin costura ya que cuenta con similares propiedades y ambas están permitidas para el uso contra incendio, la desventaja de esta último frente al ASTM A53 con costura, radica en el trabajo adicional que conlleva la elección de esta (granallado y pintado) ya que esta es entregada en acero negro.

- **Diámetro de tuberías y accesorios**

Como la base del tanque y la base del sistema de bombeo contaron con la misma elevación, se permite que la presión del manómetro en la succión de bomba pueda descender hasta -3 psi con el mínimo nivel de agua después de haber entrado en funcionamiento y cumplido con la máxima demanda y la duración establecida (NFPA 20, 2016, p.17).

“Se debe garantizar que cuando la bomba funciona a 150% de su capacidad nominal, la velocidad del fluido ubicado dentro de la distancia de 10 veces el diámetro seleccionado, no debe sobrepasar los 4.57m/s “(NFPA 20, 2016, p.18).

La NFPA garantiza el cumplimiento de lo mencionado anteriormente para diámetros “como mínimo” los descritos en la tabla N° IV.3.

Con ayuda de la tabla N° IV.3, para 2000 gpm se seleccionó tuberías de 10” de diámetro.

Utilizando la ecuación de continuidad para un mismo fluido (incompresibles):

$$A_1 * V_1 = A_2 * V_2 \quad (4.1)$$

De la tabla descrita anteriormente $Q=1.5*(2000\text{gpm})$ ($0.18927\text{m}^3/\text{s}$) $\varnothing=10''$ (0.254 m)

$$\pi * \frac{D^2}{4} * V = Q \quad (4.2)$$

$$\pi * \frac{0.254^2}{4} * V = 0.18927$$

$$V = 3.74 \frac{m}{s} < 4.57 \frac{m}{s}$$

La velocidad obtenida es menor a la del requerimiento de la NFPA.

Tabla N° 4.3
DIÁMETROS MÍNIMOS SEGÚN CAUDAL DE BOMBEO

Clasificación de la bomba (gpm)	Tamaño mínimo de tuberías (Nominal) (pulgadas)						
	Succión	Descarga	Válvula de alivio	Descarga de válvula de alivio	Medidor de caudal	Cantidad y tamaño de toma de mangueras	Suministro de cabezal de mangueras
25	1	1	3/4	1	1 1/4	1 - 1 1/2	1
50	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1/2	2	1 - 1 1/2	1 1/2
100	2	2	1 1/2	2	2 1/2	1 - 2 1/2	2 1/2
150	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
200	3	3	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
250	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
300	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
400	4	4	3	5	4	2 - 2 1/2	4
450	5	5	3	5	4	2 - 2 1/2	4
500	5	5	3	5	5	2 - 2 1/2	4
750	6	6	4	6	5	3 - 2 1/2	6
1000	8	6	4	8	6	4 - 2 1/2	6
1250	8	8	6	8	6	6 - 2 1/2	8
1500	8	8	6	8	8	6 - 2 1/2	8
2000	10	10	6	10	8	6 - 2 1/2	8
2500	10	10	6	10	8	8 - 2 1/2	10
3000	12	12	8	12	8	12 - 2 1/2	10
3500	12	12	8	12	10	12 - 2 1/2	12
4000	14	12	8	14	10	16 - 2 1/2	12
4500	16	14	8	14	10	16 - 2 1/2	12
5000	16	14	8	14	10	20 - 2 1/2	12

Fuente: NFPA 20, 2016

- **Válvulas**

Se debe instalar una válvula tipo compuerta de vástago ascendente (Os&y) con certificación UL (NFPA 20, 2016, p.18).

El uso de otro tipo de válvula, que no sea de paso total, así como otros accesorios entre la válvula y la brida de succión de la bomba que obstruyan o limiten el flujo en el lado de la succión podría generar turbulencia, y afectar el funcionamiento de la bomba, haciendo el sistema menos confiable.

- **Accesorios**

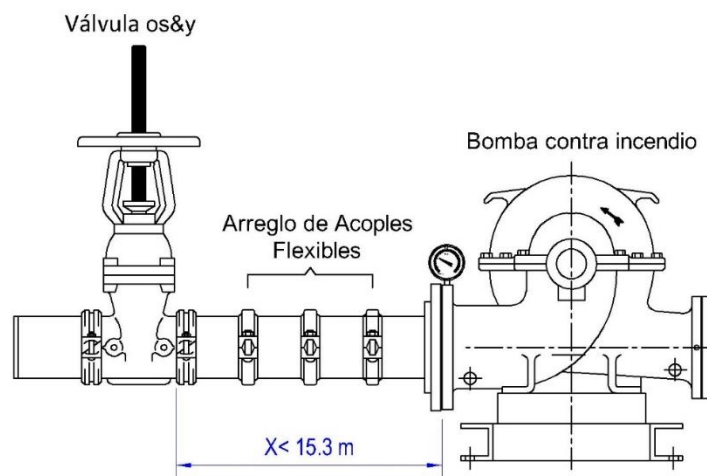
Junta flexible

Como la bomba y la cisterna se encuentran en bases diferentes y unidas mediante tubería de conexión rígida, se deberá contar con accesorios que alivien la tensión rígida (NFPA 20, 2016, p.18).

Estos accesorios se instalarán antes y después de la bomba contra incendio, se pueden usar acoples flexibles tipo victaulic o juntas flexibles.

Debido a que una de las características principales del sistema modular es el poco espaciamiento necesario, los acoples flexibles se ubicaron al exterior del sistema de bombeo modular.

Figura N° 4.2
SUCCIÓN SIN REDUCCIÓN EXCÉNTRICA

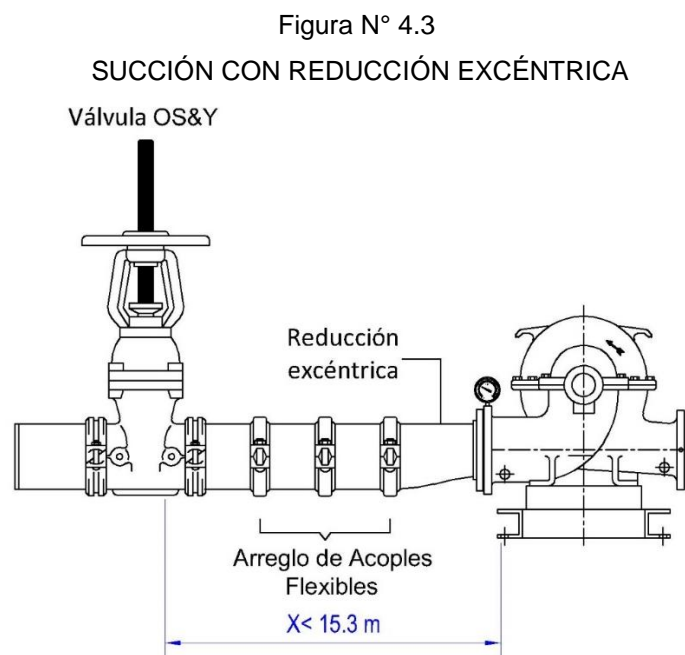


Fuente: Elaboración propia

Reducción Excéntrica

Cuando la tubería de succión y la brida de succión de la bomba son de diferente diámetro, se deberá usar un accesorio reductor o incrementador cónico excéntrico (NFPA 20, 2016, p.18).

Ya que la bomba seleccionada es del mismo diámetro que la tubería de succión, no fue necesario la utilización de este accesorio.



Fuente: Elaboración propia

4.6.2 Selección de materiales y equipos para descarga

Comprendido desde la válvula de succión de la bomba hasta la válvula de descarga del sistema de bombeo.

- **Material de tubería**

De lo descrito en el punto 4.6.1 respecto al material de tubería permitidos por la NFPA, la tubería de descarga será en acero ASTM A53 SCH 40 con costura en color rojo RAL 3000 de 8 mills de espesor.

- **Material de accesorios**

Está permitido el uso de los siguientes accesorios según NFPA 13:

Tabla N° 4.4
MATERIALES DE ACCESORIOS

Materiales y dimensiones	Norma
Hierro colado	
Accesorios roscados de hierro colado clase 125 y 250	ASME B16.4
Bridas para tubería y accesorios bridados de hierro colado	ASME B16.1
Hierro dúctil	
Accesorios roscados de hierro dúctil clase 150 y 300	ASME B16.3
Acero	
Accesorios de acero forjado solados en fabrica	ASME B16.9
Extremos para tubería , válvulas , bridas y accesorios solados a tope	ASME B16.25
Especificaciones para accesorios de tubería, de acero al carbono forjado y acero de aleación para temperaturas moderadas y elevadas.	ASME A 234
bridas para tubos y accesorios bridados de acero	ASME B16.5
Accesorios de acero forjado, con boquilla para soldar y roscados.	ASME B16.22

Fuente: NFPA 13, 2016

- **Diámetro de descarga**

El tamaño de la tubería debe ser tal que la bomba funcionando al 150% de la capacidad nominal de la bomba, la velocidad en la tubería de descarga no exceda los 20 pies (6.1 m/s) (NFPA 20, 2016, p.70).

Con ayuda de la tabla N° IV.3 para 2000 gpm se seleccionó la tubería de 10" de diámetro.

- **Válvulas**

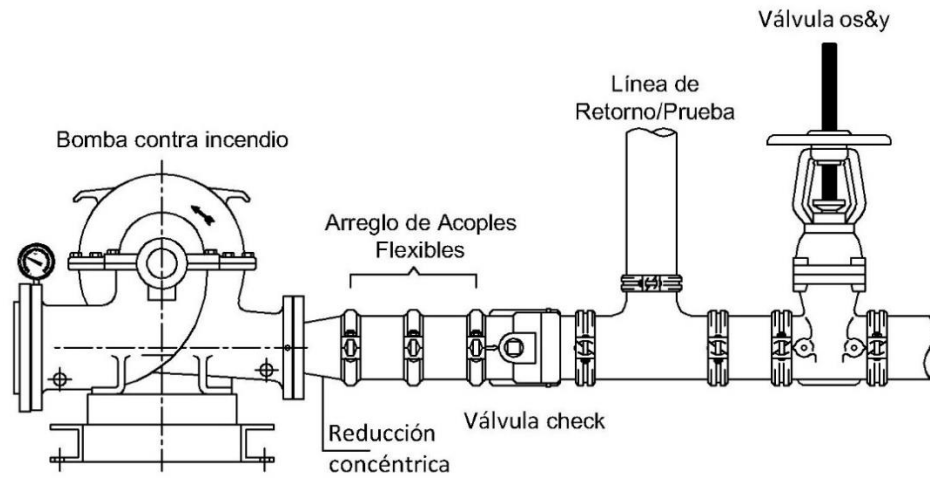
Debe instalarse una válvula check listada en la descarga de la bomba, así como una válvula listada compuerta o tipo mariposa después de la válvula de retención (NFPA 20, 2016, p.19).

En sistemas de bombeo eléctrico la válvula check se instalará después del arreglo de acoples flexibles antes de la línea de retorno y la válvula compuerta se instalará después de la línea de retorno.

Para sistemas de bombeo con motor diésel se instalará una válvula de alivio en la descarga de la bomba, debido a que estas bombas son inestables en el arranque.

En sistemas de bombeo diésel adicional a las válvulas descritas anteriormente se instalará una válvula de alivio antes de la válvula check,

Figura N° 4.4
DESCARGA DE ELECTROBOMBA



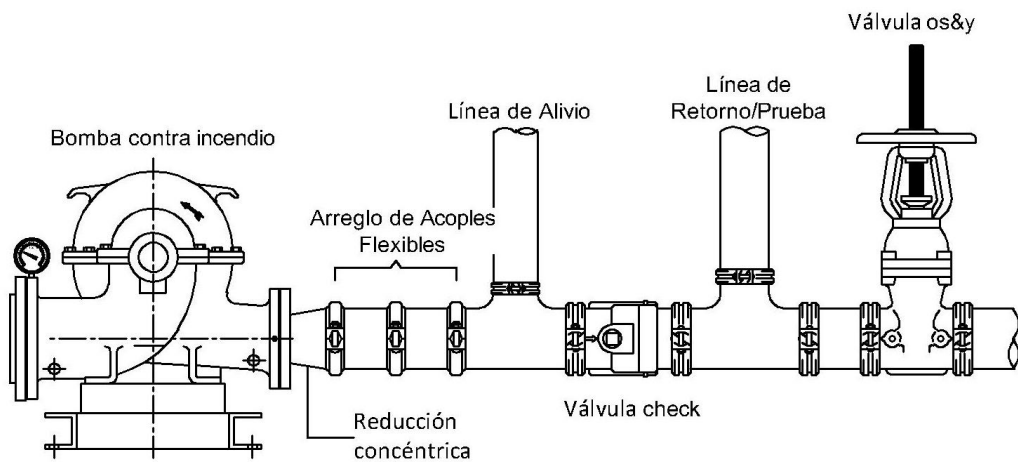
Fuente: Elaboración propia

- **Accesorios**

Juntas flexibles

Al igual que en la succión estas deberán ir en la descarga de la bomba, estos acoples absorberán los movimientos generados por las vibraciones de la bomba.

Figura N° 4.5
DESCARGA DE MOTOBOMBA



Fuente: Elaboración propia

❖ Línea de alivio

- **Línea de alivio para válvulas de sobre presión**

De lo descrito en el capítulo 2.3.4. y por leyes de afinidad, se sabe que la presión es proporcional al cuadrado de la velocidad:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \quad (4.3)$$

$$P_2 = 121\% * P_1 \quad (4.4)$$

Reemplazando:

$$\frac{121}{100} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

$$V_2 = 110\% * V_1$$

La NFPA 20 indica el uso de válvula de alivio de presión cuando la presión evaluada al es 121% de la presión nominal neta de cierre, y cuando el motor diésel tenga la capacidad de limitar la velocidad máxima del motor a 110% creando una presión de 121%.

La línea de alivio se ubicó entre la bomba y la válvula check en la descarga, de manera que el mantenimiento de esta se pueda efectuar sin inconveniente, esta válvula cuenta con certificación UL/FM para uso contra incendio y es del tipo piloteada.

Para nuestro caso: Qm: 2000gpm, H: 150 psi, ver Anexo III, la presión a caudal cero (churn condition) fue de 175 psi, entonces $P_{\text{churn}}=175$ psi.

Condiciones en la succión de la bomba.

h: 3m

ρ : 1000kg /m³

g: 9.81 m /s²

$$P_{alivio} = 121\% * P_{churn} + P_{est} \quad (4.5)$$

$$P_{est} = \rho * g * h \quad (4.6)$$

Reemplazando:

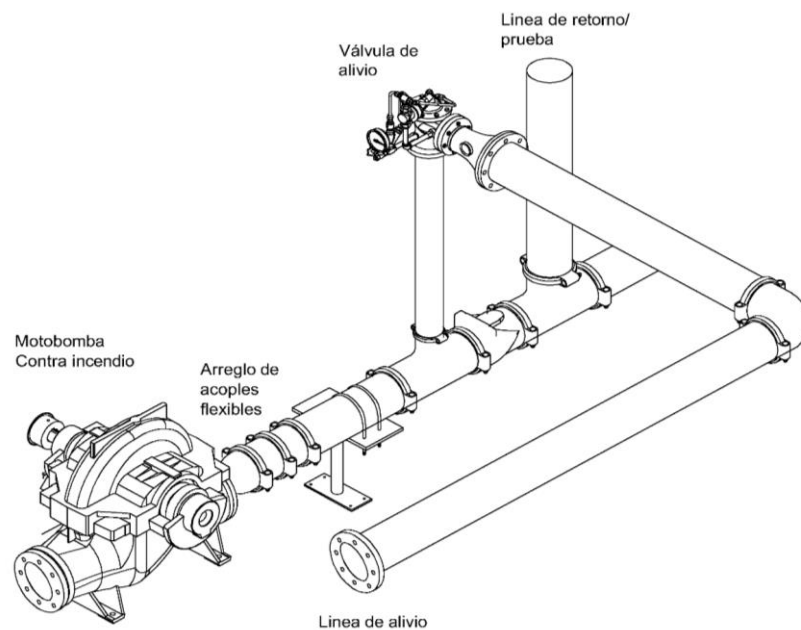
$$P_{est} = \rho * g * h = 4.27 \text{ psi}$$

$$P_{alivio} = (211.75 + 4.27) \text{ psi}$$

$$P_{alivio} = 216.02 \text{ psi}$$

El sistema de bombeo fue calculado para alimentar rociadores, los cuales trabajan a una presión máxima de 175 psi. Debido a que la presión obtenida para la selección de la válvula de alivio es superior a la presión máxima de trabajo de rociadores, **si fue necesaria la utilización de una válvula de alivio de presión.**

Figura N° 4.6
DESCARGA MOTOBOMBA - ISOMÉTRICO



Fuente: Elaboración propia

- **Línea de alivio para válvulas de recirculación**

Esta válvula será instalada en la descarga de todas las bombas contra incendio. Al igual que la válvula de alivio de sobrepresión, se instala después de la bomba y antes de la válvula check en la descarga.

Se dimensiona según tabla N°IV.5, el caudal de 2000gpm (NFPA 20, 2016, p.15).

Una excepción a este punto es cuando el sistema de refrigeración del motor diésel, se alimenta aguas abajo de la bomba, eliminando la necesidad de una válvula de alivio de recirculación.

La motobomba seleccionada cuenta con refrigeración por intercambiado de calor por lo que no fue necesario el uso de esta válvula.

Tabla N° 4.5

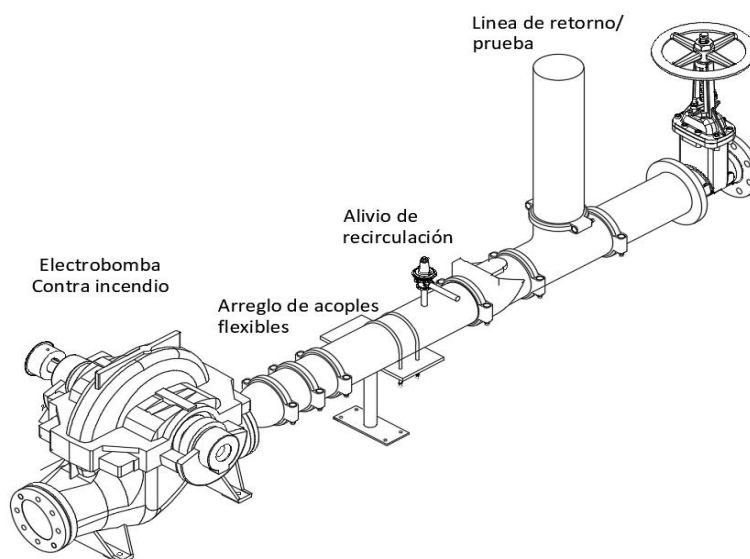
SELECCIÓN VÁLVULA DE ALIVIO RECIRCULACIÓN

Caudal Nominal	Ø Válvula de alivio (in)
$Q \leq 2500\text{gpm}$	0.75
$3000 \leq Q \leq 5000\text{gpm}$	1

Fuente: Elaboración propia

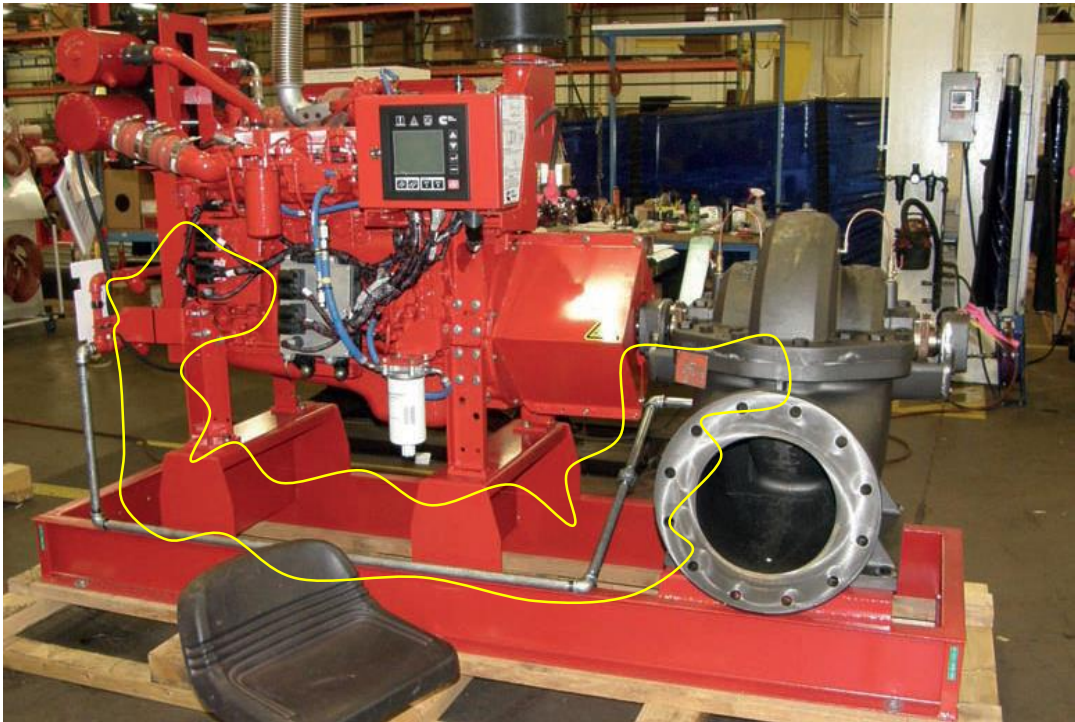
Figura N° 4.7

LÍNEA DE ALIVIO DE RECIRCULACIÓN



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4.8
LÍNEA DE REFRIGERACIÓN DE MOTOBOMBA



Fuente: Handbook NFPA 20,2016

❖ Línea de prueba / retorno

Esta línea se ubicó entre la válvula check y la válvula de descarga del sistema. La línea de prueba /retorno está compuesto por un medidor de caudal listado que se ubicará entre dos válvulas tipo mariposa.

