



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

**Carrera
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Tesis de grado previa a la obtención del título de
Ingeniero Industrial**

Tema de Tesis:

**“Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y
Correctivo del Sistema Hidráulico Contra Incendio basado en NFPA 25
de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil”**

Autor: Christian Enrique Petersen Ramírez

Director de Tesis: Ing. Armando Fabrizzio López Vargas.

Agosto, 2015

Guayaquil – Ecuador

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es producto de mi dedicación e investigación. Los conceptos desarrollados, análisis realizados, cálculos, resultados y conclusiones del presente trabajo, son de mi exclusiva autoría. El patrimonio intelectual le pertenece a la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de Octubre del 2014

Christian Enrique Petersen Ramirez

DEDICATORIA

Esta tesis quisiera dedicarla en primer lugar a Dios por haberme dado la fuerza, sabiduría y tenacidad para poder concluir con éxito mis estudios superiores y así poder formar parte de los profesionales del Ecuador y aportar con mis conocimientos al crecimiento de mi país.

A mi madre, Lcda. Brenda Ramírez Díaz, que con su amor y constancia supo darme fuerzas y ánimos cuando más los necesitaba para culminar mi carrera, su amor incondicional logró formar en mí una meta primordial que era ver a su hijo como un profesional y un hombre de principios para la sociedad, sus lecciones nunca serán olvidadas y su amor jamás desaparecerá de mi corazón.

Christian Petersen Ramírez

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Universidad Politécnica Salesiana por permitirme realizar esta tesis en su Sede Guayaquil y así poder culminar mis estudios aplicando todos los conocimientos recibidos en esta noble institución.

Agradezco a mi Director de Tesis, Ingeniero Armando López, ya que sin su dirección y guía no hubiera podido terminar con éxito mi Tesis de Grado y fue gracias a sus conocimientos que pude mejorar las diferentes teorías que generaban las investigaciones y secciones de este trabajo, su experiencia y sabiduría fueron invaluable.

Agradecimiento a mi madre, Lcda. Brenda Ramírez Díaz pues sin su incondicional apoyo, amor, comprensión y esfuerzo jamás hubiera logrado este objetivo en mi vida que sé que la enorgullece y engrandece ese infinito amor que mantenemos de madre e hijo

Christian Petersen Ramírez

ÍNDICE GENERAL

	Página
CARÁTULA	I
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
INDICE DE ANEXOS	XIII
INDICE DE ABREVIATURAS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1	Antecedentes	3
1.2	Justificación	4
1.3	Delimitación	6
1.4	Problema de Investigación	7
1.4.1	Enunciado del problema	8
1.4.2	Formulación del problema	9
1.4.3	Evaluación del problema	9
1.5	Objetivos de la investigación	11
1.5.1	Objetivo General	11
1.5.2	Objetivos Específicos	11
1.6	Beneficiarios	11

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes investigativos	12
2.2	Fundamentación Legal	13
2.2.1	Constitución de la República del Ecuador	13
2.2.2	Ley de Defensa Contra Incendios	14
2.2.3	Reglamento para el Sistema de Auditoria de Riesgos Laborales IESS SART	19
2.2.4	Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo	21
2.3	Fundamentación Teórica	22
2.4	Definición de Fuego	22
2.4.1	Clasificación del Fuego	24
2.4.2	Sistemas Contra Incendio y su Administración bajo	25

	NFPA 25	
2.4.3	Tipos de Sistemas Contra Incendio	30
2.4.4	Partes de un Sistema Contra Incendio	32
2.4.5	Sistema de Bombeo	32
2.4.6	Definiciones Hidráulicas Básicas	33
2.4.7	Sistemas de Agua Pulverizada	42
2.4.8	Sistemas de Columnas de Agua y Mangueras	45
2.4.9	Sistemas de Rociadores Automáticos	47
2.4.10	Sistemas de Alternativos de Extinción de Incendios	51
2.5	Métodos y Equipos para Pruebas Hidráulicas	54
2.6	Control de Presión y Bomba Jockey	57
2.7	Concepto de Mantenimiento Industrial	58
2.7.1	Evolución y Funciones del Mantenimiento	60
2.8	Tipos de Mantenimiento.	64
2.8.1	Mantenimiento Correctivo.	65
2.8.2	Mantenimiento Preventivo.	65
2.8.3	Mantenimiento Predictivo	66
2.9	Administración del Sistema de Mantenimiento	67
2.10	Costos del Mantenimiento Industrial	69

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1	Tipo de investigación	72
3.1.1	Investigación con enfoque cualitativo y cuantitativo	72
3.1.2	Investigación descriptiva	72
3.1.3	Investigación documental	72
3.1.4	Investigación de campo	73
3.2	Tipo de método	73

3.2.1	Método deductivo	73
3.2.2	Método inductivo	73
3.3	Fuentes	74
3.4	Población y muestra	74
3.4.1	Población	74
3.4.2	Muestra	74
3.5	Técnicas e Instrumentos de Investigación	76
3.5.1	Encuestas	76
3.5.2	Instrumento para la aplicación de técnicas	76
3.6	Procesamiento de la información.	76
3.7	Análisis e interpretación de los resultados	77
3.7.1	Análisis, tablas y gráficos referente a la pregunta 1	77
3.7.2	Análisis, tablas y gráficos referente a la pregunta 2	78
3.7.3	Análisis, tablas y gráficos referente a la pregunta 3	79
3.7.4	Análisis, tablas y gráficos referente a la pregunta 4	80
3.8	Análisis general de la encuesta	81

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PREDICTIVO Y CORRECTIVO DEL SISTEMA HIDRÁULICO CONTRA INCENDIO BASADO EN NFPA 25

4.1	Justificación.	82
4.2	Organización y Administración del Mantenimiento	83
4.2.1	Especificaciones y Requisitos para Contratista Externo de Mantenimiento	89
4.2.2	Indicadores y Ratios de Control del Mantenimiento	91

4.2.3	Estructura del Sistema Hidráulico Contra Incendio del Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil	95
4.3	Mantenimiento Correctivo del SCI.	100
4.3.1	Inventario y Almacenamiento de Repuestos Críticos	117
4.4	Mantenimiento Preventivo del SCI.	118
4.4.1	Mantenimiento Preventivo por Sección del Sistema	118
4.4.2	Investigación de Obstrucciones	174
4.4.3	Desactivaciones	175
4.5	Mantenimiento Predictivo del SCI	177
4.5.1	Termografía aplicada a Motores y Sistema de Control Eléctrico del SCI	178
4.5.2	Análisis Vibracional a Motores y Bombas	184
4.6	Cuidado del Medio Ambiente en el Mantenimiento	190
4.7	Análisis de Información e Histórico	192

CAPÍTULO V

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

5.1	Costo Total del proyecto	193
5.1.1	Costo de los mantenimientos mensuales	193
5.1.2	Costo de las mediciones predictivas	194
5.2	Costo de inversión del proyecto	194

CONCLUSIONES	195
RECOMENDACIONES	196
BIBLIOGRAFÍA	197

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Clasificación de Rociadores	48
Tabla 2	Respuestas tabuladas de la pregunta 1	77
Tabla 3	Respuestas tabuladas de la pregunta 2	78
Tabla 4	Respuestas tabuladas de la pregunta 3	79
Tabla 5	Respuestas tabuladas de la pregunta 4	80
Tabla 6	Resumen de Inspección de bombas de incendio	134
Tabla 7a	Resumen de requisición de prueba para reemplazo de componentes de bombas	135
Tabla 7b	Resumen de requisición de prueba para reemplazo de componentes de bombas (cont.)	136
Tabla 8a	Resumen de requisitos de acción para reemplazo de componentes de rociadores	151
Tabla 8b	Resumen de requisitos de acción para reemplazo de componentes de rociadores (cont.)	152
Tabla 9a	Sistemas de columnas de agua – acciones correctivas	159
Tabla 9b	Sistemas de columnas de agua – acciones correctivas (cont.)	160
Tabla 10	Diámetro de tubería según caudal	160
Tabla 11	Frecuencia de inspecciones a sistemas de columnas de agua	161
Tabla 12a	Frecuencia de inspecciones a válvulas.	167
Tabla 12b	Frecuencia de inspecciones a válvulas (cont.)	168
Tabla 13a	Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes de válvulas.	169
Tabla 13b	Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes de válvulas. (cont.)	170

Tabla 13c	Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes de válvulas. (cont.)	171
-----------	--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Croquis.	7
Figura 2	Tetraedro de Fuego.	23
Figura 3	Sistemas manuales contra incendio.	30
Figura 4	Sistemas automáticos contra incendio.	31
Figura 5	Curva del sistema contra incendio.	39
Figura 6	Relación entre las curvas del sistema y la bomba.	40
Figura 7	Operación en seria y paralelo de bombas.	41
Figura 8	Sistemas de agua pulverizada.	44
Figura 9	Cajetín de columna de agua y manguera.	46
Figura 10	Sistema básico de rociadores automáticos.	50
Figura 11	Sistema de espuma sintética.	52
Figura 12	Sistema fijo de banco de CO2.	54
Figura 13	Esquema básico de tubo pitot.	55
Figura 14	Kit de medición de flujo Akron.	57
Figura 15	Bomba Jockey.	58
Figura 16	Gráfico de datos tabulados referente a la pregunta 1.	78
Figura 17	Gráfico de datos tabulados referente a la pregunta 2.	79
Figura 18	Gráfico de datos tabulados referente a la pregunta 3.	80
Figura 19	Gráfico de datos tabulados referente a la pregunta 4.	81
Figura 20	Organigrama Universidad Politécnica	83

Salesiana Sede Guayaquil.

Figura 21	Tablero de control bomba principal de descarga bloque B.	103
Figura 22	Sistema motriz de combustión interna bomba bloque B.	105
Figura 23	Sistema motriz eléctrico bomba bloque D1.	106
Figura 24	Cuadro de fallas en bombas centrífugas contra incendio.	108
Figura 25	Funcionamiento de un rociador.	110
Figura 26	Cajetín contra incendios.	112
Figura 27	Tipos de válvulas.	114
Figura 28	Golpe de ariete.	115
Figura 29	Manguera contra incendio.	116
Figura 30	Siamesas para conexión externa de bomberos.	120
Figura 31	Partes de una bomba centrífuga.	127
Figura 32	Bomba horizontal.	128
Figura 33	Bomba vertical.	129
Figura 34	Tipos de impulsores según desempeño.	99
Figura 35	Alineación angular.	132
Figura 36	Alineación paralela.	133
Figura 37	Tapa roscada con manómetro.	143
Figura 38	Diagrama tubo pitot.	145
Figura 39	Hoja de pruebas de bombas.	146
Figura 40	Ejemplo de comparación curvas de trabajo de bombas centrífugas.	147
Figura 41a	Tipos de rociadores.	148
Figura 41b	Tipos de rociadores (cont.).	149
Figura 42	Sistema de rociadores por tubería mojada.	149
Figura 43	Uso de manguera contra incendios.	158
Figura 43	Válvula de no retorno con doble retención.	165

Figura 44	Válvula de compuerta con indicador.	166
Figura 45	Válvulas de control y drenaje.	166
Figura 46	Llaves para acoples de mangueras contra incendio.	173
Figura 47	Pitón de bronce regulable.	173
Figura 48	Cartel fuera de servicio.	176
Figura 49	Imágenes termográficas de contactos eléctricos.	178
Figura 50	Imágenes termográficas de motores eléctricos.	179
Figura 51	Gráfico modelo de toma de datos vibracionales a sección motriz y conducida de una bomba centrífuga.	186
Figura 52	Espectro frecuencial del análisis de vibraciones.	186

ÍNDICE DE ANEXOS

		Página
Anexo 1	Encuesta aplicada al persona de trabajadores y estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.	199
Anexo 2	Formato de Orden de Trabajo.	200
Anexo 3	Formato de Inspecciones Planeadas.	201
Anexo 4	Registro de Proveedores.	202

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

NFPA	National Fire Protection Association
SCI	Sistema contra incendio
Q	Caudal
S	Sección del tubo de corriente
V	Velocidad
P	Presión
TDH	Altura dinámica total
NPSH	Cabezal neto de succión positivo
NPSHA	Cabezal neto de succión disponible
NPSHR	Cabezal neto de succión requerido
cm.	Centímetros
Gal.	Galones
GPH	Galones por hora
GPM	Galones por minuto
LPH	Litros por hora
m.	Metros
mm.	Milímetros
°C	Grados Celcius
°F	Grados Fahrenheit
PSI	Pound Square inches (Libras sobre pulgada cuadrada)
<i>lb/pulg²</i>	
CO₂	Dióxido de carbono.

“DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PREDICTIVO Y CORRECTIVO DEL SISTEMA HIDRÁULICO CONTRA INCENDIO BASADO EN NFPA 25 DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL”

RESUMEN

El propósito de esta tesis es poder diseñar un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema hidráulico contra incendio basado en NFPA 25 para la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil debido a su imperiosa necesidad de garantizar el correcto funcionamiento de este sistema el cual protege a sus ocupantes así como también su infraestructura. Los pilares de este programa se basan en modelos y requerimientos nacionales e internacionales los cuales nos proporcionan estándares y tablas comparativas que son las guías para nuestro proyecto. Se realizó un levantamiento de información sobre los equipos, estructuras, presión y caudales de trabajo, capacidades de succión y descarga, curvas de trabajo de bombas y diseños de construcción. Con esta información pudimos armar nuestros modelos de mantenimientos y sus frecuencias basados en datos reales así como también se pudo analizar y verificar las tablas que corresponden a cada sección del sistema hidráulico contra incendio.

Realizada la selección y distribución de las tablas y programas a utilizar se elaboró el presupuesto de inversión para el presente proyecto el cual tiene un costo total de \$3.075,12, con un costo de operación mensual de \$256.26, lo que representa una inversión razonable con un bajo costo de operación, sabiendo que precautelar la vida de los usuarios e infraestructura de la Universidad Politécnica Salesiana es nuestro primer objetivo, sería una inversión factible dado el nivel de seguridad que adquirimos con este proyecto.

PALABRAS CLAVE: Diseño, Programa, Tablas, Mantenimiento

**“DESIGNING OF A PROGRAM OF PREVENTIVE , PREDICTIVE AND
CORRECTIVE MAINTENANCE FOR FIRE HYDRAULIC SYSTEM BASED
ON NFPA 25 FOR SALESIAN POLYTECHNIC UNIVERSITY OFFICE
GUAYAQUIL”**

Abstract

The purpose of this thesis is to design a program of preventive, predictive and corrective maintenance for fire hydraulic system based on NFPA 25 for the Salesian Polytechnic University Office Guayaquil due to its urgent need to ensure the proper functioning of this system which protects occupants as well as infrastructure. The pillars of this program are based on models and national and international requirements which provide us standards and comparative charts that are the guidelines for our project. Gathering information on the equipment, structures, working pressure and flow, suction and discharge capacities, working curves of pumps and construction designs was performed. With this information we could build our models of maintenance and frequency based on real data and could also analyze and verify the charts that correspond to each section of the fire hydraulic system. Made the selection and distribution of charts and programs to use, the investment budget for this project which has a total cost of \$ 3,075.12, and a cost of \$ 256.26 monthly operation was developed, which represents a reasonable investment with a low cost of operation, knowing that safeguard the lives of users and infrastructure of Salesian Polytechnic University Office Guayaquil it is our first goal, would be a feasible investment given the level of security we gain from this project

KEYWORDS : Design , Program, Tables , Maintenance

INTRODUCCIÓN

La protección contra incendios basada en agua actualmente se rige bajo estándares internacionales aplicables a todas sus variantes como son: sprinklers, bocatomas de agua, agua pulverizada y neblina, es por eso que este proyecto tiene como objetivo dejar diseñado un programa que aplique todos los procedimientos y referencias para un óptimo mantenimiento del sistema contra incendios. El agua sigue siendo el mejor sistema de combate de incendios por ser el más económico y efectivo en el momento de un flagelo con fuego ya que actúa por enfriamiento y de manera muy rápida. Todos los sistemas contra incendios se realizan basados en cálculos hidráulicos y mecanismos de propulsión de agua a diferentes presiones, para esto se utilizan motores, bombas, cañerías, etc. Estos mecanismos necesitan un correcto mantenimiento para poder garantizar su adecuado funcionamiento en el momento de una emergencia y tener la certeza que no se pone en riesgo a los usuarios y a la propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

Uno de los estándares que se utilizan para dar referencias en el mantenimiento de los sistemas contra incendio basados es la NFPA 25 (National Fire Protection Association) la cual nos entrega un conjunto de procedimientos, tablas de comparación, tiempos de respuesta, frecuencias de mantenimientos específicos, curvas de trabajo, etc. Esta normativa es la que usaremos para tener como base en nuestro programa de mantenimiento ya que la Oficina Técnica de Prevención de Incendios de Guayaquil la utiliza para evaluar dichos sistemas.

