

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



**“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA REDUCIR EL RIESGO DE INCENDIO EN  
LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES DE  
CAPACIDAD DE 250 m<sup>3</sup> EN LA PLANTA DE SEFREL INGENIEROS –  
LIMA”**

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

**BRYAN TITO D'UGARD DELGADO  
KEVIN JESUS DÍAZ POZO**

**Mg. JUAN GUILLERMO MANCCO PEREZ**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO MECÁNICO**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bryan Tito D'Ugarc Delgado".

**Callao, 2023  
PERÚ**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Juan Guillermo Mancco Perez".



# HOJA DE REFERENCIA

## MIEMBROS DEL JUARADO EVALUADOR

PRESIDENTE: DR. FELIX ALFREDO GURRERO ROLDAN

SECRETARIO: DR. GUSTAVO ORDOÑEZ CARDENAS

MIEMBRO: MG. CARLOS ZACARIAS DIAZ CABRERA

ASESOR: MG. JUAN GUILLERMO MANCCO PEREZ

Nº DE LIBRO: 001

Nº DE FOLIO: 151

Nº DE ACTA: 125

FECHA DE APROBACION DE TESIS 25 DE JUNIO 2023

ACTA N° 125 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

LIBRO N° 001, FOLIO N° 151, ACTA N° 125 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

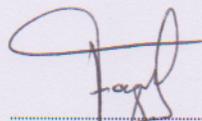
A los 25 días del mes junio del año 2023, siendo las <sup>15:40</sup> horas, se reunieron, en el Auditorio AUSBERTO ROJAS SALDAÑA el JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS para la obtención del TÍTULO profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- |                                     |   |            |
|-------------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan | : | Presidente |
| ▪ Dr. Gustavo Ordoñez Cárdenas      | : | Secretario |
| ▪ Mg. Carlos Zacarías Díaz Cabrera  | : | Miembro    |
| ▪ Mg. Juan Guillermo Mancco Perez   | : | Asesor     |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **D'UGARD DELGADO BRYAN TITO**, quien habiendo cumplido con los requisitos exigidos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta la tesis titulada **"DISEÑO DE UN SISTEMA PARA REDUCIR EL RIESGO DE INCENDIO EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES DE CAPACIDAD DE 250 m<sup>3</sup> EN LA PLANTA DE SEFREL INGENIEROS- LIMA"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera presencial.

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa BUENO y calificación cuantitativa 19 (CATORCE); la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de Junio del 2021.

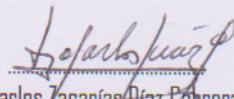
Se dio por cerrada la Sesión a las <sup>16:20</sup> horas del día 25 del mes y año en curso.



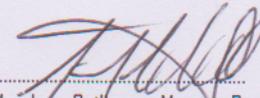
Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan  
Presidente de Jurado



Dr. Gustavo Cárdenas Ordoñez  
Secretario de Jurado



Mg. Carlos Zacarías Díaz Cabrera  
Vocal de Jurado



Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez  
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA y DE ENERGÍA  
TITULACIÓN PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE TESIS CON CICLO TALLER  
II CICLO TALLER DE TESIS FIME 2022  
JURADO EVALUADOR

---

INFORME Nº 006-2023-JEV-CTT

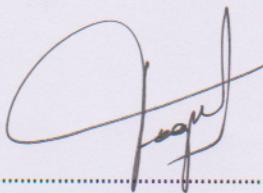
Visto el Informe Final de la Tesis Titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA PARA REDUCIR EL RIESGO DE INCENDIO EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES DE CAPACIDAD DE 250 m<sup>3</sup> EN LA PLANTA DE SEFREL INGENIEROS - LIMA" presentado por los Bachilleres en Ingeniería Mecánica: **D'UGARD DELGADO, Bryan Tito y DÍAZ POZO, Kevin Jesús.**

**A QUIEN CORRESPONDA:**

El Presidente del Jurado de Sustentación de Tesis del II Ciclo Taller de Tesis 2022, manifiesta que la Sustentación de Tesis se realizó el día 25 de junio 2023 en el horario de 15:40 pm. en forma presencial, encontrándose algunas observaciones en la Tesis; luego de la revisión respectiva, se da por aprobado el levantamiento de las observaciones para que continúe con su trámite correspondiente.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Callao, 29 de Setiembre 2023



.....  
Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan  
Presidente de Jurado

## Document Information

Analyzed document	Diaz y D_ugard.docx (D171216151)
Submitted	2023-06-23 18:42:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	1%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>CarlosGarvan2015MedidasdeSeguridadenlaIndustriaEnvasadoradeCilindrosdeGasLicuadodePetroleo.pdf</b> Document CarlosGarvan2015MedidasdeSeguridadenlaIndustriaEnvasadoradeCilindrosdeGasLicuadodePetroleo.pdf (D34863501)		4
<b>SA</b>	<b>408-Moreno Patiño, César Giancarlo_.pdf</b> Document 408-Moreno Patiño, César Giancarlo_.pdf (D48513532)		1
<b>SA</b>	<b>TESIS FABRICIO INTRIAGO- CARLOS RODRIGUEZ REVISION REVISION URKUND.docx</b> Document TESIS FABRICIO INTRIAGO- CARLOS RODRIGUEZ REVISION REVISION URKUND.docx (D138041604)		1
<b>SA</b>	<b>IRMA Y ROBERTO (TESIS).docx</b> Document IRMA Y ROBERTO (TESIS).docx (D126008043)		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.snmpe.org.pe/repositorio-legislacion/272-hidrocarburos/3739-decreto-supremo-n-043-...">https://www.snmpe.org.pe/repositorio-legislacion/272-hidrocarburos/3739-decreto-supremo-n-043-...</a> Fetched: 2023-06-23 18:44:00		1

## Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
"DISEÑO DE UN SISTEMA PARA REDUCIR EL RIESGO DE INCENDIO EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES DE CAPACIDAD DE 250 m<sup>3</sup> EN LA PLANTA DE SEFREL INGENIEROS – LIMA"  
TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO  
BRYAN TITO D'UGARD DELGADO KEVIN JESUS DIAZ POZO  
Mg. JUAN GUILLERMO MANCCO PEREZ  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO MECANICO  
Callao, 2023 PERÚ  
INFORMACIÓN BÁSICA Facultad:  
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía  
Unidad de Investigación:  
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía  
Título:  
Diseño de un sistema para reducir el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de 250 m<sup>3</sup> en la planta de SEFREL INGENIEROS-Lima  
Autores:  
D'ugard Delgado, Bryan Tito / 0000-0001-9392-2706 / 77536734  
Diaz Pozo, Kevin Jesús / 0000-0002-6393-3436 / 76312451

ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI:

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez / 0009-0002-8328-0230 / 25636207

Lugar de Ejecución:

Empresa SEFREL INGENIEROS.

Unidad de Análisis:

Tanques de líquidos inflamables de capacidad de 250 m<sup>3</sup>

Enfoque / Tipo / Diseño de la investigación:

Enfoque cuantitativo / Tipo Aplicado / Diseño no experimental.

Tema OCDE:

Ingeniería Mecánica

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

MIEMBROS DEL JURADO Presidente del jurado de Tesis:

Secretario:

Miembro:

Suplente:

Asesor:

N° de Libro:

N° de Folio:

N° de Acta:

Fecha de Aprobación de tesis:

Resolución de Consejo de Facultad:

DEDICATORIA A todas las personas que me apoyaron en todo este trayecto de mi carrera universitaria y no permitieron que me rinda porque siempre estuvieron para brindarme una mano o una motivación; y a nuestra familia que nos insistió en terminar todo este proceso. Con todo el cariño esta tesis está dedicada a ustedes Gracias

AGRADECIMIENTO Al finalizar toda esta investigación tan arduamente y llena de dificultades es inevitable llevarnos los créditos de todo, sin embargo, quisiera reconocer los aportes brindados por todos mis compañeros que me facilitaron las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Gracias por apoyarme y motivarnos en nuestros días de estudios Compañeros Profesores

ÍNDICE INTRODUCCIÓN 11

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13 1.1 Descripción de la realidad problemática 13 1.2 Formulación del problema 16 1.2.1 Problema general 16 1.2.2 Problemas específicos 16 1.3 Objetivos 16 1.3.1 Objetivo general 16 1.3.2 Objetivos específicos 17 1.4 Justificación 17 1.4.1 Justificación Teórica 17 1.4.2 Justificación Práctica 18 1.4.3 Justificación Legal 18 1.5 Delimitantes de la investigación 19 1.5.1 Delimitante Teórica 19 1.5.2 Delimitante Temporal 19 1.5.3 Delimitante Espacial 19 II. MARCO TEÓRICO 21 2.1 Antecedentes 21 2.1.1. Antecedentes Internacionales 21 2.1.2. Antecedentes Nacionales 24 2.2 Bases teóricas 28 2.3. Marco conceptual 32 2.3.1. Sistemas Contra incendios 32 2.3.2. Riesgo de incendio 46 2.4. Definición de términos básicos 48 III. HIPÓTESIS Y VARIABLES 51 3.1. Hipótesis 51 3.1.1. Hipótesis general 51 3.1.2 Hipótesis específicas 51 3.1.3. Operacionalización de variable 51 IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO 53 4.1. Diseño metodológico 53 4.1.1. Tipo de Investigación 53 4.1.2. Diseño de investigación 54 4.2. Método de investigación 55 4.2.1 Método analítico 55 4.2.2. Método sintético 55 4.3. Población y muestra. 56 4.4. Lugar de estudio. 56 4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información. 56 4.6. Análisis y procesamiento de datos. 57 4.6.1. Etapa 1. Parámetros de diseño 60 4.6.2. Etapa 2. Selección del sistema 78 4.6.3. Etapa 3. Selección de equipos para el sistema 81 4.6.4. Etapa 4. Análisis de Riesgo 108 4.6.5. Etapa 5. Gestión de Riesgo 123 4.7. Aspectos éticos en Investigación 127 V. RESULTADOS 128 5.1. Utilización de Software 128 5.2. Simulación por Áreas 129 5.3. Demanda de Diseño Hidráulico – Plano Isométrico 135 VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 136 6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados 136 6.1.1. Contrastación de la hipótesis general 136 6.1.2. Contrastación de las hipótesis específicas 136 6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares 137 6.2.1. Contrastación de los resultados con estudios internacionales 137 6.2.2. Contrastación de los resultados con estudios nacionales 139 VII. CONCLUSIONES 141 VIII. RECOMENDACIONES 142 IX. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA 144 ANEXOS 147

ÍNDICE DE FIGURAS

## **INFORMACIÓN BÁSICA**

**Facultad:**

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

**Unidad de Investigación:**

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

**Título:**

Diseño de un sistema para reducir el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de 250 m<sup>3</sup> en la planta de SEFREL INGENIEROS-Lima

**Autores:**

D'ugard Delgado, Bryan Tito / 0000-0001-9392-2706 / 77536734

Díaz Pozo, Kevin Jesús / 0000-0003-7494-4547 / 76312451

**ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI:**

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez / 0009-0002-8328-0230 / 25636207

**Lugar de Ejecución:**

Av. Guillermo Dansey Nro. 949 – Cercado de Lima

**Unidad de Análisis:**

Tanques de líquidos inflamables de capacidad de 250 m<sup>3</sup>

**Enfoque / Tipo / Diseño de la investigación:**

Enfoque cuantitativo / Tipo Aplicado / Diseño no experimental.

**Tema OCDE:**

Ingeniería Mecánica

## **DEDICATORIA**

A todas las personas que apoyaron en todo este trayecto de la investigación y carrera universitaria y que siempre estuvieron para brindar una mano o una motivación; y a todos los seres queridos que insistió en terminar todo este proceso. Con todo el cariño esta tesis está dedicada a ustedes

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar toda esta investigación tan arduamente y  
llena de dificultades es inevitable llevarse los  
créditos de todo, sin embargo, todo esto fue posible  
por el apoyo de nuestros profesores e institución que  
impulsó a comprender y facilitar todos los aportes  
brindados y así este trabajo llegue a un feliz termino

Gracias docentes y universidad por apoyar esta  
investigación.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2 Formulación del problema .....	17
1.2.1 Problema general.....	17
1.2.2 Problemas específicos.....	17
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo general .....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4 Justificación .....	18
1.4.1 Justificación Teórica .....	18
1.4.2 Justificación Práctica .....	19
1.4.3 Justificación Legal .....	19
1.5 Delimitantes de la investigación.....	20
1.5.1 Delimitante Teórica.....	20
1.5.2 Delimitante Temporal .....	20
1.5.3 Delimitante Espacial .....	20
II. MARCO TEÓRICO .....	22
2.1 Antecedentes.....	22
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	22
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	25
2.2 Bases teóricas .....	29
2.3. Marco conceptual .....	33
2.3.1. Sistemas Contra incendios.....	33
2.3.2. Riesgo de incendio .....	48
2.4. Definición de términos básicos .....	50
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	53

3.1. Hipótesis .....	53
3.1.1. Hipótesis general.....	53
3.1.2 Hipótesis específicas.....	53
3.1.3. Operacionalización de variable.....	53
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	55
4.1. Diseño metodológico .....	55
4.1.1. Tipo de Investigación.....	55
4.1.2. Diseño de investigación.....	56
4.2. Método de investigación .....	57
4.2.1 Método analítico .....	57
4.2.2. Método sintético .....	57
4.3. Población y muestra. ....	58
4.4. Lugar de estudio. ....	58
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	58
4.6. Análisis y procesamiento de datos. ....	59
4.6.1. Etapa 1. Parámetros de diseño .....	62
4.6.2. Etapa 2. Selección del sistema.....	84
4.6.3. Etapa 3. Selección de equipos para el sistema.....	87
4.6.4. Etapa 4. Análisis de Riesgo.....	118
4.6.5. Etapa 5. Gestión de Riesgo.....	133
4.7. Aspectos éticos en Investigación.....	137
V. RESULTADOS .....	138
5.1. Utilización de Software .....	138
5.2. Simulación por Áreas.....	139
5.3. Demanda de Diseño Hidráulico – Plano Isométrico.....	147
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	148
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados .....	148
6.1.1. Contrastación de la hipótesis general.....	148
6.1.2. Contrastación de las hipótesis específicas .....	148
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	149
6.2.1. Contrastación de los resultados con estudios internacionales	149

6.2.2. Contrastación de los resultados con estudios nacionales .....	151
VII. CONCLUSIONES .....	153
VIII. RECOMENDACIONES .....	154
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	156
ANEXOS .....	163
Anexo N° 1 - Matriz de Consistencia .....	163
Anexo N° 2 - Árbol de Objetivos .....	164
Anexo N° 3 - Bomba Contra Incendio Patterson.....	165
Anexo N° 4 - Detalle de los Manómetros .....	167
Anexo N° 5 - Suministro de Accesorios .....	168
Anexo N° 6 - Suministro de Soportería Aérea.....	176
Anexo N° 7 - Estación de Control Húmeda.....	178
Anexo N° 8 - Detalle de Rociadores .....	182
Anexo N° 9 - Detalle de Hidrantes .....	183
Anexo N° 10 - Carta de Autorización .....	184
Anexo N° 11 - Búsqueda de Información en Base de Datos .....	185
Anexo N° 12 - Grafico de Base Bibliométrica .....	185
Anexo N° 13 - Grafico de Densidades .....	186

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Árbol de Problemas.....	16
Figura 2.3.1. NPSH – Carga de Succión.....	35
Figura 2.3.2. Carga Dinámica Total en un Sistema de Bombeo .....	35
Figura 2.3.3. Tanques de Almacenamientos.....	37
Figura 2.3.4. Tanques Atmosféricos .....	38
Figura 2.3.5. Tanque Cilíndrico Vertical de Fondo Plano.....	38
Figura 2.3.6. Tanque Cilíndrico Atmosférico de Techo Flotante .....	39
Figura 2.3.7. Tanques Horizontales .....	39
Figura 2.3.8. Parámetro de carga constante.....	41
Figura 2.3.9. Espumas Contra Incendios .....	42
Figura 2.3.10. Columna de hidrante con monitor de agua para redes contra incendio.....	44
Figura 2.3.11. Bomba Centrifuga .....	44
Figura 2.3.12. Bomba Contra Incendio .....	45
Figura 2.3.13. Bomba Jockey.....	45
Figura 2.3.14. Controlador de la Bomba Jockey .....	46
Figura 2.3.15. Triangulo de Fuego .....	46
Figura 2.3.16. Pool Fire.....	47
Figura 2.3.17. Espumas Contra Incendios .....	47
Figura 4.6.1. Ubicación Territorial .....	62
Figura 4.6.2. Plano de la planta SEFREL INGENIEROS .....	63
Figura 4.6.3. Área del VPI.....	64
Figura 4.6.4. Proceso de VPI a rotor de campos magnéticos .....	65

Figura 4.6.5. Barniz BC 352 .....	84
Figura 4.6.6. Barniz 346A .....	85
Figura 4.6.7: Plano de arquitectura de Sefrel Ingenieros .....	85
Figura 4.6.8: Diseño del Sistema Contra Incendio .....	87
Figura 4.6.9 Presión de Trabajo vs Temperatura .....	88
Figura 4.6.10 Resistencia permitida para otros materiales ASME B-31.1 .....	89
Figura 4.6.11 Dimensiones de Tuberías de Acero ANSI B36.10 & 36.19 .....	91
Figura 4.6.12 Perdidas de caudales.....	93
Figura 4.6.13 Plano de Conexiones Eléctricas de Sefrel Ingenieros.....	95
Figura 4.6.14 Formato de cotizaciones para Bomba.....	96
Figura 4.6.15 Solicitud de Bomba Contra Incendio .....	98
Figura 4.6.16. Curva de Eficiencia de la Bomba Contra Incendio .....	99
Figura 4.6 17. Ubicación Bomberos Internacional 14.....	106
Figura 4.6 18. Ubicación Bomberos N°10 .....	106
Figura 4.6 19. Ubicación Bomberos Benemérita Heroica y Sesquicentenario 107	
Figura.4.6.20 Diagrama de medidas .....	111
Figura 4.6.21. Monitor Contra Incendio.....	113
Figura 4.6.22 Plano de Sistema Contra Incendio .....	114
Figura 4.6.23. Mapa de Señalizaciones .....	133
Figura 4.6.24. Leyenda de Señalizaciones .....	134
Figura 4.6.25. Señalíticas de Evacuación .....	134
Figura 4.6.26. Señalización de Zona Segura .....	135
Figura 4.6.27. Ruta de Evacuación .....	136
Figura 4.6.28. Señalizaciones de Evacuación .....	136
Figura 5.2.1. Interpolación de datos.....	139

Figura 5.2.2. Interpolación de datos.....	139
Figura 5.2.3. Cálculo del rociador .....	140
Figura 5.2.4. Montaje de la Red Contra Incendio.....	140
Figura 5.2.5. Comprobación de rociadores según la norma NFPA 13.....	141
Figura 5.2.6. Presión del Tramo A – C.....	141
Figura 5.2.7. Presión en el tramo B - C.....	142
Figura 5.2.8. Caudal en el punto B con respecto a C.....	142
Figura 5.2.9. Presión en el tramo B - C.....	143
Figura 5.2.10. Caudal en el punto C con respecto al punto A.....	143
Figura 5.2.11. Presión en el tramo F - C.....	144
Figura 5.2.12. Caudal en el tramo F - D.....	144
Figura 5.2.13. Presión en el tramo I - C .....	145
Figura 5.2.14. Caudal en el tramo I - G.....	145
Figura 5.2.15. Caudal en el tramo L – J con respecto al punto C .....	146
Figura 5.2.16. Presión y caudal en el tramo O – M.....	146
Figura 5.2.17. Porcentaje de error total con respecto al sistema .....	147
Figura 5.3.1. Plano Isométrico con los caudales calculados.....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Operacionalización de las variables .....	54
Tabla 4.1 Técnicas e instrumentos .....	58
Tabla 4.2. Cuadro de Amenazas y Causas.....	66
Tabla 4.3.1. IPER Área de bobinados parte.1 .....	67
Tabla 4.3.2. IPER Área de bobinados parte.2.....	68
Tabla 4.3.3. IPER Área de bobinados parte.3.....	69
Tabla 4.4.1. IPER Área de cerrajería parte 1 .....	70
Tabla 4.4.2. IPER Área de cerrajería parte 2 .....	71
Tabla 4.5.1. IPER Área de predictivo parte 1 .....	72
Tabla 4.5.2. IPER Área de predictivo parte 2.....	73
Tabla 4.6.1. IPER Área de sala de pruebas parte 1 .....	74
Tabla 4.6.2. IPER Área de sala de pruebas parte 2.....	75
Tabla 4.7.1. IPER Área de maestranza parte 1.....	76
Tabla 4.7.2. IPER Área de maestranza parte 2.....	77
Tabla 4.8.1. IPER Área de mecánica parte 1 .....	78
Tabla 4.8.2. IPER Área de mecánica parte 2 .....	79
Tabla 4.8.3. IPER Área de mecánica parte 3.....	80
Tabla 4.8.4. IPER Área de mecánica parte 4.....	81
Tabla 4.8.5. IPER Área de mecánica parte 5.....	82
Tabla 4.9. Cuadro de probabilidades vs severidades 1 .....	83
Tabla 4.10. Niveles de Riesgo 1 .....	83
Tabla 4.11. Propiedades de las resinas .....	102
Tabla 4.12. Poder calorífico en plantas industriales.....	102
Tabla 4.13. Carga Calorífica $Q_m$ .....	103

Tabla 4.14. Coeficiente de Combustibilidad $C$ .....	103
Tabla 4.15. Carga Calorífica del inmueble $Qi$ .....	104
Tabla 4.16. Coeficiente del sector cortafuegos ( $B$ ) .....	104
Tabla 4.17. Coeficiente al tiempo necesario para iniciar la extinción ( $L$ ).....	105
Tabla 4.18. Factor de resistencia al fuego $W$ .....	107
Tabla 4.19. Coeficiente de reducción del riesgo $Ri$ .....	108
Tabla 4.20. Coeficiente de daño a las personas ( $H$ ) .....	109
Tabla 4.21. Coeficiente de para los bienes ( $D$ ) .....	110
Tabla 4.22. Coeficiente de influencia de humo ( $F$ ).....	110
Tabla 4.23. Cotización de materiales .....	116
Tabla 4.24. Cuadro comparativo de riesgos finales .....	118
Tabla 4.25.1. IPERC Área de bobinados parte 1 .....	120
Tabla 4.25.2. IPERC Área de bobinados parte 2 .....	121
Tabla 4.26. IPERC Área de cerrajería .....	122
Tabla 4.27.1. IPERC Área de predictivo parte 1 .....	123
Tabla 4.27.2. IPERC Área de predictivo parte 2 .....	124
Tabla 4.28. IPERC Área de sala de pruebas .....	125
Tabla 4.29.1. IPERC Área de maestría parte 1 .....	126
Tabla 4.29.2. IPERC Área de maestría parte 2 .....	127
Tabla 4.30.1. IPERC Área de mecánica parte 1 .....	128
Tabla 4.30.2. IPERC Área de mecánica parte 2 .....	129
Tabla 4.30.3. IPERC Área de mecánica parte 3 .....	130
Tabla 4.30.4. IPERC Área de mecánica parte 4 .....	131
Tabla 5.1. Cuadro de Riesgos.....	139

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 2.1. FÓRMULA DE LA DENSIDAD .....	36
ECUACIÓN 2.2. FÓRMULA DEL PESO ESPECIFICO .....	36
ECUACIÓN 2.3. FÓRMULA DE LA PRESIÓN .....	37
ECUACIÓN 2.4. CÁLCULO DEL VOLUMEN ESPECIFICO .....	40
ECUACIÓN 2.5. FÓRMULA DE DARCY-WEISBACH.....	40
ECUACIÓN 2.6. FÓRMULA DE HAZEN-WILLIAMS.....	41
ECUACIÓN 2.7. FÓRMULA DEL RADIO HIDRÁULICO.....	41
ECUACIÓN 2.8. CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DE LA TUBERÍA .....	41
ECUACIÓN 2.9. FÓRMULA DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DE LA TUBERÍA .....	42
ECUACIÓN 4.1. CÁLCULO DEL ÁREA GEOGRÁFICA.....	62
ECUACIÓN 4.2. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO .....	65
ECUACIÓN 4.3. FÓRMULA DEL NÚMERO DE CÉDULA .....	89
ECUACIÓN 4.4. FACTOR DE SEGURIDAD PARA INDUSTRIAS .....	90
ECUACIÓN 4.5. ECUACIÓN DEL CAUDAL .....	92
ECUACIÓN 4.6. ECUACIÓN DE PERDIDAS DEL CAUDAL POR FRICCIÓN .....	94
ECUACIÓN 4.7. DIMENSIONES DEL CUARTO DE BOMBAS .....	96
ECUACIÓN 4.8. FÓRMULA DEL RIESGO DEL EDIFICIO .....	101
ECUACIÓN 4.9. CÁLCULO DEL RIESGO DEL CONTENIDO .....	109

## RESUMEN

En el trabajo de investigación de tesis titulado “Diseño de un Sistema para reducir el Riesgo de Incendio en los Tanques de Almacenamiento de Líquidos Inflamables de Capacidad de  $250\text{ m}^3$  en la Planta de SEFREL INGENIEROS – Lima” la problemática fue el no contar con un sistema de reducción de riesgo de incendio lo cual pudo ocasionar desastres hasta de 500 mts a la redonda por lo cual se tuvo como objetivo principal el diseño de un sistema de suministro de agua – espuma para reducir el riesgo de incendio pertenecientes a la empresa, para lo cual se inició con el levantamiento de información que permitió conocer el análisis general y específico por cada área y así evaluar, calcular, seleccionar y reducir el nivel de riesgo por área.

El tipo de investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental ya que estudia a la variable independiente “el diseño de un sistema” sin ser manipulada. El método de estudio fue analítico y sintético.

La población y muestra de estudio fue el diseño de suministro de agua – espuma como resultado se obtuvo sus gastos de componentes para la selección de equipos de sectorización y equipos de suministro. Como conclusión se pudo afirmar que el diseño satisface el suministro de agua – espuma en toda la planta de SEFREL INGENIEROS y también cumplió con los parámetros específicos para apagar los tanques de almacenamiento de  $250\text{ m}^3$  respetando los parámetros de caídas de presión dentro de las tuberías de acero.

**PALABRAS CLAVES:** Diseño, Sistema contra incendios, Riesgo, Extinción, Prevención.

## ABSTRACT

In the thesis research work entitled “Design of a System to Reduce the Risk of Fire in the Storage Tanks for Flammable Liquids with a Capacity of 250 m<sup>3</sup> in the SEFREL INGENIEROS Plant – Lima” the problem was not having a fire risk reduction system which could cause disasters up to 500 meters around, for which the main objective was the design of a water-foam supply system to reduce the risk of fire belonging to the company, for which it began with the collection of information that made it possible to know the general and specific analysis for each area and thus evaluate, calculate, select and reduce the level of risk per area.

The type of research was applied with a quantitative approach and a non-experimental design since it studies the independent variable “the design of a system” without being manipulated. The study method was analytical and synthetic.

The study population and sample was the design of water supply - foam, as a result, its component costs were obtained for the selection of sectorization equipment and supply equipment. In conclusion, it could be stated that the design satisfies the water-foam supply throughout the SEFREL INGENIEROS plant and also met the specific parameters to shut down the 250 m<sup>3</sup> storage tanks, respecting the pressure drop parameters within the steel pipes.

**KEY WORDS:** Design, Fire system, Risk, Extinction, Prevention.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores tipos de riesgos a nivel mundial es el factor incendio por lo cual la corporación de sistemas contra incendio (Corp., 2019) menciona que cualquier tipo de edificación se encuentra expuesta a sufrir un siniestro de este tipo, por lo que es indispensable contar con un sistema adecuado capaz de sofocar el fuego de manera oportuna, de tal manera que pueda salvar vidas, minimizar las pérdidas y restablecer las operaciones de producción en el menor tiempo posible. Es por ello que si cuenta con una infraestructura industrial, comercial, hotelera o residencial es necesario contar con este tipo de sistemas que tiene como función detectar un incendio para tomar acciones que protejan la vida y bienes materiales.

Es aquí donde la empresa Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas , desde 1994 dedicada al mantenimiento y reparación de motores de baja y media tensión cuenta con un plan de ampliación de la capacidad de producción y disminución de tiempo de producción en barnizado, decidió implementar una nueva área de impregnación por sistema de vacío (VPI) la cual consiste en sumergir los motores en tanques llenos de barniz por un cierto periodo de tiempo computarizado (Palomino, 1994), lo cual conlleva a un peligro en la empresa por la inflamabilidad del barniz. Para ello, mediante el proyecto "Ingeniería de barnizado por el sistema de VPI", se diseñó un sistema que reduzca el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de 250 m<sup>3</sup> cumpliendo los requerimientos nacionales como internacionales.

En tal sentido, la presente investigación tuvo como objetivo el diseñar un sistema de reducción de riesgo de incendio mediante monitores difusores a presión en la empresa SEFREL INGENIEROS, situada en el distrito del Cercado de Lima, de acuerdo con las normas nacionales (NTP) y normas NFPA aplicables.

El alcance de la investigación cubrió únicamente el diseño del sistema de reducción del riesgo de incendio. No incluye el diseño del sistema de detección

y alarmas de incendios, puesto que ese trabajo es más adecuado para un profesional de la carrera eléctrica.

El contenido de esta investigación consta de seis capítulos como se indica a continuación:

Capítulo I, Planteamiento del problema, la cual describió la problemática de la investigación de no contar con un sistema de protección de reducción de riesgo de incendio como sus limitantes geográficas de la planta SEFREL INGENIEROS.

Capítulo II, Marco teórico, donde se mencionó los antecedentes nacionales e internacionales como aportes al trabajo de investigación y sus aportes teóricos, marco conceptuales definiciones de términos básicos referentes al sistema agua espuma.

Capítulo III, Hipótesis, se plantearon las variables que permitirán la elaboración de la matriz de operacionalización de las variables dependientes e independientes.

Capítulo IV, Metodología de la investigación, la cual se desarrolló el diseño metodológico, método de investigación, población y muestra, lugar de estudio, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, así como los aspectos éticos de la investigación.

Capítulo V, se visualizó los resultados y la contrastación del seleccionamiento de suministros y equipos como también la verificación con las hipótesis planteadas

Capítulo VI, se realizó la discusión de resultados y demostración de las hipótesis con otros estudios similares.

Se concluye con el capítulo VII, capítulo VIII y capítulo IX, donde se elabora las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos empleados en el informe final de la tesis.

# **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 Descripción de la realidad problemática**

A nivel mundial, se presenta uno de los grandes problemas más comunes en el sector industrial son las pérdidas de activos fijos, económicos y daños a la propiedad privada y pública; como también su impacto ambiental debido a los incendios industriales, según lo publicado por Jesse Román en su artículo en NFPA, “los incendios que se produce con líquidos inflamables pueden causar lesiones y muertes a las ocupantes del edificio, la población de sus alrededores y socorristas. Estos incendios pueden asimismo causar un daño significativo en el ambiente – destruir la naturaleza, contaminar el agua potable y lanzar productos tóxicos al aire” (Roman, 2018); a su vez la organización internacional NFPA encargada de mantener las normas de prevención contra incendio establece los parámetros básicos y específicos que debe mantener un sistema de protección contra incendio adecuado como también las capacitaciones constantes e instalaciones correctamente establecidas basados en sus artículos emitidos y específicos (Freitag, 2023).

En América Latina, se presentan también varios casos de incendio por parte no solo del sector industrial si no también sector comercial el cual la informalidad y la falta de prevenciones da como resultado la pérdida de mercadería y muerte de personas como ejemplo tenemos el incendio en bodegas de la empresa CIMENTA en la ciudad de Santiago de Chile afectando al aeropuerto AMB retrasando viajes esto debido a la falta de un sistema contra incendio (Martens, 2019), otro caso también se extiende a la ciudad de Nuevo León en México por parte de bodega que almacenaba cartón y desechos plásticos, este incendio tuvo una superficie de 5000 metros cuadrados en el interior del parque industrial (Gonzales, 2021), entre otros.

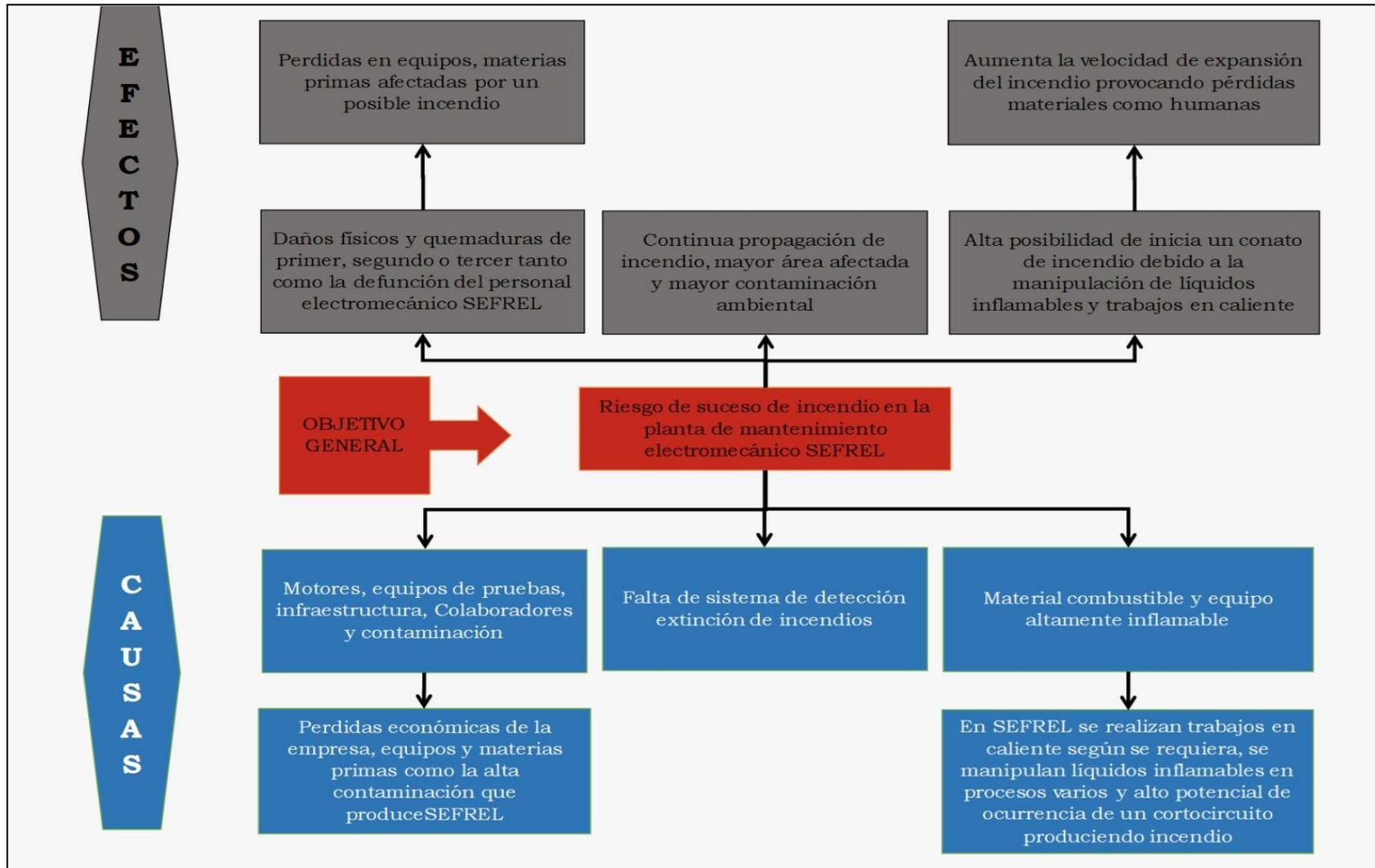
A nivel nacional las normas técnicas peruanas (NTP 350.043) establece los procedimientos para “la selección, distribución, señalización, inspecciones, mantenimiento, pruebas hidrostáticas entre otras”, también las normas A.130

del registro nacional de edificaciones nos especifican “los tipos de sistemas de protección contra incendio adecuados para los tipos de construcción como hoteles, resort, salud, almacenes, centros de diversión, entre otras y para los sectores industriales” (INDECI, 2011) , la norma A.060 del RNE en el artículo 11 menciona que “Los sistemas de seguridad contra incendio dependen del tipo de riesgo de la actividad industrial que se desarrolla en la edificación, proveyendo un número de hidrantes con la presión, caudal y almacenamiento de agua suficientes, así como extintores, concordante con la peligrosidad de los productos y los proceso” (INDECI, 2006).

En la planta de SEFREL INGENIEROS el problema surge debido por almacenamiento de líquidos inflamables en los tanques que han implementado para realizar el proceso de impregnación por vacío (VPI), lo que a su vez conlleva a un aumento en la posibilidad de riesgo de incendio ordinario nivel 2 en la planta. Hoy se encuentra en operación la planta de SEFREL INGENIEROS, cuenta con una media de 15 mantenimientos y reparaciones de motores eléctricos entre baja y media tensión por mes, contando en el proceso con trabajos en caliente, trabajos en frío, trabajos manuales, entre otras. Lo que genera riesgos potenciales tanto como infraestructura, pérdidas humanas, equipos y maquinarias de incendio determinado fundamentalmente por la cantidad de líquido inflamable almacenado en las diferentes áreas, etc.

Es por ello que la empresa SEFREL INGENIEROS requiere un diseño de un sistema que reduzca el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de  $250 m^3$  en su sede Lima enfocándose el correcto cálculo y dimensionamiento del sistema adecuado basándose en las normas NFPA y NTP con respecto a las características propias de los tanques de almacenamiento de barniz.

Figura 1.1 Árbol de Problemas



## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo diseñar un sistema que permita proyectar la reducción en el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de  $250 m^3$  en la planta de SEFREL INGENIEROS?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Qué parámetros de diseño permite el dimensionamiento preliminar de un sistema que reduzca el riesgo de incendio en la planta de SEFREL INGENIEROS?
- ¿Cómo seleccionar el sistema adecuado que permita la elección de equipos contra incendios?
- ¿Cómo seleccionar los equipos contra incendio que permita realizar el dimensionamiento final de un sistema que reduzca el riesgo de incendio?
- ¿Cómo analizar la gestión de riesgo del sistema para proyectar la reducción de riesgo de incendios dentro de la planta de SEFREL INGENIEROS?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar un sistema que permita proyectar la reducción en el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de  $250 m^3$  en la planta de SEFREL INGENIEROS.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar los parámetros de diseño que permita el dimensionamiento preliminar de un sistema que reduzca el riesgo de incendio en la planta de SEFREL INGENIEROS.
- Seleccionar el tipo de sistema adecuado que permita la elección de los equipos contra incendios.
- Seleccionar los equipos contra incendio que permita realizar el dimensionamiento final de un sistema que reduzca el riesgo de incendio
- Analizar la gestión de riesgo del sistema para proyectar la reducción de riesgo de incendios dentro de la planta de SEFREL INGENIEROS.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Justificación Teórica**

Según el autor Suarez (2021), se justifica de manera teórica cuando la investigación genera reflexión y debate académico en el tema desarrollado, respondiendo positivamente a los criterios de conveniencia, relevancia social, aplicación práctica, valor teórico, utilidad metodológica.

Según lo argumentado anteriormente en la presente investigación se justifica de manera teórica debido que la ingeniería aplicada en este estudio contribuye a los lineamientos de diseño y selección de los sistemas de mitigación y extinción de incendios, y se puede generalizar al diseño de los diferentes subsistemas que componen un sistema integral de protección contra incendios para una determinada instalación, estos diseños se trascienden basándose y cumpliendo con Normas y Reglamentos nacionales e internacionales aplicables. Por ello, es conveniente que el diseño de la instalación nos proporcione un nivel aceptable de fiabilidad y seguridad para reducir el nivel de riesgo potencial

que tiene la planta de SEFREL INGENIEROS que implica una positiva relevancia social.

#### **1.4.2 Justificación Práctica**

Según el autor Suarez (2021), se justifica de manera práctica cuando la investigación ayudó a resolver un problema analizando los beneficios que se derivaran de la investigación respondiendo la pregunta ¿Por qué es conveniente llevar a cabo la investigación?

Según lo argumentado anteriormente en la presente investigación se justifica de manera práctica porque contribuye a la reducción del riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de 250 m<sup>3</sup> que tiene la planta de SEFREL INGENIEROS, el diseño del sistema contraincendios es conveniente debido que se enfoca en la evaluación de riesgos.

#### **1.4.3 Justificación Legal**

Según Hernández (2010) señala, el justificante legal en la metodología de investigación se refiere a un documento que demuestra que se ha cumplido con las normas y regulaciones establecidas por las autoridades competentes en el área en la que se desarrolla la investigación, y que es fundamental para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Por lo mencionado la presente investigación presenta justificación legal debido a que se ha cumplido con las normas internacionales NFPA y Normas técnicas peruanas "NTP" que garantiza la validez, confiabilidad y permisos correspondientes por parte de la empresa SEFREL INGENIEROS para el diseño del sistema de reducción del riesgo de incendios.

## **1.5 Delimitantes de la investigación**

### **1.5.1 Delimitante Teórica**

La base para la realización de la presente investigación tiene delimitación teórica ya que se emplea teorías y bibliografías específicas para la elaboración de un diseño de un sistema que reduzca el riesgo de incendio para eso se puede realizar diferentes tipos de procesos hidráulicos, pero el estudio se enfoca y analiza más en la mejora de los cálculos de presión y caudal de las dimensiones del sistema contra incendio para lo cual cumplan con las normas respectivas nacionales e internacionales.

En lo cual es necesario tener conocimiento explícito e implícito de varios temas de investigación y a su vez el apoyo de diferentes expertos en sistemas eléctricos y mecánicos

### **1.5.2 Delimitante Temporal**

La limitante temporal según Alfaro (2012), consiste en estudiar los fenómenos elegidos, solamente dentro de un rango de tiempo que puede ser año o décadas, para ello se deberá especificar el tiempo al que se refiere la investigación.

El tiempo invertido para este estudio nos dimos cuenta que el acceso a la planta es restringido por la producción constante que se maneja en la planta SEFREL INGENIEROS por la cual el tiempo en el estudio de los parámetros de diseño será más extenso por parte de los ingenieros de Operaciones, sin embargo, con las visitas constantes permitidas a sus instalaciones se logró obtener los datos requeridos para plantear el diseño del sistema contra incendio

### **1.5.3 Delimitante Espacial**

Según Arias (2020), preciso el lugar en el cual se realizó el trabajo de investigación, como también verificar los límites desde donde y hasta donde son válidos los resultados que arroje la investigación.

En el área geográfica de la empresa SEFREL INGENIEROS se observó que las oficinas administrativas están restringidas por la cual solo se realizó un aproximado de cálculo por motivos de precaución en la documentación física de la empresa.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

- Illescas (2017) en su tesis “Análisis del volumen óptimo de un tanque de almacenamiento para un sistema contra incendio” tuvo como objetivo principal el análisis de los parámetros hidráulicos en base a su eficiencia en el sistema de protección contra incendios, a su vez el diseño es de tipo no experimental y de tipo analítico con un enfoque cualitativo y técnica de cálculos del diseño basados en normas medioambientales basado en instrumentos de las normas NFPA para realizar el diseño del sistema de tuberías, cálculos de los caudales en los ramales mediante el diámetro del rociador; Según Andrés Illescas menciona que las tareas del proyecto, tanto durante la fase de construcción como en la etapa de operación, tienen un impacto de calificación que se considera insignificante, es decir, por debajo del umbral del 25%. Esta situación se justifica debido a la magnitud del proyecto en sí. Además, concluye que el proyecto en su totalidad cumple con los parámetros hidráulicos y del volumen de almacenamiento calculados a su vez también indica que el sistema cuenta con un total de 75 efectos o repercusiones para lo cual propone un plan de evacuaciones.

Importancia: El análisis de los niveles de riesgo para el diseño de protección contra incendios como alternativa de estudio y el porcentaje de factibilidad del sistema según las normas internacionales NFPA.