El medidor de caudal tiene la capacidad de manejar el 175% de la capacidad nominal de la bomba, según los solicitado por NFPA 20.

Se dimensionará el diámetro de la línea de prueba según la tabla IV.3 descrita anteriormente, según esto el diámetro es de 8”.

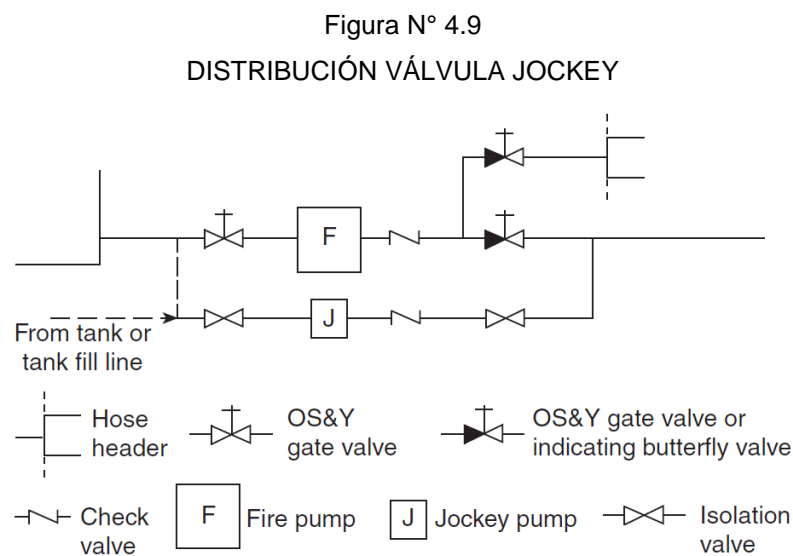
Por recomendación del fabricante, las válvulas de control se instalarán a las distancias mencionadas referente al caudalimetro.

❖ Línea jockey

Esta línea comprende desde la succión de la bomba jockey hasta la descarga de esta.

Al igual que la bomba jockey las válvulas y componentes de la línea de bombeo jockey no requieren ser listadas, se debe instalar una válvula compuerta en la succión y descarga de la bomba, esto para poder aislarla para futuro mantenimiento.

En el lado de la descarga también deberá ir una válvula de retención a fin de evitar los golpes de ariete.



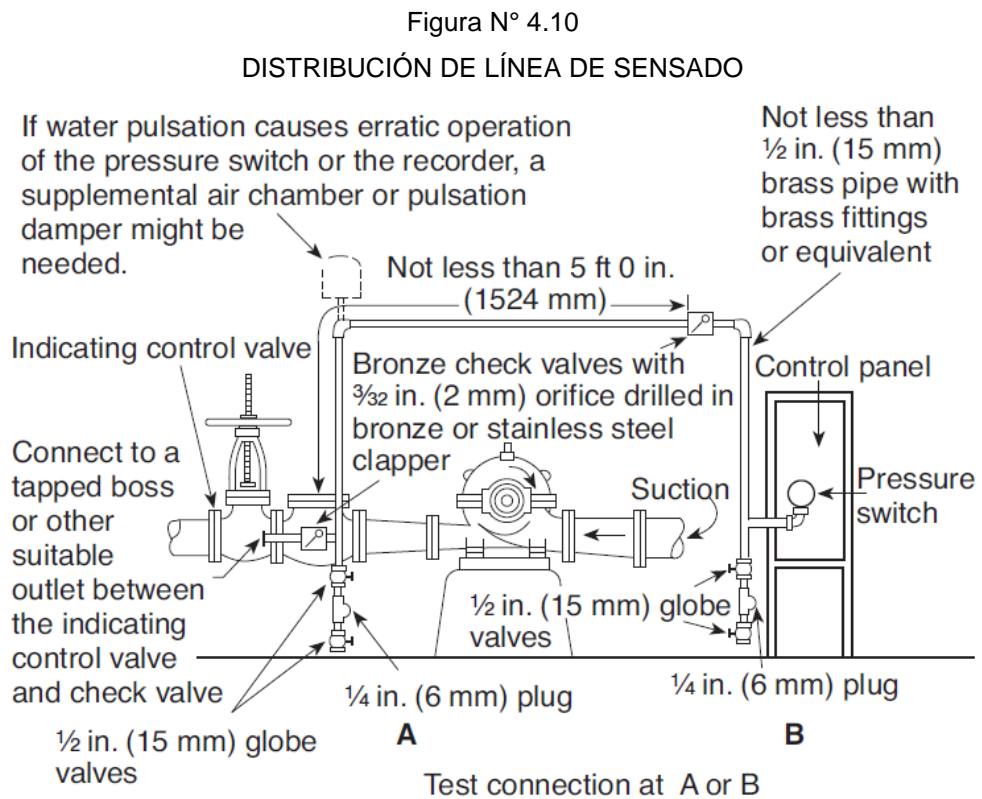
Fuente: NFPA 20 2016

❖ Línea de sensado

Cada tablero, incluyendo el de la bomba jockey, debe tener su línea de medición de presión individual. La conexión de la línea de medición de presión para cada bomba, debe hacerse entre la válvula de retención en la descarga de la bomba y la válvula de control de descarga.

Deben instalarse dos válvulas de retención en la línea de medición de presión separadas un mínimo de 5 pies (1,5 m), las mismas tendrán una perforación de 2,4 mm en el disco para servir como amortiguador ante algún golpe de ariete (NFPA 20, 2016, p.19).

Se determinó utilizar tubería de cobre tipo K.



Fuente: NFPA 20,2016

4.6.3 Selección de equipos

❖ Bomba Principal

Del capítulo 2.3.1 podemos apreciar el requerimiento respecto al caudal y presión de las bombas contra incendio.

Toda bomba contra incendio deberá cumplir con la siguiente condición:

Tabla N° 4.6
CONDICIÓN BOMBA CONTRA INCENDIO

Q-Caudal (GPM)	P-Presión (PSI)
$Q = 0$	$P \leq 140\% P_n$
$Q = Q_n$	$P = P_n$
$Q \leq 150\% Q_n$	$P \geq 65\% P_n$

Fuente: Elaboración propia

Una explicación a detalle de lo expuesto anteriormente

- Toda bomba contra incendio a condición de caudal cero, la presión no deberá exceder del 140% de su presión.
- La bomba contra incendio deberá tener la capacidad de trabajar a un caudal 50% mayor al nominal.
- Cuanto más pronunciado tenga la curva de la bomba, mayor proporcionara mayor presión a caudal 0.

Del cálculo hidráulico del sistema en el anexo II se tiene como punto de operación $Q = 2000\text{gpm}$ a $H=150\text{psi}$, se debe tener en cuenta que este punto de operación fue hallado con respecto a la máxima demanda que se puede producir en la red.

Para aumentar la confiabilidad del sistema y debido a que el sistema de bombeo es superior a la capacidad de bombeo del carro de bomberos, se propone el uso de un sistema de bombeo de respaldo siendo este último una bomba contra incendio con motor diésel.

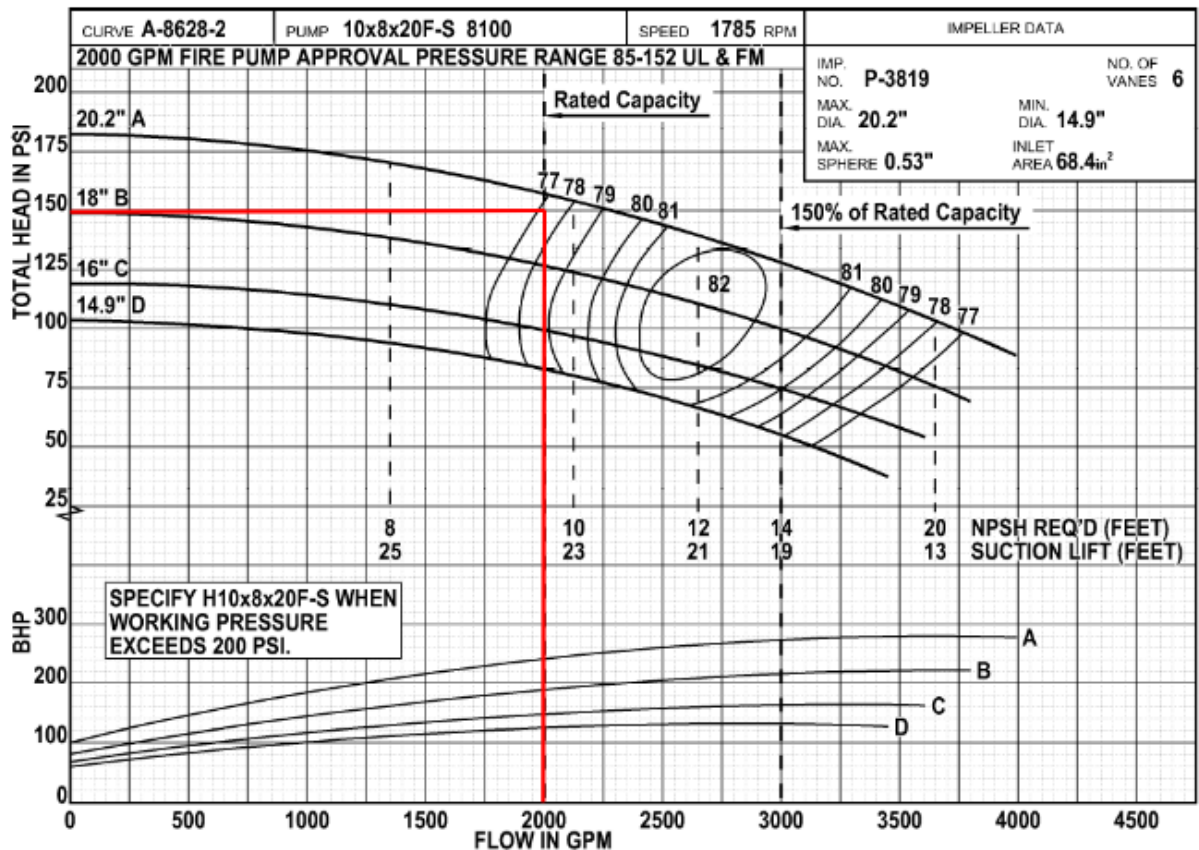
- **Bomba eléctrica**

Con los datos de caudal, $Q = 2000\text{gpm}$, presión $P = 150\text{ psi}$, a 60Hz y se ingresó a catálogos de fabricante de bomba contra incendio, con esto se verificó el cumplimiento de requisitos de la NFPA 20.

Con ayuda del software de selección para bombas contras incendio de la marca AC-Fire Pumps, se seleccionó la siguiente curva:

Figura N° 4.11

FAMILIA DE CURVAS DE BOMBA AC-FIRE PUMPS



Fuente: Selector AC-Fire Pumps

Familia de curva A- 8628-2, de bomba 10X8X20F-S 8100 a 1785rpm, Según la curva de la bomba, el diámetro del rodete de la bomba seleccionada deberá ser menor que 20.2".

El software de la marca AC –Fire Pumps proporciona también la curva de la bomba con el rodete reducido. Se debe tener en cuenta que la bomba deberá salir desde fabrica con el rodete reducido.

Del capítulo 2.2.6, podemos determinar la potencia teórica de la bomba, sin embargo, la potencia real dependerá de la eficiencia de cada marca de bombas contra incendio.

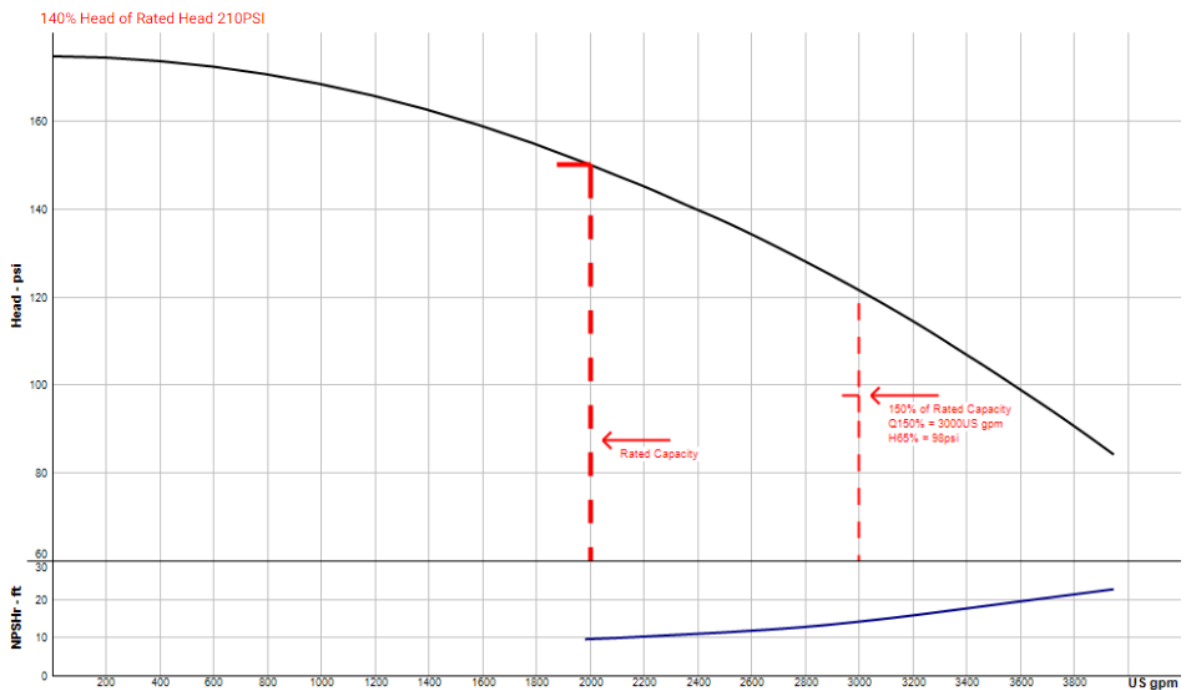
$$Q_{BB} = 2000 \text{ gpm} = 0.13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{BB} = 150 \text{ psi} = 105.53 \text{ mca}$$

$$P_{BB} = 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.13 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 105.53 \text{m}$$

$$P_{BB} = 134.3 \text{ kW} <> 180 \text{ HP}$$

Figura N° 4.12
CURVA SELECCIONADA



Fuente: Selector AC-Fire Pumps

Revisando la curva de la bomba, la **Potencia real es de 250HP** (anexo IV)

- **Bomba diésel**

De la misma forma que para la bomba eléctrica, se ingresó a catálogos de fabricante de bomba contra incendio, con esto se verificó el cumplimiento de requisitos de la NFPA 20.

Con ayuda del software de selección para bombas contra incendio de la marca AC-Fire Pumps, se seleccionó la siguiente curva:

Familia de curva A- **8628-2**, de bomba **10X8X20F-S 8100 a 1785rpm**, Según la curva de la bomba, el diámetro del rodete de la bomba seleccionada deberá ser menor que **20.2"**.

El software de la marca AC –Fire Pumps proporciona también la curva de la bomba con el rodete reducido, en el cual indica la potencia necesaria del motor diésel para su funcionamiento (**268HP**).

Potencia de 268 HP (revisar anexo III), si bien es cierto existen motores diésel para esa potencia, por temas de precios resulta más económica adquirir un motor de **280 hp**.

- ❖ **Bomba Jockey**

Según lo descrito en el capítulo 2.2.5 describe que la bomba jockey deberá diseñarse para llenar el rango de goteo permisible dentro de 10 minutos o 1gpm, el que sea mayor.

En base a esto la bomba jockey deberá funcionar al menos 1gpm o deberá funcionar por 10 minutos y en ese periodo deberá recuperar la presión en la red.

Selección de caudal

- Del capítulo 2.2.5 la regla general propuesta por el Handbook:

$$Q_{BJ} = 1\% Q_n \quad (4.7)$$

$$P_{BJ} = P_n + 10 \quad (4.8)$$

$$Q_{BJ} = 1\% 2000$$

$$P_{BJ} = 150 + 10$$

$$Q_{BJ} = 20 \text{ gpm}$$

$$P_{BJ} = 160 \text{ psi}$$

- Sabemos que esta bomba no necesita la certificación UL ya que no es un componente crítico en el funcionamiento del sistema de bombeo. Esto quiere decir que, si llegase a fallar esta bomba, en ningún caso interrumpe el funcionamiento de la bomba principal.
- Teniendo en cuenta estos datos se seleccionó la bomba jockey con ayuda de catálogos de diferentes marcas de bombas para uso de agua potable.
- Con ayuda del software de selección de bombas de la marca Lowara seleccionamos la bomba **5SV12F03006T** de 4hp (ver anexo VIII)

Selección de presión

- Bomba principal: 2000 gpm a 150 psi, de la curva de la BCI se obtiene la presión a caudal 0 (churn condition) $P_{Q=0} = 175$ psi.
- Presión estática en la succión: 4.27 psi, usaremos $P_s = 5$ psi.
- Presión de parada de la bomba jockey:

$$P_{PBJ} = P_{Q=0} + P_s \quad (4.9)$$

$$P_{PBJ} = 175 + 5 = 180 \text{ psi}$$

- Encendido de la bomba jockey:

$$P_{EBJ} = P_{PBJ} - 10 \quad (4.10)$$

$$P_{EBJ} = 180 - 10 = 170 \text{ psi}$$

- Encendido de la bomba principal:

$$P_{EBP} = P_{EBJ} - 5 \quad (4.11)$$

$$P_{EBP} = 170 - 5 = 165 \text{ psi}$$

- Como el sistema de bombeo contra incendio es la única fuente de abastecimiento, por lo que esta no tendrá parada de bomba contra incendio principal.
- Resumiendo lo hallado en el siguiente cuadro:

Tabla N° 4.7
PRESIÓN DE ENCENDIDO Y APAGADO DE BOMBAS

Presión estática en succión	5 psi
Presión a churn condition	175 psi
Presión de parada de la bomba jockey	180 psi
Encendido de la bomba jockey	170 psi
Encendido de la bomba principal	165 psi

Fuente: Elaboración propia

❖ Base estructural

La estructura base que soportará los equipos y demás componentes del sistema fue seleccionado en perfil de acero ASTM A36 W20X16lb/ft, por ser más utilizados para estas estructuras.