Este proyecto consta de cinco capítulos los cuales son concatenados en totalidad y se distribuyen en el orden de aplicación.

En el capítulo I se evalúa la problemática y análisis del proyecto así como la necesidad de su aplicación para la obtención de este programa de mantenimiento del sistema contra incendios basado en agua.

En el capítulo II se describe la fundamentación teórica, en la que se presenta los conceptos, procedimientos, tablas y registros que se utilizarán para elaborar un programa de mantenimiento que cumpla con los requisitos técnicos legales nombrados en este capítulo y que rigen en nuestro país e internacionalmente.

En el capítulo III se realiza el análisis metodológico bajo el cual se estudia este proyecto, tipo de investigación, impacto y evaluación del usuario, levantamiento de información y manejo de información estadística.

En el capítulo IV se realiza el diseño del programa utilizando la información obtenida en los capítulos anteriores, seleccionando el tipo de mantenimiento aplicable a este proyecto y evaluando los diferentes equipos que se utilizan en el sistema contra incendios basado en agua como son Bombas, Reservorios, Mandos Eléctricos, Cañerías, Bocatomas, Etc.

En el Capítulo V se describe el análisis financiero del proyecto basados en costos iniciales y de operación normal del sistema contra incendios.

Para finalizar se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, linkografías y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes.

La Universidad Politécnica Salesiana es una institución de educación superior con gran prestigio en el Ecuador con capacidad académica e investigativa que contribuyan al desarrollo sostenible local y nacional. Alberga a más de 800 usuarios entre estudiantes, personal administrativo, docentes y personal de servicio, la sede Guayaquil inicia sus actividades en el año 1998 abriendo así las puertas a una nueva opción en educación superior en esta ciudad.

La creación de nuevos edificios también significó la instalación de sistemas de protección contra incendios y se optó por utilizar el agua como agente extintor, estos sistemas se instalaron en cada uno de los bloques que corresponde a la Sede Guayaquil basados en cálculos hidráulicos y selección de equipos. La Ley de Defensa Contra Incendios que rige en el Ecuador exige la colocación de Sistemas Contra Incendios en edificaciones que posean más de 3 niveles incluyendo algún sótano o garaje subterráneo y este es el caso de nuestro proyecto.

Pero sólo dejar instalado no el sistema no es suficiente, son necesarios varios mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos que aseguren el óptimo funcionamiento del mismo. La NFPA 25 dedica este capítulo al Mantenimiento, Prueba e Inspección de Sistemas Contra Incendios Basados en Agua, así como las frecuencias, tablas, recomendaciones, administración

y procedimiento que deben aplicarse para mantener este sistema en un correcto funcionamiento.

Es necesario recalcar que la NFPA no CERTIFICA ningún sistema contra incendio, sólo emite recomendaciones y normativas que regulan dichos sistemas, la única certificación que emite la NFPA es la 1041 acerca del Instructor Contra Incendios la cual tienes Niveles I, II y III. Es por eso que Oficina Técnica de Prevención de Incendios adscrita al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil la toma como referencia para evaluar y aceptar un sistema contra incendios ya sea basado en agua o cualquier otro agente extintor.

El mantenimiento de un sistema contra incendios implica analizar el tipo de sistema que se construido, conocer sus características y evaluar su rendimiento, para esto la NFPA ha dedicado mucha investigación en conocer el comportamiento del agua bajo ciertas condiciones y con la utilización de equipos específicos logrando así analizar datos como presión del agua, caudal, curvas de bombas, tablas de frecuencias y demás. Al tratarse de un tema especializado surge la necesidad de tener un Programa de Mantenimiento de dicho sistema que garantice su correcto funcionamiento y aplicabilidad.

1.2. Justificación.

La Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil alberga una gran cantidad de estudiantes, personal docente, administrativo y de servicio así como laboratorios de enseñanza de distintas especialidades, lo cual obliga a precautelar principalmente la vida de estas personas así como la infraestructura que maneja. Uno de los medios que utiliza la universidad para mantener este ambiente seguro de trabajo y enseñanza es su Sistema

Hidráulico Contra Incendio, el cual necesita de un Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo que garantice que se encuentra en perfectas condiciones para su uso en caso de alguna emergencia.

A pesar de las buenas condiciones que se mantiene en las instalaciones universitarias, esto no la exime de una emergencia como lo sería un incendio de pequeñas, medianas o grandes magnitudes ya que su mobiliario material de trabajo e instalaciones son de material altamente inflamable, por eso es necesario que se analice minuciosamente su correcto funcionamiento ya que si no estuviera en óptimas condiciones pudiera causar que un conato controlable se convierta en un incendio con posibilidad de desgracias fatales.

Los mecanismos hidráulicos, motores, válvulas, tuberías y demás accesorios poseen un control de mantenimiento estricto basado en tablas con tiempos de respuesta tanto mecánicas como hidráulicas por este motivo utilizaremos la NFPA 25 como manual y normativa de referencia para desarrollar este programa. Actualmente en el Ecuador no se tiene una norma o ficha técnica que regule el mantenimiento de este tipo de sistemas de protección y se utiliza la NFPA como referente.

No contar con un programa de mantenimiento para el sistema contra incendios eleva el riesgo e impacto que podría tener un incidente con fuego dentro de las instalaciones. Mantener en buenas y óptimas condiciones el sistema garantiza de mecanismos y recursos para enfrentar una emergencia. Las pérdidas que podría causar un incendio de grandes proporciones dentro de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil son incalculables debido a su gran afluencia de personas y costosa infraestructura que se utiliza en el ámbito académico, un solo herido o, en peores circunstancias, una fatalidad provocada por un incendio sería una situación catastrófica para la universidad pues las pérdidas humanas son irreparables Las constantes

actividades diarias, el uso de electricidad, laboratorios y computadores, material combustible como mobiliarios, artículos de oficina, papeles, mantienen siempre el riesgo de incendio dentro de la universidad, incluso un evento antrópico o causado por el hombre como podría ser un atentado a las instalaciones.

EL proyecto de desarrollo de este programa no evaluará si el Sistema Contra Incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil está bajo normativa de diseño o no, la NFPA 25 es específica en definir los parámetros, condiciones de prueba, estándares, y frecuencias en sus mantenimientos, pruebas e inspecciones no confronta al usuario en temas de diseño pues esa fase se la regula en otras guías y capítulos de la NFPA.

1.3. Delimitación.

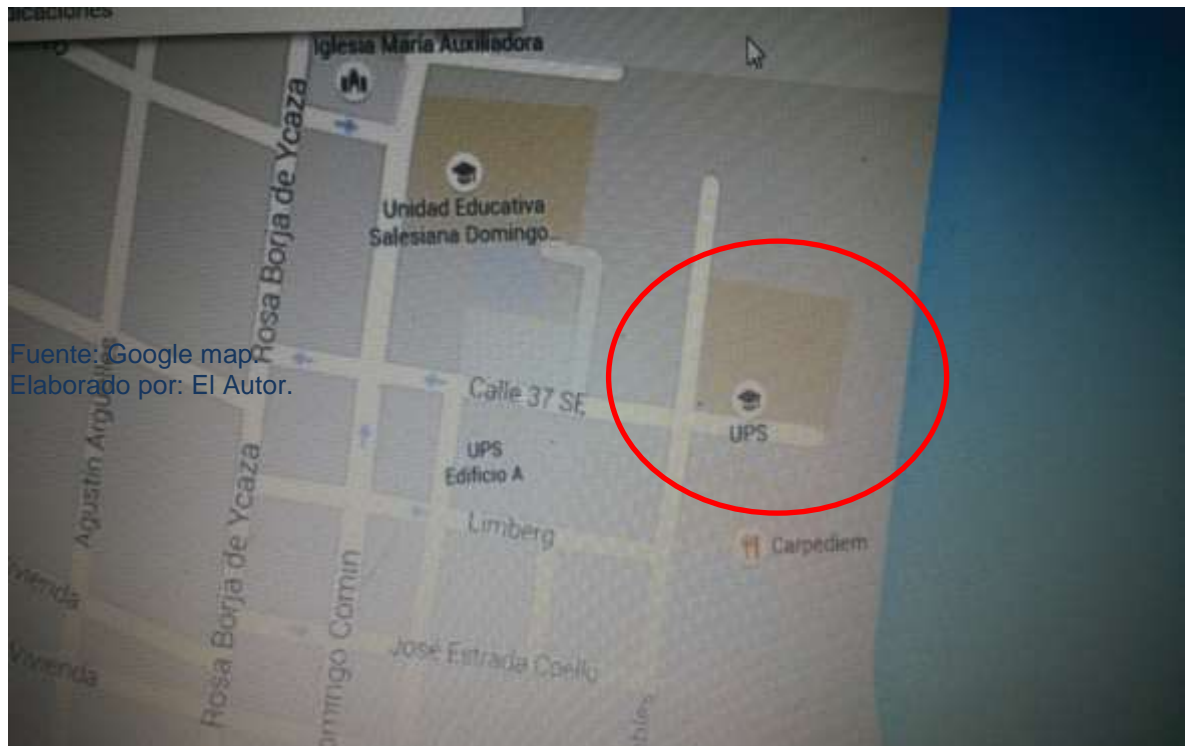
La delimitación del proyecto hace referencia a los siguientes aspectos:

- **Campo:** Diseño de un programa de mantenimiento.
- **Área:** Técnica.
- **Aspectos:** Estudio de cargas hidráulicas, equipos de bombero, presiones de trabajo y residuales, procedimientos y frecuencias.

Tema: Diseño de un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema hidráulico contra incendio basado en NFPA 25 de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

- **Delimitación geográfica:** Provincia del Guayas, Cantón Guayaquil, Parroquia Letamendi, Chambers 207 y 5 de Junio.
- **Delimitación espacial:** Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil en inclusión de todos sus bloques.
- **Delimitación temporal:** Noviembre del 2014 a Julio del 2015

Figura 1. Croquis



Fuente: Google maps
Elaborado por: El Autor.

Fuente: Google Maps

Elaborado por: Autor

1.4. Problema de Investigación.

La Universidad Politécnica Salesiana al ser una organización que alberga a gran número de estudiantes y demás personal en sus distintos horarios de trabajo administrativo y académico siempre mantiene un riesgo de afectación por causa de un incendio dentro de sus instalaciones ya sea a las personas y/o a su infraestructura educativa y administrativa. Los riesgos de seguridad y salud laboral no se pueden eliminar, sólo pueden ser minimizar y controlar, evitar o estar en la capacidad de controlar un incendio puede salvar la vida de quienes laboran y estudian dentro de estas instalaciones, así como

también minimizar las pérdidas económicas que podría causar un evento emergente de incendio.

El mantenimiento de un sistema contra incendio implica manejar estándares, frecuencias de tiempos, stock de repuestos críticos así como seguir un conjunto de normativas que aseguran el correcto funcionamiento del mismo, la universidad dispone de un departamento de mantenimiento interno pero no éste no desarrolla trabajos al sistema contra incendios ya que no es su especialidad ni disponen de un manual para su guía. Este proyecto busca diseñar un programa de mantenimiento que sea acorde a su construcción y a los equipos que posee así como también a la eficiencia de su aplicabilidad en caso de una emergencia.

La legislación ecuatoriana actual exige tener un Manual de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo del sistema contra incendios ya que sin esta guía no se podría tener certeza de su óptimo funcionamiento, actualmente sólo se realiza mantenimiento correctivo del sistema basado en inspecciones visuales y pruebas de campo periódicas pero de forma empírica y sin base en una normativa que avale los procedimientos y estados de la inspección.

1.4.1. Enunciado del problema.

La falta de un manual de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil incrementa significativamente el riesgo de no poseer un óptimo funcionamiento del mismo, elevando su déficit de respuesta efectiva ante una emergencia de incendio.

1.4.2. Formulación del problema.

¿La falta de un manual de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo eleva significativamente el riesgo de una ineficiencia en la respuesta a una emergencia de incendio en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil?

1.4.3. Evaluación del problema.

Delimitado: Porque se analiza el problema referente al diseño de un manual de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendio de la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas.

Claro: El proyecto que se realizará es el diseño del manual de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, debido a que representa un incumplimiento legal y eleva el riesgo de ineficiencia al momento de una respuesta emergencia en caso de incendio.

Evidente: El problema correspondiente a la inexistencia del manual de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil se evidencia en la falta de registros de inspecciones adecuadas y el incumplimiento legal actual al no disponer de dicho manual.

Relevante: El proyecto es relevante porque pretende diseñar un manual de mantenimiento eficiente acorde a las normativas actuales nacionales e internacionales logrando así mantener un al mínimo el riesgo de una

respuesta inadecuada frente a una emergencia de incendio dentro de las instalaciones de la universidad.

Original: El enfoque del proyecto es novedoso, debido a que no se ha realizado un estudio sobre el diseño de un manual de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil y sus diferentes bloques.

Contextual: El problema correspondiente debido a la inexistencia de un manual de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, pertenece al contexto de la Ingeniería Industrial. Además, la problemática investigada se ha realizado en un Centro de Educación Superior que está atravesando un proceso de expansión y readecuación de las áreas de trabajo, donde es requerido un sistema de protección contra incendios.

Factible: El problema correspondiente a la inexistencia de un manual de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, puede resolverse con la aplicación de las herramientas de Ingeniería que promuevan un sistemático conjunto de procedimientos y operaciones de mantenimiento, cuyas inversiones serán menores al tiempo de 3 meses de evaluación y análisis del sistema actual.

Variables: La variable identificada en el proyecto se refiere al desarrollo de procedimientos que es el diseño del sistema de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendios, que enmarca una serie de actividades las cuales pertenecen al estudio de ingeniería de métodos, mecánica de fluidos y Elementos de Máquinas las cuales suma a la cadena de valor, con resultados medibles en los registros de la institución.

1.5. Objetivos de la Investigación.

Los objetivos del proyecto se presentan en los siguientes sub-numerales.

1.5.1. Objetivo General.

Diseñar un Manual de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo del Sistema Contra Incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Identificar y levantar la información de los equipos y accesorios instalados en el sistema contra incendios.
- Identificar y desarrollar los procedimientos necesarios para el mantenimiento prueba e inspección del sistema contra incendio.
- Evaluar y seleccionar las tablas de comparación necesarias para los respectivos registros internos de mantenimientos.
- Elaborar y establecer los estándares de funcionamiento del sistema bajo todas sus condiciones y características.

