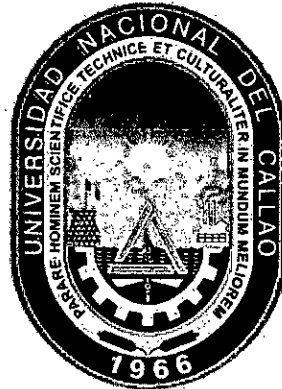


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL
SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO DE
500 GPM A 135 PSI. CONDOMINIO OCEAN REFF
SAN BARTOLO”**

**INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

VÍCTOR LUIS CAHUANA PUMA

CALLAO, ABRIL DEL 2017

PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
I CURSO TALLER DE TITULACIÓN PROFESIONAL
POR INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL

INFORME N° 023-2017-I-CT-IEL/FIME

PARA : Mg. VLADIMIRO CONTRERAS TITO
Coordinador del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral
Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

DEL : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
Presidente de Jurado de Evaluador
Exposición de Informe Final de Experiencia Laboral

ASUNTO : INFORME FAVORABLE DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FECHA : viernes 09 de junio del 2017

45. Visto, el Acta de Exposición N° 216 de Informe Final de Experiencia Laboral, título: "IMPLEMENTACION Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DE 500 GPM A 135 PSI. CONDOMINIO OCEAN REFF SAN BARTOLO"

Autor:

Bach. CAHUANA PUMA VÍCTOR LUIS

Título:

Ingeniero Mecánico

46. En tal sentido se informa, que no existe observación alguna al mencionado Informe de Experiencia Laboral, por lo que se da CONFORMIDAD.



Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
Presidente
Jurado Evaluador

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

**I CURSO TALLER DE TITULACIÓN PROFESIONAL POR INFORME DE
EXPERIENCIA LABORAL**

ACTA DE EXPOSICIÓN DE INFORME FINAL DE EXPERIENCIA LABORAL

Siendo, las 19:20 horas del día viernes 09 de junio del 2017 en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del Jurado Revisor y Evaluador de la Exposición de los Informes Finales de Experiencia Laboral del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 084-2017-CF-FIME de fecha 23.05.17, conformado por los siguientes docentes:

Presidente : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
Secretario : Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE
Vocal : Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN

Asimismo, contamos con la presencia de la Dra. Ana Mercedes León Zárate – Vicerrectora de Investigación de la Universidad Nacional del Callao (Supervisora General), Dr. José Hugo Tezén Campos – Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Supervisor de la Facultad), y el Lic. Rogelio Efrén Cerna Reyes - Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos);

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo X, numeral 10.1 de la "Directiva para la Titulación Profesional Modalidad por Informe de Experiencia Laboral con Curso Taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao", aprobada por Resolución de Consejo de Facultad N° 025-2017-CF-FIME de fecha 19.01.17;

Se procede con el acto de exposición de Informe Final de Experiencia Laboral del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral, título: **"IMPLEMENTACION Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DE 500 GPM A 135 PSI. CONDOMINIO OCEAN REFF SAN BARTOLO"**, presentado por el Bachiller **CAHUANA PUMA VÍCTOR LUIS**, contando con el asesoramiento del Ing. **JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA**.

Luego de la exposición correspondiente y de absolver las preguntas formuladas por los miembros del Jurado de Exposición, se procede a la deliberación en privado respecto a la evaluación;

Este jurado acordó calificar al Sr. Bachiller **CAHUANA PUMA VÍCTOR LUIS**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Mecánico** por la modalidad de Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se detalla:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
14(CATORCE)	BUENO

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 19:55 horas del día viernes 09 de junio del 2017.

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

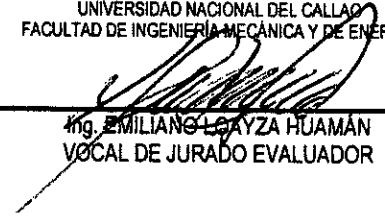
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
PRESIDENTE DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE
SECRETARIO DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN
VOCAL DE JURADO EVALUADOR

DEDICATORIA

A mis seres queridos que creyeron en mí en el transcurrir de mi vida, que me dieron fuerza para seguir adelante en los momentos difíciles y que me acompañaron en los mejores momentos de mi vida, con mucho cariño este trabajo les dedico a ustedes:

Mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater que me vio crecer y en la que pase los mejores años de mi vida universitaria, a mis profesores que participaron en mi formación profesional, enseñándome a valorar los estudios e inculcándome a superarme cada día, haciendo posible la realización de este trabajo y a mis compañeros que estuvieron a mi lado y que junto a ellos superamos grandes retos y dificultades.

A todos ustedes gracias por estar ahí cuando los necesitaba.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
I. OBJETIVOS	7
1.1 Objetivo General.....	7
1.2 Objetivos Específicos	7
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	8
2.1 Reseña Histórica	8
2.2 Declaraciones Estratégicas	8
2.3 Organigrama.....	9
III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	11
3.1 Servicios	11
3.2 Principales Clientes	12
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA 14	
4.1 Descripción del Tema	14
4.2 Antecedentes.....	14
4.3 Planteamiento del Problema.....	14
4.4 Justificación	15
4.5 Marco Teórico.....	15
4.5.1 Antecedentes de Estudio	15
4.5.2 Bases Teóricas	17
4.5.3 Marco Normativo	46
4.6 Fases del proyecto	47

4.6.1	Fase I: Ingeniería Preliminar del Proyecto	52
4.6.2	Fase II: Selección y Montaje de los Componentes del Cuarto de Bomba	65
4.6.3	Fase III: Instalación de las Conducciones Hidráulicas Sometidas a Presión	70
4.6.4	Fase IV: Limpieza de la Red y Prueba Hidráulica del Sistema	75
4.6.5	Fase V: Protocolo de Conformidad y Entrega	76
V.	EVALUACIÓN TECNICO – ECONÓMICO	87
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
6.1	Conclusiones.....	94
6.2	Recomendaciones.....	95
VII.	REFERENCIALES	96
VIII.	ANEXOS Y PLANOS	98
8.1	Anexos.....	98
8.2	Planos.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 1: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	10
FIGURA Nº 2: SISTEMA EN BUCLE.....	20
FIGURA Nº 3: SISTEMA EN PARRILLA	20
FIGURA Nº 4: SISTEMA EN ÁRBOL	20
FIGURA Nº 5: BOMBA DE CARCASA PARTIDA.....	23
FIGURA Nº 6: BOMBA DE SUCCIÓN TERMINAL	23
FIGURA Nº 7: BOMBA LINEAL	24
FIGURA Nº 8: BOMBA VERTICAL DE TURBINA	25
FIGURA Nº 9: BOMBA JOCKEY MULTI - ETAPA	26
FIGURA Nº 10: TABLERO DE CONTROL DE BOMBA PRINCIPAL	27
FIGURA Nº 11: TABLERO DE CONTROL DE LA BOMBA JOCKEY	28
FIGURA Nº 12: ROCIADORES ESTÁNDAR	29
FIGURA Nº 13: GABINETE CON MANGUERA DE 1-1/2 PULG Y EXTINTOR	32
FIGURA Nº 14: GABINETE CON VÁLVULA ANGULAR DE 2-1/2	32
FIGURA Nº 15: GABINETE CON MANGUERA DE 1-1/2 PULG, VÁLVULA ANGULAR DE 2-1/2 PULG Y EXTINTOR	33
FIGURA Nº 16: GABINETE CON VÁLVULA ANGULAR DE 2-1/2 PULG Y EXTINTOR	33
FIGURA Nº 17: DIAGRAMA GENERAL DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS TÍPICO	35
FIGURA Nº 18: RELACIÓN ENTRE LAS CURVAS DEL SISTEMA Y DE LA BOMBA	45

FIGURA Nº 19: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	48
FIGURA Nº 20: FASES DEL PROYECTO	49
FIGURA Nº 21: CURVA ÁREA/DENSIDAD	55
FIGURA Nº 22: DESCARGA DE AGUA DE UN ROCIADOR DE 1/2" Y 17/32" DE ORIFICIO NOMINAL	56
FIGURA Nº 23: PLANO ISOMETRICO PARA CALCULO DE PERDIDAS DE FRICCION EN TUBERIAS	64
FIGURA Nº 24: BOMBAS PRINCIPAL CONTRA INCENDIO	66
FIGURA Nº 25: CURVA CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBAS PRINCIPAL CONTRA INCENDIO	67
FIGURA Nº 26: ESQUEMA TÍPICO DEL CUARTO DE BOMBAS	70
FIGURA Nº 27: PROTOCOLO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	79
FIGURA Nº 28: PROTOCOLO DE PRUEBA DE MANGUERAS Y ROCIADORES	80
FIGURA Nº 29: PROTOCOLO DE PRUEBA DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO	83
FIGURA Nº 30: MODELO DE CARTA DE GARANTÍA	86

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: RANGO DE TEMPERATURAS, CLASIFICACIÓN Y CÓDIGO DE COLORES	30
TABLA N° 2: REQUISITOS PARA DEMANDA DE CHORROS DE MANGUERAS Y DURACIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA	57
TABLA N° 3: CAUDAL TOTAL REQUERIDO	58
TABLA N° 4: LONGITUDES EQUIVALENTES DE TUBERÍA DE ACERO CEDULA 40	60
TABLA N° 5: TUBERÍA DE ACERO: PÉRDIDAS POR FRICCIÓN (EN PIES) POR CADA 100 PIES	61
TABLA N° 6: CAPACIDADES DE BOMBAS CENTRIFUGAS CONTRA INCENDIO	65
TABLA N° 7: LISTA DE EQUIPOS Y MAQUINAS	87
TABLA N° 8: RELACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO DE AQUA EQUIPMENT SAC	88

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en nuestro país se vienen desarrollando importantes proyectos de edificaciones de viviendas, comerciales e industriales desde Lima hacia Chilca generando un polo de desarrollo hacia el sur de Lima, tanto industrial como residencial y para obtener la licencia de funcionamiento se debe contar con un **sistema de protección contra incendios** de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma A130 (requisito de Seguridad) y exigencias de INDECI a través de la Autoridad Municipal, Esto hace que el proyecto ***“Implementación y Puesta en marcha del Sistema de Protección contra Incendio de 500 GPM @ 135 Psi. Condominio Ocean Reff - San Bartolo”*** cubra estas expectativas la cual es ejecutada por la empresa AQUA EQUIPMNET SAC, la misma que busca garantizar en forma segura un grado de protección a la vida y la propiedad de los habitantes del condominio.

La ejecución del proyecto se realizó en las fases siguientes: Ingeniería preliminar del Proyecto, Selección y Montaje de Los Componentes del Cuarto de bombas, Instalación de Las conducciones Hidráulicas Sometidas a Presión, Limpieza de La Red y Pruebas Hidráulicas del Sistema y Protocolo de conformidad y entrega.

El proyecto se ejecutó sobre un área de 11,000 metros cuadrados y tendrá tres torres de edificios, cada una con cinco pisos, haciendo un total de 192 departamentos. Así mismo contara con un enorme parque central.

El sistema de protección contra incendios cuenta con:

Cisterna y cuarto de bombas, Red privada de agua contra incendios, Montantes gabinetes y mangueras contra incendios, Sistema de rociadores en las áreas de estacionamiento y zonas de áreas comunes.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Disminuir el riesgo en la seguridad de los habitantes y la protección a la propiedad privada en el condominio OCEAN REFF - SAN BARTOLO, mediante la implementación y puesta en marcha del sistema de protección contra incendio de 500 GPM a 135 Psi.

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar los requerimientos de capacidad y presión del sistema de protección contra incendio, mediante el reconocimiento de la ubicación del proyecto y replanteo de los planos; con el fin de tener un sistema confiable de seguridad.
- Seleccionar la bomba principal contra incendios y los componentes del cuarto de bombas para el montaje respectivo, siguiendo la normativa NFPA – 20
- Seleccionar los componentes de las conducciones sometidas a presión del sistema de la red de gabinete y rociadores para su instalación siguiendo la normativa NFPA – 13 y NFPA – 14
- Garantizar la hermeticidad del sistema de protección contra incendio que permita su operatividad en forma segura y confiable
- Documentar los protocolos de pruebas y certificación de materiales e instalación contenidos en el dossier de calidad como acto de conformidad del proyecto.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

2.1 Reseña Histórica

La empresa **AQUA EQUIPMENT S.A.C.** con RUC 20562690612, fue fundada el 04 de Junio del año 2014, como continuación de su antecesora **ACI INGENIERÍA S.A.C.** Empresa del **GRUPO ACI INGENIERÍA**: está ubicado en la Av. Julio Bayletti 222 URB. Jacaranda II San Borja (Lima- Perú) y brinda servicios de ingeniería mecánica, eléctrica, civil, sanitaria, elaboración de estudios de seguridad, supervisión e inspección.

2.2 Declaraciones Estratégicas

Misión

Somos una empresa especializada en sistemas de protección contra incendio, desarrollamos soluciones generales para la protección de vidas y bienes, estamos adaptados a las necesidades de nuestros clientes en los contextos de la edificación y la industria.

Visión

Ser reconocidos por nuestros clientes como una empresa líder, confiable y rentable en el rubro de sistemas de protección contra incendios, manteniendo el prestigio, aumentando el reconocimiento, el permanente entrenamiento y la capacitación de nuestros colaboradores.

Valores

Son los que apoyan a la visión, dan forma a la misión, la cultura y reflejan los estándares de la empresa.

- **Compromiso:** Comprometerse con la empresa en su servicio y otras iniciativas que tienen un impacto, la cual vive dentro y fuera de la organización.
- **Integridad:** Actuar con honestidad y el honor, sin comprometer la verdad.
- **Responsabilidad:** Reconocer y asumir responsabilidad por las acciones, productos, decisiones y políticas.
- **Innovación:** Búsqueda de nuevas ideas creativas que tienen el potencial encontrar nuevas oportunidades.

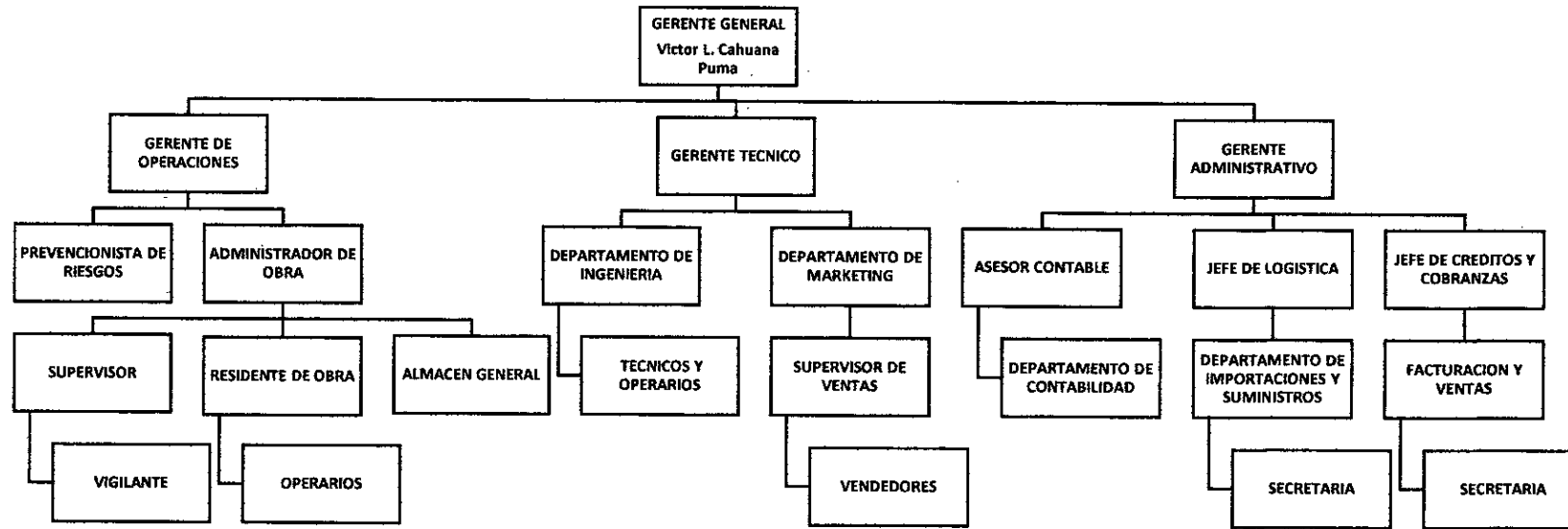
2.3 Organigrama

La estructura orgánica de la empresa AQUA EQUIPMENT SAC está dado por:

- Gerente General.
- Gerente de Operaciones.
- Gerente Administrativo.
- Departamento de Ingeniería.
- Departamento de Marketing.
- Departamento de Importaciones y Suministros.

Como responsable de la gerencia general de la empresa AQUA EQUIPMENT SAC, tengo a mi cargo la administración general y coordinación con los departamentos de operaciones, administrativo, ingeniería, marketing, importaciones y suministros de los proyectos que se desarrollan.

FIGURA N° 1: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



Fuente: Propia - AQUA EQUIPMENT S.A.C.

III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

3.1 Servicios

AQUA EQUIPMENT S.A.C. brinda los siguientes servicios:

- Proyectos de agua contra incendio (ACI).
- Instalaciones de Redes y Equipos ACI, GAS, PETRÓLEO.
- Instalaciones Sanitarias.
- Instalaciones de Sistemas de Bombeo.
- Instalaciones de Sistema de alarma y Detección.
- Proyectos Planta de tratamiento de Agua.
- Planta Desalinizadora Osmosis inversa.
- Planta de Tratamiento de Aguas Grises.
- Planta de Tratamiento de Aguas Negras.
- Mantenimiento de sistemas de protección contra incendios.
- Mantenimiento de Electrobombas.
- Mantenimiento de sistema Agua a Presión Constante.
- Selección y Montaje de Tableros de Control.
- Protección Atmosférica.
- Protección catódica.
- Diseño de Conducciones Hidráulicas Sometidas a Presión.
- Instalación y mantenimiento de pozo y Malla a Tierra.
- Asesoría y consultoría especializada.
- Proyectos de Ingeniería en general (Llave en Mano)

3.2 Principales Clientes

Sistema de protección contra incendios

➤ Industria

- **Ajeper.**
Instalación en la ciudad de Chiclayo del Sistema de gabinetes y rociadores Contra Incendios en los Almacenes de Ajeper.
- **Farmex S.A.**
Elaboración de Proyecto e instalación de la Red Contra Incendio en las oficinas de Farmex S.A.
- **Innova S.A.**
Elaboración de Proyecto e instalación de la Red Contra Incendio en las Oficinas de Innova S.A.
- **Química Suiza.**
Instalación de Sistema de gabinetes y Rociadores Contra Incendios e Instalación del Sistema de Detección y Alarma.
- **Lubricantes Nexo S.A.**
Instalación de Sistema de gabinetes y Rociadores Contra Incendios e Instalación del Sistema de Detección y Alarma.
- **Etna S.A.**
Instalación de Sistema de gabinetes y Rociadores Contra Incendios e Instalación de Sistema de Detección y Alarma.
- **Cemento Pacasmayo S.A.**
Suministro e instalación de Sistema de rociadores Contra Incendios.

➤ **Comercio**

- **Hipermercados Tottus**

Mantenimiento del sistema contra incendios de las tiendas de TOTTUS.

- **Maestro Home Center**

Instalaciones Sanitarias para el Centro Comercial Maestro Home Center Villa El Salvador.

- **Cámara Comercio de Lima**

Suministro e instalación de Sistema de gabinetes y rociadores Contra Incendios.

- **Laboratorios Hofarm S.A.**

Instalación del Sistema de gabinetes y rociadores Contra Incendios.

➤ **Construcción**

- **JJC S.A.**

Instalación del Sistema de Rociadores Contra Incendios.

- **Constructora B y C**

Suministro e instalación de Sistema de rociadores Contra Incendios. Minka.

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del Tema

El condominio de Ocean Reff ubicado en la Av. 1 Mz A Lt 1 Playa Norte las Palmeras del Distrito de San Bartolo no contaba con un sistema de protección contra incendio, lo cual era necesario para obtener la licencia de funcionamiento exigido por la municipalidad de San Bartolo.

Este problema genero un riesgo en la seguridad de la vida de sus habitantes y protección a la propiedad privada.

4.2 Antecedentes

En los últimos años el Sistema Nacional de Edificaciones a través de su norma A 130 es rigurosa en cuanto a la protección de la vida humana y la propiedad privada; es por eso que en la actualidad los gobiernos locales exigen que las nuevas edificaciones deban contar con un sistema de protección contra incendio.

Antes de la aplicación de la norma de seguridad, las edificaciones se construían y se otorgaban las licencias de funcionamientos sin las exigencias que actualmente demandan; esto originaba perdidas de vida y daño a la propiedad privada.

4.3 Planteamiento del Problema

¿En qué medida la implementación y puesta en marcha del sistema de protección contra incendio de 500 GPM A 135 Psi. en el condominio Ocean Reff San Bartolo podrá reducir las pérdidas de vida humana y daño a la propiedad privada?

4.4 Justificación

Teórica

La ingeniería aplicada en este informe contribuyo en los lineamientos de selección de sistemas para la extinción de incendios, aportando las diferentes fases que componen un sistema de protección contra incendio estas selecciones de componentes del sistema cumplen con las normas y reglamentos nacionales e internacionales. Por lo que se justifica que la implementación del sistema nos otorgue un grado de confiabilidad y seguridad aceptable.

Legal

En los D.S. 011-2006-Vivienda 05-03-2006 Reglamento Nacional de Edificaciones Norma A.130 Requisito de Seguridad, nos indica Que debemos de establecer un Sistema Contra Incendio. Para ello se establece una serie de acciones que permitirán reducir los riesgos.

Metodológico

La ingeniería aplicada para el desarrollo de la memoria de cálculo del sistema contra incendio (sistema de tuberías, sistema de bombeo, etc.) utiliza los lineamiento de cálculos recomendados por la NFPA, dichas pautas sin reglamentadas para su uso en los diferentes reglamentos nacionales y normas internacionales.

4.5 Marco Teórico

4.5.1 Antecedentes de Estudio

- PROAÑO GUEVARA, Andrés Esteban. "***Diseño Moderno de Sistemas de Aguas para Protección contra Incendios Edificio Publishing***". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. 2012.

La tesis en mención me sirve de orientación para el desarrollo de mi proyecto de implementación de mi sistema, ya que en ella puedo verificar los procedimientos de cálculos hidráulicos de la red de agua, ya que la aplicación es dirigida a sistemas de rociadores, como a gabinetes, además me permite aplicar los lineamientos y normas internacionales que rige para este tipo de sistemas. Las normas NFPA 13 rociadores, NFPA14 Gabinetes, NFPA 20 Bombas, para una aplicación precisa de las mismas.

- CARRIÓN PORRAS, Johana Jackeline y PIRUCH TSAWANT, Alex Omar. ***“Actualización del Sistema Contra Incendio de la Estación de Producción Shushufindi Central de Petroproducción”***. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Petróleo. Escuela Politécnica Nacional de Quito. Ecuador. 2009.

Esta Tesis en mención sirve de referencia para identificar los riesgos presentes en las áreas, también me permite seleccionar algunas recomendaciones de acuerdo al riesgo para minimizar y mitigarlos y de esta manera asegurar la efectividad del sistema a seleccionar.

- ASTETE WESCHE, Horacio Nelson. ***“Ampliación Del Sistema Contra Incendio de una Planta Envasadora de GLP.”*** Informe de Experiencia Laboral Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Callao. Perú. 2013.

Este Informe de Experiencia Laboral en mención sirve para dimensionar adecuadamente el sistema hidráulico de tuberías del anillo contra incendio, asistido por el Software También me sirvió de guía, para saber la importancia que es el sistema contra incendio para la protección aplicada en diferentes campos de actividades económicas.

4.5.2 Bases Teóricas

- **Protección contra incendios**

Se llama protección contra incendios al conjunto de medidas que se disponen en los edificios, industrias, centros comerciales o zonas que se va a proteger contra la acción del fuego, con ella se trata de conseguir tres fines, salvar vidas humanas, minimizar las pérdidas económicas, producidas por el fuego, todo esto aplicando las normas que rigen a nivel internacional y nacional.

- **Clases y tipos de incendios**

Los incendios se clasifican en cuatro grupos como sigue:

Clase A¹: Se refiere a incendios que tienen que ver con materiales combustibles ordinarios como: madera, papel, caucho, telas y plásticos.