No es tema de investigación del presente informe el cálculo estructural de la base.

❖ Distribución de componentes

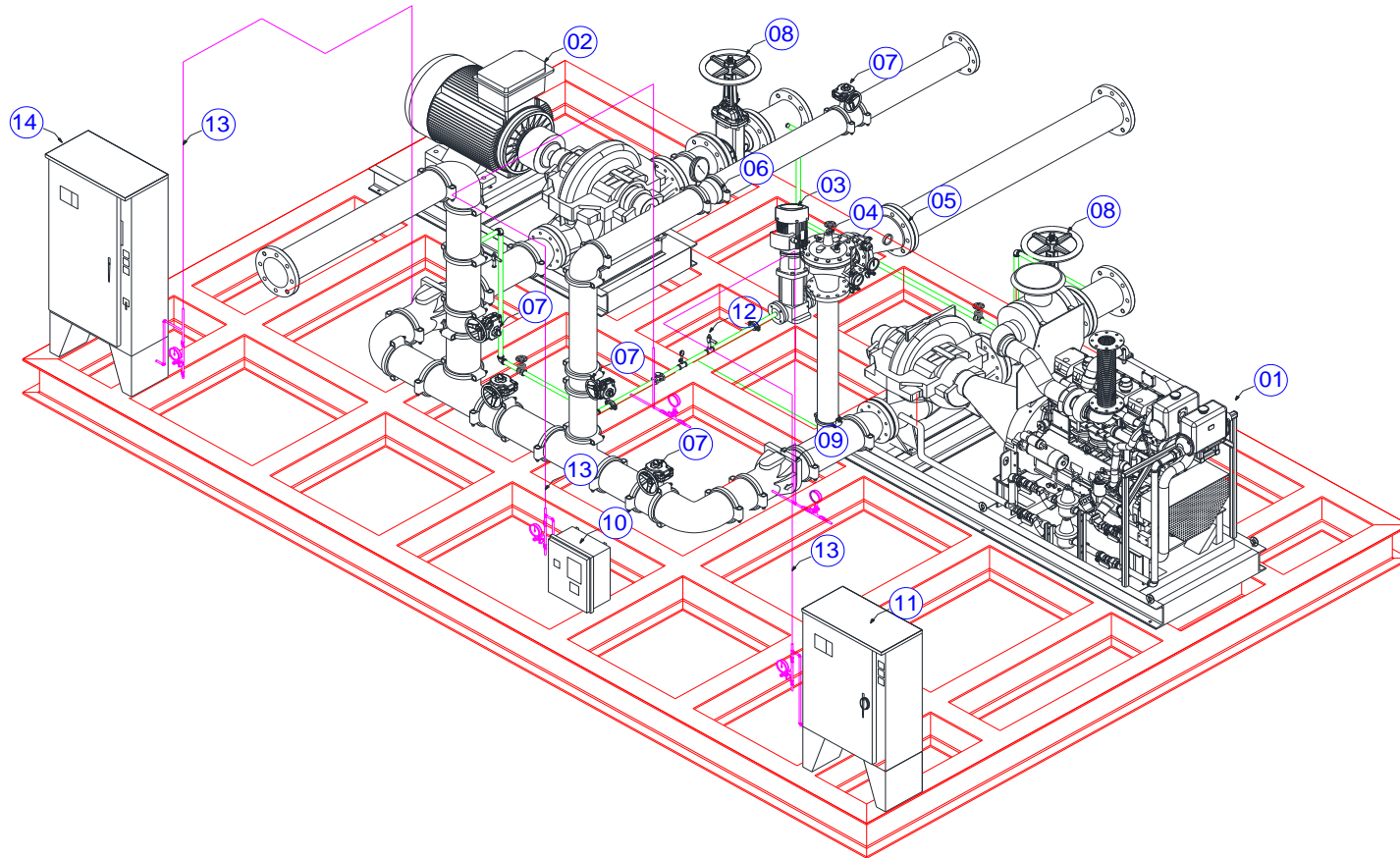
La distribución de equipos y componentes sobre la base se muestra en el anexo IX, a continuación, se nombran los principales componentes del sistema de bombeo contra incendio modular.

Tabla N° 4.8
COMPONENTES PRINCIPALES

ITEM	COMPONENTE
01	Motobomba
02	Electrobomba
03	Electrobomba Jockey
04	Válvula de Alivio de Sobrepresión
05	Cono Visor
06	Medidor de Caudal
07	Válvula Mariposa
08	Válvula Os&y
09	Válvula Check
10	Tablero Jockey
11	Tablero Motobomba Principal
12	Válvula de Alivio de Recirculación
13	Línea de sensado
14	Tablero Electrobomba Principal

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4.13
ISOMÉTRICO SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIO MODULAR



Fuente: Elaboración propia

V RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

❖ **Motobomba**

➤ **Línea de Succión**

Esta línea contendrá tuberías ASTM A53 SCH40 debido al caudal de 2000gpm esta será de 10".

Esta línea contará con un niple de 30cm de 10", con una salida soldable de 1 1/4" para la conexión con la línea que abastecerá la bomba jockey, una válvula os&y de 10" para el control, un arreglo de acoples flexibles seguida de una reducción excéntrica para un correcto empalme de la bomba.

La bomba propuesta cuenta con un manómetro en la succión de bomba.

➤ **Línea de descarga**

Al igual que en la succión esta línea cuenta con un manómetro en la descarga, seguida de la brida y una reducción concéntrica, una tee para la conexión a línea de alivio, una válvula check ranurada, una tee ranurada para conexión a la línea de retorno y una válvula mariposa monitoreada de 10".

➤ **Línea de retorno**

Esta línea se empalma en la derivación tee dejada en la línea de descarga, será de 8", esta línea cuenta con dos válvulas mariposas ranuradas y entre ellas un medidor de caudal ranurado.

➤ **Línea de alivio de sobre presión**

Esta línea se empalma en la derivación en tee antes de la línea de retorno, será de 6 para luego, mediante el cono visor, ampliarse a una medida de 10".

➤ **Línea de alivio de recirculación**

Debido a que la motobomba utilizada para el presente proyecto es refrigerada con agua extraída aguas abajo de la bomba (por intercambiador de calor), ya no necesitará una válvula de alivio de recirculación.

❖ **Electrobomba**

Al igual que en la succión esta línea cuenta con un manómetro en la descarga, seguida de la brida y una reducción concéntrica, una válvula check ranurada, una tee ranurada para conexión a la línea de retorno y una válvula mariposa monitoreada de 10".

➤ **Línea de Succión**

Esta línea contendrá tuberías ASTM A53 SCH40 debido al caudal de 2000gpm esta será de 10".

Esta línea contará con un niple de 30cm de 10", con una salida soldable de 1 1/4" para la conexión con la línea que abastecerá la bomba jockey, una válvula os&y de 10" para el control, un arreglo de acoples flexibles seguida de una reducción excéntrica para un correcto empalme de la bomba.

La bomba propuesta cuenta con un manómetro en la succión de bomba.

➤ **Línea de descarga**

Al igual que en la succión esta línea cuenta con un manómetro en la descarga, seguida de la brida y una reducción concéntrica, una tee para la conexión a línea de alivio, una válvula check ranurada, una tee ranurada para conexión a la línea de retorno y una válvula mariposa monitoreada de 10".

➤ **Línea de retorno**

Esta línea se empalma en la derivación tee dejada en la línea de descarga, esta línea cuenta con dos válvulas mariposas ranuradas y entre ellas un medidor de caudal ranurado.

➤ **Línea de alivio de recirculación**

La línea de alivio de recirculación será de 3/4 "debido a que el caudal es menor a 2500 gpm.

❖ **Línea Jockey**

Esta línea se empalmará en los nipples dejados en la succión de las bombas, será de acero ASTM A53 SCH 40 de diámetro de 1 1/4". Se instalarán válvulas listadas así estas no sean necesarias, por buenas prácticas.

5.2 Resultados inferenciales

La presente investigación es del tipo tecnológica aplicada y de diseño no experimental cuya población no presenta análisis estadísticos, por lo que no presenta resultados inferenciales.

5.3 Otro tipo de resultados estadísticos

Según lo descrito en el punto anterior, la presente investigación no presenta resultados estadísticos.

VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de hipótesis con los resultados

- ❖ Se acepta la hipótesis general que establece que el diseño del sistema de bombeo contra incendio modular permite abastecer la demanda de agua contra incendio en una central térmica.

Según los resultados obtenidos el sistema de bombeo contra incendio modular compuesto por dos bombas, una electrobomba y una motobomba es capaz de abastecer la demanda de agua contra incendio solicitada por la central térmica de 2000gpm a 150psi, se garantizará el abastecimiento de la demanda ya que funcionará la bomba eléctrica como principal y la motobomba como back up si es que a red eléctrica llegase a fallar.

- ❖ Se acepta la hipótesis que indica que una adecuada selección de quipos y demás componentes del sistema garantizará la aceptación del sistema por la autoridad competente.

La selección de quipos y materiales se hizo bajo los estándares de la NFPA 20, norma que utiliza la autoridad competente para realizar la aceptación de sistemas de protección contra incendio a nivel nacional.

- ❖ Una adecuada distribución de los componentes del sistema permitirá reducir el espacio a utilizar y la aceptación por la autoridad competente.

Ya que el sistema de bombeo contra incendio esta sobre un skid, se encontró la mejor manera de cumplir con la normativa NFPA 20 utilizando eficientemente el espacio de este.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

- ❖ La tesis “Proyecto, construcción e instalación de sistema contra incendio para una central de generación eléctrica”, Guayaquil, Ecuador. El cual brinda información relevante con respecto al cálculo y selección de bombas contra incendio para sistemas de bombeo con cuarto de bombas, mientras que el presente informe de tesis tiene un enfoque más hacia el uso de un sistema de bombeo contra incendio compacto, sin embargo, el sistema de bombeo contra incendio modular cumple con los requisitos de la NFPA 20.

- ❖ La memoria “Desarrollo de procedimiento para configuración y producción de casas de bombeo según NFPA 20”, Santiago, Chile. El trabajo de investigación gira en torno a la elaboración de procedimientos de fabricación de sistemas de bombeo compacto con el uso de una sola bomba principal, sin embargo, los procedimientos cumplen con los estándares internacionales al igual que la presente tesis.

- ❖ La tesis “Diseño del sistema de bombeo de agua contra incendio para una instalación petrolera” Ciudad de México, México. Enfocó el diseño de un sistema de bombeo contra incendio fijo, con cuarto de bombas, sin embargo, los procedimientos de selección de equipos siguen los lineamientos de la NFPA 20 al igual que para un sistema de bombeo contra incendio modular.

- ❖ La tesis “Diseño hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento de diésel B5 - Unidad Minera Toquepala” Callao, Perú. Propone el uso de un sistema de bombeo contra incendio modular compuestos por motobomba y electrobomba, sin embargo, solo menciona el uso y no profundiza en la selección de componentes del sistema de bombeo contra incendio modular.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Toda información brindada en el presente trabajo esta referenciada para el consentimiento informado apropiado manteniendo siempre presente los principios éticos propuestos en el Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao (Res. 210-2017-CU).

CONCLUSIONES

- ❖ Se logró diseñar un sistema de bombeo contra incendio modular de 7m de largo, 4.5m de ancho y 3 m de alto, compuesto por una electrobomba de **250hp** y una motobomba de **280hp** que funcionará como back up, cada uno con sus respectivos tableros y accesorios.
- ❖ Se logró la selección de equipos y demás componentes del sistema en base a la NFPA 20, que son aceptados por la autoridad competente.
- ❖ Se logró la distribución de los equipos y componentes sobre una base de 7m de largo y 4.5m de ancho siguiendo los lineamientos de la NFPA 20, que son aceptados por la autoridad competente.

RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda realizar un análisis estructural al skid y a la losa en la cual ira montado el sistema de bombeo contra incendio modular, ya que esto complementaría el diseño.
- ❖ Se recomienda realizar un diseño referente a las conexiones eléctricas basadas en normativa NFPA 70 ya que esto complementaría el diseño.
- ❖ Se recomienda, para una posterior instalación, realizarla en conformidad con la NFPA 20 y NFPA 70.
- ❖ Se recomienda que todos los equipos y accesorios utilizados en la instalación del sistema de bombeo contra incendio modular, así como en las redes, cuenten con Aprobación FM para uso contra incendio.
- ❖ Se recomienda una vez culminada la instalación, realizar las pruebas de funcionamiento y operativa del sistema según NFPA 25⁹.

⁹ *NFPA 25, Norma para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas hidráulicos de protección contra incendios*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISQUERRA Alzina, Rafael. **Metodología de la investigación Educativa**. Madrid, Editorial La muralla, SA, 2da edición 2009.
- CARRASCO Díaz, Sergio. **Metodología de la Investigación Científica: Pautas Metodológicas para Diseñar y Elaborar el Proyecto de Investigación**. Lima, Editorial San Marcos E.I.R.L, Segunda Edición, 2008.
- CEDEÑO García, Luis Alfredo. **Proyecto, construcción e instalación de sistema contra incendio para una central de generación eléctrica**. 2010. Tesis (Ingeniero Mecánico). Ecuador. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- ESPINOZA Montes, Ciro. **Metodología de la Investigación Tecnológica**. Huancayo, Editorial Imagen Gráfica S.A.C. Primera Edición, 2010.
- MENDOZA Bruno, Lesly E. **Diseño hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento de diésel B5 - Unidad Minera Toquepala**. 2014. Tesis (Ingeniera en Energía) Callao. Universidad Nacional del Callao.
- NFPA: ASOCIACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO. NFPA 20: **Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios**. Massachusetts. Organización iberoamericana de protección contra incendio, 2016.

- NFPA: ASOCIACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO. NFPA 10: **Norma para Extintores Portátiles contra Incendios**. Massachusetts. Organización Iberoamericana de protección contra incendio, 2018.

- NFPA: ASOCIACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO. NFPA 20: **Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios**. Massachusetts. Organización iberoamericana de protección contra incendio, 2016.

- NFPA: ASOCIACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO. NFPA 10: **Norma para Extintores Portátiles contra Incendios**. Massachusetts. Organización iberoamericana de protección contra incendio, 2018.

- RADONICH Fuentes, Kenneth Rubén. **Desarrollo de procedimiento para configuración y producción de casas de bombeo según NFPA 20**. 2018. Memoria (Ingeniero Civil Mecánico) Chile. Universidad de Chile.

ANEXOS

ANEXO I Matriz de consistencia

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIO MODULAR PARA ABASTECER LA DEMANDA DE AGUA CONTRA INCENDIO EN UNA CENTRAL TERMICA “

Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables e indicadores	Metodología
<p><u>Problema general</u></p> <p>¿De qué manera el diseño de un sistema de bombeo contra incendio modular permite abastecer la demanda de la central térmica?</p> <p><u>Problemas específicos</u></p> <p>a) ¿Cómo seleccionar los componentes del sistema de bombeo contra incendio modular?</p> <p>b) ¿Cómo determinar la ubicación de los equipos y componentes del sistema de bombeo contra incendio modular?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Diseñar un sistema de bombeo contra incendio modular que permita abastecer la demanda de agua contra incendio de una central térmica.</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>a) Seleccionar los componentes del sistema de bombeo contra incendio modular.</p> <p>b) Determinar la ubicación de los equipos y componentes del sistema de bombeo contra incendio modular</p>	<p><u>Hipótesis general</u></p> <p>El diseño del sistema de bombeo contra incendio modular permite abastecer la demanda de agua contra incendio en una central térmica.</p> <p><u>Hipótesis específicas</u></p> <p>a) Una adecuada selección de equipos y demás componentes del sistema garantizará la aceptación del sistema por la autoridad competente.</p> <p>b) Una adecuada distribución de los componentes del sistema permitirá reducir el espacio a utilizar y el cumplimiento de la NFPA 20.</p>	<p><u>Variable independiente</u></p> <p>Diseño de un sistema de bombeo contra incendio modular.</p> <p><u>Variable dependiente</u></p> <p>Abastecer la demanda de agua contra incendio en una central térmica.</p>	<p><u>Tipo de investigación:</u></p> <p>Tecnológica</p> <p><u>Nivel</u></p> <p>Aplicada</p> <p><u>Método</u></p> <p>Deductivo</p> <p><u>Diseño:</u></p> <p>No experimental</p> <p><u>Población y Muestra</u></p> <p>Debido a que el trabajo de investigación gira en torno al diseño de un sistema en específico, la muestra es igual a la población o parte del conjunto.</p>

Fuente: Elaboración propia

ANEXO II CALCULO HIDRÁULICO

Resumen Calculo hidráulica planta térmica existente / ampliación

	Area de diseño	Desing Area	Area of Application	Pressure @ Source	Min. Density	Min. Pressure	Min. Flow	Calculated Heads	Hose Streams	Margin to Source
		(ft ²)	(gpm)	(psi)	(gpm/ft ²)	(psi)	(gpm)	#	(gpm)	(psi)
ZONA DE TRANSFORMADORES TURBINA AGAS TG-33	CABLES PCC -TG-33	9212	922.5	120.6	0.097	40	19	47	0	7.2
	TRAFO AUX TG-33	1372	137.7	26.9	0.097	40	19	7	0	117.5
	TRAFO PRINC TG-34	8232	848.3	49.6	0.097	40	19	42	0	80.7
ZONA DE TRANSFORMADORES TURBINA TG-33	DILUVIO COJIN TG-33	3136	315.5	176.1	0.097	40	19	16	0	-33.5
	ESP TURB ACEITE TG-33	1372	143.7	50.6	0.097	40	19	7	0	93.8
	SKID DE ACEITE TG33	4704	358.9	290.8	0.097	20	13.4	24	0	-148.8
	SKID DE COMBUS TG-33	4312	430.4	54.2	0.097	40	19	22	0	86.6
ZONA DE TRANSFORMADORES TURBINA A GAS TG-34	CABLES PCC -TG-34	9408	942.9	123	0.097	40	19	48	0	4.1
	TRAFO AUX TG-34	1372	137.4	18.5	0.097	40	19	7	0	126
	TRAFO PRINC TG-34	8232	866.5	56.6	0.097	40	19	42	0	73.1
ZONA DE TRANSFORMADORES TURBINA TG-33	DILUVIO COJIN TG-34	3136	312.8	156.2	0.097	40	19	16	0	-13.5
	ESP TURB ACEITE TG-34	1176	121.4	35.3	0.097	40	19	6	0	109.3
	SKID DE ACEITE TG34	5096	559.2	82.4	0.097	40	19	26	0	55.8
	SKID DE COMBUS TG-34	4704	495.4	192.4	0.097	40	19	24	0	-52.8
ZONA DE TRANSFORMADORES PRINCIPAL C.C.	DILUVIO CICLO COMBINADO	-	1504.8	95	0.097	40	19	70	0	-
ZONA DE TRANSFORMADORES AUXILIAR T3 C.C.	DILUVIO CICLO COMBINADO	-	233.3	40.8	0.097	40	19	12	0	-
ZONA DE TRANSFORMADORES SERVICIOS AUXILIAR T3 C.C.	DILUVIO CABLES C.C.	1960	233.5	66.3	0.097	40	19	10	0	77.5
	TRAFO SERV AUXIL C.C.	4900	4817	41.2	0.097	40	19	25	0	98.6
ZONA EDIFICIO DE DOSIFICACION QUIMICA	DILUVIO EDF DOSIFICACION	-	152.8	45.2	0.097	40	19	8	0	-
ZONA EDIFICIO DE CONTROL	DILUVIO CABLES SOT	-	232.5	15.1	0.097	40	19	12	0	-
ZONA DE TANQUE 4	ESPUMA CAMARA TK 44	-	342.4	76.1	-	-	-	-	-	-
ZONA SALA DE BOMBAS COMBUSTIBLES	ESPUMA SALA DE BOMBAS	-	459.3	35.2	0.097	40	19	24	0	-
ZONA DE HIDRANTES	HIDRANTE DESFAVORABLE	-	500	75.4	-	-	-	-	-	-