1.6. Beneficiarios.

Con esta propuesta de proyecto se busca beneficiar a todas las personas que concurren a las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil (personal docente, administrativo, de servicio y estudiantes) así como salvaguardar los bienes e infraestructura de la institución al enfrentar una emergencia de incendio y poder utilizar todos sus recursos incluyendo el sistema hidráulico contra incendios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

Revisando la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana, no se pudo encontrar una tesis correspondiente al Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo de un Sistema Contra Incendios.

Realizando la búsqueda en otras bibliotecas de otras universidades del país y en la web, se pueden encontrar tesis anteriores sobre Diseño de Sistemas Contra Incendio de Instituciones Educativas y Mantenimiento General de los Sistemas.

La diferencia de los proyectos radica en las necesidades específicas de cada institución, además que las diferencia de las anteriores propuestas radica en que no se pretende “Diseñar” un sistema contra incendio sino su Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo, y de manera más específica basado en NFPA 25.

Debido a la naturaleza del proyecto el autor realiza una capacitación de la Norma NFPA 25 sobre Mantenimiento, Prueba e Inspección de Sistemas Contra Incendio a base de agua dictado por la compañía Criterio Capacitación en Buenos Aires, Argentina, en Julio del 2014.

2.2. Fundamentación legal.

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador.

Principios Fundamentales.

Art. 3. Numeral 7.- Es Estado establece como deber primordial proteger el patrimonio natural, laboral y cultural del país.

Código de Trabajo del Ecuador

Art. 38.- Riesgos provenientes del trabajo.- Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

Art. 42.- Obligaciones del empleador.- Son obligaciones del empleador:

1. Pagar las cantidades que correspondan al trabajador, en los términos del contrato y de acuerdo con las disposiciones de este Código;
2. Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad

Ley de Defensa Contra Incendio del Ecuador

Capítulo III

DE LAS CONTRAVENCIONES

Art. 23.- Para los fines de esta Ley se considera también contravención además de las establecidas en el Código Penal, todo acto arbitrario, doloso o culposo, atentatorio a la protección de las personas y de los bienes en los casos de desastre provenientes de incendio.

Art. 24.- Para efectos de procedimiento e imposición de penas, las contravenciones previstas en el artículo siguiente se asimilarán a las de tercera clase, y las contravenciones previstas en el Art. 26, a las de cuarta clase del Código Penal.

Art. 25.- (Reformado por Art. 6 de la Ley 160, R.O. 984, 22-VII-1992).- Serán reprimidos con multa de uno a dos salarios mínimos vitales y con prisión de seis a quince días, o con una de estas penas solamente:

1. Quienes hicieren instalaciones eléctricas, o construyeren destilerías, panaderías, fábricas y más establecimientos, o colocaren chimeneas, estufas u hornos con infracción de los reglamentos, o dejaren de limpiarlos o cuidarlos, con peligro de incendio;
2. Quienes, fuera de los casos permitidos por las ordenanzas municipales, ocuparen con fogones las aceras o los portales;

3. Quienes hicieren volar globos con sustancias inflamables, o quemaren fuegos artificiales sin permiso del Cuerpo de Bomberos respectivo;
4. Quienes, en las calles y plazas, reventaren petardos o cohetes, o hicieren fogatas, sin permiso de la policía;
5. Quienes infringieren los reglamentos y disposiciones de la autoridad sobre tenencia de materiales inflamables o corrosivos;
6. Quienes infringieren los reglamentos relativos a la elaboración de cohetes y otros artefactos explosivos; y,
7. Quienes mantuvieren instalaciones defectuosas de gas, con peligro de incendios o de explosiones.

Art. 26.- (Reformado por Art. 7 de la Ley 160, R.O. 984, 22-VII-1992).- Serán reprimidos con multa de dos a tres salarios mínimos vitales y prisión de dieciséis a treinta días, o con una de estas penas solamente:

1. Quienes estacionaren un vehículo frente a los hidrantes hasta una distancia de tres metros, o hasta dos cuadras del sitio amagado;
2. Quienes ataren animales en los postes para corriente eléctrica;
3. Quienes cerraren las puertas de los teatros y más lugares públicos, mientras haya concurrencia en ellos;

4. Quienes causaren daños o perjuicios en las instalaciones u obras destinadas a la provisión de energía eléctrica;
5. Los conductores de vehículos de servicio público que no portaren apropiados extinguidores de incendios;
6. Los dueños, empresarios o administradores de teatros; coliseos, salas de cine, fábricas, hospitales, hoteles, museos, templos, establecimientos educacionales y otros locales de concentración pública, que no tuvieran debidamente instalados servicios estacionarios para defensa contra incendios;
7. Los dueños o los empresarios de espectáculos que funcionen sin el correspondiente permiso de la Jefatura de Bomberos;
8. Los que se opusieren a las inspecciones ordenadas por el Cuerpo de Bomberos en su morada o en inmuebles de su propiedad o tenencia;
9. Quienes, al efectuar recarga de extinguidores o mantenimiento de equipos contra incendios, realizaren actos dolosos que los vuelvan ineficaces;
10. Quienes hicieren llamadas telefónicas falsas de auxilio contra incendios;
11. Quienes utilicen en vehículos sirenas de alarma contra incendios, sin estar autorizados para ello;

12. Quienes arbitrariamente penetren en los predios auxiliados por el Cuerpo de Bomberos;
13. Quienes no obedecieren las órdenes y obstaren deliberadamente la labor de los bomberos en caso de flagelo;
14. Los propietarios de edificios de más de cuatro pisos que no instalaren tanques de reserva de agua de diez mil litros de capacidad, por lo menos y servicios estacionarios para defensa contra incendios en cada piso;
15. Quienes transportaren combustibles sin las debidas seguridades contra incendios; y,
16. Quienes, en el perímetro urbano, dejaren abandonados vehículos de transporte de combustibles cargados de este elemento, aunque tuvieren las seguridades que para el transporte se requieren.

Art. 35.- (Sustituido por el Art. 3 de la Ley 2003-6, R.O. 99, 9-VI-2003).- Los primeros jefes de los cuerpos de bomberos del país, concederán permisos anuales, cobrarán tasas de servicios, ordenarán con los debidos fundamentos, clausuras de edificios, locales e inmuebles en general y, adoptarán todas las medidas necesarias para prevenir flagelos, dentro de su respectiva jurisdicción, conforme a lo previsto en esta Ley y en su Reglamento.

Los funcionarios municipales, los intendentes, los comisarios nacionales, las autoridades de salud y cualquier otro funcionario competente, dentro de su respectiva jurisdicción, previamente a otorgar las patentes municipales,

permisos de construcción y los permisos de funcionamiento, exigirán que el propietario o beneficiario presente el respectivo permiso legalmente otorgado por el cuerpo de bomberos correspondiente.

Capítulo VI

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 44.- En los planteles de educación se enseñarán y difundirán los principios y prácticas elementales de prevención de incendios y siniestros similares, las formas de dar alarma y las maneras de combatir amagos de incendio y otros siniestros.

Art. 45.- Las municipalidades aprobarán los planos que se presentaren a su consideración, solamente una vez comprobado el cumplimiento de los requisitos que se contemplan en las ordenanzas y reglamentos correspondientes, en cuanto se refiere a instalaciones eléctricas.

Art. 53.- Las municipalidades no podrán aprobar los planos de establecimientos industriales, fabriles, de concentración de público y de edificaciones de más de cuatro pisos, sin haber obtenido previamente el visto bueno del Primer Jefe del Cuerpo de Bomberos de la respectiva localidad en cuanto a prevención y seguridad contra incendios. Si una vez concluida la edificación, ésta no guardare conformidad con los planos aprobados en cuanto a prevención y seguridad contra incendios, el nombrado Jefe del Cuerpo de Bomberos exigirá el inmediato cumplimiento de las medidas preventivas, previamente a la ocupación de tal edificación.

Reglamento para el Sistema de Auditoría de Riesgos del Trabajo del IESS SART

Art. 3.- PLANIFICACIÓN TRIMESTRAL.- El responsable de la Unidad de Riesgos del Trabajo planteará una planificación trimestral previa y asignará las empresas que mensualmente serán auditadas, a cada auditor asignado al proceso de auditoría, considerando su experticia. Se asignarán las empresas a auditarse a cada auditor ó empresa auditora, mensualmente, mediante el siguiente proceso:

3.1. El responsable de la UPRT en base a lo establecido elaborará en los primeros cinco días de cada mes, un listado de las empresas u organizaciones de su jurisdicción de manera estratificada por el CIIU, que serán auditadas considerando la capacidad operativa de la Unidad, clasificadas por:

- a. Nivel de riesgo: Alto, moderado y bajo;
- b. Tipo de actividades;
- c. Clase de productos utilizados;
- d. Número de trabajadores;
- e. Organizaciones que solicitan auditoría; y,
- f. Empresas con siniestros laborales de dominio
- g. La base de datos de las empresas deberá contener datos generales de la empresa para su adecuada identificación.

Art. 7.- EVALUACIÓN DE LA AUDITORÍA DOCUMENTAL Y DE CAMPO.-

El auditor del SGRT procederá a evaluar el desempeño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo de la empresa, recabando las evidencias del cumplimiento de la normativa y regulaciones relativas a la prevención de riesgos laborales, para lo cual verificará la implementación de

los requisitos técnico legales, aplicables a la empresa auditada, de conformidad con lo señalado en el artículo 9 del Reglamento del SART.

7.1.5. Verificación / auditoría interna del cumplimiento de estándares e índices de eficacia del plan de gestión: cada literal (a, b, c) del numeral 1.5, del artículo N°9 del Reglamento del SART, deberá ser evaluado (auditoría documental, auditoría de comprobación o campo y realización de entrevistas a los trabajadores involucrados en el proceso valorado), en base a las evidencias objetivas. Caso de cumplimiento se le asigna un valor de 1/3; caso de no cumplimiento se le asigna un valor de 0.

7.1.6. Control de las desviaciones del plan de gestión: cada literal (a, b, c) del numeral 1.6, del artículo N°9 del Reglamento del SART, deberá ser evaluado (auditoría documental, auditoría de comprobación o campo y realización de entrevistas a los trabajadores involucrados en el proceso valorado), en base a las evidencias objetivas. Caso de cumplimiento se le asigna un valor de 1/3; caso de no cumplimiento se le asigna un valor de 0.

7.4. PROCEDIMIENTOS Y PROGRAMAS OPERATIVOS BÁSICOS

7.4.3. Planes de emergencia en respuesta a factores de riesgo de accidentes graves: cada literal (a, b, c, d, e, f) del numeral 4.3. del artículo N°9 del Reglamento del SART deberá ser evaluado (auditoría documental, auditoría de comprobación o campo y realización de entrevistas a los trabajadores involucrados en el proceso valorado), en base a las evidencias objetivas. Caso de cumplimiento se le asigna un valor de 1/6; caso de no cumplimiento se le asigna un valor de 0.

Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo

Art. 15.- DE LA UNIDAD DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO.
(Reformado por el Art. 9 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88)

PREVENCIÓN DE INCENDIOS.- NORMAS GENERALES

Art. 143. EMPLAZAMIENTOS DE LOS LOCALES.

Capítulo III

INSTALACIÓN DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Art. 155. Se consideran instalaciones de extinción las siguientes: bocas de incendio, hidrantes de incendios, columna seca, extintores y sistemas fijos de extinción.

Art. 156. BOCAS DE INCENDIO.- Estarán provistos de los elementos indispensables para un accionamiento efectivo, de acuerdo a las normas internacionales de fabricación.

La separación máxima entre dos bocas de incendio equipadas será de 50 metros.

1. Red de agua: Será de acero, de uso exclusivo para instalaciones de protección contra incendios y protegida contra acciones mecánicas en los puntos en que se considere necesario.
2. Fuente de abastecimiento de agua. Siempre existirá un depósito adicional con capacidad suficiente y equipos de bombeo adecuados, abastecido por dos fuentes de suministro, en previsión de desabastecimiento de la red pública de agua. Los equipos eléctricos

de bombeo contarán igualmente con dos fuentes de abastecimiento de energía, con conmutador de acción automática.

Art. 157. HIDRANTES DE INCENDIOS.- Se conectarán a la red mediante una conducción independiente para cada hidrante. Dispondrán de válvulas de cierre de tipo compuesto o bola. Estarán situados en lugares fácilmente accesibles y debidamente señalizados.

Art. 158. COLUMNA SECA.- Será recomendable la instalación de columnas secas formadas por una conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio se dirige por la caja de la escalera y está provista de bocas de salida en cada piso y toma de alimentación en la fachada para conexión a un tanque con equipo de bombeo que es el que proporciona a la conducción la presión y el caudal de agua necesarios. La tubería será de acero.

2.3 Fundamentación Teórica

2.4 Definición de Fuego

El fuego es una reacción de combustión que se caracteriza por la emisión de calor acompañada de humo, de llamas o de ambos.

Al ser la combustión una oxidación, habrán de intervenir, para que ésta se produzca, un material que se oxide, al que llamaremos COMBUSTIBLE, y un elemento oxidante, que llamaremos COMBURENTE. Para que la reacción de oxidación comience, habrá que disponer, además, de una cierta cantidad de energía, que llamaremos ENERGIA DE ACTIVACION (habitualmente CALOR).

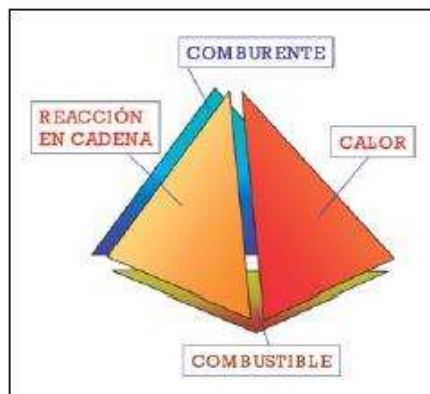
Triangulo del fuego

El fuego no puede existir sin la conjunción simultánea del Combustible (material que arde), comburente (oxígeno del aire) y de la energía de activación (chispas mecánicas, soldaduras, fallos eléctricos, etc.).

Si falta alguno de estos elementos, la combustión no es posible. A cada uno de estos elementos se los representa como lados de un triángulo, llamado **TRIANGULO DEL FUEGO**, que es la representación de una combustión sin llama o incandescente.

Existe otro factor, "**reacción en cadena**", que interviene de manera decisiva en el incendio. Si se interrumpe la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible, no será posible la continuación del incendio, por lo que ampliando el concepto de Triángulo del Fuego a otro similar con cuatro factores obtendremos el **TETRAEDRO DEL FUEGO**, que representa una combustión con llama.

Figura 2. Tetraedro de Fuego



Fuente: Manual Contra Fuego Atlas Corp. 2012

Autor: Atlas Corp.

Combustible.- Sustancia que en presencia de oxígeno y aportándole una cierta energía, es capaz de arder, los combustibles pueden clasificarse, según su naturaleza:

- Sólidos: Carbón mineral, madera, papel, textiles, etc.
- Líquidos: Gasolina, alcohol, diesel, etc.
- Gaseoso: Gas natural, propano, butano, hidrogeno, metano, etc.

Oxígeno.- Normalmente el fuego requiere un 16% de oxígeno y un máximo de 21%, en las mezclas inferiores el fuego entra en un estado latente que se extinguirá por la falta de oxígeno.