Clase B²: Incendios que implican gasolina, aceites, pintura, gases y líquidos inflamables y lubricantes.

Clase C³: Son aquellos incendios que comprometen la parte eléctrica.

Clase D⁴: Incendios que implican metales combustibles, como el sodio, el magnesio, el potasio u otros que pueden entrar en ignición cuando se reducen a limaduras muy finas.

- **Tipos de sistemas de protección contra incendios**

Sistemas de Agua: Generalmente utilizados en edificaciones con riesgo ligero, ordinario y en almacenamiento de materiales de características regulares (Incendios Clase A).

¹ NFPA 1 Capítulo 2-1.23. 2000

² NFPA 1 Capítulo 2-1.24. 2000

³ NFPA 1 Capítulo 2-1.25. 2000

⁴ NFPA 1 Capítulo 2-1.26. 2000

Sistemas Secos o Pre – acción: Se utilizan en zonas de riesgo ordinario y extra como cuartos eléctricos y refrigerados (Incendios Clase A y C).

Sistemas de Espuma: Se usan en riesgos especiales donde se almacenan combustibles, líquidos inflamables y algunas sustancias químicas (Incendios Clase B).

Sistemas de Agentes Limpios: Se usan en riesgos especiales en donde no puede haber conductividad eléctrica durante la extinción y en donde el agente extintor no pueda producir residuos o dañe el material almacenado. Estos sistemas se utilizan generalmente en cuartos de datos, museos y librerías (Clase A, C y D).

Todos estos sistemas de extinción son complementarios y generalmente van acompañados de un sistema eléctrico de detección de incendios. Debido a la complejidad de cada sistema, en este texto se analizarán a detalle solamente los sistemas de agua para protección contra incendios Clase A.

- **Sistemas de Agua para Protección contra Incendios**

Redes de Tubería⁵

Los sistemas de agua para protección de incendios tienen como objetivo el extinguir todo tipo de llamas con agua a alta presión, cuando el caso o escenario lo permita. Estos sistemas se componen básicamente de una red de tuberías conectadas a dispositivos de descarga (rociadores y gabinetes) cuya alimentación proviene de una fuente de agua acompañada de una bomba hidráulica, en caso de necesitarla, las redes de tubería

⁵ NFPA 13 Capítulo 3-3.5. 2007

pueden ser diseñadas con la configuración de un sistema en Árbol, un sistema en Parrilla o de un sistema en Bucle.

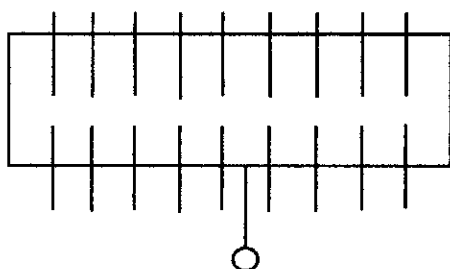
Si se aplica un circuito en Bucle, la tubería principal puede tomar más de una trayectoria para alimentar al rociador más lejano. Este sistema es eficiente porque tiene la ventaja de llevar cantidades menores de agua a través de las tuberías principales, las cuales se conectan entre sí en los extremos. Con esto podemos disminuir el tamaño de la tubería ya que tenemos menor presión. Ver Figura N° 2.

Los sistemas en Parrilla se utilizan cuando el área a proteger es rectangular y considerablemente grande. Este es el sistema más eficiente ya que se pueden tener múltiples trayectorias compuestas por la tubería principal y los ramales por estar conectados entre sí. Sin embargo, por motivo de costos e instalación no es muy común en edificaciones de riesgo ligero y ordinario. Ver Figura N° 3.

En los sistemas comunes en árbol se instala una tubería principal con solamente una trayectoria de agua para alimentar al rociador más lejano. Los cálculos y la instalación de estos sistemas pueden resultar relativamente más sencillos. Ver Figura N° 4.

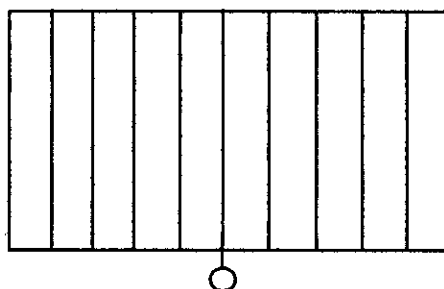
Aunque los diseños en Bucle y Parrilla tienen un pequeño beneficio económico por lo que necesitan menos rociadores o tubería más pequeña, requieren un diseño hidráulico más complejo. Además, se debe considerar la arquitectura de la edificación en donde será aplicado el sistema y la posibilidad de combinar los diferentes tipos de diseño.

FIGURA N° 2: SISTEMA EN BUCLE



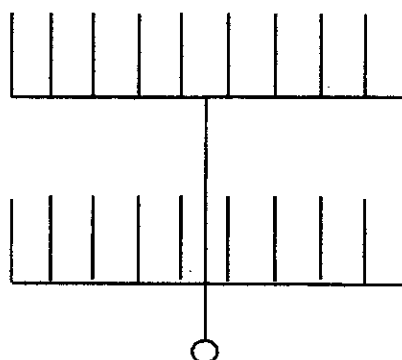
Fuente: NFPA 13 – A.9.3.5.6 (d)

FIGURA N° 3: SISTEMA EN PARRILLA



Fuente: NFPA 13 – A.9.3.5.6 (c)

FIGURA N° 4: SISTEMA DE ÁRBOL



Fuente: NFPA 13 – A.9.3.5.6 (b)

Sistemas de Rociadores⁶

Los sistemas de rociadores son aquellos que constan de tramos de tubería que están interconectados por boquillas rociadoras y se activan automáticamente debido a un aumento considerable de temperatura.

⁶ NFPA 13 Capítulo 3-3.3. 2007

Sistemas de Gabinetes ⁷

Estos sistemas se refieren a tramos de tubería que alimentan mangueras para protección de incendios por medio de válvulas ubicadas en cajetines o gabinetes. Estas mangueras son activadas de manera manual por personal entrenado o directamente por el cuerpo de bomberos.

Ambos sistemas se pueden instalar de manera independiente con dos líneas principales de alimentación y dos montantes verticales, así como también de manera complementaria con una línea principal y un montante vertical en donde se debe tomar como referencia la presión y el caudal de más alta demanda.

- **Componentes del sistema contra incendios**

Los principales componentes de un sistema de agua son:

Bomba Principal⁸

Son generalmente Bombas Centrifugas, la NFPA 20 indica que una bomba es la que proporciona flujo líquido y presión dedicados a la protección contra incendios, en otras palabras una bomba es un dispositivo que transforma la energía mecánica en energía hidráulica, la cual utilizamos para mover el agua hasta la ubicación deseada.

Bombas centrifugas

Las bombas centrifugas se llaman así porque utilizan fuerza centrífuga para aumentar la energía de las gotas de agua. Estas gotas se ubican entre dos platos giratorios unidos formando el impulsor, el cual se monta en un eje metálico conectado a un

⁷ NFPA 14 Capítulo 4-4.6. 2007

⁸ NFPA 20 Capítulo 5-5.1. 2007

motor que provee la rotación. Alrededor del eje hay una abertura en el impulsador que permite al agua entrar en el impulsador llamado "ojo". Una vez que las gotas de agua entran por el impulsador, son comprimidas entre los platos donde recogen energía de la rotación mientras van saliendo hacia afuera del impulsador. Una vez afuera, son contenidas dentro del casco de la bomba, al ser contenidas las gotas, la energía recogida por la rotación es almacenada como energía potencial mientras el agua se mantenga dentro del sistema de tubería. Una vez que el agua llega a un rociador abierto o a una boquilla de manguera, la contención es liberada y la energía potencial se convierte en energía cinética.

El agua realiza el trabajo de combatir el fuego absorbiendo el calor que se genera, la cantidad de energía que una gota de agua recogerá es una función de cuán rápido gira el impulsador y la eficiencia del contacto entre los platos y las gotas. Para evitar el deslizamiento entre las gotas y los platos, se agregan álabes para asegurar la rotación de las gotas junto con los platos.

La succión de la bomba se puede dar de dos maneras: succión individual o succión doble. En una bomba de succión individual, el agua llega a un solo lado del impulsador. En una bomba de succión doble, la mitad del agua llega a un lado del impulsador y la otra mitad del agua llega al lado opuesto del impulsador.

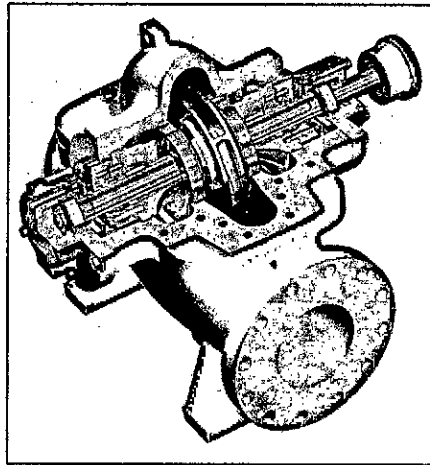
Las bombas centrífugas más importantes para sistemas contra incendios son:

➤ **Bomba de carcasa partida (Split Case)**

Es una bomba en la que la carcasa que rodea al impulsador se divide en dos partes (superior e inferior) atornilladas entre

sí. Pueden ser verticales u horizontales y trabajan con doble succión.

FIGURA N° 5: BOMBA DE CARCASA PARTIDA



Fuente: Catalogo Neptuno Pump

➤ **Bomba de succión terminal (End – Suction)**

Es aquella que tiene la succión en la misma dirección del eje del motor y la descarga en dirección perpendicular al mismo. Generalmente son horizontales y trabajan con succión individual.

FIGURA N° 6: BOMBA DE SUCCIÓN TERMINAL

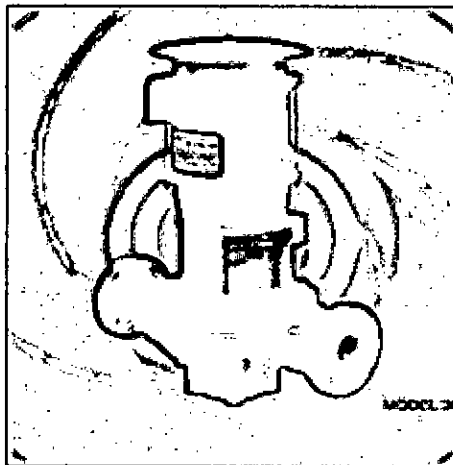


Fuente: Catalogo Aurora Pump

➤ **Bomba Lineal (In-Line)**

Es una bomba donde la línea central de la succión, descarga e impulsador se encuentran en el mismo plano. La succión de agua es perpendicular al eje del motor y la descarga es perpendicular al mismo, tal como en las bombas de succión terminal; lo que cambia es la forma del armazón. La mayoría de estas bombas son verticales y trabajan con succión individual.

FIGURA N° 7: BOMBA LINEAL

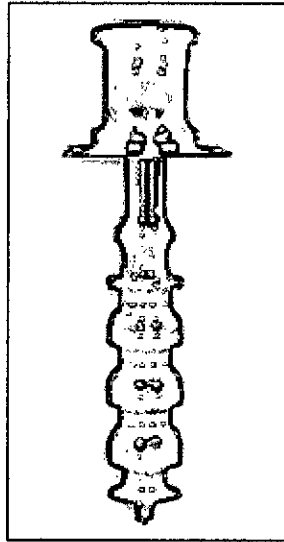


Fuente: Catalogo Aurora Pump

➤ **Bombas de tipo turbina de eje vertical**

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

FIGURA N° 8: BOMBA VERTICAL DE TURBINA.



Fuente: Catalogo Patterson Pump

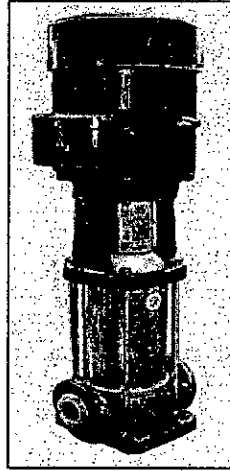
Bomba Jockey:

Esta bomba es una bomba auxiliar sirve para mantener una presión prescrita que se necesita para prevenir un arranque intermitente de la bomba principal y para proveer suficiente flujo para rellenar el sistema durante un periodo de tiempo establecido. Estas bombas pueden ser de tipo regenerativa o multi – etapa que se caracterizan por generar bajos caudales a grandes presiones (Ver Figura N° 9), tiene que ser dimensionada para reponer el rango de fuga permitido en 10 minutos o 1 GPM (3.8 L/min), el que sea mayor. Para asegurar que la bomba principal trabaje en el momento adecuado, y la bomba jockey no interfiera con la protección del incendio, el sistema de la bomba debe censarse de la siguiente manera:

- El punto de cierre de la bomba jockey debe ser igual a la presión de cierre de la bomba principal más la mínima presión estática de suministro.

- El punto de arranque de la bomba jockey debe ser de mínimo 10 psi (0.68 bar) menos que el punto de cierre de la misma.
- El punto de arranque de la bomba principal debe ser 5 psi (0.34 bar) menos que el punto de arranque de la bomba jockey].

FIGURA N° 9: BOMBA JOCKEY MULTI - ETAPA



Fuente: Catalogo Peerless Pump

La capacidad de la bomba jockey puede ser del 1% de la capacidad nominal de la bomba principal. Generalmente es aceptable una bomba jockey de 5 a 10 GPM. No se debe exceder la demanda de un rociador que es 15 GPM porque para esto debe activarse la bomba principal.

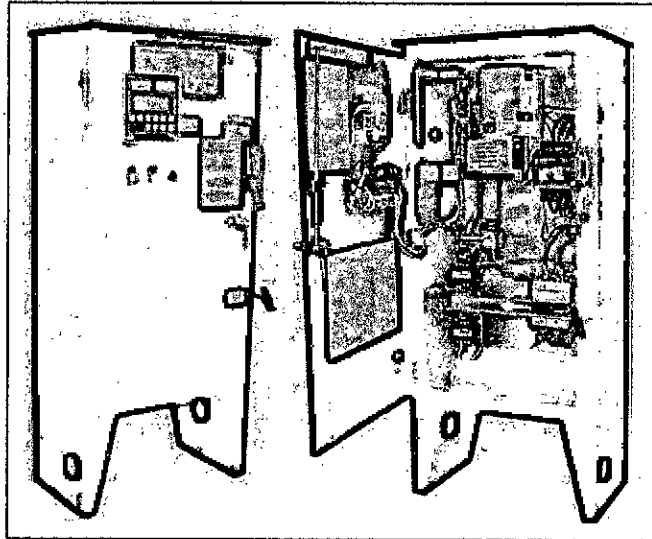
Tablero de Control de la Bomba Principal ⁹

El tablero de control de una bomba de incendios es un equipo electrónico que se conecta al motor de la bomba y lo enciende cuando censa una pérdida de presión. En este tablero se almacena toda la información de alimentación de la bomba referente a presión de trabajo, capacidad, voltaje, frecuencia, fase, horario de prueba, etc. Este tablero puede prender la

⁹ NFPA 20 Capitulo 10-10.1. 2007

bomba de manera automática y manual pero solo puede apagarla manualmente.

FIGURA N° 10: TABLERO DE CONTROL DE LA BOMBA PRINCIPAL

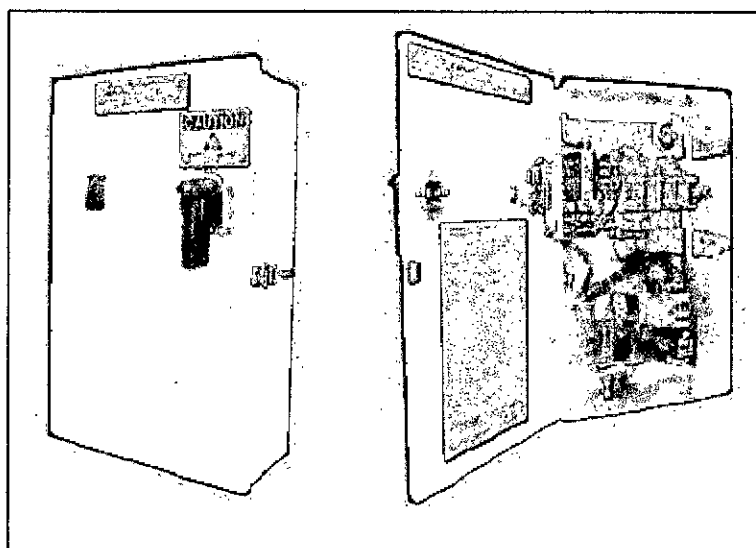


Fuente: Catalogo Picsa Aurora.

Tablero de Control de la Bomba Jockey

El tablero de control de la bomba jockey, a diferencia del tablero de la bomba principal, puede encender y apagar la bomba de manera automática y manual. Además, cuenta con una protección térmica que protege al motor de la bomba en caso de que se sobrecaliente. Si esto pasa, el tablero puede dar una alarma indicando que ha dejado de funcionar y que por lo tanto existe un problema en el sistema hidráulico. El tablero arrancará la bomba jockey generalmente a 5 psi sobre la presión programada para la bomba principal. Un interruptor de desconexión de palanca con fusible viene dimensionado de acuerdo a la potencia del motor además de un selector de tres posiciones: manual, apagado y automático, necesarios para la prueba de calibración del sistema.

FIGURA N° 11: TABLERO DE CONTROL DE LA BOMBA JOCKEY



Fuente: Catalogo Picsa Aurora.

Rociadores¹⁰

Los rociadores son boquillas cerradas por un dispositivo térmico de descarga que operan cuando el calor sobrepasa su límite de temperatura de activación. Se utilizan para todo tipo de protección de incendios y su extensa clasificación depende del tipo de riesgo, tipo de almacenamiento y ubicación.

Los rociadores estándar poseen un bulbo de vidrio que contiene un fluido que se expande cuando es expuesto al calor. Cuando se alcanza la temperatura nominal, el fluido se expande lo suficiente para romper el vidrio del bulbo permitiendo que se active el rociador dejando fluir el agua.

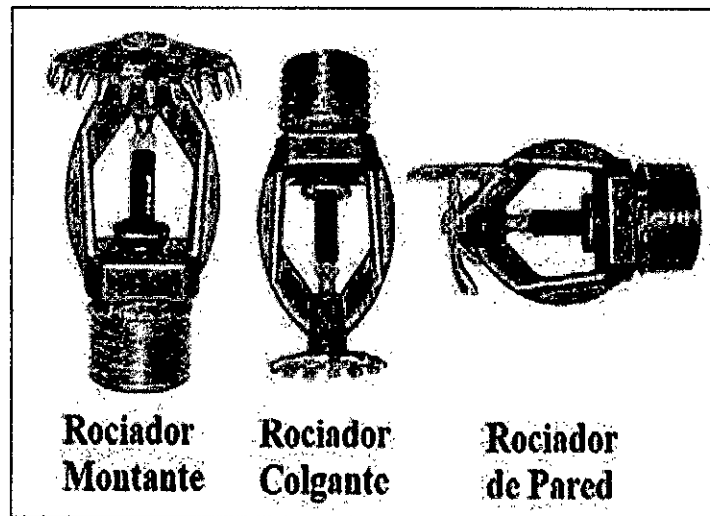
Los rociadores los podemos clasificar por:

➤ Clasificación por Posición

¹⁰ NFPA 3 Capítulo 3-3.3. 2007

Los rociadores más comunes pueden ser de tipo colgante (con dirección hacia abajo), de tipo montante (con dirección hacia arriba) y de tipo horizontal de pared. Sin embargo, existen rociadores especiales que se utilizan para proteger áticos y pueden ser posicionados en diferentes direcciones.

FIGURA N° 12: ROCIADORES ESTÁNDAR



Fuente: Catalogo Tyco.

➤ Clasificación por Temperatura de Activación ¹¹

La clasificación por sensibilidad de temperatura de activación puede variar según el riesgo y el tipo de aplicaciones industriales que se intenten proteger. En algunos casos se necesita mantener temperaturas bajas de trabajo y en otros casos es normal un incremento elevado de temperatura de operación (Industria de Hierro y Metal) por lo que se debe seleccionar adecuadamente el tipo rociador para que no se activen en vano. La clasificación de temperatura para rociadores estándar se puede apreciar en la Tabla N°1.

¹¹ NFPA 13 Capítulo 6-6.2.5. 2007

TABLA N°1: RANGO DE TEMPERATURAS, CLASIFICACIÓN Y CÓDIGO DE COLORES

Temperatura Máxima en el Cielo Raso		Rango de temperatura		Clasificación de temperatura	Código de Color	Colores de la ampolla de Vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	55 - 170	55-77	Ordinaria	Sin color o Negro	Naranja o Rojo
150	66	175 - 225	79-107	Intermedia	Blanco	Amarillo o Verde
225	107	250 - 300	121-149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 - 375	163-191	Extra Alta	Rojo	Violeta
375	191	400- 475	204-246	Extra Muy Alta	Verde	Negro
475	246	500 - 575	260-302	Ultra alta	Naranja	Negro
625	239	650	343	Ultra alta	Naranja	Negro

Fuente: NFPA 13 – Tabla 6.2.5.1.

➤ Clasificación por tipo de Riesgo¹²

Los rociadores varían según el tipo de riesgo, almacenamiento, combustibilidad e índice de liberación de calor de los incendios. Para los riesgos ligero y ordinario se pueden utilizar rociadores estándar con valores de K (constante dependiente del tamaño y configuración de un orificio) nominal de hasta 8.0. Para riesgos extra y de almacenamiento se deben instalar rociadores con valores de K entre 11.2 y 28.0.

Además, existen rociadores o boquillas para cada tipo de sistema de protección de incendios, como pueden ser secos, de pre acción, de diluvio, agentes limpios, etc. Estos rociadores no se tratarán en este texto ya que nos

¹² NFPA 13 Capítulo 5-5.1. 2007

enfocaremos en analizar solamente lo que se refiere a sistemas de supresión de incendios con agua presurizada de respuesta inmediata.

Gabinetes

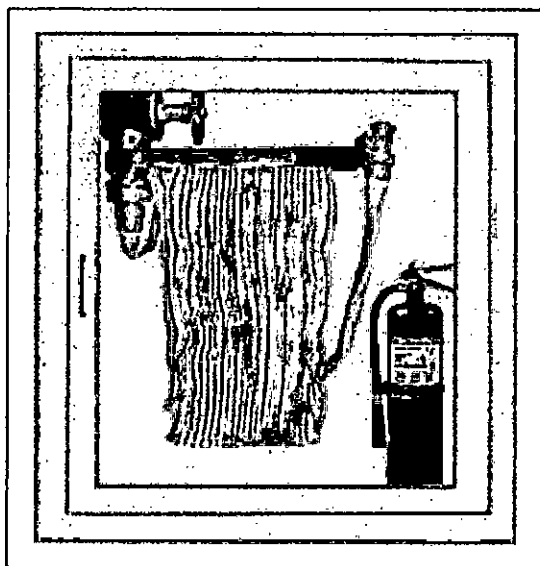
Los gabinetes de incendios son artefactos que se utilizan para almacenar una manguera listada para protección de incendios además de una serie de accesorios opcionales que se puedan requerir según el tipo de riesgo de la edificación a proteger. Las mangueras son de activación manual y deben ser operadas por personal entrenado según lo indica la norma americana NFPA 14. Pueden ser de 2-1/2 y 1-1/2 pulgadas de diámetro y de 15 o 30 metros de largo.

Las mangueras de 2-1/2 pulgadas de diámetro deben tener una presión de trabajo de 100 psi y las mangueras de 1-1/2 pulgadas de diámetro deben tener una presión de trabajo de 65 psi. Son conectadas por medio de una válvula angular (normalmente abierta) que a su vez está conectada a la red de tuberías del sistema que proviene de la bomba de incendios, los gabinetes más comunes son los que poseen una manguera de 1-1/2 pulgadas y un extintor de 10 libras de químico seco que no conduce electricidad como se muestra en la Figura N° 13, estos sistemas se utilizan cuando no se instalan redes de rociadores.