Fuente: Cálculo hidráulico ESSAC-19-001749-ING-ACI-MC-001-00

Resumen Calculo hidráulica planta térmica nueva zona

	Area de diseño	Area of Application	Pressure @ Source	Min. Density	Min. Pressure	Min. Flow	Calculated Heads	Hose Streams
		(gpm)	(psi)	(gpm/ft2)	(PSI)	(gpm)	#	(gpm)
ZONA DE TRANSFORMADORES DE 10KVA	DILUVIO TRAN 10KVA #1	306.6	69.2	0.097	40	19	16	0
	DILUVIO TRAN 10KVA #2	384.9	85	0.097	40	19	20	0
ZONA DE BES	HIDRANTES	500	79.7	-	-	-	-	-

Fuente: Cálculo hidráulico ESSAC-19-001749-ING-ACI-MC-001-00

Resumen Calculo hidráulica

Zona	Caudal de Rociadores (gpm)	Caudal de Mangueras (gpm)	Presion (psi)	Caudal Total (gpm)
CABLES PCC -TG-33	922.50	500.00	120.60	1422.50
TRAFO AUX TG-33	137.70	500.00	26.90	637.70
TRAFO PRINC TG-34	848.30	500.00	49.60	1348.30
DILUVIO COJIN TG-33	315.55	500.00	176.10	815.55
ESP TURB ACEITE TG-33	143.70	500.00	50.60	643.70
SKID DE ACEITE TG33	358.90	500.00	290.80	858.90
SKID DE COMBUS TG-33	430.40	500.00	54.20	930.40
CABLES PCC -TG-34	942.90	500.00	123.00	1442.90
TRAFO AUX TG-34	137.40	500.00	18.50	637.40
TRAFO PRINC TG-34	866.50	500.00	56.60	1366.50
DILUVIO COJIN TG-34	312.80	500.00	156.20	812.80
ESP TURB ACEITE TG-34	121.40	500.00	35.30	621.40
SKID DE ACEITE TG34	559.20	500.00	82.40	1059.20
SKID DE COMBUS TG-34	495.40	500.00	192.40	995.40
DILUVIO CICLO COMBINADO	1404.80	500.00	95.00	1904.80
DILUVIO CICLO COMBINADO	233.30	500.00	40.80	733.30
DILUVIO CABLES C.C.	223.50	500.00	66.30	723.50
TRAFO SERV AUXIL C.C.	481.70	500.00	41.20	981.70
DILUVIO EDF DOSIFICACION	152.80	500.00	45.20	652.80
DILUVIO CABLES SOT	232.50	500.00	15.10	732.50
ESPUMA CAMARA TK 44	342.40	500.00	76.10	842.40
ESPUMA SALA DE BOMBAS	459.30	500.00	35.20	959.30
DILUVIO TRAN 10KVA #1	306.6	500	69.2	806.6
DILUVIO TRAN 10KVA #2	384.9	500	85	884.9

Fuente: Cálculo hidráulico ESSAC-19-001749-ING-ACI-MC-001-00

ANEXO III FICHA TÉCNICA MOTOBOMBA



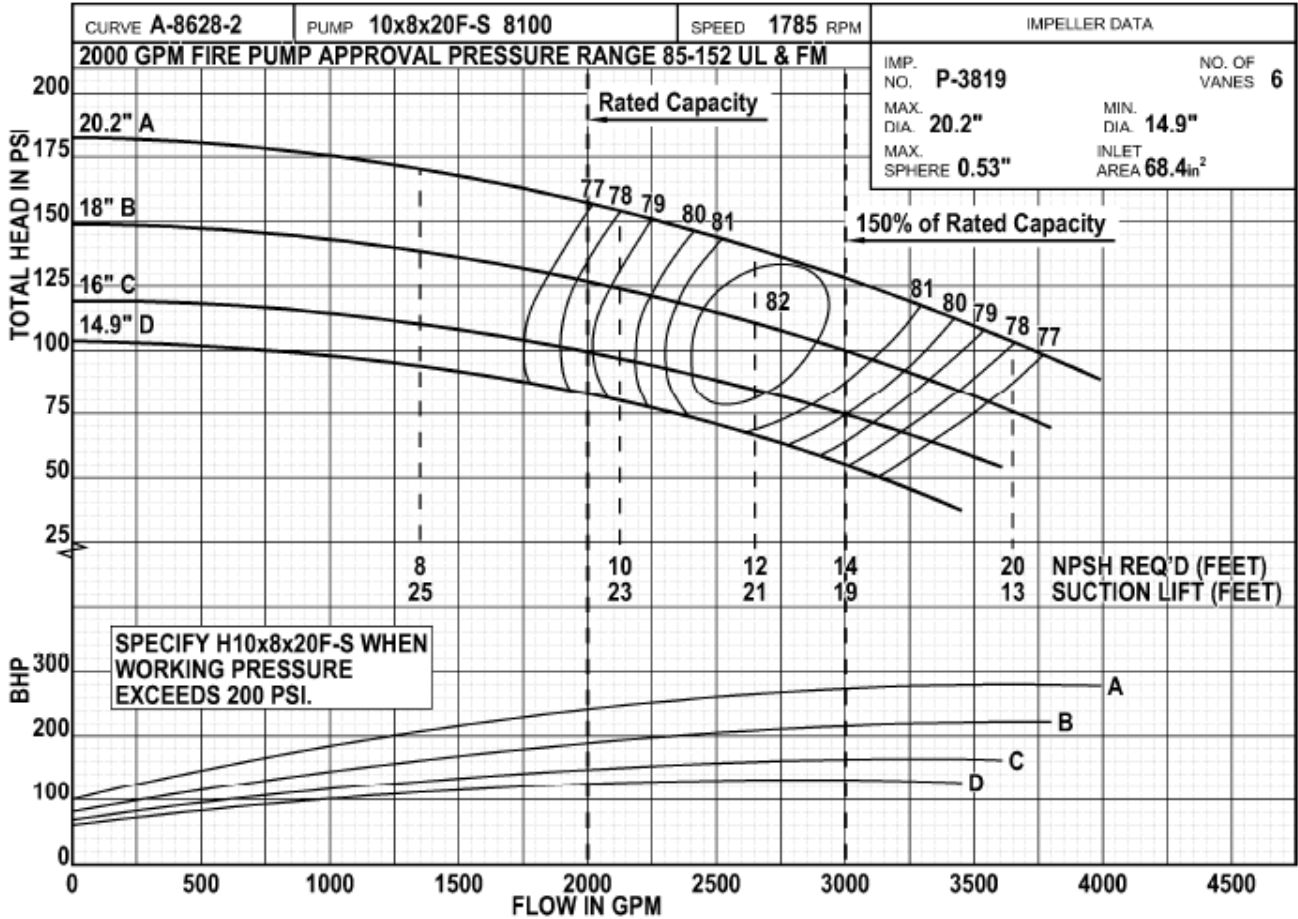
PERFORMANCE CURVES

FP 2.0

2000 GPM

OCTOBER 2012

SUPERSEDES ALL PREVIOUS ISSUES



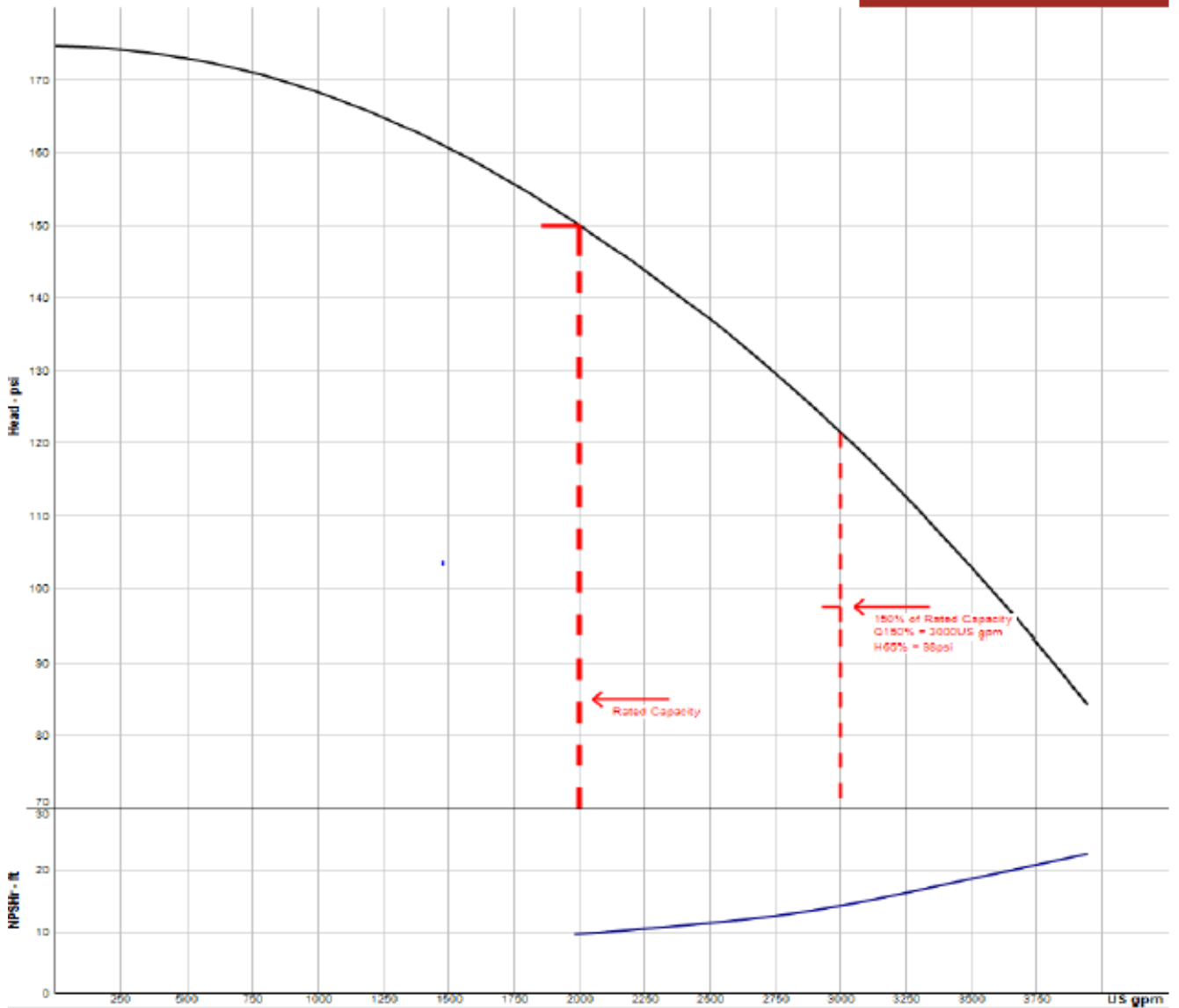
Curves show performance with clear water at 85°F. If specific gravity is other than 1.0, BHP must be corrected.

Fuente: Catalogo AC-FIRE

Performance Curve

140% Head of Rated Head 210PSI

8100
10x8x20F-S



Pump Selection Summary

Pump Capacity	2000 US gpm	RPM	1785
Pump Head	150 psi	Impeller Diameter	19.696 in
Duty point Power	227 bhp	Motor HP	
Fluid Type	Water	Fluid Temperature	85 °F
Max BHP	268 hp		

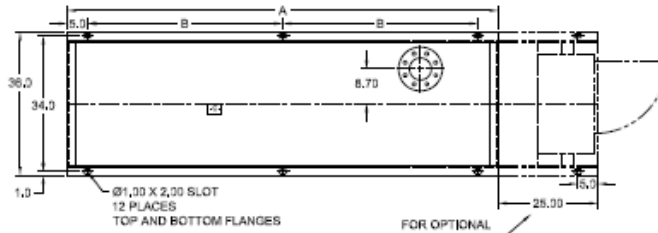
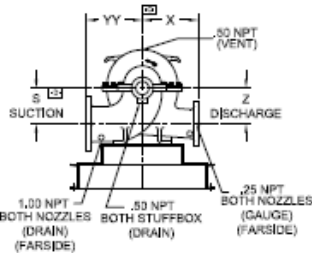
Fuente: Selector AC-FIRE PUMP

CLARKE FIRE PUMP DRIVERS
NON-EMISSION ENGINE MODELS
HSC 8100 SERIES PUMPS

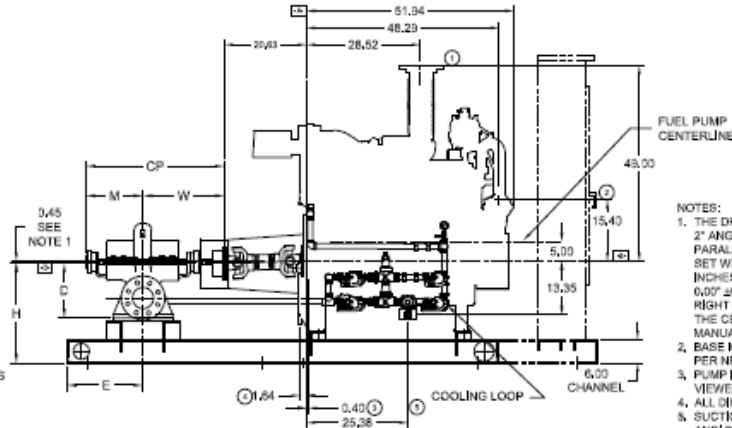


- A** - MOUNTING FACE OF FLYWHEEL
- B** - ENGINE CRANKSHAFT HORIZONTAL CENTERLINE
- C** - ENGINE CRANKSHAFT VERTICAL CENTERLINE
- D** - PUMP SHAFT HORIZONTAL CENTERLINE

ITEM NO.	DESCRIPTION	CONNECTION SIZE
1	EXHAUST OUTLET CONNECTION	6" 150W FLG.
2	RAW WATER OUTLET	SEE NOTE 5.
3	FUEL SUPPLY CONNECTION	1/2" NPTF
4	FUEL RETURN CONNECTION	3/8" NPTF
5	HEATER JUNCTION BOX	VOLTAGE REQUIREMENT: AC CONNECTION HEATER 2000 WATTS STD 230 VAC ±5% 10% OPT 115 VAC ±5% 10%



LISTED DRIVESHAFT	
ENGINE MODEL	DRIVESHAFT MODEL
DCBH1FAAS, 60, 65, 90	CD590-92



- NOTES:
1. THE DRIVE SHAFT IS DESIGNED TO OPERATE AT A 2° ANGLE WITH THE INPUT AND OUTPUT SHAFTS IN PARALLEL. THE ENGINE CRANKSHAFT IS TO BE SET WITH A PARALLEL OFFSET OF 0.45 ±0.11 INCHES VERTICALLY ABOVE THE PUMP SHAFT AND 0.00" ±0.11 INCH PARALLEL OFFSET HORIZONTALLY RIGHT OR LEFT OF THE PUMP SHAFT. REFER TO THE CERTIFIED DRIVESHAFT INSTRUCTIONS MANUAL FOR ALIGNMENT INSTRUCTIONS.
 2. BASE MUST BE COMPLETELY FILLED WITH GROUT PER NFPA 20.
 3. PUMP IS CW (CLOCKWISE) ROTATION WHEN VIEWED FROM THE COUPLING END.
 4. ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES.
 5. SUCTION AND DISCHARGE FLANGES DRILLED PER ANSI B16.1 (IF APPLICABLE).
 6. RAW WATER DRAIN PIPING SIZE VARIES BASED UPON SITE CONDITIONS. ENGINE CONN. SIZE: 1-1/4" NPT.

PUMP TYPE	PUMP SIZE		DIMENSIONS											
	SUCT.	DISCH.	A	B	H	E	M	W	CP	D	YY	X	S	Z
10K8K11F	10	8	108	49	28	17.44	17.20	22.99	38.96	16.00	16.00	16.00	10.00	10.00
10K8K00F	10	8	108	49	30	17.44	17.20	22.99	38.96	20.00	20.00	16.00	14.00	14.00
12X10K18F	12	12	108	49	28	17.44	17.20	22.99	38.96	16.00	20.00	16.00	11.00	11.00

NOT FOR CONSTRUCTION, INSTALLATION OR APPLICATION PURPOSES UNLESS CERTIFIED.

CERTIFIED FOR:		IDENTIFICATION NO.				APPROVAL		FLANGES	
CUSTOMER ORDER NO.		SIZE	MODEL	CURVE NO.	HP	RPM	VOLTAGE	POLARITY	MAX ALTITUDE
PUMP DATA									
ENGINE DATA									
SHOP ORDER		CERTIFIED BY				TOTAL WEIGHT		DATE:	

C133818 RevD
13AUG15

Fuente: Selector AC-FIRE

ANEXO IV FICHA TÉCNICA ELECTROBOMBA



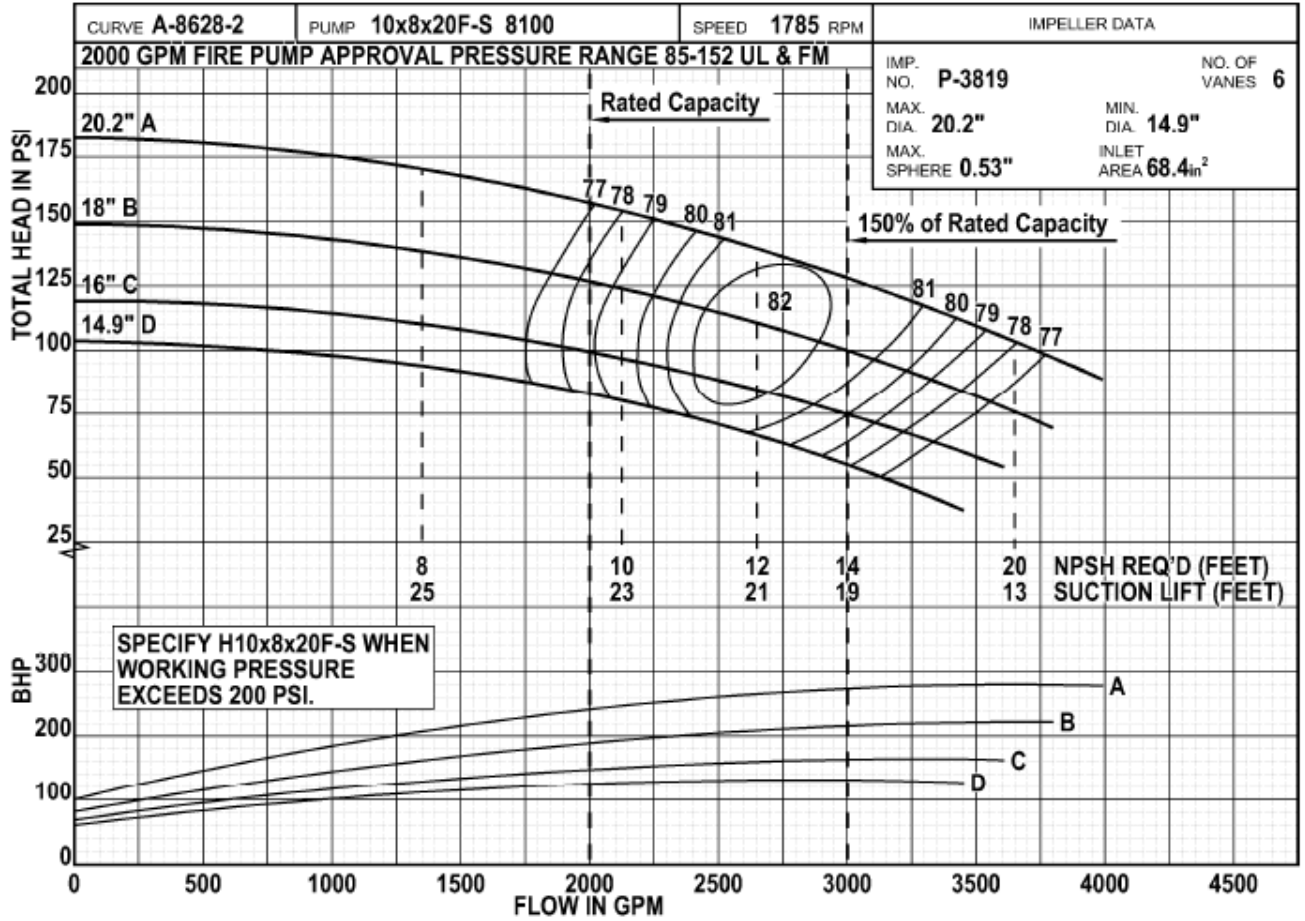
PERFORMANCE CURVES

FP 2.0

2000 GPM

OCTOBER 2012

SUPERSEDES ALL PREVIOUS ISSUES

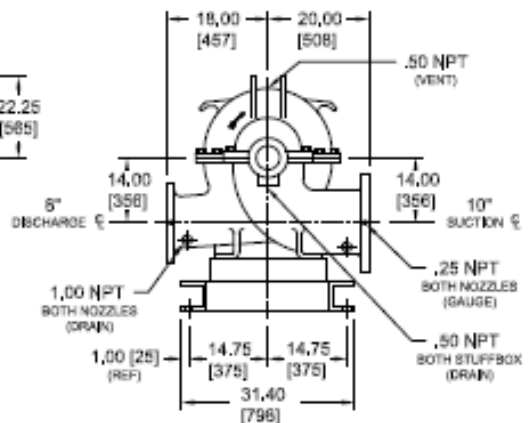
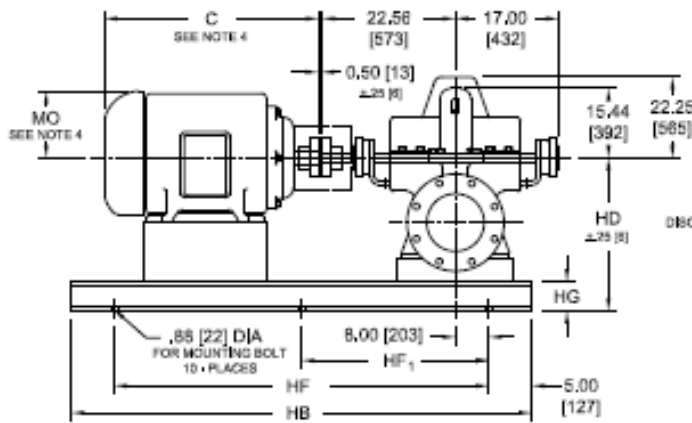


Curves show performance with clear water at 85°F. If specific gravity is other than 1.0, BHP must be corrected.