- A si mismo Romero (2017) en su tesis “Sistema de control y protección contra incendios para el hospital general de Macas en la provincia de Morona Santiago” señala como objetivo principal poner en marcha y hacer funcionar un sistema de protección y control de incendios es de diseño experimental tipo aplicada, enfoque cuantitativo y de técnica de manipulación de dispositivos, observación y entrevistas basado con

instrumentos de tabulación sistemática de datos concluye que el sistema de control del hospital fue correctamente conectado y el sistema de protección contra incendios del hospital general de Macas resulta en una eficiente y de reacción rápida ante una emergencia por parte del equipo técnico a cargo del sistema.

Importancia: La evaluación del sistema de detección y alarma contra incendio que se utilizó como referencia para el planteamiento complementario del sistema a utilizar.

- También Alcaraz (2018) en su tesis “Diseño, cálculo y simulación de las instalaciones de protección contra incendios para una planta de ciclo combinado de producción de energía” tuvo como sus objetivos principales el planificar, calcular y simular el sistema de prevención de incendios y a su vez realiza la experimentación simulada del proyecto por lo cual lo vuelve de categoría aplicada, también cuenta con una técnica de aplicación del diseño y cálculo basado en los instrumentos de las directrices técnicas complementarias y la utilización de ITC- MIE- APQ-001 en conjunto del Código Técnico de la Edificación y las Normas UNE. Finalmente concluye que al minimizar cualquier riesgo potencial en la sala de control de la instalación industrial y proteger los materiales, cumple con el diseño del sistema de extinción que fue creado e implementado con productos químicos gaseosos. El resto del suministro de agua de la instalación industrial no depende de este sistema.

Importancia: Uso de criterios de diseños establecidos por normas internacionales como su dimensionamiento de los sistemas presentes, también la guía base de la altura manométrica y caudal de bombeo.

- El autor Torres (2019) en su tesis “Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma

NFPA” señaló como objetivo el desarrollar la técnica estructural de un sistema de defensa contra incendios a su vez tuvo como diseño la investigación descriptiva y de método inductivo-deductiva con instrumentos que utilizaron diversas fuentes, como la investigación de campo y las entrevistas con el personal de la empresa, en la parte del enfoque utilizaron el método Gretener, que consiste en identificar los lugares de mayor riesgo y cálculos necesarios para el diseño. Finalmente concluye que es sistema contra incendio tiene que complementarse con medidas internas de protección por los cuales se instalaron extintores de PQS,  $CO_2$  y se utilizó el aditivo al sistema contra incendio de la espuma AFFF, también los detectores de humo, las centrales manuales o de pulsadores y otras herramientas cruciales se instalaron gestionar mediante alarma cualquier tipo de emergencia.

Importancia: Propuesta y diseño de un SPCI con cumplimiento de estándares NFPA, selección de tipo de red hídrica y del sistema de bombeo utilizadas en similitud en el diseño a su vez el tipo de aditivo a su sistema la espuma AFFF, también el seleccionamiento de los sistemas adicionales de un SPCI.

- También Valera (2020) en su tesis “Diseño de un sistema de supresión contra incendio a base de agua para el supermercado Molina de San Ramón de Alajuela con un área de 2622 metros cuadrados, diseñado de acuerdo con las Normas NFPA” señaló como su objetivo principal el diseño de un sistema de extinción de incendios por agua a una determinada área con diseño no experimental de tipo analítico, metodología: cualitativa con técnica de entrevistas a empleados laborales y realización de encuestas zonales, finalmente Valera  
Importancia: Especificación de equipos, elementos principales, accesorios complementarios del sistema y cálculos de la red completa de tuberías requerida que se usó de guía para plantear los cálculos de la red del SPCI.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- Portillo (2019) en su tesis “Gestión de un sistema contra incendios mediante interfaces de comunicación Field server para plantas de procesamiento de oro Caso: Minera Buenaventura” tuvo como objetivo principal la utilización de interfaces de comunicación Field Server para la gestión de un sistema de extinción de incendios, utilizó un enfoque descriptivo y correlacional, diseño no experimental y las metodologías empleadas son normativas, documentales, de contenido y vinculadas al estudio realizado, también la tecnología utilizada en herramientas de comunicación servidor de campo información bibliográfica y los contenidos de listas de control y sitios web. Concluye en la constatación de un importante ahorro de costes en la ejecución del proyecto de inversión destinado a supervisar y garantizar el mantenimiento de los sistemas de prevención de incendios en las distintas zonas del campamento minero.

Importancia: Mejora de la comunicación de paneles contra incendios según su rentabilidad y tiempo de respuesta ante un posible incendio que se utilizó para plantear la selección del panel contra incendio y metodología de costes en el sistema.

- A si mismo Palma (2017) en su tesis “Cálculo del sistema de protección contra incendios por agua para el Terminal Portuario de Chancay” tuvo como objetivo principal el cálculo de un sistema de defensa contra incendios por agua y su diseño fue de carácter analítico no experimental con metodología cualitativa basado en los instrumentos que son normativos, tecnológicos, documentales y de análisis de contenido norma estándar y autoridad competente (AC), a su vez evaluó la compatibilidad de la bomba contra incendios antes de diseñar los planos de instalación del sistema de bombeo de acuerdo con los requisitos de

la norma NFPA 20, lo cual lo llevo a la conclusión de un sistema contra incendio efectivo sin pérdidas por caudal, presión y accesorios, ni sobredimensionamientos a su vez mejoro la seguridad y elaboró una matriz de riesgos de todo el terminal portuario.

Importancia: Proyección de sistema de gabinetes, monitores y sistema de rociadores, así como la elaboración de matriz de riesgos bajo la norma NFPA.

- El autor Alfaro (2016) también presentó su tesis “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la productividad del sistema contra incendios de Westfire Sudamérica S.R.L. en minera Chinalco Perú” teniendo como objetivo principal el desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento de sistemas contra incendios con diseño no experimental de tipo aplicado y método cuantitativo con técnica de observación a su vez los instrumentos que utilizaron fueron una cámara fotográfica, una ficha técnica de inspección y mantenimiento del sistema contra incendios. Alfaro también concluyó que era necesario que todos los equipos de la flota de Minera Chinalco Perú fueron equipados con el sistema contra incendios suministrado por Westfire Sudamérica S.R.L. para mejor monitoreo y control del sistema contra incendio.

Importancia: Identificación de equipos en el centro de operaciones que se utilizó para desarrollar específicos parámetros de diseño y nivel de productividad del sistema contra incendio.

- También Aguilar (2017) presento como tesis “Efectos del programa “previniendo incendios” para mejorar el nivel de conocimiento teórico de prevención y lucha contra incendios en los cadetes de segundo año puente de la escuela nacional de marina mercante “Almirante Miguel Grau” en el año 2016”, teniendo como su objetivo principal la evaluación de los resultados del programa "previniendo incendios", el cual se enfocó

tanto en el combate y en la prevención de incendios de manera gráfica y simulada también el diseño fue no experimental y de tipo aplicado-analítico con un enfoque cuantitativo basado en el instrumento la cual utilizó el programa estadístico SPSS, también se basó en los instrumentos de la fiabilidad de la prueba y el programa; Finalmente se concluyó que gracias al programa "previniendo Incendios" el nivel de conocimientos teóricos de los cadetes de segundo año de la Escuela Nacional de Marina Mercante mejoró significativamente en un 40% como resultado de la introducción del programa.

Importancia: Plan de prevención contra incendios, aumento de conocimiento teórico de prevención y lucha contra incendios que se tomó de referencia para mejoras en planteamiento de plan de evacuación.

- El autor Olano (2018) en su tesis "Implementación de los requisitos de seguridad y la protección contra incendios de la Galería Comercial Mina de Oro, Lima 2018" tuvo como su objetivo principal el establecer medidas de protección contra incendios y de seguridad también tuvo como diseño no experimental de tipo aplicada con enfoque inductivo - deductivo y una técnica aplicada que se basó en la instrumentación del programa estadístico para SPSS 22, a su vez también se comprobó el despliegue de medios de extinción de incendios alrededor del edificio y la disponibilidad de planes de evacuación, para gestionar los criterios de seguridad esenciales para el tipo y la escala de la estructura, se realizó un registro donde se redactó los sistemas de prevención de incendios instalados en su estado actual y se recopiló los datos realizando una exhaustiva inspección de la técnica de seguridad y eficacia (ITSE). Olano concluye que el sistema de prevención de incendios no cumplía los requisitos del Reglamento Nacional de Edificación (RNE) en los siguientes sistemas: detección y alarma centralizadas, armarios de incendios y rociadores sin embargo plantea su diseño de forma sistemática para la alteración de componentes que cumplan con las

normas NFPA, NTP y la galería cumpla con los requisitos solicitados por el RNE.

Importancia: Relación entre requisitos de seguridad y protección que se utilizó para establecer selección de sistema adecuado para el área de VPI.

## 2.2 Bases teóricas

- **Sistema de Bombeo Contra Incendio**

La ubicación de las bombas contra incendios, las bombas de mantenimiento de la presión y las herramientas necesarias para su funcionamiento se organiza en una red. El equipo y sus piezas deben contar con la certificación UL o FM de conformidad con la norma NFPA20. El tamaño, los materiales y las pruebas exigidas por las normas mencionadas se cumplen con los equipos que han recibido una aprobación UL o FM. (Ybirma, 2019)

- **Sistemas contra Incendio**

El término "protección contra incendios" se refiere al conjunto de políticas establecidas en las estructuras para protegerlas contra los impactos del fuego. Estas precauciones se toman con la intención de lograr tres objetivos principales: preservar la vida humana, minimizar los daños financieros provocados por el incendio y permitir la rápida reanudación de las operaciones en la estructura. (Martinez, 2012)

- **Situación Riesgosa**

Factores como la ventilación insuficiente en lugares estrechos, la falta de desagües o diques para evitar vertidos y la falta de ventilación de emergencia en los tanques de almacenamiento pueden provocar incendios y sobrecargas bruscas. (Reyes, 2015)

- **Skid contra incendio**

Conjunto modular de herramientas para el funcionamiento correcto y automatizado de un sistema de extinción de incendios. (Esono, 2015)

- **Dióxido de carbono**

Los primeros extintores de  $CO_2$  se desarrollaron durante la Primera Guerra Mundial, y posteriormente, durante la Segunda, fueron los más utilizados para apagar las llamas de líquidos volátiles. Sin embargo, los

extintores más populares fueron suplantados por agentes químicos en polvo en la década de 1950. (Obregón, 2018)

- **Polvos químicos**

Aunque la capacidad del bicarbonato sódico para apagar incendios quedó demostrada a finales de la primera década del siglo XIX, hubo que esperar hasta 1928 para que se utilizara polvo químico para crear un extintor activado por cartucho que funcionara bien. Mediante el estudio, este agente se fue mejorando, y en 1943 se lanzó una variante de grano más fino y en 1947 una variedad aún más potente.

El aumento del uso de líquidos inflamables llevó a la creación de agentes en polvo más potentes. En 1959 se descubrió que un agente a base de bicarbonato potásico era dos veces más eficaz que el bicarbonato sódico tradicional. (Morales, 2020)

- **Polvos especiales**

La creación de un agente especializado para apagar fuegos que contuvieran estos metales era necesaria debido a la existencia de metales inflamables como el litio, el magnesio y el sodio. Para los agentes que podían utilizarse en fuegos de clase D (metales combustibles), se adoptó la expresión "polvo ESPECIAL", mientras que se mantuvo la palabra "polvo químico" para los agentes que podían utilizarse en fuegos de clase ABC o BC. En 1950 salió al mercado un único extintor de polvo a base de cloruro de sodio. (Hurtado, 2021)

- **Alarma de incendio**

Cuando un detector advierte un incidente, como la presencia de humo, cambios en la iluminación o un cambio rápido de temperatura, se activa el sistema de prevención de incendios.

Este instrumento puede tener una base de timbre, bocina, electromecánica, electrónica o electroacústica.

Para provocar una evacuación, la tecnología advierte a los ocupantes de un edificio sobre la posibilidad de que se produzca un incendio. Algunas alarmas contra incendios tienen la capacidad de producir diversos sonidos para comunicar la información. (Huerta, 2021)

- **Clasificación de fuegos.**

Según el autor Suárez (2021) menciona que las clases de fuego se dividen en:

- Los fuegos de clase A son los que afectan a combustibles comunes como madera, tejidos, papel, caucho y otros tipos de polímeros.
- Fuegos de clase B: son los que se inician en líquidos combustibles e inflamables, como aceites grasos, alquitrán, bases de pintura a base de aceite, disolventes, barnices, alcoholes y gases inflamables.
- Incendios de clase C: Son fuegos que se producen en lugares con equipos eléctricos cargados y que requieren la propiedad no conductora del agente extintor. Los extintores de clase A o B pueden utilizarse con seguridad cuando los equipos eléctricos están sin tensión.
- Los fuegos de clase D son los que afectan a metales inflamables, como el litio, el sodio, las baterías de iones de litio, el titanio, el circonio y el magnesio.
- Los fuegos de clase K son los que se inician en aparatos de cocina que utilizan combustibles como aceite mineral o carbón. aceites, grasas animales y grasas en general.

- **Detectores automáticos**

Los detectores automáticos utilizan diversos fenómenos relacionados con el fuego, como gases, humo, temperatura y radiación ultravioleta, visible o infrarroja, para determinar la existencia de un incendio. Según Robbins (1902) lo divide en las siguientes categorías en función de la teoría que se basan:

- Detectores gaseosos o iónicos: estos dispositivos se basan en el principio de ionización y en la rapidez de los iones producidos por materiales radiactivos que no suponen un riesgo para el ser humano (con mayor frecuencia, el americio).
- Los detectores de humo visibles, también conocidos como detectores de humo ópticos, funcionan transmitiendo luz a través de una célula fotoeléctrica, que desencadena una respuesta en el interior del detector.
- Responden a una temperatura predeterminada para la que han sido calibrados como detector de temperatura. El aspersor o rociador automatizado es una ilustración de ello.
- Detector de llama: Reaccionan a la radiación ultravioleta o infrarroja característica del espectro de una llama.

- **Medida de protección pasiva**

Según Barbieri (2021), una vez iniciado un incendio, las técnicas de seguridad contra incendios tienen por objeto atenuar sus consecuencias negativas. Estas precauciones tienen por objeto principal impedir la propagación del fuego y el humo en una región determinada, permitiendo al mismo tiempo una evacuación segura y ordenada. Estas medidas consisten en:

- El uso de compuertas en los conductos de aire;
- El revestimiento de los edificios.
- La instalación de puertas cortafuegos,
- El diseño de vías de evacuación bien pensadas,
- La colocación de señalización e iluminación de emergencia,
- El uso de compartimentos para detener la propagación del fuego por diversos sectores, etc.

- **Medidas de protección activas**

Estas son diseñadas para asegurar la extinción de cualquier contacto de incendio lo más rápido posible y evitar su extensión en el área delimitada. (Barbieri, 2021)

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Sistemas Contra incendios**

- Concepto: "Los sistemas de protección contra incendios se componen de una serie de estrategias y equipos diseñados para evitar, gestionar y apagar incendios de forma efectiva y segura". (Martinez, 2012)

Cita: "Los sistemas contra incendios incluyen una combinación de equipos, como detectores de humo, alarmas, rociadores automáticos, extintores y sistemas de supresión, que se instalan para proteger la vida humana y los activos en caso de incendio" (NFPA 101: Código de Seguridad Humana).

- Concepto: "La eficacia de los sistemas de prevención de incendios se fundamenta en la pronta detección, activación rápida y una respuesta apropiada para manejar y apagar el fuego de manera oportuna.". (Quiroz, 2017)

Cita: "La rápida detección y activación de los sistemas contra incendios es esencial para minimizar los daños y aumentar la seguridad. Una respuesta inmediata y bien coordinada puede prevenir la propagación del fuego y proteger vidas y propiedades" (NFPA 72: Código de Alarmas de Incendio y Señalización).

- Concepto: "Es necesario que los sistemas de protección contra incendios cumplan con regulaciones y pautas particulares para asegurar su efectividad y fiabilidad.". (Morales, 2020)

Cita: "Los sistemas contra incendios deben cumplir con las normas y estándares establecidos por organizaciones reconocidas, como la NFPA, que definen los requisitos mínimos para el diseño, instalación y

mantenimiento de estos sistemas, asegurando su correcto funcionamiento en caso de incendio" (NFPA 13: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores).

- Concepto: "Es factible diseñar sistemas de protección contra incendios que se ajusten a distintas estructuras y usos, tomando en cuenta sus atributos y requerimientos particulares". (Huerta, 2021)

Cita: "Los sistemas contra incendios deben ser diseñados teniendo en cuenta la ocupación y el uso del edificio, considerando factores como el tamaño, la altura, la carga de fuego y la presencia de materiales inflamables, para asegurar una protección adecuada y eficiente" (NFPA 101: Código de Seguridad Humana).

- Concepto: "Los sistemas de protección contra incendios necesitan ser sometidos a un mantenimiento periódico y a pruebas regulares para garantizar su correcto funcionamiento y rendimiento óptimo". (Martinez, 2012)

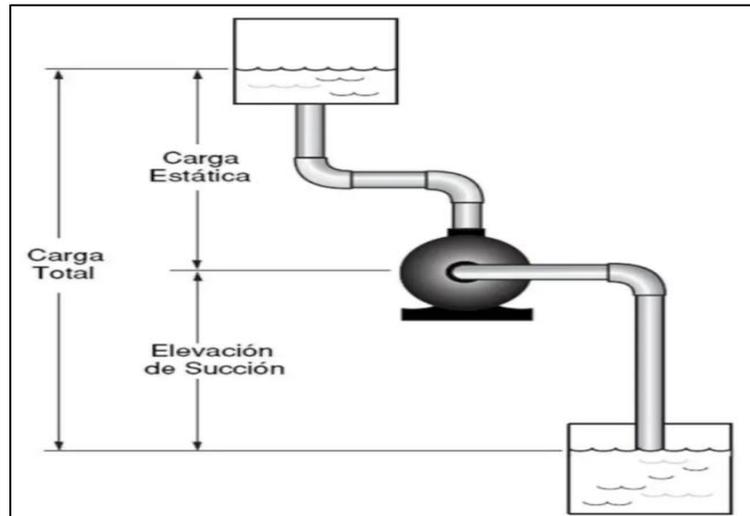
Cita: "El mantenimiento adecuado de los sistemas contra incendios es esencial para garantizar su disponibilidad y confiabilidad. Las inspecciones, pruebas y tareas de mantenimiento rutinarias son necesarias para identificar y corregir posibles fallas o deficiencias que podrían comprometer la eficacia del sistema" (NFPA 25: Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios de Agua). "Es fundamental realizar un mantenimiento adecuado de los sistemas de protección contra incendios para asegurar su funcionamiento y confiabilidad. La realización regular de inspecciones, pruebas y tareas de mantenimiento es necesaria para detectar y solucionar posibles fallas o deficiencias que podrían afectar la eficacia del sistema" (NFPA 25: Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios de Agua).

## Parámetro de diseño

- **Altura Neta de Succión**

- Es la diferencia entre la presión hidráulica de succión en metros y la presión absoluta del vapor del líquido en el sistema de bombeo de fluido. (Monge, 2018)

Figura 2.3.1. NPSH – Carga de Succión

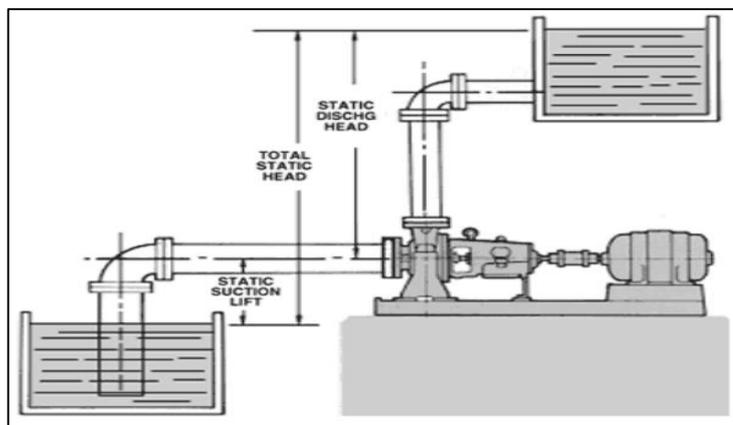


Fuente: [HTTPS://FRANKLINLINKMX.WORDPRESS.COM](https://franklinlinkmx.wordpress.com)-2018

- **Altura Dinámica**

- Se refiere a la disparidad entre la presión de descarga y la presión de succión en el sistema de bombeo de líquidos. (Salcedo, 2011)

Figura 2.3.2. Carga Dinámica Total en un Sistema de Bombeo



Fuente: [HTTPS://WWW.FESMEX.COM](https://www.fesmex.com)-2011

- **Densidad**

Cantidad utilizada para indicar la masa de una sustancia por unidad de volumen en unidades de UTM /  $m^3$  y Kg /  $m^3$ . (Pérez, 2002)

**Ecuación 2.1. Fórmula de la densidad**

$$\rho = \frac{m(\text{peso})}{V(\text{volumen ocupado})} \quad (2.1)$$

- **Distribuidores o Consumidores Directos de Combustibles Líquidos**

Las personas físicas o jurídicas que adquieren combustible en el país o importan combustible exclusivamente para su uso interno en el contexto de sus actividades. Para ser considerados consumidores directos, deben disponer de equipos adecuados para recibir y almacenar los productos ingresados, con una capacidad mínima de 1  $m^3$  o 26,17 galones. A los consumidores directos se les prohíbe suministrar combustibles derivados de hidrocarburos y otros productos a terceros, a menos que el lugar se encuentre en una zona remota o carente de instalaciones minoristas. (Osinermin, 1993)

- **Peso específico**

Relación de la masa de una sustancia por unidad de volumen. La gravedad específica varía según la situación debido a la gravedad (g). (Coluccio, 2021)

**Ecuación 2.2. Fórmula del peso específico**

$$P_e = \frac{m \cdot g(\text{masa} \cdot \text{gravedad})}{V(\text{volumen})} = \rho \cdot g(\text{densidad} \cdot \text{gravedad}) \quad (2.2)$$

- **Presión (P)**

Magnitud cuantificada por la resultante de la fuerza aplicada sobre una superficie determinada. (Douglas, 2004)

### **Ecuación 2.3. Fórmula de la presión**

$$P = \frac{F(\text{fuerza})}{A(\text{área})} \quad (2.1)$$

- **Tanques de Almacenamientos**

Depósito usado generalmente para almacenar distintos tipos de sustancia ya sea fluidos o gaseosos. (Iberia, 2022)

**Figura 2.3.3. Tanques de Almacenamientos**



Fuente: [HTTPS://AEVIBERICA.COM](https://AEVIBERICA.COM)-2022

- **Tanques atmosféricos**

Depósito o tanque de almacenamiento diseñado especialmente para funcionar a una presión ambiental. Ideales para almacenar fluidos líquidos. (Díaz, 2018)

**Figura 2.3.4. Tanques Atmosféricos**



Fuente: DIAZ-2018

- **Tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano**

Contenedores en donde se puede almacenar grandes cantidades volumétricas a bajo costo. Existe la limitación de que solo se puede usar a presión atmosférica o presión interna relativamente baja. Estos tipos de tanques se clasifican en tanques de techo fijo, tanques de techo flotante y tanques que no tienen techo. Generalmente utiliza estándares de construcción como API 650, API 620 y AWWA D100. (León, 1994)

**Figura 2.3.5. Tanque Cilíndrico Vertical de Fondo Plano**



Fuente: [HTTPS://ES.SCRIBD.COM](https://es.scribd.com)-2010

- **Tanques Cilíndricos Atmosféricos de techo flotante**

Contenedores los cuales están caracterizados por poseer un techo que se adecua al nivel del líquido dentro del tanque. Añadido a esto, tienen un sistema de sellado el cual evita la evaporación del producto almacenado. (Yuridia, 2021)

**Figura 2.3.6. Tanque Cilíndrico Atmosférico de Techo Flotante**



Fuente: YURIDIA-2021

- **Tanques Horizontales**

Este tipo de tanque se caracteriza por asegurar una mayor estabilidad de la sustancia a almacenar, así como facilidad de transporte. (Iberia, 2022)

**Figura 2.3.7. Tanques Horizontales**



Fuente: IBERIA-2022

- **Volumen específico (Vs)**

Magnitud que mide el volumen que ocupa por unidad de masa. (Del Amo, 2022)

**Ecuación 2.4. Cálculo del volumen específico**

$$V_s = \frac{V(\text{volumen})}{m(\text{masa})} = \frac{1}{\rho(\text{densidad})} \quad (2.2)$$

- **Fluido**

Una sustancia que continúa deformándose debido a su alta movilidad molecular y baja atracción. (Del Amo, 2022)

- **Ecuación de Darcy**

Esta ecuación se emplea para determinar las pérdidas de flujo en medios porosos, donde el caudal está relacionado con la superficie atravesada y la diferencia de presión del agua, e inversamente proporcional a la longitud del tubo. (Darcy-Weisbach, 2022)

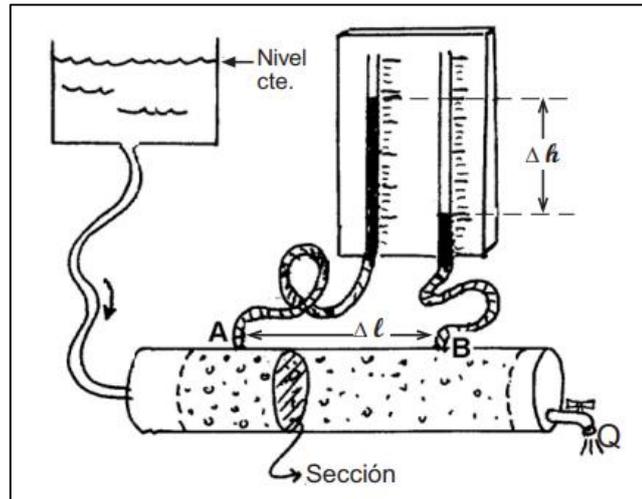
**Ecuación 2.5. Ecuación de Darcy-Weisbach**

$$Q(\text{caudal}) = -KA \, dh/dl \quad (2.3)$$

En esta ecuación, se representan las siguientes variables:

- ✓ Q: es la velocidad de flujo de agua, es decir, la cantidad de agua que pasa por unidad de tiempo.
- ✓ K: es la conductividad hidráulica, que indica la capacidad del medio para permitir el flujo de agua.
- ✓ A: es el área de la sección transversal de la columna, que determina el espacio disponible para el flujo de agua.
- ✓ dh/dl: es el gradiente hidráulico, que representa el cambio de altura en relación con la longitud de interés.

Figura 2.3.8. Parámetro de carga constante



Fuente: DARCY-WEISBACH-2010

- **Ecuación de Hazen-Williams**

Este método se emplea específicamente para calcular la velocidad del agua en tuberías circulares completamente llenas o conductos cerrados que funcionan bajo presión. (Hazen-Williams, 2022).

Su formulación en función del radio hidráulico es:

**Ecuación 2.6. Ecuación de Hazen-Williams**

$$u = 0.8494CR_h^{0.63}S^{0.54} \quad (2.4)$$

Tenemos el  $R_h$ :

**Ecuación 2.7. Fórmula del radio hidráulico**

$$R_h = \frac{\text{Área de flujo}}{\text{Perímetro húmedo}} \quad (2.5)$$

Reemplazando

**Ecuación 2.8. Cálculo del caudal en función de la tubería**

$$Q = 0.2787CD_i^{(4.87/1.85)}S^{(1/1.85)} \quad (2.6)$$

### Ecuación 2.9. Fórmula del caudal en función de la tubería

$$Q = 0.2787CD_i^{2.63}S^{0.54} \quad (2.7)$$

Donde

- ✓  $u$  = Velocidad media del agua en el tubo (m/s)
- ✓  $R_h$  = Radio hidráulico(m)
- ✓  $Q$  = Caudal (volumen por tiempo)
- ✓  $C$  = Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo
- ✓  $D_i$  = Diámetro interior (m)
- ✓  $S$  = Pendiente o pérdida de carga por unidad de longitud de tubo (m/m)

### Selección del sistema

- **Espuma**

Medio o sustancia usada para sofocar incendios provocados por líquidos inflamables. Se caracteriza por añadir una capa sin aire que impide que la sustancia inflamable reaccione con el oxígeno. (Torres, 2021)

**Figura 2.3.9. Espumas Contra Incendios**



Fuente: TORRES-2021

- **Espuma AFFF**

Es un tipo de espuma el cual crea una capa o película acuosa para sofocar el fuego, ideal para hidrocarburos. AFFF se traduce como Espuma Formadora de Película Acuosa o Aqueous Film Former Foam. (Torres, 2021)

- **Espuma AFFF**

Tipo de espuma con una resistencia al alcohol que usa fluoro proteínas para extinguir el fuego. Se traduce como Fluoro proteínicos de Película Acuosa Resistente al Alcohol. (Torres, 2021)

## Selección de equipos para el sistema

- **Cañones contra incendios**

Dispositivo mecánico que transforma el agua de presión normal a una con presión alta para riego o enfriamiento en un área definida. (Colmena, 2021)

**Figura 2.3.10. Columna de hidrante con monitor de agua para redes contra incendio**



Fuente: COLMENA-2021

- **Bomba Centrífuga**

Este tipo de bomba produce presión principalmente mediante la fuerza centrífuga y es especialmente adecuada para aplicaciones que requieren altos caudales de agua. (Colmena, 2021)

**Figura 2.3.11. Bomba Centrífuga**



Fuente: COLMENA-2021

- **Bomba Contra incendio**

Una bomba diseñada especialmente para la prevención de incendios que proporciona caudal y presión. (López, 2015)

**Figura 2.3.12. Bomba Contra Incendio**



Fuente: LÓPEZ-2015

- **Bomba Presurizadora-Jockey**

Una pequeña bomba auxiliar destinada a mantener la presión del sistema y evitar que la bomba principal se ponga en marcha debido a pequeñas fugas o demandas insignificantes en toda la red. (López, 2015)

**Figura 2.3.13. Bomba Jockey**



Fuente: LÓPEZ-2015

- **Controlador de la Bomba Jockey**

Una El controlador para la bomba jockey debe ser listado, pero no el servicio contra incendio sino como panel de control industrial, a su vez sirve para arrancar cuando la presión en el sistema de extinción de incendio disminuye hasta un nivel fijado. (López, 2015)

**Figura 2.3.14. Controlador de la Bomba Jockey**

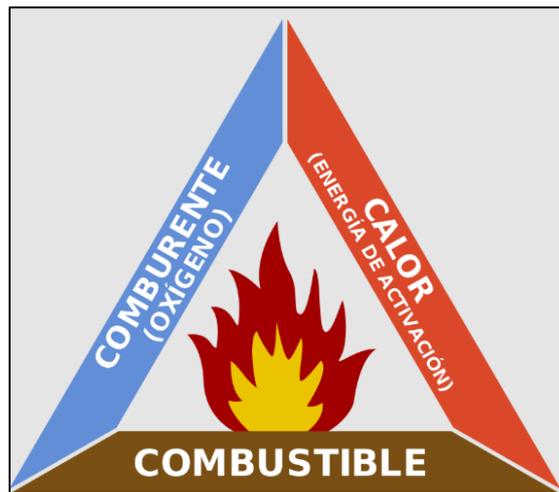


Fuente: LÓPEZ-2015

- **Incendio**

Fuego incontrolado que abrasa algo que no debe de quemarse. Se clasifica en clases (A, B, C, D y K). (Hurtado, 2021)

**Figura 2.3.15. Triangulo de Fuego**



Fuente: HURTADO-2021

- **Pool Fire**

Debido a una fuga de un líquido inflamable, la llama se propaga en un flujo turbulento en un charco horizontal de combustible. Los incendios también pueden ocurrir en los tanques de almacenamiento. (Hurtado, 2021)

**Figura 2.3.16. Pool Fire**



Fuente: HURTADO-2021

- **Métodos de extinción de incendio**

Existen muchos métodos de extinción de incendio siendo los más conocidos el método por Extintores portátiles, Bocas o cañones contra incendio, aspersores y la instalación de sistema contra incendio. (Huerta, 2021)

**Figura 2.3.17. Espumas Contra Incendios**



Fuente: HUERTA-2021

### 2.3.2. Riesgo de incendio

- Concepto: "El análisis de riesgos se emplea de manera metódica para identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados a una actividad, proyecto o situación específica", basado en "El análisis de riesgos es una herramienta crucial para identificar y evaluar los peligros potenciales, evaluar las vulnerabilidades y tomar medidas adecuadas para minimizar los riesgos en cualquier contexto" (ISO 31000, 2012).
- Concepto: "El análisis de riesgos implica la identificación y evaluación de los riesgos con el fin de determinar su probabilidad de ocurrencia y el impacto que podrían tener en los objetivos o resultados deseados.", basado en "El análisis de riesgos implica la identificación de amenazas, la evaluación de su probabilidad y consecuencias, y la estimación del riesgo resultante. Este proceso permite priorizar las acciones de gestión de riesgos y tomar decisiones informadas" (PMBOK, 2021).
- Concepto: "El análisis de riesgos puede contribuir a la toma de decisiones fundamentadas y a la implementación de estrategias de mitigación para reducir o controlar los riesgos identificados", basado en "El análisis de riesgos proporciona una base sólida para tomar decisiones bien fundamentadas, implementar estrategias de mitigación efectivas y asignar recursos de manera adecuada para gestionar los riesgos de manera proactiva" (ISO 31010, 2012).
- Concepto: "El análisis de riesgos puede ser cualitativo o cuantitativo, dependiendo del enfoque utilizado para evaluar la probabilidad y el impacto de los riesgos", basado en "El análisis de riesgos puede ser realizado utilizando métodos cualitativos, que se basan en juicios expertos y escalas de valoración subjetivas, o métodos cuantitativos, que involucran el uso de datos numéricos y cálculos estadísticos para evaluar los riesgos de manera más precisa" (ISO/IEC-73, 2014).

- Concepto: "El análisis de riesgos es un proceso en constante evolución que requiere revisiones y actualizaciones periódicas, ya que los riesgos pueden cambiar con el tiempo debido a factores internos o externos", basado en "El análisis de riesgos es un proceso dinámico que requiere una revisión y actualización periódica. Los riesgos pueden evolucionar debido a cambios en el entorno, las condiciones operativas o las nuevas amenazas, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante y una evaluación regular para garantizar una gestión efectiva de los riesgos" (ISO 31000, 2012).

El concepto de "exposición al riesgo de incendio" describe la interacción entre las medidas de protección establecidas y los posibles riesgos que un incendio puede proporcionar tanto a los edificios como a las personas.

- Energía, 2007, Decreto Supremo de Energía No 043-2007-EM: Reglamento de Seguridad para las Actividades Hidrocarburíferas y Modificaciones a Diversas Disposiciones - Sección 11: Equipos y Sistemas de Protección contra Incendios - Título 111º: Equipos y Sistemas de Protección en Actividades de Hidrocarburos - Artículo 92º: Requisitos mínimos de los sistemas de enfriamiento de agua para tanques de almacenamiento de techo fijo o flotante. (Energía, 2007).
- El Decreto Supremo N° 052-1993-EM, emitido en 1993, se titula Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos y sus Modificaciones, Capítulo VII: Protección contra Incendios, y Título IV: Diseño, Construcción y Operación de Instalaciones.
- Código contra Incendios, NFPA 1, Sección 2.
- Norma de Espumas de Baja, Media y Alta Expansión (NFPA 11).
- NFPA 14: Norma para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras. Se incluyen las secciones 4, 7 y 8.

- NFPA 20: Norma para la instalación de bombas estacionarias para la protección contra incendios. Secciones 4 y 6.
- La instalación de tuberías privadas de servicio contra incendios y sus accesorios se rige por la NFPA 24. Secciones 4, 12 y 15. Secciones 4, 12 y 15.
- Código de Líquidos Inflamables y Combustibles, NFPA 30. Capítulo 3.

#### **2.4. Definición de términos básicos**

Según Huerta (2021), en su artículo “Sistema de detección y alarma contra incendio”, menciona los siguientes términos:

- Caudal: Es la cantidad de agua que el sistema de protección contra incendios debe suministrar para extinguir un incendio. El caudal se determina según el tipo de riesgo de incendio y la normativa local correspondiente.
- Presión: Es la fuerza necesaria que debe tener el agua para llegar a la altura y distancia requeridas y así extinguir un incendio. La presión se establece en función del caudal necesario y las características del sistema de tuberías y accesorios.
- Ubicación de hidrantes: Los hidrantes deben estar situados en lugares estratégicos y accesibles para su fácil utilización en caso de incendio. Su ubicación se determina en base al tamaño y la configuración del área que se va a proteger.
- Tipos de sistemas de tuberías: Existen diferentes tipos de sistemas de tuberías para protección contra incendios, como los sistemas de tuberías secas, húmedas y de pre-acción. La elección del sistema se realiza considerando el tipo de riesgo de incendio y la normativa local correspondiente.
- Sistema de detección y alarma: Los sistemas de protección contra incendios deben contar con dispositivos de detección y alarmas para

alertar a las personas en caso de incendio. El tipo de sistema de detección y alarma se selecciona en función del tipo de riesgo de incendio y la normativa local.

- Extintores: Los extintores son equipos portátiles utilizados para apagar pequeños incendios. Deben estar ubicados estratégicamente y ser adecuados para el tipo de riesgo de incendio.
- Mantenimiento: Es necesario realizar un mantenimiento regular del sistema de protección contra incendios para garantizar su buen funcionamiento. Esto incluye pruebas, inspecciones y reparaciones.
- Sistema de protección contra fuegos: Se refiere a un conjunto de dispositivos, equipos y métodos diseñados para detectar, contener y extinguir incendios de manera segura y eficiente. Estos sistemas se implementan para salvaguardar la seguridad de las personas, los activos y el entorno en caso de incendio.
- Riesgo de incendio: El riesgo de incendio se refiere a la posibilidad de que ocurra un incendio en un entorno o situación específica. Este riesgo está influenciado por factores como la presencia de materiales inflamables, la falta de medidas de seguridad adecuadas, la facilidad de propagación del fuego y la presencia de fuentes de ignición.
- Almacenamiento en contenedores: Los contenedores de almacenamiento son recipientes diseñados para guardar y preservar líquidos, como el barniz. Estos contenedores pueden variar en tamaño y capacidad, y se utilizan comúnmente en la industria para almacenar productos químicos inflamables o combustibles.
- Recubrimiento: El recubrimiento es una sustancia líquida aplicada a superficies con el fin de proporcionar protección, brillo y acabado. Algunos recubrimientos pueden contener compuestos químicos inflamables, lo que representa un posible riesgo de incendio

- El desarrollo de sistemas de prevención contra incendios implica la planificación y creación de un sistema apropiado para detectar, contener y extinguir incendios en un entorno específico. Esto abarca la elección de dispositivos y equipos de detección y extinción de incendios, así como la determinación de su ubicación estratégica y la configuración general del sistema.
  
- La mitigación de riesgos de incendio se refiere a la implementación de medidas y estrategias para reducir la probabilidad de que ocurra un incendio y minimizar las posibles consecuencias negativas. En el contexto de los tanques de almacenamiento de barniz, esto puede incluir acciones preventivas como el control de la temperatura, una ventilación adecuada, la separación segura de otros materiales inflamables y la aplicación de sistemas de protección contra incendios eficaces.

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

El diseño de un sistema permitirá proyectar una reducción en el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de  $250 m^3$  en la planta de SEFREL INGENIEROS

##### **3.1.2 Hipótesis específicas**

- Los parámetros de diseño permitirán el dimensionamiento preliminar de un sistema que reduzca el riesgo de incendio en la planta de SEFREL INGENIEROS.
- La selección del tipo de sistema adecuado permitirá la elección de los equipos contra incendios.
- La selección de los equipos contra incendio permitirá el realizar el dimensionamiento final de un sistema que reduzca el riesgo de incendio.
- El análisis de la gestión de riesgo del sistema permitirá proyectar la reducción riesgos de incendios dentro de la planta de SEFREL INGENIEROS.

##### **3.1.3. Operacionalización de variable**

###### **Variable Independiente**

Diseño de un Sistema

###### **Variable dependiente**

Riesgo de Incendio

En la tabla N°3.1 se muestra la relación de las variables de la investigación con los objetivos específicos

**Tabla 3.1 Operacionalización de las variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO Y TÉCNICA
VI: DISEÑO DE UN SISTEMA	(Cruz, 2018). Un sistema contra incendio diseñado hidráulicamente deberá de cumplir con la densidad de descarga sobre un área de aplicación de manera uniforme.	Determina los parámetros o palancas de que dispone en la organización para definir y/o modificar su estructura.	PARÁMETRO DE DISEÑO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CIUDAD DEPARTAMENTO	<b>Método de investigación.</b>
				ÁREA GEOGRÁFICA	m <sup>2</sup>	
				TIPO DE ALMACENAMIENTO	UND	
		Analizamos el tipo de sistema que conformara sistema contra incendio para el tipo de combustible en la planta.	SELECCIÓN DEL SISTEMA	ESTUDIO DE RIESGO INICIAL	PLANTA	Análítico Sintético
				LÍQUIDO INFLAMABLE	MATERIAL	
				ÁREA DE ALMACENAMIENTO	m <sup>2</sup>	
VD: RIESGO DE INCENDIO	(Carmona, 2022) Cada año los incendios industriales son más frecuentes debido a que se trabaja con líquidos inflamables, equipos eléctricos y combustibles ordinarios, para eso se deben tomar las medidas de protección contra incendio y conocer cuáles son las principales causas de los incendios en las industrias para reducir las probabilidades de que ocurra un siniestro.	El previo análisis me indicara la práctica de identificar y analizar los diferentes tipos de riesgos en la planta.	ANÁLISIS DE RIESGO	ESTUDIO DE RIESGO FINAL	PLANTA	Especificaciones Técnicas, Análisis de Arreglo General de Tanques, Estudio de Riesgos, Ubicación geográfica
				COMPARATIVA DE ESTUDIOS DE RIESGOS		
				SEÑALIZACIONES		
		Implica el procedimiento de reconocer, examinar y evaluar las posibilidades de pérdidas y consecuencias adicionales.	GESTIÓN DE RIESGO	PLAN DE INDUCCIONES	PERSONAL	
				PLAN DE EVACUACIONES	PLANTA	
				SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL SISTEMA	UND	
VI: DISEÑO DE UN SISTEMA	(Cruz, 2018). Un sistema contra incendio diseñado hidráulicamente deberá de cumplir con la densidad de descarga sobre un área de aplicación de manera uniforme.	Analizamos el tipo de sistema que conformara sistema contra incendio para el tipo de combustible en la planta.	SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL SISTEMA	PRESIÓN	PSI	<b>Técnica de investigación.</b>
				CAUDAL	GPM	
				SUMINISTRO ENERGÉTICO	KW	
				BOMBA CONTRA INCENDIO	UND	
				SELECCIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS	M/UND	
				SELECCIÓN DE ROCIADORES E HIDRANTES	UND	
COTIZACIÓN	DÓLAR					

Fuente: Elaboración Propia

## **IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

### **4.1. Diseño metodológico**

#### **4.1.1. Tipo de Investigación**

En la presente investigación es de tipo aplicada y diseño de investigación no experimental.

#### **Investigación del tipo Aplicada**

Según Arias (2020), la investigación aplicada se enfoca en abordar cuestiones concretas y prácticas en la sociedad o las empresas, proponiendo soluciones viables y necesarias a distintos problemas.

Por consiguiente, la investigación es de tipo aplicada ya que está orientada a solucionar un problema elaborando un diseño de un sistema que reduzca el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables en la planta de SEFREL INGENIEROS sede Lima.

#### **Nivel de investigación**

Según Tamayo (2003), la “investigación descriptiva es aquella que involucra la explicación, registro, examen y comprensión del entorno natural actual, junto con la elaboración del fenómeno procesal, lo cual brinda una adecuada interpretación de los acontecimientos de la realidad y sus características principales es presentar una interpretación precisa”.

Con lo mencionado anteriormente el nivel de investigación es descriptiva debido a que se realizó el registro, análisis e interpretación del diseño de sistema de protección contra incendios, describiendo el proceso del mismo para proporcionar la interpretación adecuada.