Cuando se instalan rociadores, se utilizan gabinetes que contienen solamente una válvula angular de 2-1/2 pulgadas para uso exclusivo del cuerpo de bomberos (Ver Figura N° 14). En algunos casos la autoridad competente puede exigir o recomendar el uso de gabinetes combinados que contengan una manguera de 1-1/2 pulgadas, un extintor y una válvula angular

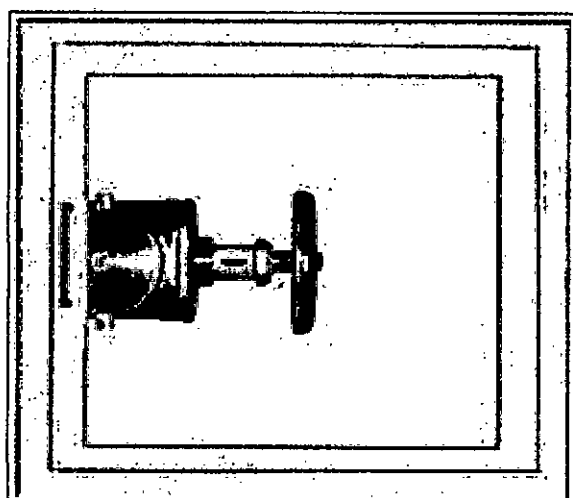
de 2-1/2 pulgadas como se muestra en la Figura N° 15. También se puede combinar un extintor con la válvula angular de 2-1/2 pulgadas como se ve en la Figura N° 16.

FIGURA N° 13: GABINETE CON MANGUERA DE 1-1/2 PULG Y EXTINTOR.



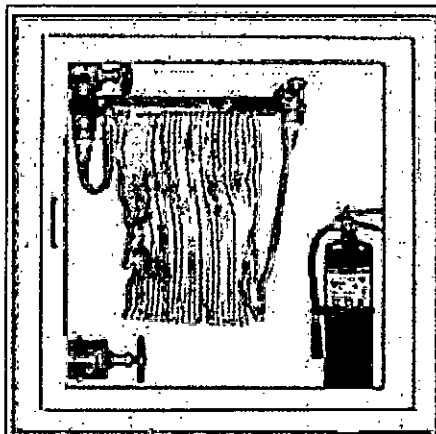
Fuente: Catalogo Importadora Fabregat.

FIGURA N° 14: GABINETE CON VÁLVULA ANGULAR DE 2-1/2 PULG



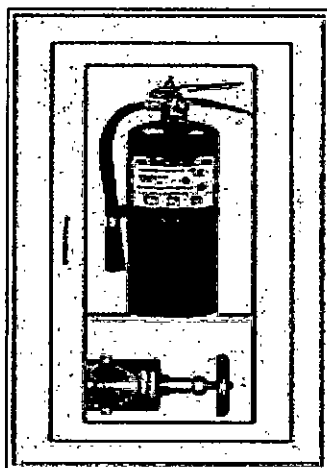
Fuente: Catalogo Importadora Fabregat.

FIGURA N° 15: GABINETE CON MANGUERA DE 1-1/2 PULG, VÁLVULA ANGULAR DE 2-1/2 PULG Y EXTINTOR



Fuente: Catalogo Importadora Fabregat.

FIGURA N° 16: GABINETE CON VÁLVULA ANGULAR DE 2-1/2 PULG Y EXTINTOR



Fuente: Catalogo Importadora Fabregat.

Las mangueras instaladas en los gabinetes para la lucha contra incendios poseen 3 capas de refuerzo sintético que maximizan su durabilidad, flexibilidad y resistencia a "pinchaduras" o "piquetes", además cumplen las normas de calidad ISO 9001, mayor detalle en anexo N° 1

Montante Vertical (Riser)

El arreglo vertical o "riser" es un tramo de tubería vertical que se compone de varias válvulas y dispositivos, y se toma como punto de referencia de alimentación de una zona específica perteneciente a la edificación que se debe proteger. Se ubica entre la fuente de suministro de agua y la red de protección de rociadores. Además, sirve como punto de control hidráulico para cada zona, sus componentes principales son:

- Válvula de Alarma tipo Check.
- Válvula de Control tipo Mariposa.
- Manómetros.
- Cámara de retardo.
- Montaje de Restricción.
- Interruptor de Alarma de Presión.
- Alarma de Incendio.
- Válvula de Drenaje tipo Angular.

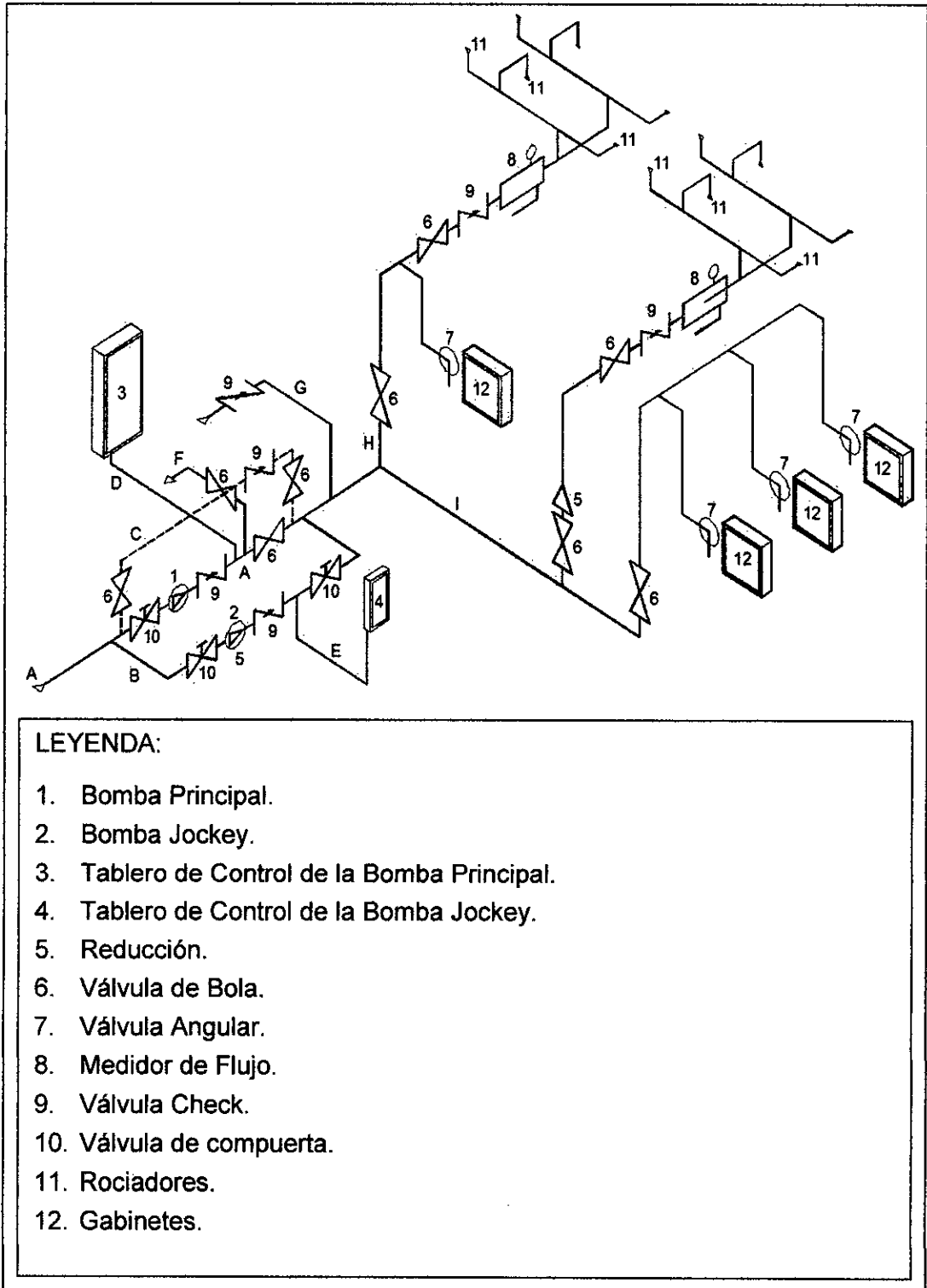
Ramales: Tubería que alimenta a los rociadores.

Línea Principal: Tubería que alimenta ramales, rociadores y gabinetes.

Suministro de Agua: Acometida de la calle y/o bomba de agua.

Soportes: Dispositivos para anclar la red de tubería y sus respectivos componentes.

FIGURA N° 17: DIAGRAMA GENERAL DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS TÍPICO



Fuente: Elaboración Propia.

- **Clasificación de ocupaciones**

La clasificación de ocupaciones en esta norma deberá referirse únicamente a los requisitos de diseño, instalación y abastecimiento de agua de los rociadores.

Ocupaciones de Riesgo Ligero ¹³

Las ocupaciones de riesgo ligero deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor. Algunas ocupaciones de riesgo ligero se encuentran indicadas en la sección A.5.2 de la norma NFPA 13.

Ocupaciones de Riesgo Ordinario ¹⁴

➤ **Ocupaciones de Riesgo Ordinario (Grupo 1)**

Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustible es moderada, las pilas de almacenamiento de combustible no superan los 8 pies (2.4 m), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado. Algunas ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 1) se encuentran indicadas en la Norma NFPA 13. Anexo A.5.3.1.

➤ **Ocupaciones de Riesgo Ordinario (Grupo 2)**

Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones

¹³ NFPA 13 Capítulo 5-5.2. 2007

¹⁴ NFPA 13 Capítulo 5-5.3. 2007

donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con índices de liberación de calor moderado no superan los 12 pies (3.66 m), las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor elevado no superan los 8 pies (2.4 m). Algunas ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 2) se encuentran indicadas en la Norma NFPA 13. Anexo A.5.3.

➤ **Ocupaciones de Riesgo Extra** ¹⁵

✓ Ocupaciones de Riesgo Extra (Grupo 1).

Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas u otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de liberación de calor pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible. Algunas ocupaciones de riesgo extra (grupo 1) se encuentran indicadas en la Norma NFPA 13. Anexo A.5.4.1.

✓ Ocupaciones de Riesgo Extra (Grupo 2).

Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades desde moderadas hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el escudado de los combustibles es extenso.

¹⁵ NFPA 13 Capítulo 5-5.4. 2007

- **Definiciones hidráulicas básicas**

Presión

Es la fuerza normal ejercida por un peso sobre una superficie determinada:

$$P = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}} \dots\dots\dots (1)$$

Llamamos Presión Hidrostática a la presión que se ejerce en un punto cualquiera de un líquido debido al propio peso de este. Los sistemas hidráulicos aplican un principio según el cual, la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente, se transmite con la misma intensidad a cualquier otro punto del líquido (Principio de Pascal).

Caudal

Es el producto de la sección del tubo de corriente por la velocidad del fluido en la misma ($Q = A \times V$). Se mide en metros cúbicos por minutos u horas o en litros por segundo, minuto u hora.

Para sistemas de rociadores de protección contra incendio el caudal es hallado mediante el producto de la densidad (ρ) de aplicación de agua cuyas unidades son galones por minuto por pie cuadrado o también por ($L/min/m^2$) y el área de diseño o Zona protegida por los rociadores cuyas unidades están en pie^2 o m^2 .

$$Q = A \times \rho \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

- Q = Caudal.
- A = área de diseño.
- ρ = densidad de aplicación de agua.

Pérdidas por fricción¹⁶

La resistencia a fluir cuando un líquido está moviéndose a través de una tubería resulta en una pérdida de cabezal o presión que conocemos como FRICCIÓN. La resistencia a fluir es debida a la viscosidad del líquido y turbulencia que ocurre a lo largo de las paredes de la tubería debido a la rugosidad. La cantidad de pérdidas de cabezal para un sistema dado depende de las características del líquido, tales como viscosidad, tamaño de tubería, condiciones de la superficie interior de la tubería (rugosidad), y longitud de recorrido.

Darcy-Weisbach¹⁷

La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación ampliamente usada en hidráulica. Permite el cálculo de la pérdida de carga debida a la fricción dentro una tubería, la ecuación fue inicialmente una variante de la ecuación de Prony, desarrollada por el francés Henry Darcy. En 1845 fue refinada por Julius Weisbach, de Sajonia, hasta la forma en que se conoce actualmente:

$$h_f = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga debida a la fricción.

f = factor de fricción de Darcy.

L = longitud de la tubería.

D = diámetro de la tubería.

V = velocidad media del fluido.

g = aceleración de la gravedad: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

¹⁶ Robert L. Mott. Mecánica de Fluidos capítulo 10. 2006

¹⁷ Robert L. Mott. Mecánica de Fluidos capítulo 8. 2006

El factor de fricción f es a dimensional y varía de acuerdo al tipo de tubería y del flujo, las características de un fluido están determinadas por el Número de Reynolds (R).

$R \leq 2000$	Flujo Laminar
$2000 < R < 4000$	Flujo en Transición
$R \geq 4000$	Flujo Turbulento

$$R = \left(\frac{VD}{\vartheta} \right) \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

- V = Velocidad media del fluido.
- D = Diámetro Hidráulico.
- ϑ = Viscosidad cinemática.

Para flujo laminar el factor de fricción se determina por la ecuación¹⁸:

$$f = \frac{64}{R} \dots\dots\dots (5)$$

Para flujo turbulento el factor de fricción se determina por la ecuación de Colebrook¹⁹

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{R\sqrt{f}} \right) \dots\dots\dots (6)$$

Dónde:

- ε = Rugosidad Absoluta (Depende del tipo de tubería).
- f = Factor de fricción.

¹⁸ Merle C. Potter. Mecánica de Fluidos. Capítulo 1. 2004
¹⁹ Frank M. White. Mecánica de Fluidos. Capítulo 6. 2004

Las pérdidas por fricción se incrementan cuando aumentan la capacidad o longitud de la tubería.

Altura dinámica total (TDH)

Una bomba debe vencer la resistencia de un sistema de bombeo para lograr que el líquido fluya totalmente en el sistema, esta resistencia al flujo del líquido es conocida como Altura Dinámica Total del sistema (TDH) la cual es la suma de dos partes:

$$\text{TDH} = \text{Altura Estática} + \text{Altura Dinámica} \dots \dots \dots (7)$$

Todos los valores de altura son medidos en metros o en Pies.

➤ **Altura estática**

representa la resistencia del sistema antes de que el fluido entre en movimiento, los componentes primarios de la altura estática son las diferencias de elevación entre la superficie del líquido al punto de succión y la superficie de líquido al punto de descarga, la altura estática también cuenta con el diferencial de presión entre el punto de succión y el punto de descarga, la cual no varía con la capacidad.

➤ **Altura dinámica**

representa la resistencia del sistema mientras el fluido bombeado esta en movimiento, estas pérdidas de altura dinámica, aparecen una vez que el líquido comienza a fluir a través del sistema de bombeo. Estas pérdidas son debidas a la fricción siendo llamadas Perdidas por fricción y están en función de la capacidad.

Las pérdidas de altura dinámica están compuestas de dos partes:

- ✓ Cada elemento del sistema de bombeo contribuye a las pérdidas de altura dinámica a través de las Perdidas por fricción.

- ✓ Acelerar el fluido bombeado de cero a una velocidad final requiere energía, esto es conocido como Columna de velocidad.

Columna de velocidad

Es simplemente una función de la velocidad del fluido fluyendo a través del sistema de bombeo.

$$H = \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (8)$$

Este valor es frecuentemente pequeño y se puede despreciar para casos prácticos.

Cabezal Neto de Succión Positivo (NPSH)²⁰

Término que se usa para cuantificar la presión necesaria en la succión de la bomba que garantice un funcionamiento adecuado, además describe si las condiciones de presión en el lado de succión son adecuadas para una operación apropiada de la bomba, existiendo dos tipos de NPSH:

- El Disponible (NPSHA) o calculado.
- El Requerido (NPSHR), que lo da el fabricante del equipo.

²⁰ Munson Yung Okiishi. Fundamentos de Mecánica de Fluidos. Capítulo 12. 2007

Para que no Cavite una bomba centrífuga del NPSH disponible debe superar al NPSH requerido, es decir debe cumplirse la siguiente relación.

$$\text{NPSHA} > \text{NPSHR}$$

Con esto se evitan problemas como:

- Bajo rendimiento de la bomba.
- Excesiva vibración.
- Operación con ruido.
- Falla prematura de los componentes.
- Cavitación.

Cabezal Neto de Succión Positivo Disponible (NPSHA)

Es la cantidad de energía disponible (referido al eje de la bomba) sobre la presión de vapor que dispone el líquido en la brida de succión de la bomba a la temperatura de bombeo, se expresa en pies de columna del líquido bombeado.

El NPSHA depende de las características del sistema en el cual opera la bomba, del caudal y de las condiciones del líquido que se bombea, tales como: clase de líquido, temperatura, gravedad específica, entre otras.

Los factores que afectan el NPSHA incluyen:

- La presión que actúa sobre la superficie del fluido.
- Elevación relativa del fluido.
- Perdidas de fricción en la tubería de succión.
- Presión de vapor del fluido.

Estos factores constituyen las condiciones dinámicas de succión y deben ser cuidadosamente considerados antes de hacer la selección final de la bomba.

$$\text{NPSHa Disponible} = \text{PB} + \text{HS} - \text{HF} - \text{PV} \dots\dots\dots (9)$$

Dónde:

PB: Presión atmosférica (Barométrica), presión sobre la superficie de succión (pies) – Absoluta.

HS: La más baja altura del fluido respecto de la línea central.

HF: Pérdidas de fricción desde la superficie del fluido hasta la línea central (pies).

PV: Presión de vaporización del fluido a la máxima temperatura de trabajo (pies) – Absoluta.

Cabezal Neto de Succión Positivo Requerido (NPSHR)

Es el valor mínimo de la energía disponible sobre la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo, requerida en la brida de succión de la bomba, para permitir que opere satisfactoriamente (sin cavitación) a una determinada velocidad de rotación del impulsor, se expresa en pies de columna del líquido bombeado y depende exclusivamente del diseño de la bomba y de las condiciones de operación, siendo su valor proporcionado por el fabricante.

La Cavitación

Es un fenómeno que se produce en un conducto por el que circula un fluido, generalmente agua, donde se forman espacios vacíos, normalmente en lugares donde la velocidad es elevada y

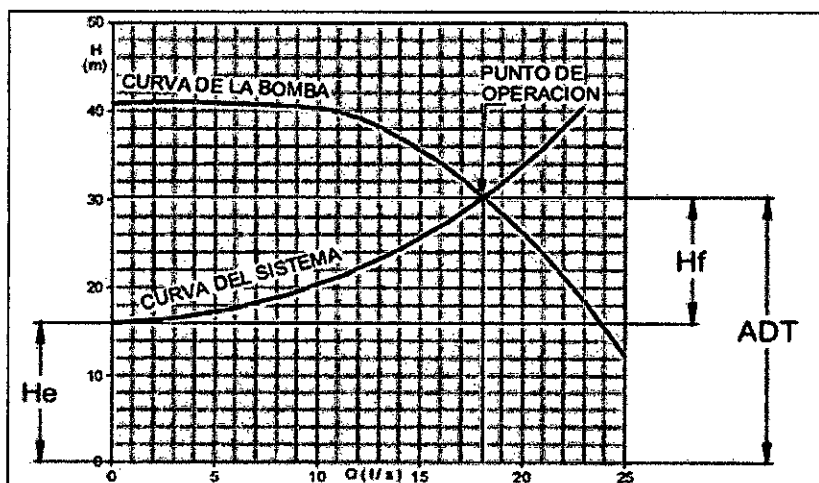
la presión está por debajo de unos valores determinados. Estos espacios vacíos provocan la formación de burbujas de vapor que modifican la corriente del fluido, volviendo a subir la presión. Entonces estas burbujas desaparecen y se producen unas sobrepresiones puntuales.

Punto de Operación de una Bomba Centrífuga

Si representamos en un solo gráfico la curva H – Q de la bomba y la curva del sistema, ambas curvas se cortarán en un punto.

Esta intersección determina exactamente el punto de operación de la bomba instalada en el sistema analizado.

FIGURA N° 18
RELACIÓN ENTRE LAS CURVAS DEL SISTEMA Y DE LA BOMBA



Fuente: Manual Hidrostral S. A.

Ecuación de Hazen-Williams²¹

Se utiliza para determinar la velocidad del agua en tuberías circulares llenas, o conductos cerrados es decir, que trabajan a presión.

²¹ Robert L. Mott. Mecánica de Fluidos capítulo 8. 2006

Su formulación es en función del radio hidráulico.

$$V = 0,8494C \left(\frac{D_i}{4}\right)^{0,63} S^{0,54} \dots\dots\dots (10)$$

En función del diámetro

$$Q = 0,2785CD_i^{2,63}S^{0,64} \dots\dots\dots (11)$$

Dónde:

Rh = Radio hidráulico.

V = Velocidad media del agua en el tubo en [m/s].

Q = Caudal ó flujo volumétrico en [m³/s].

C = Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo.

90 para tubos de acero soldado.

100 para tubos de hierro fundido nuevos.

128 para tubos de fibrocemento.

150 para tubos de polietileno de alta densidad.

Di = Diámetro interior en [m].

(Nota: Di/4 = Radio hidráulico de una tubería
trabajando a sección llena).

S = Pérdida de carga por unidad de longitud del
conducto [m/m].

Esta ecuación se limita por usarse solamente para agua como fluido de estudio, mientras que encuentra ventaja por solo asociar su coeficiente a la rugosidad relativa de la tubería que lo conduce, o lo que es lo mismo al material de la misma y el tiempo que éste lleva de uso.

4.5.3 Marco Normativo

- **NFPA 13:** Proporciona los detalles de los requisitos del diseño e instalación correspondiente de los rociadores automáticos.

- **NFPA 14:** Describe el diseño y la instalación para el sistema de tuberías
- **NFPA 20:** Presenta las consideraciones adicionales correspondientes a la bomba contra incendios capítulo 4 y 6
- **NFPA 22:** Determina los depósitos de agua para la protección privada contra incendios
- **NFPA 24:** Indica los requisitos de los sistemas de suministro de agua, capítulo 4 y 12
- **RNE. A 130:** Reglamento Nacional de Edificaciones requisito de seguridad
- **NFPA 25:** Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua
- **NFPA 101:** Código de Seguridad Humana, el Fuego en estructuras y Edificios

4.6 Fases del proyecto

El proyecto se desarrolló en 14 semanas, en donde se planificaron las actividades a realizar, las cuales fueron divididas en 5 etapas o fases como se muestra en la figura N° 20, con el fin de garantizar la ejecución eficiente del trabajo y satisfacer las necesidades de nuestro cliente, se realizó un diagrama de Gantt, el cual permite visualizar el tiempo de ejecución de cada actividad y con ello mejorar el control del proyecto, como se muestra en la figura N° 19.