Fuente: Catalogo AC-FIRE

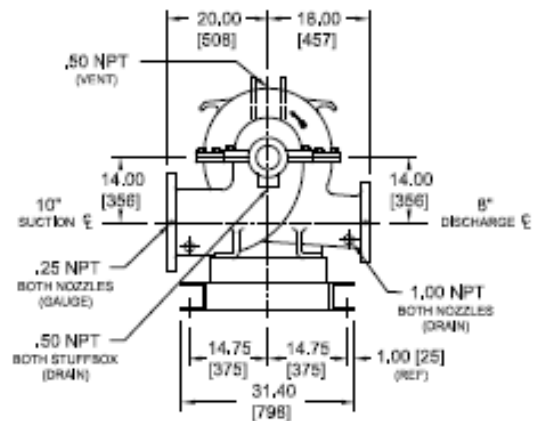
Supersedes all previous issues

(H)10x8x20F - 8100 SERIES



CW ROTATION VIEWED FROM COUPLING END

MOTOR FRAME	C	MO	HB	HF	HF ₁	HD	HG
404	36.40 [925]	10.40 [265]	76.00 [1930]	66.00 [1676]	16.50 [419]	29.25 [743]	8.00 [153]
405	37.90 [963]	[285]					
444	42.20 [1072]	11.80 [300]					
445	44.20 [1123]	[300]					
447	47.60 [1210]		86.00 [2185]	76.00 [1930]	19.00 [483]		
449	52.6 [1337]	12.10 [308]					



CCW ROTATION VIEWED FROM COUPLING END

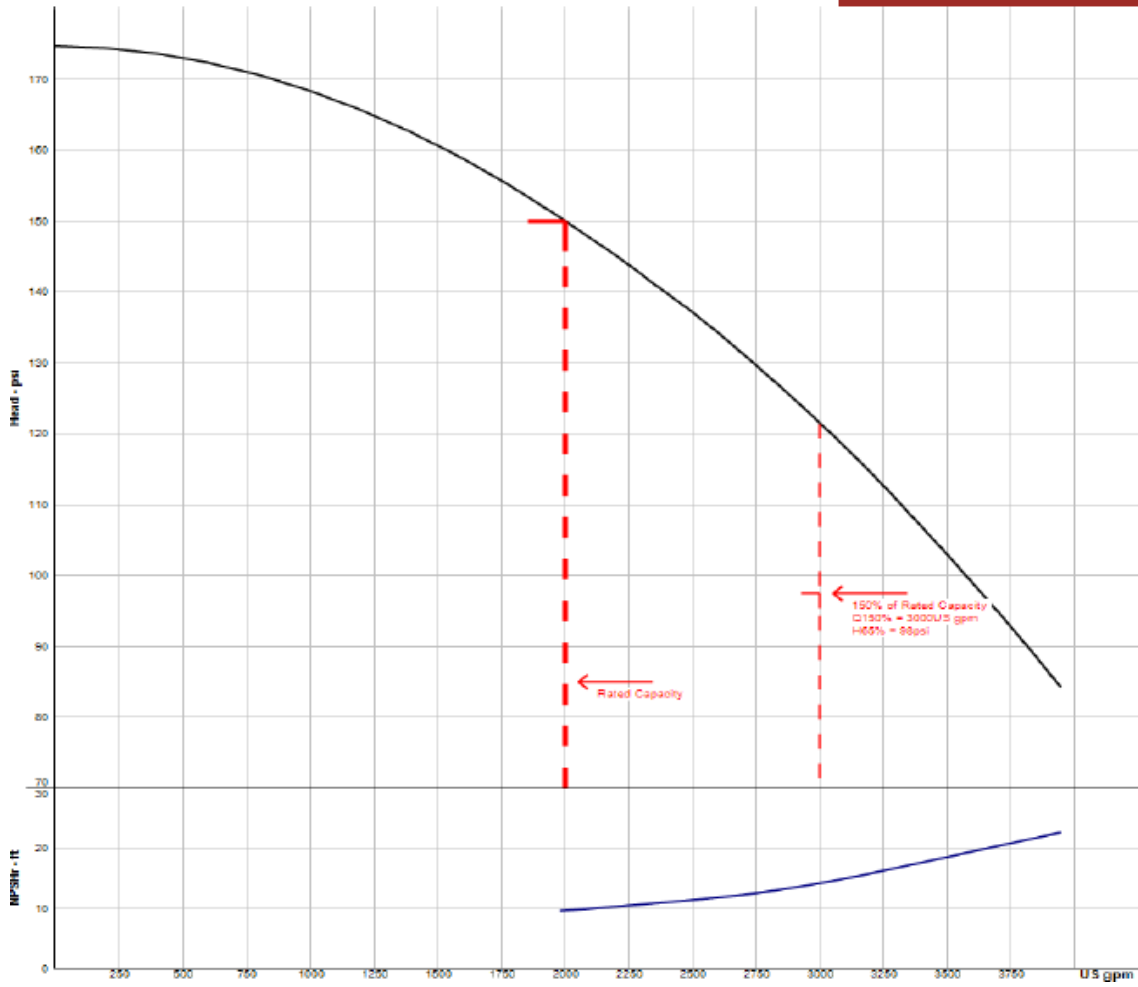
NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE INCHES (mm).
2. SUCTION AND DISCHARGE CONNECTIONS ARE DRILLED PER 125# ANSI B16.1, PUMPS WITH "H" PREFIX HAVE DISCHARGE CONNECTION DRILLED PER 250# ANSI B16.1, FLANGE HOLES STRADDLE CENTERLINE.
3. BASE PLATE SETTING (BEFORE PIPING), GROUTING PROCEDURES, AND FINAL ALIGNMENT MUST BE IN ACCORDANCE WITH A-C FIRE PUMPS SYSTEMS RECOMMENDED PROCEDURES OUTLINED IN THE INSTRUCTION MANUAL ASSOCIATED WITH THIS PUMP TYPE.
4. MOTOR DIMENSIONS ARE APPROXIMATE FOR A GIVEN NEMA FRAME, CONSULT FACTORY IF SPACE IS LIMITED.
5. BOTH SUCTION AND DISCHARGE PIPES MUST BE SUPPORTED INDEPENDENTLY NEAR THE PUMP TO REDUCE STRAIN ON THE PUMP CASING. ALSO EXPANSION JOINTS, IF USED, MUST NOT EXERT FORCE ON CASING.
6. COUPLING GUARD MEETS ANSI/OSHA REQUIREMENTS.
7. CONSULT FACTORY FOR BASE MOUNTED CONTROLLER.

Fuente: Catalogo AC-FIRE PUMP

Performance Curve
 140% Head of Rated Head 210PSI

8100
10x8x20F-S



Pump Selection Summary			
Pump Capacity	2000 US gpm	RPM	1785
Pump Head	150 psi	Impeller Diameter	19.696 in
Duty point Power	227 bhp	Motor HP	
Fluid Type	Water	Fluid Temperature	85 °F
Max BHP	268 hp		

Fuente: Selectro AC-FIRE PUMP

ANEXO V FICHA TÉCNICA TABLERO PRINCIPAL ELECTROBOMBA

Firetrol®
Mark IIx Electric Fire Pump Controller

FTA1300
Wye-Delta Open Transition Starting
Product Description



Description—Firetrol® FTA1300 Wye-Delta, Open Transition Starting Fire Pump Controllers are used with delta-wound squirrel cage motors. FTA1300 controllers are of the open circuit transition type in which the motor circuit is opened during the transition from start to run. The controller monitors, displays and records fire pump system information.

Actuating the controller by the pressure switch, START push-button or deluge valve contact closes the start contactor connecting the motor to the line in the wye connection. The motor will draw approximately 33% of its normal inrush current and develop approximately 33% of its normal starting torque. After a time delay, the motor is automatically reconnected in delta, applying full voltage to the motor windings. These controllers are recommended especially for use with generator sets.

Approvals – Firetrol fire pump controllers are listed by Underwriters' Laboratories, Inc., in accordance with UL218, *Standard for Fire Pump Controllers*, CSA, *Standard for Industrial Control Equipment*, and approved by Factory Mutual. They are built to meet or exceed the requirements of the approving authorities as well as NEMA and the latest editions of NFPA 20, *Installation of Centrifugal Fire Pumps*, and NFPA 70, *National Electrical Code*.

Standard Features—The following are included as standard with each controller:

- Voltage surge protector
- Main Disconnect Switch sized for connected motor horsepower and voltage
- Fire pump Circuit Breaker
- Single handle Isolating Disconnect Switch/Circuit Breaker mechanism
- Motor contactor
- Emergency Manual Run Mechanism to mechanically close motor contactor contacts in an emergency condition
- Built-in Start and Stop push-buttons to bypass automatic start circuits
- Minimum Run Timer / Off Delay Timer

- Daylight Savings Time Option
- Weekly Test Timer
- Elapsed Time Meter
- Door mounted display/interface panel featuring a 128 x 64 pixel backlit LCD Graphical Display, Membrane Type User Control Push-buttons and easy to read LED indicators for:
 - POWER AVAILABLE
 - ALARM
 - TRANSFER SWITCH NORMAL (If unit ordered with Automatic Power Transfer Switch)
 - TRANSFER SWITCH EMERGENCY (If unit ordered with Automatic Power Transfer Switch)
 - SYSTEM PRESSURE LOW
 - PUMP RUNNING
 - DELUGE OPEN
 - REMOTE START
 - INTERLOCK ON
 - FAIL TO START
 - MOTOR OVERLOAD
 - EMERGENCY ISO SWITCH OFF (If unit ordered with Automatic Power Transfer Switch)
 - PHASE FAILURE
 - PHASE REVERSAL
 - AUTOMATIC SHUTDOWN DISABLED
 - OVERVOLTAGE
 - UNDERVOLTAGE
- Digital Pressure Display
- USB Host Controller and Port
- Solid State Pressure Transducer
- Data Log
- Event Log (3000 Events)
- True RMS Metering with simultaneous 3 Phase Display of Amps, Volts, Frequency, Pressure and Alarm Messages
- Disk Error message
- Disk Near Full message
- Pressure Error message
- Motor Over 320% message
- Local Start message
- Remote Start message
- Emergency Start message
- Fail To Start message
- Undervoltage message
- Overvoltage message
- NEMA Type 2 (IEC IP22) enclosure
- Suitable for use as Service Equipment
- Each standard controller comes with user set options for:
 - Interlock Alarm
 - Low Pressure Audible
 - Low Suction
 - Pump Run
 - User Defined Input
 - Weekly Test

ASCO Power
Technologies®

Product Description - Options & Modifications

SPECIAL ENCLOSURES

- T NEMA Type 3R (IEC IP22), Painted Steel
- E NEMA Type 4 (IEC IP66), Painted Steel
- F NEMA Type 4X (IEC IP66), #304 Stainless Steel, Unfinished*
- FXP NEMA Type 4X (IEC IP66), #304 Stainless Steel, Painted Finish
- FD NEMA Type 4X (IEC IP66), #316 Stainless Steel, Unfinished*
- FDB NEMA Type 4X (IEC IP66), 12 Gauge, Seam Welded, #316 Stainless Steel, Polished and Brushed Finish
- FDP NEMA Type 4X (IEC IP66), #316 Stainless Steel Painted Finish
- G NEMA Type 12 (IEC IP54), Painted Steel
- ** Unfinished (Not painted, polished or brushed).

CIRCUIT BREAKER OPTION

- N Intermediate withstand rating
150,000 Amps RMS Sym.
- P High withstand rating
200,000 Amps RMS Sym

Note: Intermediate and High withstand ratings may not be available for all horsepower and voltages. Consult factory for availability.

ANTI-CONDENSATION SPACE HEATERS

- H 120 Volt Space Heater
- J 120 Volt Space Heater With Thermostat
- K 120 Volt Space Heater With Humidistat
- L 240 Volt Space Heater
- M 240 Volt Space Heater With Thermostat
- N 240 Volt Space Heater With Humidistat

PRESSURE TRANSDUCERS

- B 0-600 psi (0-42.25 bar) Pressure Transducer for Fresh Water Service
- C 0-300 psi (0-21.1 bar) Pressure Transducer for Copper Corrosive Service
- D 0-600 psi (0-42.25 bar) Pressure Transducer for Corrosive Service

COMBINED AUTOMATIC POWER TRANSFER SWITCHES

- FTA950 - Generator/Utility emergency source
- FTA951 - Bypass Isolation for Generator/Utility emergency source

ALARMS

- AC Extra contacts (normally open & normally closed) for remote indication, pump operating
- AF Audible and Visible low pump room temperature alarm
- AG Audible and Visible reservoir low alarm
- AH Audible and Visible low suction pressure alarm
- AM Contacts for remote indication, pump fail to start
- AV Contacts for remote indication, low pump room temperature (Requires option -AF)
- AW Contacts for remote indication, reservoir low (Requires option -AG)
- AY Contacts for remote indication, low suction pressure (Requires option -AH)
- AZ Low pump room temperature switch, mounted and wired

- BW Extra contacts for remote indication, phase failure/phase reversal
- BY Contacts for remote indication, pump overload
- COM Low Suction Pressure Alarm, (Includes selectable auto/manual reset, audible, visible and remote alarms, initiating pressure switch NOT included)
- CTS Built-in Low Suction Pressure Alarm Panel (Includes selectable auto/manual reset, audible, visible and remote alarms and wired and mounted pressure switch)
- EC Audible and Visible relief valve discharge alarm
- EH Contacts for remote indication, relief valve discharge (Requires option -EC)
- EJ Audible and Visible flow meter on alarm
- EK Contacts for remote indication, flow meter on (Requires option -EJ)
- KH Contacts for remote indication, common output for any alarm
- JR Visible jockey pump running indication
- JT Audible and Visible jockey pump trouble indication
- T Built-in alarm system (Includes visible supervisory voltage normal indication and audible pump operating, phase failure and phase reversal indication)
- PE Contacts for remote indication, low system pressure (pump on demand)
- PT Built-in alarm system, 220 VAC supervisory power (Includes visible supervisory voltage normal indication and audible pump operating, phase failure and phase reversal indication)

MISCELLANEOUS

- ED Load shed circuits (Selectable power source and adjustable time delay to remove non-critical loads before starting)
 - EL Series pumping, high zone controller
 - EM Series pumping, mid zone controller(s)
 - EN Series pumping, low zone controller
 - FZX 400 VAC Operation (Controller labeled for operation at 380-400 VAC - Use with voltage code FZ)
 - IEC CE Marking with Externally Mounted Wet Parts
 - IECI CE Marking with Internally Mounted Wet Parts
 - DSP OSHPD Seismic Certification (State of California) (Requires Option -SEI)
 - PY Motor space heater output contacts
 - S Tropicalization
 - SEI Seismic Certification (in accordance with IBC) (Note: Not available on model FTA1500)
 - USBX External USB Port
 - ZPA Customized, annual service display message (when factory programmed or programmed by Firetrol representative during start-up)
 - ZPN Serial Modbus RTU over Ethernet TCP/IP using 5150 Connectivity Module
 - ZPM Serial Modbus RTU over 2-wire or 4-wire RS485
- Export packaging (Wooden crating to conform to IPPC standards)
FTA1000 - 1930



111 Corning Road
Suite 120
Cary, North Carolina 27518
P +1 919 460 5200
F +1 919 460 5250
www.firetrol.com

While every precaution has been taken to ensure accuracy and completeness herein, ASCO Power Technologies assumes no responsibility, and disclaims all liability, for damages resulting from use of this information or for any errors or omissions. Specifications and drawings are subject to change without notice. The ASCO, ASCO Power Services, and ASCO Power Technologies marks are owned by Emerson Electric Co. or its affiliates and used here under license. ©2017. Printed in USA.

Publication PD1300-30 Rev. G

Diesel Engine Fire Pump Controllers



Firetrol


EMERSON
Network Power

FTA1100J Diesel Engine Fire Pump Controllers Product Description



Description – Firetrol® combined automatic and manual Mark IXG based diesel engine fire pump controllers are intended for starting and monitoring fire pump diesel engines. They are suitable for use with both mechanical and electronic type engines. The controller is available for 12 or 24 volt negative ground systems, using lead acid or Nickel-Cadmium batteries. The controller monitors, displays and records fire pump system information.

Approvals – Firetrol fire pump controllers are listed by Underwriters' Laboratories, Inc., in accordance with UL218, *Standard for Fire Pump Controllers*, CSA, *Standard for Industrial Control Equipment (cUL)*, and approved by Factory Mutual. They are built to meet or exceed the requirements of the approving authorities as well as NEMA and the latest editions of NFPA 20, *Installation of Centrifugal Fire Pumps*, and NFPA 70, *National Electrical Code*.