## **Enfoque de la Investigación**

Valderrama (2013), “El método cuantitativo en investigación se destaca por recopilar y analizar datos con el propósito de abordar la formulación del problema de investigación de manera precisa.”

En contexto con el autor la investigación cuenta con el enfoque cuantitativo por haberse realizado la recolección de datos como base para el diseño del sistema de protección contra incendio con el análisis de los datos resultantes para solventar la reducción de riesgos.

### **4.1.2. Diseño de investigación**

En la presente investigación es diseño de investigación no experimental - transversal.

#### **Investigación no experimental**

Según Mendoza (2002), “El diseño de investigación no experimental se realiza sin la intencionalidad de manipular variables independientes, observando la población de muestra en su entorno natural y real, y analizando su entorno natural para medir niveles de correlación, explicar causas y efectos, y en algunos casos, predecir posibles problemas futuros.”

La investigación es de tipo no experimental debido a que no manipula ninguna variable y se basa en un diseño de un sistema para la reducción del riesgo que puede ocasionar el incendio por el almacenamiento de líquidos inflamables como el barniz para lo cual se realiza la comparativa entre el riesgo anterior y el riesgo actual mediante los factores de observación de fenómenos y cuadros comparativos de la empresa para así poder analizarlos y prever un accidente potencial.

## **Estudio de la longitud**

A si mismo Valderrama (2013), “El objetivo del diseño transversal es investigar la prevalencia y los valores en los que se presentan una o más variables.”

De acuerdo con lo mencionado la presente investigación es de diseño transversal descriptivo en consecuencia que se analiza la incidencia del diseño en la variable de riesgo, registrando su variabilidad.

### **4.2. Método de investigación**

El método de investigación utilizado es analítico y sintético, lo que implica examinar los hechos al separar el objeto de estudio para analizarlo de manera individual y luego reunir y estudiar el conjunto en su totalidad de manera integral.

#### **4.2.1 Método analítico**

Valderrama (2013), menciona la descomposición de un todo en sus partes para observar las relaciones, naturaleza y efecto; para comprender su esencia lo que permitirá comprender mejor su funcionamiento.

La investigación usa el método analítico ya que sectoriza la dimensión, seleccionando componentes de acuerdo con las condiciones de trabajo, considerando su relación entre estas, lo que conlleva a un eficiente desarrollo del funcionamiento del sistema en diseño.

#### **4.2.2. Método sintético**

A si mismo Valderrama (2013), menciona la síntesis es un proceso de razonamiento que busca reconstruir un todo a partir de los elementos identificados mediante el análisis, con el objetivo de comprender la esencia en todas sus partes y particularidades.

En consecuencia, de lo mencionado anteriormente la presente investigación del diseño del sistema contra incendio usa el método sintético

ya que analizará de forma sintetizada y esquematizada en planos y cálculos para su debida comprensión, sustentando su relación con el riesgo en la planta SEFREL INGENIEROS sede Lima.

#### 4.3. Población y muestra.

A los efectos de esta investigación, la población es abarcada por los 02 tanques de almacenamiento encontrados en el área del VPI en la planta de SEFREL INGENIEROS. Esto queda delimitado por el problema y los objetivos de la investigación. (Palomino, 1994)

Si es posible acceder a toda la población y al personal de la planta en su totalidad, no será requerido tomar una muestra. Por lo tanto, se podrá investigar u obtener datos de todo el personal en la planta, sin que necesariamente se trate de una encuesta o censo.

#### 4.4. Lugar de estudio.

La ubicación de estudio de la presente investigación se realizó en la Planta de Servicios Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas Ingenieros (SEFREL INGENIEROS), ubicada en la Av. Guillermo Dansey 949, Lima.

#### 4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

Tabla 4.1 Técnicas e instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Análisis Documental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de Especificaciones Técnicas.</li> <li>• Ubicación geográfica.</li> <li>• Análisis de Normas Aplicables al Sistema.</li> <li>• Estudio de Campo.</li> <li>• Estudio de Riesgos.</li> <li>• Áreas Disponibles.</li> <li>• Análisis General del Reservorio.</li> <li>• Programa documentario de la Empresa.</li> </ul>

---

Mediciones Convencionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección Visual.</li> <li>• Estudio de Suelo.</li> <li>• Documentación de Contenidos.</li> <li>• GPS</li> <li>• Medidores de Distancias.</li> <li>• Anemómetros.</li> <li>• Manómetros</li> <li>• Programas de simulaciones.</li> <li>• Programas de cálculo.</li> </ul>
---------------------------	---

---

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos.**

Utilizando la información recopilada, se llevarán a cabo los cálculos necesarios para determinar el diseño de un sistema contra incendios. Basándose en los conocimientos de teorías fundamentadas, que se establecerán las siguientes etapas:

##### Etapa 1: Parámetros de diseño

- ✓ Ubicación territorial
- ✓ Área geográfica
- ✓ Tipo de almacenamiento
- ✓ Estudio de riesgo inicial

##### Etapa 2: Selección del sistema

- ✓ Líquido inflamable
- ✓ Área de almacenamiento
- ✓ Tipo de riesgo

##### Etapa 3: Selección de equipos para el sistema

- ✓ Presión
- ✓ Caudal
- ✓ Suministro energético
- ✓ Bomba contra incendio
- ✓ Selección de tuberías
- ✓ Selección de rociadores-hidrantes
- ✓ Cotización

#### Etapa 4: Análisis de riesgo

- ✓ Estudio de riesgo final
- ✓ Comparativa de evaluación de riesgo

#### Etapa 5: Gestión de riesgo

- ✓ Señalizaciones
- ✓ Plan de inducciones
- ✓ Plan de evacuaciones

Para la realización de la presente investigación se consideraron todas las áreas de la planta encontradas en el primer nivel (Sala de Pruebas, Predictivo, VPI, Mecánica, Bobinado, Maestranza, Metalizado y Cerrajería); por lo cual se dividió en 5 etapas las cuales están en función de las dimensiones de las variables operacionales

En la primera etapa se hizo un estudio del lugar o ubicación territorial donde está ubicada la planta SEFREL INGENIEROS, a su vez se tomó datos del área geográfica general y el tipo de almacenamiento que se trabaja a diario para la reparación de motores eléctricos, transformadores entre otros y finalmente realizar el estudio general del riesgo inicial tanto por los factores medio ambientales como humanos y así poder pasar a la segunda etapa

La segunda etapa se estudió los tipos de líquidos inflamables que almacena como también su área de almacenaje y ubicación, finalmente se analizó exhaustivamente cada área de la empresa y así se determinó el tipo de riesgo y clasificación según la normas nacionales e internaciones que presenta la empresa SEFREL INGENIEROS.

En la tercera etapa se calculó la presión y el caudal para lo cual se tomó un punto del suministro energético para la alimentación de los tableros luego se procedió a la selección de la bomba contra incendio, tubería y demás accesorios para lo cual se realizó el cálculo y selección de rociadores e hidrantes para realizar una cotización precisa en la instalación del sistema en general.

En la etapa cuatro se realizó un estudio de riesgo final para realizar la comparativa de cuanto se redujo el riesgo con el sistema contra incendio diseñado.

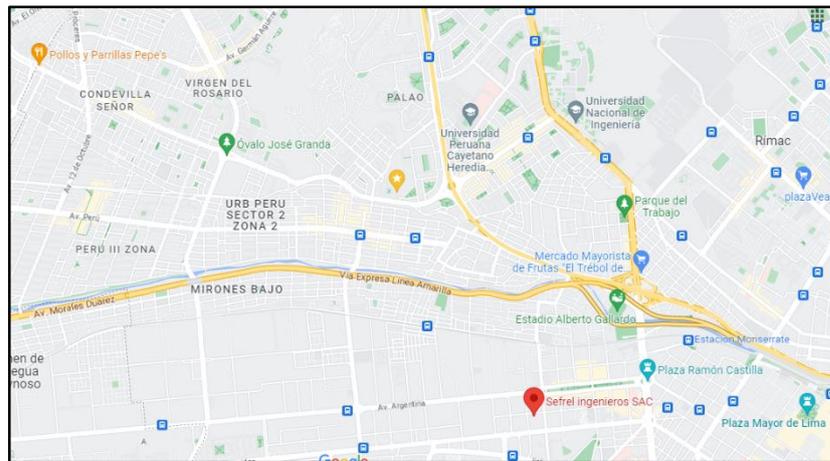
Finalmente, en la quinta etapa se implementó las señalizaciones y se explicó la gestión de riesgo como sus planes de inducciones para accionar el sistema contra incendio y evacuación en caso de un siniestro no controlado.

#### 4.6.1. Etapa 1. Parámetros de diseño

- **Ubicación territorial**

La dirección legal de la empresa SERVICIOS FABRICACIONES Y REPARACIONES ELECTROMECHANICA. - SEFREL INGENIEROS. en Perú es Av. Guillermo Dansey Nro. 949, ubicada entre las calles Cárcamo y Colonial. Esta dirección se encuentra en el distrito de Lima, en la ciudad de Lima, la capital de Perú.

**Figura 4.6.1. Ubicación Territorial**



Fuente: GOOGLMAPS-2022

- **Área geográfica**

El área geográfica de la empresa SEFREL INGENIEROS, según los planos de arquitectura podemos verificar que es un total de:

#### **Ecuación 4.1. Cálculo del área geográfica**

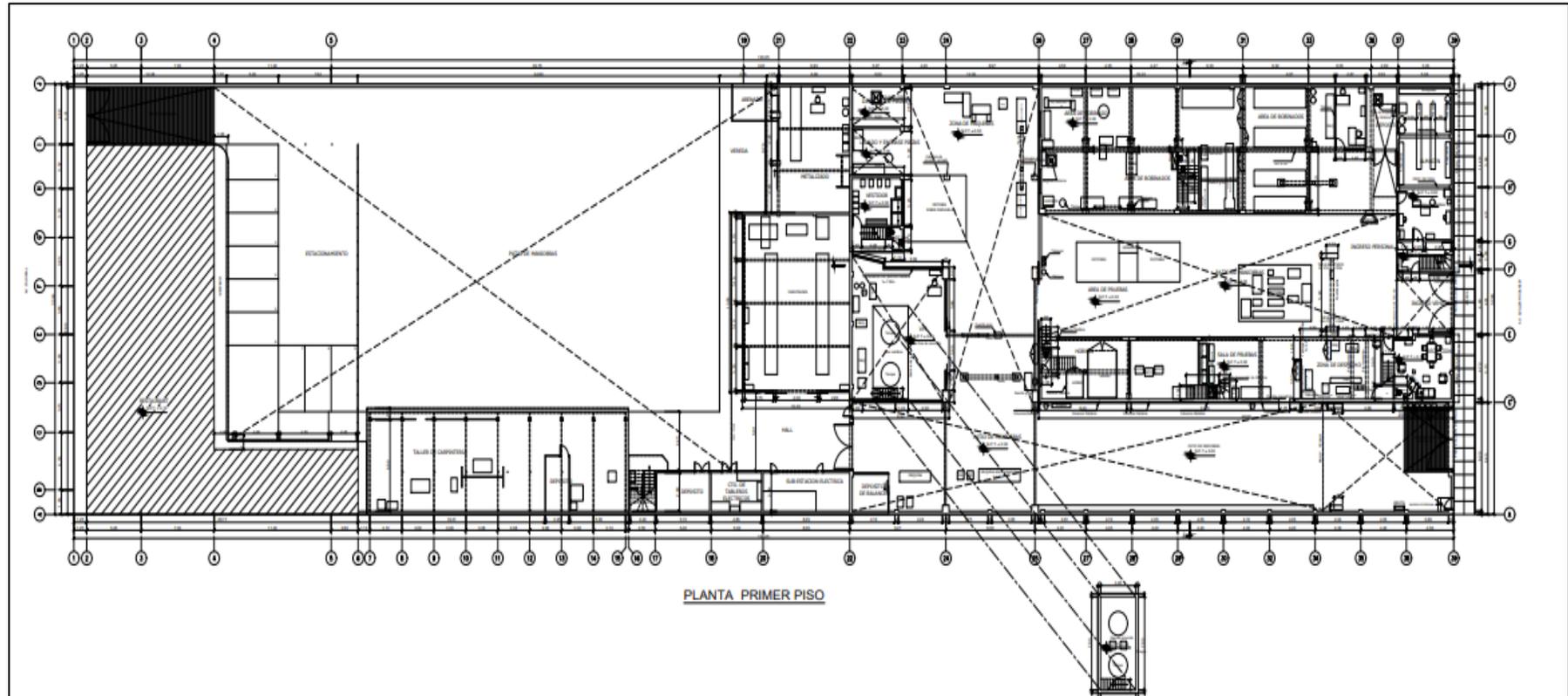
$$A = \text{Frontal} \times \text{Lado} \tag{4.1}$$

Aplicando la ecuación 4.1, tenemos:

$$A = 32.46 \times 133.05$$

$$A = 4318.80 \text{ m}^2$$

Figura 4.6.2. Plano de la planta SEFREL INGENIEROS



Fuente: SEFREL INGENIEROS-1994

- **Tipo de almacenamiento**

Según Palomino (1994) menciona que SEFREL INGENIEROS, es una empresa dedicada al rubro de reparaciones de motores eléctricos, transformadores, relés de baja y media tensión es por ello que cuenta con un tipo de almacenamiento de líquidos inflamables (barnices, resinas, alcoholes y pinturas), herramientas manuales – eléctricas, y gases (oxígeno industrial, argón y propano) para la extracciones de los acoples, es por ello que es necesario conocer todo estos tipos y en los lugares de mayores concentraciones para el análisis de riesgo al momento de la evaluación del tipo de sistema contra incendio.

Es por ello que se ubicó el área con más riesgo de inflamabilidad que se encuentra almacenado por el área de VPI (Impregnación al Vacío con Resina) para los cuales están separados en dos tanques:

El primero es un tanque de impregnación al vacío que es una cámara de vacío diseñadas específicamente para la impregnación al vacío de bobinas eléctricas. Este tanque tiene una estructura robusta y resistente para soportar el vacío y la presión aplicada durante el proceso de impregnación.

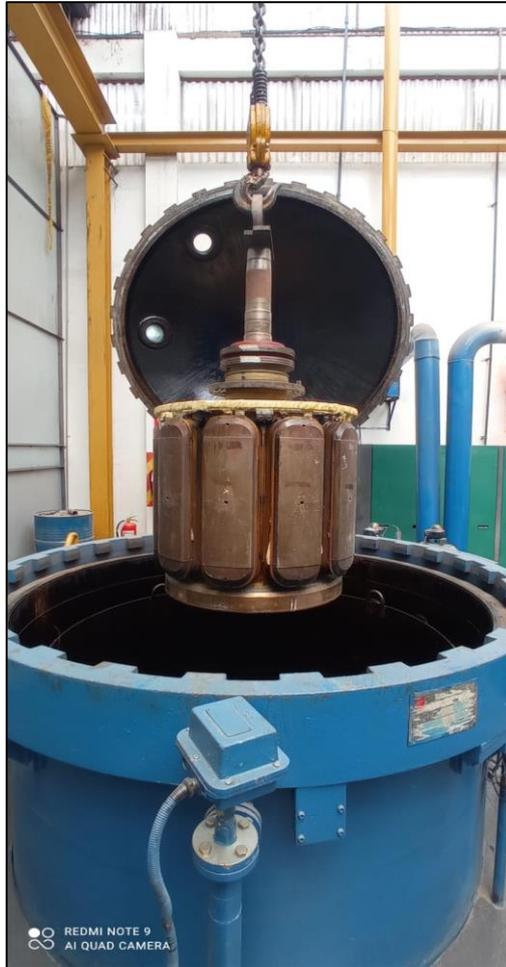
El segundo tanque es el de almacenamiento de resina que es un recipiente utilizado para almacenar y suministrar la resina epóxica utilizada en el proceso de impregnación. Este tanque suele estar fabricado en acero inoxidable o en polietileno de alta densidad, y está diseñado para resistir la corrosión y la abrasión de la resina utilizado en el proceso.

**Figura 4.6.3. Área del VPI**



Fuente: VPI SEFREL INGENIEROS-1994

**Figura 4.6.4. Proceso de VPI a rotor de campos magnéticos**



Fuente: SEFREL INGENIEROS-1994

Los 02 tanques verticales enterrados parcialmente las cuales pertenecen al área del VPI y cuentan con un volumen de almacenamiento de:

**Ecuación 4.2. Cálculo del volumen de almacenamiento**

$$V_{almacenamiento} = \pi \times r^2 \times Altura \text{ (m}^3\text{)} \quad (4.2)$$

Aplicando la ecuación 4.2, tenemos:

$$\begin{aligned} V_{almacenamiento} &= 3.14 \times 3^2 \times 8.84 \text{ m}^3 \\ V_{almacenamiento} &= 249.95 \text{ m}^3 \approx 250 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- **Estudio de riesgo inicial**

En el estudio de riesgo inicial de la empresa SEFREL INGENIEROS, se analizó todas las áreas de la planta del primer nivel y se observó los puntos de amenazas por factores externos o medio ambientales como también que áreas serían las más afectadas y se dio una calificación de riesgo como se detalla mejor en el siguiente cuadro:

**Tabla 4.2. Cuadro de Amenazas y Causas**

<b>Amenazas</b>	<b>Áreas afectadas</b>	<b>Causas</b>	<b>Calificación</b>
Sismo	- Todas	- Interacción de las placas tectónicas, generando liberación de energía	Posible
Inundación por lluvias	- Maestranza - Cerrajería - Metalizado	- Lluvias acumuladas	Probable
Derrumbe	- Mecánica - Sala de Pruebas	- Falla en la construcción - Peso de los motores	Probable
Incendio	- Todas	-Fallos eléctricos -Incidentes por falta de precaución en el manejo de gas -Encendido accidental de sustancias inflamables durante trabajos de soldadura	Probable
Almacenamiento de gas propano y Oxígeno y acetileno	- Mecánica - Bobinado - Sala de Pruebas	- Fallas en las válvulas - Sobrepresión - Perforación de cilindros	Probable
Explosión	- Todas.	-Mal manejo de fugas de gas -Aumento de la presión -Incendio sin control	Probable
Intoxicación por alimentos	-Todos los empleados	-Consumo de alimentos en mal estado o contaminados -Deficiencias en el proceso de conservación o cocción	Probable
Accidentes	-Todas	-Accidentes de atropello -Caídas -Golpes -Heridas por cortes -Derrumbes	Probable

A su vez se realizó un cuadro de identificación de riesgos y evaluación de peligros (IPER) iniciales para la evaluación a profundidad de cada área en la planta.

Tabla 4.3.1. IPER Área de bobinados parte.1

ITEM GENERAL		ITEM ESPECIFICO	TIPO DE ACTIVIDAD	SITUACION			PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACION DEL RIESGO							LEGAL	CLASIFICACION DEL RIESGO		
ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS				NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA				Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad			PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable
1	EACONDICIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS	1.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activa	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.2	REGULAR	x			Riesgo Eléctrico	* Electrocutiòn	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		1.3	REGULAR	x			Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.4	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	3	3	1	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.5	REGULAR	x			Productos quimicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.6	REGULAR	x			Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.7	REGULAR	x			Polución	* Distracciones, ingresos inesperados de personal en área	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de	3	2	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE

RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO
RIESGO IMPORTANTE	8 a 11
RIESGO MODERADO	4 a 7
RIEGO TOLERABLE	1 a 3

ÁREA: BOBINADOS

ELABORADO POR: Ing. Arnold Palomino - Ing. Bryan D'ugard  
Gerencia de Operaciones - Asistente de Operaciones

Nº TRABAJADORES: 10

REVISADO POR: Ing. Alan Alegria  
Supervisor SSOMA

FECHA DE ELABORACIÓN: 5/04/2022

VIGENCIA: 1 AÑO

APROBADO POR: Ing. Mario Palomino Cuarema  
Gerente General

Tabla 4.3.2. IPER Área de bobinados parte.2

2	R																					
		REC																				
		1.8	REGULAR	x																		
						Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo		* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material														
		2.1	REGULAR	x																		
						Posturas inadecuadas		* Daño Muscular Esqueletico														
		2.2	REGULAR	x																		
						Riesgo Eléctrico		* Electrocutiòn														
		2.3	REGULAR	x																		
						Manipulación de herramientas manuales		* Golpes por manipulación de herramientas manuales.														
		2.4	REGULAR	x																		
						Exposicion a Radiacion Solar		* Quemaduras, deshidratación														
		2.5	REGULAR	x																		
						Productos quimicos		* Dermatitis														
		2.6	REGULAR	x																		
						Ruido (por uso de equipos y herramientas)		* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hincapié														
		2.7	REGULAR	x																		
						Polución		* Contacto con material particulado. * Inhalación de material particulado														
		2.8	REGULAR	x																		
						Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo		* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material														

Tabla 4.3.3. IPER Área de bobinados parte.3

3	FABRICACIÓN DE BOBINAS	3.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.2	REGULAR	x			Riesgo Eléctrico	* Electrocuición	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		3.3	REGULAR	x			Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.4	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.5	REGULAR	x			Productos quimicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.6	REGULAR	x			Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.7	REGULAR	x			Polución	* Contacto con material particulado. * Inhalación de material	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	2	2	9	1	2	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.8	REGULAR	x			Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
4	ORDEN Y LIMPIEZA	4.1	REGULAR	x			Falta de orden y limpieza	* Caídas al mismo nivel.	1. Estándar de Seguridad: "Orden y Limpieza".	2	2	2	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO

Tabla 4.4.1. IPER Área de cerrajería parte 1

 <b>Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas S.A.C.</b> <small>Reparaciones de Motores AC/DC Generadores en Baja Tensión y Media Tensión, Transformadores, Ventiladores Axiales.</small>		<b>Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional</b> <b>MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>										 <b>Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas S.A.C.</b> <small>Reparaciones de Motores AC/DC Generadores en Baja Tensión y Media Tensión, Transformadores, Ventiladores Axiales.</small>											
ÁREA: CERRAJERIA Nº TRABAJADORES: 3 FECHA DE ELABORACIÓN: 5/04/2022 VIGENCIA: 1 AÑO		ELABORADO POR: <u>Ing. Arnold Palomino - Ing. Bryan D'ugard</u> Gerencia de Operaciones - Asistente de Operaciones												<table border="1"> <tr><td style="background-color: red;">RIESGO NO TOLERABLE</td><td>11 a más o NO</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;">RIESGO IMPORTANTE</td><td>8 a 11</td></tr> <tr><td style="background-color: cyan;">RIESGO MODERADO</td><td>4 a 7</td></tr> <tr><td style="background-color: green;">RISGO TOLERABLE</td><td>1 a 3</td></tr> </table>		RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO	RIESGO IMPORTANTE	8 a 11	RIESGO MODERADO	4 a 7	RISGO TOLERABLE	1 a 3
RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO																						
RIESGO IMPORTANTE	8 a 11																						
RIESGO MODERADO	4 a 7																						
RISGO TOLERABLE	1 a 3																						
		REVISADO POR: <u>Ing. Alan Alegria</u> Supervisor SSOMA																					
		APROBADO POR: <u>Ing. Mario Palomino Cuaresma</u> Gerente General																					
ITEM GENERAL	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS	ITEM ESPECIFICO	TIPO DE ACTIVIDAD	SITUACION			PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO							LEGAL	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO					
				NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA				Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad			PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal		
<b>1</b>	<b>SOLDADOR</b>	1.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO			
		1.2	REGULAR	x			Riesgo Eléctrico	* Electrocción	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE			
		1.3	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion de luz de Soldadura	* Quemaduras	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Uso de EEPs para soldadura.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE			
		1.3	REGULAR	x			Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales " 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO			
		1.4	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO			
					LAR				Contacto con material particulado.	Estándar de Seguridad:													

**Tabla 4.4.2. IPER Área de cerrajería parte 2**

		1.5	REGUI	x			Polución	* Inhalación de material particulado.	Equipos de Protección Personal 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	2	2	9	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.6	REGULAR	x			Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.7	REGULAR	x			Gases de Soldadura	* Inhalación de gases de soldadura.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	2	2	9	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.8	REGULAR	x			Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
2	ORDEN Y LIMPIEZA	2.1	REGULAR	x			Falta de orden y limpieza	* Caídas al mismo nivel.	1. Estándar de Seguridad: "Orden y Limpieza".	2	2	2	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO

Tabla 4.5.1. IPER Área de predictivo parte 1

 <b>Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas S.A.C.</b> <small>Reparaciones de Motores AC/DC, Generadores en Baja Tensión y Media Tensión, Transformadores, Ventiladores Axiales</small>		<b>Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional</b> <b>MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>										 <b>Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas S.A.C.</b> <small>Reparaciones de Motores AC/DC, Generadores en Baja Tensión y Media Tensión, Transformadores, Ventiladores Axiales</small>									
ÁREA: PREDICTIVO Nº TRABAJADORES: 2 FECHA DE ELABORACIÓN: 5/04/2022 VIGENCIA: 1 AÑO		ELABORADO POR: <u>Ing. Arnold Palomino - Ing. Bryan D'ugard</u> Gerencia de Operaciones - Asistente de Operaciones		REVISADO POR: <u>Ing. Alan Alegria</u> Supervisor SSOMA		APROBADO POR: <u>Ing. Mario Palomino Cuaresma</u> Gerente General		<table border="1"> <tr><td>RIESGO NO TOLERABLE</td><td>11 a más o NO</td></tr> <tr><td>RIESGO IMPORTANTE</td><td>8 a 11</td></tr> <tr><td>RIESGO MODERADO</td><td>4 a 7</td></tr> <tr><td>RIESGO TOLERABLE</td><td>1 a 3</td></tr> </table>				RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO	RIESGO IMPORTANTE	8 a 11	RIESGO MODERADO	4 a 7	RIESGO TOLERABLE	1 a 3		
RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO																				
RIESGO IMPORTANTE	8 a 11																				
RIESGO MODERADO	4 a 7																				
RIESGO TOLERABLE	1 a 3																				
ITEM GENERAL	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS	ITEM ESPECIFICO	TIPO DE ACTIVIDAD	SITUACION			PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO								CLASIFICACIÓN DEL RIESGO			
				NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA				Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO		Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal	
<b>1</b>	<b>MEDICIÓN Y ANÁLISIS</b>	1.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	
		1.2	REGULAR	x			Riesgo Eléctrico	* Electrocutiòn	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	
		1.3	REGULAR	x			Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	
		1.4	REGULAR	x			Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	
		1.5	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	

Tabla 4.5.2. IPER Área de predictivo parte 2

		1.6	REGULAR	x				Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
2	PREDICTIVO - BALANCEO DINÁMICO DE ROTORES	2.1	REGULAR	x				Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		2.2	REGULAR	x				Riesgo Eléctrico	* Electrocuición	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		2.3	REGULAR	x				Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales " 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		2.4	REGULAR	x				Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		2.5	REGULAR	x				Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.6	REGULAR	x				Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3	ORDEN Y LIMPIEZA	3.1	REGULAR	x			Falta de orden y limpieza	* Caídas al mismo nivel.	1. Estándar de Seguridad: "Orden y Limpieza".	2	2	2	2	8	2	2	4	SI	SI

Tabla 4.6.1. IPER Área de sala de pruebas parte 1

 <b>Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas S.A.C.</b> <small>REPARACIONES ELECTROMECANICAS</small> <small>Reparaciones de Motores AC/DC Generadores en Baja Tensión y Media Tensión, Transformadores, Ventiladores Axiales.</small>		<b>Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional</b> <b>MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>										 <b>Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas S.A.C.</b> <small>REPARACIONES ELECTROMECANICAS</small> <small>Reparaciones de Motores AC/DC Generadores en Baja Tensión y Media Tensión, Transformadores, Ventiladores Axiales.</small>									
ÀREA: SALA DE PRUEBAS Nº TRABAJADORES: 5 FECHA DE ELABORACIÓN: 5/04/2022 VIGENCIA: 1 AÑO		ELABORADO POR: <u>Ing. Arnold Palomino - Ing. Bryan D'ugard</u> Gerencia de Operaciones - Asistente de Operaciones		REVISADO POR: <u>Ing. Alan Alegria</u> Supervisor SSOMA		APROBADO POR: <u>Ing. Mario Palomino Cuaresma</u> Gerente General		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td style="background-color: red;">RIESGO NO TOLERABLE</td><td>11 a más o NO</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow;">RIESGO IMPORTANTE</td><td>8 a 11</td></tr> <tr><td style="background-color: cyan;">RIESGO MODERADO</td><td>4 a 7</td></tr> <tr><td style="background-color: green;">RIESGO TOLERABLE</td><td>1 a 3</td></tr> </table>						RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO	RIESGO IMPORTANTE	8 a 11	RIESGO MODERADO	4 a 7	RIESGO TOLERABLE	1 a 3
RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO																				
RIESGO IMPORTANTE	8 a 11																				
RIESGO MODERADO	4 a 7																				
RIESGO TOLERABLE	1 a 3																				
ITEM GENERAL	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS	ITEM ESPECIFICO	TIPO DE ACTIVIDAD	SITUACION			PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO							LEGAL		CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
				NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA				Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable		Cumple el Requisito Legal	
<b>1</b>	<b>SOLDADOR</b>	1.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	
		1.2	REGULAR	x			Riesgo Eléctrico	* Electrocción	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	
		1.3	REGULAR	x			Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	
		1.4	REGULAR	x			Trabajos en altura	* Caídas a distinto nivel. * Caída de objetos	1. Estándar de Seguridad: "Trabajos en Altura". 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal"	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	
		1.5	REGULAR	x			Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	

Tabla 4.6.2. IPER Área de sala de pruebas parte 2

		1.6	REGULAR	x		Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.7	REGULAR	x		Polución	* Contacto con material particulado. * Inhalación de material particulado.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	2	2	9	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.8	REGULAR	x		Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
2	ORDEN Y LIMPIEZA	2.1	REGULAR	x		Falta de orden y limpieza	* Caídas al mismo nivel.	1. Estándar de Seguridad: "Orden y Limpieza".	2	2	2	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO

Tabla 4.7.1. IPER Área de maestranza parte 1

 <b>Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas S.A.C.</b> <small>Reparaciones de Motores AC/DC Generadores en Baja Tensión y Media Tensión, Transformadores, Ventiladores Axiales.</small>		<b>Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional</b> <b>MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>										 <b>Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas S.A.C.</b> <small>Reparaciones de Motores AC/DC Generadores en Baja Tensión y Media Tensión, Transformadores, Ventiladores Axiales.</small>								
ÁREA: MAESTRANZA Nº TRABAJADORES: 3 FECHA DE ELABORACIÓN: 5/04/2022 VIGENCIA: 1 AÑO		ELABORADO POR: <u>Ing. Arnold Palomino - Ing. Bryan D'ugard</u> Gerencia de Operaciones - Asistente de Operaciones		REVISADO POR: <u>Ing. Alan Alegria</u> Supervisor SSOMA		APROBADO POR: <u>Ing. Mario Palomino Cuaresma</u> Gerente General		<table border="1"> <tr><td>RIESGO NO TOLERABLE</td><td>11 a más o NO</td></tr> <tr><td>RIESGO IMPORTANTE</td><td>8 a 11</td></tr> <tr><td>RIESGO MODERADO</td><td>4 a 7</td></tr> <tr><td>RIEGO TOLERABLE</td><td>1 a 3</td></tr> </table>		RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO	RIESGO IMPORTANTE	8 a 11	RIESGO MODERADO	4 a 7	RIEGO TOLERABLE	1 a 3			
RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO																			
RIESGO IMPORTANTE	8 a 11																			
RIESGO MODERADO	4 a 7																			
RIEGO TOLERABLE	1 a 3																			
ITEM GENERAL	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS	ITEM ESPECIFICO	TIPO DE ACTIVIDAD	SITUACION			PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO							CLASIFICACIÓN DEL RIESGO			
				NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA				Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad		PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal
<b>1</b>	<b>FABRICACION DE EJES</b>	1.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.2	REGULAR	x			Riesgo Eléctrico	* Electrocuición	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energia eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		1.3	REGULAR	x			Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.4	REGULAR	x			Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP' s necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.5	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP' s necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
									* Distracciones. ingresos	1. Estándar de Seguridad:										

Tabla 4.7.2. IPER Área de maestranza parte 2

		1.6	REGULAR	x			Polución	inesperados de personal en área de Trabajo	"Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	3	3	2	2	10	3	2	6	SI	SI	MODERADO
		1.7	REGULAR	x			Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
2	EMBOCINADO DE TAPAS Y BOCINAS	2.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		2.2	REGULAR	x			Riesgo Eléctrico	* Electrocuición	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		2.3	REGULAR	x			Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales " 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		2.4	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		2.5	REGULAR	x			Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		2.6	REGULAR	x			Polución	* Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	3	3	2	2	10	3	2	6	SI	SI	MODERADO
		2.7	REGULAR	x			Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO

Tabla 4.8.1. IPER Área de mecánica parte 1

ITEM GENERAL		ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS		ITEM ESPECIFICO		SITUACION			PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO								LEGAL	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	
						NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA				Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO			Tiene Requisito Legal Aplicable
1	MANTENIMIENTO DE ESTADORES	1.1	REGULAR	x					Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.2	REGULAR	x					Riesgo Eléctrico	* Electrocutión	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		1.3	REGULAR	x					Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.4	REGULAR	x					Productos quimicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.5	REGULAR	x					Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
											* Estructuras de la máquina de		1. Estándar de Seguridad:									

RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO
RIESGO IMPORTANTE	8 a 11
RIESGO MODERADO	4 a 7
RIEGO TOLERABLE	1 a 3

ÁREA: MECÁNICA  
 ELABORADO POR: Ing. Arnold Palomino - Ing. Bryan D'ugard  
 Gerencia de Operaciones - Asistente de Operaciones  
 N° TRABAJADORES: 6  
 REVISADO POR: Ing. Alan Alegria  
 Supervisor SSOMA  
 FECHA DE ELABORACIÓN: 5/04/2022  
 APROBADO POR: Ing. Mario Palomino Cuaresma  
 Gerente General  
 VIGENCIA: 1 AÑO



**Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional**  
**MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS**



Tabla 4.8.2. IPER Área de mecánica parte 2

2	E	1.6	REGULAR	x		Horno de secado	* Contacto con estructuras calientes.	"Equipos de Protección Personal"	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.7	REGULAR	x		Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		1.8	REGULAR	x		Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
	2.1	REGULAR	x		Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	
	2.2	REGULAR	x		Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicacion e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
	2.3	REGULAR	x		Riesgo Elèctrico	* Electrocuciòn	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	
	2.4	REGULAR	x		Productos quimicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	
	2.5	REGULAR	x		Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	
	2.6	REGULAR	x		Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	
								1. Delimitación de área de Trabajo											

Tabla 4.8.3. IPER Área de mecánica parte 3

3	MONTAJE DE MOTORES	2.7	REGULAR	x		Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.1	REGULAR	x		Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.2	REGULAR	x		Riesgo Elèctrico	* Electrocuciòn	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		3.3	REGULAR	x		Trabajos en altura	* Caídas a distinto nivel. * Caída de objetos	1. Estándar de Seguridad: "Trabajos en Altura". 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal"	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		3.4	REGULAR	x		Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales " 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.5	REGULAR	x		Productos quimicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP' s necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.6	REGULAR	x		Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.7	REGULAR	x		Carga suspendida	* Caída de la carga. * Aplastamiento, atrapamiento. * Daños a la propiedad	1. Señalización del área de trabajo.	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		3.8	REGULAR	x		Uso de Grúa movil	* Falla del camión grúa. * Caída de postes por mala maniobra.	1. Inspección de Herramientas, Equipos.	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE

Tabla 4.8.4. IPER Área de mecánica parte 4

		3.9	REGULAR	x		Manipulación de objetos pesados	* Golpes por estructuras, equipos u objetos. * Sobreesfuerzos, lesiones ergonómicas. * Daños a la Mano	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	3	2	10	3	3	9	SI	SI	IMPORTANTE
		3.10	REGULAR	x		Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		3.11	REGULAR	x		Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
ORES		4.1	REGULAR	x		Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		4.2	REGULAR	x		Riesgo Eléctrico	* Electrocutión	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		4.3	REGULAR	x		Trabajos en altura	* Caídas a distinto nivel. * Caída de objetos	1. Estándar de Seguridad: "Trabajos en Altura". 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal"	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		4.4	REGULAR	x		Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		4.5	REGULAR	x		Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE

Tabla 4.8.5. IPER Área de mecánica parte 5

4	DES-MONTAJE DE MOT	4.6	REGULAR	x			Productos químicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		4.7	REGULAR	x			Carga suspendida	* Caída de la carga. * Aplastamiento, atrapamiento. * Daños a la propiedad	1. Señalización del área de trabajo.	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		4.8	REGULAR	x			Uso de Grúa móvil	* Falla del camión grúa. * Caída de postes por mala maniobra.	1. Inspección de Herramientas, Equipos.	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE
		4.9	REGULAR	x			Manipulación de objetos pesados	* Golpes por estructuras, equipos u objetos. * Sobreesfuerzos, lesiones ergonómicas. * Daños a la Mano	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	3	2	10	3	3	9	SI	SI	IMPORTANTE
		4.10	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
		4.11	REGULAR	x			Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO
5	ORDEN Y LIMPIEZA	5.1	REGULAR	x			Falta de orden y limpieza	* Caídas al mismo nivel.	1. Estándar de Seguridad: "Orden y Limpieza".	2	2	2	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO

Leyenda:

**Tabla 4.9. Cuadro de probabilidades vs severidades 1**

PROBABILIDAD	SEVERIDAD			
	4	3	2	1
4	NO TOLERABLE (12)	NO TOLERABLE (12)	IMPORTANTE (8)	MODERADO (4)
3	NO TOLERABLE (12)	IMPORTANTE (9)	MODERADO (6)	TOLERABLE (3)
2	IMPORTANTE (8)	MODERADO (6)	MODERADO (4)	TOLERABLE (2)
1	MODERADO (4)	TOLERABLE (3)	TOLERABLE (2)	TOLERABLE (2)

**Tabla 4.10. Niveles de Riesgo 1**

RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO
RIESGO IMPORTANTE	8 a 11
RIESGO MODERADO	4 a 7
RIEGO TOLERABLE	1 a 3

Haciendo un estudio de recopilación de datos anteriores y labores realizadas en cada área según la norma nacionales e internacionales el riesgo que tiene la planta de SEFREL INGENIEROS es de **“Nivel Alto y Riesgo Importante”**

#### 4.6.2. Etapa 2. Selección del sistema

Para la selección del sistema fue necesario determinar los factores claves en la mejora del rendimiento, para ello con los conocimientos obtenidos en la Etapa 1 se realizó un análisis mejor detallado de cómo serán los mantenimientos y funcionamientos de la bomba y sus componentes a su vez se mostró el alto desgaste que puede realizar y poder optimizar el rendimiento del sistema para ellos nos iremos al primer punto.

- **Líquido Inflamable**

El tipo de líquido inflamable que almacena la empresa SEFREL INGENIEROS para los trabajos de impregnación por vacío es el BC 352 y BCC 346A en la cual se utiliza para el impregnado total del estator en uno de los tanques horizontales para sellar las bobinas ya sean preformadas o alámbricas; dichos barnices tienen como características:

- BC 352: es un barniz epoxi diseñado para su uso en equipos que estarán expuestos a ambientes hostiles o aplicaciones herméticas, tiene como clase térmica la Clase H a 180°C y se utiliza para transformadores, estatores, armaduras, relés, reparación formada de bobinas, reparación aleatoria de bobinas dañadas.(Ybirma 2017)

**Figura 4.6.5. Barniz BC 352**



Fuente: YBIRMA-2017

- BC 346A: Es un barniz formulado especialmente para alta temperatura que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones de inmersión y horneado, tiene como clase térmica Clase H a 180°C y se utiliza para transformadores, estatores, armaduras.(Dolphs, 2018)

**Figura 4.6.6. Barniz 346A**

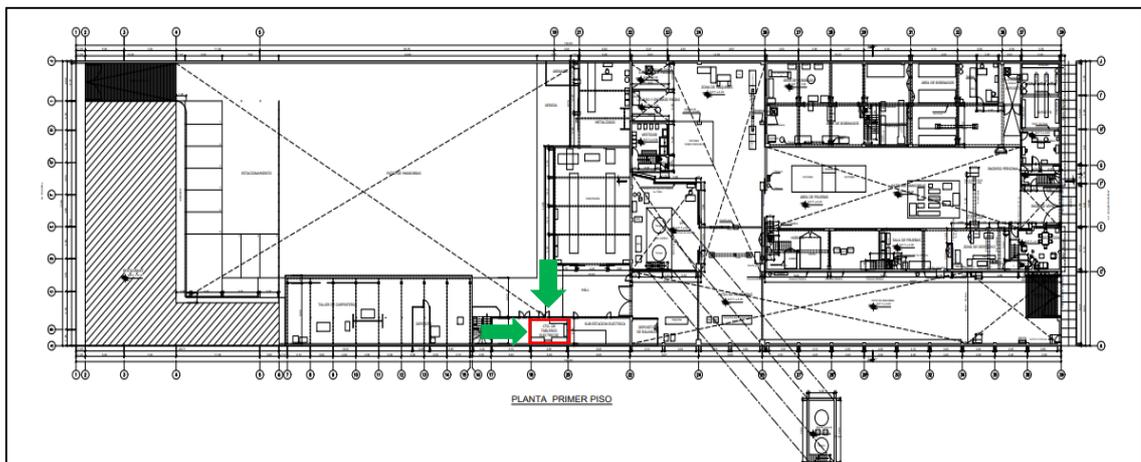


Fuente: DOLPHS-2018

- **Área de Almacenamiento**

El área de almacenamiento de la empresa SEFREL INGENIEROS, se encuentra en la parte posterior de la planta frente al área de maestranza para mejor transporte al área de Impregnación VPI, la cual tiene **14.79** metros cuadrados y almacena un promedio de 20 barriles de barniz entre BC 352 y BC 346A.

**Figura 4.6.7: Plano de arquitectura de Sefrel Ingenieros**



Fuente: SEFREL INGENIEROS-1994

- **Tipo de riesgo**

El tipo de riesgo fue calculado por los resultados obtenidos en la etapa 1 la cual mencionó que la empresa SEFREL INGENIEROS, tiene un tipo de Riesgo Ordinario Nivel 2 y comparando con los datos obtenidos anteriores de la etapa 2 podemos seleccionar en base a la norma nacional e internacional (NFPA) es un “**Sistema Contra Incendio a Base de Agua – Espuma**” por el nivel de inflamabilidad de la planta en particular del área de impregnación de vacío por resina y barniz (VPI), ya que la espuma es un agente de recubrimiento y enfriamiento que se produce al mezclar aire en una solución de espuma que contiene agua y concentrado de espuma.

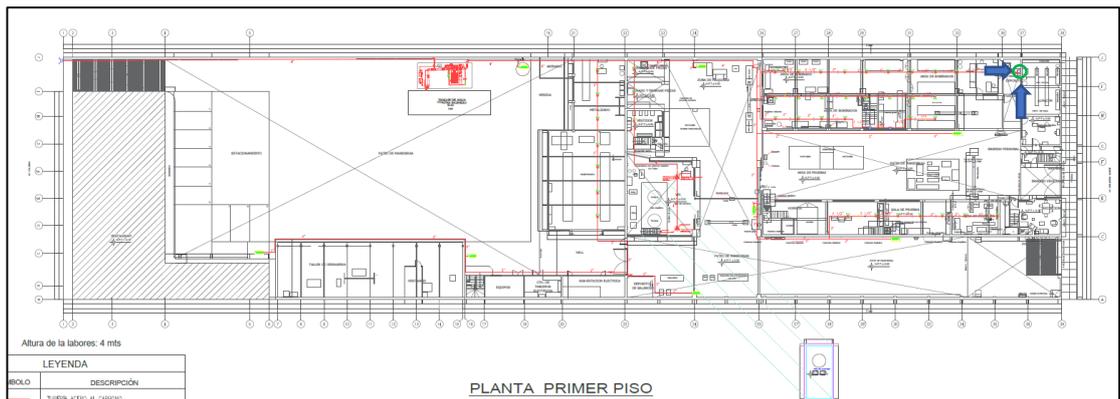
### 4.6.3. Etapa 3. Selección de equipos para el sistema

Para esta etapa se seleccionó todos los equipos y accesorios necesarios para la sectorización, dimensionamiento y recirculación del sistema que resultó en el estudio del sistema contra incendio por lo que se obtuvo los siguientes datos:

- **Presión**

La presión del sistema estuvo enfocada en el punto más lejano de la red contra incendio por lo que se planteó en el plano de la empresa SEFREL INGENIEROS un diseño preliminar para el cálculo de la presión como se muestra en la figura 4.6.8.