FIGURA N° 19: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Cronograma de actividades																																		
						diciembre 2016							enero 2017							febrero 2017							marzo 2017													
						03	06	09	12	15	18	21	24	27	30	02	05	08	11	14	17	20	23	26	29	01	04	07	10	13	16	19	22	25	28	03	06	09	12	15
1																																								
2		FASE I: INGENIERIA PRELIMINAR DEL																																						
3		RECONOCIMIENTO DE LA UBICACION DEL PROYECTO	2 días	lun 05/12/16	mar 06/12/16																																			
4		REPLANTEO DE LOS PLANOS DEL PROYECTO	5 días	lun 05/12/16	vie 09/12/16																																			
5		DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	5 días	lun 05/12/16	vie 09/12/16																																			
6		FASE II: SELECCION Y MONTAJE DE LOS COMPONENTES DE CUARTO DE BOMBA																																						
7		SELECCION DE LA BOMBA PRINCIPALES	1 día	mié 07/12/16	mié 07/12/16																																			
8		COMPONENTES DE LA	20 días	mié 07/12/16	jue 29/12/16																																			
9		IMPORTACION ELECTROBOMBA PEERLESS 500 GPM VS 135 PSI	75 días	mié 07/12/16	vie 03/03/17																																			
10		INSTALACION MOTOBOMBA CASETA	4 días	sáb 04/03/17	mié 08/03/17																																			
11		MECANIZADO RANURADO TUBERIA	6 días	vie 20/01/17	jue 26/01/17																																			
12		PRUEBA SISTEMA AGUA CONTRA INCENDIO	2 días	jue 09/03/17	vie 10/03/17																																			
13		FASE III: INSTALACION DE LAS CONDUCCIONES BOMBIERAS A PRESION																																						
14		SELECCION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA RED ACI Y RED ROCIADORES	2 días	lun 09/01/17	mar 10/01/17																																			
15		HABILITADO DE TUBERIAS (PINTADO, GRANALLADO, ROSCADO, RANURADO)	21 días	lun 09/01/17	mié 01/02/17																																			
16		INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS	45 días	lun 16/01/17	mié 08/03/17																																			
17		RED ROCIADORES SOTANO																																						
18		IMPORTACION ROCIADORES Y VALVULAS DE CONTROL	40 días	lun 09/01/17	jue 23/02/17																																			
19		HABILITADO TUBERIA	24 días	lun 16/01/17	sáb 11/02/17																																			
20		ARENADO	24 días	lun 09/01/17	sáb 04/02/17																																			
21		PINTADO	24 días	lun 09/01/17	sáb 04/02/17																																			
22		TRANSPORTE	30 días	lun 09/01/17	sáb 11/02/17																																			

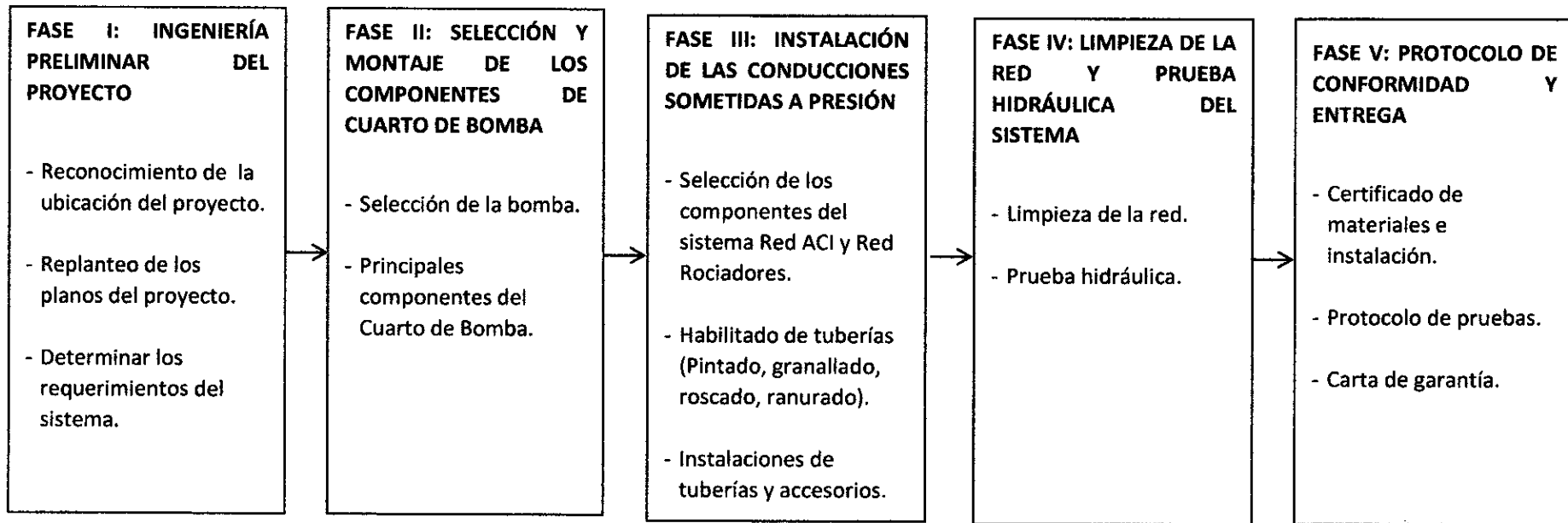
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart																																			
						diciembre 2016							enero 2017							febrero 2017							marzo 2017														
						03	06	09	12	15	18	21	24	27	30	01	05	08	11	14	17	20	23	26	29	01	04	07	10	13	16	19	22	25	28	01	03	06	09	12	15
23	*	MECANIZADO RANURADO TUBERIA	24 días	lun 09/01/17	sáb 04/02/17	[Barra de Gantt]																																			
24	*					[Barra de Gantt]																																			
25	*	RED ROCIADORES SOTANO				[Barra de Gantt]																																			
26	*	TRAZADO	6 días	lun 16/01/17	sáb 21/01/17	[Barra de Gantt]																																			
27	*	HABILITADO SOPORTE Y ANTISISMICO	6 días	lun 16/01/17	sáb 21/01/17	[Barra de Gantt]																																			
28	*	INSTALACION SOPORTE	12 días	lun 16/01/17	sáb 28/01/17	[Barra de Gantt]																																			
29	*	HABILITADO TUBERIA CORTE Y RANURADO	6 días	lun 16/01/17	sáb 21/01/17	[Barra de Gantt]																																			
30	*	MONTAJE TUBERIA RAMALES 2"	12 días	lun 16/01/17	sáb 28/01/17	[Barra de Gantt]																																			
31	*	MONTAJE TUBERIA CONTROL	6 días	lun 16/01/17	sáb 21/01/17	[Barra de Gantt]																																			
32	*	PRUEBA HIDRAULICA	6 días	lun 27/02/17	sáb 04/03/17	[Barra de Gantt]																																			
33	*	INSTALACION ROCIADORES Y VALVULA CHECK VERTICAL	6 días	jue 23/02/17	mié 01/03/17	[Barra de Gantt]																																			
34	*					[Barra de Gantt]																																			
35	*	RED ROCIADORES SOTANO				[Barra de Gantt]																																			
36	*	TRAZADO	6 días	lun 16/01/17	sáb 21/01/17	[Barra de Gantt]																																			
37	*	HABILITADO SOPORTE Y ANTISISMICO	6 días	lun 16/01/17	sáb 21/01/17	[Barra de Gantt]																																			
38	*	INSTALACION SOPORTE	12 días	lun 16/01/17	sáb 28/01/17	[Barra de Gantt]																																			
39	*	HABILITADO TUBERIA CORTE Y RANURADO	6 días	lun 16/01/17	sáb 21/01/17	[Barra de Gantt]																																			
40	*	MONTAJE TUBERIA RAMALES 2"	12 días	mié 15/02/17	mar 28/02/17	[Barra de Gantt]																																			
41	*	MONTAJE TUBERIA CONTROL	6 días	mié 15/02/17	mar 21/02/17	[Barra de Gantt]																																			
42	*	PRUEBA HIDRAULICA	6 días	lun 27/02/17	sáb 04/03/17	[Barra de Gantt]																																			
43	*	INSTALACION ROCIADORES Y VALVULA CHECK VERTICAL	6 días	mié 15/02/17	mar 21/02/17	[Barra de Gantt]																																			
44	*					[Barra de Gantt]																																			
45	*	RED ROCIADORES SOTANO		lun 09/01/17		[Barra de Gantt]																																			
46	*	TRAZADO	6 días	lun 09/01/17	sáb 14/01/17	[Barra de Gantt]																																			
47	*	HABILITADO SOPORTE Y ANTISISMICO	6 días	lun 09/01/17	sáb 14/01/17	[Barra de Gantt]																																			
48	*	INSTALACION SOPORTE	12 días	lun 09/01/17	sáb 21/01/17	[Barra de Gantt]																																			
49	*	HABILITADO TUBERIA CORTE Y RANURADO	6 días	lun 09/01/17	sáb 14/01/17	[Barra de Gantt]																																			
50	*	MONTAJE TUBERIA RAMALES 2"	12 días	mié 15/02/17	mar 28/02/17	[Barra de Gantt]																																			
51	*	MONTAJE TUBERIA CONTROL	6 días	jue 16/02/17	mié 22/02/17	[Barra de Gantt]																																			
52	*	PRUEBA HIDRAULICA	6 días	mar 28/02/17	lun 06/03/17	[Barra de Gantt]																																			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart Timeline																														
						enero 2016							enero 2017							febrero 2017							marzo 2017									
53	→	INSTALACION ROCIADORES Y VALVULA CHECK VERTICAL	6 días	vie 24/02/17	jue 02/03/17	[Gantt bar for task 53]																														
54	→	FASE IV: LIMPIEZA DE LA RED Y PRUEBA HIDRAULICA DEL				[Gantt bar for task 54]																														
55	→	LIMPIEZA DE LA RED	1 día	jue 09/03/17	jue 09/03/17	[Gantt bar for task 55]																														
56	→	PRUEBA HIDRAULICA	1 día	vie 10/03/17	vie 10/03/17	[Gantt bar for task 56]																														
57	→	FASE V: PROTOCOLO DE CONFORMIDAD Y ENTREGA	1 día	lun 13/03/17	jun 13/03/17	[Gantt bar for task 57]																														
58	→	CERTIFICADO DE MATERIALES E INSTALACION	1 día	lun 13/03/17	lun 13/03/17	[Gantt bar for task 58]																														
59	→	PROTOCOLO DE PRUEB	1 día	lun 13/03/17	lun 13/03/17	[Gantt bar for task 59]																														
60	→	CARTA DE GARANTIA	1 día	lun 13/03/17	lun 13/03/17	[Gantt bar for task 60]																														

Proyecto: DIAGRAMA DE GANTT Fecha: vie 28/04/17	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 20: FASES DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

4.6.1 Fase I: Ingeniería Preliminar del Proyecto

- **Reconocimiento de la ubicación del proyecto**

Para la ejecución de la implementación del sistema de protección contra incendios, es importante el reconocimiento del terreno para poder dar un aporte y a la vez satisfacer las necesidades del cliente implementando el sistema que cumpla con la normatividad nacional vigente en el tema de seguridad, la cual se encuentra establecida en el Reglamento Nacional de edificaciones (RNE), a su vez remite en ciertos aspectos al cumplimiento de las normas NFPA, ya en el terreno se contrasta con planos la correcta distribución de tuberías y conductos de la obra, la ubicación de las centrales y la colocación de detectores, pulsadores, extintores y mangueras.

Para colocar las centrales, pulsadores, extintores y mangueras es necesario tener terminadas las paredes donde se van a ubicar, de igual manera para colocar los elementos que van en los techos (conductos, detectores, etc.) es necesario que se haya ejecutado el forado.

Por lo tanto se deja constancia que para la implementación, se contó con los planos de diseño proporcionado por el propietario del proyecto.

- **Replanteo de los planos del proyecto**

Esta actividad se realiza antes de efectuar la instalación, teniendo como objetivo verificar con los planos y modificar de ser necesario en caso de obstrucción, la ubicación en donde se instalaran los componentes como centrales, detectores, pulsadores, extintores, mangueras y el recorrido de los conductos, con el fin de ajustar los plazos de tiempo al entorno real de la obra y plantear las

modificaciones que sean necesarias bajo los estándares de la **NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)**.

- **Determinación de los requerimientos del sistema**

El área a ser protegida y los requerimientos de agua de protección contra incendios deben ser determinados antes de comenzar los cálculos, los requerimientos de agua de protección contra incendios son:

- ✓ El agua necesaria para lograr la densidad del sistema de rociadores.
- ✓ Mangueras y/o hidrantes.
- ✓ Otros requerimientos que disponga una norma.

Los pasos principales que se deben seguir para realizar el diseño de un sistema de agua para protección de incendio que incluye rociadores y mangueras, son los siguientes:

- a) **Identificación del tipo de edificación o construcción**

La identificación del tipo de construcción es importante ya que permite observar el uso o propósito que se le da a los ambientes, las cuales pueden ser oficinas, viviendas, bodegas, fabricas, museos, centros de conferencia, etc. De igual importancia es la descripción del tipo de materiales que se almacena para determinar el nivel de combustibilidad.

En el presente trabajo se identificó que la edificación del proyecto cuenta con siete sótanos bajo la superficie, dos de ellos destinados esencialmente al funcionamiento de estacionamientos vehiculares y los cinco restantes que contribuyen el Loby, áreas comunes donde se ubican piscinas, yacusi, gimnasio, restaurante, vestuarios y servicios diversos.

A demás a partir del nivel cero hacia arriba cuenta con cuatro torres de cinco pisos acondicionados para uso de departamentos de vivienda.

b) Identificación del tipo de riesgo

Los riesgos pueden ser del tipo ligero, ordinario o extra, en base a la identificación del tipo de riesgo se seleccionara el que tipo de rociadores utilizar, la densidad y el área a proteger, los diámetros de la tubería de los ramales que alimentan a los rociadores, el espaciamiento entre rociadores, etc.

Por tanto según la identificación de la edificación y de acuerdo al capítulo 5 de la norma NFPA 13, las características arquitectónicas, mobiliario y equipamiento de cada piso que están destinadas al funcionamiento de vivienda en la torres, así como los sótanos 3, 4, 5, y áreas comunes corresponden a un riesgo leve o ligero, así mismo las demás áreas, principalmente los sótanos 1 y 2 destinadas básicamente como playa de estacionamiento corresponden a un riesgo ordinario nivel 1.

c) Realizar el dibujo de la red de incendios sobre los planos arquitectónicos

La realización de esta actividad tiene como fin establecer la posición final de la red de protección contra incendios sobre los planos arquitectónicos reales el cual debe quedar en conformidad y aprobados por el cliente, además debe estar basados bajo las restricciones y recomendaciones de la NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION.

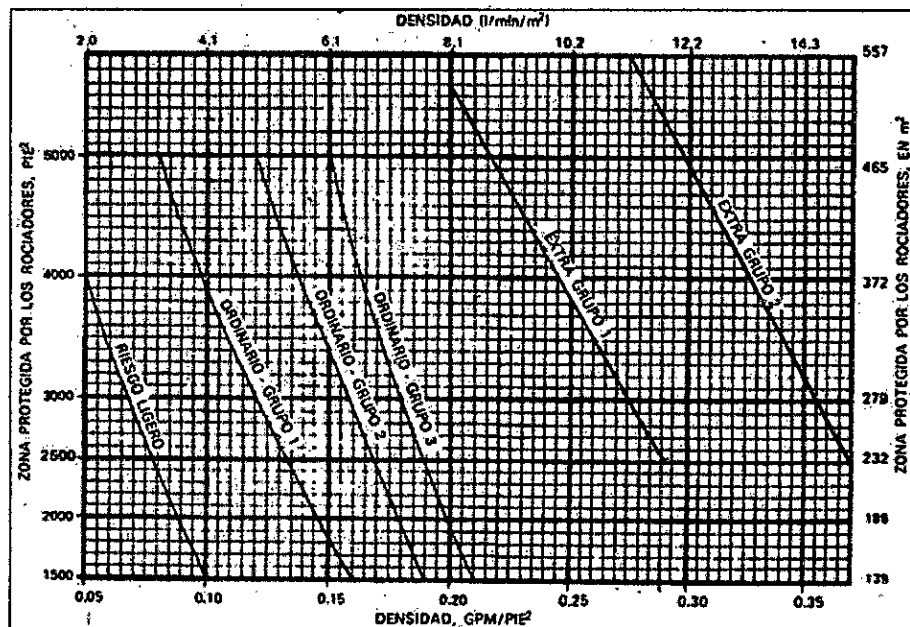
d) Cálculo del caudal necesario en el sistema de bombeo

En el capítulo 11 de la norma NFPA 13 indica que para calcular el caudal necesario en un sistema de bombeo, se debe determina

primero el área de diseño (Zona protegida por los rociadores), para ello analizaremos la figura N° 21, el cual nos pide seleccionar un área entre 1500 pies² a 5000 pies², en este caso se seleccionó un área de operación de rociadores de 2000 Ft² (186 m²) ya que el área crítica a proteger se encuentra dentro de este parámetro.

Con el área de diseño seleccionado y con el tipo de riesgo (Riesgo Ordinario Tipo I) representado por la curva área/densidad se calcula la densidad de aplicación que viene dada en galones por minuto y por pie cuadrado (GPM / Ft²), obteniendo una densidad de 0.145 GPM / Ft² tal como se muestra a continuación:

FIGURA N° 21: CURVA ÁREA/DENSIDAD



Fuente: NFPA 13. Capítulo 11. Figura 11.2.3.1.1 Curvas Densidad/Área edición 2007.

Por lo tanto de la ecuación N° 2 calcularemos el caudal total de agua contra incendios para la red de rociadores (Q_{TR}):

$$Q_{TR} = 2000 \text{ (Ft}^2\text{)} \times 0.145 \text{ (GPM / Ft}^2\text{)}$$

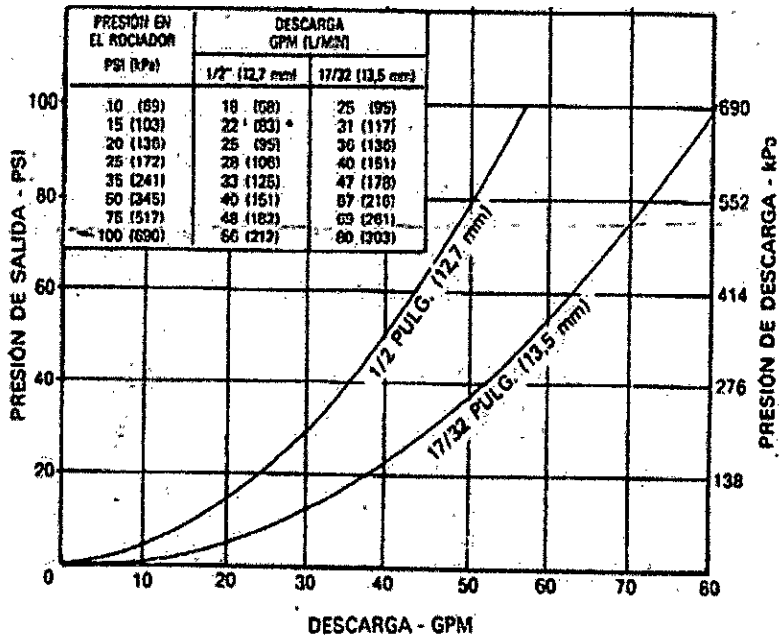
Entonces:

$$QTR = 290 \text{ GPM}$$

De igual manera el capítulo 12 de la NFPA 13. 12.6.1 nos precisa que para almacenamientos con densidades de 0.2 GPM /Pie² o menos, deberán permitirse rociadores de respuesta normalizada con un factor K de 5.6, el cual corresponde a rociadores de 1/2" estándar, los cuales tienen un caudal en función a la presión de salida del rociador como se aprecia en la figura N° 22.

La presión de salida recomendada para riesgo ordinario tipo 1 es de 15 PSI, por lo que el caudal por cada rociador será de 22 GPM.

FIGURA N° 22: DESCARGA DE AGUA DE UN ROCIADOR DE 1/2" Y 17/32" DE ORIFICIO NOMINAL



Fuente: Manual de Protección Contra Incendio FIG. 5-12E.

El número de rociadores será calculado mediante la ecuación:

$$\# \text{ Rociadores por área de operación} = \frac{Q_{TR}}{Q_R} \dots\dots\dots (12)$$

Dónde:

QTR = caudal total rociadores en GPM

QR = caudal de un rociador en GPM

$$\# \text{ROCIADORES} = \frac{290}{22} = 13.18$$

Por lo tanto se necesitaran de 14 rociadores para cubrir el área de operación establecida.

Una vez que se obtuvo el caudal necesario en el área de operación de los rociadores, se procede a determinar el caudal total en el sistema de bombeo, el capítulo 11 de la NFPA 13 indica que para un Riesgo Ordinario Tipo I, el sistema debe contar con al menos 250 GPM para mangueras interiores y exteriores como se puede observar que en la Tabla N° 2.

TABLA N° 2: REQUISITOS PARA DEMANDA DE CHORROS DE MANGUERAS Y DURACIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA

Clasificación de la ocupación	Mangueras interiores GPM	Total combinado de mangueras interiores y exteriores GPM	Duración en minutos
Riesgo leve	0, 50 ó 100	100	30
Riesgo Ordinario	0, 50 ó 100	250	60-90
Riesgo extra	0, 50 ó 100	500	90-120

Fuente: NFPA 13. Capítulo 11. Tabla 11.2.3.1.2. 2007.

Para hallar el caudal necesario que abastezca al sistema se debe sumar el caudal total para los rociadores y el caudal requerido para abastecer al menos dos gabinetes contra incendios.

Los gabinetes a utilizar serán de clase tipo II y III los cuales suministran agua para personal entrenado y personal del cuerpo

de bomberos, el gabinete tipo II cuenta con una conexión de 1 ½" que es para la brigada interna del edificio, el gabinete tipo III cuenta con dos conexiones, una conexión de 1 ½" que es para la brigada interna del edificio y una conexión de 2 ½".

Los requerimientos de caudal y presión para la conexión de 2 ½" dada por el CGBVP (Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú) son de 100 GPM a 65 PSI en el gabinete más distante, considerando un caso extremo de dos gabinetes, entonces el caudal necesario para abastecer estos gabinetes sería de 200 GPM.

Por lo tanto el caudal del sistema necesario para proteger el área de operación corresponde a 490 GPM como lo indica la tabla N° 3.

TABLA N° 3: CAUDAL TOTAL REQUERIDO

Caudal total para los rociadores	290 GPM
Caudal necesario para dos gabinete Tipo III	200 GPM
Caudal Total Requerido	490 GPM

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo del TDH requerido para el equipo de bombeo

El cálculo el TDH (Altura Dinámica Total) se realizara empleando la ecuación 7, en donde la altura estática será determinada por (ΔZ) y la altura dinámica por (ΔP , H_f , CV), para ello se debe especificar el punto más crítico en el diseño del sistema contra incendios, que en este caso se encuentra en el Quinto piso de la torre G.

$$TDH = \Delta Z + \Delta P + H_f + CV$$

Dónde:

TDH = Altura Dinámica Total, en pies ó Psi.

ΔZ = Diferencia de altura entre el lado de succión y descarga de la bomba, en pies.

ΔP = Diferencia de Presión entre el lado de succión y de descarga (Presión rociador más lejano o del gabinete más lejano, el que sea mayor), en pies ó Psi.

Hf = Perdidas por Fricción del sistema, en pies.

CV = Columna de Velocidad, en pies.

La altura estática (ΔZ): Es la distancia vertical entre el nivel del líquido en el reservorio de succión y el punto de descarga del líquido en el gabinete de manguera más alejado del cuarto de bombeo, en nuestro caso el valor de $\Delta Z = 17$ m (55.75 pies).

La diferencia de presión (ΔP): Esta diferencia de presión se encuentra determinada por las recomendaciones del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú y la NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, que indican que los gabinetes de mangueras deben trabajar a una presión mínima de 65 Psi (4.5 Kg/cm²), por lo tanto, se puede decir que el valor ΔP es igual a 65 Psi (150 pies).

La columna de velocidad (CV): Este valor está en función de la velocidad del líquido que fluye a través del sistema de bombeo, este valor es frecuentemente pequeño y generalmente despreciable, por lo tanto por casos de practicidad el valor de la columna de velocidad será igual a cero.

Las pérdidas de fricción (Hf): Estas pérdidas son obtenidas usando el método de longitud equivalente, usando la Tabla N° 4,

la cual expresa las pérdidas de fricción de los accesorios. Esta longitud es adicionada a la longitud de la tubería, que se la obtiene a partir de los planos de las tuberías, a esta suma se le multiplica un factor de fricción que depende del diámetro y flujo de agua que circula en las tuberías como se aprecia en la Tabla N° 5 (pérdidas por fricción en las tuberías de acero), dividido por cada 100 Ft de longitud, de esta manera se obtiene el total de pérdidas por fricción en las tuberías.

TABLA N° 4: LONGITUDES EQUIVALENTES DE TUBERÍA DE ACERO CEDULA 40

Size of fittings, Inches	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"
90° Ell	1.5	2.0	2.7	3.5	4.3	5.5	6.5	8.0	10.0	14.0	15
45° Ell	0.8	1.0	1.3	1.7	2.0	2.5	3.0	3.8	5.0	6.3	7.1
Long Sweep Ell	1.0	1.4	1.7	2.3	2.7	3.5	4.2	5.2	7.0	9.0	11.0
Close Return Bend	3.6	5.0	6.0	8.3	10.0	13.0	15.0	18.0	24.0	31.0	37.0
Tee-Straight Run	1	2	2	3	3	4	5				
Tee-Side Inlet or Outlet or Pittess Adapter	3.3	4.5	5.7	7.6	9.0	12.0	14.0	17.0	22.0	27.0	31.0
Ball or Globe Valve Open	17.0	22.0	27.0	36.0	43.0	55.0	67.0	82.0	110.0	140.0	160.0
Angle Valve Open	8.4	12.0	15.0	18.0	22.0	28.0	33.0	42.0	58.0	70.0	83.0
Gate Valve-Fully Open	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.3	2.9	3.5
Check Valve (Swing)	4	5	7	9	11	13	16	20	26	33	39
In Line Check Valve (Spring) or Foot Valve	4	6	8	12	14	19	23	32	43	58	

Fuente: NFPA 13. Capítulo 12. Tabla 22.4.3.1.1. Edición 2007.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción de cada tubería, se utilizó la siguiente ecuación:

$$H_f = \frac{(L_e + L) \times f}{100} \dots\dots\dots (13)$$

Dónde:

H_f = Pérdidas por fricción por cada 100 pies de tubería, en pies.