Standard Features – The following are included as standard with each controller:

- AC Line & Battery circuit breakers
- Manual-Off-Auto selector switch
- Manual test push-button
- Two manual crank push-buttons
- Two 10 Amp battery chargers with 4 stage charging cycle, selectable AC voltage (110 / 220), selectable DC voltage (12 / 24), and selectable battery type (Lead Acid, Ni-Cad 9/18 Cell, Ni-Cad 10/20 Cell)
- Door mounted display/interface panel featuring a 128 x 64 pixel backlit LCD graphical display, Membrane Type User Control Push-buttons and easy to read LED Indicators for:
 - AC POWER AVAILABLE
 - ALARM
 - MAIN SWITCH IN AUTO

- MAIN SWITCH IN MANUAL
- SYSTEM PRESSURE LOW
- ENGINE RUNNING
- ENGINE FAIL TO START
- ENGINE TEMPERATURE HIGH
- ENGINE OIL PRESSURE LOW
- ENGINE OVERSPEED
- ENGINE ALTERNATE ECM
- ENGINE FUEL INJECTOR MALFUNCTION
- FUEL LEVEL LOW
- AUTOMATIC SHUTDOWN DISABLED
- CHARGER MALFUNCTION
- BATTERY #1 TROUBLE
- BATTERY #2 TROUBLE

- Minimum Run Timer / Off Delay Timer
- Programmable Daylight Saving Time Option
- Weekly Test Timer
- Engine Run Time Meter
- Digital Pressure Display
- USB Host Controller and Port
- Solid State Pressure Transducer
- Data Log
- Event Log (3000 events)
- Simultaneous Display of Battery Voltages, Charging Rates, AC Volts, Pressure and Alarm Messages
- Disk Error Message
- Disk Near Full Message
- Pressure Error Message
- Fail to Start Message
- Low Suction Pressure Message
- Crank Cycle Status Indication (Displays Cranking Battery, Number of Starting Attempts and Crank/Rest Time Remaining)
- 300 psi (20.7 bars) wet parts (solid state pressure transducer, solenoid valve, plumbing) for fresh water applications
- NEMA Type 2 enclosure (IEC IP22)
- Each standard controller comes with user set options for:
 - AC Power Loss Start
 - Low Pressure Aud.
 - Main Sw. Mis-Set
 - Pump Run Alarm
 - User Defined Input
 - Low Pump Rm Temp
 - Relief Valve Open
 - High Reservoir
 - Interlock Alarm
 - Low Suction
 - Manual Test
 - Remote Start
 - Weekly Test Setup
 - Low Reservoir
 - High Fuel Level

Firetrol

EMERSON
Network Power

FTA1100J Diesel Engine Fire Pump Controllers Specifications

Diesel Engine Fire Pump Controller

The fire pump controller shall be a factory assembled, wired and tested unit and shall conform to all the requirements of the latest edition of NFPA 20, *Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection* and NFPA 70, *National Electrical Code*.

The controller shall be listed by Underwriters Laboratories, Inc., in accordance with UL218, *Standard for Fire Pump Controllers*, CSA, and Canadian Standards Association CSA-C22.2, *Standard for Industrial Control Equipment (cULus)* and approved by Factory Mutual.

The controller shall be:

- 12 Volt
- 24 Volt

and shall be compatible with either mechanical or electronic type engines.

The controller components shall be housed in a NEMA Type 2 (IEC IP22) drip-proof, wall mounted enclosure.

Operator Interface

The fire pump controller shall feature an operator interface with user keypad. The interface shall monitor and display motor operating conditions, including all alarms, events, and pressure conditions. All alarms, events, and pressure conditions shall be displayed with a time and date stamp. The display shall be a 128x64 Backlit LCD capable of customized graphics. The display and interface shall be NEMA rated for Type 2, 3R, 4, 4X, and 12 protection and shall be fully accessible without opening the controller door. The display and user interface shall utilize multiple levels of password protection for system security. A minimum of 3 password levels shall be provided.

Digital Status/Alarm Messages

The digital display shall indicate text messages for the status and alarm conditions of:

- Engine Run
- Minimum Run Time /Off Delay Time
- Engine Fail to Start
- Low Suction Pressure
- Manual Engine Crank
- Disk Error
- Disk Near Full
- Pressure Error
- Sequential Start Time
- Crank/Rest Time - Cycle
- Remote Start
- System Battery Low
- Drive Not Installed

The Sequential Start Timer, Minimum Run Timer/Off Delay Timer and Crank/Rest time shall be displayed as numeric values reflecting the value of the remaining time.

LED Visual Indicators

LED indicators, visible with the door closed, shall indicate:

- AC Power Available
- Alarm
- Main Switch In Auto
- Main Switch In Manual

- System Pressure Low
- Engine Running
- Engine Fail To Start
- Engine Temperature High
- Engine Oil Pressure Low
- Engine Overspeed
- Engine Alternate ECM
- Engine Fuel Injector Malfunction
- Fuel Level Low
- Automatic Shutdown Disabled
- Charger Malfunction
- Battery #1 Trouble
- Battery #2 Trouble

Data Logging

The digital display shall monitor the system and log the following data:

- Motor Calls/Starts
- Pump Total Run Time
- Last Pump Run time
- Controller Power On Time
- Last Pump Start
- Minimum System Pressure
- Maximum System Pressure
- Last High Temp.
- Last Low Oil Pressure
- Last Engine Overspeed
- Last Low Fuel Level
- Last Charger Fail
- Last Battery Trouble
- Last Overspeed
- Battery #1 Volts (Min., Now, Max.)
- Battery #2 Volts (Min., Now, Max.)
- Battery #1 Amps (Min., Now, Max.)
- Battery #2 Amps (Min., Now, Max.)

Event Recording

Memory - The controller shall record all operational and alarm events to system memory. All events shall be time and date stamped and include an index number. The system memory shall have the capability of storing 3000 events and allow the user access to the event log via the user interface. The user shall have the ability to scroll through the stored messages in groups of 1, 10.

USB Host Controller

The controller shall have a built-in USB Host Controller. A USB port capable of accepting a USB Flash Memory Disk shall be provided. The controller shall save all operational and alarm events to the flash memory on a daily basis. Each saved event shall be time and date stamped. The total amount of historical data saved shall solely depend on the size of the flash disk utilized. The controller shall have the capability to save settings and values to the flash disk on demand via the user interface.

Solid State Pressure Transducer

Firetrol


EMERSON
Network Power

The controller shall be supplied with a solid state pressure transducer with a range of 0-300 psi (0-20.7 bar) \pm 1 psi. The solid state pressure switch shall be used for both display of the system pressure and control of the fire pump controller. Systems using analog pressure devices or mercury switches for operational control will not be accepted.

The START, STOP and SYSTEM PRESSURE shall be digitally displayed and adjustable through the user interface. The pressure transducer shall be mounted inside the controller to prevent accidental damage. The pressure transducer shall be directly pipe mounted to a bulkhead pipe coupling without any other supporting members. Field connections shall be made externally at the controller coupling to prevent distortion of the pressure switch element and mechanism.

Operation

A digitally set On Delay (Sequential Start) timer shall be provided as standard. Upon a call to start, the user interface shall display a message indicating the remaining time value of the On Delay timer.

The controller shall be field programmable for manual stop or automatic stop. If set for automatic stopping, the controller shall allow the user to select either a Minimum Run Timer or an Off Delay Timer. Both timers shall be programmable through the user interface.

The controller shall include an AC Power Loss start timer to start the engine in the event of AC Power failure.

A weekly test timer shall be provided as standard. The controller shall have the ability to program the time, date, and frequency of the weekly test. In addition, the controller shall have the capability to display a preventative maintenance message for a service inspection. The message text and frequency of occurrence shall be programmable through the user interface.

A Lamp Test feature shall be included. The user interface shall also have the ability to display the status of the system inputs and outputs.

An Audible Test feature shall be included to test the operation of the audible alarm device.

Seismic Certification

The controller shall be certified to meet or exceed the requirements of the 2006 International Building Code and the 2010 California Building Code for Importance Factor 1.5 Electrical Equipment for Sds equal to 1.88 or less severe seismic regions. Qualifications shall be based upon successful tri-axial shake-table testing in accordance with ICC-ES AC-156. Certification without testing shall be unacceptable. Controller shall be clearly labeled as rated for installation in seismic areas and a Certificate of Conformance shall be provided with the controller.

Battery Chargers

The controller shall include two fully automatic, 200 amp hour, 4 step battery chargers. The chargers shall feature a qualification stage, in which the batteries are examined by the charger to insure that they are not defective and are capable of accepting a charge. The battery charger shall feature:

- Selectable AC Power Voltage
- Selectable Battery Voltage
- Selectable Battery Type
- Charge Cycle Reset Push-button

The controller shall be a Firetrol brand.

Emerson Network Power - Global Headquarters
1050 Dearborn Drive
Columbus, OH 43085
Tel +1 614 888 0246

EmersonNetworkPower.com

ASCO Power Technologies - Firetrol Brand Products
111 Corning Road, Suite 120
Cary, NC 27518
Tel +1 919 460 5200 • Fax +1 919 460 5250

Firetrol.com

While every precaution has been taken to ensure accuracy and completeness herein, ASCO assumes no responsibility, and disclaims all liability, for damages resulting from use of this information or for any errors or omissions. Information and specifications are subject to change without notice. Emerson, Consider It Solved!, Emerson Network Power, the Emerson Network Power Logo, ASCO, Firetrol and the Firetrol Logo are trademarks or registered trademarks of Emerson Electric Co. All other names and logos referred to are trade names, trademarks, or registered trademarks of their respective owners. ©2013 Emerson Electric Co. SP1100-50(B)

EMERSON. CONSIDER IT SOLVED.™

Special Enclosures

- T NEMA Type 3R (IEC IP22), Painted Steel
- E NEMA Type 4 (IEC IP66), Painted Steel
- F NEMA Type 4X (IEC IP66) #304 Stainless Steel, Brushed Finish
- FXP NEMA Type 4X (IEC IP66) #304 Stainless Steel, Painted Finish
- FD NEMA Type 4X (IEC IP66) #316 Stainless Steel, Brushed Finish
- FDB NEMA Type 4X (IEC IP66) #316 Stainless Steel, 12 Gauge, Seam Welded, Brushed Finish
- FDP NEMA Type 4X (IEC IP66) #316 Stainless Steel, Painted Finish
- G NEMA Type 12 (IEC IP54)

Mounting Legs

- N31 Standard 12" Mounting Legs
- N31S 12" Mounting Legs, Stainless Steel

Anti-Condensation Space Heaters

- H 120 Volt Space Heater
- J 120 Volt Space Heater with Thermostat
- K 120 Volt Space Heater with Humidistat
- L 240 Volt Space Heater
- M 240 Volt Space Heater with Thermostat
- N 240 Volt Space Heater with Humidistat

Pressure Transducers, Solenoid Valves, Plumbing

- B 0-600 psi (0-41.4 bars) wet parts for fresh water applications
- C 0-300 psi (0-20.7 bars) wet parts for copper corrosive applications
- D 0-600 psi (0-41.4 bars) wet parts for copper corrosive applications

Alarms

- AC Additional contacts for remote indication, engine running - 2 sets provided as standard
- AJ Contacts for remote indication, engine overspeed
- AK Contacts for remote indication, low oil pressure
- AL Contacts for remote indication, high water temperature
- AM Contacts for remote indication, engine failed to start
- AN Contacts for remote indication, battery / charger failure
- AP Contacts for remote indication, main switch in manual
- AR Contacts for remote indication, main switch in off
- AS Contacts for remote indication, main switch in auto
- AT Contacts for remote indication, pump room trouble¹
- AV Contacts for remote indication, low pump room temperature¹
- AW Contacts for remote indication, reservoir low¹
- AY Contacts for remote indication, low suction pressure¹
- COM Visible low suction pressure alarm, Manual reset only (includes reset push-button, initiating pressure switch not included)¹

- CPL Contacts for remote indication, system 115% over pressure (for use with PLD engines only)
- CTS Built-in low suction pressure alarm panel (includes selectable auto/manual reset, audible, visible and remote alarms and mounted and wired pressure switch)
- EE Additional contacts for remote indication, engine trouble - 1 set provided as standard
- EF Additional contacts for remote indication, main switch mts-set - 1 set provided as standard
- EH Contacts for remote indication, relief valve discharge¹
- EJ Audible & Visible flow meter on alarm¹
- EK Contacts for remote indication, flow meter on¹ (Requires option -EJ)
- JR Visible Jockey pump running indication
- JT Audible and visible Jockey pump trouble indication
- LC Contacts for remote indication, high fuel level¹
- LD Audible & Visible fuel spill alarm¹
- LE Contacts for remote indication, fuel spill¹ (Requires option -LD)
- LG Contacts for remote indication, reservoir high¹
- PE Contacts for remote indication, low system pressure (Pump On Demand)

Miscellaneous

- AZ Low pump room temperature switch, mounted and wired
- BA 220-240 Volt operation
- EL Series pumping, high zone controller
- EM Series pumping, mid zone controller
- EN Series pumping, low zone controller
- EC CE Marking with Externally Mounted Wet Parts
- ECL CE Marking (Internal Wet Parts)
- OSP OSHPD Seismic Certification (State of California) (Requires Option -SEI)
- S Tropicalization
- SEI Seismic Certification (in accordance with IBC)
- USBX External USB Port
- ZPA Customized, annual service display message (factory programmed)
- ZPN Serial Modbus RTU over Ethernet TCP/IP using 5150 Connectivity Module
- ZPM Serial Modbus RTU over 2-wire or 4-wire RS485

- FTA1100-K1 Low fuel level switch, 16" max insertion length²
- FTA1100-K1-X High/Low fuel level switch - specify levels/tank dimensions
- FTA1100-K2 Low fuel level switch, 25" max insertion length²
- FTAK21 380-480 volt operation (transformer)²
- Export packaging (Wooden crating to conform to IPPC Standards)

¹ - Initiating switches by others

² - Shipped loose for installation by the customer

Emerson Network Power - Global Headquarters
1050 Dearborn Drive
Columbus, OH 43085
Tel +1 614 888 0246

EmersonNetworkPower.com

ASCO Power Technologies - Firetrol Brand Products
111 Corning Road, Suite 120
Cary, NC 27518
Tel +1 919 460 5200 • Fax +1 919 460 5250

Firetrol.com

While every precaution has been taken to ensure accuracy and completeness herein, ASCO assumes no responsibility, and disclaims all liability, for damages resulting from use of this information or for any errors or omissions. Information and specifications are subject to change without notice. Emerson, Consider It Solved™, Emerson Network Power, the Emerson Network Power Logo, ASCO, Firetrol and the Firetrol Logo are trademarks or registered trademarks of Emerson Electric Co. All other names and logos referred to are trade names, trademarks, or registered trademarks of their respective owners. ©2013 Emerson Electric Co. PD1100-50(C)

EMERSON. CONSIDER IT SOLVED.™

ANEXO VII FICHA TÉCNICA TABLERO JOCKEY

■ Fire Pump Controllers for
Business Critical Continuity™

Jockey^{XG} Pump Controllers FTA550F Series



Firetrol


EMERSON
Network Power

FTA550F XG Jockey Pump Controllers Product Description

Fire Pump Controllers for
Business-Critical Continuity



Description—Firetrol® FTA550F XG Jockey Pump Controllers are intended for use with fire pump systems. They are used for pressure maintenance in fire pump installations to prevent unnecessary operation of the main fire pump.

Approvals—Firetrol jockey pump controllers are listed by Underwriters' Laboratories, Inc., in accordance with UL508A, Standard for Industrial Controls, and CSA, Standard for Industrial Control Equipment. They are built to meet or exceed the requirements of the approving authorities as well as NEMA and the latest edition NFPA 70, National Electrical Code.

Standard Features—The following are included as standard with each controller:

- NEMA Type 2/12 (IEC IP11/IP52) Polycarbonate enclosure (UL50E Construction)
- Horsepower rated motor circuit protector and starting contactor
- Suitable for use as service equipment
- HAND-OFF-AUTO selector switch
- Minimum run timer
- On-Delay timer
- Pump Restart Timer
- Control circuit transformer with 24VAC secondary
- 0-300 psi (0-20.7 bar) stainless steel solid state pressure transducer
- Overpressure indication

- Low Pressure indication
- Failed to start indication
- Main switch not in "Auto" alarm
- Pressure recording
- Event log (3000 events stored in controller memory)
- Data log (including cycle counter)
- Door mounted display/user interface featuring a 128 x 64 pixel backlit LCD Graphical Display, Membrane Type User Controller Push-buttons and LED indication for:
 - Power ON
 - Pump Running
 - Alarm
- 2 lines of user selectable display information

NOTE: FTA550F XG Jockey Pump Controllers are only available in the voltage/horsepower combinations shown below and with the options shown on the reverse side. For other combinations and options, see documentation for FTA550E series XG Jockey Pump Controllers.

	VOLTAGE 3-PHASE (50/60 Hertz)	MAX HP (MCP)	Short Circuit Current Rating
-H	200-208	7.5	30kA
-A	220-240	10	30kA
-F	380-415V - WYE	15	30kA
-B	440-480V - WYE	20	30kA
-C	550-600V - WYE	20	18kA

	VOLTAGE 1-PHASE (50/60 Hertz)	MAX HP (MCP)	Short Circuit Current Rating
-D	110-120 Volts	2	30kA
-T	200-208 Volts	3	30kA
-E	220-240 Volts	3	30kA

NOTE: Firetrol Brand Jockey Pump controllers DO NOT CONTAIN MERCURY filled pressure switches.

Firetrol

EMERSON
Network Power

FTA550F XG Jockey Pump Controllers Model Number Selection Guide

Fire Pump Controllers for
Business-Critical Continuity

FTA550F XG JOCKEY PUMP CONTROLLERS

FTA550F-A G

(Example: FTA550F-AG015B-T-BY)

FTA NUMBER
FTA550F

TIMER OPTION
-A With Programmable
Running Period Timer

MOTOR CURRENT PROTECTION
-G Manual Motor Protector
Suitable for Use as Service Equipment
Short Circuit Current Rating
200-480V - 30kA
600V - 18kA

HORSEPOWER (KW)

014 - 1/4 HP (.18)	004 - 4 HP (3)
013 - 1/3 HP (.23)	005 - 5 HP (3.7)
012 - 1/2 HP (.37)	006 - 5 1/2 HP (4)
034 - 3/4 HP (.56)	007 - 7 1/2 HP (5.5)
001 - 1 HP (.75)	010 - 10 HP (7.5)
011 - 1 1/2 HP (1.1)	015 - 15 HP (11)
002 - 2 HP (1.5)	020 - 20 HP (15)
003 - 3 HP (2.2)	

(See Voltage Selection for Maximum
HP/Voltage Combinations)

OPTIONS & MODIFICATIONS
(See other side)

VOLTAGE 3-PHASE
(50/60 Hertz)

	MAX HP
-H 200-208 Volts	7.5
-A 220-240 Volts	10
-F 380-415V - WYE	15
-B 440-480V - WYE	20
-C 550-600V - WYE	20

VOLTAGE 1-PHASE
(50/60 Hertz)

	MAX HP
-D 110-120 Volts	2
-T 200-208 Volts	3
-E 220-240 Volts	3

NOTE: For requirements not listed here (higher short circuit ratings, larger horsepowers, options not listed...etc) please refer to documentation for FTA550E series Jockey Pump Controllers.

Firetrol

EMERSON
Network Power

OPTIONS & MODIFICATIONS

SPECIAL ENCLOSURES

- T NEMA Type 3R (IEC IP14)*
- E NEMA Type 4 (IEC IP56)*
- F NEMA Type 4X (IEC IP56)*

*Supplied with non-metallic enclosure

ANTI-CONDENSATION SPACE HEATERS¹

- J 120 Volt Space Heater With Thermostat
- K 120 Volt Space Heater With Humidistat
- M 240 Volt Space Heater With Thermostat
- N 240 Volt Space Heater With Humidistat

¹ Power source supplied by others

PRESSURE TRANSDUCERS

- C 0-300 psi (0-21.1 bar) Pressure Transducer for Corrosive Service
- D 0-600 psi (0-42.25 bar) Pressure Transducer for Corrosive Service

MISCELLANEOUS

- AC Contacts for Remote Indication, Pump Run
- AM Contacts for Remote Indication, Failed to Start
- AST Auto Start Contacts (for connection to user supplied N.O. remote starting device)
- BW Contacts for Remote Indication, Phase Failure/Reversal

- BY Contacts for Remote Indication, Pump Overload
- EF Contacts for Remote Indication, Switch Not In Auto
- HV Audible Alarm (required if local audible alarm indication is desired).
- KH Contacts for Remote Indication, Common Output for Any Alarm
- NZ Interlock Input Contacts to Prevent Jockey Pump from Starting During Main Controller Operation
- S Tropicalization
- SEI Seismic Certification (in accordance with IBC)
- ZPA Customized, annual service display message (when factory programmed or programmed by Firetrol representative during start-up)
- ZPJ Communications, Serial Modbus over RS485, 2 or 4 wire

*Export Packaging available for additional cost

NOTE: For requirements not listed here (higher short circuit ratings, larger horsepower, options not listed....etc) please refer to documentation for FTA550E series Jockey Pump Controllers.