**Figura 4.6.8: Diseño del Sistema Contra Incendio**



Por lo cual sumando todos los tramos de tuberías entre las diferentes medidas de 4", 3", 2 ½", 2" y 1 ½" dio un total de 159.74 metros al punto del área de bobinados entonces recordemos que la bomba del sistema contra incendio llega un máximo de presión de 300 psi para lo cual la bomba principal se activa superando los 190 psi.

La presión del sistema en la Planta Sefrel Ingenieros es de

$$P=120 \text{ psi}$$

La bomba presurizadora o Jockey reestablece el sistema hasta un máximo de 180 psi caso contrario se activaría por el tramo de ignición sucesivamente y parcialmente todo el sistema.

- **Selección de Tuberías y Accesorios**

En la selección de tuberías se utilizó diversos diámetros por las condiciones del estudio de área que se obtuvo según los riesgos mencionados anteriormente en el IPERC por lo cual en la figura 4.6.9, detallamos las especificaciones técnicas de las tuberías y su espesor.

**Figura 4.6.9 Presión de Trabajo vs Temperatura**

Máxima Presión PSI											
Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)							
				-29 +38	205	260	350	370	400	430	450
				Maximum Allowable Stress (MPa)							
			137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9	
1/4" (6)	STD	40	2.24	7985	7985	-	-	-	-	-	-
	XS	80	3.02	10798	10798	-	-	-	-	-	-
3/8" (9.6)	STD	40	2.31	6606	6606	-	-	-	-	-	-
	XS	80	3.20	9147	9147	-	-	-	-	-	-
1/2" (15)	STD	40	2.77	4992	4992	4718	4243	4193	3245	2696	2172
	XS	80	3.73	6975	6975	6594	5929	5859	4534	3766	3034
		160	4.78	9113	9113	8612	7746	7655	5923	4921	3964
	XXS		7.47	14249	14249	13465	12112	11969	9262	7695	6199
3/4" (20)	STD	40	2.87	4071	4071	3847	3461	3420	2646	2198	1771
	XS	80	3.91	5717	5717	5402	4860	4802	3715	3087	2486
		160	5.56	8434	8434	7971	7169	7084	5482	4554	3668
	XXS		7.82	12054	12054	11391	10246	10125	7836	6509	5243
1" (25)	STD	40	3.38	3807	3807	3598	3236	3198	2474	2056	1656
	XS	80	4.55	5262	5262	4973	4476	4420	3421	2842	2289
		160	6.35	7612	7612	7193	6470	6394	4948	4110	3311
	XXS		9.09	11172	11172	10558	9496	9385	7262	6033	4860
1 1/4" (32)	STD	40	3.56	3135	3135	2962	2664	2633	2038	1693	1364
	XS	80	4.85	4377	4377	4136	3720	3676	2845	2363	1904
		160	6.35	5888	5888	5564	5005	4946	3827	3180	2561
	XXS		9.7	9370	9370	8854	7963	7871	6090	5059	4075
1 1/2" (40)	STD	40	3.68	2820	2820	2665	2397	2368	1833	1530	1226
	XS	80	5.08	3974	3974	3756	3379	3339	2583	2147	1729
		160	7.14	5764	5764	5453	4905	4847	3750	3116	2510
	XXS		10.16	8525	8528	8056	7247	7161	5541	4604	3708
2" (50)	STD	40	3.91	2375	2375	2243	2020	1996	1544	1283	1033
	XS	80	5.54	3431	3431	3242	2916	2882	2230	1853	1492
		160	8.74	5637	5637	5327	4792	4736	3665	3044	2452
	XXS		11.07	7367	7367	6962	6262	6189	4789	3978	3205
2 1/2" (65)	STD	40	5.16	2598	2598	2455	2208	2183	1689	1403	1130
	XS	80	7.01	3600	3600	3401	3060	3024	2339	1944	1566
		160	9.53	5020	5020	4745	4267	4217	3264	2711	2184
	XXS		14.02	7699	7699	7275	6544	6467	5004	4157	3349
3" (80)	STD	40	5.49	2256	2256	2171	1918	1895	1466	1218	981
	XS	80	7.62	3189	3186	3014	2711	2679	2073	1722	1387
		160	11.13	4798	4798	4533	4077	4029	3118	2590	2087
	XXS		15.24	6813	6813	6439	5791	5723	4429	3679	2964
4" (100)	STD	40	6.02	1913	1913	1808	1626	1607	1243	1033	832
	XS	80	8.56	2764	2764	2612	2349	2322	1797	1754	1202
		120	11.13	3654	3654	3453	3105	3069	2374	1973	1595
		160	13.49	4499	4499	4251	3824	3779	2924	2429	1916
	XXS		17.12	5852	5852	5530	4975	4916	3804	3160	2545
5" (125)	STD	40	6.55	1677	1677	1584	1425	1408	1089	905	731
	XS	80	9.53	2474	2474	2338	2103	2079	1609	1336	1076
		120	12.7	3355	3355	3170	2851	2818	2180	1812	1459
		160	15.88	4265	4265	4030	3626	3583	2772	2303	1856
	XXS		19.05	5206	5206	4921	4426	4374	3385	2812	2265

Fuente: [HTTPS://WWW.OCTALSTEEL.COM.PE](https://www.octalsteel.com.pe)-2018

### Cálculo del número de cédula de tubería:

La fórmula del número de cedula es:

#### Ecuación 4.3. Fórmula del número de cédula

$$Nr_{cedula} = F.S * \frac{1000 * P}{\sigma_M} \quad (4.3)$$

Donde:

$F.S$  = Factor de Seguridad

$P$  = Presión

$\sigma_M$  = Esfuerzo de trabajo

Entonces lo primero es tener en cuenta, que el tipo de materia que se utiliza para las tuberías de **ACERO AL CARBONO CONTRA INCENDIO** es de **GRADO B**, por lo cual se verificó en la siguiente figura:

Figura 4.6.10 Resistencia permitida para otros materiales ASME B-31.1

RESISTENCIA PERMITIDA DE ALGUNOS TUBOS SIN COSTURAS, PSI Y °F								
MATERIAL	ASTM	GRADO	-20 A 650	700°F	800°F	850°F	900°F	950°F
ACERO AL CARBONO	A 106 Y A 53	A	12000	11650	9000	7100	5000	
		B	15000	14350	10800	7800	5000	
Carbón Moly	A 335	P1	13750	13750	13450	13150	12500	
.½%Cr-½% Mo	A 335	P2	13750	13750	13450	13150	12500	10000
1¼%Cr- ½% Mo			15000	15000	14750	14200		11000
2¼%Cr- 1% Mo	A 335	P11	15000	15000	15000	14400	13100	11000
3%Cr- 1% Mo	A 335	P21	15000	14800	13900	13200	12000	9000
5%Cr- ½% Mo	A 335	P5	.....	13400	12800	12400	11500	10000

Fuente: [HTTPS://WWW.OCTALSTEEL.COM.PE](https://www.octalsteel.com.pe)-2018

Entonces, tenemos que el esfuerzo del material es de:

$$\sigma_M = 15000 \text{ psi}$$

Luego se seleccionó el **Factor de Seguridad**, para industrias, almacenes, bodegas o depósitos se toma entre el rango de 1.5 a 4 entonces:

**Ecuación 4.4. Factor de seguridad para industrias**

$$F.S = 3 \quad (4.4)$$

Entonces se reemplazó en la fórmula de la ecuación 4.3:

$$Nr_{cédula} = F.S * \frac{1000 * P}{\sigma}$$

$$Nr_{cédula} = 3 * \frac{1000 * 120}{15000}$$

$$Nr_{cédula} = 24$$

Luego se verificó con la figura 4.6.11 y se observó que para efecto de diseño la cédula más cercana permitida por el ASME sería de **CÉDULA 40** ya que la cedula 20 y 30 no están permitidas por el esfuerzo permisible

Figura 4.6.11 Dimensiones de Tuberías de Acero ANSI B36.10 & 36.19

Tamaño Nominal del Tubo (NPS)		Diámetro Exterior (pulgada)	Tubos Cédula / Pipe Schedule													
NPS	DN	OD	SCH 5s	SCH 10s	SCH 10	SCH 20	SCH 30	SCH 40s	SCH STD	SCH 40	SCH 60	SCH 80s	SCH XS	SCH 80	SCH 100	SCH 120
1/8	6	0.405		1.240				0.068	0.068	0.068		0.095	0.095	0.095		
1/4	8	0.540		1.650				0.088	0.088	0.088		0.119	0.119	0.119		
3/8	10	0.675		1.650				0.091	0.091	0.091		0.126	0.126	0.126		
1/2	15	0.840	0.065	2.110				0.109	0.109	0.109		0.147	0.147	0.147		
3/4	20	1.050	0.065	2.110				0.113	0.113	0.113		0.154	0.154	0.154		
1	25	1.315	0.065	2.770				0.133	0.133	0.133		0.179	0.179	0.179		
1 1/4	32	1.660	0.065	2.770				0.140	0.140	0.140		0.191	0.191	0.191		
1 1/2	40	1.900	0.065	2.770				0.145	0.145	0.145		0.200	0.200	0.200		
2	50	2.375	0.065	2.770				0.154	0.154	0.154		0.218	0.218	0.218		
2 1/2	65	2.875	0.083	3.050				0.203	0.203	0.203		0.276	0.276	0.276		
3	80	3.500	0.083	3.050				0.216	0.216	0.216		0.300	0.300	0.300		
3 1/2	90	4.000	0.083	3.050				0.226	0.226	0.226		0.318	0.318	0.318		
4	100	4.500	0.083	3.050				0.237	0.237	0.237		0.337	0.337	0.337		0.438
5	125	5.563	0.109	3.400				0.258	0.258	0.258		0.375	0.375	0.375		0.500
6	150	6.625	0.109	3.400				0.280	0.280	0.280		0.432	0.432	0.432		0.562
8	200	8.625	0.109	3.760		0.250	0.277	0.322	0.322	0.322	0.406	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719
10	250	10.750	0.134	4.190		0.250	0.307	0.365	0.365	0.365	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.844
12	300	12.750	0.156	4.570		0.250	0.330	0.375	0.375	0.406	0.562	0.500	0.500	0.688	0.844	1.000
14	350	14.000	0.156	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.438	0.594		0.500	0.750	0.938	1.094
16	400	16.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.500	0.656		0.500	0.844	1.031	1.219
18	450	18.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.438		0.375	0.562	0.750		0.500	0.938	1.156	1.375
20	500	20.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375	0.594	0.812		0.500	1.031	1.281	1.500
22		22.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375		0.875		0.500	1.125	1.375	1.625
24	600	24.000	0.218	6.350	0.250	0.375	0.562		0.375	0.688	0.969		0.500	1.219	1.531	1.812
26		26.000			0.312	0.500	0.000		0.375				0.500			
28	700	28.000			0.312	0.500	0.625		0.375				0.500			
30		30.000	0.250	7.920	0.312	0.500	0.625		0.375				0.500			
32	800	32.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500			

Fuente: [HTTPS://WWW.OCTALSTEEL.COM.PE](https://www.octalsteel.com.pe)-2018

- **Caudal**

El caudal propuesto para la empresa SEFREL INGENIEROS, se realizó conociendo el diámetro principal de 4 pulgadas o 114.3 mm para la salida del cuarto de bombas y sucesivamente reduciendo el tramo principal a 3 pulgadas o 88.9 mm y con salida de 2 ½" para los gabinetes de clase I y una válvula angular interna de 1 ½" o 48.26 mm, resultando por tubería completa (6 metros c/u) un caudal de:

**Ecuación 4.5. Ecuación del caudal**

$$Q(\text{caudal}) = \frac{V(\text{volumen}(l))}{t(\text{tiempo}(s))} \quad (4.5)$$

Conociendo el reservorio de la empresa de 53 metros cúbicos y se consideró un tiempo de 10 min que establece la norma NFPA 25 – capítulo 11 y el tiempo de respuesta promedio de las centrales de bomberos cercanas ya calculado en la etapa 1;

Aplicamos la ecuación 4.5:

$$Q_{\text{planta}} = \frac{53 \text{ metros}^3}{10 \text{ minutos}}$$

$$Q_{\text{planta}} = \frac{53000 \text{ litros}}{600 \text{ segundos}}$$

$$Q_{\text{planta}} = 88.33 \frac{\text{litros}}{\text{segundos}}$$

Se convierte de (l/s) a gpm

$$Q_{\text{planta}} = 88.33 \frac{\text{litros}}{\text{segundos}} \times 15.85$$

$$Q_{\text{planta}} = 1400.05 \text{ gpm}$$

## Pérdidas del caudal por fricción

Las pérdidas del caudal por fricción líquidas se calculan mediante los métodos de Darcy o Hazen-Williams; lo cual se utiliza la ecuación 2.6:

$$Q_{p\acute{e}rdidas} = 0.2787CD_i^{2.63}S^{0.54}$$

Para lo cual escogemos el Coeficiente de rugosidad(C) de la siguiente tabla:

**Figura 4.6.12 Perdidas de caudales**

Material	C mín	C máx
Asbesto-cemento	140	140
Hierro fundido nueva	130	130
Hierro fundido 10 años	107	113
Hierro fundido 20 años	89	100
Hierro fundido 30 años	75	90
Hierro fundido 40 años	64	83
Concreto	100	140
Cobre	130	140
Acero	90	110
Hierro galvanizado	120	120
Polietileno	140	140
Policloruro de vinilo (PVC)	140	140
Plástico fibroreforzado (FRP)	150	150

Fuente: [HTTPS://WWW.OCTALSTEEL.COM.PE](https://www.octalsteel.com.pe)-2018

Por ser tubería de acero SCH 40 nueva se toma en cuenta el  $C_{min}$

$$C_{min} = 90$$

Reemplazando en la ecuación 2.6:

$$Q_{p\acute{e}rdidas} = 0.2787 \times 90 \times D_i^{2.63} S^{0.54}$$

A su vez tenemos un  $D_i = 3$ "equivalente en metros  $D_i = 0.0762$ , reemplazamos en la ecuación 2.6:

$$Q_{p\acute{e}rdidas} = 0.2787 \times 90 \times 0.0762^{2.63} S^{0.54}$$

Finalmente tenemos un  $S = 1$  por motivo que el diseño es horizontal, reemplazamos en la ecuación 2.6:

$$Q_{p\acute{e}rdidas} = 0.2787 \times 90 \times 0.762^{2.63} 1^{0.54}$$

#### **Ecuación 4.6. Ecuación de pérdidas del caudal por fricción**

$$Q_{p\acute{e}rdidas} = 0.02876 \left( \frac{m^3}{s} \right) \quad (4.6)$$

Se transforma la ecuación 4.6 de  $\left( \frac{m^3}{s} \right)$  a gpm, tenemos:

$$Q_{p\acute{e}rdidas} = 0.02876 \left( \frac{m^3}{s} \right) \times 15850.3$$

$$Q = 455.86 \text{ gpm}$$

Entonces el caudal total del sistema:

$$Q_{total} = Q_{planta} - Q_{p\acute{e}rdidas}$$

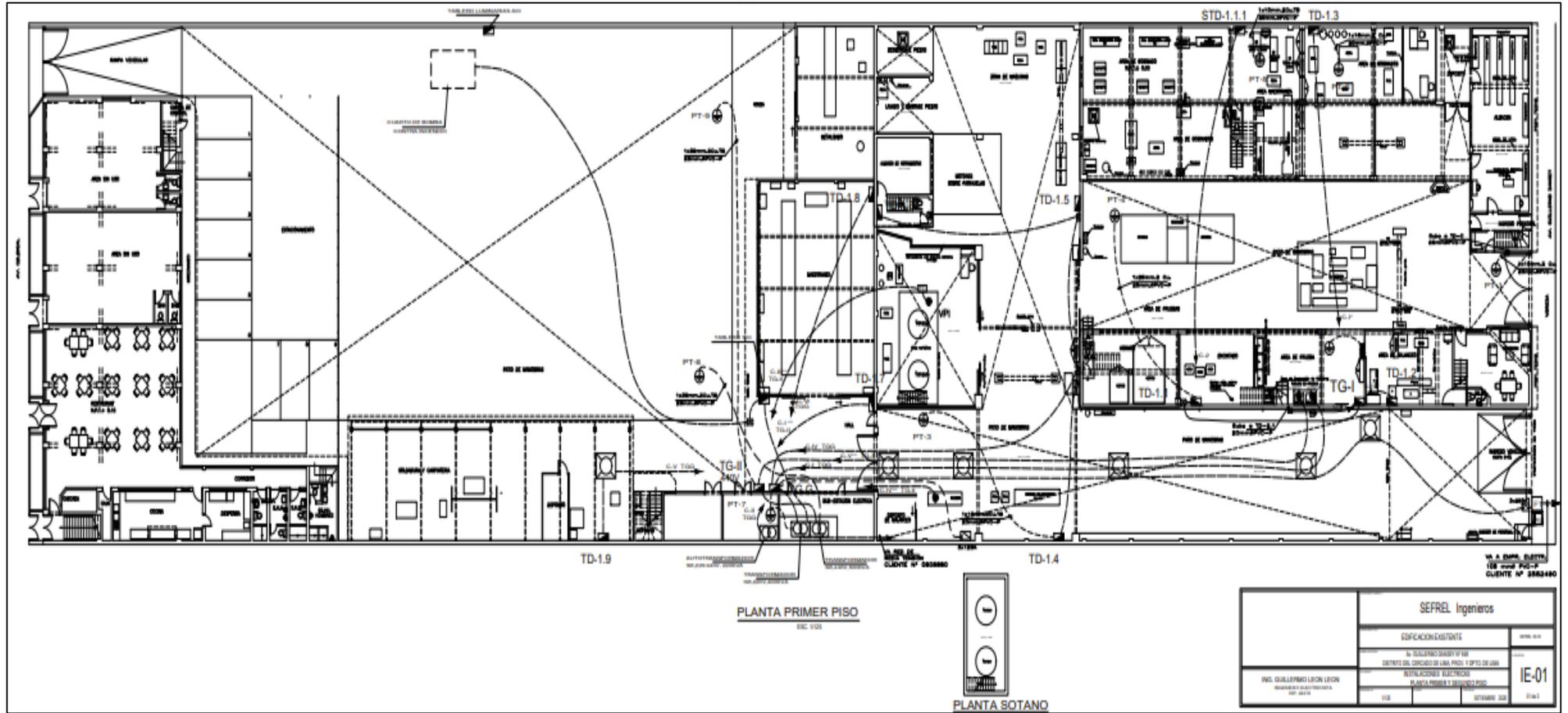
$$Q_{total} = 1400.05 - 455.86$$

$$Q_{total} = 944.19 \text{ gpm}$$

- **Suministro energético**

El suministro energético de la empresa SEFREL INGENIEROS, está determinado por la topología manejada por las subestaciones que cuenta la empresa la cual es de 220V de 5am hasta las 5:30 pm y 440V de 5:30pm a 5am esto se debe a que la empresa cuenta con dos medidores registrados en la parte frontal principal, para el cálculo de suministro energético como se menciona en la norma de INCEDI A 130 del RNE («Recomendaciones generales ITSE Requisitos para Inspecciones Técnicas.pdf» s. f.) en unas de sus observaciones menciona que tiene que ser un suministro independiente por lo cual se tuvo un arreglo eléctrico de la subestación principal se tomó un punto independiente tal como se muestra en la siguiente figura

Figura 4.6.13 Plano de Conexiones Eléctricas de Sefrel Ingenieros



Fuente: SEFREL INGENIEROS-1994

- **Bomba Contra Incendio**

La bomba contra incendio se calculó mediante el área disponible para el cuarto de bomba que cuenta la empresa SEFREL INGENIEROS. la cual tiene un volumen de:

**Ecuación 4.7. Dimensiones del cuarto de bombas**

$$\text{Dimensión del cuarto de bomba} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Alto} \quad (4.7)$$

Aplicando la ecuación 4.7, tenemos:

$$\text{Dimensión del cuarto de bomba} = 4.45 \times 2.29 \times 2.86$$

$$\text{Dimensión del cuarto de bomba} = 29.14 \text{ m}^3$$

Entonces por las dimensiones que cuenta el cuarto de bomba se propuso a utilizar un sistema de bomba vertical en línea para lo cual se utilizó el siguiente formato:

**Figura 4.6.14 Formato de cotizaciones para Bombas**

SOLICITUD DE COTIZACIÓN PARA BOMBAS CONTRA INCENDIOS			
Empresa:	SEFREL INGENIEROS S.A.C		
Proyecto:	LINEA CONTRA INCENDIO	Fecha:	
Contacto:		Correo:	
Lugar de Instalación:	GUILLERMO DANSEY 920	Dpto: LIMA	m.s.n.m.:
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
BOMBA PRINCIPAL			
Caudal:		GPM	
Presión:		PSI	
Frecuencia:	60	HZ	
Tipo de bomba:	<input type="checkbox"/> Horizontal	<input type="checkbox"/> Vertical en Línea	<input type="checkbox"/> Succión final <input type="checkbox"/> Turbina Vertical
Tipo de impulsor:	<input type="checkbox"/> Eléctrico	<input type="checkbox"/> Diésel	Profundidad del pozo: <input type="text"/> (En caso de ser turbina vertical)
Tablero Controlador	<input type="checkbox"/> Firetrol	<input type="checkbox"/> Tornatech	
Tipo de NEMA:	<input type="checkbox"/> NEMA 2	<input type="checkbox"/> NEMA 12	Otros: <input type="text"/>
<b>Seleccione las casillas de abajo solo si se requiere la bomba con motor eléctrico:</b>			
Voltaje de trabajo:	<input checked="" type="checkbox"/> 220V	<input type="checkbox"/> 380V	<input type="checkbox"/> 460V
Tipo de arranque:	<input type="checkbox"/> Estrella Delta Abierto	<input checked="" type="checkbox"/> Directo	<input type="checkbox"/> Suave (Soft Start) <input type="checkbox"/> Con Interruptor de Transferencia Automático

Para lo cual como se ve en la figura se seleccionó una frecuencia de 60Hz y un voltaje de trabajo a 220V por la subestación que cuenta la empresa mencionado en el punto anterior de suministro energético.

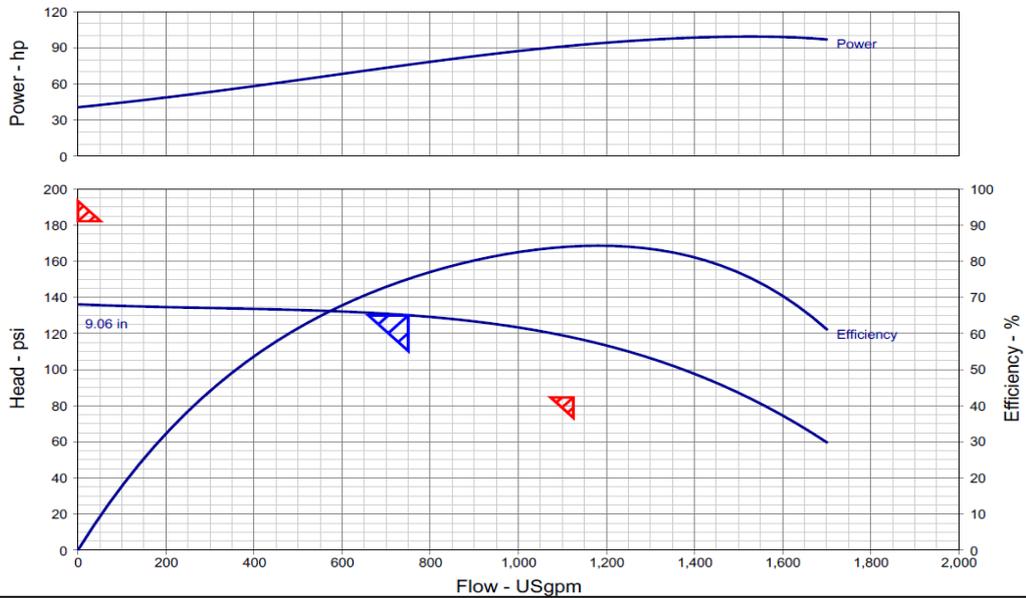
Según Osinerming, que el tamaño mínimo de la tubería correspondiente para la selección de la bomba contra incendio debe estar especificado de acuerdo a la siguiente tabla(Novoa, 2019).

Caudal nominal de bomba (gpm)	Tamaño mínimo de tubería (pulg)	Caudal nominal de bomba (gpm)	Tamaño mínimo de tubería (pulg)
400	3	1250	6
450	3	1500	6
500	3	2000	6
750	4	2500	6
1000	4	3000	8

Por tal motivo se propuso utilizar una bomba de las siguientes características

Figura 4.6.15 Solicitud de Bomba Contra Incendio

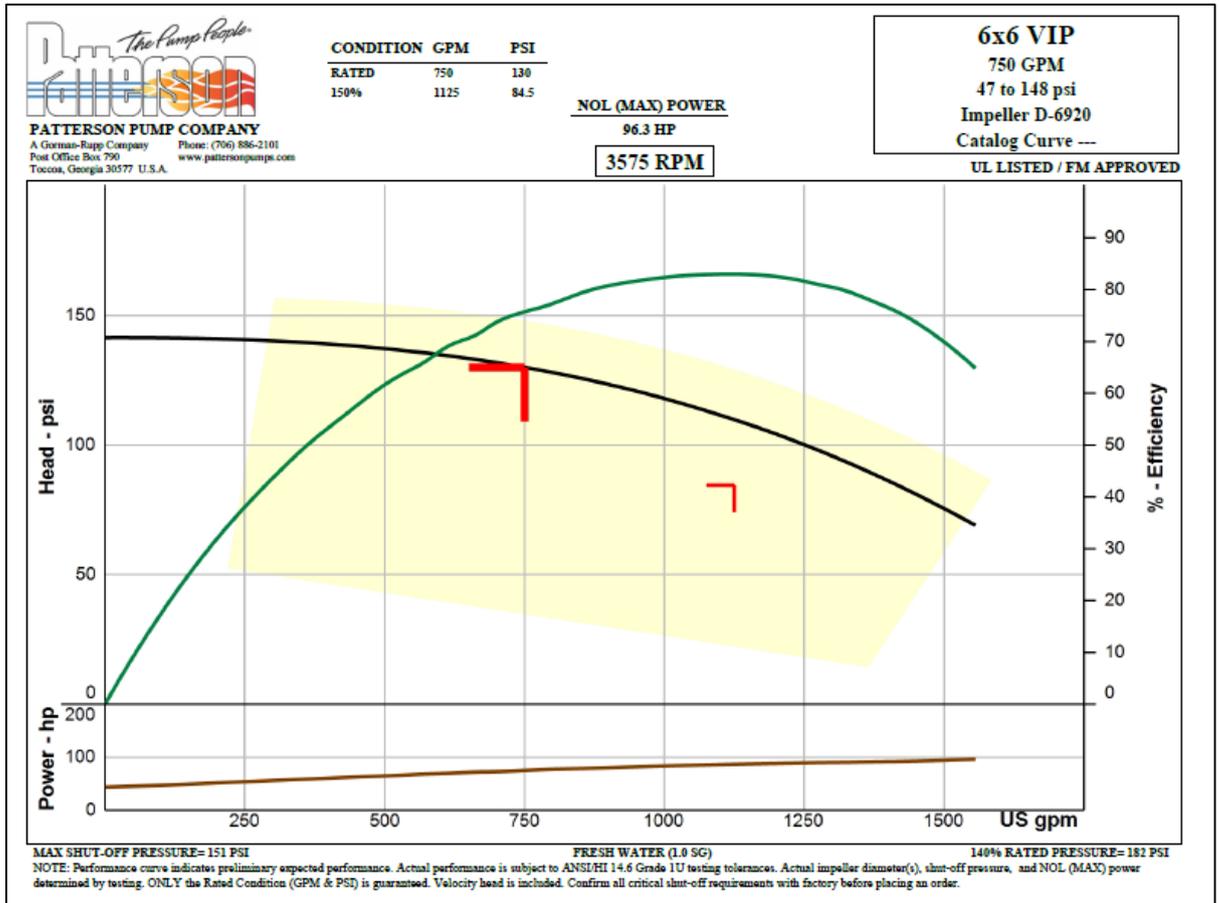
Pump Performance Datasheet					
Customer	:	SPP Pumps Inc.	Quote number	:	
Customer enquiry	:	750GPM@130PSI	Pump Size	:	KFL15E
Item number	:	750GPM@130PSI	Stages	:	1
Usage - Tertiary	:		Based on curve number	:	KFL15E
Quantity	:	1	Date last saved	:	
Operating Conditions		Liquid			
Flow, rated	:	750.0 USgpm	Liquid Type/ Application	:	Water
Differential Head (requested)	:	130.0 psi	Additional liquid description	:	
Suction pressure, rated / max	:	0.00 / 1.00 psi.g	Temperature, max	:	20.00 deg C
NPSH available, rated	:	Ample	Fluid density, rated / max	:	1.000 / 1.000 SG
Site Supply Frequency	:	60 Hz	Viscosity, rated	:	1.00 cP
NFPA Limits		Performance			
Flow, rated	:	750.0 USgpm	Speed, rated	:	3550 rpm
Head, rated	:	130.1 psi	Impeller diameter, rated (approx.)	:	9.06 in
Power, rated	:	75.81 hp	Impeller diameter, maximum	:	9.53 in
NPSHr, rated	:	-	Impeller diameter, minimum	:	6.89 in
Efficiency, rated	:	75 %	Efficiency	:	75 %
Flow at 150%	:	1,125.0 USgpm	NPSH required / margin required	:	- / 0.00 psi
Head at 150%, actual/limit	:	117.7 psi	Head, maximum, rated diameter (approx.)	:	136.2 psi
Efficiency at 150%	:	84 %	Diameter ratio (rated / max)	:	95.04 %
NPSHr at 150% flow	:	-	Driver & Power Data (@Max density)		
Power required at 150% flow	:	91.81 hp	Power, hydraulic	:	56.93 hp
Peak power	:	99.22 hp	Power, rated	:	75.81 hp
Closed valve pressure	:	136.2 psi.g	Power, maximum, rated diameter	:	99.22 hp
140% Head at shutoff	:	182.2 psi	Material		
65% Head at 150% flow	:	84.6 psi	Material selected	:	Code X - CI / BR /SS
Cooling flow (None)	:	0.00 USgpm	Selection status		
Pressure Data		FM/UL/cUL approved	:	FM/UL	
Maximum working pressure	:	137.2 psi.g	Near miss reasons	:	
Maximum allowable working pressure	:	228.0 psi.g			
Maximum allowable suction pressure	:	75.00 psi.g			
Hydrostatic test pressure	:	205.7 psi.g			



Pump Performance Datasheet					
Customer	:	SPP Pumps Inc.	Quote number	:	
Customer enquiry	:	750GPM@130PSI	Pump Size	:	KFL15E
Item number	:	750GPM@130PSI	Stages	:	1
Usage - Tertiary	:		Based on curve number	:	KFL15E
Quantity	:	1	Date last saved	:	
Operating Conditions		Liquid			
Flow, rated	:	750.0 USgpm	Liquid Type/ Application	:	Water
Differential Head (requested)	:	130.0 psi	Additional liquid description	:	
Suction pressure, rated / max	:	0.00 / 1.00 psi.g	Temperature, max	:	20.00 deg C
NPSH available, rated	:	Ample	Fluid density, rated / max	:	1.000 / 1.000 SG
Site Supply Frequency	:	60 Hz	Viscosity, rated	:	1.00 cP
Flow (USgpm)	Head (psi)	Pump Efficiency (%)	Power Required (hp)	NPSH required (psi)	
0.00	136.2	0	40.54	-	
212.8	134.5	34	49.24	-	
425.6	133.5	56	59.36	-	
638.4	131.7	70	70.19	-	
851.2	128.0	79	80.68	-	
1,064.0	120.7	84	89.66	-	
1,276.8	108.1	84	96.12	-	
1,489.6	88.3	77	99.14	-	
1,702.4	59.4	61	96.78	-	

Por los resultados expuestos la bomba que cumplirá con los requerimientos de caudal y presión para el sistema contra incendio es una Bomba Paterson de 100 HP para abastecer todo el sistema.

Figura 4.6.16. Curva de Eficiencia de la Bomba Contra Incendio



Para más detalle de la selección de bomba se puede observar en el “Anexo 4 – Bomba Contra Incendio Patterson” y “Anexo 5 – Detalle de manómetros

Se tomó como base que la red principal tendrá una salida de 4" así como también las áreas de VPI, luego se redució la tubería a 3" para las áreas de metalizado, maestranza y la estación de control (mainfold), prosiguiendo con el recorrido se bajará a 2 ½" para parte del área de bobinado y hornos, así llegar a reducir a 2" para las áreas como cerrajería, mecánica sala de pruebas, parte exterior del área de bobinados y finalmente reducir a 1 ½" para salida de rociadores en el área interna restante de bobinado.

Como otro punto se utilizó diversos accesorios y válvulas para la sectorización del sistema y la reacción de agua espuma las cuales se especifica más a detalle en el **“Anexo 5 – Suministro de Accesorios”**, **“Anexo 6 – Suministro de Soportería Aérea”** y **“Anexo 7 – Estación de Control Húmeda”**

- **Selección de Rociadores e Hidrantes**

### **Rociadores**

Para el cálculo de la evaluación de riesgo y la selección de los tipos de rociadores se aplicaron las normas NTP 100 y NFPA 13 respectivamente.

➤ **Aplicación método Gustav Purt**

❖ **Cálculo del riesgo del edificio ( $Gr$ )**

Para el cálculo del riesgo ( $Gr$ ) de una planta o edificio se utilizará la siguiente ecuación:

**Ecuación 4.8. Fórmula del riesgo del edificio**

$$Gr = \frac{((Q_m) \cdot C + Q_i) \times B \times L}{W \times R_i} \quad (4.8)$$

Donde:

$Q_m$  = Coeficiente de carga térmica.

$C$  = Coeficiente de inflamabilidad.

$Q_i$  = Valor adicional relacionado con la carga térmica del edificio.

$B$  = Coeficiente relacionado con la ubicación y la importancia de las barreras cortafuegos.

$L$  = Coeficiente relacionado con el tiempo necesario para iniciar la extinción.

$W$  = Factor relacionado con la resistencia al fuego de la estructura principal de la construcción.

$R_i$  = Coeficiente de reducción del riesgo.

**a. Cálculo del poder calorífico ( $Q_m$ )**

### **Resina Epoxi**

El poder calorífico de las diversas resinas epoxi y barnices para impregnación por vacío puede variar según la formulación de la

resina y otros factores como el endurecedor utilizado o su evaporación por altas temperaturas. (Morancho, 1996)

Tabla 4.11. Propiedades de las resinas

Aspecto	Resina epoxi 605-A	Secante epoxi 605-B
	Líquido Transp.	Líquido Transp.
Densidad a 25 °C, g/cm <sup>3</sup>	1,10 ± 0,01	1,00 ± 0,01
Visc. Brookfield a 25 °C , cps	400-600	50-90
Tiempo de gel (25°C)		20-25 min.
Temperatura mínima de reacción		15 °C
Tiempo de espera antes de pulir		24-48 horas

Fuente: MORANCHO-1996

Tabla 4.12. Poder calorífico en plantas industriales

Madera contrachapada	1000	IV	1
Madera en bruto	1500	IV	1
Madera para hacer fuego	800	III	1
Madera (objetos de)	300	IV	1
Malta en silos	3200	IV	1
Mantequilla	1000	IV	1
Máquinas (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Máquinas de coser (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Máquinas lavadoras acumuladas	(10)	IV	1
Máquinas para oficinas (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Masilla (ver Zulaque de vidrieros)	-	-	-
Materiales de construcción (media)	200	IV	1
Materiales sintéticos (objetos de)	200	III	2
Material de oficina	200	III	1
Material para embalaje	240	III	1
Material eléctrico	80	III	1
Matenias sintéticas en bruto (excepto espumas)	1400	IV	1
Matenias sintéticas, espumas en bloque	300	II-IV	2
Medicamentos	80	IV	1
Melaza en toneles	1200	IV	1
Metálicos (objetos) (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Motores eléctricos (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Muebles diversos no apilados	200	III	1
Municiones para armas de mano	Ex (Ex)	II	2

Fuente: MORANCHO-1996

Recordemos que nuestro sistema es a base de agua-espuma ya calculado anteriormente por lo cual el poder calorífico es:

**300 Mcal/m<sup>2</sup>** (material sintético, espumas en bloque)

Tenemos que:

El área de la empresa SEFREL INGENIEROS es: 4.318 m<sup>2</sup>

Hallando las Mcal en el almacén:

Mcal = 300 Mcal/m<sup>2</sup> x 4.318 m<sup>2</sup>= 1,295,400 Mcal.

Entonces, se verifica en la siguiente tabla:

**Tabla 4.13. Carga Calorífica  $Q_m$**

Escala	Mcal/ m <sup>2</sup>	$Q_m$
1	0	60
2	61	120
3	121	240
4	241	480
5	481	960
6	961	1920
7	1921	3840
8	3841	7680
9	7681	15360
10	>15361	4.0

Fuente: NTP 100-2011

**$Q_m = 4.0$**

**b. Cálculo del coeficiente de combustibilidad ( $C$ )**

Conociendo la carga calorífica y el tipo de material tenemos

**Tabla 4.14. Coeficiente de Combustibilidad  $C$**

Escala	Clase de riesgo del material	$C$
1	Fe VI (peligro mínimo)	1.0
1	Fe V	1.0
1	Fe IV	1.0
2	Fe III	1.2
3	Fe II	1.4
4	Fe I (peligro máximo)	1.6

Fuente: NTP 100-2011

**$C = 1.2$**

### c. Cálculo de la carga calorífica del inmueble ( $Q_i$ )

De la tabla anterior tenemos:

**Tabla 4.15. Carga Calorífica del inmueble  $Q_i$**

Escala	Mcal/ m <sup>2</sup>	$Q_i$
1	0 – 80	0
2	84 – 180	0.2
3	184 – 280	0.4
4	284 - 400	0.6

Fuente: NTP 100-2011

$Q_i = 0.6$  (áreas circundantes en planta con alto potencial calorífico)

### d. Cálculo de coeficiente a la situación e importancia del sector cortafuegos ( $B$ )

El área de la planta SEFREL INGENIEROS es de 4.318 m<sup>2</sup>,

entonces tenemos:

**Tabla 4.16. Coeficiente del sector cortafuegos ( $B$ )**

Escala	El objeto presenta las características siguientes	$B$
1	- Superficie del sector cortafuegos menor a 1500 m <sup>2</sup> . - Hasta un máximo de 3 plantas. - Altura del techo no superior a 10 m.	1.0
2	Superficie del sector cortafuegos entre 1500 y 3000 m <sup>2</sup> . Entre 4 y 8 plantas. Altura del techo entre 10 y 25 m. Ubicado en el primer sótano.	1.3
3	Superficie del sector cortafuegos entre 3000 y 10000 m <sup>2</sup> . Más de 8 plantas. Altura del techo superior a 25 m. Ubicado en el segundo sótano o inferior.	1.6
4	Superficie del sector cortafuegos superior a 10000m <sup>2</sup>	2.0

Fuente: NTP 100-2011

$$B = 1.6$$

**e. Cálculo de coeficiente al tiempo necesario para iniciar la extinción (L)**

**Tabla 4.17. Coeficiente al tiempo necesario para iniciar la extinción (L)**

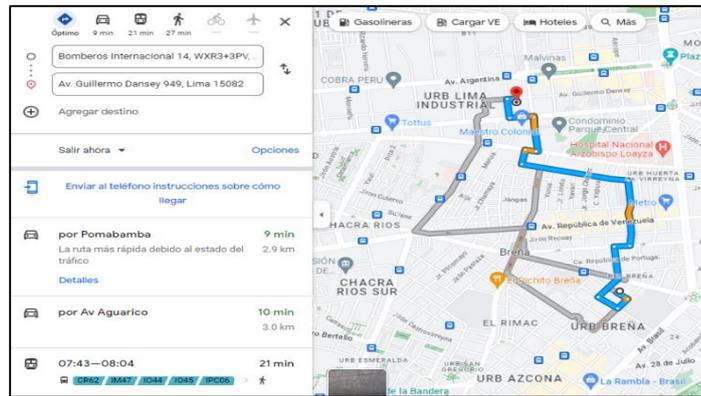
Escala de calificación	Tiempo requerido para la respuesta Distancia en línea recta	10´ (1 km)	10´-20´ (1-6 km)	20´-30´ (6-11 km)	30´ (11 km)
1	Personal de bomberos profesional Personal de bomberos de la empresa	1.0	1.1	1.3	1.5
2	Estación de policía Personal de bomberos de la empresa disponible para intervención inmediata.	1.1	1.2	1.4	1.6
3	- Puesto de intervención de bomberos.	1.2	1.3	1.6	1.8
4	- Cuerpo local de bomberos sin turno de guardia	1.4	1.7	1.8	2.0
Escala de intervención		(a)	(b)	(c)	(d)

Fuente: NTP 100-2011

Entonces se analizó las estaciones de bomberos más cercana a la empresa SEFREL INGENIEROS, las cuales se encontró los siguientes resultados:

- Estación de Bomberos Internacional 14 – ubicado en Jirón Rebeca Oquendo, Lima 15083 con tiempo de respuesta ante un siniestro de 9 minutos.