L_e = Longitud equivalente de los accesorios, en pies.

L = Longitud de la tubería, en pies.

f = factor de fricción.

TABLA N° 5: TUBERÍA DE ACERO: PÉRDIDAS POR FRICCIÓN (EN PIES) POR CADA 100 PIES

GPM	GPH	½"	¾"	1"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"
		ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.
1	60	4.30	1.86	.26							
2	120	15.00	4.78	1.21	.38						
3	180	31.80	10.00	2.50	.77						
4	240	54.80	17.10	4.21	1.30	.34					
5	300	83.50	25.80	6.32	1.93	.51	.24				
6	360		36.50	8.87	2.68	.70	.33	.10			
7	420		48.70	11.80	3.56	.93	.44	.13			
8	480		62.70	15.00	4.54	1.18	.56	.17			
9	540			18.80	5.65	1.46	.69	.21			
10	600			23.00	6.86	1.77	.83	.25	.11	.04	
12	720			32.60	9.62	2.48	1.16	.34	.15	.06	
15	900			49.70	14.70	3.74	1.75	.52	.22	.08	
20	1,200			86.10	25.10	6.34	2.94	.87	.36	.13	
25	1,500				38.60	9.65	4.48	1.30	.54	.19	
30	1,800				54.60	13.60	6.26	1.82	.75	.26	
35	2,100				73.40	18.20	8.37	2.42	1.00	.35	
40	2,400				95.00	23.50	10.79	3.10	1.28	.44	
45	2,700					30.70	13.45	3.85	1.60	.55	
70	4,200					68.80	31.30	8.86	3.63	1.22	.35
100	6,000						62.20	17.40	7.11	2.39	.63
150	9,000							39.00	15.40	5.14	1.32
200	12,000							66.30	26.70	8.90	2.27
250	15,000							90.70	42.80	14.10	3.60
300	18,000								58.50	19.20	4.89
350	21,000								79.20	26.90	6.72
400	24,000								103.00	33.90	8.47
450	27,000								130.00	42.75	10.65
500	30,000								160.00	52.50	13.00
550	33,000								193.00	63.20	15.70

Fuente: Catálogo Technical Data Goulds Edición 2003.

Las pérdidas de fricción en tubería de acero de 2" (Hf1)

El flujo que transita por la tubería es de 100 GPM, y cuenta con dos codos de 90°, una Tee y 6 metros de tubería.

De las tablas N° 4 y N° 5

$$L_e \text{ codos } 90^\circ = 2 \times 5 = 10 \text{ Ft}$$

$$L_{et} = 10 \text{ Ft}$$

$$\text{Longitud (L)} = 6 \text{ m} = 19.7 \text{ Ft}$$

$$\text{Factor de fricción (f)} = 17.40$$

$$\mathbf{Hf1 = (20+19.7) \times 17.40/100 = 6.9 \text{ Ft}}$$

Las pérdidas de fricción en tubería de acero de 4" (Hf2)

El flujo que transita por la tubería es de 500 GPM, y cuenta con cuatro codos de 90°, una Tee y 207 metros de tubería.

De las tablas N° 4 y N° 5.

$$\text{Le codos } 90^\circ = 4 \times 10 = 40 \text{ Ft}$$

$$\text{Le Tee} = 1 \times 20 = 20 \text{ Ft}$$

$$L_{et} = 60 \text{ Ft}$$

$$\text{Longitud (L)} = 207 \text{ m} = 679.13 \text{ Ft}$$

$$\text{Factor de fricción (f)} = 13$$

$$\mathbf{Hf2 = 96.00 \text{ Ft}}$$

Las pérdidas de fricción en tubería de acero de 6" (Hf3)

El flujo que transita por la tubería es de 500 GPM, y cuenta con tres codos de 90°, dos Tees, una válvula de compuerta, una Válvula de Mariposa, una Válvula Check y 23 metros de tubería.

De las tablas N° 4 y N° 5.

$$\text{Le codos } 90^\circ = 3 \times 14 = 42 \text{ Ft}$$

$$\text{Le válvula compuerta} = 3 \text{ Ft}$$

$$\text{Le Tee} = 2 \times 30 = 60 \text{ Ft}$$

$$\text{Le Válvula mariposa} = 10 \text{ Ft}$$

$$\text{Le Válvula Check} = 32 \text{ Ft}$$

$$\text{Let} = 147 \text{ Ft}$$

$$\text{Longitud (L)} = 23 \text{ m} = 75.45 \text{ Ft}$$

$$\text{Factor de Fricción (f)} = 1.66$$

$$\mathbf{Hf_3 = 3.69 \text{ Ft}}$$

Por lo tanto la pérdida de fricción estará determinada por la suma de Hf_1 , Hf_2 y Hf_3 .

$$Hf = 6.90 + 96.0 + 3.69$$

$$Hf = 106.59 \text{ Ft}$$

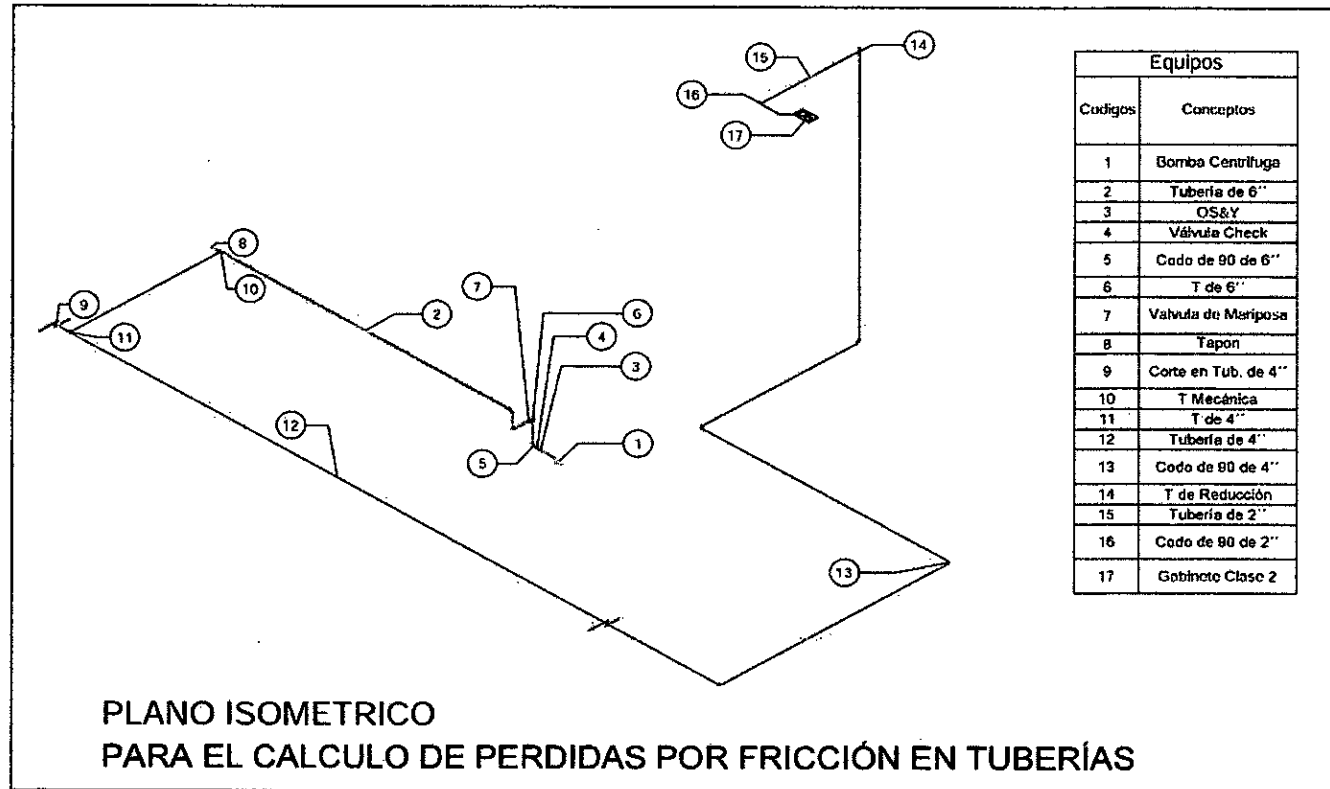
Entonces:

$$\text{TDH} = \Delta Z + \Delta P + Hf + CV$$

$$\text{TDH} = 55.75 + 150 + 106.59$$

$$\mathbf{\text{TDH} = 312.34 \text{ Ft} = 135.40 \text{ PSI} = 135 \text{ PSI}}$$

FIGURA N° 23: PLANO ISOMETRICO PARA CALCULO DE PERDIDAS DE FRICCION EN TUBERIAS



Fuente: Fuente propia.

4.6.2 Fase II: Selección y Montaje de los Componentes del Cuarto de Bomba

- **Selección de la bomba contra incendio**

La selección de la bomba fue realizada en base a los cálculos antes descritos en donde se determinó que el caudal necesario para asegurar la operatividad del sistema contra incendios será de 490 GPM, de la tabla N° 6 determinamos que la bomba a seleccionar es de 500 GPM, esta bomba centrífuga contra incendio esta normadas NFPA, Listada UL y Aprobadas FM, estas bombas están diseñadas para funcionar al 150% del caudal total requerido, punto en el cual su presión de diseño no debe ser menor al 65%.

Por lo tanto y según los datos obtenidos para el TDH y caudal, la bomba a seleccionar corresponde a **500 GPM @ 135 Psi**.

TABLA N° 6: CAPACIDADES DE BOMBAS CENTRIFUGAS CONTRA INCENDIO

GPM	L/min	GPM	L/min
25	95	750	2839
50	189	1000	3785
100	379	1200	4731
150	568	1500	5677
200	757	2000	7570
250	946	2500	9462
300	1136	3000	11355
400	1514	3500	13247
450	1703	4000	15140
500	1892	4500	17032

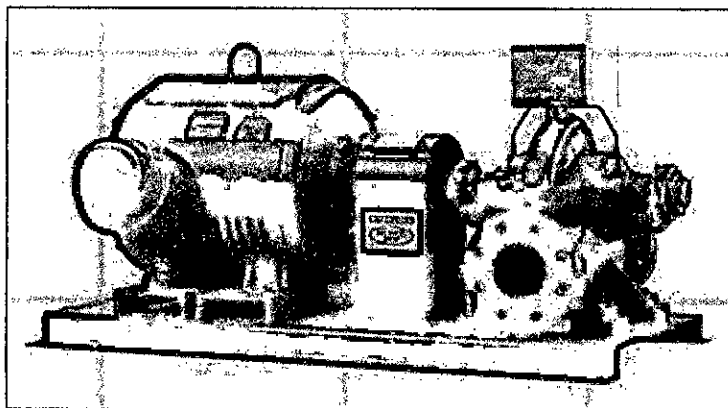
Fuente: NFPA Norma 20 Tabla 5.8.2 Edición 2007.

Las características de la bomba seleccionada son:

Las características están en base a la cotización solicitada a Peerles Pump.

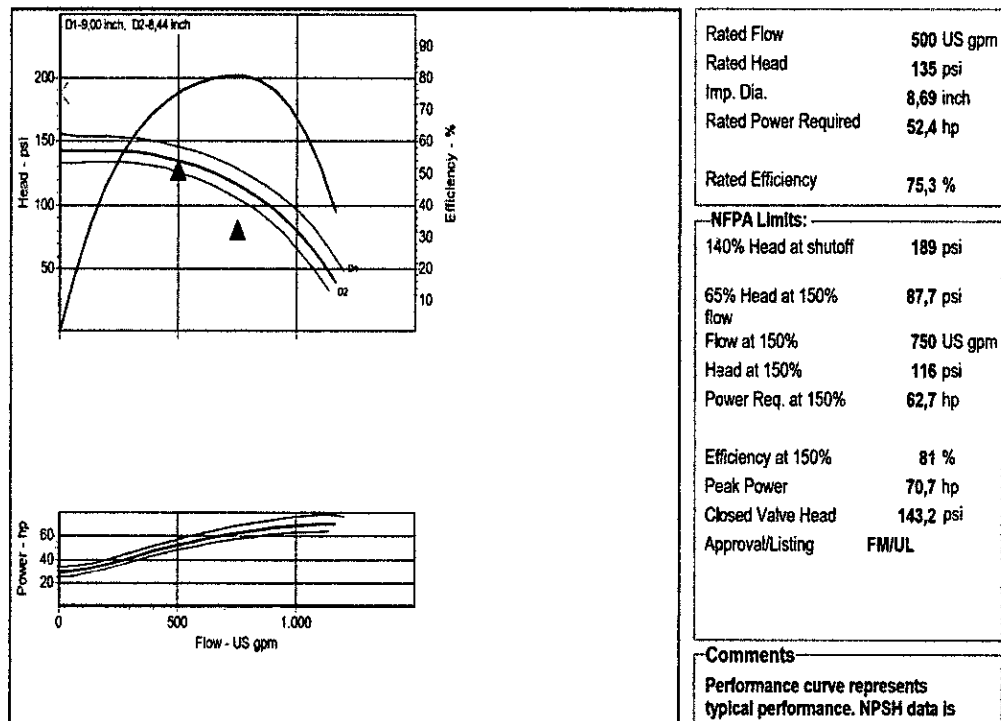
- Marca: PEERLESS.
- Modelo: 3AEF9G-BRONZE FITTED, PKD UL-FM Listed.
- Flujo: 500 GPM.
- Cabezal dinámico total (TDH): 135 psi (311.70 Ft).
- Velocidad: 3525 RPM.
- Número de etapas: 6 etapas.
- Potencia: 52.4 Hp.
- Eficiencia: 75.3%.
- Motor eléctrico ODP f1,weg 805 1.
- Tensión trifásica 230 V; 60 Hz.
- Factor de seguridad: 1.15.
- Carcasa de hierro.
- Impulsor de bronce.
- Estanqueidad en el eje por empaquetadura.
- Eje en acero al carbono.

FIGURA N° 24: BOMBAS PRINCIPAL CONTRA INCENDIO



Fuente: Cotización Peerles Pump.

**FIGURA N° 25: CURVA CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBAS PRINCIPAL
CONTRA INCENDIO**



Fuente: Cotización Peerles Pump

- **Principales componentes del cuarto de Bomba**

Medio motriz: se consideró el sistema de bombeo con motor eléctrico 220V tensión trifásica debido a que el edificio contara con un generador eléctrico.

Tablero de control: este control arranca el motor de acuerdo a la señal que recibe del interruptor de presión, básicamente el control electrónico es el que opera el sistema de modo automático, recibe la señal de los electrodos del cabezal del sistema mandando y da como respuesta el arranque o alto del sistema según la condición en la que se encuentre, por lo tanto, el correcto funcionamiento del sistema dependerá del cuidado en la instalación de este tablero de control.

Bomba Jockey: también llamada bomba auxiliar sirve para mantener la presión en el sistema, en caso de pequeñas fugas debido a válvulas mal cerrada, o pequeñas fugas a causa de algún problema en el sistema de tuberías. Por lo general son normalmente bajo de caudal y alta presión, y viene incorporada en el equipo de la Bomba Principal (solo cuando es listada), la capacidad de la jockey en nuestro proyecto fue de 10 GPM, el cual representaría el 2% de la capacidad del sistema, la cual se encuentra dentro de los porcentajes recomendados que esta (entre 1% a 5 % con respecto a la capacidad de la Bomba Principal).

El interruptor de presión de la bomba jockey se ajusta aproximadamente entre 5 psi a 10 psi por encima del ajuste del interruptor de presión de la bomba principal, cuando la presión del agua decrece por debajo de la presión pre ajustada el interruptor de presión energiza un arrancador el cual activa la bomba auxiliar jockey²². La bomba auxiliar no necesita ser catalogada UL y homologada FM.

La bomba Jockey de nuestro proyecto es una bomba vertical de múltiples etapas, marca Grundfos, modelo CR3 12, Potencia 2HP 56CFr3Ph208 230/460V, Jockey Pump Wtefc Motor, Grundfos.
CAUDAL 10GPM @140 PSI

Cisterna de almacenamiento de agua: El tipo de abastecimiento de agua para es un tanque de almacenamiento de agua o cisterna, cuyo dimensionamiento fue calculado mediante la multiplicación del caudal que entrega la bomba (500 GPM) y el tiempo de duración,

²² Fuente: NFPA 20. Anexo. A20-85. Sección 4.25. Edición 2007.

según la tabla N° 2 para riesgo ordinario, tendrá una duración mínima de 60 minutos.

Entonces el volumen del tanque para el abastecimiento de agua es el siguiente:

$$V = 500 \text{ GPM} \times 60 \text{ min}$$

$$V = 30,000 \text{ Gal} = 113.56 \text{ m}^3$$

Por lo tanto se selecciona una cisterna de 120 m³.

- **Montaje de los componentes cuarto de bomba**

En el interior de la cisterna se instálalo el plato vortex, cuyos materiales son de acero inoxidable (codo, tubo, brida, plancha). Se soldó con maquina soldar TIG. 250 A, para la realización de este trabajo se contó con un extractor, un ventilador y extintor a tres metros del punto a soldar.

La bomba principal se montó sobre un podio de concreto con pernos expansión ¾ x 5", una vez ubicada en su posición final, se instaló al lado de la descarga de la bomba, una concéntrica, una junta flexible 6", seguida de una válvula check, así mismo el sistema contara con un recorrido de retorno a la cisterna en donde se instalará una válvula mariposa 6".

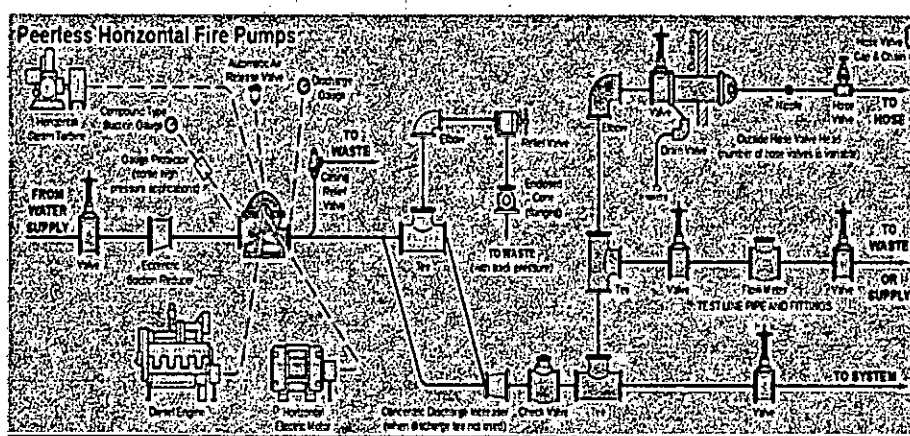
La válvula check deberá evitar el retorno del agua que intentara regresar por gravedad, esta debe ser listada con certificación UL, mayor detalle en el anexo N°2.

Por el lado exterior de la cisterna se soldará la brida de 6" en donde se montara una VÁLVULA OSY de 6", seguida de una junta flexible (3 acoples flexibles 6") y una reducción excéntrica al lado de la succión de la Bomba principal.

De igual manera la Bomba jockey de 2 HP se montó sobre un podio de concreto, la cual se encuentra instalada en paralelo a la bomba principal y ambas unida a la red de agua del sistema contra incendio.

Para el montaje del sistema contra incendio, fue necesario colocar soportes de ángulo fierro, realizado por un armador, soldador, ayudante y un supervisor todos debidamente equipados con sus equipos de protección personal adecuado a su labor.

FIGURA N° 26: ESQUEMA TÍPICO DEL CUARTO DE BOMBAS



Fuente: Catálogo Peerles Pump.

4.6.3 Fase III: Instalación de las Conducciones Hidráulicas Sometidas a Presión

- Selección de los componentes del sistema red ACI y red Rociadores.

En el capítulo 4 de la norma NFPA 14, Tabla 4.2.1 edición 2007, precisa que el material para tubería de acero soldada y sin costura será en ASTM A 53, de igual manera el capítulo 4, Sección 4.4.1.2 de la misma norma, indica que para diámetros menores a 8", se usaran espesores tipo cedula 40, mayor detalle ver anexo N° 3.

Los componentes utilizados en el presente trabajo fueron:

Tubería

Tubería de acero SCH-40 ASTM A53 GR. B, 6''	42 MT
Tubería de acero SCH-40 ASTM A53 GR. B, 4''	1119 MT
Tubería de acero SCH-40 ASTM A53 GR. B, 3''	24 MT
Tubería de acero SCH-40 ASTM A53 GR. B, 2-1/2''	186 MT
Tubería de acero SCH-40 ASTM A53 GR. B, 2''	184 MT
Tubería de acero SCH-40 ASTM A53 GR. B, 1-1/2''	324 MT
Tubería de acero SCH-40 ASTM A53 GR. B, 1-1/4''	756 MT
Tubería de acero SCH-40 ASTM A53 GR. B, 1''	2250 MT

Válvulas

Válvula check fire UL/FM	1 UND
Válvula angular de 2-1/2'' UL/FM, con tapón de bronce	11 UND
Válvula de purga de 1/2'' listada, UL/FM	14 UND

Gabinetes

Gabinete clase II, Equipado con válvula angular de 1/1/2'' UL/FM manguera de 1/1/2'' x 30 metros, pitón policarbonato, tipo chorro niebla, UL/FM pin porta mangueras	22 UND
Gabinete clase III, Equipado con válvula angular de 1/1/2'' UL/FM manguera de 1/1/2'' x 30 metros, pitón policarbonato, tipo chorro niebla, UL/FM pin porta mangueras, Válvula angular de 2-1/2 UL/FM.	27 UND

Antisísmicos

Antisísmico de 4 vías UL/FM	116 UND
Antisísmico de 2 vías transversal 4'', UL/FM	46 UND
Antisísmico de 2 vías longitudinal 4'', UL/FM	16 UND

Junta antisísmica flexible 4'' UL/FM 22 UND

Las juntas antisísmicas son necesarias cuando hay estructuras independientes, para mayores características ver anexo N° 4.

Siamesa

Siamesa de 4-1/2'' X 2-1/2'' X 2-1/2'' UL/FM 1 UND

Rociadores

Rociadores hacia arriba de cobertura estándar, 1/2''

NPT, K=5.6, Respuesta rápida T= 68°C, Listado. 1199 UND

• Habilitado de tuberías (Pintado, arenado, roscado, ranurado)

Previo al habilitado de tuberías fue necesario que nuestro cliente la Inmobiliaria OCTAGON nos asignara un espacio libre para la adecuación del ambiente de trabajo, de esta manera AQUA EQUIPMENT SAC se trasladó a obra e instaló 01 caseta para almacén cercana al ambiente asignado como taller de trabajo.

Arenado y pintado de tuberías

Para proceder con esta actividad se preparó la superficie según lo solicitado por el cliente, hasta un arenado Comercial SSPC – SP10, acero cercano al blanco, una vez terminada esta actividad se procedió a pintar con tratamiento anticorrosivo hasta un espesor de 3 mil en seco, como segunda aplicación se utilizó pintura epóxica con tonalidad de color rojo S-1 y un espesor de 5 – 8 mil en seco, estos deben ser de buena calidad y poseer un certificado que lo acredite, más detalle ver anexo N° 5.

Con el fin de evitar deterioros que pudieran producirse por lluvia o polvo, se realizó una limpieza a las tuberías con trapo y thinner previa al proceso de aplicación de pintura, el cual fue verificado

por la supervisión del cliente que inspeccionaban el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.

Ranurado

Este proceso se realizó con una maquina ranuradora, la cual es una maquina eléctrica motorizada que centra y sujeta la tubería, haciéndola girar mientras la ranura.

Este proceso de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Este trabajo debe ser realizado por un personal calificado.
- Se marca el tubo donde se desea ranurar.
- Se introduce la tubería en la ranuradora y se coloca el rodillo superior hasta que toque el tubo que se va a ranurar cuidando de no ejercer demasiada presión con el rodillo superior para no penetrar la superficie del tubo.
- Se gira el interruptor direccional y se pisa el interruptor de pie de la máquina.
- Se efectúa una revolución completa del tubo.
- Se verifica la medida de la ranura.

La finalidad del ranurado es la de proporcionar un canal al extremo de las tuberías, tal que pueda permitir su unión mediante un acople, mayor detalle ver anexo N° 6.