SD550F-01

Emerson Network Power.

The global leader in enabling Business-Critical Continuity.

- | | | | |
|----------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|
| ■ AC Power | ■ Embedded Computing | ■ Outside Plant | ■ Racks & Integrated Cabinets |
| ■ Connectivity | ■ Embedded Power | ■ Power Switching & Controls | ■ Services |
| ■ DC Power | ■ Monitoring | ■ Precision Cooling | ■ Surge Protection |

Emerson Network Power and the Emerson Network Power logo are trademarks and service marks of Emerson Electric Co. ©2012 Emerson Electric Co. Firetrol Brand Products • Cary, North Carolina 27518 USA • Phone 919 460 5200 • Fax 919 460 5250 • www.firetrol.com

ANEXO VIII FICHA TÉCNICA BOMBA JOCKEY



Sistemas y Fluidos S.A.C
 Jr. Jorge Chavez 1685
 PERU-LIMA 01 Breña - Lima
 4241342
 hmeniz@sistemasylfluidos.com

Customer	Date	10/25/2019
Contact	Proyecto	
Phone number	N° proyecto	
Email		

5SV12F0306T

1016L5401

Características de funcionamiento

Tipo Inst.	Una bomba sola	Fluido	Agua
N° de bombas / Reserva	1 / 0	Temperatura de funcionamiento t A	°F 39,2
Flujo nominal	US g.p.m. 20	Valor pH a t A	7
Cabezal nominal	m 112,5	Densidad a t A	lb/ft ³ 62,4
Altura estática	m 0	Viscosidad cinemática a t A	ft ² /s 1,69E-5
V	psi 0	Presión de vapor en t A	psi 14,5
Temperatura ambiente	°F 68	Sólidos	0
NPSH disponible	m 0	Altura	m 0

Datos bomba

Marca	Lowara	Nominal	US g.p.m. 20,5 (20,5)
Velocidad	rpm 3500	Max-	US g.p.m. 44
Número de fase	12	Min-	US g.p.m.
Maxima presión en la carcasa	psi	Nominal	m 118,3
Max. Presión de trabajo	psi 185,8	Altura de impulsión en Qmax	m 62,2
Altura H(Q=0)	m 130	en Qmin	m 130,6
Peso	lb 78	Potencia en el eje	kW 2,3 (2,3)
	Máx. mm 76	Potencia del eje motor máxima	kW 2,9
Impeller R	Diseñado mm 76	Rendimiento	% 65,53
	Mín. mm 76	NPSH 3%	m ,9

Bomba Materiales

Cuerpo de la bomba	Stainless steel / AISI 304
Impulsor	Stainless steel / AISI 304
Difusor	Stainless steel / AISI 304
Outer sleeve	Stainless steel / AISI 304
Eje	Stainless steel / AISI 304
Soporte de motor	Cast iron
Basa	Aluminium
Coupling	Aluminium
SEAL HOUSING	Stainless steel / AISI 304
Coupling protection	Stainless steel / AISI 304
Shaft sleeve and bushing	Tungsten carbide
Fill / drain plugs	Stainless steel / AISI 304
Tie rods	Galvanized steel
anillo de desgaste	Technopolymer PPS

Cierre mecánico

e-SV Mechanical seal	Roten
e-SV - Uniken (-30 / +120 °C)	
1 - Rotating part	Silicon Carbide
2 - Stationary part	Resin impregnated carbon
3 - Elastomers	EPDM
4 - Springs	AISI 316
5 - Other components	AISI 316

Datos del motor

Fabricante	Lowara	Tensión eléctrica	220 V	Velocidad	3495 rpm	Clase de aislamiento	F5 (F)
Ejecución	IE3 Three phase surface motor (e-SV)			Tamaño de construcción	100	Color	RAL 5010
Tipo	PLM100RB14/330 E3 (220-230/380-400V)						
Pot. Nominal	3 kW	Grado de protección	IP55				
Corriente eléctrica	10,7 A						

Notas:



Sistemas y Fluidos S.A.C
 Jr. Jorge Chavez 1685
 PERU-LIMA 01 Breña - Lima
 4241342
 hmeniz@sistemasyfluidos.com

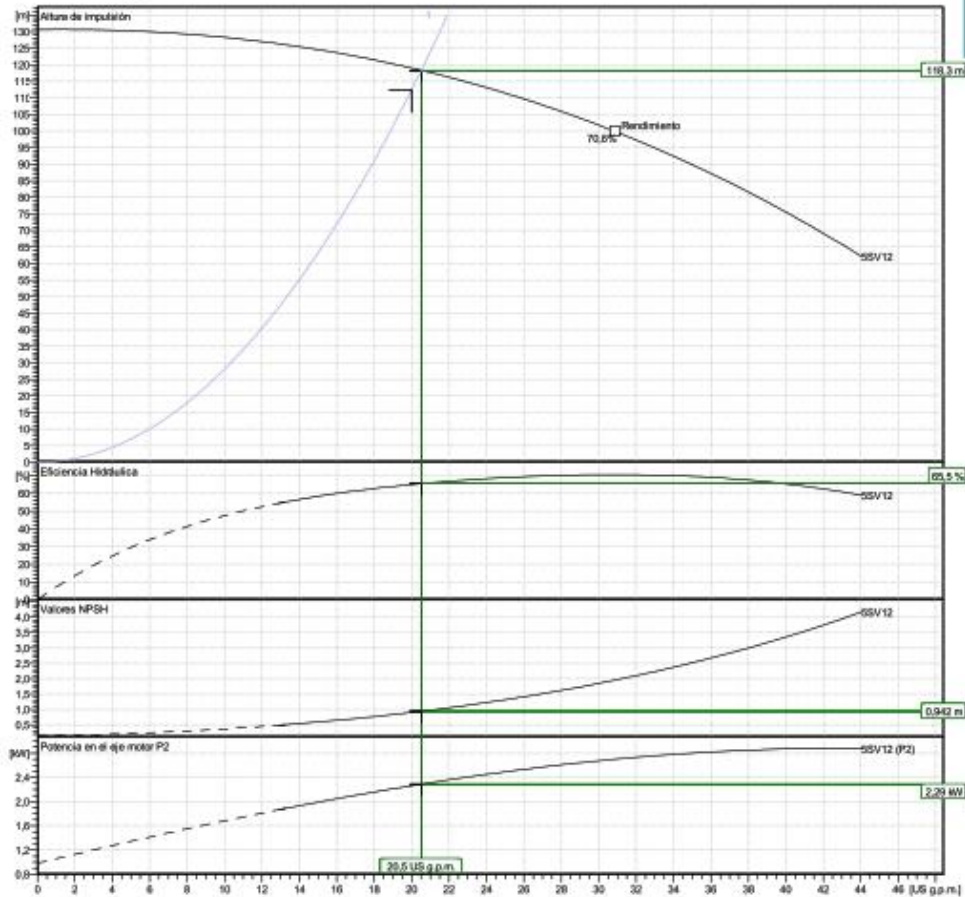
Customer	Date	10/25/2019
Contact	Proyecto	
Phone number	N° proyecto	
Email		

5SV12F0306T
1016L5401

Hydraulic data

Datos de trabajo teóricos		Datos hidráulicos (punto de trabajo)		Diseño del rodete	
Caudal	20 US g.p.m.	Caudal	20,5 US g.p.m.	Impeller R	76 mm
Altura de impulsión	112,5 m	Altura de impulsión	118 m	Frecuencia	60 Hz
Altura estática	0 m	MEI	---	Velocidad	3500 rpm

Potencia referida a:
 Agua [100%] ; 39,2°F; 62,4lb/ft³; 1,68E-5ft/s
 Funcionamiento según ISO 9906 - Anexo A



Tender Hydraulic



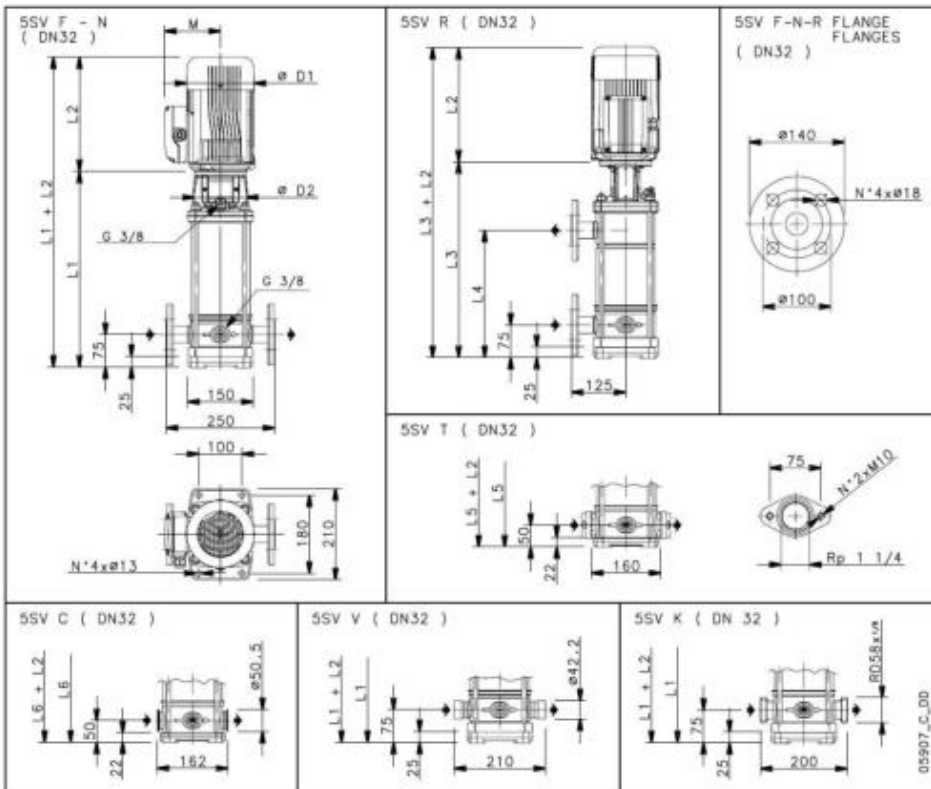
Sistemas y Fluidos S.A.C
 Jr. Jorge Chavez 1685
 PERU-LIMA 01 Breña - Lima
 4241342
 hmeniz@sistemasyfluidos.com

Customer	Date	10/25/2019
Contact	Proyecto	
Phone number	N° proyecto	
Email		

5SV12F0306T
1016L5401

Dibujo

Dimensional Data

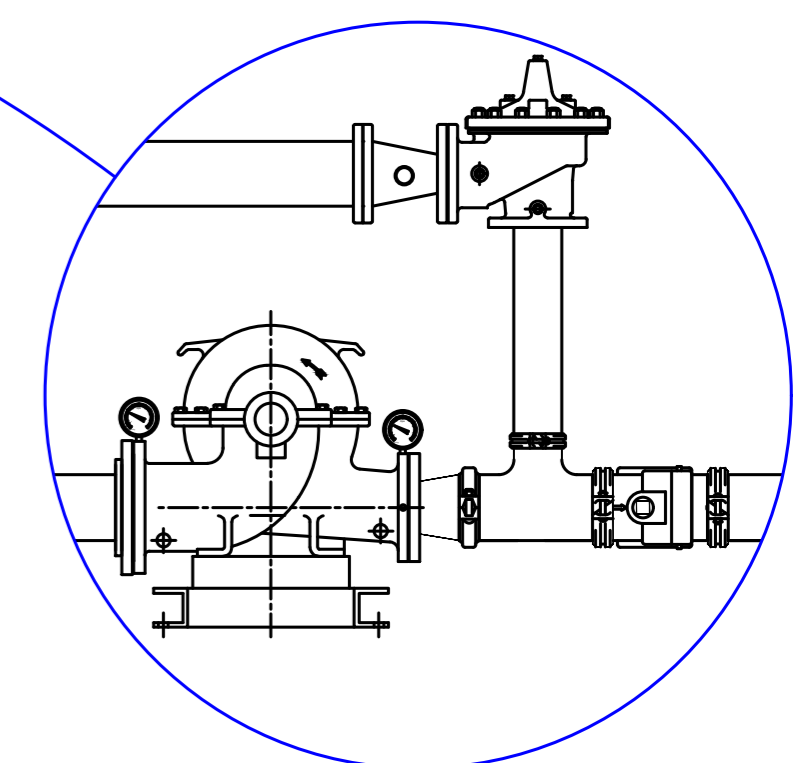
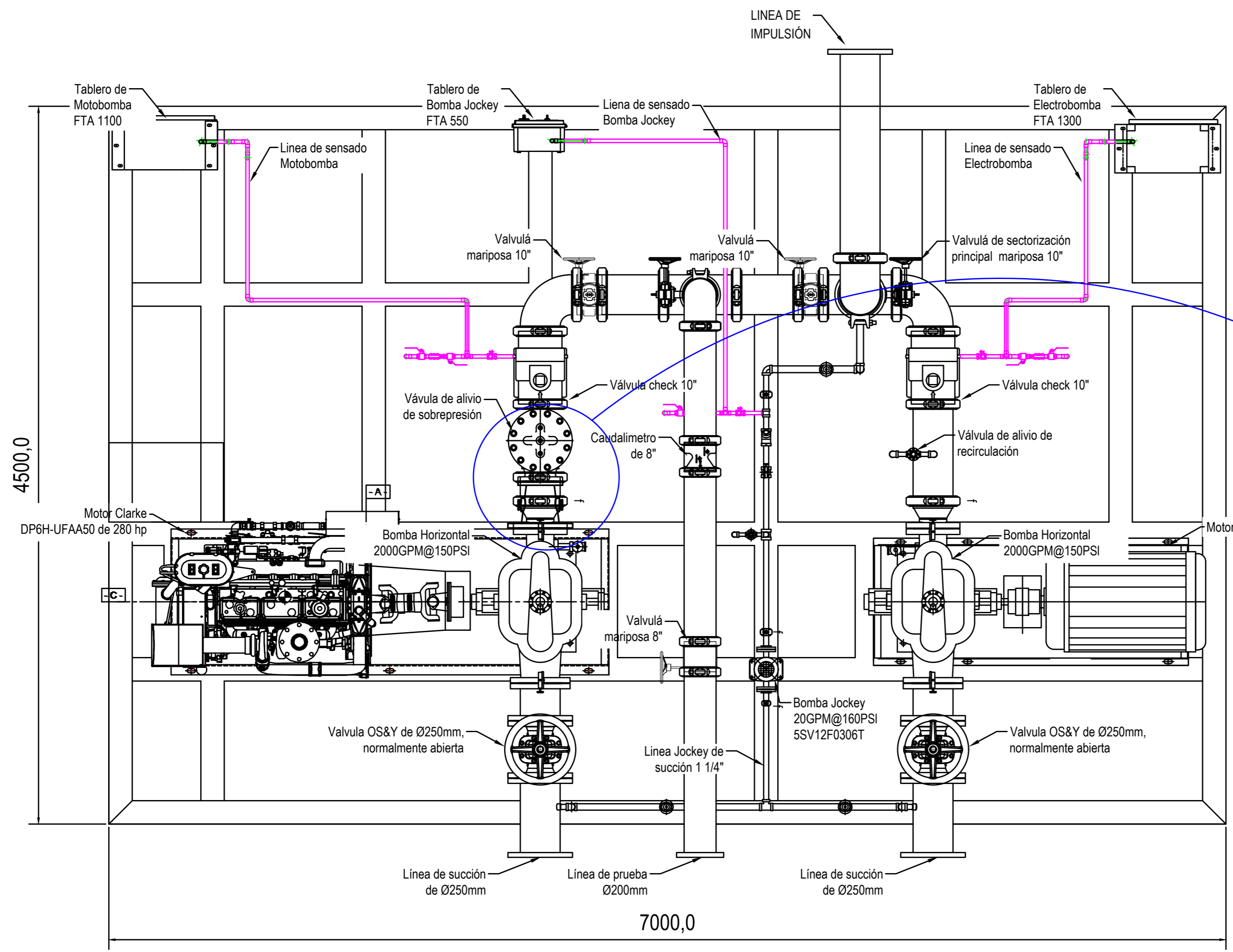


Medidas mm

D1	174					Peso	
D2	160					78,042	lb
L1	548						
L2	298						
L3	548						
L4	367						
L5	523						
L6	523						
M	134						

05907_c_00

ANEXO IX PLANOS

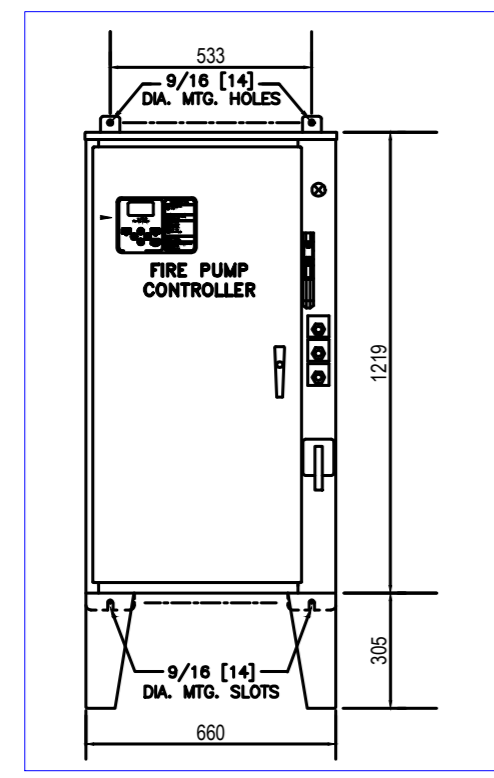
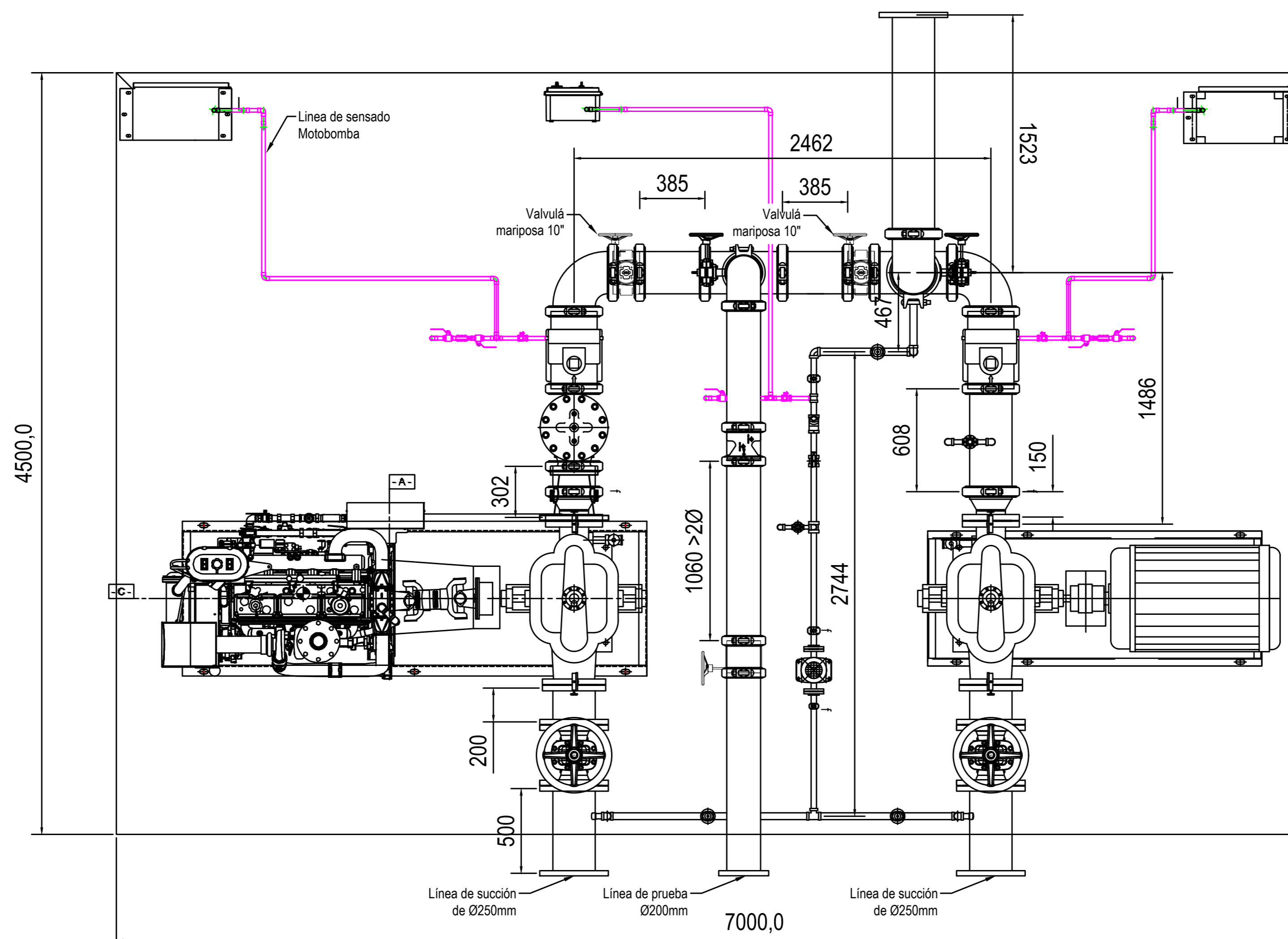