Calor.- Es la mínima temperatura a que una sustancia (sólida o líquida) debe ser calentada a fin de iniciar una combustión que se sostenga por sí misma independientemente de fuentes externas de calor.

Reacción en cadena.- Esta es una reacción autosuficiente que produce energía o productos que pueden causar reacciones ulteriores de la misma clase.

2.4.1 Clasificación del Fuego

Se han clasificado los fuegos, en cuatro tipos de acuerdo a los elementos extintores necesarios para combatir cada uno de ellos.

Clase A.- Fuegos de materiales combustibles sólidos comunes, tales como: madera, papel, textiles, cauchos y termoestables (plásticos que no se deforman por la acción de la temperatura, como resultado se obtiene un material muy duro y rígido que no se reblandece con el calor por lo cual no se puede reprocesar, ejemplo: poliéster, poliuretano).

Su principal agente extintor es el agua.

Clase B.- Fuegos de líquidos inflamables y/o combustibles, gases, y plásticos termoplásticos (plásticos que se deforman por la acción de la temperatura y se puede moldear repetidamente, ejemplo: PVC, Nylon).

Generalmente para su extinción se utilizan polvos secos comunes, polvos secos multiusos anhídrido carbónico, ESPUMA E HIDROCARBURO HALOGENADOS.

Clase C.- Esta categoría incluye los fuegos sobre instalaciones eléctricas, etc.,

Requieren de una sustancia extintora que no sea buena conductora de electricidad

Clase D.- Fuegos de metales relativos tales como Magnesio, Sodio, Potasio, Circonio, Titanio, etc.

Se puede extinguir con cloruro de sodio y grafito granulado.

2.4.2 Sistemas Contra Incendios y su Administración bajo NFPA 25

Los sistemas de protección contra incendios constituyen un conjunto de equipos y accesorios diversos integrados en la infraestructura de los edificios, actualmente, las características de estos sistemas están controlados por la Ley de Defensa Contra Incendio del Ecuador, características mecánicas e hidráulicas del sistema, Decreto Ejecutivo 333 del SART (IESS) y por el Decreto Ejecutivo 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud del Trabajo del IEES. La protección contra incendios se basa en dos tipos de medidas:

- Medidas de protección pasiva.
- Medidas de protección activa

Medidas de protección pasiva:

Estas medidas intentan de minimizar los efectos dañinos del incendio una vez que este se ha generado. Básicamente están dirigidas a limitar la distribución de llamas y humo a lo largo del edificio (confinarlo) y a permitir la evacuación ordenada y rápida del mismo

Algunos ejemplos de estas medidas son:

- Compuertas en conductos de aire.
- Recubrimiento de las estructuras (para maximizar el tiempo antes del colapso por la deformación por temperatura).
- Puertas cortafuegos.
- Características de las vías de evacuación.
- Señalética e iluminación de emergencia.
- Etc.

Medidas de protección activa:

Son medidas diseñadas para asegurar la óptima extinción de cualquier de incendio en el menor tiempo posible y evitar así la extensión en el edificio.

Dentro de esta sección se han de considerar dos tipos de medidas:

a) Medidas de detección de incendios, que suelen estar basadas en la detección de humos (iónicos u ópticos) o de aumento de temperatura.

b) Medidas de extinción de incendios, que pueden ser manuales o automáticos:

- Manuales: Extintores, Bocas de incendio equipadas (BIE), Hidrantes, Columna seca.

- Automáticos: Dotados de sistemas de varios productos para su extinción:
 1. Agua (Sprinklers, nebulización de agua, espumas, agua pulverizada).
 2. Gases (Halcones (actualmente en desuso por temas ambientales), dióxido de carbono).
 3. Polvo (Normal o polivalente).

Debemos incluir en las instalaciones las medidas de extinción de incendios manuales a base de agua como las bocas de incendio equipadas y los hidrantes y los sistemas automáticos dotados que utilizan agua para la extinción como los sprinklers, nebulización de agua o sistemas de agua pulverizada.

La estructura de los sistemas de riego, tanto para las instalaciones manuales como automáticas es muy parecida, cuentan con un sistema de abastecimiento de agua, que puede ser un depósito de almacenamiento de agua y un grupo de bombas (con alimentación eléctrica o mecánica) o bien una entrada directa de la red de suministro.

Según sus usos y dimensiones de los locales, hay unas exigencias reglamentarias específicas en cuanto a la obligatoriedad de mantener un volumen de agua almacenada para emergencias.

La NFPA (National Fire Protection Association).-Es una organización creada en Estados Unidos, encargada de crear y regular las normas específicas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal dedicado de la Seguridad y Salud. Sus estándares conocidos como National Fire Codes (Código Nacional de Incendios) recomiendan las prácticas más seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios.

Normas NFPA mas comunes

NFPA 10 - Extintores Portátiles

NFPA 13 - Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación

NFPA 20 - Instalación de bombas estacionarias contra incendios

NFPA 25 - Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua

NFPA 70 - Código Eléctrico Nacional (NEC)

NFPA 70B - Prácticas Recomendadas de Mantenimiento para Equipo Eléctrico

Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo

NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas

NFPA 77 - Seguridad con Electricidad Estática

NFPA 101 - Código de Seguridad Humana, el Fuego en Estructuras y Edificios

Clasificación del tipo de riesgo involucrado según la actividad realizada

Según norma NFPA 13, por el tipo de ocupación reconoce tres clases diferentes de actividades, la clasificación de las ocupaciones hace referencia únicamente a la instalación de rociadores y a su abastecimiento de agua. No deberá ser una clasificación general de los riesgos de ocupación.

Ocupaciones de Riesgo Leve.- Ocupaciones o parte 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.

Ejemplos: Apartamentos, iglesias, viviendas, hoteles, edificios públicos, edificios de oficinas, escuelas y otros similares.

Ocupaciones de riesgo ordinario.- Se subdivide en tres grupos, ya que cada uno requiere un suministro de agua para los rociadores ligeramente distintos.

En esta clase se incluyen los edificios comerciales, industriales y de fabricación normales.

Riesgo ordinario (Grupo 1): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 8 pies (2,4m), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

Algunos ejemplos son: Fábricas de conservas alimenticias, lavanderías, plantas eléctricas, etc.

Riesgo ordinario (Grupo 2): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es de moderada a alta, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 12 pies (3,7 m) de altura, y se esperan incendios con índices de liberación de calor moderados a altos.

Ejemplos son: Molinos de cereales, plantas textiles, imprentas, empresas de artes gráficas y fábricas de zapatos.

Riesgo ordinario (Grupo 3): En este grupo se enumera un número reducido de actividades en las que la cantidad o la combustibilidad del contenido es alta y los fuegos previsible pueden producir grandes cantidades de calor.

Ejemplos son: Molinos de harina, muelles y andenes, fábricas de obtención y procesos de papel, fabricación de neumáticos y almacenes (de papelería, de mobiliario, de pinturas, etc.).

Ocupaciones de riesgo extra.

Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy altas y hay presentes líquidos inflamables, polvos, pelusas y otros materiales.

Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy altas y hay presentes líquidos inflamables, polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios con un rápido desarrollo y elevados índices de liberación de calor con cantidades moderadas a considerables de líquidos inflamables o combustibles, o donde se reguarden cantidades importantes de productos combustibles.

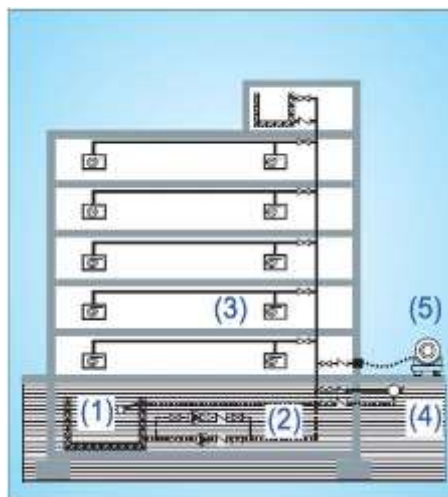
2.4.3 Tipos de sistemas Contra Incendio

Sistemas Manuales: Bocas de incendio equipadas (BIE) y los hidrantes

En la figura 3, se divisa un esquema de este tipo de instalaciones, donde se aprecia el depósito (1), el sistema de bombas (2) y la red de distribución de agua (3) dentro del edificio.

También se observa la conexión de los circuitos interiores al aporte directo de agua de los hidrantes públicos (4). Y una posible conexión a un camión cisterna, que pudiera suministrar en caso mayor necesidad de recursos (5)

Figura 3. Sistemas Manuales



Fuente: <http://www.revistaseguridadminera.com/emergencias/sistemas-de-agua-contra-incendios/>

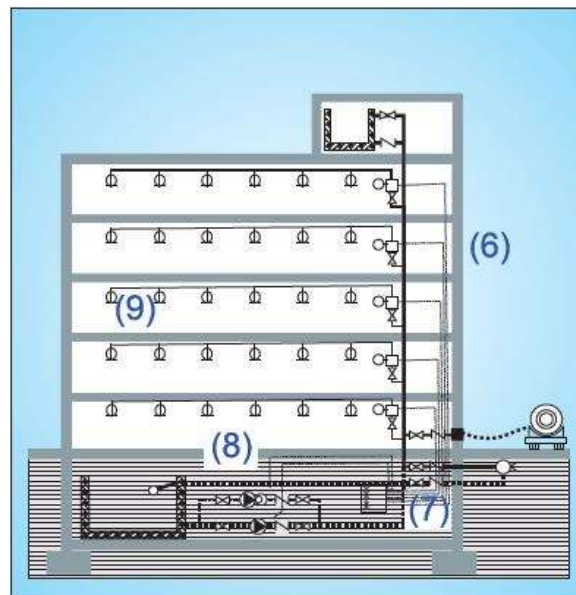
Autor: Revista de Seguridad Minera

Sistemas Automáticos: Sprinklers (rociadores), cortinas de agua o sistemas de agua pulverizada

En el caso de sistemas automáticos, la descripción de las instalaciones (figura 4) es similar al caso anterior de sistemas manuales, pero en este caso se incorpora un presostato (6), que envía una señal a una centralita (7) que activa las bombas,

(8) en caso necesario. Si se produce un incendio la salida de agua, se realiza por el elemento rociador final (9). En la imagen adjunta se observa una instalación de bombeo en un depósito de agua contra incendios

Figura 4. Sistemas Automáticos



Fuente: <http://www.revistaseguridadminera.com/emergencias/sistemas-de-agua-contra-incendios/>

Autor: Revista de Seguridad Minera.

2.4.4 Partes de un Sistema Contra Incendio

1. Sistema de Abastecimiento de Agua
2. Sistema de Bombeo de Agua
3. Sistema de Control de Presurización de Agua
4. Ductería de Diferente Diámetro para succión, transporte y descarga
5. Sistema de Dispersión de Agua y/o Agente Extintor
6. Controles Eléctricos y Mecánicos del Sistema Contra Incendio

2.4.5 Sistema de Bombeo

Las bombas contra incendios normalmente se instalan en un cuarto específico, aunque también pueden ser instaladas en salas de máquinas compartiendo el lugar con otros sistemas hidráulicos. Todo sistema de bombas se compone de una o dos bombas llamadas principales, más una segunda bomba, normalmente vertical, denominada Jockey. La tarea de esta última bomba es la de arrancar su accionamiento para restaurar la presión en el sistema, ya sea por fugas o cambios de presión en el sistema. Las bombas principales son las que funcionarán en caso de incendio. Hay varias configuraciones para dichas bombas aunque la más común es la de una bomba principal y otra de reserva en caso de que la primera. Aunque la norma no exige siempre esta configuración, y puede permitir una sola bomba principal. En este caso debe instalarse una bomba diesel o una eléctrica con alimentación doble: doble acometida eléctrica, de líneas diferentes, o a la red del grupo electrógeno de la instalación, de modo que se garantice el suministro eléctrico.

Las bombas contra incendios, excepto la bomba Jockey, se caracterizan por el hecho de que una vez que han arrancado ya no se detienen mediante un presostato o protección térmica en su cajetín eléctrico. Esta cualidad se debe

a que en caso de incendio se requiere que exista agua y presión en cualquier punto que pueda ser necesario. Por ello las bombas tienen que funcionar a cualquier requerimiento y no deben parar hasta que se haya controlado el conato, momento a partir del cual el personal adecuado de la edificación hará la maniobra en el propio cuarto de la bomba.

Para operación de dos o más bombas en paralelo la curva de trabajo combinada se la obtiene sumando horizontalmente las capacidades (Q) al mismo cabezal de descarga (H).

Para operación de dos o más bombas en serie la curva de trabajo combinada se la obtiene sumando verticalmente los cabezales de descarga (H) a la misma capacidad (Q).

2.4.6 Definiciones Hidráulicas Básicas

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

$$P = \frac{\text{Peso en Kilogramos}}{\text{Superficie en cm}^2}$$

Se llama Presión Hidrostática a la presión que se ejerce en un punto cualquiera de un líquido por el 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 (S) por la velocidad del fluido en la misma (V), (Q = S x V). Se mide en metros cúbicos por minutos u horas o en litros por segundo, minuto u hora.

Pérdidas por fricción.- La resistencia a fluir cuando un líquido está en movimiento a través de una tubería o ducto resulta en una pérdida de cabezal o presión que conocemos como fricción.

La resistencia a fluir se debe a la viscosidad del líquido y turbulencia que ocurre a lo largo de las paredes de la tubería debido a la rugosidad de la misma.

La cantidad de pérdidas de presión para un sistema dado depende de las características del líquido, tales como viscosidad, tamaño y diámetro de tubería, superficie interior de la tubería (rugosidad), y longitud de recorrido.

Darcy-Weisbach.- La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación muy usada en hidráulica. Permite el cálculo de la pérdida de carga debida a la fricción dentro una tubería.

La ecuación fue una variante de la ecuación de Prony, realizada por el francés Henry Darcy. En 1845 fue afinada por Julius Weisbach, de Sajonia, hasta como se la conoce actualmente:

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

Donde:

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

El factor de fricción f es a dimensional y varía de acuerdo a las medidas de la tubería y del flujo.

Las características de un fluido están determinadas por el Número de Reynolds.

$$R = \left(\frac{VD}{\nu} \right)$$

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

Para flujo laminar el factor de fricción se calcula por la ecuación:

$$f = \frac{64}{R}$$

Para flujo turbulento el factor de fricción se calcula por la ecuación:
(Colebrook)

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

ε = Rugosidad Absoluta

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 poder que el líquido fluya de forma total en el sistema.

La resistencia al flujo del líquido se conoce como Altura Dinámica Total del sistema (TDH).

La altura dinámica total es la sumatoria de dos partes:

Altura Estática + Altura Dinámica = Altura Dinámica Total

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

Altura estática.- indica la resistencia del sistema antes de que el fluido pase a movimiento.

Los principales componentes de la altura estática son las diferencias de elevación entre:

- La superficie del líquido al punto de succión
- La superficie de líquido al punto de descarga.
- La altura estática cuenta con el diferencial de presión entre el punto de succión y el punto de descarga.
- La altura estática no varía con la capacidad

Altura dinámica.- Indica la resistencia del sistema mientras el fluido bombeado ese encuentra en movimiento. Perdidas de altura dinámica, aparecen cuando el líquido comienza a fluir a través del sistema de bombeo.

Estas pérdidas se deben a la fricción y son llamadas Perdidas por fricción, las pérdidas de altura dinámica están en función de la capacidad.

Acercar el fluido bombeado de cero a una velocidad final requiere energía, esto se lo conoce como Columna de velocidad.