Roscado

Este proceso se realizó con maquina roscadora, la cual es una maquina eléctrica motorizada que centra y sujeta la tubería, haciéndola girar mientras lo rosca, lo corta o lo escaria.

Este proceso de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Este trabajo debe ser realizado por un personal calificado.
- Debe asegurarse que el cortatubo, escariador y cabezal de terrajas estén elevados en la posición UP.
- Se marca el tubo donde se desea roscar.
- Se introduce el tubo en la Roscadora de tal manera que el extremo que se labrará quede unas 12 pulgadas más adelante que las mordazas.
- Se sujeta bien el tubo girando el volante del mandril delantero de la Máquina Roscadora hacia la izquierda con varios golpes secos. Así se cierran las mordazas firmemente alrededor del tubo.
- Se utiliza el pedal del interruptor de pie para proceder a roscar.
- Cuando se haya completado la rosca, se gira la palanca de desenganche.
- Se retira la pieza de trabajo fuera de la Roscadora, sujetando la pieza firmemente mientras se saca.

- **Instalaciones de tuberías y accesorios**

- **Tubería de 6"**

Previo a este proceso se procede al Trazado de ampliación de la red ACI, en donde se define la posición final de las líneas según plano y replanteo, esto debe ser aprobado por nuestro cliente, la Inmobiliaria OCTAGON, en donde se debe definir:

- Punto de empalme a Red de 6" Acero.
 - Se habilitación de las Salidas, en la tubería acero de 6".

Luego de preparar la tubería en los procesos anteriores, se procede a conectar a la tubería saliente de la Bomba principal, la cual deberá ser alineada con la tubería, la conexión de las tuberías

en cedula 40 será por medio de acoples y suspendidas mediante colgadores anclados al techo de la estructura, mayor detalle ver en anexo N° 7.

Siamesa

La instalación de la siamesa se realiza luego de instalar la tubería de 6", seguido por una válvula check y finalmente la siamesa.

Gabinetes

Los gabinetes se fijaran con unos pernos expansión de 3/8 x 4", para la realización de esta actividad será necesario utilizar herramientas como taladro roto martillo, broca 1/2 (chaveta hilti) para concreto, llave N° 9/16 mixta, comba.

4.6.4 Fase IV: Limpieza de la Red y Prueba Hidráulica del Sistema

- **Limpieza de la red**

En el capítulo 10 de la Norma NFPA 24 sección 10.10.2.1, precisa que las tuberías y las conexiones de entrada a las montantes verticales del sistema serán lavadas con un chorro de agua antes de que se conecten definitivamente a la tubería del sistema, para quitar los materiales extraños que pudieran haber entrado en la cañería durante el transcurso de la instalación. De acuerdo a la sección 10.10.1.3 de la misma norma, el caudal mínimo no será menor que la demanda agua calculada, o no menor que lo necesario para proporcionar una velocidad de 10 Ft/s (3 m/s), cualquiera que sea mayor, para todos los sistemas, las operaciones de limpieza serán realizadas por el tiempo suficiente para asegurar que la limpieza completa, después del lavado se instalarán los rociadores.

Cuando el suministro disponible no pueda alcanzar dichos caudales, se debe emplear el máximo posible, previa autorización del inspector que recibe la obra.

- **Prueba hidráulica**

En el capítulo 10 de la Norma NFPA 24 sección 10.10.2.2, precisa que toda la tubería y accesorios anexos sujetos a la presión del sistema deben ser probadas hidrostáticamente a una presión no menor a 13,80 bares (200 psi) o 50 psi por encima de la presión de trabajo del sistema, cualquiera que sea mayor, la inspección de esta prueba fue medida mediante un manómetro instalado en un punto de menor elevación posible y cuya graduación mínima sea de 0,14 bar (2 psi). La presión debe mantenerse por 2 horas sin que se aprecie variación alguna.

Esta prueba fue realizada de forma escalonada realizando el siguiente proceso.

Se llena la tubería con agua eliminando el aire purgando el sistema y elevando la presión escalonadamente como se indica:

P1= 1,7 bar (25 psi) Mantener por 30 minutos e inspeccionar.

P2= 5,1 bar (75 psi) Mantener por 30 minutos e inspeccionar.

P3= 10,2 bar (150 psi) Mantener por 30 minutos e inspeccionar.

P4= 13,6 bar (200 psi) Mantener por dos horas e inspeccionar.

4.6.5 Fase V: Protocolo de Conformidad y Entrega

- **Certificado de Materiales e Instalación**

Durante las pruebas se debe ir llenando un certificado que resuma y verifique punto por punto las características más importantes de

cada sistema instalado y debe ser emitido preferiblemente por la entidad supervisora de obra. El instalador debe proporcionar lo siguiente:

- ✓ Número de rociadores instalados y sus características: marca, número de identificación, año de fabricación, modelo, diámetro, factor K
- ✓ Planos como está construido.
- ✓ Manuales y catálogos de los equipos instalados.
- ✓ Piezas de repuesto de las válvulas.
- ✓ Tipo de tubería instalado: material, estándar.
- ✓ Tipo de accesorios instalados: material, clase, estándar, tipo de unión.
- ✓ Características de la válvula de control instalada: marca, tipo, clase, tamaño, tipo de unión.
- ✓ Certificado de la prueba de lavado si ya se realizó.
- ✓ Certificado de la prueba hidrostática si ya se realizó.
- ✓ Registro detallado de las pruebas a los cordones de soldadura mediante tintes penetrantes.
- ✓ Homologación de los soldadores.
- ✓ Procedimientos de soldadura.

Este certificado es el acta de recepción el cual se debe adjuntar cualquier otra prueba o certificado pertinente; Una vez firmado por todas las partes, constituye la prueba de que el sistema ha sido completo y correctamente instalado y es recibido por el propietario.

Para los protocolos de prueba se solicitara obligatoriamente que el instalador prepare una copia de lo siguiente para ser entregada al inspector:

- ✓ Certificado del lavado de tuberías y de las pruebas hidrostáticas. Se deberá describir el procedimiento efectuado para realizar dichas pruebas y las observaciones y ocurrencias.
- ✓ Memoria descriptiva de la instalación del sistema de protección por agua tal como fue instalado y construido (anexar los planos tal y como fue construido).
- ✓ Certificado de calidad y catálogos de las tuberías, válvulas y demás componentes instalados. Todos deben ser listados UL y/o contar con aprobación FM.

FIGRA N° 27: PROTOCOLO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA

PROTOCOLO DE PRUEBA HIDRÁULICA			
			
OBRA:		CLIENTE:	
OCEAN REEF SAN BARTOLO		INMOBILIARIA OCTAGON S.A.C.	
FECHA:		N°PRUEBA:	
UBICACIÓN DE RED A PROBAR:		TRAMO DE RED A PROBAR:	
TIPO Y CLASE DE TUBERÍA A PROBAR:			
DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA A PROBAR:			
MÉTODO A UTILIZAR:			
PRUEBA DE PRESIÓN HODROSTÁTICA			
<p>Una vez instalada de red de tubería, se procede a llenar ésta con agua, asegurándose de expulsar todo el aire que se encuentre dentro de la tubería, luego le somete la red a una presión 200PSI, por un periodo de 2 horas, manteniendo la presión de prueba para compensar el estiramiento inicial que sufre la tubería. Si la presión sigue siendo a continuación, dentro del 5% del valor objetivo, esto indica que no hay fugas en el sistema.</p>			
REQUERIMIENTO DE LA PRUEBA:		NORMA:	PRESIÓN DE PRUEBA:
DESARROLLO DE LA PRUEBA			
FECHA DE PRUEBA:	DURACIÓN:		HORA DE INICIO:
OBSERVACIONES:			
Se realizó conforme a las especificaciones técnicas y la normativa correspondiente para la tubería HDPE			
<p>CONFORME <input type="checkbox"/></p> <p>NO CONFORME <input type="checkbox"/></p>			
REALIZADA POR:		VERIFICADA :	APROBADA POR:
AQUA EQUIPMENT S.A.C.		INMOBILIARIA OCTAGON S.A.C.	AQUA EQUIPMENT S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

FIGRA N° 28: PROTOCOLO DE PRUEBA DE MANGUERAS Y ROCIADORES



I. DATOS DE ENTREGA

Fecha de entrega :
 Hora de inicio y final :

II. DATOS GENERALES DEL CLIENTE

Razón social o nombre del propietario :
 Local Inspeccionado :
 Dirección :
 Número de pisos (Niveles) :

III. INFORMACIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Cantidad de gabinetes evaluados :
 Identificación del tipo de sistema :
 Operatividad del sistema :
 Protección general del sistema :

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Tuberías y accesorios :
 Las tuberías son conforme a norma :
 Válvulas angulares conforme a norma :
 Accesorios (niples, acoples) adecuados :

Mangueras y accesorios

Tipo de manguera :

Dimensiones :
 Estado general :
 Tipo de pitones :
 Tipo de instalación :

Rociadores y accesorios

Tipo de rociador :
 Ubicación :
 Certificaciones :
 Características :
 Estado general :
 Tipo de instalación :



V. SISTEMA DE INYECCIÓN DE AGUA EN CASO DE INCENDIO (BOMBEROS)

Cuenta con siamesas de inyección :	.....
Tipo de equipo :	.....
Estado de conservación :	.....
Tienen tapas protectoras :	.....
Empaques adecuados :	.....
Facilidades al cuerpo de bomberos :	.....
Ubicación de siamesa :	.....

VI. GABINETES Y ACCESORIOS

Gabinetes

El estado físico de los gabinetes es adecuado :	.....
Presentan abolladuras y/o corrosión :	.....
Están pintados de color reglamentario :	.....
Se encuentran visibles y libres de obstáculos :	.....
Cuentan con seguro de cierre adecuado :	.....

Estado de Mangueras

Las mangueras presentan cortes o rasgaduras :	.....
Los pitones están físicamente en buen estado :	.....
Los acoples de bronce están en buen estado :	.....
Los acoples están debidamente instalados :	.....
Están correctamente instaladas en gabinetes :	.....

Estado de la conexiones y accesorios

Las válvulas se encuentran en buen estado :	.....
Son de fácil manipulación :	.....
Presentan fugas de agua :	.....
Los nipples o acoples están en buen estado :	.....

VII. ROCIADORES

Los rociadores están en buen estado :	.....
El tipo de rociador es reglamentario :	.....
Las tuberías de la red de rociadores presentan fugas o goteo de agua :	.....
Las tuberías de la red de rociadores presentan corrosión :	.....
Las tuberías de la red de rociadores se encuentran desalineadas :	.....
Las tuberías de la red de rociadores mantienen carga de presión adecuada :	.....

VIII. PRUEBA DE MANGUERAS Y ROCIADORES

Se probó 12 gabinetes:

Resultados de las pruebas

La manguera presentó fuga :	.....
La manguera aprobó la prueba neumática :	.....
El pitón funcionó adecuadamente :	.....

Av. Julio Bayletti 222- San Borja. Teléfono: 383-5808.
GRUPO ACI



El pitón aprobó la prueba hidrostática :

IX. MEDICION Y PRUEBA DE PRESION

..... Mangueras psi (presión dinámica)

Siendo el día se emite la presente EL PROTOCOLO DE PRUEBA DE MANGUERA Y ROCIADOR DE AGUA CONTRA INCENDIO, a solicitud del interesado para los fines que correspondan.

Atentamente

Víctor Luis Cahuana Puma
AQUA EQUIPMENT S.A.C.

Av. Julio Bayletti 222- San Borja. Teléfono: 383-5808.
GRUPO ACI

Fuente: Elaboración propia

FIGRA N° 29: PROTOCOLO DE PRUEBA DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO



AQUA EQUIPMENT S.A.C.

Av. Julio Bayletti 222
San Borja
Lima - Perú
Telefono: 3835809

REPORTE DE LA PRUEBA DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO

CLIENTE : _____ CONTRATO : _____
 ATENCION : _____ INSPECTOR : _____
 SERVICIO : _____ FECHA : _____

Nombre del Edificio : _____
 Dirección del Edificio: _____ Ciudad : _____
 Código Postal : _____ País : _____
 Fecha de Puesta en Operación : _____

BOMBA	MARCA :	LISTADO : <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	EJE : <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Horizontal	
	MODELO O TIPO :	NÚMERO DE SERIE :		
	GPM NOMINAL :	PSI NOMINAL :	RPM NOMINAL :	MAX. PRESIÓN :

SI ES DE TIPO	MANOMETRO DE DESCARGA VERTICA L	ESTATICA : ----- DE BOMBEO : -----	MOTOR DE ENGRANAJE DE ANGULO RECTO	FABRICANTE : ----- MODELO O TIPO : -----	SERIE DE FABRICA : ----- OPERACIÓN : <input type="checkbox"/> SUAVE <input type="checkbox"/> DESIGUAL	LISTADO : <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO RATIO :
---------------	---------------------------------	---	------------------------------------	---	--	---

CONTROLADOR	FABRICANTE :	LISTADO : <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	ARRANQUE	PARADA	BOMBA JOCKEY <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	N° DE SERIE :	MODELO O TIPO :	<input type="checkbox"/> MANUAL <input type="checkbox"/> CAIDA PRESION	<input type="checkbox"/> MANUAL	ENC :
			<input type="checkbox"/> AUTO <input type="checkbox"/> FLUJO AGUA	<input type="checkbox"/> AUTO	APAG :

PUNTO	PRESION DE DESCARGA PSI	PRESION DE SUCCION PSI	CARGA NETA PSI	GALONES POR MINUTO	RPM		% DE CAPACIDAD NOMINAL	VOLTIOS			AMPERIOS			
					Motor	Bomba		L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3	L1	L2	L3	
1							0%							
2							50%							
3							75%							
4							100%							
5							125%							
6							150%							



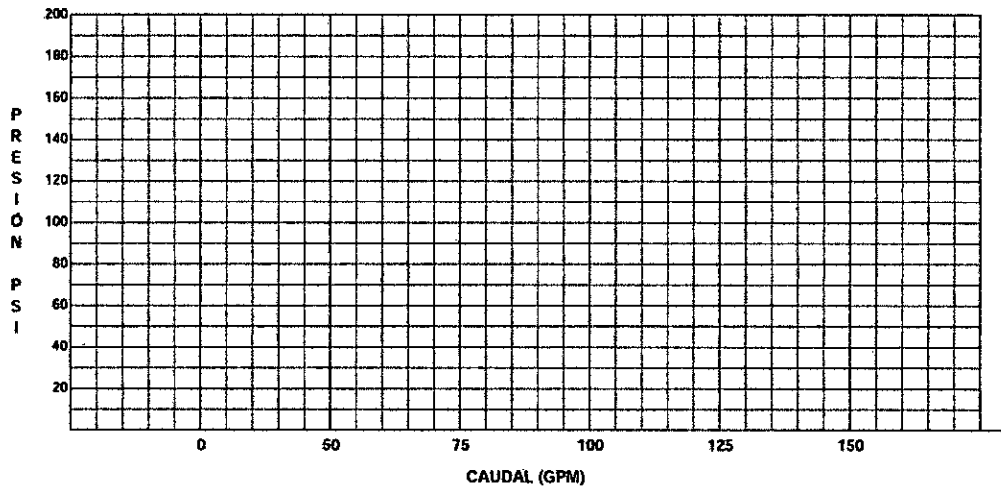
AQUA EQUIPMENT S.A.C.

Av. Julio Bayletti 222
San Borja
Lima - Perú
Teléfono: 3835808

REPORTE DE LA PRUEBA DE LA BOMBA CONTRA INCENDIO

CLIENTE : _____ CONTRATO : _____
ATENCIÓN : _____ INSPECTOR : _____
SERVICIO : _____ FECHA : _____

Nombre del Edificio : _____
Dirección del Edificio: _____ Ciudad : _____
Código Postal : _____ País : _____
Fecha de Puesta en Operación : _____



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

Ing. Manuel Mendieta.

Fuente: Elaboración propia

- **Carta de garantía**

Es un documento legal en donde la empresa AQUA EQUIPMENT S.A.C. da garantía de la correcta instalación de los equipos del Sistema Contra Incendio que ha suministrado e instalado en el proyecto de protección contra incendio de 500 GPM A 135 Psi. Condominio OCEAN REFF San Bartolo, a su vez que se compromete a llevar a cabo las reparaciones correspondientes al sistema contra incendios en caso que se encuentren fallos de suministro e instalación, esta garantía tendrá una validez de doce meses.

Limitaciones de la carta de garantía.

- La garantía tiene una validez de 12 meses la cual comienza una vez entregado el proyecto en funcionamiento y aprobado por el cliente.
- Ninguna de las condiciones con respecto a la garantía serán modificadas sin el consentimiento expreso de AQUA EQUIPMENT SAC.
- en caso de controversia o litigio, estas serán resueltas mediante arbitraje.
- La garantía no será cubierta en caso de agentes externos como:
 - ✓ Golpes, aplastamiento.
 - ✓ Mala manipulación de instrumentos, etc.

FIGRA N° 30: MODELO DE CARTA DE GARANTÍA



San Borja, 23 de Setiembre del 2016

CARTA DE GARANTIA DE SUMINISTRO

Señores

.....

Presente:

.....

Ref.:
Obra: "....."

De nuestra consideración:

El que suscribe, en representación de **AQUA EQUIPMENT S.A.C.** garantiza el correcto funcionamiento de los equipos del Sistema Contra Incendio que se suministre en la obra Ubicado en

Esta garantía no cubre avería producida por agentes externos como golpeo, aplastamiento, etc.

Esta es la única garantía válida por **DOCE MESES** reconocida por **AQUA EQUIPMENT S.A.C.** Ninguna de las condiciones otorgadas por la presente garantía, podrá ser ampliada ni modificada en ningún sentido sin consentimiento expreso de **AQUA EQUIPMENT S.A.C.**

En caso de litigio, controversia, desavenencia o reclamación resultante, serán resueltas mediante arbitraje, cuyo laudo será definitivo e inapelable, de conformidad con los Reglamentos y el Estatuto del Centro de Conciliación y Arbitraje Nacional de la Cámara de Comercio de Lima.

Atentamente,

Victor Luis Cahuana Puma
Gerente General

Av. Julio Bailetti 222- San Borja. Teléfono: 346-3472.
www.aciingenieria.com

Fuente: Elaboración propia

V. EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO

La evaluación técnica se realizó en función de las necesidades de nuestro cliente la Inmobiliaria Octagon, la cual tomo en cuenta la solides de la empresa y el staff de profesionales que la contratista.

Nuestra empresa Aqua Equipment SAC, oferto la propuesta siguiente:

Solides de la empresa

- Experiencia de la empresa en trabajos similares
- listado de clientes y trabajos realizados
- montos de facturación de obras y facturación anual
- Contar con profesionales calificado y personal técnico
- contar con equipos herramientas que garanticen la correcta instalación
- Lista de Equipos de la empresa requeridos para la obra como se muestra en la tabla numero N° 7.

TABLA N° 7: LISTA DE EQUIPOS Y MAQUINAS

IETM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Camión grúa con brazo de 6tm	1
2	Máquina de soldar	1
3	Equipo para pintado	1
4	Equipo de granallado	1
5	Amoladora. De 4" y 7"	4
6	Roto martillo	6
7	Martillo percutor	8
8	Ranuradora de Asta 12"	3
9	Roscadora	3
10	Equipo de Corte Oxi – acetileno	1
11	Andamios con plataformas	4
12	Taladros de pie	2
13	Diamantina de hasta 10"	2
14	Niveles laser	4

Fuente: Elaboración propia

Staff de Profesionales

La relación de Profesionales y Técnicos ofrecido a nuestro cliente para la ejecución del proyecto se puede observar en la tabla N° 8.

**TABLA N° 8: RELACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO DE
AQUA EQUIPMENT SAC**

IETM	ESPECIALIDAD	CANTIDAD
1	Ing. Residente	1
2	Ing. De seguridad Prevencionista	1
3	Técnicos soldadores con homologación	2
4	Técnicos Armadores	2
5	Montajistas	2
6	Técnicos mecánicos de montaje	3
7	Técnicos maniobristas	4
8	Ayudantes	6
9	Técnicos electricistas	2

Fuente: Elaboración propia

La evaluación económica financiera se elaboró teniendo en cuenta los precios del mercado, hay que considerar que ciertos productos fueron importados directamente del fabricante teniendo una ventaja al elaborar el presupuesto y así se pudo competir y salir ganadores del concurso.

Los cuales se muestran a continuación:

SISTEMA AGUA CONTRA INCENDIO TORRES A-B-C Y G, SEGÚN PLANO CONSTRUCCION

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UND.</u>	<u>CANT.</u>	<u>P.U.US\$</u>	<u>P.P.US\$</u>	<u>SUB-TOTAL</u>
1	<u>EQUIPO ACI 500 GPM VS 135 PSI, 10 GPM VS 140 PSI, 220 VOLTIOS</u>					24,411.00
1.01	EQUIPO LISTADO PEERLESS (USA-GRUNDFOS) UL/FM, BI-PARTIDA MOD. 3AEF9G, 75 HP, 220 V, FIRETROL FTA1300, FTA550E,	UND.	1	16,843.00	16,843.00	
1.02	INSTALACION UL/FM, SEGÚN NFPA-20	GLB.	1	7,568.00	7,568.00	
2	<u>RED ACI</u>	GLB.	1	61,974.00		
2.1	<u>RED ACI TORRE A</u>					4,560.00
2.11	GABINETE CLASE II, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM, MANGUERA 1 1/2"X30 MTS, PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA	und	3	280	840.00	
2.12	GABINETE CLASE III, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM, MANGUERA 1 1/2"X30 MTS, PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA, VALVULA ANGULAR 2 1/2" UL/FM	und	5	390	1,950.00	
2.13	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 4"	MT	15	39	585.00	
2.14	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2 1/2"	MT	30	22	660.00	
2.15	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2"	MT	6	14	84.00	
2.16	SOPORTE GENERAL	GLB.	1	179	179.00	
2.17	PRUEBA HIDRAULICA	GLB.	1	119	119.00	
2.18	ARENADO PINTURA EPOXICA, 8 MILLS	GLB.	1	143	143.00	
2.2	<u>RED ACI TORRE B</u>					5,302.00
2.21	GABINETE CLASE II, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM, MANGUERA 1 1/2"X30 MTS,	und	4	280	1,120.00	

	PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA GABINETE CLASE III, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM,					
2.22	MANGUERA 1 1/2"X30 MTS, PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA, VALVULA ANGULAR 2 1/2" UL/FM	und	6	390	2,340.00	
2.23	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 4"	MT	15	39	585.00	
2.24	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2 1/2"	MT	36	22	792.00	
2.25	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2"	MT	6	14	84.00	
2.26	SOPORTE GENERAL	GLB.	1	143	143.00	
2.27	PRUEBA HIDRAULICA	GLB.	1	119	119.00	
2.28	ARENADO PINTURA EPOXICA, 8 MILLS	GLB.	1	119	119.00	
2.3	<u>RED ACI EDIFICIO C</u>					6,560.00
	GABINETE CLASE II, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM,					
2.31	MANGUERA 1 1/2"X30 MTS, PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA GABINETE CLASE III, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM,	und	9	280	2,520.00	
2.32	MANGUERA 1 1/2"X30 MTS, PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA, VALVULA ANGULAR 2 1/2" UL/FM VALVULA ANGULAR DE 2 1/2",	und	1	390	390.00	
2.33	UL/FM, CON TAPON DE BRONCE	und	6	100	600.00	
2.34	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 4"	MT	30	39	1,170.00	
2.35	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2 1/2"	MT	24	22	528.00	
2.36	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2"	MT	18	14	252.00	
2.37	SOPORTE GENERAL	GLB.	1	450	450.00	
2.38	PRUEBA HIDRAULICA	GLB.	1	200	200.00	