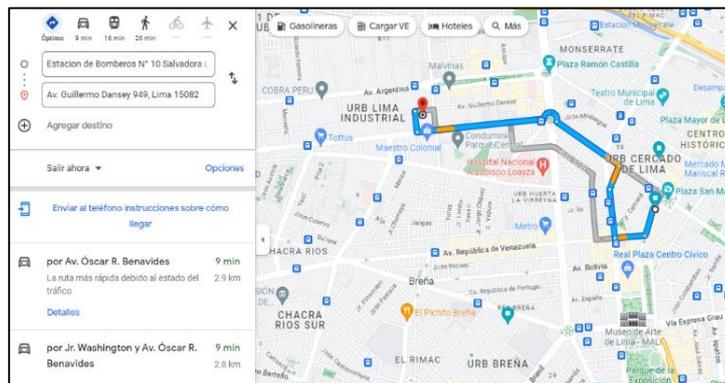
**Figura 4.6 17. Ubicación Bomberos Internacional 14**



Fuente: GOOGLMAPS-2022

- Estación de Bomberos N° 10 Salvadora Lima – ubicada en Jirón de la Unión, Lima 15001 con tiempo de respuesta ante un siniestro de 9 minutos

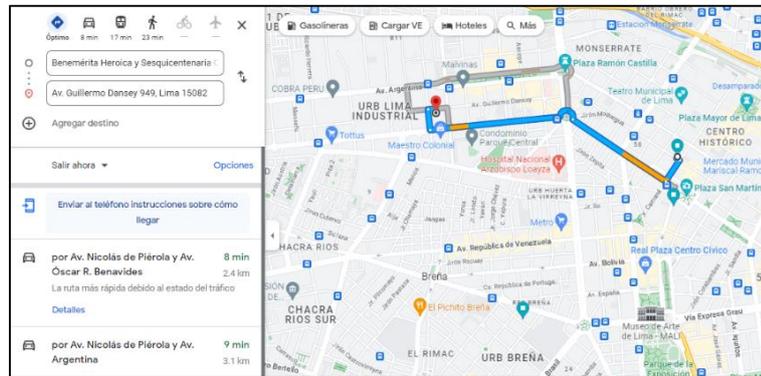
**Figura 4.6 18. Ubicación Bomberos N°10**



Fuente: GOOGLMAPS-2022

- Finalmente, la estación de Bomberos Benemérita Heroica y Sesquicentenario Compañía Francesa de Bomberos Voluntarios France 3 - Jirón Moquegua 240, Lima 15001, con tiempo de respuesta ante un siniestro de 8 minutos

**Figura 4.6 19. Ubicación Bomberos Benemérita Heroica y Sesquicentenario**



Fuente: GOOGLMAPS-2022

Cabe resaltar que el tiempo de respuesta de las estaciones de bomberos dependerá de varios factores, como el tráfico, la hora del día y las condiciones climáticas, pero en promedio se espera que los cuerpos de bomberos acudan ante un siniestro en unos pocos minutos después de recibir la llamada.

$$L=1.1 \text{ (escala (b))}$$

**f. Determinación del coeficiente relacionado con la capacidad de resistencia al fuego de la estructura principal del edificio.**

**Tabla 4.18. Factor de resistencia al fuego  $W$**

Escala	Clase de resistencia al fuego	$W$	Correspondiente a una carga calorífica de (aproximadamente) Mcal/m <sup>2</sup>
1	F <30	1.0	-
2	F 30	1.3	148
3	F 60	1.5	240
4	F 90	1.6	320
5	F 120	1.8	460
6	F 180	1.9	620
7	F 240	2.0	720

Fuente: NTP 100-2011

$$W = 1.8$$

### g. Cálculo de coeficiente de reducción del riesgo ( $R_i$ )

Tabla 4.19. Coeficiente de reducción del riesgo  $R_i$

Escala	Apreciación	$R_i$	Datos
1	Mayor que normal	1.0	<p>Mayor riesgo de inflamabilidad debido a un almacenamiento extremadamente abierto o poco compacto de materiales combustibles.</p> <p>Probabilidad de combustión rápida generalmente alta.</p> <p>Mayor número de fuentes de ignición peligrosas que lo habitual.</p>
2	Normal	1.3	<p>Riesgo de inflamabilidad normal debido a un almacenamiento medianamente abierto y poco compacto de materiales combustibles.</p> <p>Probabilidad de combustión previsible en condiciones normales.</p>
3	Menor que normal	1.6	<p>Reducción de la inflamabilidad mediante el almacenamiento de una parte (25 a 50%) de los materiales combustibles en recipientes no inflamables o de difícil combustión.</p> <p>Almacenamiento denso de materiales combustibles.</p> <p>Posibilidad de un desarrollo rápido de incendios poco probable.</p> <p>En principio, el edificio consta de una sola planta con una superficie inferior a 3000 metros cuadrados.</p> <p>Condiciones muy favorables para la evaluación del calor.</p>
4	Muy pequeño	2.0	<p>Probabilidad muy baja de ignición debido al almacenamiento de materiales combustibles en recipientes cerrados, fabricados con chapa de acero u otro material equivalente en términos de resistencia al fuego, y almacenamiento muy denso (como libros).</p> <p>En principio, probabilidad de combustión lenta (fuegos latentes).</p>

Fuente: NTP 100-2011

$$R_i = 1.3$$

Entonces con todos los valores obtenidos reemplazamos en la ecuación 4.8, fórmula del grado del contenido ( $Gr$ ):

$$Gr = \frac{((Q_m) \cdot C + Q_i) \times B \times L}{W \times R_i}$$

$$Gr = \frac{(4.0 \times 1.2 + 0.6) \times 1.6 \times 1.1}{1.8 \times 1.3}$$

$$Gr = 4.062$$

#### ❖ Cálculo de riesgo del contenido ( $IR$ )

Para el cálculo del riesgo del contenido aplicaremos tres factores de influencia de la siguiente ecuación:

#### Ecuación 4.9. Cálculo de riesgo del contenido

$$IR = H \times D \times F \quad (4.9)$$

Donde:

$H$  = Coeficiente de daño a las personas.

$D$  = Coeficiente de peligro para los bienes.

$F$  = Coeficiente de influencia del humo.

#### a. Cálculo de coeficiente de daño a las personas ( $H$ )

Tabla 4.20. Coeficiente de daño a las personas ( $H$ )

Escala	Grado de peligro	$H$
1	No hay riesgo para la seguridad de las personas.	1.0
2	Existe un riesgo para la seguridad de las personas, pero aún son capaces de moverse (pueden eventualmente salvarse por sí mismas).	2.0
3	Las personas en peligro se encuentran en una situación de impedimento (evacuación difícil por sus propios medios).	3.0

Fuente: NTP 100-2011

$$H = 2.0$$

**b. Cálculo de coeficiente de peligro para los bienes (D)**

**Tabla 4.21. Coeficiente de para los bienes (D)**

Escala	Grado de peligro	D
1	El contenido del edificio no posee un valor significativo o es poco propenso a ser destruido (a través de los sectores cortafuegos).	1.0
2	El contenido del edificio tiene un valor superior a Fr. S 2500 m <sup>2</sup> o un valor total superior a 2.000.000 dentro del sector cortafuego y es susceptible de ser destruido.	2.0
3	La destrucción de los bienes es permanente y su pérdida es irreparable (como bienes culturales); es decir, los valores destruidos no pueden ser reparados de manera rentable y representan una amenaza para la continuidad de la empresa.	3.0

Fuente: NTP 100-2011

$$D = 2.0$$

**c. Cálculo de coeficiente de influencia de humo (F)**

**Tabla 4.22. Coeficiente de influencia de humo (F)**

Escala	Datos	F
1	Sin peligro particular de humos o corrosión.	1.0
2	Más de 20% del peso total de todos los materiales combustibles son materiales que desprenden mucho humo o productos de combustión tóxicos. O bien edificios o zonas corta fuegos sin ventanas.	1.5
3	Más del 50% del peso total de los materiales combustibles son materias que desprenden mucho humo o productos de combustión tóxicos. O más del 20% del peso total de todos los materiales combustibles son productos que desprenden gases de combustión corrosivos	2.0

Fuente: NTP 100-2011

$$F = 1.5$$

Entonces con todos los valores obtenidos reemplazamos en la ecuación 4.9, cálculo de riesgo del contenido (*IR*):

$$IR = H \times D \times F$$

$$IR = 2.0 \times 2.0 \times 1.5$$

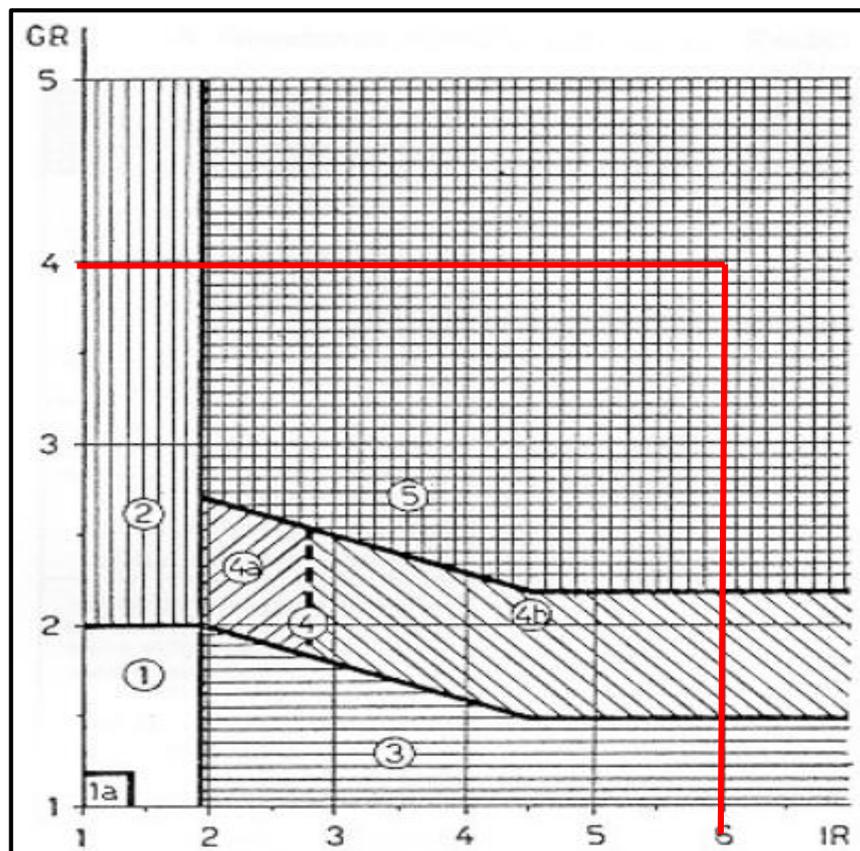
$$IR=6$$

#### ❖ Diagrama de medidas

Una vez calculados los valores de GR (Riesgo Global) y de IR (Índice de Riesgo) de las ecuaciones 4.8 y 4.9, se representan en el diagrama de medidas como coordenadas verticales y horizontales, respectivamente. Cada combinación de GR y IR se muestra en el diagrama de medidas que hemos obtenido.

$$Gr = 4.062 / IR=6$$

Figura.4.6.20 Diagrama de medidas



Fuente: NTP 100-2011

En el gráfico mostrado, se presentan diferentes categorías que indican la necesidad y recomendación de sistemas automáticos de protección contra incendios. A continuación, se describen las categorías y su significado:

- 1: No es estrictamente necesario, pero se recomienda una instalación automática de protección contra incendios.
  - 1a: El riesgo es aún menor y generalmente no se requieren medidas especiales.
- 2: Es necesaria una instalación automática de extinción; la instalación de pre-detección no es apropiada para el riesgo.
- 3: Es necesaria la instalación de pre-detección; la instalación automática de extinción (sprinklers) no es apropiada para el riesgo.
- 4: Se recomienda una doble protección mediante instalaciones de pre-detección y extinción automática. Si se decide renunciar a la doble protección, se debe tener en cuenta la posición límite:
  - 4a: Instalación de extinción.
  - 4b: Instalación de extinción.
- 5: Se requiere una doble protección mediante instalaciones de pre-detección y extinción automática.

En base a la gráfica, se pudo observar que la intersección se encuentra en el "Punto 5", lo que indica que el método de cálculo de riesgo utilizado por GUSTAV PURT para sistemas contra incendios se encuentra dentro del rango permisible.

- **Hidrantes**

Para la selección de hidrantes se consideró la medida del montante principal de 3" y 4", por lo cual en salida de los monitores de espuma de bronce con salida de brida de 4" lo cual el caudal fijo para accionar estos tipos de monitores es de 500 gpm (1900 LPM) ó 750 gpm (2840 LPM)

**Figura 4.6.21. Monitor Contra Incendio**



Fuente: NFPA 13-2021

Para el caso presentado se toma en cuenta el caudal más cercano al total.

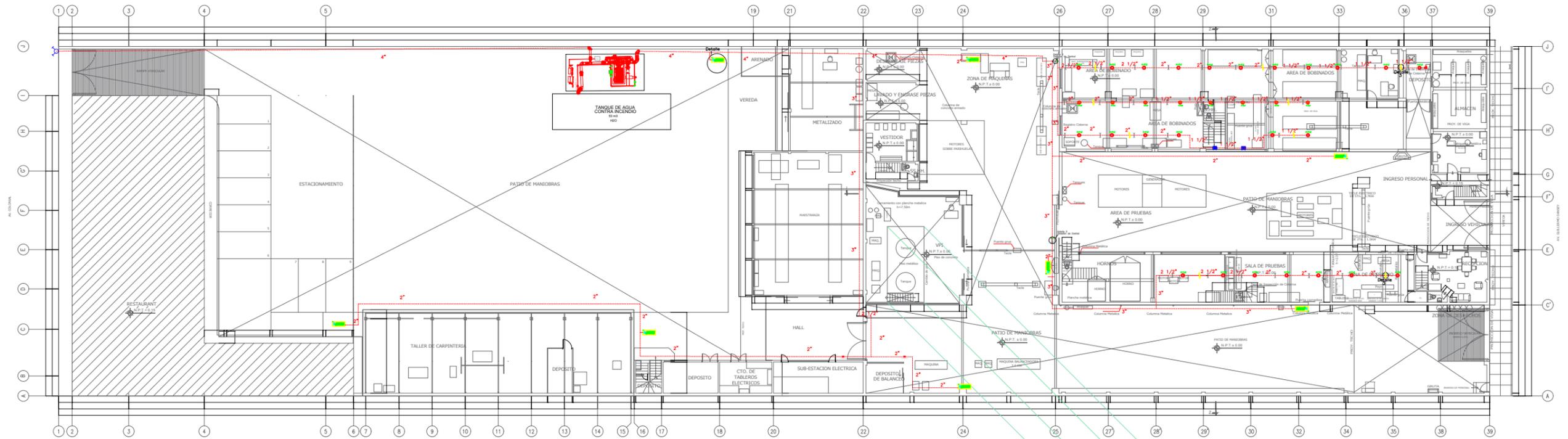
$$Q_{monitor} = 750 \text{ gpm}$$

Para un mejor entendimiento se puede verificar los planos de detalles tal como se muestra en el “**Anexo 9 – Detalles de Hidrantes**”

- **Cotización**

En la elaboración del diseño del sistema contra incendio se tiene en cuenta los puntos de selección anteriores e implementando en el plano de arquitectura mostrado, el plano final quedó expuesto como se muestra en la figura 4.6.22, y se toma en cuenta los siguientes accesorios:

Figura 4.6.22 Plano de Sistema Contra Incendio



Altura de la labores: 4 mts

LEYENDA		
Total	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
01		TUBERÍA ACERO AL CARBONO
02		TAPON PARA TUBERIA
03		ROCIADOR UPRIGHT K 11.2
04		ROCIADOR PENDENT k=5.6
05		ROCIADOR DE PARED
06		VALVULA DE PURGA 1/2"
07		ESTACIÓN DE CONTROL
08		COLGADOR DE GOTA
09		TOMA DE BOMBEROS (SIAMESA)
10		SOPORTE LONGITUDINAL
11		GABINETE CONTRA INCENDIO
12		VÁLVULA MARIPOSA 2"

PLANTA PRIMER PISO

PROYECTO: SISTEMA DE PROTECCION DE AGUA CONTRA INCENDIOS. INSTALACIÓN DE LA RED CONTRA INCENDIO Y HABILITACIÓN DE GABINETES ÁREA: PLANTA GENERAL		PLANO DE DISTRIBUCIÓN SEFREL INGENIEROS.
PLANO: D&A-PL-003 ARCHIVO CAD: D&A-PL-006		UBICACIÓN: Av. Guillermo Dansey 920 -Cercado de Lima - Perú
DIBUJO: B.D'UGARDD. FECHA: OCTUBRE 2022 ESCALA: 1/75		EMPRESA INSTALADORA: 

Entonces la cotización total se realizó mediante un excel con todo lo necesario y medidas correspondientes la cual se consideró todos los tramos sectorizados con sus respectivos puntos de emergencia para lo cual se mandó la cotización a diferentes empresas como FITFLOW, Hidrostal, Fiorella Representaciones, entre otras dando como resultado un monto total de suministros y estaciones de control.

Tabla 4.23.1. Cotización de materiales parte 1

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U(\$)	P.T (\$)
<b>TUBERIA DE ACERO SCH40 ASTM A53</b>				
Tubería de acero SCH10 ASTM A53 de 1"	mts	26.00	\$ 4.77	\$ 124.02
Tubería de acero SCH10 ASTM A53 de 1"	mts	48.00	\$ 7.71	\$ 370.08
Tubería de acero SCH10 ASTM A53 de 2"	mts	138.00	\$ 1.44	\$ 198.72
Tubería de acero SCH10 ASTM A53 de 2 1/2"	mts	36.00	\$ 17.05	\$ 613.80
Tubería de acero SCH10 ASTM A53 de 3"	mts	84.00	\$ 22.45	\$ 1,885.80
Tubería de acero SCH10 ASTM A53 de 4"	mts	90.00	\$ 31.77	\$ 2,859.30
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 6,051.72</b>
<b>ACCESORIOS EN TUBERIA ACERO UL/FM</b>				
Codo de 90 Roscado de 1"	und	48.00	\$ 1.07	\$ 51.36
Codo de 90 Roscado de 1 1/2"	und	4.00	\$ 1.07	\$ 4.28
Codo de 90 Roscado de 2"	und	19.00	\$ 2.08	\$ 39.52
Codo de 90 Roscado de 2 1/2"	und	1.00	\$ 3.36	\$ 3.36
Codo de 90 Ranurado de 3"	und	6.00	\$ 5.44	\$ 32.64
Codo de 90 Ranurado de 4"	und	5.00	\$ 7.01	\$ 35.05
TEE Roscado de 2"	und	1.00	\$ 4.54	\$ 4.54
TEE Ranurada de 3"	und	3.00	\$ 6.77	\$ 20.31
TEE Mecanica con Salida Roscada 1 1/2"X 1"	und	10.00	\$ 2.40	\$ 24.00
TEE Mecanica con Salida Roscada 2"X 1"	und	14.00	\$ 3.03	\$ 42.42
TEE Mecanica con Salida Roscada 2 1/2"X 1"	und	6.00	\$ 3.70	\$ 22.20
TEE Mecanica con Salida Ranurada 3"X 2"	und	2.00	\$ 4.80	\$ 9.60
TEE Mecanica con Salida Ranurada 3"X 2 1/2"	und	1.00	\$ 5.40	\$ 5.40
TEE Mecanica con Salida Ranurada 4"X 2"	und	2.00	\$ 6.59	\$ 13.18
TEE Mecanica con Salida Ranurada 4"X 3"	und	1.00	\$ 8.10	\$ 8.10
Reduccion 1 1/2" a 1" Roscada	und	3.00	\$ 1.62	\$ 4.86
Reduccion 2" a 1" Ranurada	und	1.00	\$ 2.45	\$ 2.45
Reduccion 2" a 1 1/2" Ranurada	und	6.00	\$ 2.45	\$ 14.70
Reduccion 2 1/2" a 2" Ranurada	und	3.00	\$ 1.93	\$ 5.79
Reduccion 3" a 2" Ranurada	und	3.00	\$ 2.78	\$ 8.34
Reduccion 3" a 2 1/2" Ranurada	und	2.00	\$ 2.24	\$ 4.48
Reduccion 4" a 3" Ranurada	und	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39
Tapon para Tuberia 2"	und	8.00	\$ 0.98	\$ 7.84
Detector de Flujo 2" UL/FM	und	8.00	\$ 1.03	\$ 8.24
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 376.05</b>
<b>SUMINISTRO DE SOPORTERIA</b>				
Colgador Ajustable TOLCO de φ 1 1/2"	und	10.00	\$ 0.22	\$ 2.20
Colgador Ajustable TOLCO de φ 2"	und	16.00	\$ 0.24	\$ 3.84
Colgador Ajustable TOLCO de φ 2 1/2"	und	14.00	\$ 0.29	\$ 4.06
Soporte Antisismico Lateral de 2 Direcciones UL/FM de 1 1/2"	und	3.00	\$ 7.62	\$ 22.86
Soporte Antisismico Lateral de 2 Direcciones UL/FM de 2"	und	4.00	\$ 7.62	\$ 30.48
Soporte Antisismico Lateral de 2 Direcciones UL/FM de 2 1/2"	und	2.00	\$ 7.87	\$ 15.74
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 79.18</b>
<b>SUMINISTRO DE ROCIADORES</b>				
ROCIADOR PENDENT Cobertura estándar respuesta rápida K=5,6 Temp. 68°C C 1/2"	und	8.00	\$ 4.82	\$ 38.56
ROCIADOR SIDEWALL Cobertura Estandar Temp. 68°C	und	2.00	\$ 7.29	\$ 14.58
ROCIADOR UP RIGHT Bronce K=11,2 Temp.74°C 3/4"	und	24.00	\$ 11.90	\$ 285.60
Reduccion Campana de 1" a 1/2"	und	34.00	\$ 0.80	\$ 27.20
Reduccion Campana de 1" a 3/4"	und	34.00	\$ 0.80	\$ 27.20
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 393.14</b>
<b>SUMINISTRO DE SECTORIZACION / ESTACIÓN DE CONTROL HÚMEDO</b>				
Valvula Mariposa Supervisada 3" UL/FM - 300psi	und	2.00	\$ 86.89	\$ 173.78
Reduccion 1" a 3/4"	und	2.00	\$ 0.80	\$ 1.60
Valvula check de 3" UL/FM	und	2.00	\$ 50.16	\$ 100.32
Manometro de Presion 0-300 psi, de 1/4" rosca npt UL/FM	und	2.00	\$ 10.14	\$ 20.28
Valvula 3 vias 1/4" UL/FM	und	2.00	\$ 7.05	\$ 14.10
Detector de flujo 3" UL/FM	und	2.00	\$ 87.77	\$ 175.54
Valvula de Prueba y Drenaje con Visor de 2"	und	2.00	\$ 161.24	\$ 322.48
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 808.10</b>

**Tabla 4.23.2. Cotización de materiales parte 2**

<b>SUMINISTRO DE GABINETES CONTRA INCENDIO</b>				
Gabinete contra incendio adosado clase II, 0,70x0,60x0,20cm chapa PUSH ON Rojo bermellón con vidrio simple	und	4.00	\$ 61.94	\$ 247.76
Válvula angular restrictora de presión 1 1/2" UL/FM	und	4.00	\$ 70.10	\$ 280.40
Manguera chaqueta simple 1 1/2" x30 metros	und	4.00	\$ 62.75	\$ 251.00
Pitón policarbonato 1 1/2" FM	und	4.00	\$ 8.06	\$ 32.24
<b>COSTO TOTAL</b>			\$	<b>1,133.88</b>
<b>CONEXIONES DE BOMBEROS (SIAMESA)</b>				
Conexión para bomberos No 01 capacidad 4 lineas 2 1/2" caudal 1000GPM 150 PSI máx.	und	1.00	\$ 830.84	\$ 830.84
Valvula check fire 4"	und	1.00	\$ 561.38	\$ 561.38
Plato identificador de siamesa	und	1.00	\$ 161.68	\$ 161.68
<b>COSTO TOTAL</b>			\$	<b>1,553.90</b>
<b>SUB TOTAL</b>			\$	<b>10,395.97</b>
<b>IGV</b>			\$	<b>1,871.27</b>
<b>TOTAL</b>			\$	<b>12,267.24</b>

#### 4.6.4. Etapa 4. Análisis de Riesgo

- **Estudio de riesgo final:**

En el estudio de riesgo final de la empresa SEFREL INGENIEROS, se volvió analizar todas las áreas de la planta del primer nivel con el sistema contra incendio implementado y se observó la disminución de las amenazas en cada una de las áreas tal como se detalla mejor en el siguiente cuadro:

**Tabla 4.24. Cuadro comparativo de riesgos finales**

<b>Amenazas</b>	<b>Áreas afectadas</b>	<b>Causas</b>	<b>Implementación</b>	<b>Calificación</b>
Sismo	- Todas	- Movimiento de placas tectónicas, con liberación de energía	-	Posible
Inundación por lluvias	- Maestranza - Cerrajería - Metalizado	- Lluvias acumuladas	-	Probable
Derrumbe	- Mecánica - Sala de Pruebas	- Falla en la construcción - Peso de los motores	-	Probable
Incendio	- Todas	-Corto circuito -Descuido en el manejo de gas. -Ignición de sustancias combustibles o inflamables durante labores de soldadura.	Sistema Contra Incendio	Bajo
Almacenamiento de gas propano Oxígeno y acetileno	- Mecánica - Bobinado - Sala de Pruebas	- Fallas en las válvulas - Sobrepresión - Perforación de cilindros	Sistema Contra Incendio	Bajo
Explosión	- Todas.	-Manejo inadecuado de una fuga de gas -Sobrepresión -Incendio no controlado	Sistema Contra Incendio	Bajo
Intoxicación por alimentos	-Todos los empleados	-Consumo de alimentos descompuestos o contaminados. -Fallas en el proceso de conservación o cocción.	-	Probable

		-Atropellamientos		
		-Caídas		
Accidentes	-Todas	-Golpes	-	Probable
		-Cortaduras		
		-Derrumbes		

- **Comparativa entre riesgos:**

Finalmente comparamos los cuadros de riesgos inicial y final para la elaboración de la disminución de riesgo general en la empresa SEFREL INGENIEROS para lo cual nos queda de la siguiente manera

Tabla 4.25.1. IPERC Área de bobinados parte 1

ITEM GENERAL		ITEM ESPECIFICO		TIPO DE ACTIVIDAD		SITUACION		PELIGROS (Fuente, situación o acto)		RIESGOS		MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL		EVALUACIÓN DEL RIESGO		LEGAL		CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO CON EL SISTEMA AGUA-ESPUMA CONTRA INCENDIOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		LEGAL		NUEVA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO							
ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS						NORMAL ANORMAL EMERGENCIA								Número de Personas Expuestas Índice de Capacitación y Capacidades Humanas Frecuencia de Ocurrencia Nivel de Probabilidad Índice de Severidad PUNTAJE DE RIESGO Tiene Requisito Legal Aplicable Cumple el Requisito Legal				MODERADO NO TOLERABLE		Número de Personas Expuestas Índice de Capacitación y Capacidades Humanas Frecuencia de Ocurrencia Nivel de Probabilidad Índice de Severidad PUNTAJE DE RIESGO Tiene Requisito Legal Aplicable Cumple el Requisito Legal				TOLERABLE MODERADO									
1	REACONDICIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS	1.1	REGULAR	x				Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activa	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.2	REGULAR	x				Riesgo Eléctrico	* Electrocutión	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalización	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.3	REGULAR	x				Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor segun la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.4	REGULAR	x				Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	3	3	1	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en area de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.5	REGULAR	x				Productos quimicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia del almacenamiento de productos quimicos. 2. Curso de Msds	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.6	REGULAR	x				Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.7	REGULAR	x				Polución	* Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	3	2	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	1. Uso obligatorio de respirador para polvo . 2.- Difusión en charlas de 5min. sobre uso de respiradores. 3.- Ventilación de las áreas de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.8	REGULAR	x				Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.1	REGULAR	x				Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
2.2	REGULAR	x				Riesgo Eléctrico	* Electrocutión	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalización	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO		
								1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad:													1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo												

Tabla 4.25.2. IPERC Área de bobinados parte 2

2	BOBINADO DE ESTADORES	2.3	REGULAR	x	Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	"Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.4	REGULAR	x	Exposición a Radiación Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.5	REGULAR	x	Productos químicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	3	3	1	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia del almacenamiento de productos químicos. 2. Curso de Msds	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.6	REGULAR	x	Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	3	3	1	2	9	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.7	REGULAR	x	Polución	* Contacto con material particulado. * Inhalación de material particulado.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	3	3	2	2	10	3	2	6	SI	SI	MODERADO	1. Uso obligatorio de respirador para polvo . 2.- Difusión en charlas de 5min. sobre uso de respiradores. 3.- Ventilación de las áreas de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.8	REGULAR	x	Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.1	REGULAR	x	Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esquelético	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.2	REGULAR	x	Riesgo Eléctrico	* Electrocutión	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar el trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar el trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalización	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
3	FABRICACIÓN DE BOBINAS	3.3	REGULAR	x	Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.4	REGULAR	x	Exposición a Radiación Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	3	2	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.5	REGULAR	x	Productos químicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia del almacenamiento de productos químicos. 2. Curso de Msds	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.6	REGULAR	x	Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.7	REGULAR	x	Polución	* Contacto con material particulado. * Inhalación de material	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	2	2	9	1	2	2	SI	SI	TOLERABLE	1. Uso obligatorio de respirador para polvo . 2.- Difusión en charlas de 5min. sobre uso de respiradores. 3.- Ventilación de las áreas de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		3.8	REGULAR	x	Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE

Tabla 4.26. IPERC Área de cerrajería

ITEM GENERAL		ITEM ESPECÍFICO		SITUACIÓN			PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO								CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO CON EL SISTEMA AGUA-ESPUMA CONTRA INCENDIOS	EVALUACIÓN DEL RIESGO								NUEVA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO				
ACTIVIDADES O TAREAS ESPECÍFICAS		TIPO DE ACTIVIDAD	NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA	Número de Personas Expuestas				Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable			Cumple el Requisito Legal	Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad		PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal	
1	SOLDADOR	1.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.2	REGULAR	x			Riesgo Eléctrico	* Electrocuación	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.3	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion de luz de Soldadura	* Quemaduras	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Uso de EEPs para soldadura.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación el equipo de Soldadura . 2. Capacitación procedimientos de Soldadura	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.3	REGULAR	x			Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor segun la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.4	REGULAR	x			Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en area de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.5	REGULAR	x			Polución	* Contacto con material particulado. * Inhalación de material particulado.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	2	2	9	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Uso obligatorio de respirador para polvo . 2.- Difusión en charlas de 5min. sobre uso de respiradores. 3.- Ventilación de las áreas de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.6	REGULAR	x			Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.7	REGULAR	x			Gases de Soldadura	* Inhalación de gases de soldadura.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	2	2	9	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Uso obligatorio de respirador para polvo . 2.- Difusión en charlas de 5min. sobre uso de respiradores. 3.- Ventilación de las áreas de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.8	REGULAR	x			Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalizacion	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE

Tabla 4.27.1. IPERC Área de predictivo parte 1

ITEM GENERAL		ITEM ESPECIFICO		TIPO DE ACTIVIDAD		SITUACIÓN		PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO										LEGAL	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO CON EL SISTEMA AGUA-ESPUMA CONTRA INCENDIOS	EVALUACIÓN DEL RIESGO										LEGAL	NUEVA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO
ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS				NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA	Número de Personas Expuestas				Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal	Número de Personas Expuestas				Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal	NUEVA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
1	MEDICIÓN Y ANÁLISIS	1.1	REGULAR	x					Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		1.2	REGULAR	x						Riesgo Eléctrico	* Electrocutión	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.3	REGULAR	x						Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.4	REGULAR	x						Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.5	REGULAR	x						Exposición a Radiación Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.6	REGULAR	x						Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
	OTORES	2.1	REGULAR	x					Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		2.2	REGULAR	x						Riesgo Eléctrico	* Electrocutión	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO

Tabla 4.27.2. IPERC Área de predictivo parte 2

2	PREDICTIVO - BALANCEO DINÁMICO DE R	2.3	REGULAR	x	Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.4	REGULAR	x	Exposición a Radiación Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	3	2	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.5	REGULAR	x	Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.6	REGULAR	x	Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
3	ORDEN Y LIMPIEZA	3.1	REGULAR	x	Falta de orden y limpieza	* Caídas al mismo nivel.	1. Estándar de Seguridad: "Orden y Limpieza".	2	2	2	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Mantener el ambiente de trabajo limpio y ordenado. 2. Coordinación con Supervisor responsable , para la evacuación de los RR. SS( metales, otros) hasta área de residuos o evacuarlos a cilindros de RR.SS presentes. 3. Clasificación del mismo	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE

Tabla 4.28. IPERC Área de sala de pruebas

ITEM GENERAL		ITEM ESPECIFICO		TIPO DE ACTIVIDAD			SITUACION	PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO										CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO CON EL SISTEMA <b>AGUA-ESPUMA CONTRA INCENDIOS</b>	EVALUACIÓN DEL RIESGO										NUEVA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO
ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS				NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA					Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal			Número de Personas Expuestas	Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal	
<b>1</b>	<b>SOLDADOR</b>	1.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		1.2	REGULAR	x				Riesgo Eléctrico	* Electrocutiòn	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.3	REGULAR	x				Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oido), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.4	REGULAR	x				Trabajos en altura	* Caídas a distinto nivel. * Caída de objetos	1. Estándar de Seguridad: "Trabajos en Altura". 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal"	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación el equipo de Soldadura . 2. Capacitación procedimientos de Soldadura	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.5	REGULAR	x				Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor segun la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.6	REGULAR	x				Exposicion a Radiación Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en area de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.7	REGULAR	x				Polución	* Contacto con material particulado. * Inhalación de material particulado.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	2	2	9	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Uso obligatorio de respirador para polvo . 2.- Difusión en charlas de 5min. sobre uso de respiradores. 3.- Ventilación de las áreas de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.8	REGULAR	x				Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE

Tabla 4.29.1. IPERC Área de maestranza parte 1

ITEM GENERAL		ITEM ESPECIFICO		SITUACION		PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO							LEGAL	CLASIFICACION DEL RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO CON EL SISTEMA AGUA-ESPUMA CONTRA INCENDIOS	EVALUACIÓN DEL RIESGO							LEGAL	NUEVA CLASIFICACION DEL RIESGO				
ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS	TIPO DE ACTIVIDAD	NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA	Número de Personas Expuestas				Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO				Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal	Número de Personas Expuestas	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad			Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal
1	FABRICACION DE EJES	1.1	REGULAR	x		Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.2	REGULAR	x		Riesgo Eléctrico	* Electrocuición	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.3	REGULAR	x		Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposicion a labor segun la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.4	REGULAR	x		Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.5	REGULAR	x		Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en area de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.6	REGULAR	x		Polución	* Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	3	3	2	2	10	3	2	6	SI	SI	MODERADO	1. Uso obligatorio de respirador para polvo . 2.- Difusión en charlas de 5min. sobre uso de respiradores. 3.- Ventilación de las áreas de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.7	REGULAR	x		Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalizacion	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.1	REGULAR	x		Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.2	REGULAR	x		Riesgo Eléctrico	* Electrocuición	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO

Tabla 4.29.2. IPERC Área de maestranza parte 2

2	EMBOCINADO DE TAPAS Y BOCINAS	2.3	REGULAR	x	Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.4	REGULAR	x	Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en area de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	3	2	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.5	REGULAR	x	Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.6	REGULAR	x	Polución	* Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2.Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	3	3	2	2	10	3	2	6	SI	SI	MODERADO	1. Uso obligatorio de respirador para polvo . 2.- Difusión en charlas de 5min. sobre uso de respiradores. 3.- Ventilación de las áreas de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		2.7	REGULAR	x	Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
3	ORDEN Y LIMPIEZA	3.1	REGULAR	x	Falta de orden y limpieza	* Caídas al mismo nivel.	1. Estándar de Seguridad: "Orden y Limpieza".	2	2	2	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Mantener el ambiente de trabajo limpio y ordenado. 2. Coordinación con Supervisor responsable , para la evacuación de los RR. SS( metales, otros) hasta área de residuos o evacuarlos a cilindros de RR.SS presentes. 3. Clasificación del mismo	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE

Tabla 4.30.1. IPERC Área de mecánica parte 1

ITEM GENERAL		ITEM ESPECIFICO		SITUACION			PELIGROS (Fuente, situación o acto)	RIESGOS	MEDIDAS DE CONTROL ACTUAL	EVALUACIÓN DEL RIESGO										CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO CON EL SISTEMA AGUA-ESPUMA CONTRA INCENDIOS	EVALUACIÓN DEL RIESGO										NUEVA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	
ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS		TIPO DE ACTIVIDAD	NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA	Número de Personas Expuestas				Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal	Número de Personas Expuestas			Índice de Controles Existentes	Índice de Capacitación y Capacidades Humanas	Frecuencia de Ocurrencia	Nivel de Probabilidad	Índice de Probabilidad	Nivel de Severidad	PUNTAJE DE RIESGO	Tiene Requisito Legal Aplicable	Cumple el Requisito Legal			
1	BARNIZADO DE ESTADORES	1.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		1.2	REGULAR	x				Riesgo Eléctrico	* Electrocuación	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica a. 2. Capacitación en Riesgos Eléctricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalización	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		1.3	REGULAR	x				Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.4	REGULAR	x				Productos químicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia del almacenamiento de productos químicos. 2. Curso de Msds	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.5	REGULAR	x				Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.6	REGULAR	x				Horno de secado	* Estructuras de la máquina de secado * Contacto con estructuras calientes.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal"	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Capacitación en curso de trabajos en caliente. 2. Mantener orden y limpieza en el área de trabajo. 3. Retiro de material inflamable. Ubicación de extintor cerca al área de trabajo.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.7	REGULAR	x				Exposición a Radiación Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		1.8	REGULAR	x				Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe, Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Área Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
				2.1	REGULAR	x			Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI

Tabla 4.30.2. IPERC Área de mecánica parte 2

2	EXTRACCIÓN DE CHAPAS MAGNÉTICAS	2.2	REGULAR	x	Ruido (por uso de equipos y herramientas)	Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapas de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		2.3	REGULAR	x	Riesgo Eléctrico	* Electrocuación	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica a . 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO	
		2.4	REGULAR	x	Productos quimicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia del almacenamiento de productos quimicos. 2. Curso de Msds	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		2.5	REGULAR	x	Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor segun la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		2.6	REGULAR	x	Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en area de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	3	2	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		2.7	REGULAR	x	Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE	
		MOTORES	3.1	REGULAR	x	Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposición a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
3.2	REGULAR		x	Riesgo Eléctrico	* Electrocuación	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajos y solicitar el corte de la energía eléctrica. 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO		
3.3	REGULAR		x	Trabajos en altura	* Caídas a distinto nivel. * Caída de objetos	1. Estándar de Seguridad: "Trabajos en Altura". 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal"	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación el equipo de Soldadura . 2. Capacitación procedimientos de Soldadura	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO		
3.4	REGULAR		x	Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposición a labor segun la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE		
3.5	REGULAR		x	Productos quimicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia del almacenamiento de productos quimicos. 2. Curso de Msds	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE		
3.6	REGULAR		x	Ruido (por uso de equipos y herramientas)	* Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapas de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE		
																				1. Verificación de la señalización del área de trabajo											

Tabla 4.30.3. IPERC Área de mecánica parte 3

3		MONTAJE DE																											
3.7	REGULAR	x		Carga suspendida	* Caída de la carga. * Aplastamiento, atrapamiento. * Daños a la propiedad	1. Señalización del área de trabajo.	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	trabajo. 4. Guardar distancia de seguridad al momento de realizar los trabajos de maniobra. 3. Revisión de los elementos y accesorios de maniobra comprobando su buen estado 4. Vigia constante en el área de trabajo. 5. Uso de línea se viento para evitar el balanceo de la carga.	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
3.8	REGULAR	x		Uso de Grúa móvil	* Falta del camión grúa. * Caída de postes por mala maniobra.	1. Inspección de Herramientas, Equipos.	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Operador de grúa completamente capacitado en temas de maniobra e izaje de cargas. 2. Elaboración de procedimiento 3. Visibilidad amplia del lugar de trabajo y objeto a izar. 4. Vigia constante en el área de trabajo. 5. Riger capacitado en temas de maniobra de izaje.	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
3.9	REGULAR	x		Manipulación de objetos pesados	* Golpes por estructuras, equipos u objetos. * Sobreesfuerzos, lesiones ergonomicas. * Daños a la Mano	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	3	2	10	3	3	9	SI	SI	IMPORTANTE	1. Capacitación uso de herramientas 2. Verificación del buen estado de las herramientas a usar. 3. Uso o manipuleo adecuado de las herraminetas manuales. 4. Práctica de posturas ergonómicas.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
3.10	REGULAR	x		Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en area de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	3	2	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
3.11	REGULAR	x		Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyección de Partículas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
4.1	REGULAR	x		Posturas inadecuadas	* Daño Muscular Esqueletico	1. Adoptar Posturas adecuadas en el trabajo 2. Pausas activas	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Ejecutar capacitación referida a técnicas de contención del riesgo ergonómico (por ejemplo: ejercicios musculares antes, durante y después de la tarea) 2. Adoptar Posturas Adecuadas de Trabajo 3. Administrar tiempo de Exposicion a Labor	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
4.2	REGULAR	x		Riesgo Eléctrico	* Electrocción	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica.	2	3	2	3	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación que no existas energía eléctrica antes de empezar los trabajo y solicitar el corte de la energía eléctrica. 2. Capacitación en Riesgos Electricos. 3. Procedimiento de bloqueo y señalizacion	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
4.3	REGULAR	x		Trabajos en altura	* Caídas a distinto nivel. * Caída de objetos	1. Estándar de Seguridad: "Trabajos en Altura". 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal"	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's necesarios. 2. Supervisión permanente del sistema de protección contra caídas: correcto uso de arnés de seguridad, línea de anclaje, línea de vida doble con gancho grande. 3. Señalización de área de trabajo. 4. Personal deberá estar capacitado para los trabajos en altura.	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
4.4	REGULAR	x		Manipulación de herramientas manuales	* Golpes por manipulación de herramientas manuales.	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	2	2	9	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Mantener capacitaciones/sensibilizaciones referida al uso de EPPs. 2. Solo Autorizar a Personal Capacitado para manipular herramientas 3. Adoptar Posturas Adecuadas al realizar labor 4. Dar Seguimiento a las Medidas de Control mencionadas 5. Administrar Tiempo de Exposicion a labor según la necesidad del trabajador	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
					* Problemas en la recepción de la																								

Tabla 4.30.4. IPERC Área de mecánica parte 4

4	DESMONTAJE DE MOTORES	4.5	REGULAR	x	Ruido (por uso de equipos y herramientas)	Problemas en la recepción de la comunicación e identificación de peligros. * Hipoacusia.	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP necesario.	2	3	1	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Sensibilización referida a las consecuencias del no uso de EPP's (tapos de oído), necesarios, y verificación de su imposición.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		4.6	REGULAR	x	Productos químicos	* Dermatitis	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia del almacenamiento de productos químicos. 2. Curso de Msds	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		4.7	REGULAR	x	Carga suspendida	* Caída de la carga. * Aplastamiento, atrapamiento. * Daños a la propiedad	1. Señalización del área de trabajo.	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Verificación de la señalización del área de trabajo. 2. Guardar distancia de seguridad al momento de realizar los trabajos de maniobra. 3. Revisión de los elementos y accesorios de maniobra comprobando su buen estado 4. Vigia constante en el área de trabajo. 5. Uso de línea se viento para evitar el balanceo de la carga.	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		4.8	REGULAR	x	Uso de Grúa móvil	* Falla del camión grúa. * Caída de postes por mala maniobra.	1. Inspección de Herramientas, Equipos.	2	3	3	2	10	3	4	12	SI	SI	NO TOLERABLE	1. Operador de grúa completamente capacitado en temas de maniobra e izaje de cargas. 2. Elaboración de procedimiento 3. Visibilidad amplia del lugar de trabajo y objeto a izar. 4. Vigia constante en el área de trabajo. 5. Riger capacitado en temas de maniobra de izaje.	2	2	1	2	7	2	2	4	SI	SI	MODERADO
		4.9	REGULAR	x	Manipulación de objetos pesados	* Golpes por estructuras, equipos u objetos. * Sobreesfuerzos, lesiones ergonomicas. * Daños a la Mano	1. Estándar de Seguridad: "Herramientas Manuales" 2. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal". 3. Capacitaciones referidas al empleo de herramientas. 4. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	3	2	10	3	3	9	SI	SI	IMPORTANTE	1. Capacitación uso de herramientas 2. Verificación del buen estado de las herramientas a usar. 3. Uso o manipuleo adecuado de las herraminetas manuales. 4. Práctica de posturas ergonómicas.	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		4.10	REGULAR	x	Exposicion a Radiacion Solar	* Quemaduras, deshidratación	1. Estándar de Seguridad: "Equipos de Protección Personal" 2. Verificación del uso obligatorio y correcto de EPP's necesarios. 3. Existencia de bidón con agua e implementos en área de trabajo.	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Inspección constante de la existencia de bidón con agua e implementos en area de trabajo. 2. Administrar tiempo de Exposición a Labor según la necesidad del trabajador	3	2	1	2	8	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
		4.11	REGULAR	x	Distracciones, ingresos inesperados de personal en área de Trabajo	* Golpe , Aplastamiento, Quemadura por Proyeccion de Particulas, golpes por caída de herramientas o material	1. Delimitación de área de Trabajo 2. Ingreso solo por personal autorizado. 3. Empleo de permisos de trabajo: ATS, PETAR. 4. Capacitaciones referidas al uso de ATS, PETAR. 5. Capacitaciones referidas a conductas seguras (Estados: Prisa, fatiga, frustración, complacencia/ Errores: Ojos no en la tarea, mente no en la tarea, línea de fuego, equilibrio, tracción y agarre).	2	3	1	2	8	2	3	6	SI	SI	MODERADO	1. Señalización referida a: - Ingreso Solo Personal Autorizado - Caída Herramientas y Material - Delimitar Area Cinta de Señalización	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE
5	ORDEN Y LIMPIEZA	5.1	REGULAR	x	Falta de orden y limpieza	* Caídas al mismo nivel.	1. Estándar de Seguridad: "Orden y Limpieza".	2	2	2	2	8	2	2	4	SI	SI	MODERADO	1. Mantener el ambiente de trabajo limpio y ordenado. 2. Coordinación con Supervisor responsable , para la evacuación de los RR. SS( metales, otros) hasta área de residuos o evacuarlos a cilindros de RR.SS presentes. 3. Clasificación del mismo	2	2	1	2	7	2	1	2	SI	SI	TOLERABLE

Leyenda:

Tabla 4.31. Cuadro de probabilidades vs severidades 2

PROBABILIDAD	SEVERIDAD			
	4	3	2	1
4	NO TOLERABLE (12)	NO TOLERABLE (12)	IMPORTANTE (8)	MODERADO (4)
3	NO TOLERABLE (12)	IMPORTANTE (9)	MODERADO (6)	TOLERABLE (3)
2	IMPORTANTE (8)	MODERADO (6)	MODERADO (4)	TOLERABLE (2)
1	MODERADO (4)	TOLERABLE (3)	TOLERABLE (2)	TOLERABLE (2)

Tabla 4.32. Niveles de Riesgo 2

RIESGO NO TOLERABLE	11 a más o NO
RIESGO IMPORTANTE	8 a 11
RIESGO MODERADO	4 a 7
RIESGO TOLERABLE	1 a 3

Haciendo el estudio de recopilación final y comparando con los cuadros de IPERC anteriores en cada área diseñada el sistema contra incendio se reevaluó el riesgo que tiene la planta de SEFREL INGENIEROS disminuyendo de “**Nivel Alto y Riesgo Importante**” a “**Nivel Medio Bajo y Riesgo Tolerable**”

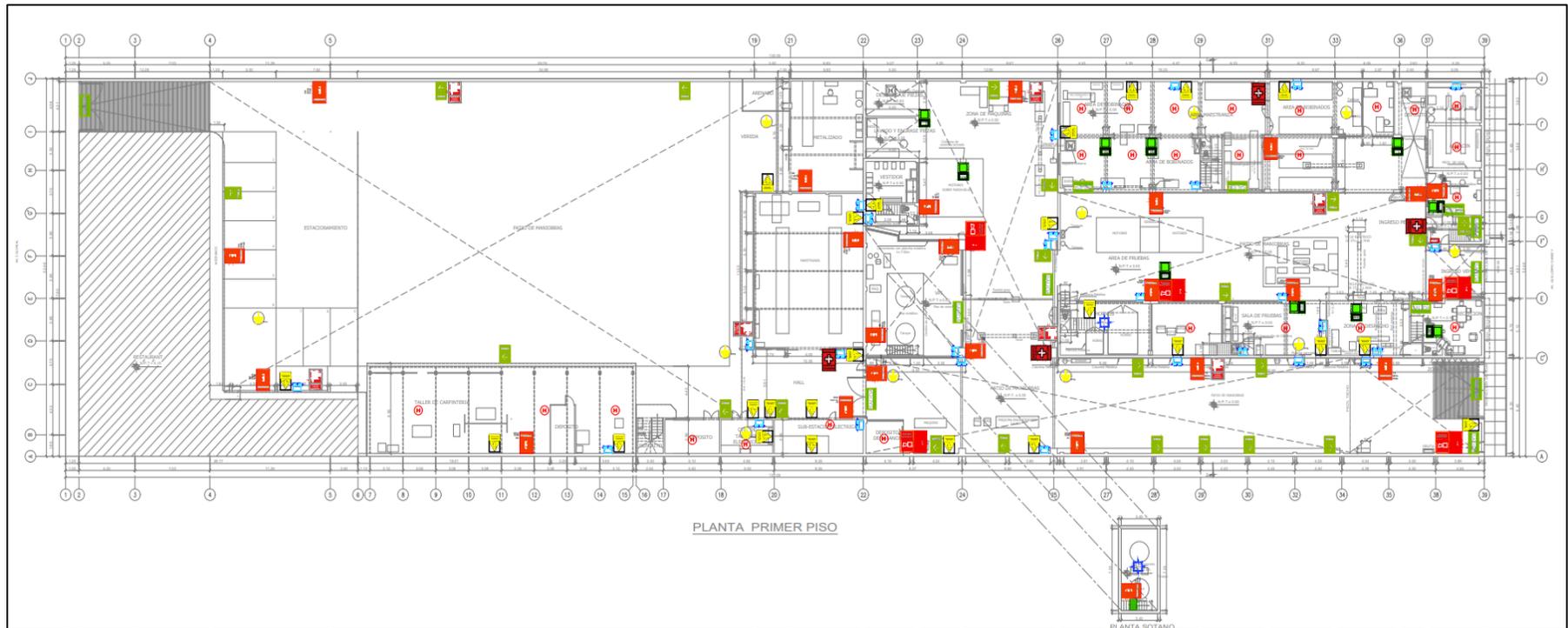
#### 4.6.5. Etapa 5. Gestión de Riesgo

- **Señalizaciones**

En la última etapa se verificó las señalizaciones que mantiene la empresa y a su vez las mejoras que se obtuvo de realizar un mapa de señalizaciones en la planta SEFREL INGENIEROS para un mejor control y reducción del riesgo.