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

$$H = \frac{V^2}{2g} = 0.155V^2$$

Este valor es frecuentemente pequeño y generalmente despreciado.

Estos valores también vienen dados en tablas de pérdidas por fricción.

Cabezal Neto de Succión Positivo (NPSH).- Término que se utiliza para cuantificar la presión que se necesita en la succión de la bomba que garantice un funcionamiento adecuado.

NPSH es el término que indica si las condiciones de presión en el lado de succión son adecuadas para una operación óptima de la bomba.

Existen dos tipos de NPSH:

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

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

- $NPSHA > NPSHR$

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 tiene el líquido en la brida de succión de la bomba a la temperatura de bombeo.

El NPSHA depende de las características del sistema en la que opera la bomba, del caudal y de las condiciones del líquido que se bombea, como: tipo de líquido, temperatura, gravedad específica, etc.

Los factores que afectan el NPSHA incluyen:

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

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

$NPSHA \text{ Disponible (Sistema)} = PB + HS - HF - PV$

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

HS (+): La más baja altura del fluido respecto de la línea central (pies).

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 la cantidad mínima de la energía disponible sobre la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo, solicitada en la brida de succión de la bomba, para permitir que opere eficientemente (sin cavitación) a una determinada velocidad de rotación del impulsor.

Se designa en pies de columna del líquido bombeado.

Depende del diseño de la bomba y de las condiciones de operación, siendo su valor expresado 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,

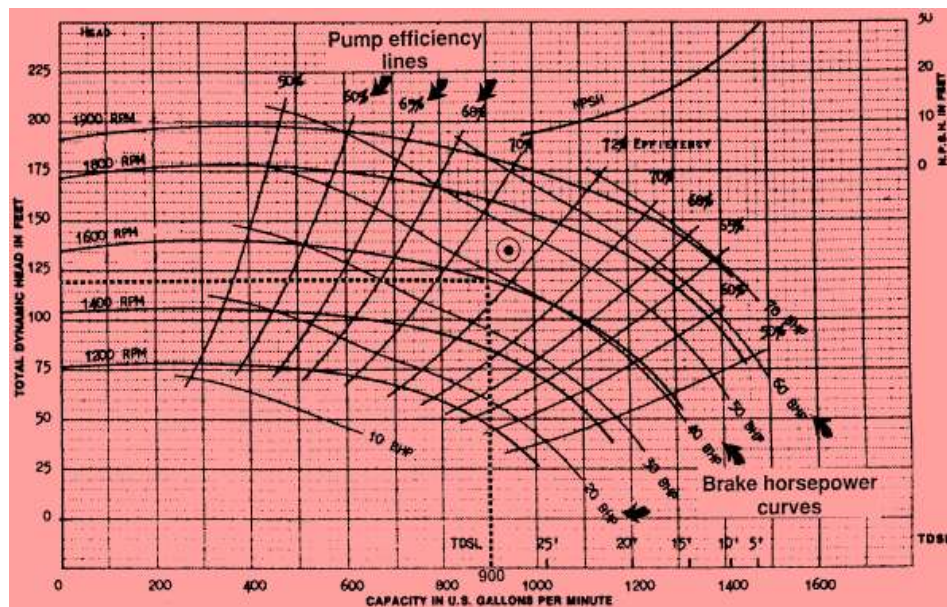
volviendo a subir la presión. Entonces estas burbujas desaparecen y se producen unas sobrepresiones puntuales.

Curvas del Sistema.- Una curva de sistema es una representación gráfica del comportamiento de la resistencia de un sistema de bombeo a lo largo de todo su rango de capacidad.. Una curva de sistema muestra:

- El componente de la altura estática
- El componente de la altura dinámica (El cual se incrementa con la capacidad).

La curva del sistema es en función del tamaño de tubería, tipo de disposición/equipo.

FIGURA 5. Curva del sistema



Fuente:

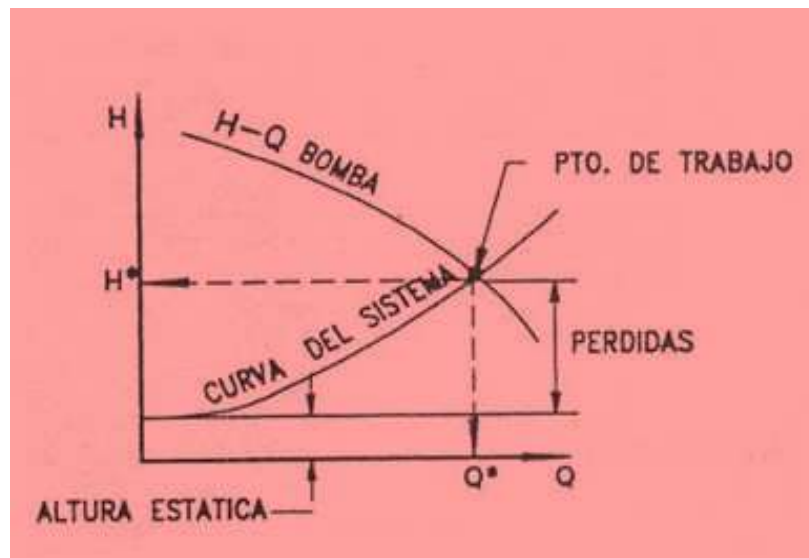
<http://www.atb.com.mx/producto/0120/Bombas+centrifugas+autocebantes+Barnes.html>

Autor: Atb Fluidos

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 6. Relación entre las curvas del sistema y de la bomba



Fuente:

<http://www.atb.com.mx/producto/0120/Bombas+centrifugas+autocebantes+Barnes.html>

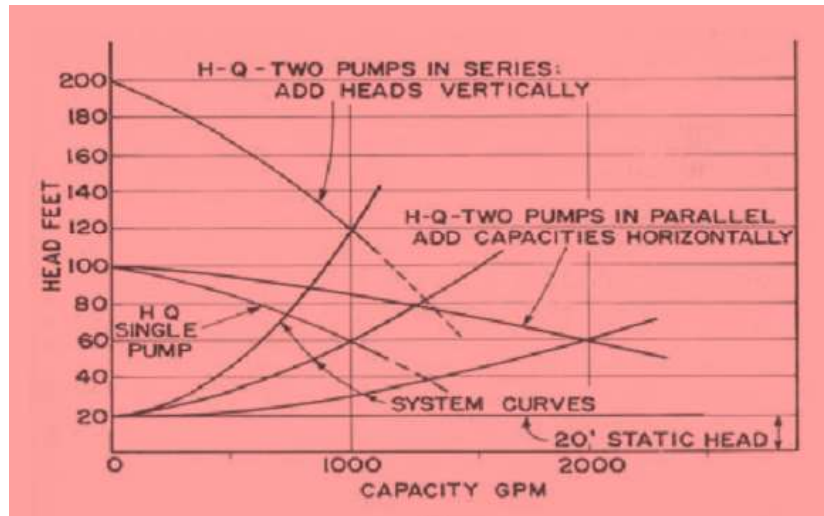
Autor: Atb Fluidos

Operación de Bomba Centrífuga en Serie y Paralelo.

Para operación de dos o más bombas en paralelo la curva de trabajo combinada se la obtiene sumando horizontalmente las capacidades (Q) al mismo cabezal de descarga (H).

Para operación de dos o más bombas en serie la curva de trabajo combinada se la obtiene sumando verticalmente los cabezales de descarga (H) a la misma capacidad (Q)

FIGURA 7. OPERACIÓN EN SERIE Y PARALELO



Fuente:

<http://www.atb.com.mx/producto/0120/Bombas+centrifugas+autocebantes+Barnes.html>

Autor: Atb Fluidos

Ecuación de Hazen-Williams.- La fórmula de Hazen-Williams, también denominada ecuación de Hazen-Williams, se utiliza particularmente para determinar la velocidad del agua en tuberías circulares llenas, o conductos cerrados es decir, que trabajan a presión.

Su formulación es en función del radio hidráulico.

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

En función del diámetro

$$Q = 0,2785CD_i^{2,63}S^{0,64}$$

Donde:

Rh = Radio hidráulico = Área de flujo / Perímetro húmedo = Di / 4

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

Q = Caudal ó flujo volumétrico en $[m^3/s]$

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.

D_i = Diámetro interior en $[m]$. (Nota: $D_i/4$ = 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.

2.4.7 Sistema de Agua Pulverizada

El uso de agua en forma nebulizada mejora aún más las propiedades del agua aplicada por métodos tradicionales, mejorando la eficiencia extintora, y permitiendo su uso en determinados riesgos en los que el uso de agua a chorro directo está contraindicado, como es el caso de los fuegos de líquidos inflamables y combustible, equipos eléctricos y electrónicos. En estos últimos casos, además es de lo más recomendable, contribuyendo a combatir uno de los mayores enemigos de los sistemas electrónicos, como es el humo que deteriora los equipos.

En los últimos años el uso de agua nebulizada o pulverizada en la protección automática de infraestructura y bienes, ha demostrado ser una muy buena alternativa a la utilización de halones, lo que hace que deba ser tomado en

cuenta en la mayoría de los riesgos que han de ser protegidos automáticamente.

La norma NFPA 750 "Standard on Water Mist Fire Protection Systems". Cuya primera edición se publicó en Mayo de 1996, aunque en la actualidad está vigente la revisión del año 2003, es una de las normativas internacionales que regula la aplicación de este sistema. Este Standard únicamente establece la metodología de aplicación para la aceptación de los sistemas, pero no establece criterios técnicos de diseño.

Es necesario tener en cuenta que las técnicas de aplicación y diseño del agua nebulizada son totalmente diferentes para cada fabricante, y su validez siempre es establecida por cada uno de ellos a través de los ensayos y aprobaciones correspondientes. Es por esto que, para el correcto funcionamiento del sistema, es necesario que haya sido ensayado en un uso similar, y que la instalación se realice conforme a los ensayos realizados.

La experimentación en el uso de agua nebulizada para extinción de incendios se realiza por primera vez en los años 50 en Estados Unidos, desarrollándose durante los años 60 y 70. En 1980 se utiliza por primera vez en submarinos, y en 1984 se comienza a estudiar su utilización en aviones y sistemas industriales.

Hasta el año 1987 en el que se firma el Protocolo de Montreal, la mayor parte de los sistemas fijos de extinción mediante gases, estaban formados por halones (H-1301, H-1211). Estos productos que son inhibidores químicos de la combustión, y que han demostrado ser adecuados en su aplicación sobre equipos con tensión eléctrica, y sobre sistemas electrónicos, ven prohibida su fabricación y distribución en los países firmantes del citado Protocolo, al ser considerados productos que agotan la capa de ozono y fomentan el

efecto invernadero. Es entonces cuando surge una alternativa a estos gases, por parte del agua nebulizada, que dispone de los beneficios de los halones, presentando además una total inocuidad para las personas, y un daño medioambiental totalmente nulo.

Por ello, para aumentar la eficacia del sistema en la extinción de incendios, es necesario que se atomice el tamaño de la gota, y que la velocidad de las mismas sea alta, de forma que la velocidad compense su pequeña masa, y la cantidad de movimiento resultante permita la penetración de la gota en el penacho de gases calientes producido por el fuego, y alcance la base de las llamas.

Figura 8. Sistema de Agua Pulverizada



Fuente: <http://www.psaingenieros.com/deteccion-y-extincion-de-incendios/sistema-de-diluvio-por-agua-nebulizada-a-alta-presion/>

Autor: PS Ingenieros

2.4.8 Sistema de Columna de Agua y Manguera

Una boca de incendio o cajetín de mangueras es una toma de agua diseñada para proporcionar un caudal considerable en caso de incendio. El agua puede obtenerla de la red urbana de abastecimiento o de un depósito mediante una bomba.

Hay dos tipos principales:

- **Boca de incendio exterior:** Ubicados en las inmediaciones de los edificios y en la que las cañerías pueden ser aéreas o enterradas; en el primer caso se trata de un poste con sus tomas (normalmente más de una) y en el segundo, se sitúan en una arqueta, con tapa de fundición, bajo el nivel del pavimento de la acera.
- **Boca de Incendio Equipada:** Está situada en lugares de los edificios que tienen además el equipamiento necesario para hacerla funcionar. Una boca de incendio equipada suele estar en un armario, en el que hay una entrada de agua con una manguera regularmente de 1 ½ pulgadas para comprobar en cualquier momento el estado de la alimentación.

Tiene una manguera plegada (en plegadera) o enrollada (en devanadera), con su boca de salida (lanza y boquilla). Las mangueras pueden ser 25 y 45 mm de diámetro, que permiten caudales elevados de agua: 1,6 y 3,3 litros por segundo, respectivamente. La de 25 mm puede utilizarse de forma individual pero la de 45 mm debe usarse con ayuda de otra persona. El armario donde se encuentran suele estar cerrado con un vidrio, con la inscripción: "Rómpase en caso de Incendio" para utilizarla.

- **Columna seca:** aunque no lo es exactamente, puede considerarse otro tipo de boca de incendio. Es de uso exclusivo para los bomberos.

El sistema consiste en una tubería vacía (seca) que recorre el edificio en toda su altura (suele ser obligatoria en edificios que tiene una altura mayor de 20...30 m) y tiene ramificaciones hacia armarios con bocas de incendio en cada piso o cada dos pisos, a las cuales los bomberos conectan sus mangueras.

A diferencia de los sistemas anteriores, la tubería no lleva agua; ésta se introduce en la columna por una boca especial que hay en la fachada del edificio, donde los bomberos pueden conectar la manguera desde un camión cisterna o desde un hidrante (sin presión suficiente), pasando por una bomba del camión de bomberos, hasta la boca de la columna seca. Este sistema sirve para evitar desplegar muchos metros de manguera de forma innecesaria y, lo más importante, tener que subir rollos de manguera grandes hasta el piso (alto) donde son necesarios.

Figura 9. Cajetín de Columna de Agua y Manguera



Fuente: <http://www.fabricaextintoresamerica.com/gabinetes.php>

Autor: Ingeniería America

2.4.9 Sistema de Rociadores Automáticos

Una de las ventajas principales de los rociadores en la lucha contra incendios es su simplicidad. Aunque los materiales se han ido perfeccionando desde que se inventaron hace más de 130 años, aún funcionan de la misma manera.

Los rociadores arrojan agua pulverizada sobre el fuego en sus comienzos, lo cual impide que se propague y a menudo lo apaga. Para garantizar este resultado, se instalan los rociadores a distancias iguales entre sí, en todos los techos del edificio o instalación, y se conectan a una red de agua corriente constantemente llena de agua a presión. Los rociadores están individualmente cerrados mediante un elemento térmico, normalmente una pequeña ampolla de cristal que contiene un alcohol. Cuando se produce un incendio bajo el rociador, el alcohol se expande debido al calor, como ocurre en un termómetro. Cuando llega a una temperatura predeterminada no queda más sitio para el alcohol, la ampolla se rompe, y el rociador empieza a arrojar agua sobre el fuego. Sólo se activan aquellos rociadores que se encuentran directamente sobre el fuego, y nunca reaccionan al humo (como por ejemplo el que se crea al cocinar). Normalmente uno o dos rociadores bastan para controlar el incendio.