2.39	ARENADO PINTURA EPOXICA, 8 MILLS	GLB.	1	450	450.00	
2.4	<u>RED ACI TORRE G</u>					3,098.00
	GABINETE CLASE III, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM,					
2.41	MANGUERA 1 1/2"X30 MTS, PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA, VALVULA ANGULAR 2 1/2" UL/FM	und	5	390	1,950.00	
2.42	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 4"	MT	15	39	585.00	
2.43	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2 1/2"	MT	12	22	264.00	
2.44	SOPORTE GENERAL	GLB.	1	119	119.00	
2.45	PRUEBA HIDRAULICA	GLB.	1	90	90.00	
2.46	ARENADO PINTURA EPOXICA, 8 MILLS	GLB.	1	90	90.00	
2.5	<u>AREAS COMUNES</u>					42,454.00
2.51	CONEXIÓN SIAMESA DE 4"X 2 1/2"X 2 1/2", UL/FM'	und	1	170	170.00	
2.52	VALVULA CHECK FIRE 4", UL/FM	und	1	170	170.00	
2.53	VALVULA ANGULAR DE 2 1/2", UL/FM, CON TAPON DE BRONCE	und	5	100	500.00	
2.54	GABINETE CLASE II, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM, MANGUERA 1 1/2"X30 MTS, PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA	und	6	280	1,680.00	
2.55	GABINETE CLASE III, EQUIPADO, CON VALVULA ANGULAR 1 1/2", UL/FM, MANGUERA 1 1/2"X30 MTS, PITON POLICARBONATO , TIPO CHORRO NIEBLA, UL/FM, PIN PORTAMANGUERA, VALVULA ANGULAR 2 1/2" UL/FM	und	10	390	3,900.00	
2.56	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 6"	MT	42	65	2,730.00	
2.57	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 4"	MT	306	39	11,934.00	

2.58	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 3"	MT	12	29	348.00
2.59	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2 1/2"	MT	54	22	1,188.00
2.6	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2"	MT	54	14	756.00
2.61	ANTISISMICO DE 4 VIAS, UL/FM	und	60	45	2,700.00
2.62	ANTISISMICO DE 2 VIAS TRANSVERSAL, UL/FM	und	10	35	350.00
2.63	ANTISISMICO DE 2 VIAS LONGITUDINAL, UL/FM	und	2	35	70.00
2.64	JUNTA ANTISISMICA FLEXIBLE 4" UL/FM	und	11	980	10,780.00
2.65	SOPORTE GENERAL	GLB.	1	1,520.00	1,520.00
2.66	PRUEBA HIDRAULICA	GLB.	1	1,188.00	1,188.00
2.67	ARENADO PINTURA EPOXICA, 8 MILLS	GLB.	1	2,470.00	2,470.00

3 RED ROCIADORES

91,461.00

	ESTACION DE CONTROL DE ROCIADORES 4" EQUIPADO (VALVULA MARIPOSA RANURADA LISTADA 4", VALVULA CHECK RANURADA LISTADA 4", DETECTOR DE FLUJO LISTADO, MANOMETRO 0-300 LBS. LISTADO CON VALVULA DE 3 VIAS, VALVULA DE BOLA DE 4")				
3.01	ROCIADORES HACIA ARRIBA DE COBERTURA ESTANDAR, 1/2" NPT, K=5.6, RESP. RAPIDA, T=68°C, LISTADO	und	7	556	3,892.00
3.02	VALVULA DE PURGA DE 1/2", UL/FM	und	1199	8	9,592.00
3.03	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 4"	und	14	67	938.00
3.04	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2 1/2"	MT	630	39	24,570.00
3.05	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 2"	MT	30	22	660.00
3.06	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 1 1/2"	MT	90	14	1,260.00
3.07	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 1 1/4"	MT	324	10	3,240.00
3.08	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 1"	MT	756	9	6,804.00
3.09	ANTISISMICO DE 4 VIAS, UL/FM	MT	2250	8	18,000.00
3.1		und	55	45	2,475.00

3.11	ANTISISMICO DE 2 VIAS TRANSVERSAL, UL/FM	und	24	35	840.00	
3.12	ANTISISMICO DE 2 VIAS LONGITUDINAL, UL/FM	und	14	35	490.00	
3.13	JUNTA ANTISISMICA FLEXIBLE, UL/FM	und	9	980	8,820.00	
3.14	SOPORTE GENERAL	GLB.	1	2,945.00	2,945.00	
3.15	PRUEBA HIDRAULICA	GLB.	1	2,660.00	2,660.00	
3.16	ARENADO PINTURA EPOXICA, 8 MILLS	GLB.	1	4,275.00	4,275.00	
4	<u>TUBERIA ADICIONAL</u>					
4.1	<u>RED ACI</u>					348.00
4.11	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 3"	MT	12	29	348.00	
5	<u>TUBERIA PROVINCIONAL</u>					
5.1	<u>RED ACI</u>					5,661.00
5.11	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 4"	MT	78	39	3,042.00	
5.12	SOPORTE GENERAL	GLB	1	334	334.00	
5.13	JUNTA ANTISISMICA FLEXIBLE, UL/FM	UND	2	980	1,960.00	
5.14	ANTISISMICO DE 4 VIAS DE 4", UL/FM	UND	1	45	45.00	
5.15	ANTISISMICO DE 2 VIAS TRANSVERSAL DE 4", UL/FM	UND	8	35	280.00	
5.2	<u>RED ROCIADORES</u>					1,726.00
5.21	ESTACION DE CONTROL DE ROCIADORES 4" EQUIPADO (VALVULA MARIPOSA RANURADA LISTADA 4", VALVULA CHECK RANURADA LISTADA 4", DETECTOR DE FLUJO LISTADO, MANOMETRO 0-300 LBS. LISTADO CON VALVULA DE 3 VIAS, VALVULA DE BOLA DE 4")	UND	1	556	556.00	
5.22	TUBERIA ACERO SCH-40, ASTM A53 GR. B, 4"	MT	30	39	1,170.00	
	PARCIAL					185,581.00
	DESCUENTO ESPECIAL					<u>9,279.05</u>
	SUB-TOTAL					176,301.95
	18% IGV					<u>31,734.35</u>
	TOTAL US\$					208,036.30

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Con la implementación del sistema de protección contra incendio del tipo combinado árbol – parrilla se logró disminuir el riesgo en la seguridad de los habitantes y la protección a la propiedad privada en el condominio OCEAN REFF - SAN BARTOLO.
- La capacidad y la presión del sistema de protección contra incendio fue determinada adecuadamente, tomando como referencia el área crítica a proteger y siguiendo procedimientos vigentes por las normas nacionales e internacionales.
- La Bomba principal de eje horizontal y carcasa con doble succión fue seleccionada de acuerdo a la norma NFPA 20, donde se indica que para caudales mayores o iguales a 500 GPM le corresponde una Bomba Listada UL/FM, las mismas que estarán instaladas en el cuarto de bombas.
- El tipo de rociador seleccionado del tipo K 5.6 de respuesta rápida garantiza una protección adecuada para un riesgo ligero y ordinario. Los gabinetes del tipo II y III nos dan un grado de protección seguro, ante un eventual incendio.
- Se hizo necesario la prueba de hermeticidad siguiendo procedimientos dados en la norma NFPA 25 para la operatividad en forma segura y confiable del sistema de protección contra incendios.
- Los protocolos de pruebas y certificación de los equipos y materiales utilizados e instalados en el sistema de protección

contra incendio nos garantiza la conformidad para proceder a la firma del acta de conformidad y finiquitos.

6.2 Recomendaciones

- Que la instalación del sistema de protección contra incendios deba realizarse bajo los estándares de la NFPA, ASME, AWS, normas que garantizaran la buena ejecución del proyecto.
- La bomba principal y componentes del sistema de protección contra incendios deben ser bien seleccionadas y listadas para que cumplan las exigencias requeridas ante un eventual incendio.
- Realizar mantenimientos periódicos al sistema de protección contra incendio de acuerdo a las normativas dadas en la NFPA 20, NFPA 25 y sugerencias de la empresa ejecutora del proyecto.
- Capacitar al personal técnico operativo para la manipulación del sistema de protección contra incendios.
- El agua contenida en la cisterna, dado a que se cambia anualmente debe recibir un tratamiento en base a cloro granulado.

VII. REFERENCIALES

PROAÑO GUEVARA, Andrés Esteban. "***Diseño Moderno de Sistemas de Aguas para Protección contra Incendios Edificio Publishing***". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. 2012. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1338/1/104172.pdf>

CARRIÓN PORRAS, Johana Jackeline y PIRUCH TSAWANT, Alex Omar. "***Actualización del Sistema Contra Incendio de la Estación de Producción Shushufindi Central de Petroproducción***". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Petróleo. Escuela Politécnica Nacional de Quito. Ecuador. 2009. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1797>

ASTETE WESCHE, Horacio Nelson. "***Ampliación Del Sistema Contra Incendio de una Planta Envasadora de GLP***" Informe de Experiencia Laboral Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Callao. Perú. 2013.

MOTT, Robert L: **MECÁNICA DE FLUIDOS**. Edición 2006.

NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 1: Código de incendio. Massachusetts**. Organización americana de protección contra incendios. 2000.

NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 13: Norma para la Instalación de Sistema de Rociadores**. Massachusetts. Organización americana de protección contra incendios. 2007.

NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 14: Norma para la Instalación de Sistema de Tubería Vertical y Mangueras.** Massachusetts. Organización americana de protección contra incendios. 2007.

NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 20: Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios.** Massachusetts. Organización americana de protección contra incendios. 2007.

NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 24: Norma para la Instalación de Sistema de Tuberías de Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios.** Massachusetts. Organización americana de protección contra incendios. 2010.

NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 101: Norma de Seguridad de fuego en estructuras y edificios.** Massachusetts. Organización americana de protección contra incendios. 2004.

RNE: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. **A 130: requisito de seguridad.** Norma peruana de edificaciones. 2006.

VIII. ANEXOS Y PLANOS

8.1 Anexos

ANEXO N° 1: Características técnicas de la Manguera marca 5Elem.

5Elem Fire Hose

5ELEM currently has the ISO9001:2000 APPROVAL and passed 3C, UL, CE international professional approvals

Regular white hose

Regular white hose usually used widely. The hose weave jacket is made of high tenacity polyester staple and polyester filaments. Lining is natural rubber. Hose main character: easily rolling, aging resistance, better quality with cheaper price.



A : White hose with single jacket

Size (mm)	Working pressure (BAR)	Test Pressure (BAR)	Burst Pressure (BAR)	Length (m)
25	8,	16,	24,	10,
40				15,
45	10,	20,	30,	20,
50	13,	26,	39,	25,
	14,	28,	42,	30,
65	15	30	45	35,
				40
70	8,	16,	24,	10,15,
80	10,	20,	30,	20,25,
100	13,	26,	39,	30
150	8/10	16/20	24/30	10.15.20.25.30



rubber lining



polyester



light type



cheap



resist abrasion

ANEXO N° 2: Características técnicas de la Válvula Check.

CHECK VALVE



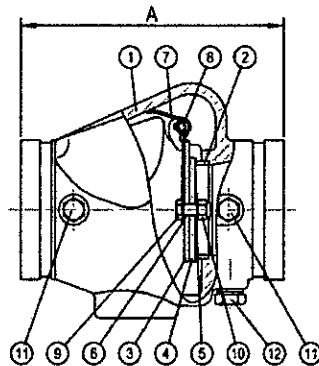
VCG01 - 350PSI Grooved-End Swing Check Valve

- Installed in both Horizontal or Vertical Line with Upward Flow
- Easier and Faster to Maintain and Install
- Low Pressure Drop
- EPDM non-stick leak tight sealing
- All Stainless Steel Wetted Parts to Provide Superior Corrosion Resistance
- FM Approved & UL/ULC Listed



Material Specifications

PART	SPECIFICATION
1. Body	Ductile Iron ASTM A 536
2. Seat	Bronze
3. Clapper	Stainless Steel 304
4. Facing Seal	EPDM Rubber
5. Clamping Ring	Stainless Steel 304
6. Gasket	EPDM Rubber
7. Spring	Stainless Steel 304
8. Hinge Pin	Stainless Steel 304
9. Bolt	Stainless Steel 304
10. Locknut	Stainless Steel 304
11. Plug 1/4" NPT	Carbon Steel
12. Plug 1/2" NPT	Carbon Steel



Dimension

Part Number	size		OD		A		Weight	
	In.	mm	mm	In.	mm	lbs	kg	
VCG01-080	2	50	60.3	6.65	169	5.5	2.5	
VCG01-073	2 1/2	65	73.0	7.20	183	8.8	4	
VCG01-076	3OD	85	76.1	7.20	183	8.8	4	
VCG01-089	3	80	88.9	7.60	198	13	6	
VCG01-114	4	100	114.3	8.58	218	20	9	
VCG01-140	5 1/2 OD	125	139.7	9.76	248	33	15	
VCG01-141	5	125	141.3	9.76	248	33	15	
VCG01-165	6 1/2 OD	150	165.1	10.83	270	42	19	
VCG01-168	6	150	168.3	10.63	270	42	19	
VCG01-219	8	200	219.1	12.80	325	77	35	
VCG01-273	10	250	273.0					
VCG01-324	12	300	323.9					



FlowCom Mechanical Technology Co., Ltd.

www.flowcomtech.com

CHECK VALVE



Check Valve Performance Data

Formulas for C_v Values

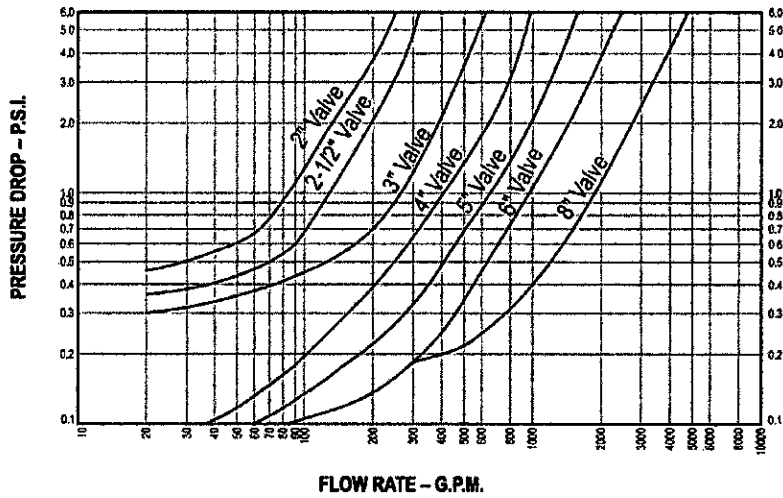
$$P = \frac{Q^2}{C_v^2} \Delta$$

Where: Q = Flow rate (gallons per minute: GPM)

ΔP = Pressure drop across valve (PSI)

$$C_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} \quad C_v = \text{Flow coefficient}$$

Nominal Size		Pipe O.D.		Cv (Full Open)	Nominal Size		Pipe O.D.		Cv (Full Open)			
In.	mm	mm	mm		In.	mm	mm	mm				
2	50	60.3	100	100	4	100	114.3	390	6 1/2 OD	150	165.1	1000
2 1/2	65	73.0	140		5 1/2 OD	125	139.7	700	6	150	168.3	1000
3 OD	65	76.1	140		5	125	141.3	700	8	200	219.1	1800
3	80	88.9	250									





HMER:EX15737
Check Valves

[Page Bottom](#)

Check Valves

[See General Information for Check Valves](#)

FLOWCOM MECHANICAL TECHNOLOGY CO LTD
SUITE F, 23RD FL
LIANGFENG TOWER
8 DONGFANG RD
200120 SHANGHAI, CHINA

EX15737

Swing-type, Model VCG01, 2, 2-1/2, 3, 4, 5, 6, 8 in.(DN 65, DN150), with resilient seat for rated working pressures of 350 psig horizontal and vertical installation.

Swing-type, Model VCF01, 2, 2-1/2, 3, 4, 5, 6, 8 in.(DN 65, DN150), with resilient seat for rated working pressures of 350 psig horizontal and vertical installation.

[Last Updated](#) on 2011-03-14

[Questions?](#)

[Print this page](#)

[Notice of Disclaimer](#)

[Page Top](#)

[Copyright © 2011 Underwriters Laboratories Inc.®](#)

The appearance of a company's name or product in this database does not in itself assure that products so identified have been manufactured under UL's Follow-Up Service. Only those products bearing the UL Mark should be considered to be Listed and covered under UL's Follow-Up Service. Always look for the Mark on the product.

UL permits the reproduction of the material contained in the Online Certification Directory subject to the following conditions: 1. The Guide Information, Designs and/or Listings (files) must be presented in their entirety and in a non-misleading manner, without any manipulation of the data (or drawings). 2. The statement "Reprinted from the Online Certifications Directory with permission from Underwriters Laboratories Inc." must appear adjacent to the extracted material. In addition, the reprinted material must include a copyright notice in the following format: "Copyright © 2011 Underwriters Laboratories Inc.®"

An independent organization working for a safer world with integrity, precision and knowledge.



ANEXO N° 3: Características técnicas de las tuberías.



RAGEN S.A.

HOJAS TÉCNICAS

TUBOS DE ACERO SIN COSTURA ASTM A-53 GRADO B/ASTM A-106/API 5L

Descripción:

Producto fabricado con acero al carbono de calidad estructural para alta presión.

Usos:

ASTM A-53 Tubos para la conducción de gases y fluidos en la minería, petroleras, pesca e industria en general.

ASTM A-106 Tubos para servicios a altas temperaturas.

API 5L Tubos de línea para la industria petrolera.

COMPOSICION QUIMICA (MAX. %)

Tipo	Grado	C	Mn	P	S	Cu ¹	Ni ¹	Cr ¹	Mo ¹	V ¹	-
SC	B	0.3	1.2	0.05	0.045	0.4	0.4	0.4	0.15	0.08	-

1.- La combinación de estos cinco elementos no excederá 1.00%

PROPIEDADES MECANICAS

Norma Técnica	F		R		A	Norma Equivalente
	Kg/mm2		Kg/mm2		%	
ASTM A-53 GR.B	25 min.		42 min.		18 min.	JIS G-3454
ASTM A-106 GR.B	25 min.		42 min.		18 min.	JIS G-3456
API 5L	25 min.		42 min.		19 min.	JIS G-3454



RAGEN S.A.

Dimensiones:

Diametro Nominal			Schedule	Espesor de pared		Peso Nominal	Presion de Prueba	
Interior	Exterior			pulg.	mm		Kg/m	lb/pulg. ²	Kg/cm^{2}
pulg.	pulg.	mm		pulg.	mm			
3/8"	0.675	17.1	40	0.091	2.31	0.84	700	49.2
			80	0.126	3.20	1.10	850	60.0
1/2"	0.840	21.3	40	0.109	2.77	1.27	700	49.2
			80	0.147	3.73	1.62	850	60.0
3/4"	1.050	26.7	40	0.113	2.87	1.69	700	49.2
			80	0.154	3.91	2.20	850	60.0
1"	1.315	33.4	40	0.133	3.38	2.50	700	49.2
			80	0.179	4.55	3.24	850	60.0
1 1/4"	1.660	42.2	40	0.140	3.56	3.39	1300	91.0
			80	0.191	4.85	4.47	1900	133.0
1 1/2"	1.900	48.3	40	0.145	3.68	4.05	1300	91.0
			80	0.200	5.08	5.41	1900	133.0
2"	2.375	60.3	40	0.154	3.91	5.44	2500	175.0
			80	0.218	5.54	7.48	2500	175.0
2 1/2"	2.875	73.0	40	0.203	5.16	8.63	2500	175.0
			80	0.276	7.01	11.41	2500	175.0
3"	3.500	88.9	40	0.216	5.49	11.29	2500	175.0
			80	0.300	7.62	15.27	2500	175.0
3 1/2"	4.000	101.6	40	0.226	5.74	13.57	2370	166.0
			80	0.318	8.08	18.63	2800	196.0
4"	4.500	114.3	40	0.237	6.02	16.07	2210	155.0
			80	0.337	8.56	22.32	2800	196.0



RAGEN S.A.

Diámetro Nominal			Schedule	Espesor de pared		Peso Nominal	Presión de Prueba	
Interior	Exterior			pulg.	mm		lb/pulg ²	kg/cm ²
pulg.	pulg.	mm						
5"	5.563	141.3	40	0.258	6.55	21.77	1950	137.0
			80	0.375	9.53	30.94	2800	196.0
6"	6.625	168.3	40	0.280	7.11	28.26	1780	125.0
			80	0.432	10.97	42.56	2740	192.0
8"	8.625	219.1	40	0.322	8.18	42.55	1570	110.0
			80	0.500	12.70	64.64	2430	170.0
			40	0.365	9.27	60.29	1430	100.0
10"	10.750	273.0	80	0.594	15.09	95.97	2320	162.0
			STD.	0.365	9.27	60.31	1430	100.0
			40	0.406	10.31	79.70	1340	94.0
12"	12.750	323.8	80	0.688	17.48	132.04	2270	159.0
			STD.	0.375	9.53	73.88	1240	87.0
			40	0.438	11.13	94.55	1310	92.0
14"	14.000	355.6	80	0.750	19.05	158.10	2250	158.0
			STD.	0.375	9.53	81.33	1120	79.0
			40	0.475	12.07	123.30	1310	92.0
16"	16.000	406.4	80	0.844	21.44	203.53	2220	156.0
			STD.	0.375	9.53	93.27	980	69.0
			40	0.562	14.27	155.80	1210	92.0
18"	18.000	457	80	0.938	23.83	254.55	2190	154.0
			STD.	0.375	9.53	105.16	880	62.0
			40	0.594	15.09	183.42	1250	88.0
20"	20.000	508	80	1.031	26.19	311.17	2170	152.0
			STD.	0.375	9.53	117.15	790	55.0

ANEXO N° 4: Características técnicas de las juntas antisísmicas.

SWAY BRACE FITTINGS



FUNCTION: Designed for bracing pipe against sway and seismic disturbance. The pipe attachment component of a sway brace system used in conjunction with a PHD Manufacturing structural attachment fitting, and joined together with a bracing pipe element forms a complete sway brace assembly. Sway brace assemblies are intended to be installed in accordance with NFPA 13 and the manufacturer's installation instructions.

SIZE: Pipe size 1" thru 6".
Pipe size used for bracing 1" or 1 1/4" Schedule 40 IP.

FINISH: Electro-galvanized

MATERIAL: Low Carbon Steel

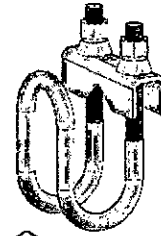
INSTALL: Place over the pipe to be braced, adjust brace angle, and insert bracing pipe through opening leaving a minimum of 1" extending from attachment. Brace pipe can be installed on top or bottom of pipe to be braced but must be a minimum of 6" away from a pipe joint. Tighten nuts down evenly until hex heads break off.

APPROVALS: Underwriters Laboratories listed for US and Canada
Factory Mutual approved

Listed for use with NFPA and PHD sway brace components only

ORDERING: Specify figure number, brace pipe size, and sprinkler pipe size

**Fig. 010
SWAY BRACE
PIPE ATTACHMENT**



Pipe Size SCH 10 & 40		UL Maximum Design Load					
		lbs.		kN		Weight Ea. 1" (25mm) Brace Pipe	
1	(25)	655	(2.91)	0.71	(0.32)	0.75	(0.34)
1 1/4	(32)	655	(2.91)	0.76	(0.34)	0.79	(0.36)
1 1/2	(40)	655	(2.91)	0.79	(0.36)	0.82	(0.37)
2	(50)	655	(2.91)	0.84	(0.38)	0.88	(0.40)
2 1/2	(65)	655	(2.91)	0.90	(0.41)	0.94	(0.43)
3	(80)	655	(2.91)	0.98	(0.44)	1.02	(0.46)
4	(100)	655	(2.91)	1.10	(0.50)	1.14	(0.52)
6	(150)	1265	(5.63)	N/A	N/A	1.40	(0.63)

* SCH 40 only

Pipe Size SCH 10, 40 & Flow Pipe		FM Maximum Design Load	
		Brace Pipes 1" or 1 1/4" (GB/T3091, EN10255H, or JISG3454)	
1	(25)	Brace Angle From Vertical (Degrees)	lbs. kN
		30°-44°	340 (1.51)
		45°-59°	480 (2.13)
		60°-74°	590 (2.62)
1 1/4	(32)	30°-44°	350 (1.55)
		45°-59°	500 (2.22)
		60°-74°	610 (2.71)
		75°-90°	660 (2.93)
1 1/2	(40)	30°-44°	290 (1.28)
		45°-59°	420 (1.86)
		60°-74°	510 (2.26)
		75°-90°	570 (2.53)
2	(50)	30°-44°	390 (1.73)
		45°-59°	550 (2.44)
		60°-74°	670 (2.98)
		75°-90°	750 (3.33)
2 1/2	(65)	30°-44°	440 (1.95)
		45°-59°	620 (2.75)
		60°-74°	760 (3.38)
		75°-90°	850 (3.78)
3	(80)	30°-44°	470 (2.09)
		45°-59°	660 (2.93)
		60°-74°	810 (3.63)
		75°-90°	910 (4.04)
4	(100)	30°-44°	430 (1.91)
		45°-59°	610 (2.71)
		60°-74°	750 (3.33)
		75°-90°	840 (3.73)
6	(150)	30°-44°	250 (1.11)
		45°-59°	350 (1.55)
		60°-74°	430 (1.91)
		75°-90°	480 (2.13)

Unless otherwise specified, all dimensions on drawings and in charts are in inches and dimensions shown in parentheses are in millimeters.