- **Mapa de Señalizaciones**

Figura 4.6.23. Mapa de Señalizaciones



Leyenda:

**Figura 4.6.24. Leyenda de Señalizaciones**

	RUTA DE EVACUACION		DETECTORES DE TEMPERATURA
	SEÑAL DE SALIDA		DETECTORES DE HUMO
	SALIDA A ESCALERA		VALVULA PARA CORTE DE GAS
	EXTINTOR DE INCENDIOS		ALTO VOLTAJE PELIGRO
	LUCES DE EMERGENCIA		ZONA DE SEGURIDAD
	ALARMA CONTRA INCENDIO (LUZ ESTEREOSCOPICA Y SIRENA)		PULSADOR DE ALARMA CONTRA INCENDIOS
	CENTRAL DE ALARMA CONTRA INCENDIO.		POZO A TIERRA
	GABINETE CONTRA INCENDIO		

A su vez se elaboró rótulos de señalizaciones del sistema contra incendio para mejor entendimiento del personal en planta:

**Figura 4.6.25. Señalíticas de Evacuación**



Fuente. [HTTPS://SEGURIDADCHASKY.COM](https://SEGURIDADCHASKY.COM)-2022

- **Plan de inducciones**

En esta parte se programó las capacitaciones del sistema contra incendio para su correcta utilización y accionamiento para lo cual se reforzaban en las charlas de 5 minutos para conocimiento y concientización del sistema diseñado.

A su vez la empresa cuenta con sus políticas de prevención y protección contra incendios para las áreas de trabajos auxiliares y control de emergencias.

**Figura 4.6.26. Señalización de Zona Segura**



- **Plan de Evacuación**

Finalmente, el plan de evacuaciones veremos las rutas disponibles y seguras según la rotulación y simbologías pegadas alrededor de toda la planta SEFREL INGENIEROS, por lo que fue necesario que se conociera las medidas correspondientes a los puntos de emergencias cercanos y así evitar accidentes ocasionados por cualquier amenaza o incendio

Figura 4.6.27. Ruta de Evacuación

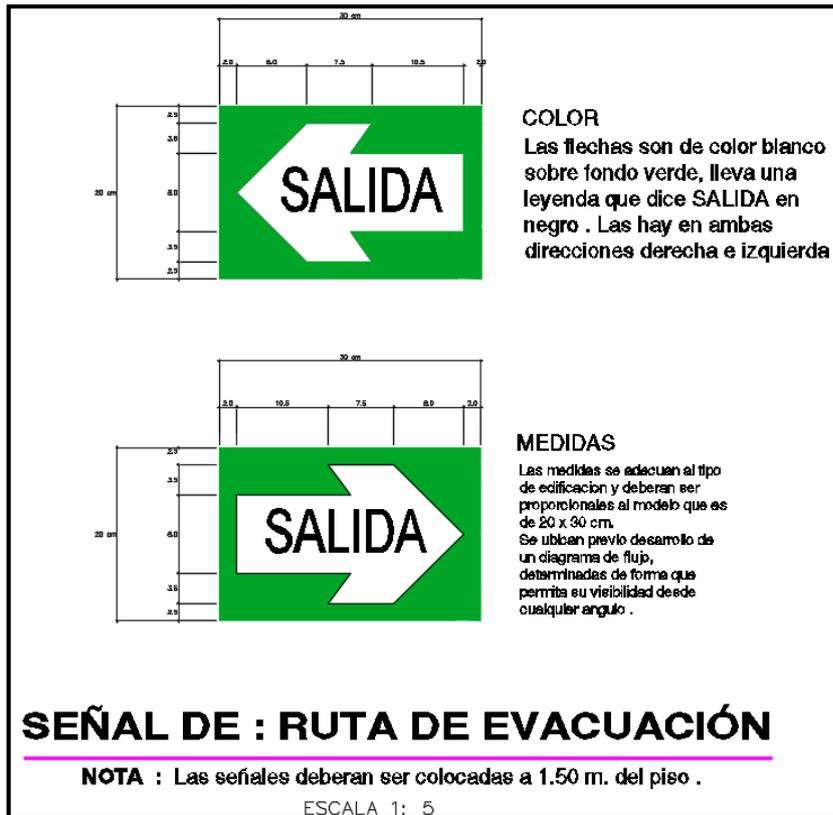


Figura 4.6.28. Señalizaciones de Evacuación

	RUTA DE EVACUACION
	RUTA DE ESCAPE
	RUTA DE EVACUACION
	RUTA DE EVACUACION
	SEÑAL DE SALIDA
	SEÑAL DE SALIDA DE EMERGENCIA
	PUNTO DE REUNION EN CASO DE EMERGENCIA
	SEÑAL DE ZONA SEGURA

#### **4.7. Aspectos éticos en Investigación**

En la elaboración de la presente investigación, se efectuó la ética profesional, principios morales y transparencia en los resultados obtenidos, a su vez verificando la protección de datos confidenciales, normas y leyes en la divulgación.

Por lo que al momento de emplear los instrumentos de recolección de datos ya sea en el análisis documental y método convencional especificado anteriormente se empleara solo los datos necesarios para el cálculo hidráulico y respetando la confidencialidad y acuerdos establecidos con la empresa SEFREL INGENIEROS.

## V. RESULTADOS

Para el siguiente capítulo de la investigación, se contrastó los resultados teóricos por medio de programas específicos de cálculo y se corroboró los resultados de la hipótesis mencionado en el Capítulo III

### 5.1. Utilización de Software

Para esta etapa se investigó la utilización de diferentes tipos de software para el cálculo hidráulico encontrándonos con varios buenos programas de los cuales se escogió los siguientes:

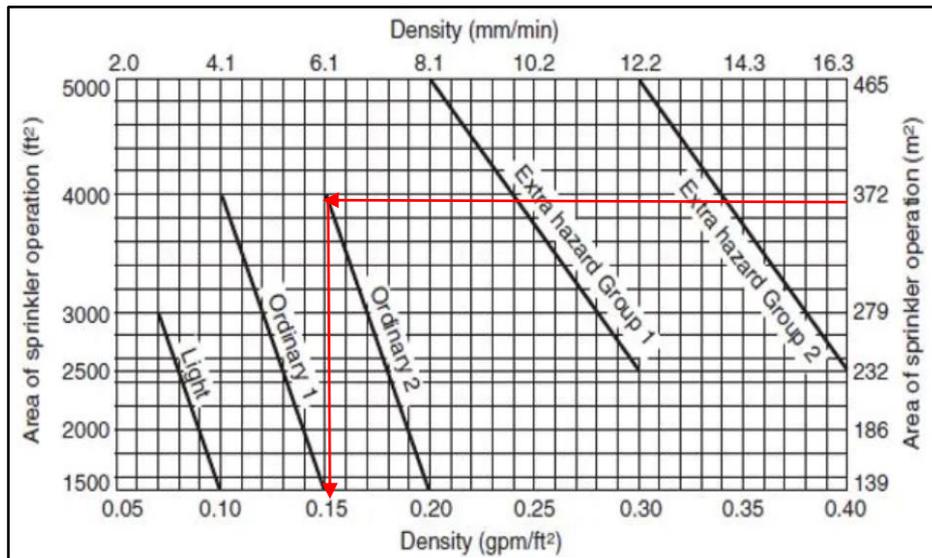
- PTC Mathcad Prime 8.0.0.0  
Programa específico de cálculo de ingeniería, proporciona facilidad de uso en formulas e incluye funciones matemáticas de actualización instantánea
- CYPEFIRE Hydraulic System  
Es una herramienta basado en la realización de dimensionamiento y diseño de redes hidráulicas de sistemas contra incendio, basándose en las normas vigentes NFPA
- IFC Builder  
Es una aplicación complementaria del programa CYPEFIRE para la creación y mantenimiento de modelos IFC de edificios a través de la plataforma BIMserve
- AutoSPRINK 2019  
Es un programa de diseño de rociadores en espacio 3D con elevación y la pendiente determinada, a su vez el programa calculó parte de los sistemas de ramales de rociadores y accesorios.

## 5.2. Simulación por Áreas

Para esta parte se utilizó el programa CYPEFIRE Hydraulic System, a su vez todas las figuras fueron elaboradas por el programa por el programa de cálculo PTC Math Prime 8.0.0.0.

- **Hallamos el caudal total de rociadores:**

Tabla 5.1. Cuadro de Riesgos



Interpolamos

Figura 5.2.1. Interpolación de datos

4000	0.2
4318.80	0.190436
5000	0.17

Figura 5.2.2. Interpolación de datos

$$A_R := 4318.80 \text{ m}^2$$

$$\delta\delta := 0.19 \frac{\text{gal}}{\text{min} \cdot \text{m}^2}$$

$$Q_{Tot.} := \delta\delta \cdot A_R = 820.57 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

- Hallamos el caudal del rociador más crítico

Figura 5.2.3. Cálculo del rociador

$P := 120 \text{ psi}$   
 $P_R := 10$   
 $K_R := 5.6$   
 $f_u := 1 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$

$Q_R := K_R \cdot f_u \cdot \sqrt{P_R} = 17.71 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$

Tomamos un valor entero inmediato

$Q_{Rc} := 18$

Hallamos el número de rociadores

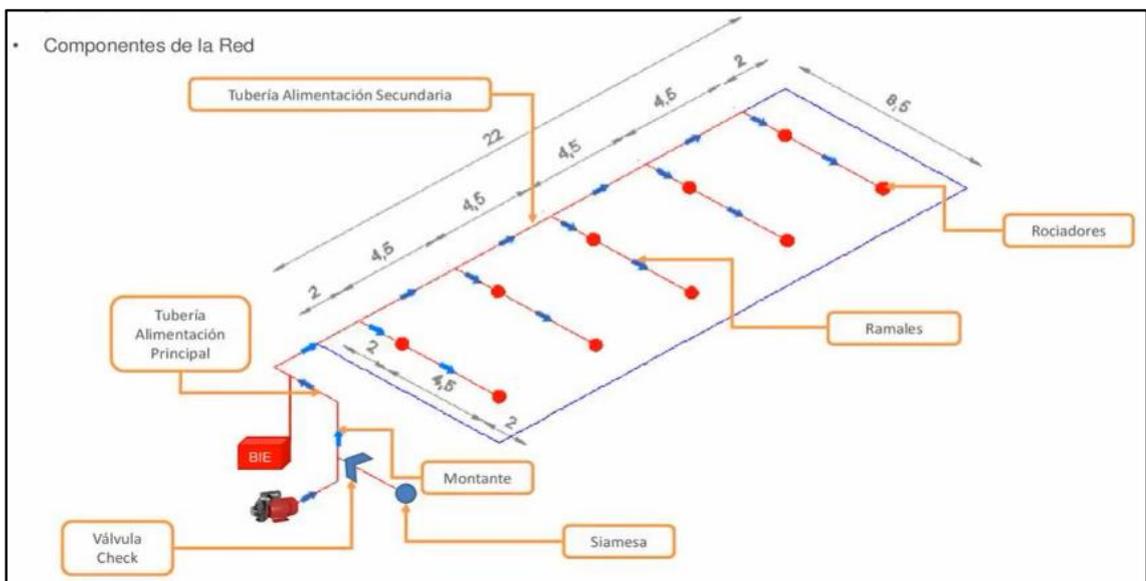
$N_R := \frac{Q_{TR}}{Q_{Rc} \cdot f_u} = 45.59$

Tomamos un valor entero par:

$N_{Rc} := 46$

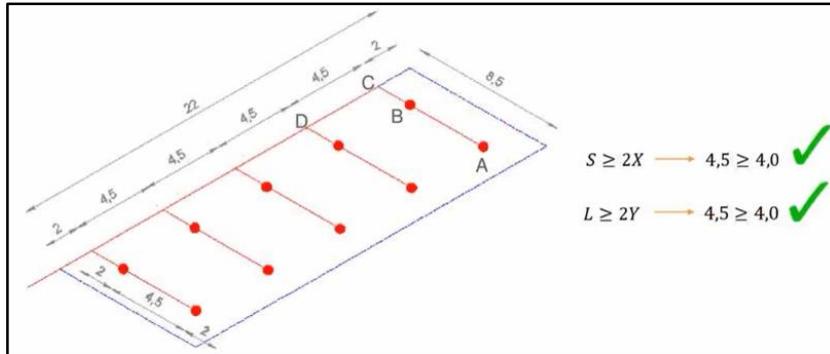
- Montaje de la red contra incendio mediante el programa CYPEFIRE Hydraulic System

Figura 5.2.4. Montaje de la Red Contra Incendio



- Comprobación de la ubicación de rociadores

Figura 5.2.5. Comprobación de rociadores según la norma NFPA 13



➤ **Análisis del Tramo A – C mediante el programa PTC Math Prime 8.0.0.0**

Figura 5.2.6. Presión del Tramo A – C

$$P_A := \left( \frac{Q_{Re}}{K_R} \right)^2 = 10.33 \quad \text{Mayor a 7 psi, con con NFPA 13 - 27.2.4.11}$$

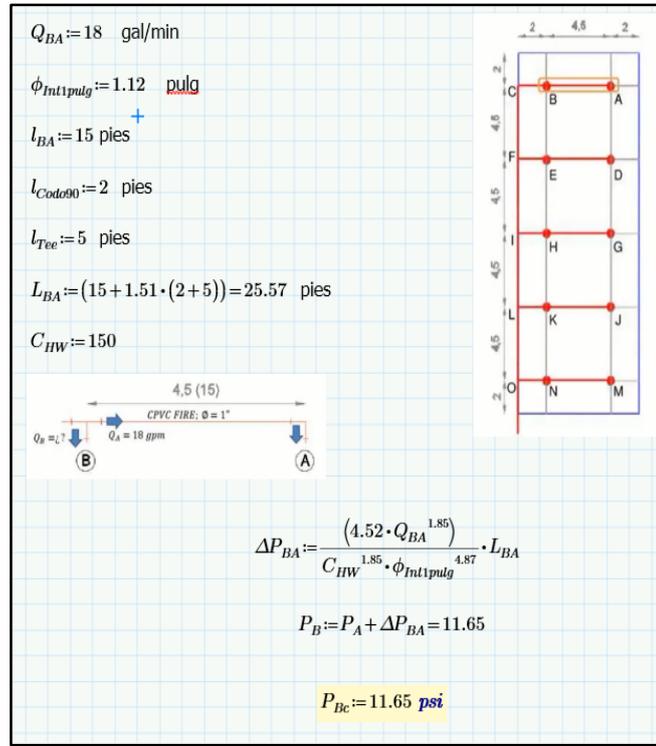
$$P_{Ac} := 10.33 \text{ psi}$$

Díámetro Nominal	De	e	Di
¾"	26,7	1,98	22,74
1"	33,4	2,46	28,48
1 ¼"	42,2	3,12	35,96
1 ½"	48,2	3,58	41,04
2"	60,3	4,47	51,36
2 ½"	73,0	5,41	62,18
3"	88,9	6,58	75,74

Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería	
Accesorio	1pulg (25 mm)
Codo 90°	2 (0,6)
Tee	5 (1,5)

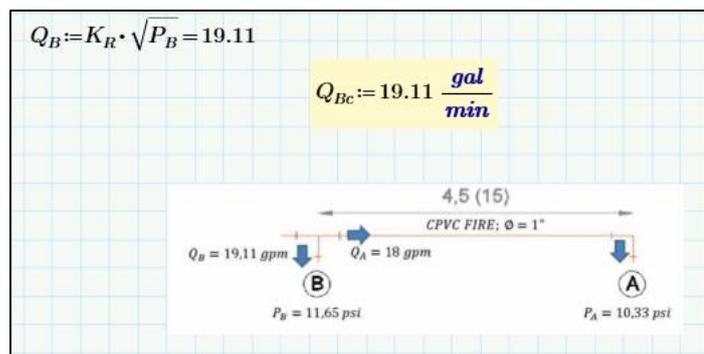
- Calculamos la caída de presión con la ecuación de Hazen – Williams

Figura 5.2.7. Presión en el tramo B - C



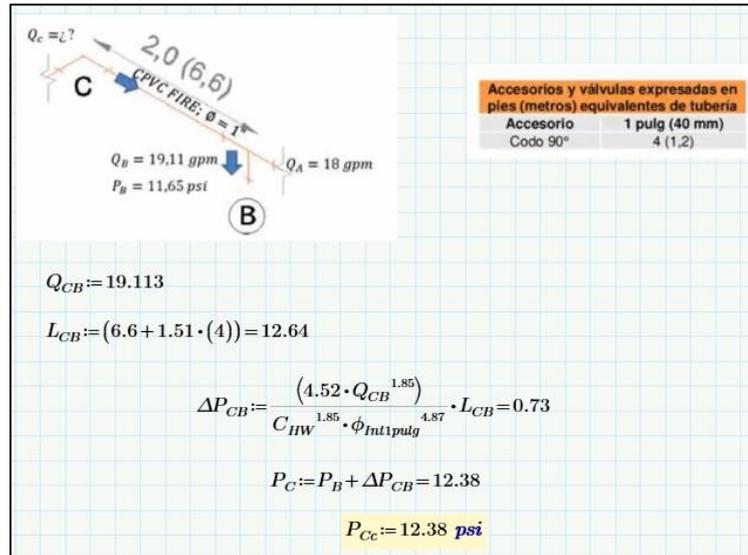
- Calculamos el caudal en el punto B

Figura 5.2.8. Caudal en el punto B con respecto a C

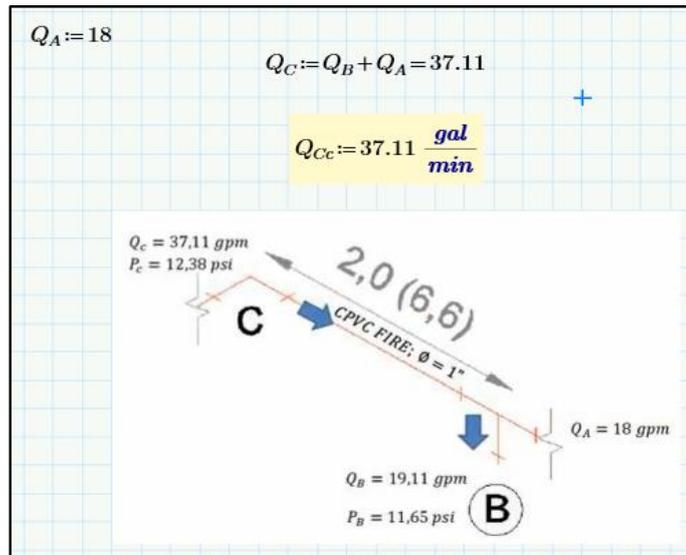


➤ **Análisis del Tramo B – C**

**Figura 5.2.9. Presión en el tramo B - C**

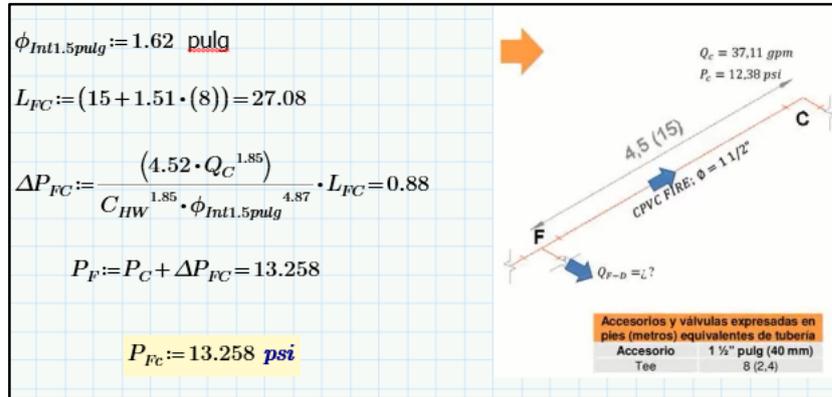


**Figura 5.2.10. Caudal en el punto C con respecto al punto A**

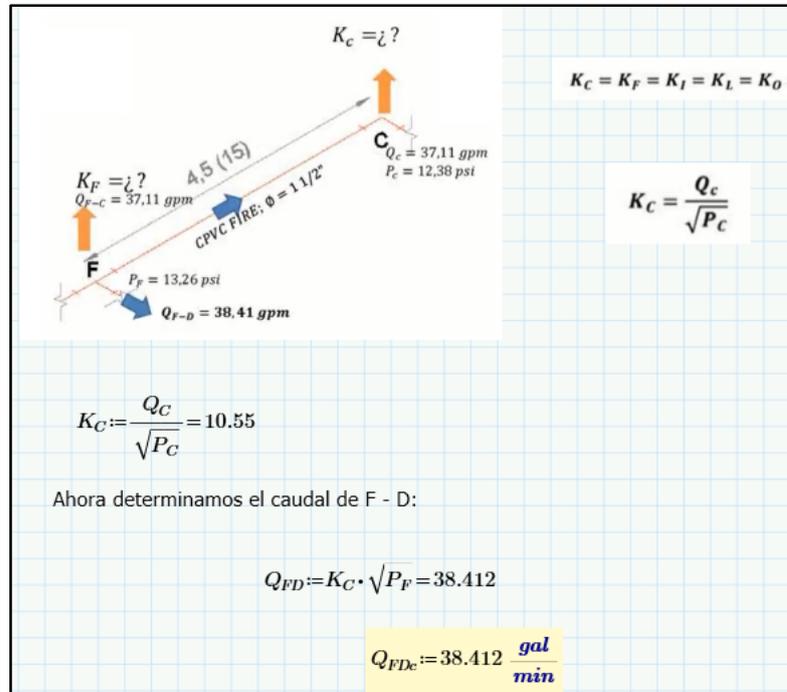


➤ **Análisis del Tramo F - C**

**Figura 5.2.11. Presión en el tramo F - C**

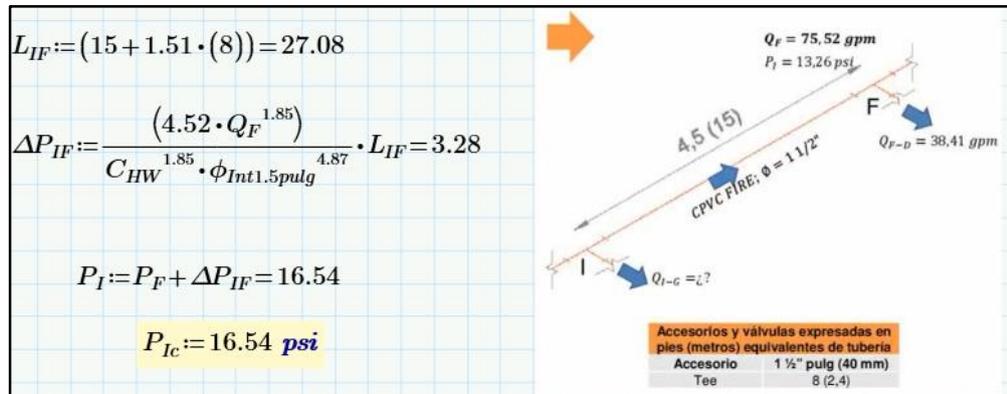


**Figura 5.2.12. Caudal en el tramo F - D**

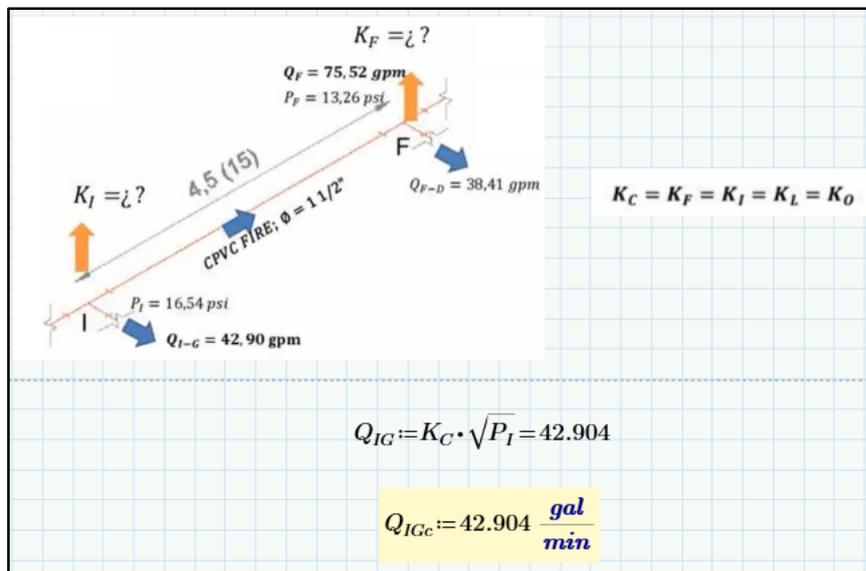


➤ **Análisis del Tramo I – F**

**Figura 5.2.13. Presión en el tramo I - C**

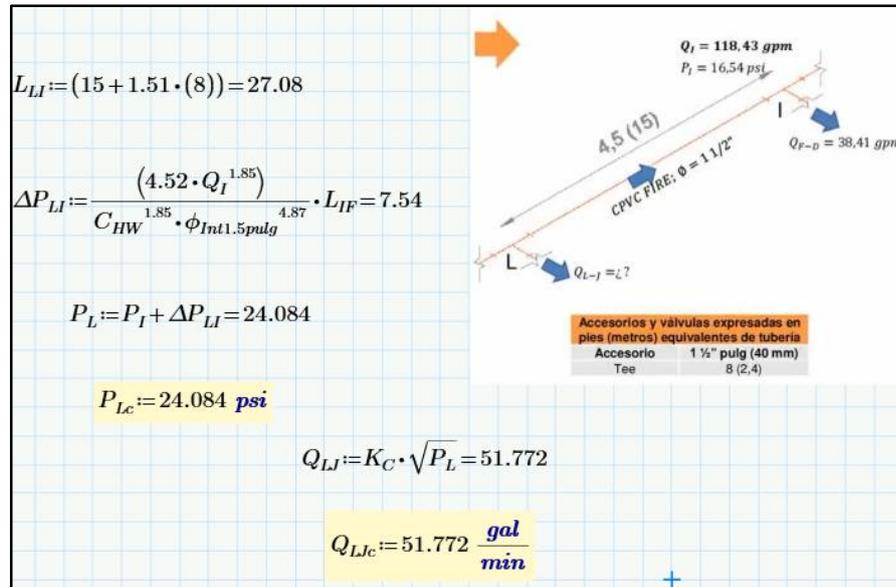


**Figura 5.2.14. Caudal en el tramo I - G**



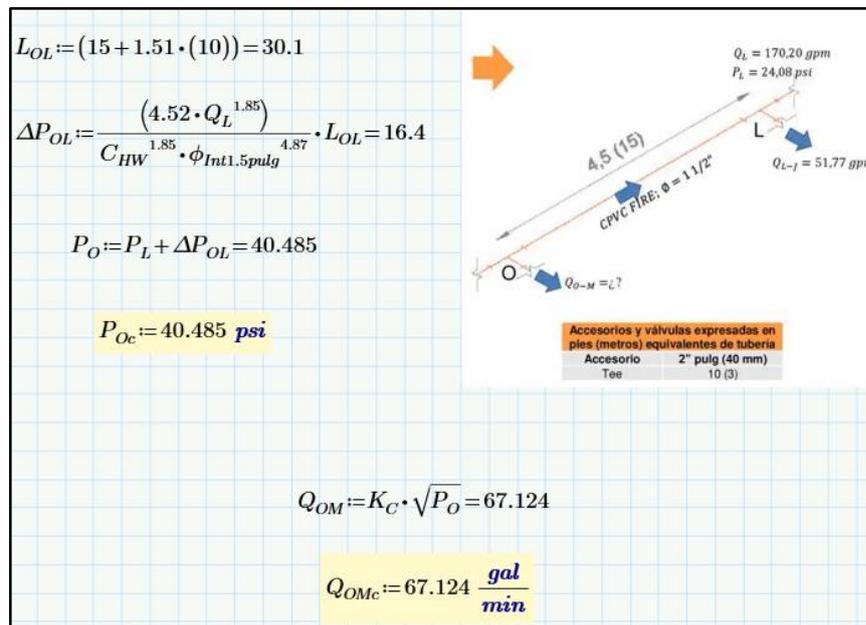
➤ **Análisis del Tramo I – L**

Figura 5.2.15. Caudal en el tramo L – J con respecto al punto C



➤ **Análisis del Tramo O – L**

Figura 5.2.16. Presión y caudal en el tramo O – M



Luego se siguió analizando los demás puntos de las diferentes áreas de la empresa tanto como bobinados, sala de pruebas, maestranza y predictivo teniendo un valor total del  $Q_{Sist}$

$$Q_{Sist} = 944.19 \frac{gal}{min}$$

Figura 5.2.17. Porcentaje de error total con respecto al sistema

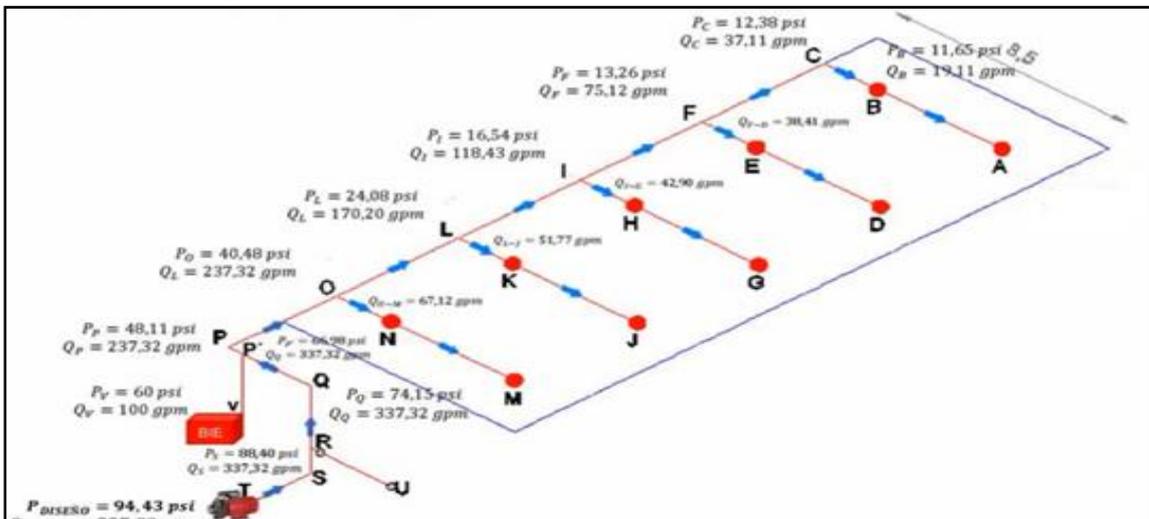
Calculamos el porcentaje de error:

$$Error := \frac{(Q_{Sist.} - Q_{Tot.})}{Q_{Sist.}} \cdot 100$$

$$Error := \frac{(944.19 - 820.57)}{944.19} \cdot 100 = 13.093 \%$$

### 5.3. Demanda de Diseño Hidráulico – Plano Isométrico

Figura 5.3.1. Plano Isométrico con los caudales calculados



## **VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados**

#### **6.1.1. Contrastación de la hipótesis general**

El diseño de un sistema proyecto una reducción en el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de 250 m<sup>3</sup> en la planta de SEFREL INGENIEROS pasando de un Nivel Alto a un nivel Medio Bajo

#### **6.1.2. Contrastación de las hipótesis específicas**

- Los parámetros de diseño permitieron el dimensionamiento preliminar de un sistema que reduce el riesgo de incendio al seguir las directrices y requisitos establecidos en las normas internacionales y nacionales. Al utilizar estos parámetros y basarse en la norma, se garantizó la implementación de un sistema de protección contra incendios confiable y eficaz, mejorando así la seguridad y reduciendo el riesgo de incendio en la planta de SEFREL INGENIEROS.
- La selección del tipo de sistema adecuado basada en la norma NFPA permitió la elección de los equipos contra incendios necesarios para una protección efectiva. Al seguir las directrices de las normas, se garantizó que los equipos seleccionados cumplieron con los requisitos técnicos y operativos establecidos y calculados a lo largo del presente proyecto, mejorando así la capacidad de respuesta ante incendios y reduciendo el riesgo de daños y lesiones.
- La selección de los equipos contra incendio basada en la norma NFPA permitió realizar el dimensionamiento final de un sistema que reduce el riesgo de incendio. Al seguir las pautas y criterios establecidos en las normas, se asegura que los equipos seleccionados cumplan con los requisitos necesarios para proporcionar una protección efectiva contra incendios. Esto contribuye a reducir el riesgo de incendio y sus consecuencias negativas en términos de seguridad y daños materiales.

- El análisis de la gestión de riesgo del sistema basado en la norma NFPA permitió proyectar la reducción del riesgo de incendios. Al identificar los riesgos específicos y desarrollar estrategias de mitigación adecuadas, se puede estimar el impacto de estas medidas en la reducción de los riesgos identificados. Esto proporciona una base sólida para tomar decisiones informadas y efectivas en la gestión de incendios, mejorando la seguridad y reduciendo el riesgo de incendios en la planta de SEFREL INGENIEROS.

## **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

### **6.2.1. Contrastación de los resultados con estudios internacionales**

En la tesis de Illescas, concluyó que el proyecto en su totalidad cumple con los parámetros hidráulicos y del volumen de almacenamiento calculados al igual que en este proyecto los parámetros hidráulicos de aceptación o se encontraron por debajo del umbral llegando a tener solo un porcentaje de error del 13.093% en la simulación, estas medidas combinadas aumentaron las posibilidades de una respuesta efectiva y minimizaron los riesgos asociados con los incendios, protegiendo tanto a las personas como a los bienes.

A si mismo Romero (2017), concluyó que el sistema de control del hospital fue correctamente conectado y el sistema de protección contra incendios del hospital general de Macas resulta en una eficiente y de reacción rápida ante una emergencia por parte del equipo técnico a cargo del sistema en el mismo sentido, en este proyecto la implementación y utilización del sistema de control y protección contra incendios diseñado se adaptó para tanques de almacenamiento de resina utilizando agua espuma y esto ha demostrado generar una respuesta eficiente por parte del personal técnico encargado del sistema en situaciones de emergencia, además se destaca la capacidad del sistema para complementar las funciones del operario al prever una inminente situación de peligro causada por una fuga de gases de resina.

Estos resultados son significativos en términos de seguridad, ya que contribuyen a la protección de las instalaciones, los trabajadores y los recursos en situaciones de incendio en tanques de almacenamiento de resina.

A si mismo Alcaraz (2017), concluyó que al minimizar cualquier riesgo potencial en la sala de control de la instalación industrial y proteger los materiales, cumple con el diseño del sistema de extinción que fue creado e implementado con productos químicos gaseosos para este proyecto fue de mucha importancia el estudio del tipo de aditivo que utilizaron (AFFF) ya que fue muy similar en propiedades químicas al ser usado en este proyecto (AFFFFP), a su vez el cálculo basado en la instrumentación de directrices técnicas y utilización de ITC- MIE-APQ-001 fueron de base para la complementación del diseño.

En el trabajo de Torres (2019), concluye que el sistema contra incendio tiene que complementarse con medidas internas de protección adicionales que son los extintores de tipo PQS,  $CO_2$  y a su vez y la utilización del aditivo al sistema de protección contra incendio la espuma AFFF, de los cuales se asemejaron mucho las características para la elaboración de este proyecto en conjunto con el sistema de detección contra incendio tomado como referencia.

También en la investigación de Varela (2020), concluye que el diseño del sistema de supresión de incendios para el supermercado, la aplicación y utilización de las normas y estándares de la NFPA una vez instalado el sistema proporcionará casi el 100% de la protección activa necesaria, de los cuales se realizaron la complementación de los cálculos de acuerdo a su estructura y necesidades específicas para la instalación, asegurando una protección efectiva y minimizando los riesgos de propagación del fuego.

### **6.2.2. Contratación de los resultados con estudios nacionales**

En su investigación de Portillo (2019), concluyó en la constatación de un importante ahorro de costes en la ejecución del proyecto de inversión esto ayuda a poder realizar un mejor balance en la distribución e implementación de los accesorios y mano de obra como también a los futuros mantenimiento y monitoreo futuros, a su vez mejorar el tiempo de operación y atención de alarma contra incendio para los tanques de almacenamientos de resina.

A sí mismo en el trabajo de Palma (2016), concluyó en un sistema contra incendio efectivo sin pérdidas por caudal, presión y accesorios, ni sobredimensionamientos también en la elaboración de una matriz de riesgos de todo el terminal portuario, de los cuales en este proyecto se plantearon bases de mejoramiento en la matriz de riesgos por área de la planta de Sefrel Ingenieros.

En la investigación de Alfaro (2016), concluyó en el equipamiento de todos los equipos de la flota de Minera Chinalco Perú fuesen equipados con el sistema contra incendios para mejor monitoreo y control del sistema contra incendio, por lo cual en este proyecto se utilizaron los equipamientos por áreas y se consideraron los parámetros eléctricos del sistema de alarma contra incendio.

En el trabajo de Aguilar (2017), concluyó que gracias al programa "previniendo Incendios" el nivel de conocimientos teóricos de los cadetes de segundo año de la Escuela Nacional de Marina Mercante mejoró significativamente en un 40% como resultado de la introducción del programa, el programa señalado se planteó para la elaboración de un plan de inducciones como parte del sistema de capacitaciones al personal en la activación y manipulación del sistema contra incendio a su vez también se consideraron las rutas de evacuaciones y el mapa de señalizaciones como complementación del sistema.

También en el trabajo de Olano (2018), concluyó que el sistema de prevención de incendios no cumplía los requisitos del Reglamento Nacional de Edificación (RNE) en los siguientes sistemas: detección y alarma centralizadas, armarios de incendios y rociadores sin embargo plantea su diseño de forma sistemática de tal forma que pueda verificarse con las normas internacionales y nacionales en comparación de este proyecto se basó en los requisitos básicos de seguridad y normativas no solo internacionales si no nacionales y con el RNE para el cumplimiento de un sistema adecuado y seguro en el área de tanques de almacenamiento de resina VPI.

## VII. CONCLUSIONES

Se ha logrado diseñar un sistema innovador que tiene como propósito estimar y visualizar la disminución potencial del riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de  $250 m^3$  en las instalaciones de SEFREL INGENIEROS. Este enfoque novedoso proporcionó a la empresa una valiosa herramienta para evaluar y mejorar la seguridad de sus operaciones.

Se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva para identificar los parámetros de diseño necesarios para realizar una estimación preliminar del dimensionamiento de un sistema destinado a mitigar el riesgo de incendio en las instalaciones de SEFREL INGENIEROS. Estos hallazgos proporcionarán una base sólida para abordar la seguridad contra incendios en la planta.

Se realizó un análisis exhaustivo con el objetivo de determinar el tipo de sistema más adecuado para facilitar la selección de los equipos contra incendios. Este proceso de selección garantizó una elección informada y precisa de los dispositivos y herramientas necesarios para mitigar eficazmente el riesgo de incendio en las instalaciones.

Se verificó el análisis minucioso para seleccionar los equipos contra incendio adecuados, con el propósito de realizar el dimensionamiento final de un sistema destinado a reducir el riesgo de incendio y a su vez este proceso de selección permitió una configuración precisa y efectiva del sistema de protección contra incendios, proporcionando una mayor seguridad y mitigación del riesgo en las instalaciones.

Se analizó exhaustivamente la gestión de riesgos del sistema, con el fin de proyectar la reducción de incendios en la planta de SEFREL INGENIEROS. Este estudio proporcionó una visión detallada de los riesgos existentes y las medidas necesarias para mitigarlos, lo que contribuyó a fortalecer la seguridad contra incendios en las instalaciones.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda encarecidamente implementar y validar este sistema en la planta de SEFREL INGENIEROS. Esta solución tecnológica permitirá a la empresa anticiparse y gestionar eficazmente el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables, fortaleciendo así la seguridad de sus instalaciones y protegiendo tanto a sus empleados como al entorno circundante.