Los rociadores automáticos:

- Eliminan las muertes por incendio casi por completo
- Minimiza las heridas y daños materiales causados por el fuego en más de un 80%
- Al arrojar cantidades de agua mucho menores que las mangueras de bomberos, se reduce el daño causado por el agua

- No se activan con el humo o el vapor creados al cocinar, de manera que sólo funcionan cuando se genera un incendio

Clasificaciones

Existen varios tipos de rociadores que se pueden clasificar de acuerdo a su temperatura de activación, rapidez de apertura y tamaño del bulbo

En la siguiente tabla, se muestra la clasificación de los materiales termofusibles de los rociadores, de acuerdo a los campos de temperatura en los que funcionan:

Tabla1. Clasificación de Rociadores

Rango de Temperatura de los Rociadores Automáticos. Clasificación y Código de Colores (NFPA 13).

Temp ^a Máx. en techo		Rango de Temperaturas		Clasificación de temperatura	Código de colores	Color de la ampolla
°F	°C	°F	°C			
100	38	135 a 170	57 a 77	Ordinaria	Sin color o negro	Naranja o Rojo
150	66	175 a 225	79 a 107	Intermedia	Blanco	Amarillo o Verde
225	107	250 a 300	121 a 149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 a 375	163 a 191	Muy Alta	Rojo	Púrpura
375	191	400 a 475	204 a 246	Extra Alta	Verde	Negro
475	246	500 a 575	260 a 302	Super Alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Super Alta	Naranja	Negro

Fuente: Norma NFPA 13 Edición 2007, Tabla 6.2.5.1

Autor: NFPA

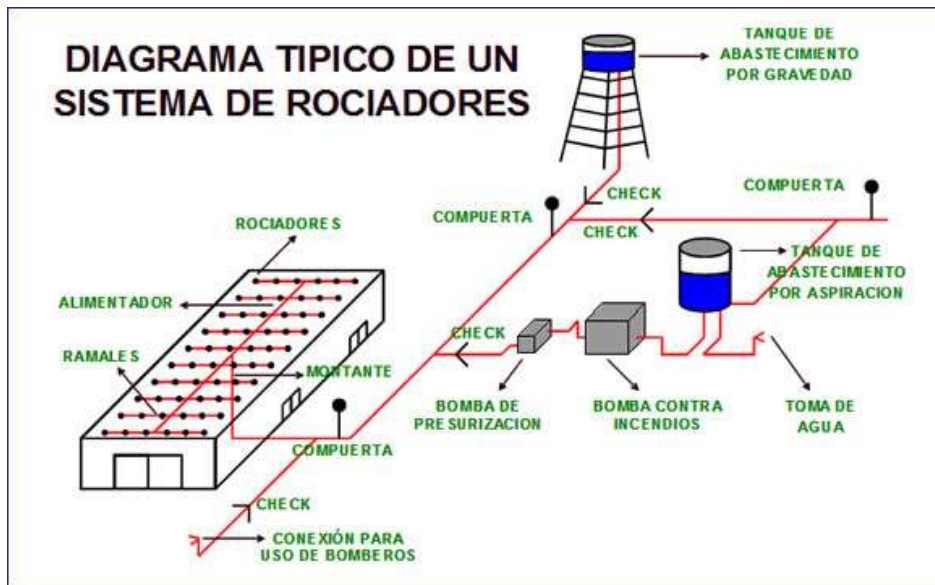
Tipos de Sistemas de Rociadores

Existen básicamente tres tipos distintos de sistemas de rociadores automáticos, en función de la forma como se descarga el agua sobre el fuego:

- **Sistemas de tubería mojada:** Es el sistema más usado con diferencia cuando se trata de diseñar instalaciones de protección por rociadores automáticos. La red de tuberías se encuentra en estado estático presurizado con agua y cuando un rociador actúa es porque la temperatura ha llegado al valor de accionamiento del mismo, se descarga agua de forma inmediata por éste rociador y por todos y cada uno de los que sucesivamente se vayan abriendo por causa de la temperatura.
- **Sistemas de tubería seca:** La principal diferencia con los sistemas de tubería mojada es que toda la instalación es aguas abajo del puesto de control no se encuentra presurizada con agua, sino con aire a presión. Los rociadores son iguales en tamaño y factor de descarga y funcionan de la misma forma ya que en el momento que se vacía el aire entra agua, pero la Norma NPFA 13 establece áreas de operación mayores debido al mayor tiempo que tarda el agua en llegar al fuego. Los puestos de control empleados son sensiblemente distintos a los de los sistemas de tubería mojada e incluso pueden necesitar de un dispositivo acelerador para grandes superficies de operación. Su principal aplicación se debe a protección de áreas con potencial riesgo de heladas en la zona protegida por los rociadores.

- Sistemas de acción previa o pre-acción:** Conceptualmente se trata de un sistema de tubería seca pero con la particularidad que requiere de una señal procedente de un sistema paralelo de detección de incendios electrónico que actúe sobre la válvula de control para liberar el agua que llenará las tuberías y se descargará por el/los rociadores afectados por el incendio, de igual forma que en los dos casos anteriores. Es recomendable presurizar con aire las tuberías aguas abajo del puesto de control, al igual que los sistemas secos, ya que de esta forma podemos vigilar el sistema ante roturas fortuitas de la instalación a través de un presostato instalado después de la válvula de control.

Figura 10. Sistema básico de Rociadores Automáticos



Fuente: <http://pctrujillo.blogspot.com/2015/01/rociadores-contra-incendios-de.html>

Autor: Sunfire

2.4.10 Sistemas Alternativos de Extinción de Incendios

- **Sistema de Protección por Espumas Sintéticas**

Los sistemas de espumas se basan en una expansión del producto, la expansión de la espuma se define como, la relación entre el volumen final de la espuma y el volumen inicial de la mezcla antes de aplicársele el aire. La expansión puede ser Baja-expansión cuando esta relación es de 1 a 20 veces, Media-expansión con relaciones de 20 a 200 veces, y Alta-expansión cuando se expanden de 200 a 2000 veces más que el volumen inicial.

Cada espuma es adecuada para un tipo de protección específica. Las espumas de Baja-expansión poseen la característica de desplazarse bien sobre superficies líquidas. Las espumas de media-expansión se utilizan para la supresión de vapores o humos tóxicos. La espuma de Alta-expansión es la más adecuada para fuegos tridimensionales, pero también se utiliza para apagar fuegos producidos por líquidos derramados.

Los espumógenos se mezclan con el agua para formar una solución de espuma. Los espumógenos se diseñan específicamente para el tipo de fuego a extinguir, o para el equipo de mezcla (proporcionador) y equipo de descarga con el que será aplicada la espuma.

Existen dos tipos de espumógenos sintéticos de Baja-expansión: AFFF estándar (Espuma Acuosa Formadora de Película). Las espumas AFFF son listadas de acuerdo al porcentaje que hay que añadir al agua para extinguir combustibles hidrocarburos (no miscibles). Las proporciones listadas son el 1%, 3% y el 6%. El porcentaje indica cuanto espumógeno se ha de añadir al agua para formar la solución, 1 parte de concentrado en 99 partes de agua para el 1% AFFF y así sucesivamente.

Los espumógenos AFFF al 1% son los más concentrados, por lo que se utilizan generalmente cuando hay poco espacio para su almacenamiento o cuando ofrece ventajas de coste frente al espumógeno AFFF al 3%. La espuma AFFF al 3% es el rango estándar de la industria para sistemas fijos y se presentan en dos tipos, uno de calidad comercial y otro con especificaciones militares. El espumógeno AFFF al 3% de grado militar es de mayor calidad y debe ser usado por el ejército. Su característica principales, la de ser compatible para poder mezclarse entre si con los de cualquier fabricante. Los espumógenos al 6% no suelen aplicarse desde sistemas fijos por la escasez de equipos de proyección listados, normalmente son utilizados por el cuerpo de bomberos municipal quienes lo descargan mediante mangueras.

Figura 11. Sistema de Espuma Sintética



Fuente: http://www.vikinggroupinc.com/techarticles/foamsystems_spanish.pdf

Autor: Viking Group

- **Sistema por Banco de CO2**

El CO2 es un gas licuado, incoloro, inerte, limpio, no corrosivo y no conductor de la electricidad. Su densidad es 1,5 veces mayor que el aire.

Se emplea en extinción de fuegos de líquidos inflamables, gases y en algunos casos para fuegos de combustibles sólidos. La concentración efectiva de CO2 en extinción de fuegos provoca asfixia para las personas y se emplea únicamente

en áreas normalmente desocupadas. Extingue por medio de la reducción de Oxígeno del aire por debajo de los límites de la combustión (15%) y además enfría y absorbe el calor de la llama.

Su almacenamiento es en una botella o batería de botellas del anhídrido carbónico. Irá conectado a una red de tuberías de distribución y a una serie de difusores de descarga sobre el equipo, para descargar el CO2 en un tiempo de descarga rápido, en estado de nieve carbónica, sobre un equipo a proteger. En este caso la estanqueidad del recinto donde se encuentra el equipo a proteger no es necesaria.

Ventajas

- No conductor de la electricidad.
- Bajo coste.
- Agente extintor limpio.
- Versatilidad de aplicaciones:
- Inundación total
- Aplicación local
- Respetuoso con la capa de Ozono

Figura 12. Sistema fijo de banco de CO2



Fuente: http://www.proyecing.com/galeria_sistemas_contra_incendio.html

Autor: Proyecing

2.5 Métodos y Equipos para Pruebas Hidráulicas

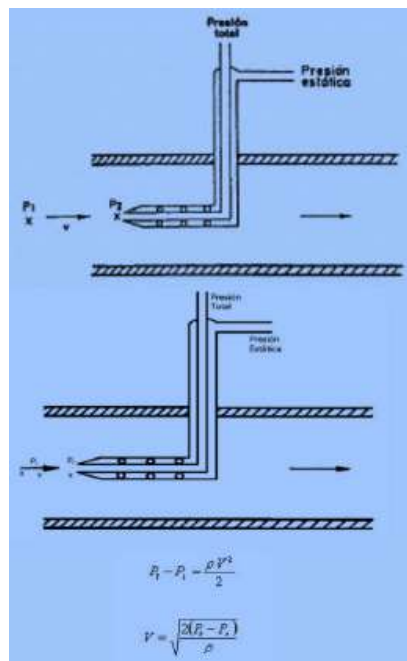
Tubo Pitot

El Tubo de Pitot se utiliza para calcular la *presión total*, también denominada *presión de estancamiento*, *presión remanente* o *presión de remanso* (suma de la Presión Estática y de la Presión Dinámica).

Lo inventó el ingeniero francés Henry Pitot en 1732. Lo modificó, Henry Darcy en 1858. Se utiliza mucho para medir la velocidad del viento en aparatos aéreos y para cuantificar las velocidades de aire y gases en aplicaciones industriales.

Básicamente es utilizado para la medición del caudal y presiones, está constituido por dos tubos que detectan la presión en dos puntos distintos de la tubería. Pueden montarse por separado o agrupados dentro de un alojamiento, formando un dispositivo único. Uno de los tubos mide la presión de impacto en un punto de la vena. El otro mide únicamente la presión estática, generalmente mediante un orificio practicado en la pared de la conducción. Un tubo de pitot mide dos presiones simultáneamente, la presión de impacto (p_t) y presión estática (p_s). La unidad para medir la presión de impacto es un tubo con el extremo doblado en ángulo recto hacia la dirección del flujo. El extremo del tubo que mide presión estática es cerrado pero tiene una pequeña ranura de un lado. Los tubos se pueden montar separados o en una sola unidad. En la figura siguiente se muestra un esquema del tubo pitot.

Figura 13. Esquema básico de tubo pitot



Fuente: Mecánica de Fluidos, Grewth Noth, 2010

Autor: Grewth Noth

Caudalímetro

Un Caudalímetro es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico. Estos aparatos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido. También suelen llamarse medidores de caudal, medidores de flujo o flujómetros.

Un hidrómetro permite medir el caudal, la velocidad o la fuerza de los líquidos que se encuentran en movimiento, dependiendo de la graduación y aplicación de este mismo.

Debe evitarse la confusión con el término utilizado en inglés hydrometer como equivalente a lo que en español es un densímetro, esto es un instrumento que sirve para medir la densidad de los líquidos.

Medidores de Flujo Externo

Medidor de flujo certificado y calibrado Marca AKRON BRASS Mod. FK25, tecnológicamente avanzado que contiene 4 boquillas a escoger de las 9 disponibles con certificación de U.L.

Está fabricado en Aluminio endurecidas con abrigo anodizado, y acero inoxidable

Figura 14. Kit de Medición de Flujo Akron



Fuente: Akron Systems Co. 2014
Autor: Akron Systems Co.

2.6 Control y Presión de Bomba Jockey

La bomba Jockey o sostenedora de presión se la selecciona para mantener presurizado el sistema en caso de pequeñas fugas debido a válvulas mal cerradas y / o pequeñas fugas a causas de algún problema en el sistema de tuberías, se ha determinado que su capacidad variará entre el 1 al 5% con respecto a la capacidad de la bomba principal.

La presión de la bomba jockey se considera 10 psi más que la presión de la bomba contra incendios principal

Figura 15. Bomba Jockey



Fuente: Catálogo Bombas Ideal, España, 2012

Autor: Bombas Ideal

2.7 Concepto de Mantenimiento Industrial

El advenimiento de la industrialización incrementó la necesidad de mantenimiento para obtener una mayor disponibilidad de la maquinaria y equipo para la producción; y con ello las máquinas aumentaron su volumen, complejidad e importancia.(Newbrough,1998).

En la Primera Guerra Mundial (1914), se presenta un incremento en los volúmenes de producción debido a las necesidades propias de una guerra de esa magnitud, por ello, la máquina incrementa nuevamente su importancia y sus cuidados.

Esta es la forma de cómo nace el mantenimiento preventivo, que en la década de los veinte se considera costosa pero necesaria. Ya en los años cincuenta la máquina se integra por dos factores que son: la máquina propiamente dicha y el servicio que ésta proporciona, en donde el servicio se

mantiene y el recurso se preserva. Como la importancia de la máquina todavía quedaba en segundo término, un cierto grupo de proveedores de máquinas realizaron estudios respecto a la fiabilidad y mantenibilidad, con el fin de reducir los problemas en la preservación de las máquinas y minimizar las actividades de mantenimiento sin dejar que éstas fueran menos productivas. En 1970, el japonés Seichi Nakajima desarrolla un nuevo sistema, el Mantenimiento Productivo Total (MPT) que hace hincapié en lo importante que resulta involucrar al personal de producción y al de mantenimiento en las actividades de mantenimiento productivo, ya que ha dado resultados satisfactorios en las industrias de punta. (Kunio, 2000).

El mantenimiento industrial son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica los diferentes equipos, herramientas y demás activos físicos de las diferentes instalaciones de una empresa.

A medida que transcurre el desarrollo tecnológico las instalaciones se vuelven cada vez más complejas y automatizadas, con grandes cadenas de producción cuya parálisis representa grandes pérdidas económicas. La importancia del mantenimiento se deriva por tanto, de la necesidad de contar con una estructura que permita restablecer rápidamente las condiciones de operación ideal para reducir al mínimo las pérdidas por paros no programados.

Desde el punto de vista de administración del mantenimiento industrial su principal fin es la conservación del servicio. Esto es, el equipo recibe mantenimiento para garantizar que la función que desempeña dentro del sistema productivo se cumpla a cabalidad. En términos económicos un eficiente mantenimiento significa:

1. La protección y conservación de las inversiones
2. La garantía de productividad
3. La seguridad de un servicio

Se debe aceptar que el mantenimiento efectivo de los activos es costoso, pero aún más costoso es dejar de mantenerlos ya que si no se les da el correcto mantenimiento, en intervalos adecuados de tiempo, no es posible cumplir con esta misión.