PHD Manufacturing, Inc.

ANEXO N° 5: Certificado de calidad del diluyente de tintura.

Jr. Las Maquinarias Mz 5 Lote 9 y 10
Parque Industrial – V.E.S

Teléfono
(511) 260-5162



PERUPAINT

CERTIFICADO DE CALIDAD

18-032015

PRODUCTO : UNIDIL 1500 DILUYENTE MASTIC TRANSP.

CODIGO : 4-1504-339-24-1

LOTE : 21850/0315

EVALUACION:

EVALUACION DE LABORATORIO	ESTANDAR
Tipo Químico	Hidrocarburos Aromáticos
Aspecto	Líquido
Color	Transparente
Olor	Aromático
Peso Específico	3.30 Kg


PERUPAINT S.A.C
RUC: 20812291940
ING. MICHAEL ANGIETA E.
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

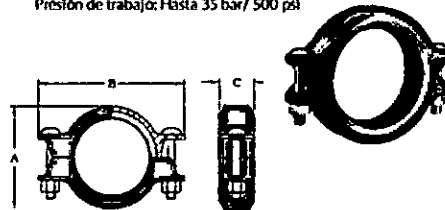
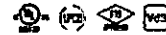
ANEXO N° 6: Características técnicas de los acoplos rígidos y flexibles.

ACOPLAMIENTOS RANURADOS

MODELO 7705 ACOPLAMIENTO FLEXIBLE ESTANDAR

El Modelo *Shurjoint* 7705 es un acoplamiento estándar flexible para uso en una variedad de aplicaciones generales en tuberías de presión de servicio moderado. Los acoplamientos Modelo 7705 se caracterizan por la flexibilidad con la que pueden manejar el desalineamiento, la distorsión, la tensión térmica, la vibración y el ruido y también resistir los temblores sísmicos. Con el uso de acoplamientos Modelo 7705 Usted puede incluso diseñar un trazado curvo. Ver Aplicaciones Típicas - Acoplamientos Flexibles en la página 98.

Tamaños disponibles: 25 mm - 300 mm / 1" - 12"
 Presión de trabajo: Hasta 35 bar/ 500 psi



Tamaño Nominal mm/pulg	D.E. mm/pulg	Máxima Presión de Trabajo Bar/PSI	Máxima Carga Final kN/Lbs	Desplazamiento Axial mm/pulg	Movimiento Angular Por Unión (grados) (°)	Dimensiones			Tamaño del Tornillo mm/pulg	Peso Kg/Lbs	
						A mm/pulg	B mm/pulg	C mm/pulg			
25	33.4	35	10	16	90	57	100	46	M10 X 45	0.6	
1	1.315	500	680	0.0625	3° - 30'	1.85	2.24	3.94	1.81	3/8 X 1-3/4	1.3
32	42.2	35	4.9	16	76	64	103	46	M10 X 55	0.7	
125	1.660	500	1080	0.0625	4° - 20'	0.91	2.6	4.06	1.81	3/8 X 2-1/8	1.5
40	48.3	35	6.3	16	66	72	106	46	M10 X 55	0.7	
150	1.900	500	1420	0.0625	3° - 48'	0.80	2.83	4.25	1.81	3/8 X 2-1/8	1.6
50	60.3	35	9.9	16	53	84	129	48	M10 X 55	0.8	
200	2.375	500	2200	0.0625	3° - 01'	0.63	3.31	5.08	1.89	3/8 X 2-1/8	1.8
65	73.0	35	14.4	16	44	99	142	48	M10 X 55	0.9	
250	2.875	500	3240	0.0625	2° - 30'	0.52	3.9	5.59	1.89	3/8 X 2-1/8	2.0
65	76.1	35	15.7	16	42	102	147	48	M10 X 55	1.0	
250	3.000	500	3520	0.0625	2° - 24'	0.50	4.02	5.70	1.89	3/8 X 2-1/8	2.1
80	88.9	35	21.4	16	36	116	169	48	M12 X 75	1.3	
300	3.500	500	4800	0.0625	2° - 04'	0.43	4.57	6.65	1.89	1/2 X 3	2.8
90	116	35	28.0	16	31	129	201	52	M12 X 75	1.5	
350	4.000	500	6300	0.0625	1° - 48'	0.38	5.07	7.9	2.05	1/2 X 3	3.4
100	108.0	35	31.5	3.2	138	192	52	M12 X 75	1.9		
400	4.250	500	7090	0.125	3° - 24'	0.21	5.43	7.56	2.05	1/2 X 3	4.1
100	114.3	35	35.4	3.2	55	145	52	M12 X 75	1.9		
400	4.500	500	7940	0.125	3° - 12'	0.17	5.71	7.76	2.05	1/2 X 3	4.1
125	133.0	31	41.3	3.2	48	165	211	52	M16 X 90	2.3	
500	5.236	450	9740	0.125	2° - 46'	0.58	6.5	9.09	2.05	5/8 X 3-1/2	5.1
125	139.7	31	47.6	3.2	46	170	233	52	M16 X 90	2.6	
500	5.500	450	10700	0.125	2° - 37'	0.55	6.69	9.17	2.05	5/8 X 3-1/2	5.2
125	141.3	31	48.6	3.2	45	172	234	52	M16 X 90	2.6	
500	5.563	450	10930	0.125	2° - 36'	0.54	6.77	9.21	2.05	5/8 X 3-1/2	5.2
150	159.0	31	61.4	3.2	40	190	253	54	M16 X 90	3.0	
600	6.250	450	13800	0.125	2° - 18'	0.48	7.48	9.96	2.13	5/8 X 3-1/2	6.6
150	165.1	31	66.4	3.2	39	196	261	54	M16 X 90	3.1	
600	6.500	450	14930	0.125	2° - 14'	0.47	7.72	10.26	2.13	5/8 X 3-1/2	6.8
150	168.3	31	69.0	3.2	38	200	268	62	M16 X 90	3.2	
600	6.625	450	15300	0.125	2° - 07'	0.45	7.87	10.55	2.44	5/8 X 3-1/2	7.0
200 RS	216.3	31	114.00	3.2	30	254	348	62	M20 X 120	5.8	
800	8.516	450	25520	0.125	1° - 42'	0.36	8.9	13.7	2.44	3/4 X 4-3/4	12.8
200	219.1	31	116.9	3.2	29	260	350	64	M16 X 90	5.8	
800	8.625	450	26280	0.125	1° - 40'	0.35	9.24	14.28	2.52	5/8 X 3-1/2	12.8
200 RS 77094	219.1	31	116.9	3.2	29	266	343	63	M20 X 120	7.5	
800	8.625	450	26280	0.125	1° - 40'	0.35	9.47	14.50	2.48	3/4 X 4-3/4	16.5
250 RS	267.4	24	134.6	3.2	24	337	420	64	M20 X 120	8.0	
1000	10.528	350	30450	0.125	1° - 22'	0.29	11.27	16.54	2.52	3/4 X 4-3/4	17.6
250	273.0	24	141.3	3.2	23	343	425	64	M20 X 120	8.2	
1000	10.750	350	31750	0.125	1° - 20'	0.28	11.5	16.73	2.52	3/4 X 4-3/4	18.0
300 RS	318.5	24	152.2	3.2	20	389	478	64	---	10.4	
1200	12.539	350	41200	0.125	1° - 07'	0.25	13.31	18.81	2.52	7/8 X 6-1/2	22.9
300	323.9	24	158.8	3.2	20	390	482	64	---	10.8	
1200	12.750	350	44660	0.125	1° - 07'	0.24	13.35	18.91	2.52	7/8 X 6-1/2	23.8

Definición de movimiento angular es el valor máximo que un acoplamiento permite sin presión interna.
 Todos los acoplamientos 7705 tamaño DN hasta tamaño DN150 y los acoplamientos 7705H DN150 son aprobados por Vds, cULus y FM



20 SISTEMA DE TUBERIA RANURADA

MODELO Z05 ACOPLAMIENTO RIGIDO

-Diseño de Cierre Angular-

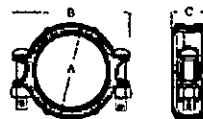
El Modelo *Shurjoint* Z05 es un diseño de acoplamiento rígido para tuberías de servicio de presión moderada incluyendo tuberías principales de incendios, largos tramos de tubería y conexiones de válvulas. El diseño de cierre en ángulo permite que los alojamientos se deslicen a lo largo del ángulo permitiendo que los tornillos sean apretados. El resultado es una acción de desplazamiento y mordaza la cual proporciona un acoplamiento rígido que resiste los llamados serpenteos de un tramo o corredor largo y recto. Los requerimientos de apoyo y manejo corresponden a la Norma ANSI B31.1, B31.9 y NFPA 13.

Con la remoción de un solo tornillo Usted puede hacer una rápida y fácil instalación por balanceo ó arrastre sobre la tubería.

Tamaños disponibles: 32 - 200 mm / 1" - 8"
Presión de trabajo: Hasta 24 bar / 350 psi



El diseño de cierre en ángulo permite una rápida y fácil instalación por balanceo sobre la tubería.



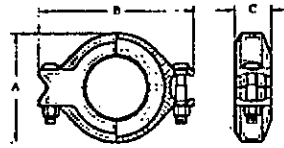
Tamaño Nominal mm/pulg	D.J. mm/pulg	Máxima Presión de Trabajo Bar/PSI	Máxima Carga Fijal Lb/ft-lbs	Desplazamiento Absol. mm/pulg	Dimensiones			Tamaño del Tornillo mm/pulg	Peso Kg/Lbs
					A mm/pulg	B mm/pulg	C mm/pulg		
12	41.3	24	1.0	0 - 1.2	66	81	45	M10 x 5.5	0.8
12.5	156.0	30	797	0 - 0.026	260	400	181	3/8 x 2-1/8	14
40	48.3	24	4.42	0 - 1.2	72	107	46	M10 x 5.5	0.7
15	190.0	30	920	0 - 0.026	283	429	181	3/8 x 2-1/8	15
50	60.3	24	6.90	0 - 1.2	85	127	47	M10 x 7.0	0.8
2	237.5	350	650	0 - 0.027	339	461	185	3/8 x 2-3/4	17
65	73.0	24	9.18	0 - 1.2	98	142	47	M10 x 7.0	0.9
2.5	287.5	350	2270	0 - 0.027	376	520	185	3/8 x 2-3/4	2.1
65	76.1	24	10.1	0 - 1.2	100	146	47	M10 x 7.0	1.0
2.5	310.0	350	2475	0 - 0.027	394	535	185	3/8 x 2-3/4	2.2
80	86.9	24	14.99	0 - 1.2	113	168	48	M10 x 7.0	1.2
3	350.0	350	3765	0 - 0.027	445	583	188	3/8 x 2-3/4	2.6
100	100.0	24	22.3	0 - 1.1	132	176	54	M10 x 7.0	1.6
4	420.0	350	4963	0 - 0.026	509	643	211	3/8 x 2-3/4	3.6
100	104.3	24	24.72	0 - 1.1	146	192	53	M10 x 7.0	1.9
4	450.0	350	5565	0 - 0.026	525	707	209	3/8 x 2-3/4	4.1
125	113.0	24	28.9	0 - 1.1	170	224	54	M12 x 7.5	2.3
5	520.0	300	6490	0 - 0.026	666	862	233	1/2 x 3	5.1
125	119.7	24	31.72	0 - 1.1	173	227	53	M12 x 7.5	2.6
5	540.0	300	7120	0 - 0.026	681	884	236	1/2 x 3	5.7
125	121.1	24	32.45	0 - 1.1	175	229	53	M12 x 7.5	2.6
5	546.3	300	7200	0 - 0.026	689	902	236	1/2 x 3	5.7
150	129.0	24	41.96	0 - 1.1	198	250	54	M12 x 7.5	2.8
6	620.0	300	9770	0 - 0.026	780	984	233	1/2 x 3	6.1
150	135.1	24	44.30	0 - 1.1	203	246	54	M12 x 7.5	3.1
6	640.0	300	9985	0 - 0.026	787	969	233	1/2 x 3	6.8
150	141.3	24	46.02	0 - 1.1	203	249	54	M12 x 7.5	3.1
6	662.5	300	11340	0 - 0.026	800	980	233	1/2 x 3	6.8
200	177.1	24	78.13	0 - 1.0	264	330	64	M16 x 1.5	6.1
8	682.5	300	17520	0 - 0.026	9140	1209	252	3/8 x 5-5/8	11.4
200	181.3	24	78.08	0 - 1.0	264	330	64	M16 x 1.5	7.4
8	696	300	17000	0 - 0.026	9124	1177	250	3/4 x 4-3/4	10.2

MODELO 7706 ACOPLAMIENTO REDUCTOR

El acoplamiento de reducción Modelo 7706 de Shurjoint permite reducción directa en un tramo de tubería eliminando la necesidad de un reductor concéntrico y acoplamientos. La junta de caucho esta especialmente diseñada, para evitar en una instalación vertical que la tubería mas pequeña entre en la mas grande (efecto telescopio).



Atención: Los acoplamientos Modelo 7706 no deberían ser usados con una tapa final ya que esta puede ser absorbida dentro de la tubería cuando el sistema es drenado.



Tamaño Nominal mm/pulg	D. I. mm/pulg	Máxima Presión de Trabajo Bar/PSI	Máxima Carga Fuerza LN/Lbs	Desplazamiento A 45° mm/pulg	Movimiento Angular (grados)°	Dilataciones			Largo del Tornillo mm/pulg	Peso kg./Lbs.	
						Por Unión mm/m. pulg/ft	Por Tubería mm/m. pulg/ft	C mm/pulg			
40 x 32	48.3 x 42.2	24	280	0-3.2	1°-48'	31.0	7.2	19.8	46	M10 x 55	0.9
15 x 12.5	190 x 164.0	350	940	0-0.01		0.40	2.81	4.25	181	3/8 x 2-1/8	2.0
50 x 40	60.3 x 48.3	24	440	0-3.2		26.0	6.5	12.3	48	M10 x 55	0.9
2 x 1.5	2.57 x 1.930	350	850	0-0.01	1°-02'	0.31	3.35	4.97	199	3/8 x 2-1/8	2.0
65 x 50	73.0 x 60.3	24	685	0-3.2	2°-37'	22.0	9.6	14.4	48	M10 x 55	1.2
23 x 2	2.875 x 2.375	350	2270	0-0.01		0.26	3.76	5.67	189	3/8 x 2-1/8	2.5
65 x 50	76.1 x 60.3	24	685	0-3.2	2°-24'	21.0	9.2	13.8	48	M10 x 55	1.2
23 x 2	3.007 x 2.375	350	2980	0-0.01		0.25	4.02	5.43	189	3/8 x 2-1/8	2.6
80 x 60	86.9 x 60.3	24	685	0-3.2	2°-04'	19.0	19	16.8	48	M12 x 75	1.5
3 x 2	3.570 x 2.875	350	3370	0-0.01		0.22	4.57	6.61	189	1/2 x 3	3.1
80 x 65	86.9 x 73.0	24	8104	0-3.2	2°-04'	19.0	16	16.0	48	M12 x 75	1.7
3 x 2.5	3.970 x 2.875	350	3370	0-0.01		0.22	4.57	6.61	189	1/2 x 3	3.1
80 x 65	86.9 x 76.1	24	817	0-3.2	2°-04'	19.0	16	16.8	48	M12 x 75	1.7
3 x 2.5	3.970 x 3.070	350	3370	0-0.01		0.22	4.57	6.61	189	1/2 x 3	3.1
110 x 90	114.3 x 60.3	24	685	0-4.8	2°-04'	21.0	14.6	17.8	52	M12 x 75	2.4
4 x 2	4.570 x 2.375	350	5560	0-0.01		0.25	5.75	7.87	205	1/2 x 3	5.3
110 x 65	114.3 x 73.0	24	8104	0-4.8	2°-24'	21.0	14.6	17.8	52	M12 x 75	2.6
4 x 2.5	4.570 x 2.875	350	5560	0-0.01		0.25	5.75	7.87	205	1/2 x 3	5.7
110 x 65	114.3 x 76.1	24	8191	0-4.8	2°-24'	21.0	14.6	17.8	52	M12 x 75	2.6
4 x 2.5	4.570 x 3.070	350	5560	0-0.01		0.25	5.75	7.87	205	1/2 x 3	5.7
110 x 80	114.3 x 86.9	24	8189	0-4.8	2°-24'	21.0	14.6	17.8	52	M12 x 75	2.4
4 x 3	4.570 x 3.570	350	5560	0-0.01		0.25	5.75	7.87	205	1/2 x 3	5.3
125 x 100	141.3 x 114.3	24	2461	0-6.4	2°-30'	23.0	16	20.1	52	M16 x 90	3.8
5 x 4	5.007 x 4.570	350	817	0-0.25		0.27	6.80	9.84	205	3/8 x 3-1/2	8.5
110 x 80	114.3 x 86.9	24	8189	0-6.4	2°-14'	20.0	20.2	20.1	52	M16 x 90	4.6
5 x 3	5.007 x 3.570	350	7630	0-0.25		0.23	7.95	8.39	205	3/8 x 3-1/2	10.1
110 x 80	114.3 x 89.9	24	8189	0-6.4	2°-12'	19.0	20.8	20.5	52	M16 x 90	4.6
6 x 3.5	6.625 x 3.570	350	10360	0-0.25		0.23	8.99	8.81	205	3/8 x 3-1/2	10.1
130 x 100	151.1 x 114.3	24	2461	0-6.4	2°-14'	20.0	20.2	20.1	52	M16 x 90	4.5
6 x 4	6.350 x 4.570	350	7630	0-0.25		0.23	7.95	8.39	205	3/8 x 3-1/2	9.9
130 x 100	151.1 x 114.3	24	2461	0-6.4	2°-12'	19.0	20.8	20.5	52	M16 x 90	4.5
6 x 4	6.625 x 4.570	350	10360	0-0.25		0.23	8.99	8.81	205	3/8 x 3-1/2	9.9
200 x 150	211.1 x 151.1	24	5335	0-6.4	1°-40'	19.0	26.0	31.4	57	M20 x 120	7.4
8 x 6	8.625 x 6.625	350	20440	0-0.25		0.18	11.24	11.6	234	3/4 x 4-3/4	16.0
250 x 150	271.1 x 151.1	24	5335	0-6.4	1°-40'	19.0	26.0	31.4	57	M20 x 120	7.4
8 x 6	8.625 x 6.610	350	20440	0-0.25		0.18	11.24	11.6	234	3/4 x 4-3/4	16.0

Definición ó movimiento angular es el valor máximo que un acoplamiento permite sin presión interna.

ANEXO N° 7: Características técnicas de los acoples rígidos y flexibles.

SWIVEL HANGERS



SH01 - Swivel Hanger

Size Range: 1/2" through 8"

Material: Carbon steel

Finish: Galvanized, other finish available upon request

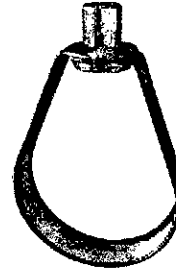
Service:

- Recommend for suspension of non-insulated stationary pipe line
- Manufactured to use the min. rod size permitted by NFPA for fire sprinkler pipe line

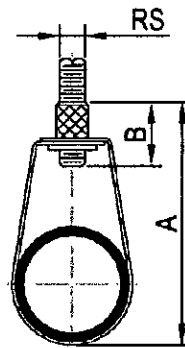
Approvals:

- Complies with Federal Specification A-A-1192A (Type 10) WW-H-171-E (Type 10) and MSS-SP-69 (Type 10).
- FM approved & UL/ULC Listed (Sizes 3/4" through 8")

Ordering: Specify Part Number



Part Number	Nominal Pipe Size		RS		A		B		Wt.		Max. Rec. Load	
	In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm	lb	kg	Lbs	N
SH01-015	1/2	DN15	3/8	M10	2 1/4	70	1	25	0.09	0.04	500	2220
SH01-020	3/4	DN20	3/8	M10	3 1/8	78	1	25	0.09	0.04	500	2220
SH01-025	1	DN25	3/8	M10	3 3/8	84	1	25	0.10	0.05	500	2220
SH01-032	1 1/4	DN32	3/8	M10	3 7/8	90	1	25	0.10	0.05	500	2220
SH01-040	1 1/2	DN40	3/8	M10	3 7/8	97	1	25	0.11	0.05	500	2220
SH01-050	2	DN50	3/8	M10	4 1/4	108	1	25	0.12	0.06	500	2220
SH01-065	2 1/2	DN65	3/8	M10	4 1/4	124	1	25	0.27	0.12	1000	4440
SH01-080	3	DN80	3/8	M10	5 1/8	144	1	25	0.32	0.14	1000	4440
SH01-100	4	DN100	3/8	M10	6 1/4	174	1	25	0.38	0.17	1000	4440
SH01-125	5	DN125	1/2	M12	8 1/4	206	1 1/4	32	0.56	0.25	1900	8450
SH01-150	6	DN150	1/2	M12	9 1/4	245	1 1/4	32	0.67	0.31	1900	8450
SH01-200	8	DN200	1/2	M12	12 1/8	313	1 1/4	32	0.78	0.35	1900	8450



CLEVIS HANGERS



CH01 - Clevis Hanger

Size Range: 1/2" through 24"

Material: Carbon steel

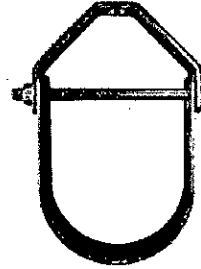
Finish: Galvanized, other finish available upon request

Service: Recommend for suspension of non-insulated stationary pipe line

Approvals:

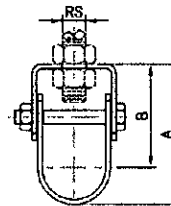
- Complies with Federal Specification A-A-1182A (Type 1), WW-H-171-E (Type 1) and MSS-SP-69 (Type 1).
- FM approved & UL/ULC Listed (Sizes 3/4" through 8")

Ordering: Specify Part Number

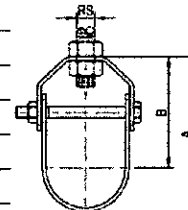


Part Number	Nominal Pipe Size		RS		A		B		Wt.		Max. Rec. Load	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	lb	kg	lbs	N
CH01-015	1/2	DN15	3/8	M10	2 1/4	54	1 1/2	41	0.15	0.07	610	2710
CH01-020	3/4	DN20	3/8	M10	2 1/4	61	1 1/4	45	0.16	0.08	610	2710
CH01-025	1	DN25	3/8	M10	2 1/4	69	2	50	0.20	0.09	730	3240
CH01-032	1 1/2	DN32	3/8	M10	3 1/4	84	2 1/2	63	0.24	0.11	730	3240
CH01-040	1 1/2	DN40	3/8	M10	3 1/4	100	2 1/2	73	0.26	0.12	730	3240
CH01-050	2	DN50	3/8	M10	4 1/2	114	3 1/4	82	0.31	0.14	730	3240
CH01-065	2 1/2	DN65	1/2	M12	5 1/4	133	3 3/4	92	0.82	0.37	1350	6300
CH01-080	3	DN80	1/2	M12	6	152	4 1/2	105	0.93	0.42	1350	6300
CH01-100	4	DN100	5/8	M16	7 1/4	197	5 1/2	137	1.30	0.59	1430	6360
CH01-125	5	DN125	5/8	M16	9 1/4	248	6 1/4	173	2.25	1.02	1430	6360
CH01-150	6	DN150	3/4	M20	11 1/4	296	8 1/4	209	3.26	1.48	1940	8630
CH01-200	8	DN200	3/4	M20	14 1/4	357	9 1/2	242	4.45	2.02	2000	8890

NOTE: 10" - 24" clevis hangers are available upon request.



1/2" - 1" DN15-DN25



1 1/4" - 8" DN32-DN200



8.2 Planos

**PLANO N° 1: PLANTA NIVEL SÓTANO 1, INSTALACIONES DE ACI,
LAMINA ACI-08.**