Basándose en los resultados obtenidos, se recomienda aplicar los parámetros de diseño identificados en este estudio para el dimensionamiento preliminar del sistema destinado a reducir el riesgo de incendio en la planta de SEFREL INGENIEROS. Implementar estas medidas permitirá fortalecer la seguridad y minimizar el riesgo de incendio en la instalación, protegiendo tanto a los trabajadores como a los activos de la empresa.

Basándose en los hallazgos obtenidos, se recomienda utilizar el enfoque de selección del sistema identificado en este estudio para elegir adecuadamente los equipos contra incendios necesarios. Al implementar este método, se asegurará una selección óptima de los dispositivos y sistemas de protección contra incendios, lo que contribuirá a mejorar la seguridad y reducir los riesgos de incendio en las instalaciones de manera efectiva.

Se recomendó aplicar y evaluar los equipos contra incendio seleccionados en este estudio, para llevar a cabo el dimensionamiento final del sistema de mitigación de riesgos. Al implementar estos equipos de manera efectiva, se fortalecerá la protección contra incendios en las instalaciones y se reducirá significativamente el riesgo de incendio. Es fundamental realizar un seguimiento periódico y asegurarse de que los equipos estén en óptimas condiciones para garantizar una respuesta adecuada en caso de emergencia.

También se recomendó implementar las medidas y estrategias de gestión de riesgos identificadas en este análisis. Al aplicar estas recomendaciones, la planta de SEFREL INGENIEROS. mejorará su capacidad para reducir y prevenir incendios, protegiendo así a su personal, instalaciones y activos. Además, se sugiere realizar revisiones periódicas y actualizaciones del sistema de gestión de riesgos para mantener una protección efectiva y adaptarse a los cambios y desafíos en materia de seguridad contra incendios.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUILAR, César. *Efectos del programa “previniendo incendios” para mejorar el nivel de conocimiento teórico de prevención y lucha contra incendios en los cadetes de segundo año puente de la escuela nacional de marina mercante “Almirante Miguel Grau” en el año 2016*. Tesis de grado. [Titulo profesional de Ingeniero Civil]. Lima: Escuela Nacional de Marina Mercante "Almirante Miguel Grau", 2017.

ALCARAZ, José. *Diseño, cálculo y simulación de las instalaciones de protección contra incendios para una planta de ciclo combinado de producción de energía*. Tesis de grado. [Titulo profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos]. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2017.

ALFARO, Carlos. *Delimitacion Temporal en una tesis*. [En línea] 2012. [Fecha de consulta: 15 de Febrero de 2023.]. Disponible en: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2018/03/delimitacion-temporal-en-una.html>.

ALFARO, Martin. *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la productividad del sistema contra incendios de Westfire Sudamérica S.R.L. en minera Chinalco Perú*. Tesis de grado. [Titulo profesional de Ingeniero Industrial]. Lima: Universidad Privada del Norte, 2016.

ARGUELLO, Felipe. *Info Teknico*. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 30 de marzo de 2023.]. Disponible en: <https://www.infoteknico.com/espuma-contra-incendio/>.

ARIAS, Enrique. *Investigacion Aplicada*. [En línea] Economipedia, 02 de Noviembre de 2020. [Fecha de consulta: 08 de Febrero de 2023.] Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>. 5.

ARIAS, Fidias. *El Proyecto de Investigacion. Introducción a la Metodología Científica*. [En línea] Episteme, Marzo de 2012. [Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2023.]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>.

BARBIERI, Juan. *Medidas de seguridad para trabajos seguros*. [En línea] A.D.Barbieri, 12 de mayo de 2021. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023.] Disponible en: <https://www.adbarbieri.com/blog/medidas-de-seguridad-para-trabajos-en-altura#:~:text=Protecci%C3%B3n%20pasiva,trabajador%20que%20realiza%20el%20trabajo>.

CARMONA, Marta. *Riesgo De Incendio En La Industria*. [En línea] Meta Contratas, 22 de Junio de 2022. [Fecha de consulta: 5 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://www.metacontratas.com/blog/riesgo-de-incendio-en-la-empresa/>.

CESPEDES, Sebastian Joshua. *Implementación de los requisitos de seguridad y la protección contra incendios de la Galería Comercial Mina de Oro, Lima 2018*. Tesis de grado. [Titulo profesional de Ingeniero Civil]. Callao: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

COLMENA, Mariano. *Bombas centrífugas y su uso en instalaciones hidráulicas*. [En línea] Seguas, Octubre de 2021. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.] Disponible en: <https://www.seguas.com/bombas-centrifugas-instalaciones-hidraulicas/#:~:text=La%20bomba%20centr%C3%ADfuga%2C%20debido%20a,movilizar%20grandes%20cantidades%20de%20agua.>

COLUCCIO, Estefania. *Peso Específico*. [En línea] Concepto, 15 de Julio de 2021. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.] Disponible en: <https://concepto.de/peso-especifico/>.

CORP., Agua. 2019. *Conociendo la Importancia de un Sistema Contra Incendio*. [En línea] 22 de Agosto de 2019. [Fecha de consulta: 12 de Marzo de 2023.] Disponible en: <https://aquacorp.com/2019/08/22/conoce-la-importancia-de-instalar-un-sistema-contra-incendio/#:~:text=Cualquier%20tipo%20de%20edificaci%C3%B3n%20se,operaciones%20en%20el%20menor%20tiempo.>

CRUZ, Eduardo. *KINENERGY. Consultoría Ingeniería*. [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2023.] Disponible en: <https://www.kin.energy/blogs/post/sistemas-contra-incendios-a-base-de-rociadores.-%C2%BFc%C3%B3mo-determinar-el-%C3%A1rea-de-mayor-demanda-hidr%C3%A1ulica.>

DEL AMO, Inés. *Medidas de capacidad y medidas de masa*. [En línea] Smartick, 27 de Junio de 2022. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.] Disponible en: <https://www.smartick.es/blog/matematicas/medidas-y-datos/medidas-de-capacidad-medidas-de-masa/>.

DÍAZ, Felipe. *Recipientes a Presión*. [En línea] Universidad Nacional Autónoma de México, Enero de 2018. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.] Disponible en: [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m5/Recipientes%20a%20presion.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m5/Recipientes%20a%20presion.pdf).

DOUGLAS, Giancoli. *Presión*. [En línea] 01 de Marzo de 2004. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.] Disponible en:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n#:~:text=La%20presi%C3%B3n%20\(s%C3%ADmbolo%3A%20p%20o,fuerza%20resultante%20sobre%20una%20l%C3%ADnea.](https://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n#:~:text=La%20presi%C3%B3n%20(s%C3%ADmbolo%3A%20p%20o,fuerza%20resultante%20sobre%20una%20l%C3%ADnea.)

ENERGIA, Sociedad Nacional de Minería. *Decreto Supremo No 043-2007-EM*. [En línea] Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, 2007. Disponible en: <https://www.snmpe.org.pe/repositorio-legislacion/272-hidrocarburos/3739-decreto-supremo-n-043-2007-em.html#:~:text=Aprueban%20Reglamento%20de%20Seguridad%20para,hydrocarburos%20y%20modifican%20diversas%20disposiciones.>

ESONO, Eyenga. *Sistema de protección contra incendio de un parque de almacenamiento de líquidos petrolíferos*. [En línea] 06 de febrero de 2015. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023.]. Disponible en: <https://oa.upm.es/33884/1/TFM-SPCIncendios-PL EE-FEB2015.pdf>.

FREITAG, José Kendall. *Prevención y protección contra incendios aplicada a la construcción de edificios: un manual de teoría y práctica*. Estados Unidos : s.n., 2023. 1. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=5184>

GONZALES, Isabella. *El País*. [En línea] 13 de Diciembre de 2021. [Fecha de consulta: 18 de Abril de 2023.] Disponible en: <https://elpais.com/mexico/2021-12-14/un-incendio-consume-una-fabrica-de-plasticos-en-nuevo-leon.html>.

HERNÁNDEZ, Roberto. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. [ed.] Santiago Valderrama. Lima : San marcos, 2010. págs. 151-161. Vol. 1. 151-161. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-cientifica/>

HUAMANCHUMO, Samuel. *Cálculo del sistema de protección contra incendios por agua para el Terminal Portuario de Chancay*. Tesis de grado. [Título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016.

HUERTA, Marcos. *Sistema de detección y alarma de incendios*. [En línea], 14 de mayo de 2021. [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2023.] Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas\\_de\\_detecci%C3%B3n\\_y\\_alarma\\_de\\_incendios.](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_detecci%C3%B3n_y_alarma_de_incendios.)

HURTADO, Gabriel. *Fuego Clase D*. [En línea] Ludus, 04 de abril de 2021. [Fecha de consulta: 16 de febrero de 2023.] Disponible en: <https://www.ludusglobal.com/blog/fuego-clase-d-como-apagar-fuegos-en-metales.>

IBERIA, Haléco. *Tanques de almacenamientos - Tipos, materiales y usos*. [En línea] Haladjian, 31 de Agosto de 2022. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de

2023.]. Disponible en: <https://www.haleco.es/tanques-almacenamiento-tipos-materiales-usos/>.

ILLESCAS, Andres. *Análisis del Volumen Óptimo de un Tanque de almacenamiento para un sistema contra incendio*. Tesis de grado. [Título profesional de Ingeniero Civil]. Samborondón: Universidad Espiritu Santo, 2017.

INDECI. 2006. *NORMA A 0 60. NORMA A 0 60*. [En línea] Gobierno del Peru, 2006. [Fecha de consulta: 06 de Marzo de 2023.]. Disponible en: <https://www.chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366578/40%20A.060%20INDUSTRIA.pdf>. 1.

INDECI. 2011. *NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP) 350.043-1*. PERU : INDECOPI, 2011. 10. Disponible en: <https://sst.regionpiura.gob.pe/documentos/dependencias/phpmZ0ZJJ.pdf>

LEÓN, Juan Manuel. *Diseño y Cálculo de Tanques de Almacenamiento*. [En línea] INGLESA, Octubre de 1994. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.]. Disponible en: <https://www.fnmt.es/documents/10179/10666378/Dise%C3%B1o+y+c%C3%A1lculo+de+tanques+de+almacenamiento.pdf/cf73a420-13f2-248f-034a-d413cb8a3924#:~:text=Los%20Tanques%20Cil%C3%ADndricos%20Verticales%20de,o%20presiones%20internas%20relativamente%20peque%C3%B1>.

LÓPEZ, Victor. *Protección contra incendios*. [En línea] PREFIRE, 15 de Octubre de 2015. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.]. Disponible en: <https://www.prefire.es/hub/2012/02/la-bomba-jockey-tan-importante-como-las-bombas-principales/>.

MAIQUEZ, Jose Miguel. 2017. *Diseño Cálculo y simulación de las instalaciones de protección contra incendios para una planta de ciclo combinado de producción de energía*. Tesis de grado [Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos]. Cartagena : Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, 2017.

MARTENS, Francisca. *EMOL Noticias*. [En línea] 28 de Noviembre de 2019. [Fecha de consulta: 17 de Abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2019/11/28/968706/Incendio-sector-industrial-Lo-Boza.html>.

MARTINEZ, Jorge. *Estandares de funcionamiento para la prevención de incendios. Ciudad de Chiquimula*. [En línea] agosto de 2012. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023.]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2585\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2585_IN.pdf).

MENDOZA, Santiago Valderrama. *Pasos para elaborar un proyecto de investigación científica*. Lima: San Marcos, 2002. Disponible en: <https://www.becas-santander.com/es/blog/proyecto-de-investigacion.html>

MONGE, Miguel. *NPSH de una bomba centrífuga*. [En línea] IAGUA, 18 de Marzo de 2018. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/que-es-y-como-se-calcula-npsdisp-bomba-centrifuga>.

MORA, Axel. *Gestión de Riesgo*. [En línea] 1995. [Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2023.]. Disponible en: [https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion\\_de\\_riesgo\\_de\\_amenaza/8\\_gestion\\_de\\_riesgo.pdf](https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/8_gestion_de_riesgo.pdf).

MORALES, Maria. *Extintores contra incendios*. [En línea] 15 de diciembre de 2020. [Fecha de consulta: 12 de febrero de 2023.]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Extintor#Agentes\\_extintores\\_especiales](https://es.wikipedia.org/wiki/Extintor#Agentes_extintores_especiales).

MORANCHO, José. *Estudio del curado de materiales compuestos por un sistema Epoxi y partículas elastoméricas*. [En línea] Universidad Politécnica de Catalunya, Noviembre de 1996. [Fecha de consulta: 21 de Enero de 2023.]. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29959/07\\_TESIS.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29959/07_TESIS.pdf?sequence=1).

MOSKOVITZ, Dustin. *Planificación de proyectos*. [En línea] ASANA, 15 de Agosto de 2022. [Fecha de consulta: 21 de MARZO de 2023.]. Disponible en: <https://asana.com/es/resources/project-risks>.

OBREGÓN, Rodolfo. *EXTIN-SON Soluciones contra el fuego*. [En línea] EXTIN-SON, Abril de 2018. [Fecha de consulta: 12 de febrero de 2023.]. Disponible en: <http://www.extinson.com/historia-del-extintor/>.

OLANO, Sebastian. *Implementación de los requisitos de seguridad y la protección contra incendios de la galería comercial mina de oro, Lima 2018*. Tesis de grado. [Titulo Profesional de Ingeniero Civil]. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

OSINERGMIN. 1993. *Decreto Supremo No 052-1993-EM*. [En línea] 18 de Noviembre de 1993. [Fecha de consulta: 11 de Abril de 2022.] Disponible en: [https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Decreto%20Supremo%20N%C2%BA%20052-93-EM.pdf](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Decreto%20Supremo%20N%C2%BA%20052-93-EM.pdf).

PALMA, Samuel. Cálculo del sistema de protección contra incendios por agua para el Terminal Portuario de Chancay. Tesis de grado. [Titulo Profesional de Ingeniero Mecanico de Fluidos]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017.

PALOMINO, Mario. *Sefrel Ingenieros*. [En línea] 17 de 04 de 1994. [Fecha de consulta: 19 de 12 de 2022.]. Disponible en: <https://www.sefrel.com.pe/>. pagina 1.

PÉREZ, Rogelio. *Sistema Internacional de Unidades SI*. [En línea] SCielo, Octubre de 2002. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0367-47622002000400011](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0367-47622002000400011).

PORTILLO, Arlich. *Gestión de un sistema contra incendios mediante interfaces de comunicación field server para plantas de procesamiento de oro caso: Minera Buenaventura*. Tesis de maestria. [Magister en Ingenieria Industrial]. Lima: Universidad Nacional del Callao, 2019.

REYES, Eréndira. *Ventilación en el control de incendios*. [En línea] Mundo HVAC&R, 22 de agosto de 2015. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023.] Disponible en: <https://www.mundohvacr.com/2015/05/ventilacion-en-el-control-de-incendios/>.

ROBBINS, Francis. *Detección*. [En línea] EXTINXAT, 1902. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023.]. Disponible en: <https://extinxat.com/deteccion/>.

ROMAN, Jesse. *Artículo de NFPA - Journal en español*. USA : National Fire Proteccion Association, 2018. pág. 3. Vol. 1. 1. Disponible en: <https://www.nfpajla.org/>

ROMERO, Javier Andrés. *Sistema de control y protección contra Incendios para el Hospital General de Macas en la Provincia de Morona Santiago*. Tesis de grado. [Titulo profesional de Ingeniero Electrónico]. Santiago: Universidad Técnica de Ambato, 2017.

SALCEDO, Martin. *Mecanica de Fluidos - Impulsión*. Universidad d' Alacant, 28 de Marzo de 2011. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.]. Disponible en: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/4/tema2\\_impulsion.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/4/tema2_impulsion.pdf).

SUÁREZ, Gustavo. *Clases de fuego*. [En línea] Aprendemergencias, 12 de junio de 2021. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023.]. Disponible en: <https://www.aprendemergencias.es/incendios/clases-de-fuego/>.

TAMAYO, Mario. *El proceso de la investigacion cientifica*. Mexico : Limusa, 2003. Disponible en: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/13.pdf>

TORRES, Alberto. *Mecanismo de extinción*. [En línea] Bizkaia, Julio de 2021. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.]. Disponible en: <https://www.bizkaia.eus/es/tema-detalle/-/edukia/dt/3736>.

TORRES, Telmo. *Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma NFPA*. Tesis de grado. [Titulo profesional de Ingeniero Seguridad y Salud Ocupacional]. Ecuador: Universidad Internacional Ser Mejores, 2019.

VALDERRAMA, Santiago. *Pasos para elaborar proyectos de Investigación Científica*. Lima : San Marcos, 2013. pág. 243. 98. Disponible en: <https://blogposgrados.tijuana.iberomx.com/pasos-de-un-proyecto-de-investigacion/>

VALDERRAMA, Santiago. *Proyecto de Investigación de Enfoque Cuantitativo*. Lima : San Marcos, 2002. Disponible en: <https://fcctp.usmp.edu.pe/documentos/pdf/grados-titulos/guia-proyecto-investigaciones-cuantitativas.pdf>

VALERA, Victor Andres. *Diseño de un sistema de supresión contra incendio a base de agua para el supermercado Molina de San Ramón de Alajuela con un área de 2622 metros cuadrados, diseñado de acuerdo con las Normas NFPA*. Tesis de grado. [Titulo profesional de Ingeniero Seguridad y Salud Ocupacional]. Costa Rica: Universidad Latina de Costa Rica, 2020.

VICENTE, Jaime. 2014. *Ingeniería de Diseño*. [En línea]. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2014.]. Disponible en: [https://www.utp.edu.pe/facultad-de-ingenieria?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=consideration\\_todas\\_search\\_lead\\_lima-total\\_tactica\\_generica&utm\\_term=todas\\_lima-total\\_ingenieria&utm\\_content=rsa&gclid=Cj0KCQjw7JOpBhCfARIsAL3bobeatEyOtlxrrmBLA0c1QyXMH9lv8JzI5E5iNcTIjHBIKAnBI2Vq5L0aAvCmEALw\\_wcB](https://www.utp.edu.pe/facultad-de-ingenieria?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=consideration_todas_search_lead_lima-total_tactica_generica&utm_term=todas_lima-total_ingenieria&utm_content=rsa&gclid=Cj0KCQjw7JOpBhCfARIsAL3bobeatEyOtlxrrmBLA0c1QyXMH9lv8JzI5E5iNcTIjHBIKAnBI2Vq5L0aAvCmEALw_wcB)

YBIRMA, Luis. *ContraIncendio. Protección contra incendio*. [En línea] 25 de enero de 2019. [Fecha de consulta: 18 de febrero del 2023.]. Disponible en: <https://www.contraincendio.com.ve/componentes-cuarto-bombas-contra-incendio/>.

YURIDIA, Esperanza. *Tanques de techo Flotante*. [En línea] Plaremesa, Octubre de 2021. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2023.]. Disponible en: <https://www.plaremesa.net/tanques-de-techo-flotante/>.

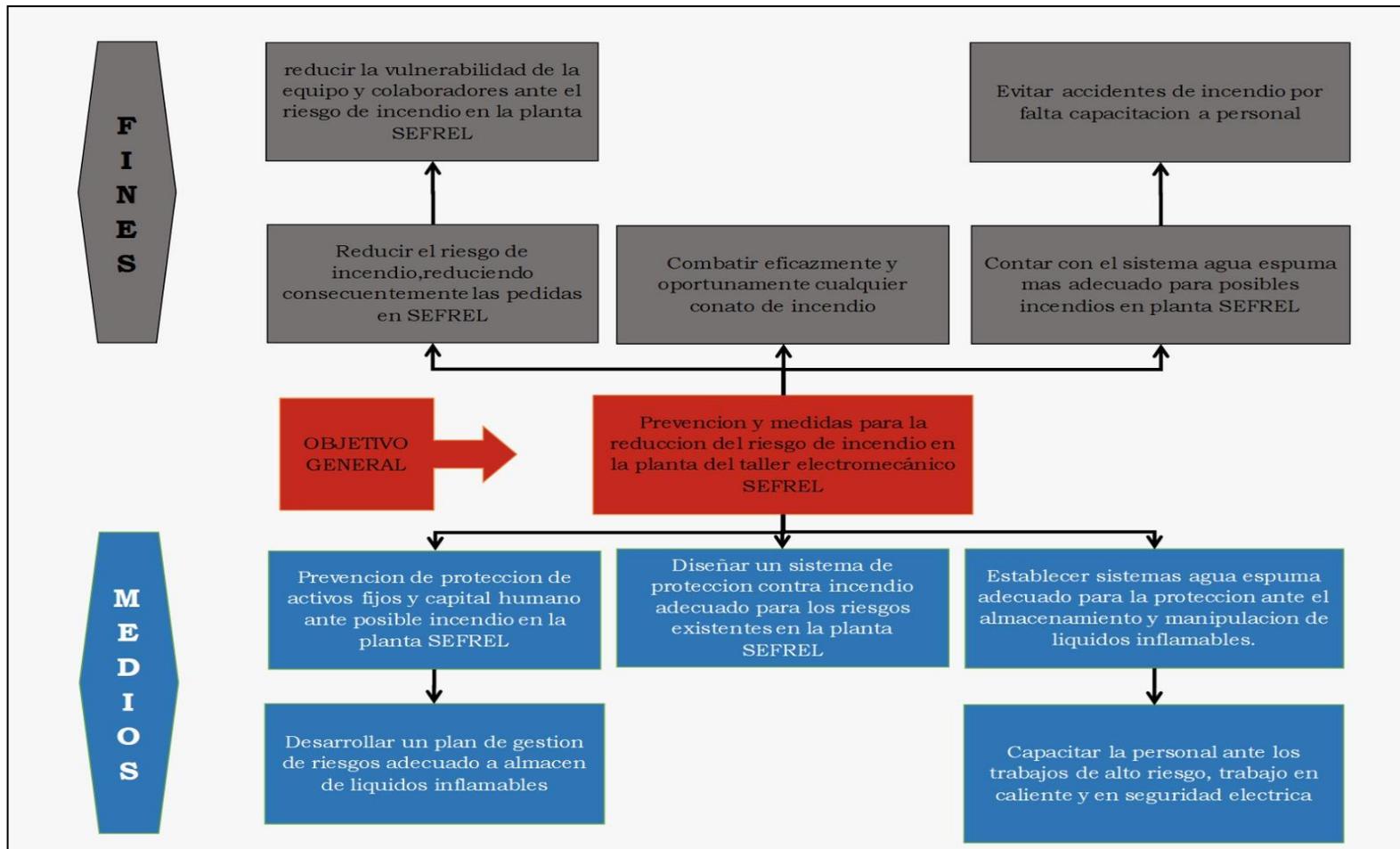
# ANEXOS

## ANEXO N° 1 Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> ¿Cómo diseñar un sistema que permita proyectar la reducción en el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de 250 m3 en la planta de SEFREL INGENIEROS?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Diseñar un sistema que permita proyectar la reducción en el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de 250 m3 en la planta de SEFREL INGENIEROS.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> El diseño de un sistema que permita proyectar una reducción en el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de 250 m3 en la planta de SEFREL INGENIEROS.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Diseño de un Sistema</p>	<p>Parámetro de diseño</p>	<p>Ubicación Territorial Área geográfica Tipo de Almacenamiento Estudio de Riesgo inicial</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b> Aplicada</p> <p><b>Enfoque de la Investigación</b> Cuantitativo</p>
<p><b>Problemas específicos</b> ¿Que parámetros de diseño permita el dimensionamiento preliminar de un sistema que reduzca el riesgo de incendio en la planta de SEFREL INGENIEROS?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b> Determinar los parámetros de diseño que permita el dimensionamiento preliminar de un sistema que reduzca el riesgo de incendio en la planta de SEFREL INGENIEROS</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b> Los parámetros de diseño permiten el dimensionamiento preliminar de un sistema que reduzca el riesgo de incendio en la planta de SEFREL INGENIEROS</p>		<p>Selección del sistema</p>	<p>Líquido Inflamable Área de Almacenamiento Tipo de Riesgo</p>	<p><b>Nivel de Investigación</b> Descriptivo</p>
<p>¿Cómo seleccionamos el sistema adecuado que permita la elección de equipos contra incendios?</p>	<p>Seleccionar el tipo de sistema adecuado para la que permita la elección de los equipos contra incendios.</p>	<p>La selección del tipo de sistema adecuado permite la elección de los equipos contra incendios.</p>		<p>Selección de equipos para el sistema</p>	<p>Presión Caudal Suministro Energético Bomba Contra Incendio Selección de Tuberías Selección de Rociadores -Hidrantes Cotización</p>	<p><b>Diseño de la Investigación</b> No experimental - Transversal</p> <p><b>Método de investigación</b> Analítico Sintético</p>
<p>¿Cómo seleccionar los equipos contra incendio que permita realizar el dimensionamiento final de un sistema que reduzca el riesgo de incendio?</p>	<p>Seleccionar los equipos contra incendio que permita realizar el dimensionamiento final de un sistema que reduzca el riesgo de incendio</p>	<p>La selección de los equipos contra incendio permite el realizar el dimensionamiento final de un sistema que reduzca el riesgo de incendio</p>		<p>Análisis de riesgo</p>	<p>Estudio de Riesgo final Comparativa de riesgo del sistema</p>	<p><b>Población - Muestra</b> Sefrel Ingenieros</p>
<p>¿Cómo analizar la gestión de riesgo del sistema para proyectar la reducción de incendios dentro de la planta de SEFREL INGENIEROS?</p>	<p>Analizar la gestión de riesgo del sistema para proyectar la reducción de incendios dentro de la planta de SEFREL INGENIEROS</p>	<p>El análisis de la gestión de riesgo del sistema permite proyectar la reducción de incendios dentro de la planta de SEFREL INGENIEROS</p>	<p><b>Variable Dependiente</b> Riesgo de incendio</p>	<p>Gestión de riesgo</p>	<p>Señalizaciones Plan de inducciones Plan de evacuaciones</p>	<p><b>Técnica e Instrumentos</b> Análisis Documental: Técnicas, Análisis de Arreglo General de Tanques, Estudio de Riesgos, Ubicación geográfica</p>

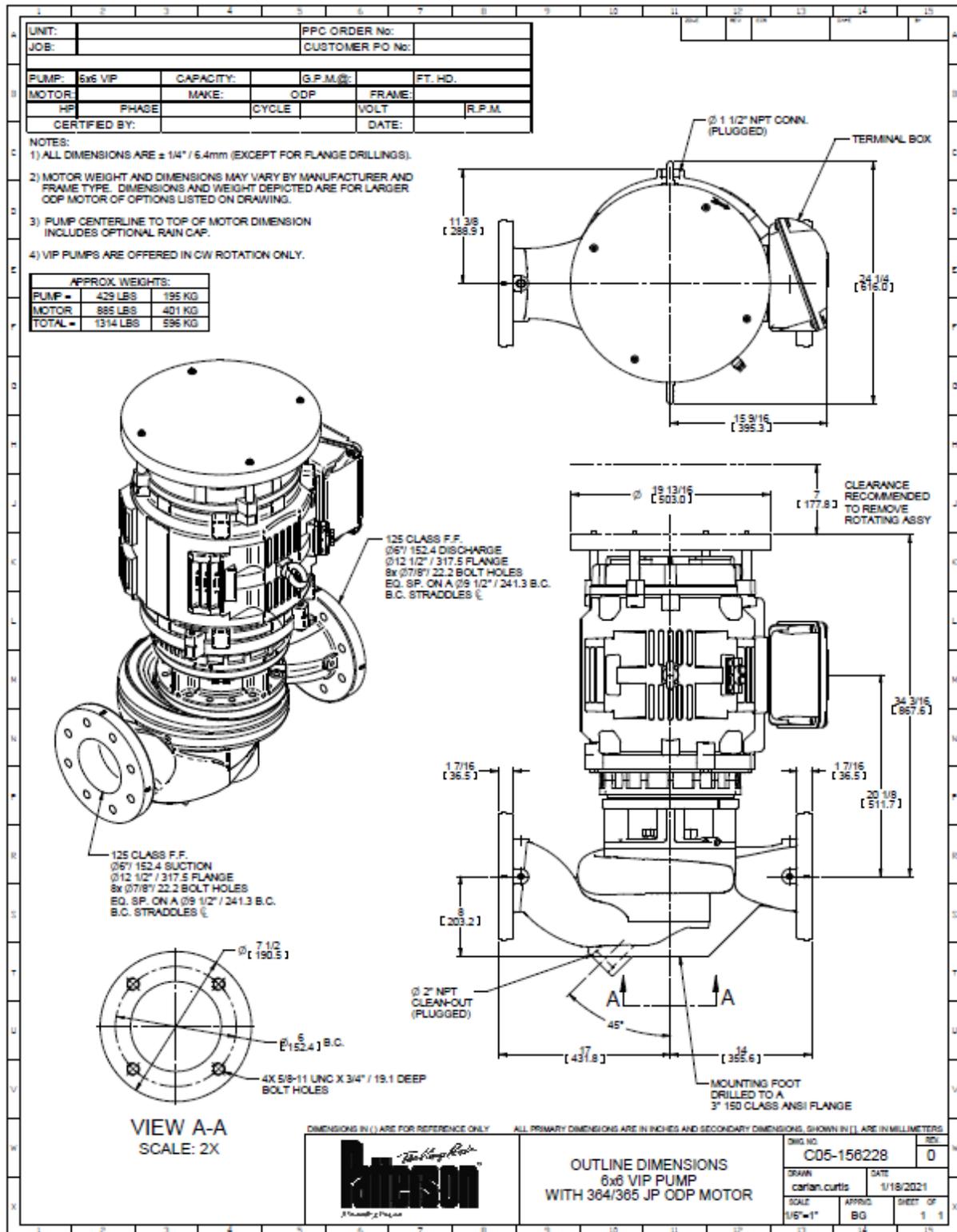
## ANEXO Nº 2 Árbol de Objetivos

Figura A.2.1 Árbol de Objetivos



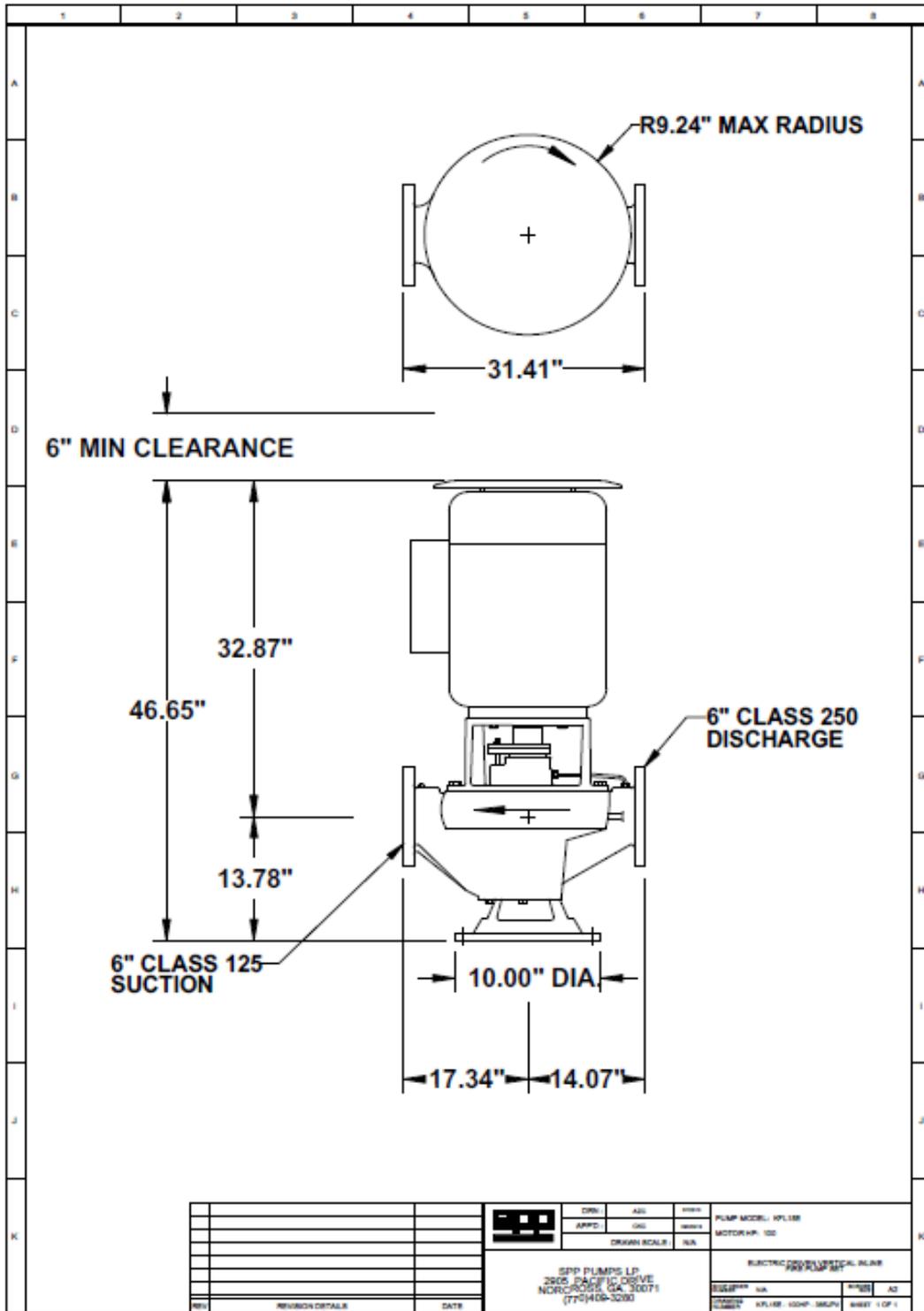
# ANEXO N° 3 - Bomba Contra Incendio Patterson

## Figura A.3.1 Dimensiones de la Bomba Contra Incendio 1



Fuente: FITFLOW-2018

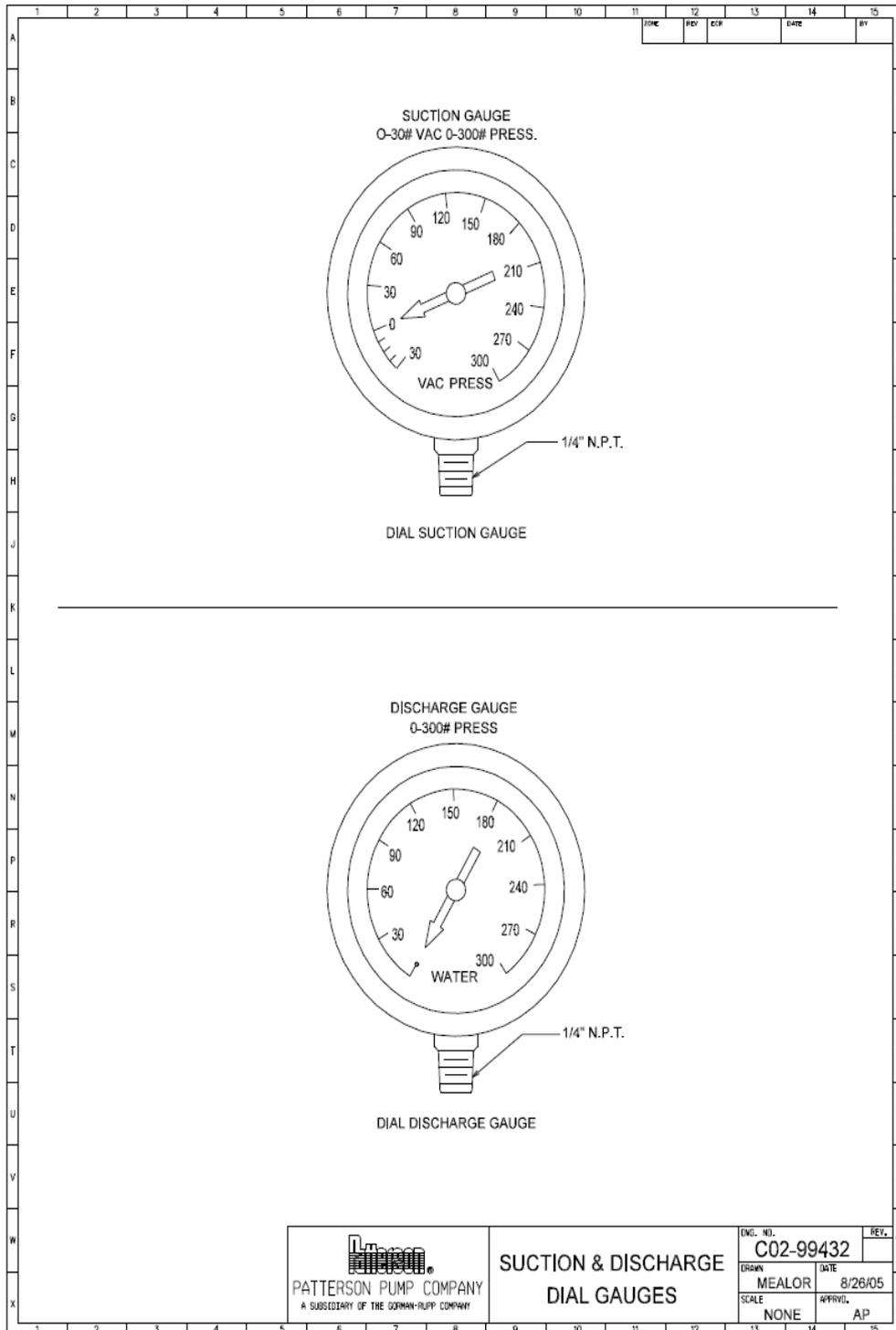
Figura A.3.2 Dimensiones de la Bomba Contra Incendio 2



Fuente: FITFLOW-2018

# ANEXO N° 4 - Detalle de los Manómetros

## Figura A.4.1 Dimensiones de Los manómetros

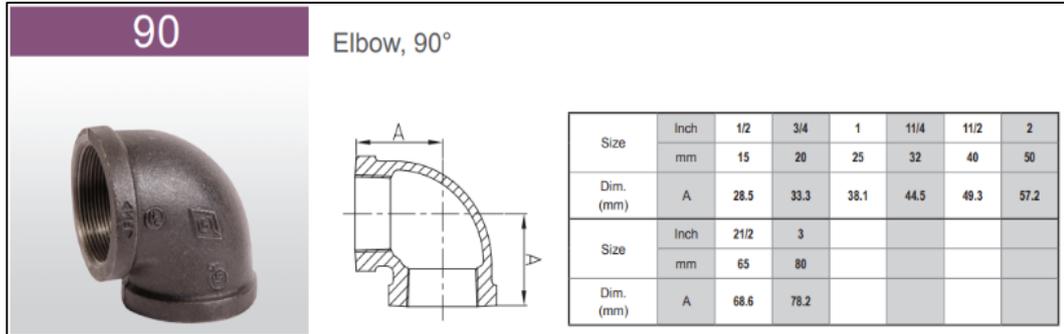


Fuente: FITFLOW-2018

## ANEXO N° 5- Suministro de Accesorios

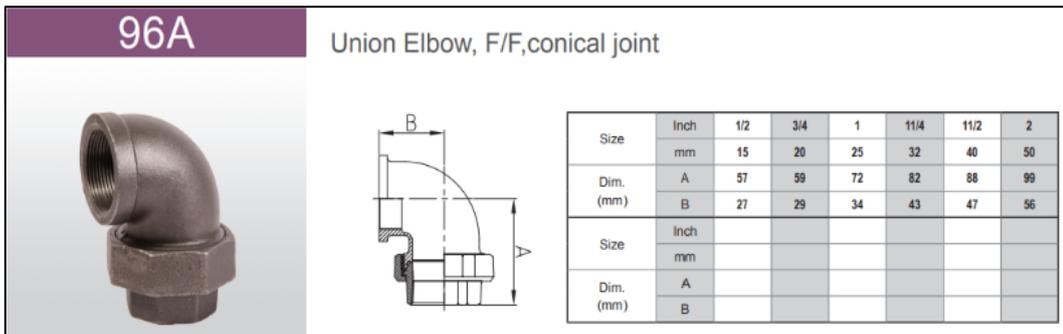
- Codos

Figura A.5.1. Elbow 90° de 1/2" a 3"



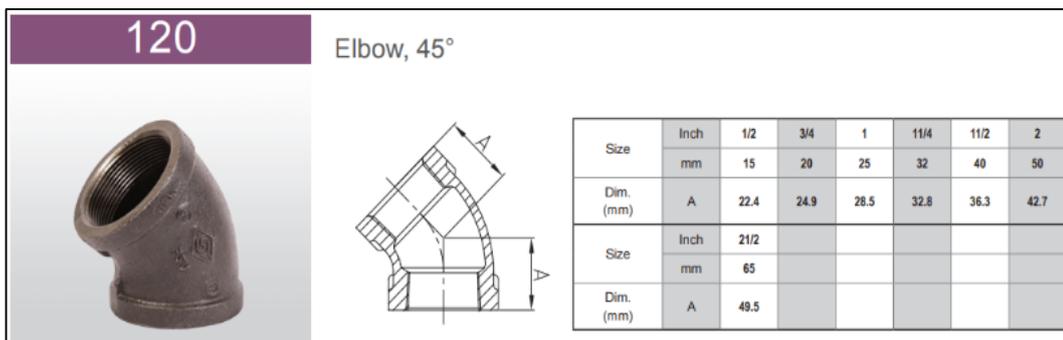
Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.2. Unión Elbow F/F de 1/2" a 2"



Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.3. Elbow 45° de 1/2" a 2 1/2"

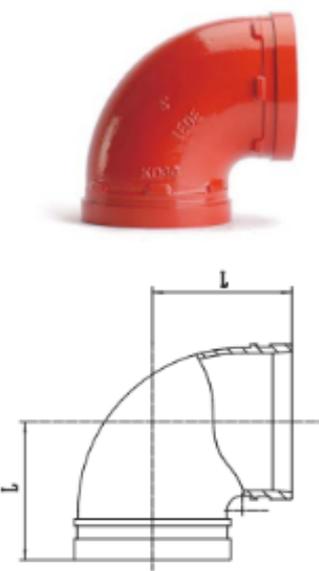


Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.4. Grooved 90° de 1" a 8" con pintado epóxico

Nominal Size mm/in	Pipe O.D mm/in	Dimensions	Working Pressure (psi)
		L (mm)	
25	33.7	57	300
1	1.327		
32	42.4		
1 1/4	1.669	70	
40	48.3		
1 1/2	1.9	83	
50	60.3		
2	2.375	95	
65	73		
2 1/2	2.875	95	
65	76.1		
2 1/2	3	108	
80	88.9		
3	3.5	127	
100	114.3		
4	4.5	140	
125	139.7		
5	5.5	140	
125	141.3		
5	5.663	165	
150	159		
6	6.25	165	
150	165.1		
6	6.5	165	
150	168.3		
6	6.625	197	
200	219.1		
8	8.625		

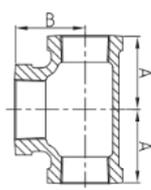
Grooved 90° Elbow Standard XGQT01L



Fuente: FITFLOW-2018

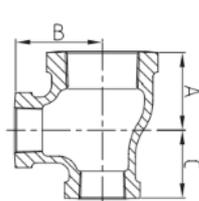
• TEE

Figura A.5.5. Reducing TEE de 3/4"x3/4"x1" a 2"x2"x2 1/2"