2.7.1 Evolución y Funciones del Mantenimiento

EL comienzo del siglo XX marca efectivamente el inicio de las actividades de mantenimiento reparativo y la creación de los primeros talleres que originan la primera generación de mantenimiento que se extiende hasta mediados del siglo y tiene como características relevantes:

- Equipos Robustos sobredimensionados y simples
- Volúmenes de producción bajos
- Las actividades demandaban poca destreza
- No existía alta mecanización industrial
- Poca importancia a los tiempos de parada de los equipos
- La prevención de falla de los equipos no era la prioridad
- El mantenimiento era reactivo o de reparación
- No había necesidad de mantenimiento sistemático

En la segunda guerra mundial se vio la necesidad de implantar técnicas con el fin de prevenir las fallas de los equipos en combate y disminuir costos de reparación, por lo que vino a tomar importancia relevante la disponibilidad y duración de la vida útil de la maquinaria, lo que dio origen a la Segunda

Generación del Mantenimiento, que se extendió hasta mediados de los años 70 y tiene como características principales:

- Importancia de la productividad
- Incremento de la mecanización de industrias
- Aumento de la complejidad de los equipos
- Mayor interés a los tiempos de parada de los equipos
- Inicio del Mantenimiento Preventivo
- Altos niveles de inventario de repuestos
- Crecimiento de los costos de mantenimiento
- Sistemas de control y planificación del mantenimiento
- Aumento de la vida útil de los equipos y sistemas
- Inicio de la sistematización del mantenimiento

En la década de los 70 se presenta el auge de las nuevas tecnologías y se desarrollan técnicas novedosas con el fin de prevenir las fallas de los equipos y disminuir los costos de reparación con base en los postulados de máxima Calidad, Seguridad y protección del Medio Ambiente, lo que dio origen a la Tercera Generación de Mantenimiento que se extendió hasta final del siglo y tiene entre sus características primordiales:

- Altos volúmenes de producción
- Alto grado de mecanización y automatización
- Importancia a la calidad y a los estándares de calidad
- Demanda de disponibilidad y confiabilidad de los equipos
- Relevancia a la protección integral de las personas, equipos y medio ambiente
- Significancia de los costos de mantenimiento
- Extensión al máximo de la vida útil de los equipos

- Desarrollo acelerado de las tecnologías de información
- Desarrollo del mantenimiento Basado en Condición
- Aplicación de las filosofías de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El final del siglo pasado y el comienzo del nuevo milenio representan la nueva revolución industrial y tecnológica marcada por la competitividad como factor de sobrevivencia de las organizaciones, lo que constituye la Cuarta Generación del mantenimiento, que se extiende desde principios del siglo hasta hoy, donde se destacan como principales características:

- Aplicación de la Gestión de Activos (AM)
- Competitividad como factor de supervivencia de las empresas
- Alto nivel de competencia del personal de mantenimiento
- Énfasis en indicadores de Disponibilidad y Manteniabilidad
- Confiabilidad y Excelencia Operacional
- Confiabilidad Integral de los activos
- Prevención del Mantenimiento (MP)
- Análisis de incertidumbre
- Desarrollo de la Optimización del Mantenimiento Planeado
- Optimización Costo – Riesgo – Beneficio
- Análisis del Costo del Ciclo de Vida
- Modelos Mixtos de Confiabilidad
- Optimización Integral del Mantenimiento

El desarrollo de las modernas metodologías de mantenimiento ha rebasado los procesos más audaces; la gran diversidad de estrategias, ideologías, técnicas y herramientas, particularmente en las áreas de gestión gerencial de la normativa internacional y de las tecnologías sistematizadas para

diagnostico proactivo, con los cuales se ha reducido considerablemente el costo total de la manufactura, así lo demuestran.

- **Funciones del Mantenimiento**

Las tres grandes áreas de conocimiento que integran la función del mantenimiento industrial son:

La gestión del mantenimiento: Provee una perspectiva de los aspectos que tiene que administrar el responsable de mantenimiento los cuales son:

- Organización.
- Métodos, tiempos.
- Programación.
- Normas, procedimientos.
- Control de gestión.
- Presupuestos/costes.
- Auditorías.

Técnicas Específicas de Mantenimiento: Trata de exponer algunas de las más importantes técnicas aplicables en el mantenimiento industrial, imprescindibles para avanzar en el camino anticipativo y de mejora continua.

- Análisis de fiabilidad.
- Análisis de averías.
- Diagnóstico de averías.
- Análisis de vibraciones.
- Termografía

- Alineación de ejes.
- Equilibrado de rotores.
- Análisis de aceites.

Ejecución del mantenimiento: Explica cómo reparar determinadas averías, ve los detalles del mantenimiento de una instalación, a la vez que se determina el stock de repuesto necesario para un sistema determinado.

Conocimiento de equipos críticos, ejemplos:

- Bombas.
- Ventiladores.
- Compresores.
- Turbinas.

2.8 Tipos de Mantenimiento

El mantenimiento se basa principalmente en solucionar y prever las posibles averías que pudieran ocasionarse en nuestros equipos, máquinas o instalaciones, con el fin de reducir los costos debidos a las intervenciones y paradas de máquina no programados, de tal forma que aumente la calidad en nuestro proceso productivo. De forma más general es el conjunto de todas las acciones mínimas y necesarias para mantener y garantizar el funcionamiento óptimo de nuestros activos a un costo mínimo.

Todos nosotros realizamos tareas de mantenimiento diarias continuamente, como pueden ser desde revisiones clínicas que implican un mantenimiento

de nuestra salud, hasta actualizaciones de versiones y antivirus de nuestros equipos personales, inspecciones a nuestros vehículos, etc.

Podemos clasificar los diferentes tipos de mantenimiento como:

2.8.1 Mantenimiento Correctivo

Consiste en reparar la avería una vez se ha producido. Por lo general, cuando se realiza este mantenimiento el proceso de fabricación está detenido, por tanto la producción disminuye y los costos aumentan. Es muy impredecible conocer el tiempo de reparación así como el gasto que implica la avería ya que se presenta de forma imprevista originando trastornos en la línea de trabajo

Su ámbito de aplicación por tanto corresponde a activos con bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen gran problema temporal ni económico. Suele ser rentable en equipos específico donde otras técnicas de mantenimiento resultarían más costosas.

2.8.2 Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento está planificado en el tiempo y su objetivo es evitar que se produzca el daño. A diferencia del anterior, no es necesario realizarlo en tiempo de producción y por tanto es planificado en tiempos libres de fábrica reduciendo los costos por paros no programados.

Lo que se pretende con este tipo de mantenimiento es reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas.

Es un tipo de mantenimiento exigente, pues requiere de una disciplina

estricta de supervisión y elaboración de un plan preventivo a cumplir por personal especializado. Además, al estar formado por tareas rutinarias, puede provocar falta de motivación en el personal encargado y, si no se realiza correctamente, llegar a suponer un sobrecosto sin mejoras notables en productividad.

Por el contrario, el realizarlo correctamente supone el conocer perfectamente la máquina con la que se trabaja, lo que permite realizar estudios de fiabilidad óptimos y reducir las intervenciones correctivas a nuestros equipos.

2.8.3 Mantenimiento Predictivo

Al igual que el preventivo, este mantenimiento consiste en anteponerse a la avería. La diferencia es que se basa en la aplicación de herramientas o técnicas de identificación de los diferentes elementos medibles de anticipación a la avería, como por ejemplo el desgaste. Su objetivo es realizar el mantenimiento justo en el momento preciso.

Para poder realizarlo es indispensable disponer de tecnología basada en indicadores o ratios que sean capaces de medir las variables que marquen la intervención a la máquina, así como personal preparado en la interpretación de los datos.

A partir de los mantenimientos anteriores citados, surgió el concepto de TPM (Mantenimiento Productivo Total), originario en los años setenta en Japón con el único fin de conseguir una producción Just in Time (JIT).

Esta técnica se basa en hacer participantes a todos los integrantes de la empresa en labores de mantenimiento. Las responsabilidades no recaen exclusivamente en los técnicos de mantenimiento, sino que es

responsabilidad de todos, por tanto se consigue un resultado final más efectivo y enriquecido.

2.9 Administración del sistema de Mantenimiento

La Administración del Mantenimiento consiste en planear, dirigir y controlar los recursos (personas, equipos, materiales) para afrontar las restricciones técnicas, de costo y de tiempo del sistema de mantenimiento

Gestión del Mantenimiento desde su administración:

Los equipos e instalaciones constituyen los bienes propios de la empresa, el símbolo concreto de su progreso y generalmente la principal inversión de su capital.

Cada sistema, cada máquina, debido a su propia naturaleza presenta distintos problemas. La solución de los mismos depende de un adecuado conocimiento y de una amplia capacitación del personal así como de una notable “habilidad” para diagnosticar fallas. Esta última condición se desarrolla principalmente por la experiencia adquirida al trabajar por mucho tiempo en contacto directo con una gran variedad de máquinas y sistemas hasta llegar a conocerlos en sus últimos detalles.

En la estructura administrativa de una empresa, la ubicación del Departamento de Mantenimiento no es solamente una necesidad de carácter técnico; es más que todo una necesidad de tipo administrativo. Debe existir entonces, una persona que supere el problema cotidiano y esté en capacidad de intervenir decididamente en la programación del Mantenimiento bajo criterios precisos de economía y producción.

Por tanto, la gestión óptima requiere de hombres que sepan *definir claramente las metas* y que las alcancen con el *mínimo costo* para la empresa o institución.

Considerando lo anterior, la Gestión del Mantenimiento Administrativo es llevada a la práctica significa:

- Conocer detalladamente el patrimonio a administrar.
- Evaluar la calidad y cantidad del personal necesario.
- Conocer y tener a disposición el material, los accesorios y las herramientas necesarias.
- Disponer de un mecanismo que permita controlar la eficiencia de cada miembro del Departamento de Mantenimiento, así como el uso de los materiales, siguiendo un control de costos en relación con los resultados obtenidos.
- Intervenir cuando sea necesario, aplicando todos los conocimientos, la técnica y la experiencia allí donde se reporte una situación anómala que sea necesario solucionar.

Esta fase general se comprende realizada paralelamente a la creación de un “esqueleto” organizativo que constituye el sustento de toda la gestión de mantenimiento y que sirva de base para cualquier futuro mejoramiento

Una empresa, institución u organización que no se involucre en la gestión administrativa de sus activos, equipos o infraestructura tendrá un bajo desempeño por no poder contar con sus recursos adecuadamente.

2.10 Costos del Mantenimiento Industrial

Tipos de costos de mantenimiento

El Mantenimiento involucra diferentes costos: directos, indirectos, generales, de tiempos perdidos y de posponer el Mantenimiento.

El costo de posesión de un equipo comprende cuatro aspectos:

- **El Costo de Adquisición:** que incluye costos administrativos de compra, impuestos, aranceles, transporte, seguros, comisiones, montaje, instalaciones, etc

- **El Costo de Operación:** Incluye los costos de mano de obra, de materia prima y todos los gastos directos de la producción.

- **El Costo de Mantenimiento:** que está compuesto por:

- Mano de obra (directo)
- Repuestos y Materiales (directo)
- Herramientas (directo)
- Administración (indirecto)
- Generales
- Tiempo perdido de producción que incluye: Producto perdido y horas extras de reparación

- **Costo de Dar de Baja al Equipo:** Al hacerse obsoleto.

Otra clasificación de costos es según su influencia:

1.- Costos de mantenimiento o directos

Están relacionados con el rendimiento de la empresa y son menores si la conservación de los equipos es mejor, influyen la cantidad de tiempo que se emplea el equipo y la atención que requiere; estos costos son fijados por la cantidad de revisiones, inspecciones y en general las actividades y controles que se realizan a los equipos, comprendiendo:

- Costos de mano de obra directa
- Costos de materiales y repuestos
- Costos asociados directamente a la ejecución de trabajos: consumo de energía, alquiler de equipos, etc.
- Costos de la utilización de herramientas y equipos.

Los costos de los servicios se calculan por estimación proporcional a la capacidad instalada.

2.- Costos indirectos

Son aquellos que no pueden atribuirse de una manera directa a una operación o trabajo específico. En Mantenimiento, es el costo que no puede relacionarse a un trabajo específico. Por lo general suelen ser: la supervisión, almacén, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos, administración, etc.

Con el fin de contabilizar los distintos costos de operación del área de Mantenimiento, es necesario utilizar alguna forma para prorratarlos entre los diversos trabajos, así se podrá calcular una tasa de consumo general por hora de trabajo directo, dividiendo este costo por el número de horas totales de mano de obra de Mantenimiento asignadas.

3.- Costos de tiempos perdidos

Son aquellos que aunque no están relacionados directamente con Mantenimiento pero si están originados de alguna forma por éste; tales como:

- Paros de producción.
- Baja efectividad.
- Desperdicios de material.
- Mala calidad.
- Entregas en tiempos no prefijados (demoras).
- Pérdidas en ventas, etc.

Para ello, debe contar con la colaboración de mantenimiento y producción, pues se debe recibir información de tiempos perdidos o paro de máquinas, necesidad de materiales, repuestos y mano de obra estipulados en las ordenes de trabajo, así como la producción perdida, producción degradada.

Una buena inversión en mantenimiento no es un gasto sino una potencial fuente de utilidades. Las utilidades son máximas cuando los costos de producción son óptimos. Existe una relación que deben tener entre si los costos de Mantenimiento:

Mano de obra, los repuestos, los insumos, utilización de herramientas y el tiempo perdido para que su suma sea mínima”.

Uno de los costos que no encaja en los diversos costos que han quedado descritos, es la determinación o predicción del costo que puede representar el posponer el Mantenimiento.

4.- Costos generales

Son los costos en que incurre la empresa para sostener las áreas de apoyo o de funciones no propiamente productivas.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

3.1.1. Investigación con enfoque cualitativo y cuantitativo.

Este proyecto posee de una sección investigativa con un enfoque cualitativo y cuantitativo, esto nos permite desarrollar técnicas como la encuesta con el fin de obtener información, la cual permita comprobar la hipótesis planteada.

3.1.2. Investigación Descriptiva.

Es de tipo descriptiva, porque analiza el Programa de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo como una propuesta de mejora que comprende el aseguramiento del Sistema Contra Incendios en caso de una emergencia.

3.1.3. Investigación documental.

Es de tipo documental ya que la mayor parte de la información técnica, recopilada, proviene de los manuales técnicos, textos elaborados por expertos, guías técnicas de marcas y firmas fabricantes de sistemas Contra Incendios, Manuales de mantenimiento avanzado y la normativa NFPA 25, para dar una base fundamental al diseño de la propuesta, esta información recopilada nos permite identificar y conceptualizar las variables dependientes e independientes.

3.1.4. Investigación de Campo.

Se utiliza la investigación de campo, porque se aplicará encuesta a las personas del departamento administrativo y estudiantes que serían los usuarios del sistema contra incendio, así como el personal de mantenimiento que está a cargo de los equipos, con lo que se pretende conocer los criterios acerca de la necesidad de realizar un estudio técnico para el desarrollo de este proyecto.

3.2. Tipo de método

3.2.1. Método Deductivo.

Se utiliza el método deductivo, porque es evidente la necesidad de poseer un Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo del sistema Contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil cuyas variables son particularizadas en la investigación de campo aplicada al personal administrativo y de mantenimiento del equipo.