Detalle válvula de alivio Motobomba
Esc. : s/e

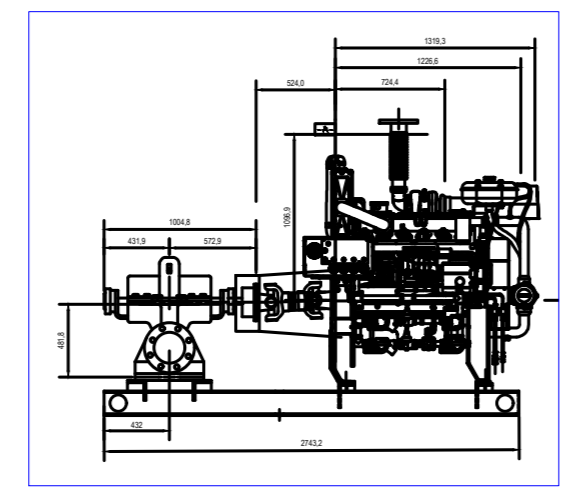
Detalle Motobomba
 Marca : AC - Fire pump UL-FM
 Bomba : 10x8x20 F-S
 Potencia : 280HP
 Motor : DP6H-UFAA50
 Wt: 2250 lb

Detalle Electrobomba
 Marca : AC - Fire pump UL-FM
 Bomba : 10x8x20 F-S
 Potencia : 250HP
 Frame : 445
 Wt: 1200 lb

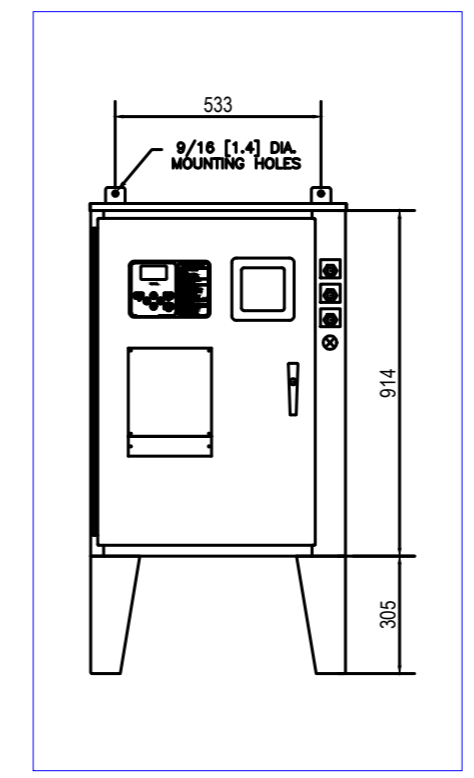
	DIBUJADO: SERGIO S. ZEGARRA TUMI	REVISADO: JURADO DE TESIS	FECHA 10/11/2019	
	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO			
	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ENERGIA			
INFORME PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO		ESCALA 1:20	Nº PLANO 001	



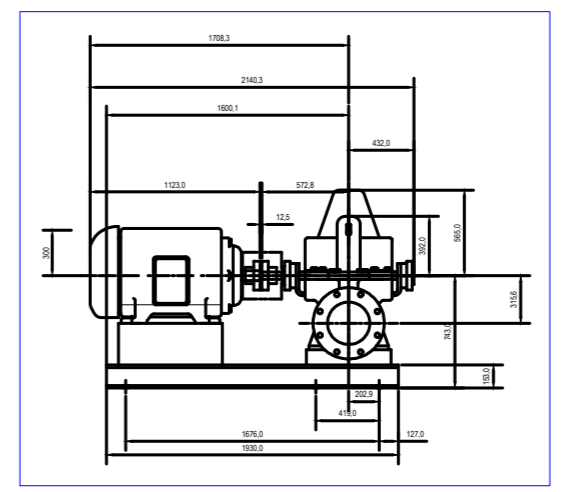
Tablero Electrobomba
Esc. : s/e



Electrobomba
Esc. : s/e

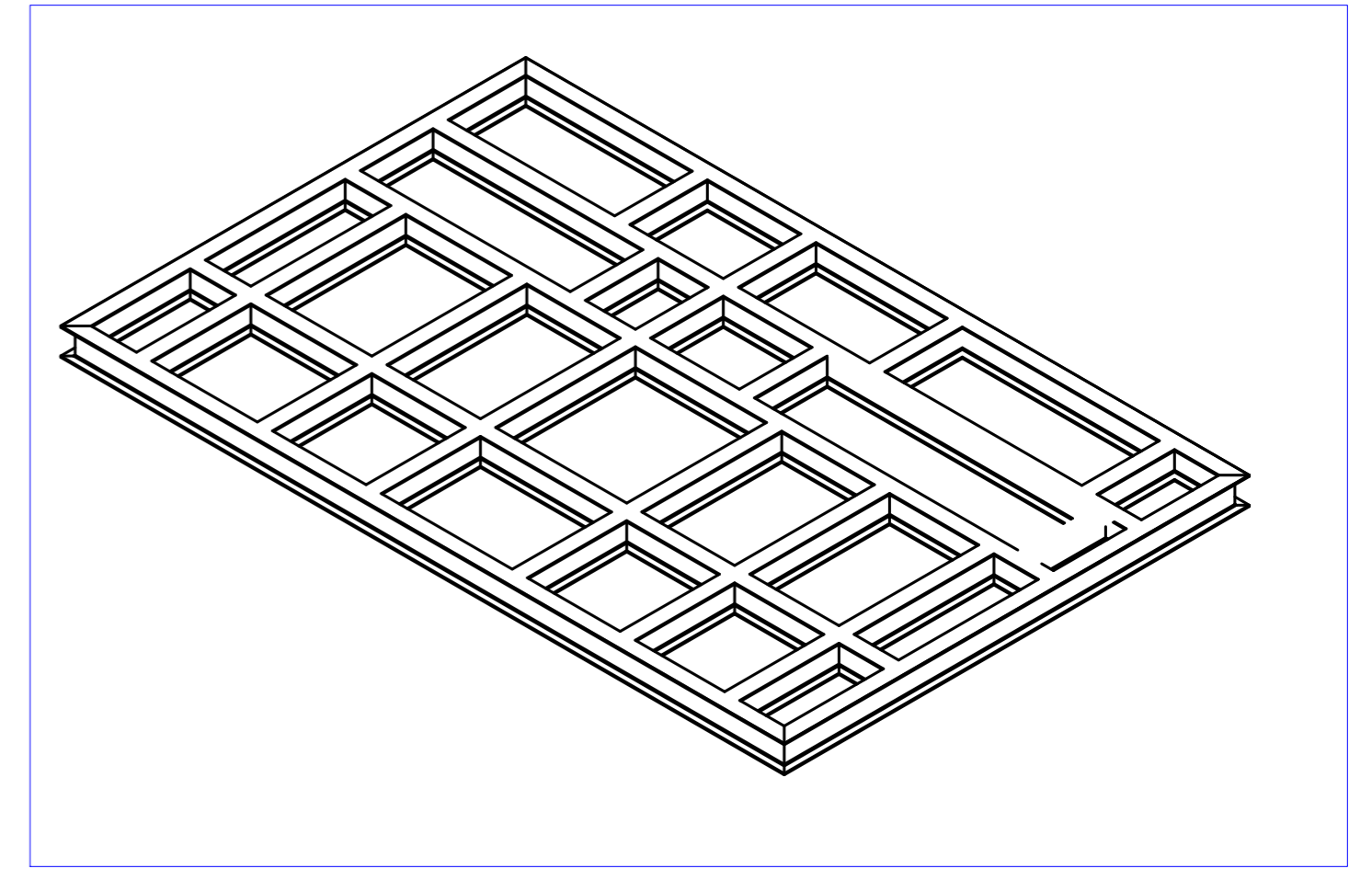
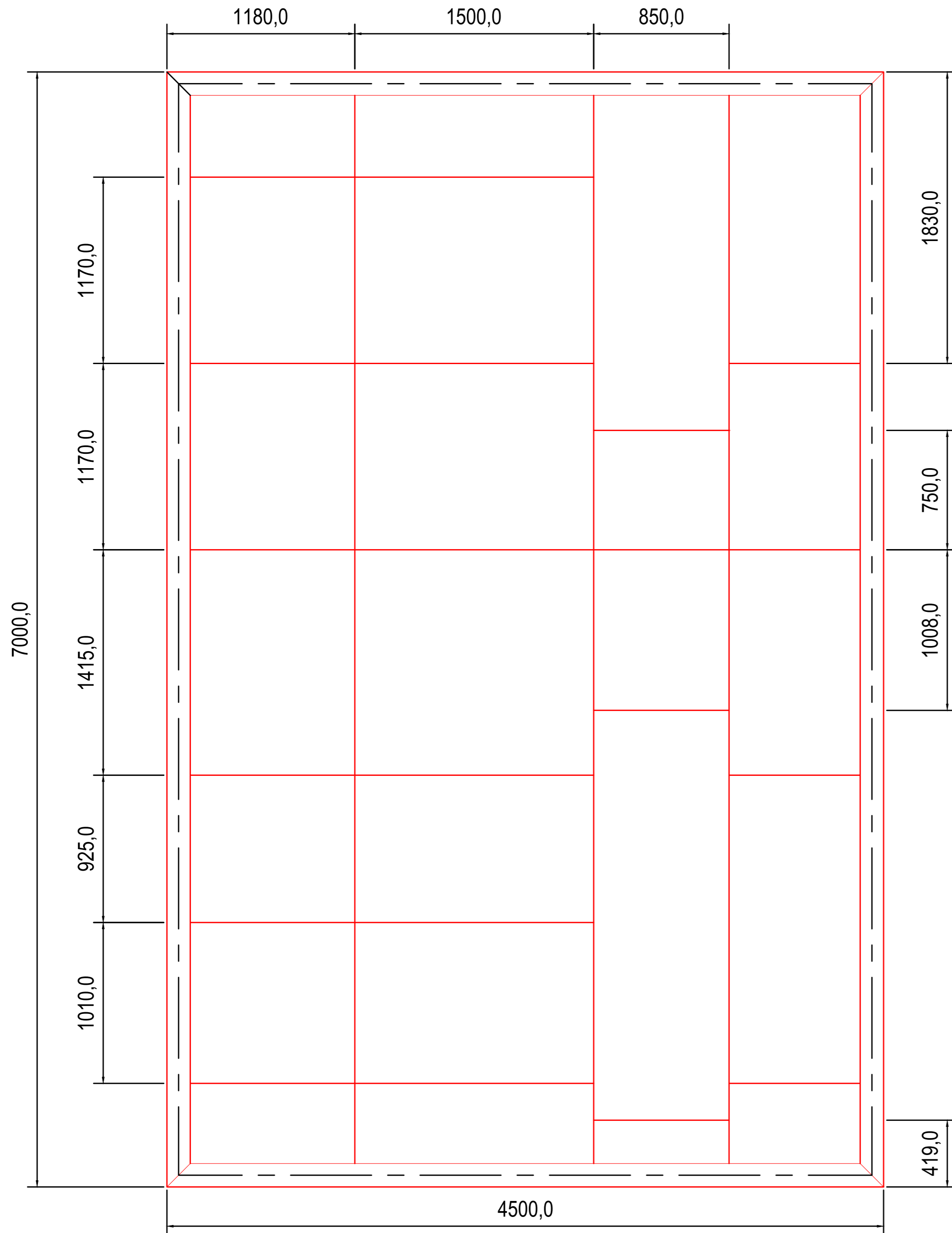


Tablero Motobomba
Esc. : s/e



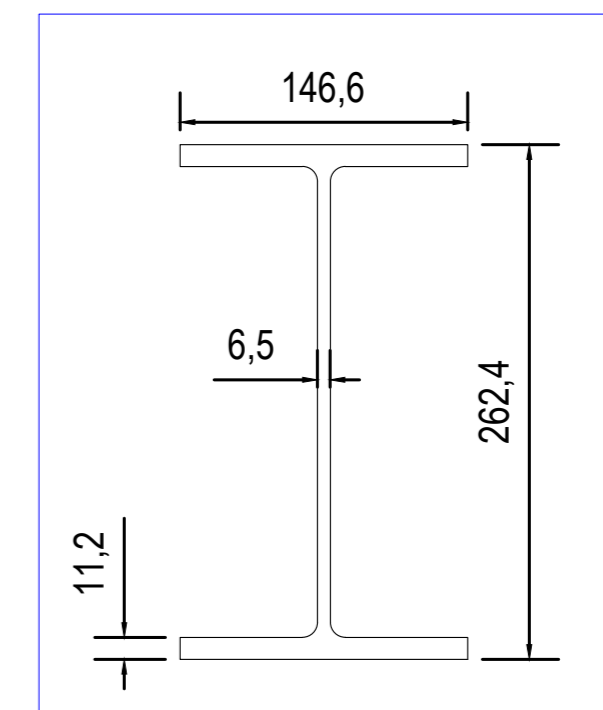
Motobomba
Esc. : s/e

	DIBUJADO:	REVISADO:	FECHA:	
	SERGIO S. ZEGARRA TUMI	JURADO DE TESIS	10/11/2019	
	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO			
	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ENERGIA			
INFORME PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO			ESCALA	Nº PLANO
			1:20	002



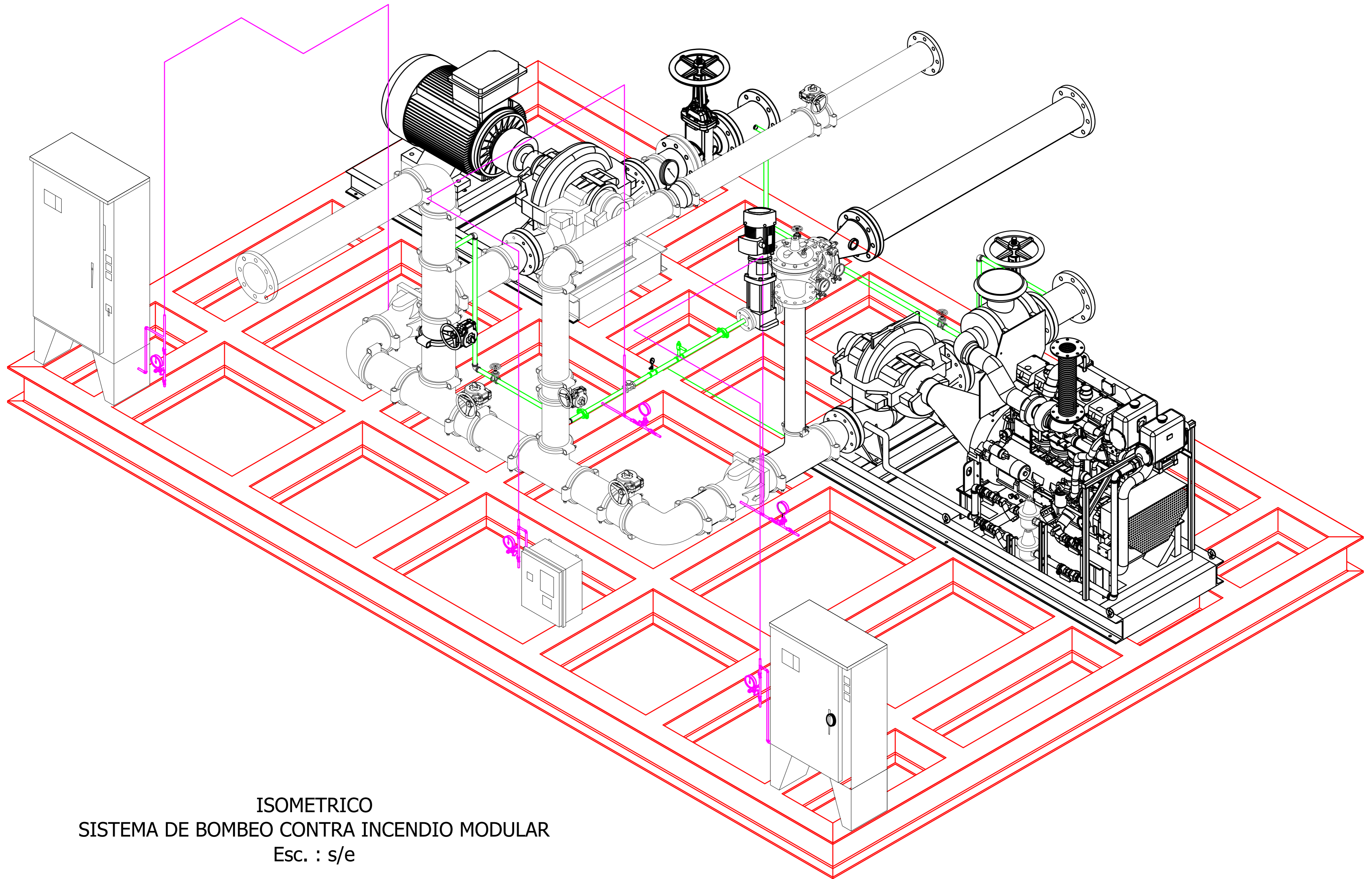
VISA ISOMETRICA BASE ESTRUCTURAL
Esc. : s/e

Detalle Perfil W10x26
 material : ASTM A36
 Área : $49.3 \times 10^2 \text{ mm}^2$
 Peso : 38.5 kg/m - 26 lb/ft


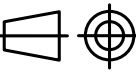


PERFIL BASE ESTRUCTURAL
Esc. : s/e

	DIBUJADO:	REVISADO:	FECHA:	
	SERGIO S. ZEGARRA TUMI	JURADO DE TESIS	10/11/2019	
	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO			"SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIO MODULAR"
	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ENERGIA			"BASE ESTRUCTURAL "
INFORME PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO			ESCALA 1:20	Nº PLANO 003



ISOMETRICO
 SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIO MODULAR
 Esc. : s/e

	DIBUJADO: SERGIO S. ZEGARRA TUMI	REVISADO: JURADO DE TESIS	FECHA 10/11/2019	
	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO			
	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ENERGIA	INFORME PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO		ESCALA 5/E