130R		Reducing Tee																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Size</th> <th>Inch</th> <th>3/4X3/4X1</th> <th>1X1X1 1/4</th> <th>1X1X1 1/2</th> <th>1 1/4X1 1/4X1 1/2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>mm</td> <td>20X20X25</td> <td>25X25X32</td> <td>25X25X40</td> <td>32X32X40</td> </tr> <tr> <td>Dim. (mm)</td> <td>A</td> <td>36.8</td> <td>42.4</td> <td>45.7</td> <td>47.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>34.8</td> <td>40.1</td> <td>41.9</td> <td>46.2</td> </tr> </tbody> </table>	Size	Inch	3/4X3/4X1	1X1X1 1/4	1X1X1 1/2	1 1/4X1 1/4X1 1/2		mm	20X20X25	25X25X32	25X25X40	32X32X40	Dim. (mm)	A	36.8	42.4	45.7	47.8		B	34.8	40.1	41.9	46.2
		Size	Inch	3/4X3/4X1	1X1X1 1/4	1X1X1 1/2	1 1/4X1 1/4X1 1/2																			
	mm	20X20X25	25X25X32	25X25X40	32X32X40																					
Dim. (mm)	A	36.8	42.4	45.7	47.8																					
	B	34.8	40.1	41.9	46.2																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Size</th> <th>Inch</th> <th>1 1/4X1 1/4X2</th> <th>1 1/2X1 1/2X2</th> <th>2X2X2 1/2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>mm</td> <td>32X32X50</td> <td>40X40X50</td> <td>50X50X65</td> </tr> <tr> <td>Dim. (mm)</td> <td>A</td> <td>53.3</td> <td>54.9</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>48.3</td> <td>51.3</td> <td>60.7</td> </tr> </tbody> </table>	Size	Inch	1 1/4X1 1/4X2	1 1/2X1 1/2X2	2X2X2 1/2		mm	32X32X50	40X40X50	50X50X65	Dim. (mm)	A	53.3	54.9	66		B	48.3	51.3	60.7				
Size	Inch	1 1/4X1 1/4X2	1 1/2X1 1/2X2	2X2X2 1/2																						
	mm	32X32X50	40X40X50	50X50X65																						
Dim. (mm)	A	53.3	54.9	66																						
	B	48.3	51.3	60.7																						

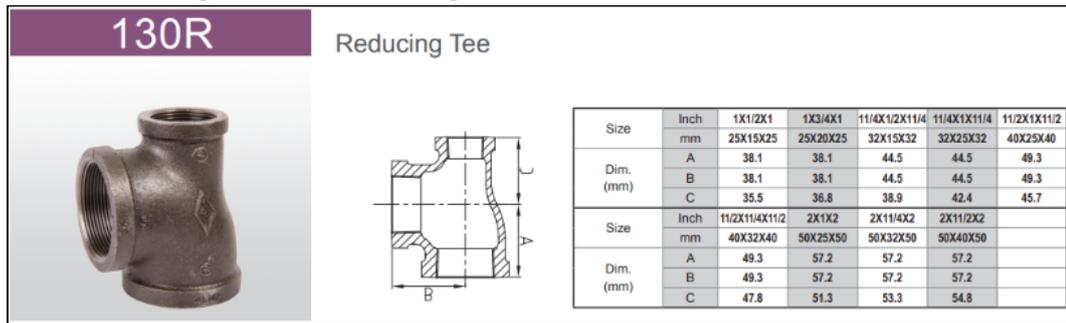
Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.6. Reducing TEE de 1"x3/4"x3/4" a 2" x1 1/2"x1 1/2"

130R		Reducing Tee																														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Size</th> <th>Inch</th> <th>1X3/4X3/4</th> <th>1 1/4X1X1</th> <th>1 1/2X1X1</th> <th>1 1/2X1 1/4X1 1/4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>mm</td> <td>25X20X20</td> <td>32X25X25</td> <td>40X25X25</td> <td>40X32X32</td> </tr> <tr> <td>Dim. (mm)</td> <td>A</td> <td>34.8</td> <td>40.1</td> <td>41.9</td> <td>46.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>36.8</td> <td>42.4</td> <td>45.7</td> <td>47.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C</td> <td>33.3</td> <td>38.1</td> <td>38.1</td> <td>44.5</td> </tr> </tbody> </table>	Size	Inch	1X3/4X3/4	1 1/4X1X1	1 1/2X1X1	1 1/2X1 1/4X1 1/4		mm	25X20X20	32X25X25	40X25X25	40X32X32	Dim. (mm)	A	34.8	40.1	41.9	46.2		B	36.8	42.4	45.7	47.8		C	33.3	38.1	38.1	44.5
		Size	Inch	1X3/4X3/4	1 1/4X1X1	1 1/2X1X1	1 1/2X1 1/4X1 1/4																									
	mm	25X20X20	32X25X25	40X25X25	40X32X32																											
Dim. (mm)	A	34.8	40.1	41.9	46.2																											
	B	36.8	42.4	45.7	47.8																											
	C	33.3	38.1	38.1	44.5																											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Size</th> <th>Inch</th> <th>2X1 1/2X1 1/2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>mm</td> <td>50X40X40</td> </tr> <tr> <td>Dim. (mm)</td> <td>A</td> <td>51.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>54.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C</td> <td>49.3</td> </tr> </tbody> </table>	Size	Inch	2X1 1/2X1 1/2		mm	50X40X40	Dim. (mm)	A	51.3		B	54.9		C	49.3															
Size	Inch	2X1 1/2X1 1/2																														
	mm	50X40X40																														
Dim. (mm)	A	51.3																														
	B	54.9																														
	C	49.3																														

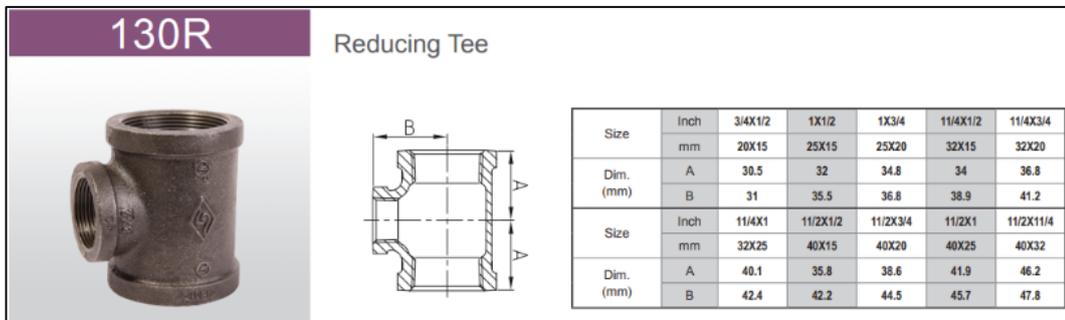
Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.7. Reducing TEE de 1"x1/2"x1" a 2" x1 1/2"x2"



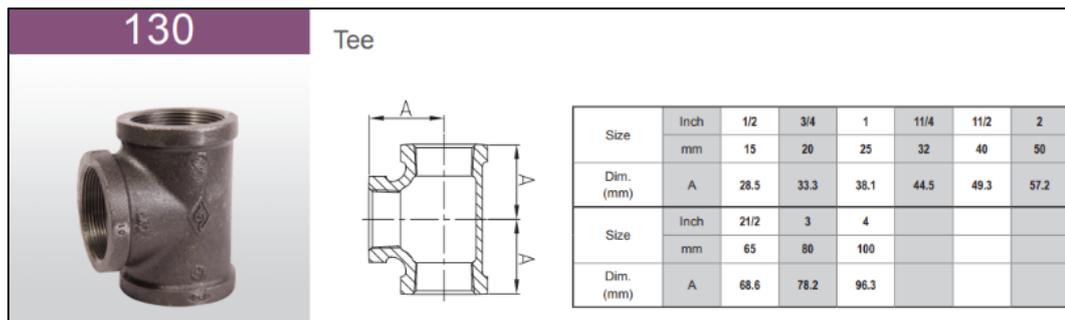
Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.8 Reducing TEE de 3/4"x1/2" a 2" x1 1/2"x1 1/4"



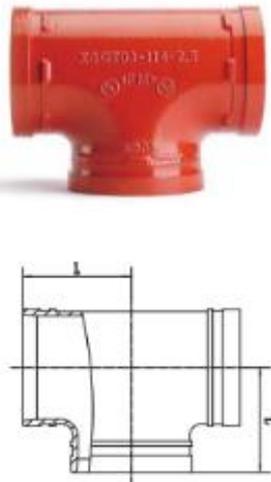
Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.9. TEE de 1/2" a 4"



Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.10. TEE de 1" a 8" con pintado epóxico

Nominal Size mm/in	Pipe O.D mm/in	Dimensions		Working Pressure (psi)	Grooved Tee Standard XGQT03L
		L (mm)			
25	33.7	57		300	
1	1.327	70			
32	42.4	70			
1 1/4	1.669	84			
40	48.3	84			
1 1/2	1.9	95			
50	60.3	95			
2	2.375	108			
65	73	108			
2 1/2	2.875	127			
65	76.1	127			
2 1/2	3	140			
80	88.9	140			
3	3.5	165			
100	114.3	165			
4	4.5	165			
125	139.7	165			
5	5.5	197			
125	141.3	197			
5	5.563	197			
150	159	197			
6	6.25	197			
150	165.1	197			
6	6.5	197			
150	168.3	197			
6	6.625	197			
200	219.1	197			
8	8.625	197			

Fuente: FITFLOW-2018

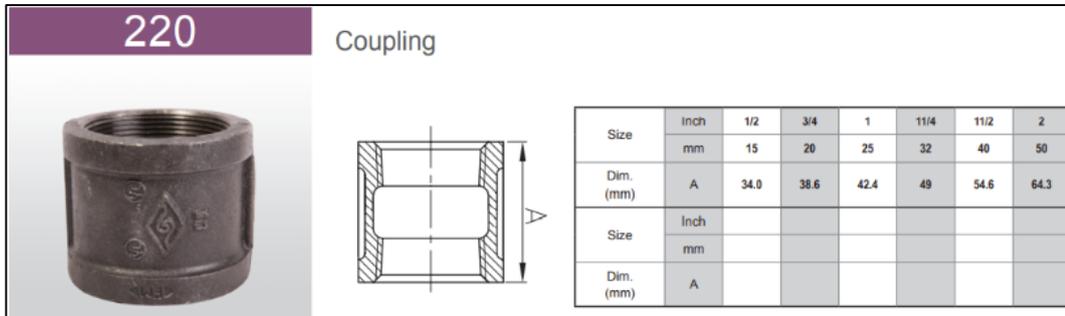
Figura A.5.11. TEE de 2"x1" a 4"x3" con pintado epóxico

Nominal Size mm/in	Pipe O.D mm/in	Dimensions			Hole Dimension (Φ-mm)	Bolt/Nut No.-size (mm)	Working Pressure Psi
		A mm	L mm	H mm			
50x25	60.3x33.7	120	64	70	38	3/8x2 (M10x50)	300
2x1	2.375x1.327						
50x32	60.3x42.4	120	72	70	46		
2x1 1/4	2.375x1.669						
50x40	60.3x48.3	120	72	70	46		
2x1 1/2	2.375x1.9						
65x25	73x33.7	139	64	73	38		
2 1/2x1	2.875x1.327						
65x32	73x42.4	139	72	73	46		
2 1/2x1 1/4	2.875x1.669						
65x40	73x48.3	139	79	75	53		
2 1/2x1 1/2	2.875x1.9						
65x25	76.1x33.7	139	64	73	38		
2 1/2x1	3x1.327						
65x32	76.1x42.4	139	72	73	46		
2 1/2x1 1/4	3x1.669						
65x40	76.1x48.3	139	79	75	53		
2 1/2x1 1/2	3x1.9						
80x25	88.9x33.7	155	64	82	38		
3x1	3.5x1.327						
80x32	88.9x42.4	155	72	82	46		
3x1 1/4	3.5x1.669						
80x40	88.9x48.3	155	79	82	53		
3x1 1/2	3.5x1.9						
80x50	88.9x60.3	155	90	82	64		
3x2	3.5x2.375						
100x50	108x60.3	172	90	92.5	64		
4x2	4.25x2.375						
100x65	108x76.1	172	107	92.5	80		
4x2 1/2	4.25x3						
100x25	114.3x33.7	181	64	95.5	38		
4x1	4.5x1.327						
100x32	114.3x42.4	181	72	95.5	46		
4x1 1/4	4.5x1.669						
100x40	114.3x48.3	181	79	95.5	53		
4x1 1/2	4.5x1.9						
100x50	114.3x60.3	181	90	95.5	64		
4x2	4.5x2.375						
100x65	114.3x73	181	117	99	70		
4x2 1/2	4.5x2.875						
100x65	114.3x76.1	181	117	99	70		
4x2 1/2	4.5x3						
100x80	114.3x88.9	181	136	99	89		
4x3	4.5x3.5						

Fuente: FITFLOW-2018

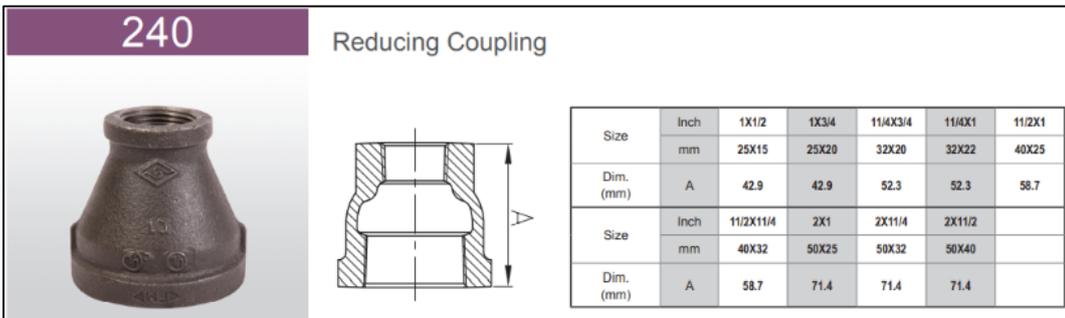
- Uniones

Figura A.5.12. Coupling de 1/2" a 2"



Fuente: FITFLOW-2018

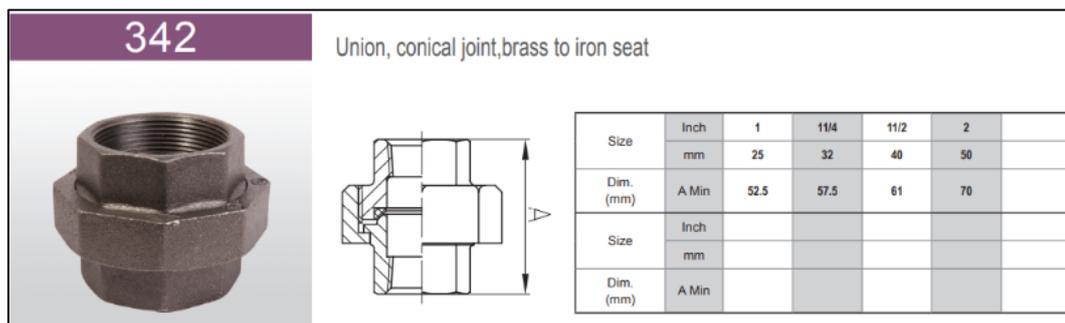
Figura A.5.13. Unión Conical Joint de 1" a 2"



Fuente: FITFLOW-2018

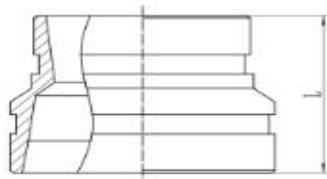
- Reducciones

Figura A.5.14. Reducing Coupling de 1"x1/2" a 2"x1 1/2"



Fuente: FITFLOW-2018

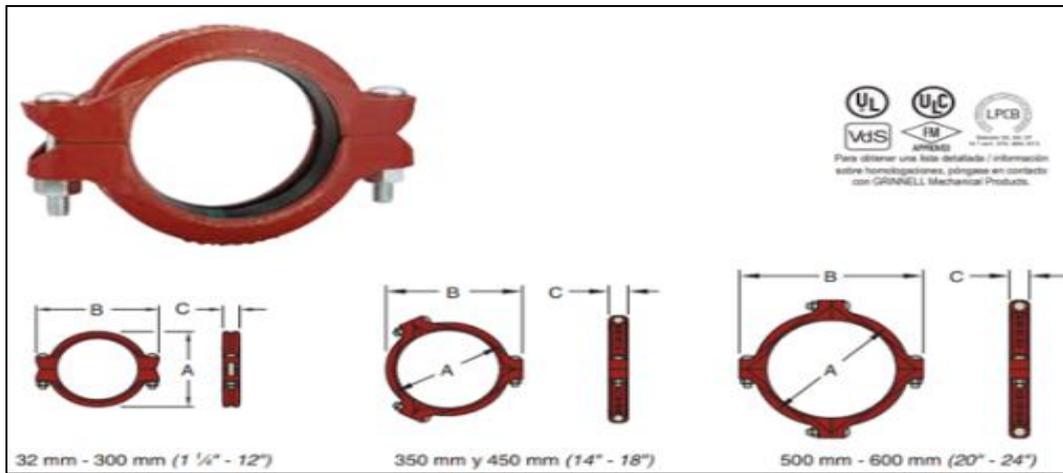
Figura A.5.15. Grooved Reducer de 2"x1" a 5"x2 1/2"

Grooved Reducer XGQT07	Nominal Size mm/in	Pipe O.D mm/in	Dimensions	Working pressure (Psi)
			L (mm)	
	40x32	48.3x42.4	64	300
	1 1/2x1 1/4	1.9x1.669		
	50x32	60.3x42.4	64	
	2x1 1/4	2.375x1.669		
	50x40	60.3x48.3	64	
	2x1 1/2	2.375x1.9		
	65x32	73x42.4	64	
	2 1/2x1 1/4	2.875x1.669		
	65x40	73x48.3	64	
	2 1/2x1 1/2	2.875x1.9		
	65x50	73x60.3	64	
	2 1/2x2	2.875x2.375		
	65x40	76.1x48.3	64	
	2 1/2x1 1/2	3x1.9		
	65x50	76.1x60.3	64	
	2 1/2x2	3x2.375		
	80x32	88.9x42.4	64	
	3x1 1/4	3.5x1.669		
	80x40	88.9x48.3	64	
	3x1 1/2	3.5x1.9		
	80x50	88.9x60.3	64	
	3x2	3.5x2.375		
	80x65	88.9x73	64	
	3x2 1/2	3.5x2.875		
	80x65	88.9x76.1	64	
	3x2 1/2	3.5x3		
	100x50	108x60.3	76	
	4x2	4.25x2.375		
	100x65	108x73	76	
	4x2 1/2	4.25x2.875		
	100x65	108x76.1	76	
	4x2 1/2	4.25x3		
	100x80	108x88.9	76	
	4x3	4.25x3.5		
	100x32	114.3x42.4	76	
	4x1 1/4	4.5x1.669		
	100x40	114.3x48.3	76	
	4x1 1/2	4.5x1.9		
	100x50	114.3x60.3	76	
	4x2	4.5x2.375		
	100x65	114.3x73	76	
	4x2 1/2	4.5x2.875		
	100x65	114.3x76.1	76	
	4x2 1/2	4.5x3		
	100x80	114.3x88.9	76	
	4x3	4.5x3.5		
	125x50	133x60.3	85	
	5x2	5.25x2.375		
	125x65	133x73	85	
	5x2 1/2	5.25x2.875		

Fuente: FITFLOW-2018

- Acoples

Figura A.5.16. Acople Rígido de 1 1/4" a 10"



Número de pieza			Tamaño de tubería		Máx. ↑ Presión Bar psi	Máx. ↑ Carga final kN Libras	Máx. *± Hueco extre- mo mm Pulg.	Dimensiones			Pernos de acopla- miento		Peso Aprox. kg Libras
Junta Grado "E"	Junta Grado "E" Tri-Seal	Homologación de DVGW	Nominal mm Pulgadas	D. E. mm Pulgadas				A mm Pulg.	B mm Pulg.	C mm Pulg.	Cant.	Tamaño mm Pulgadas	
772ME0042*	772MT0042*	-	32 1 1/4	42,4 1,660	51,7 750	7,22 1,623	1,5 0,06	69,9 2,75	111,3 4,38	46,0 1,81	2	M10 x 57 3/8 x 2 1/4	0,5 1,0
772ME0048*	772MT0048*	-	40 1 1/2	48,3 1,900	51,7 750	9,46 2,127	2,0 0,08	76,2 3,00	117,3 4,62	46,0 1,81	2	M10 x 57 3/8 x 2 1/4	0,5 1,0
772ME0060*	772MT0060*	772MT0060*D	50 2	60,3 2,375	51,7 750	14,78 3,323	4,8 0,188	87 3,41	145,0 5,70	48 1,9	2	M12 x 76 1/2 x 3	1,3 2,9
772ME0073*	772MT0073*	-	65 2 1/2	73,0 2,875	51,7 750	21,66 4,869	4,8 0,188	101 3,97	160,0 6,30	48 1,9	2	M12 x 76 1/2 x 3	1,5 3,3
772ME0076*	772MT0076*	772MT0076*D	65 76,1 mm	76,1 3,000	51,7 750	23,58 5,301	4,8 0,188	104 4,10	163,0 6,43	48 1,9	2	M12 x 76 -	1,6 3,6
772ME0089*	772MT0089*	772MT0089*D	80 3	88,9 3,500	51,7 750	32,10 7,216	4,8 0,188	117 4,60	176,0 6,93	48 1,9	2	M12 x 76 1/2 x 3	1,7 3,7
772ME0114*	772MT0114*	772MT0114*D	100 4	114,3 4,500	51,7 750	53,06 11,928	4,8 0,188	147 5,81	205,0 8,07	48 1,9	2	M12 x 76 1/2 x 3	2,0 4,3
772ME0139*	772MT0139*	772MT0139*D	125 139,7 mm	139,7 5,500	51,7 750	79,26 17,819	4,8 0,19	178,3 7,02	246,9 9,72	52,3 2,06	2	M16 x 83 -	3,4 7,5
772ME0141*	772MT0141*	-	125 5	141,3 5,563	51,7 750	81,09 18,229	4,8 0,19	180,1 7,09	246,6 9,71	51,8 2,04	2	M16 x 83 3/8 x 3 1/4	3,4 7,5
772ME0165*	772MT0165*	-	150 165,1 mm	165,1 6,500	48,2 700	103,18 23,228	4,8 0,19	205,5 8,09	267,5 10,53	54,1 2,13	2	M16 x 83 -	3,4 7,6
772ME0168*	772MT0168*	772MT0168*D	150 6	168,3 6,625	48,2 700	107,34 24,130	4,8 0,19	205,5 8,09	267,5 10,53	54,1 2,13	2	M16 x 83 3/8 x 3 1/4	3,4 7,6
772ME0219*	772MT0219*	772MT0219*D	200 8	219,1 8,625	41,4 600	155,94 35,056	4,8 0,19	268,2 10,56	344,4 13,56	66,5 2,62	2	M20 x 121 3/4 x 4 3/4	8,2 18,0
772ME0273*	772MT0273*	772MT0273*D	250 10	273,0 10,750	34,5 500	201,87 45,381	3,3 0,13	326,1 12,84	416,8 16,41	66,5 2,62	2	M24 x 165 1 x 6 1/2	11,2 24,6

Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.5.17. Acople Flexible de 1" a 12"

Para obtener una lista detallada / información sobre homologaciones, póngase en contacto con GRINNELL Mechanical Products.

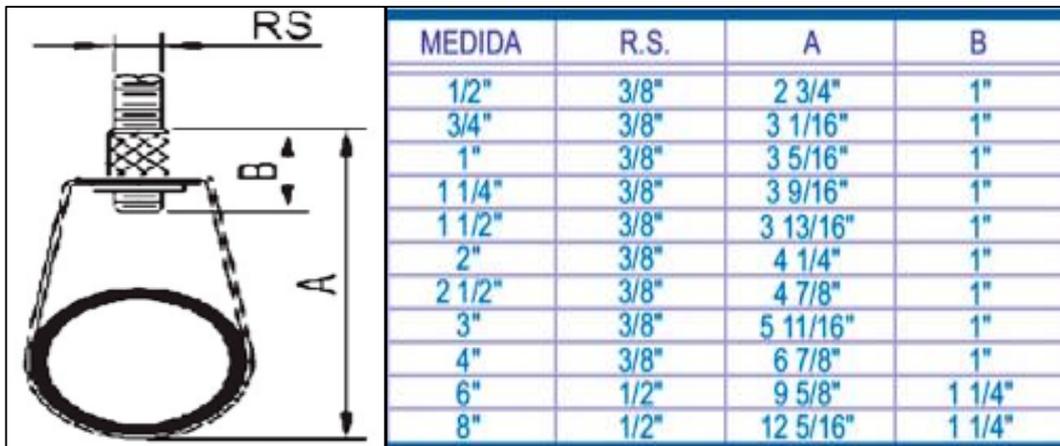
Número de pieza		Homologación de DVGW	Tamaño de tubería		Máx. † Presión Bar	Máx. † Carga final kN Libras	Ext. máx. * ‡ Hueco mm Pulg.	Desviación ‡	Dim. - mm Pulg.			Pernos de acoplamiento Tamaño (Cant. 2) mm, Pulg.	Peso Aprox. kg Libras	
Junta Grado "E"	Junta Grado "E" Tri-Seal		Nominal DN Pulg.	D.E. mm Pulg.					Grad. Por Aco.	mm/m Pulg./Pie	A			B
705ME0034*	705MT0034*	-	25	33,7	34,5	1,86	3,3	5 ° 30'	96,7	56,9	100,1	46,0	M10 x 44	0,6
			1	1,315	500	4,10	0,13							
705ME0042*	705MT0042*	-	32	42,4	34,5	4,81	3,3	4 ° 19'	75,0	65,0	106,4	46,0	M10 x 57	0,7
			1 1/4	1,660	500	1,082	0,13							
705ME0048*	705MT0048*	-	40	48,3	34,5	6,30	3,3	3 ° 46'	65,8	69,9	112,8	46,0	M10 x 57	0,7
			1 1/2	1,900	500	1,418	0,13							
705ME0060*	705MT0060*	705MT0060*MD	50	60,3	34,5	9,85	3,3	3 ° 1'	52,5	82,6	124,0	47,8	M10 x 57	0,8
			2	2,375	500	2,215	0,13							
705ME0073*	705MT0073*	-	65	73,0	34,5	14,43	3,3	2 ° 29'	43,3	93,7	139,7	47,8	M10 x 57	0,9
			2 1/2	2,875	500	3,246	0,13							
705ME0076*	705MT0076*	705MT0076*MD	65	76,1	34,5	15,72	3,3	2 ° 23'	41,7	101,6	146,10	47,8	M12 x 76	1,4
			76,1 mm	3,000	500	3,534	0,13							
705ME0089*	705MT0089*	705MT0089*MD	80	88,9	34,5	21,39	3,3	2 ° 3'	35,8	111,3	165,1	47,8	M12 x 76	1,4
			3	3,500	500	4,811	0,13							
705ME0108*	705MT0108*	-	100	108,0	34,5	31,55	6,4	3 ° 22'	58,3	139,7	190,5	52,3	M12 x 76	1,9
			108,0 mm	4,252	500	7,093	0,25							
705ME0114*	705MT0114*	705MT0114*MD	100	114,3	34,5	35,35	6,4	3 ° 11'	55,8	144,5	196,9	52,3	M12 x 89	1,8
			4	4,500	500	7,952	0,25							
705ME0133*	705MT0133*	-	125	133,0	31,0	43,33	6,4	2 ° 44'	46,7	166,6	241,3	52,3	M16 x 83	3,3
			133,0 mm	5,236	450	9,741	0,25							
705ME0139*	705MT0139*	705MT0139*MD	125	139,7	31,0	47,56	6,4	2 ° 36'	45,5	173,0	247,7	52,3	M16 x 83	3,3
			139,7 mm	5,500	450	10,691	0,25							
705ME0141*	705MT0141*	-	125	141,3	31,0	48,63	6,4	2 ° 35'	45,0	174,8	247,7	52,3	M16 x 83	3,2
			5	5,563	450	10,938	0,25							
705ME0159*	705MT0159*	-	150	159,0	31,0	61,41	6,4	2 ° 17'	40,0	192,0	261,9	52,3	M16 x 83	3,4
			159,0 mm	6,260	450	13,806	0,25							
705ME0165*	705MT0165*	-	150	165,1	31,0	66,36	6,4	2 ° 12'	38,3	196,9	271,5	52,3	M16 x 83	3,2
			165,1 mm	6,500	450	14,932	0,25							
705ME0168*	705MT0168*	705MT0168*MD	150	168,3	31,0	68,97	6,4	2 ° 10'	37,5	201,7	271,5	52,3	M16 x 83	3,2
			6	6,625	450	15,512	0,25							
705ME0200*	705MT0200*	-	200	216,3	31,0	113,59	6,4	1 ° 40'	29,2	255,8	342,9	58,7	M20 x 121	5,6
			216,3 mm	8,500	450	25,535	0,25							
705ME0219*	705MT0219*	705MT0219*MD	200	219,1	31,0	116,89	6,4	1 ° 40'	29,2	258,8	344,4	63,5	M20 x 121	6,6
			8	8,625	450	26,292	0,25							
705ME0273*	705MT0273*	705MT0273*MD	250	273,0	24,1	141,31	6,4	1 ° 20'	23,3	322,3	416,1	66,8	M24 x 165	12,7
			10	10,750	350	31,767	0,25							
705ME0324*	705MT0324*	-	300	323,9	24,1	198,78	6,4	1 ° 7'	19,2	379,5	479,6	66,8	M24 x 165	16,6
			12	12,750	350	44,687	0,25							

Fuente: FITFLOW-2018

## ANEXO Nº 6 – Suministro de Soportería Aérea

- Colgadores

Figura A.6.1. Colgador tipo Gota de 1/2" a 8"



Fuente: FITFLOW-2018

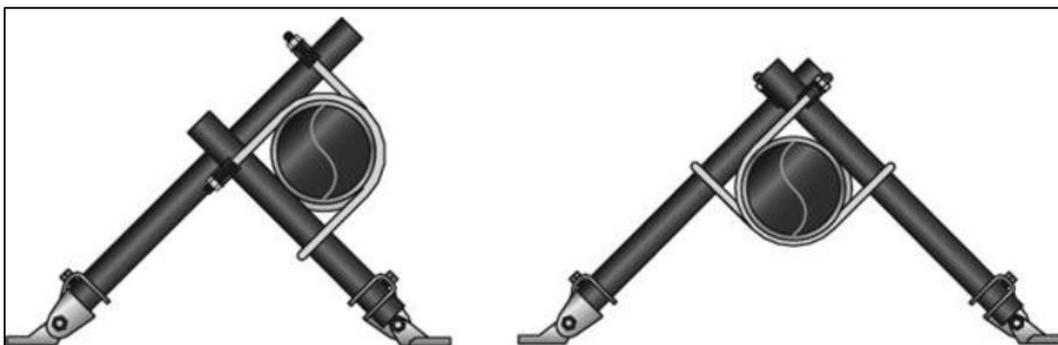
- Soportes

Figura A.6.2. Soporte Sismo resistente



Fuente: MEGAVAL-2018

Figura A.6.3. Soporte de 02 vías



Fuente: MEGAVAL-2018

**Figura A.6.4. Soporte de 04 vías**



Fuente: MEGAVAL-2018

**Figura A.6.5. Anclaje Antisísmico Doble U**

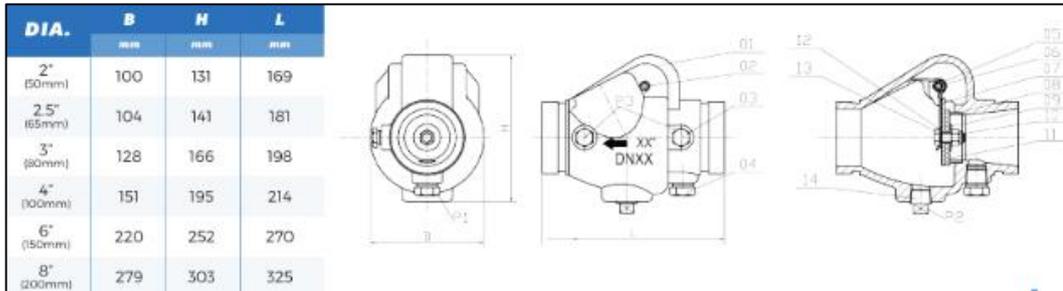


Fuente: MEGAVAL-2018

## ANEXO N° 7 – Estación de Control Húmeda

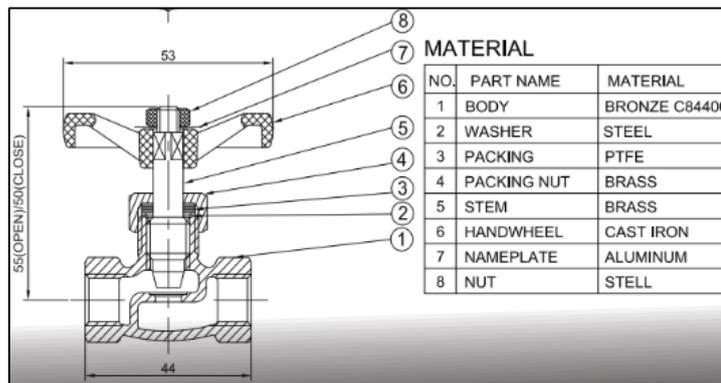
- Válvulas

Figura A.7.1. Válvula Check Ranurada de 2" a 8"



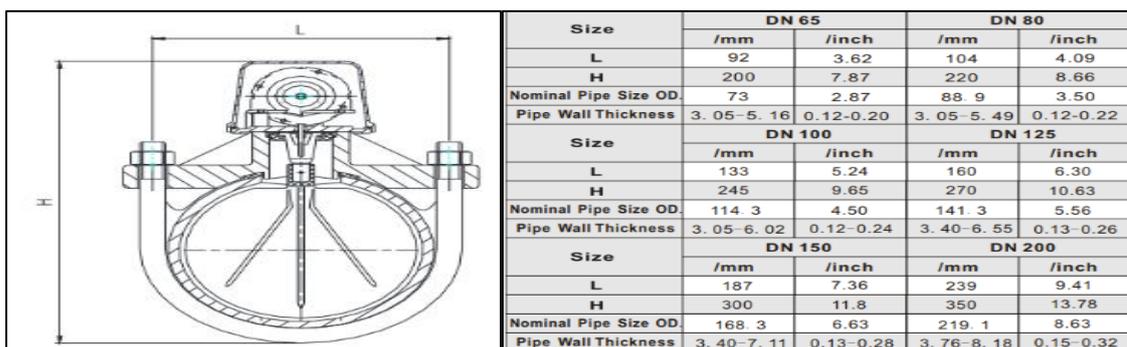
Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.7.2. Válvula de tres vías



Fuente: FITFLOW-2018

Figura A.7.3. Detector de Flujo



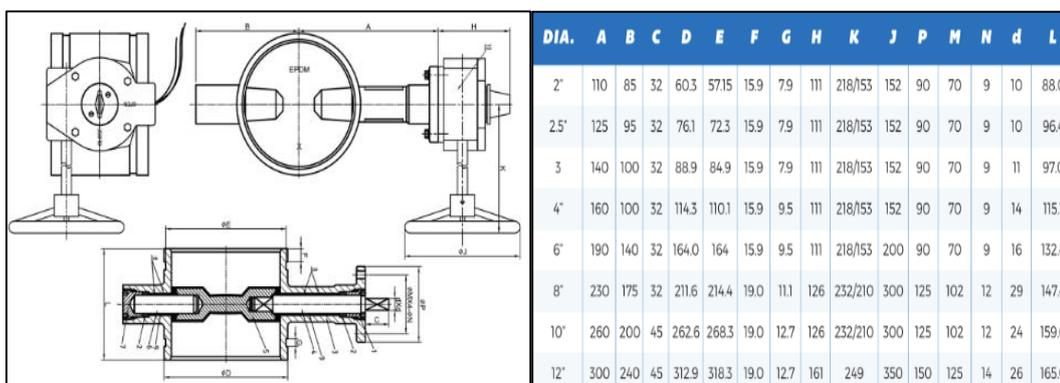
Fuente: FITFLOW-2018

**Figura A.7.4. Válvula de Prueba y Drenaje con Visor de 300 PSI**



Fuente: MEGAVAL-2018

**Figura A.7.5. Válvula Mariposa de 2" a 12"**



Fuente: FITFLOW-2018

**Figura A.7.6. Válvula Check Swing**



Fuente: MEGAVAL-2018

**Gabinetes:**

**Figura A.7.7. Válvula Angular de 1 ½" y 2 ½"**



Fuente: MEGAVAL-2018

**Figura A.7.8. Gabinete Contra Incendio de 70x60x20cm**



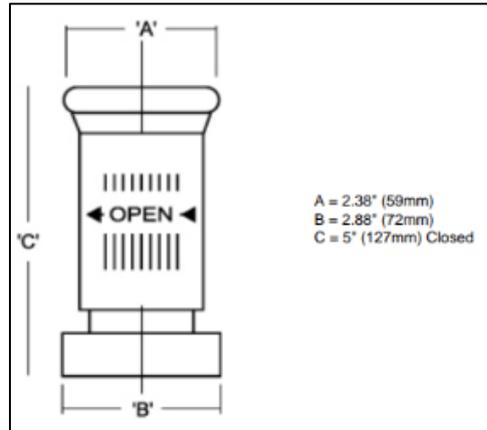
Fuente: MEGAVAL-2018

**Figura A.7.9. Manguera Contra Incendio de 30m**



Fuente: MEGAVAL-2018

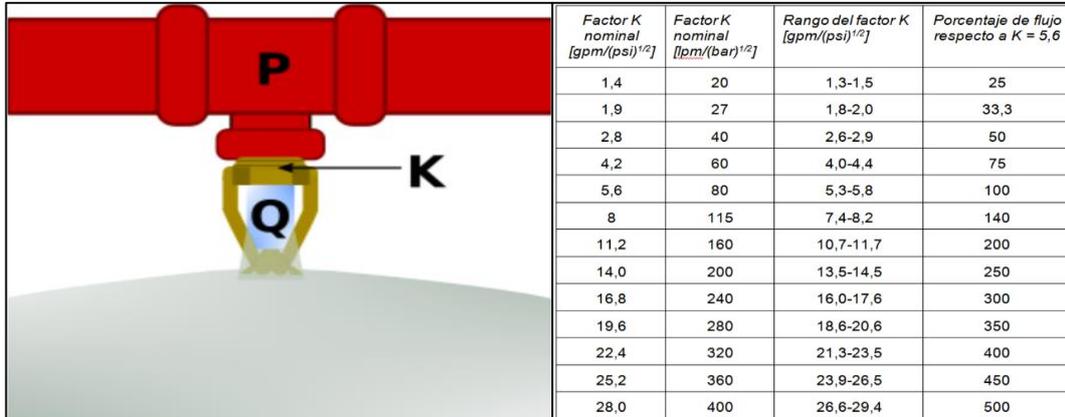
Figura A.7.10. Pitón Policarbonatado de 1.5"



Fuente: MEGAVAL-2018

## Anexo N° 8 – Detalle de Rociadores

Figura A.8.1. Rociador Contra Incendio K= 5.6



Factor K nominal [gpm/(psi) <sup>1/2</sup> ]	Factor K nominal [lpm/(bar) <sup>1/2</sup> ]	Rango del factor K [gpm/(psi) <sup>1/2</sup> ]	Porcentaje de flujo respecto a K = 5,6
1,4	20	1,3-1,5	25
1,9	27	1,8-2,0	33,3
2,8	40	2,6-2,9	50
4,2	60	4,0-4,4	75
5,6	80	5,3-5,8	100
8	115	7,4-8,2	140
11,2	160	10,7-11,7	200
14,0	200	13,5-14,5	250
16,8	240	16,0-17,6	300
19,6	280	18,6-20,6	350
22,4	320	21,3-23,5	400
25,2	360	23,9-26,5	450
28,0	400	26,6-29,4	500

Fuente: MEGAVAL-2018

Figura A.8.2. Rociador Up right K= 5.6



Fuente: MEGAVAL-2018

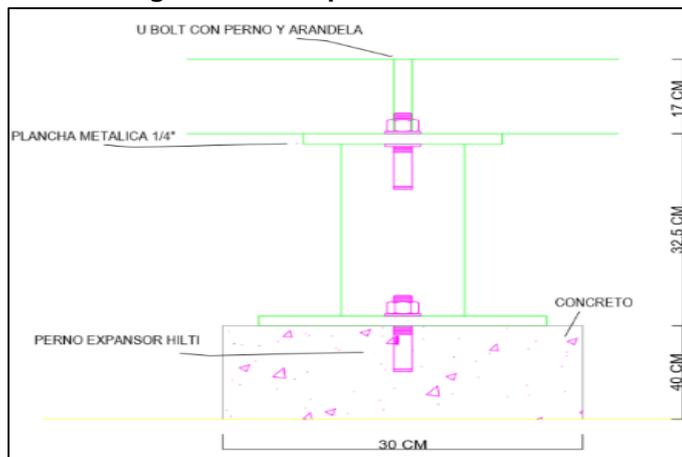
Figura A.8.3. Rociador Pendent



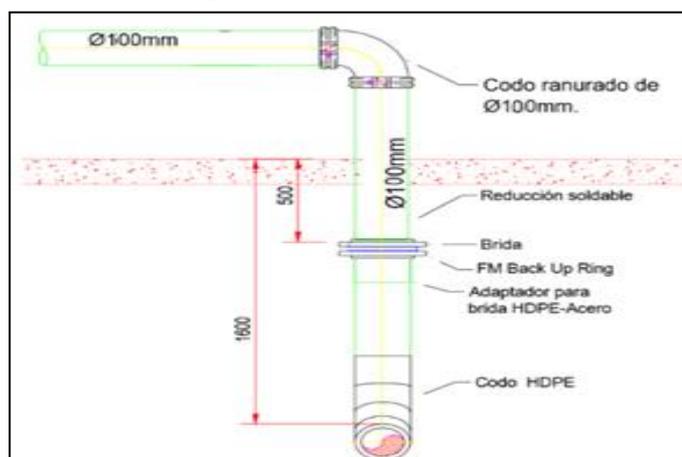
Fuente: MEGAVAL-2018

## ANEXO Nº 9 – Detalle de Hidrantes

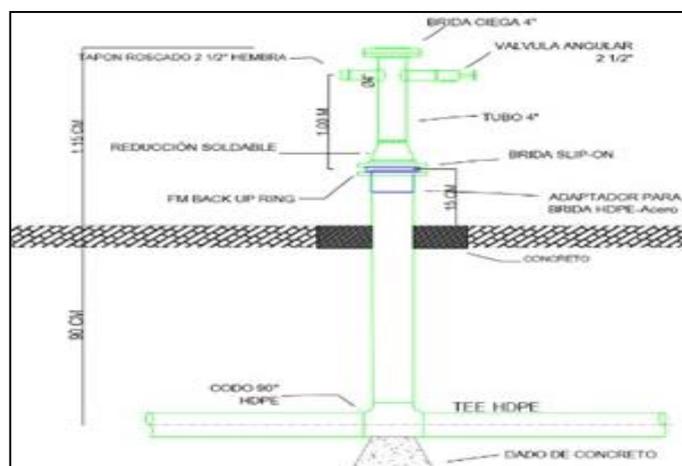
### Figura A.9.1. Soportes de Hidrantes



### Figura A.9.2. Tubería HDPE



### Figura A.9.3. Hidrante para monitores



## Anexo N° 10 - Carta de Autorización

Yo Mario Dionisio Palomino Cuaresma Identificado con DNI N° 08511970, en mi calidad de Gerente General de la empresa Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas – SEFREL INGENIEROS con R.U.C N° 20215365124.

### OTORGO LA AUTORIZACION

Al señor Bryan Tito D'ugard Delgado con el DNI N° 77536734, alumno del curso ciclo taller de tesis de la unidad de pregrado de la Facultad de ingeniería Mecánica y de Energía que utilice la siguiente información de la empresa:

- Planos de arquitectura e instalación eléctrica.
- IPERC.

Con la finalidad de que pueda desarrollar su tesis para optar el grado de Ingeniero Mecánico.

Con respecto al uso del nombre de la empresa, en mi calidad de representante legal, manifesté que:

- Se debe mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa
- Se puede mencionar el nombre de la empresa en la tesis.

Adjuntar a esta carta la siguiente Información del representate legal (firmada):

- Vigencia de Poder o Ficha RUC o consulta RUC (para e/ caso de empresas privadas).
- ROF o MOF o Resolución de designación, (para el caso de empresas públicas).
- Copia del DNI del Representate Legal (para validar su firma en el formato).

SERVICIOS FABRICACIONES Y REPARACIONES  
ELECTROMECANICA S.A.C.



Firma y sello del Representante Legal  
DNI: 08511970

El Tesista declara que los datos emitidos en esta carta y en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el bachiller será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