3.2.2. Método Inductivo.

Luego de realizar la investigación de campo, con los resultados obtenidos serán tabulados e interpretados de forma general, con la aplicación del método inductivo, de esta forma se puede conocer la opinión del personal administrativo y de mantenimiento con el fin de justificar la necesidad de elaborar el proyecto de desarrollo tecnológico para el sistema contra incendio, durante el periodo del año 2015.

3.3. Fuentes

Para recopilar la información necesaria se decidió por aplicar la técnica de la encuesta como principal fuente para la obtención de información y el desarrollo de la investigación, La información secundaria se obtendrá a través de los textos y manuales técnicos.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población en La Universidad Politécnica Salesiana, consta de 297 trabajadores de nómina en la actualidad, entre los cuales están personal administrativo, enfermera, personal administrativo, docentes y el personal de mantenimiento o de servicio, así como también más 3114 estudiantes.

3.4.2. Muestra

De la población antes mencionada se ha seleccionado una muestra que comprende al personal del área administrativa, docentes y estudiantes que comprende una muestra den un total de 25 trabajadores, como es una muestra menor a 100 personas se les procederá a realizar a todos la encuesta.

Cálculo de la Muestra

Para calcular el tamaño de la muestra (n) suele utilizarse la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del autor.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

Identificando nuestras variables obtenemos:

N = 3411

σ = 0.5

Z = 1.96 (Nivel de Confianza de 95%)

e = 0.05

Reemplazando Variables en la fórmula de cálculo obtenemos que nuestro valor de muestra es: **345**

3.5. Técnicas e instrumentos de investigación.

La técnica para la investigación utilizada en el presente proyecto se la detalla en el siguiente numeral.

3.5.1. Encuestas

La encuesta se aplicará a toda la muestra que labora de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, con el fin de conocer su criterio acerca de la necesidad de realizar un estudio para un Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo del Sistema Contra Incendios, (**Ver Anexo 1**).

3.5.2. Instrumento para la aplicación de técnicas

Para obtener la información necesaria se empleará como instrumento de investigación *el cuestionario*, el cual comprende de *cuatro preguntas* objetivas y cerradas

3.6 Procesamiento de la información

Para el análisis de la información obtenida, se lo realizara en los siguientes pasos que se detallan a continuación:

1. Recopilación y tabulación de la información.
2. Elaborar una tabla estadística con la información obtenida.

3. Obtener la representación porcentual de la información para cada pregunta.
4. Elaborar un gráfico con el valor porcentual de cada pregunta, mediante el uso del software Microsoft Excel.
5. Interpretación de los resultados obtenidos.

3.7 Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta

3.7.1 Análisis, tabla y gráfico referente a la Pregunta 1.

¿Tiene usted conocimiento si en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil existen áreas protegidas por un Sistema Contra Incendio?

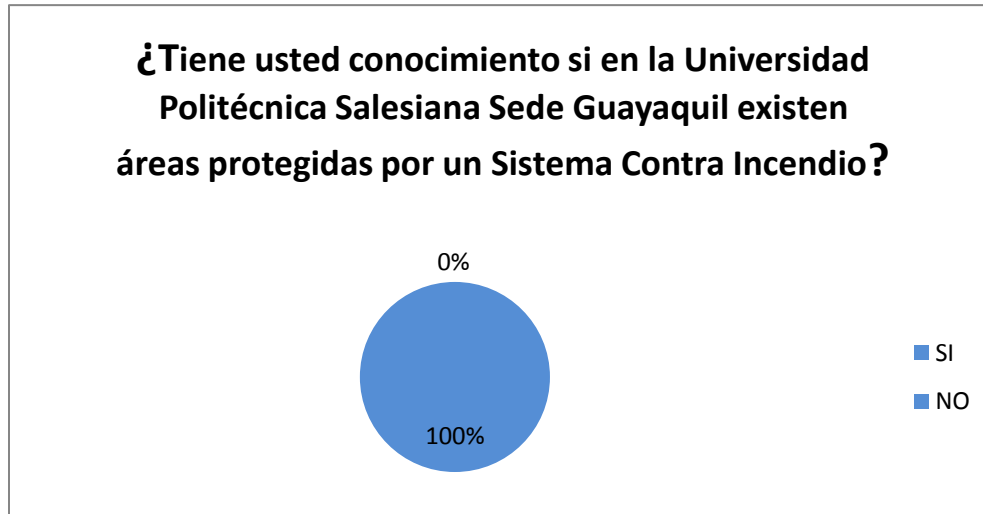
Tabla 2. Respuestas tabuladas de la pregunta 1.

Pregunta #1		
RESPUESTAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	345	100%
NO	0	0%

Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

Elaborado por: El Autor.

Figura 16. Gráfico de datos tabulados referente a la pregunta 1.



Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores y estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil.

Elaborado por: El Autor.

Análisis.- Para la pregunta uno el 100% de la muestra afirma que existen áreas en La Universidad Politécnica Salesiana áreas que son protegidas por un Sistema Contra Incendio

3.7.2 Análisis, tabla y gráfico referente a la Pregunta 2.

¿Cuántos bloques de edificios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil considera usted que están protegidos por el sistema contra incendio?

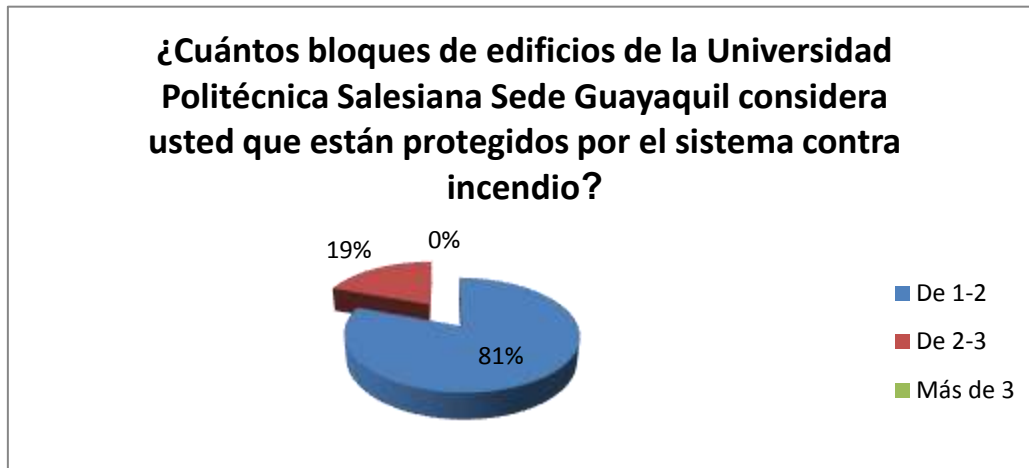
Tabla 3. Respuestas tabuladas de la pregunta 2.

Pregunta #2		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
De 1-2	280	81%
De 2-3	65	19%
Más de 3	0	0%

Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores y estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

Elaborado por: El Autor.

Figura 17. Gráfico de datos tabulados referentes a la pregunta 2.



Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

Elaborado por: El Autor.

Análisis.- El 81% de la muestra afirma que de 1 a 2 bloque existen Sistemas Contra Incendio, haciendo referencia al Bloque B y D y que el 19% restante indican que son de 2 a 3 bloques tienen sistema contra incendio, Bloque B, C y D finalmente ningún trabajador argumentó que eran más de 3 áreas las que poseen sistema contra incendio.

3.7.3 Análisis, tabla y gráfico referente a la Pregunta 3.

¿Considera usted que es necesario que el sistema contra incendio tenga un Programa de Mantenimiento que lo mantenga en óptimas condiciones?

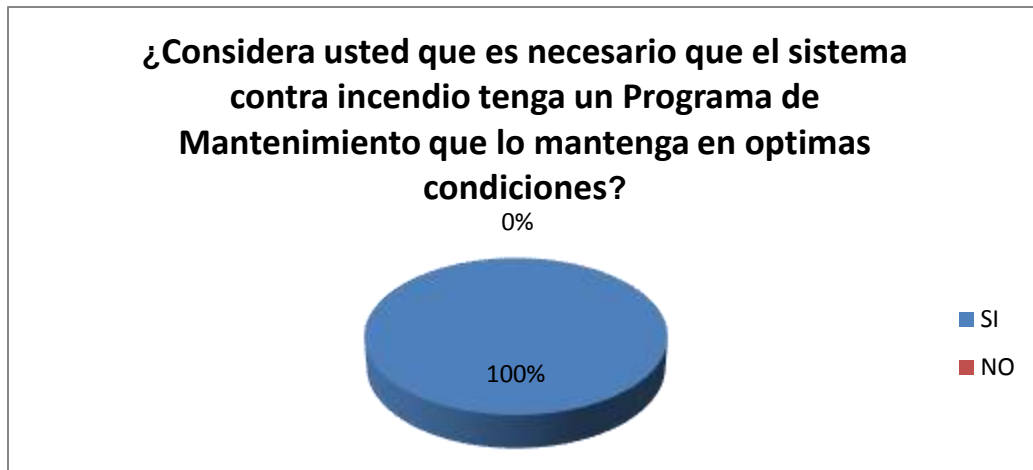
Tabla 4. Respuestas tabuladas de la pregunta 3.

Pregunta #3		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	345	100%
NO	0	0%

Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

Elaborado por: El Autor.

Figura 18. Gráfico de datos tabulados referentes a la pregunta 3.



Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores y estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

Elaborado por: El Autor.

Análisis.- El 100% de la muestra manifiesta que es realmente necesario que La Universidad Politécnica Salesiana cuente con un Programa de Mantenimiento para el Sistema Contra Incendio

3.7.4 Análisis, tabla y gráfico referente a la Pregunta 4.

¿Conoce usted sobre algún estudio técnico realizado para el diseño de un programa de mantenimiento para el sistema contra incendio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil?

Tabla 5. Respuestas tabuladas de la pregunta 4.

Pregunta #4		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	80	23%
NO	265	77%

Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

Elaborado por: El Autor.

Figura 19. Gráfico de datos tabulados referentes a la pregunta 4.



Fuente: Encuesta realizada a los trabajadores del Hospital León Becerra de Guayaquil.
Elaborado por: El Autor.

Análisis.- El 77% de la muestra manifiesta que no existe un estudio técnico relacionado al programa de mantenimiento del sistema contra incendio, el 23% de la muestra, afirma que si existe un estudio técnico, realizado hace pocos años atrás para levantar planos y un control de mantenimiento

3.8 Análisis general de la encuesta.

Al realizar un análisis sobre información obtenida de la muestra y el criterio de los trabajadores de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, podemos sustentar la necesidad e importancia de realizar el proyecto en el área del Sistema Contra Incendio y su Programa de Mantenimiento

La iniciativa de realizar el proyecto del Programa de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo al Sistema Contra Incendio surge en base a la necesidad de suplir la necesidad de la garantía de que el mismo esté en óptimas condiciones para su uso.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PREDICTIVO Y CORRECTIVO DEL SISTEMA HIDRÁULICO CONTRA INCENDIO BASADO EN NFPA 25

4.1 Justificación

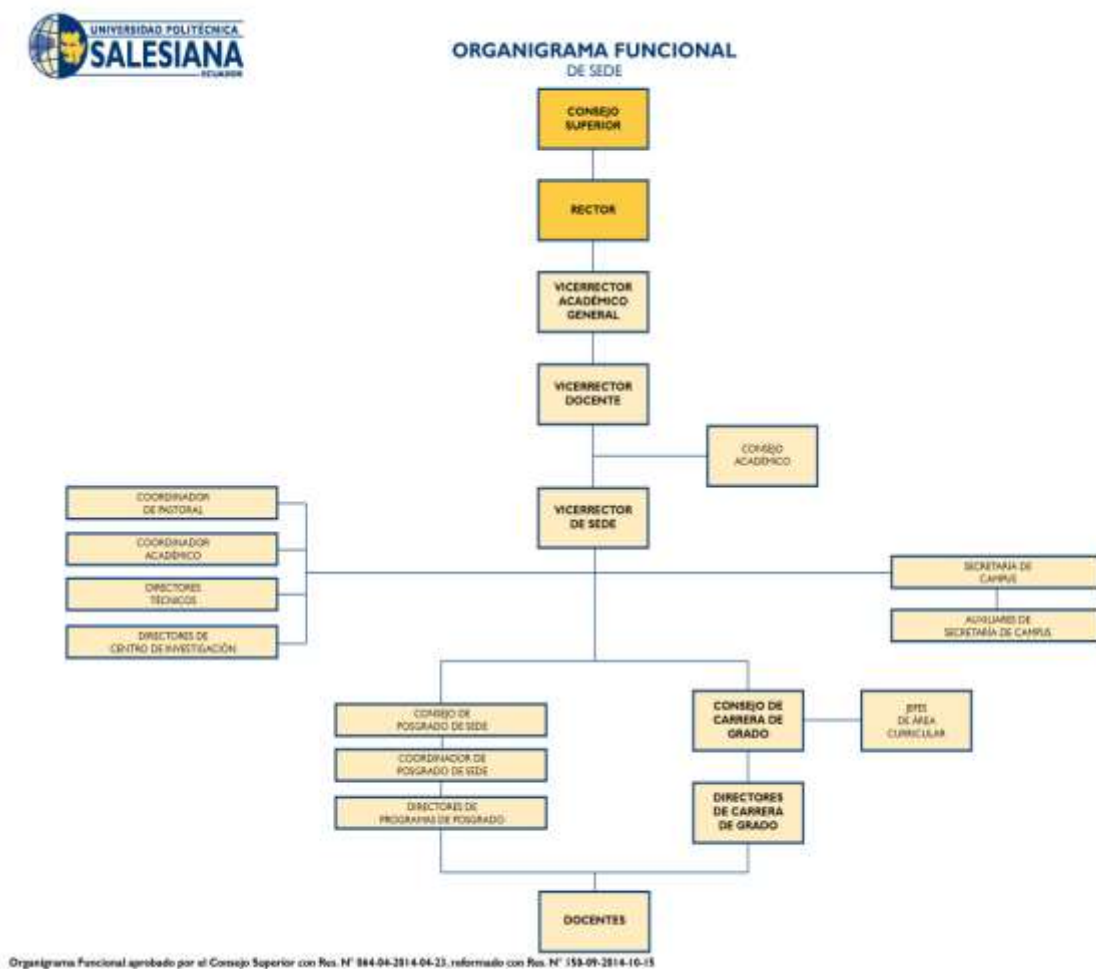
En base a la necesidad de garantizar el estado óptimo del Sistema hidráulico Contra Incendio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil se desarrolla y justifica este proyecto, así como también el requerimiento legal que hace el Reglamento para el Sistema de Auditorías de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social del Ecuador. Este proyecto también nace de la preocupación de las autoridades de la institución educativa al fomentar la seguridad de sus estudiantes, personal docente, administrativo y de servicio, la conciencia de mantener un lugar seguro de trabajo y estudio es el primer factor de importancia para las autoridades de la Universidad Politécnica Salesiana.

Acorde a la encuesta elaborada a estudiantes y personal adscrito a la universidad se pudo evidenciar la aprobación de este proyecto entorno a mantener un nivel satisfactorio del Sistema Hidráulico Contra Incendio y así poder asegurar que en caso de una emergencia tanto los brigadistas como el personal del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil podrán controlar el evento contando con recursos en óptimas condiciones salvaguardando la integridad física de las personas y la infraestructura de la institución

4.2 Organización y Administración del Mantenimiento

Al iniciar este capítulo detallaremos el organigrama actual de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

Figura 20. Organigrama Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil



Fuente; <http://www.ups.edu.ec/web/guest/organigrama>

Autor: Universidad Politécnica Salesiana

Actualmente la institución maneja el mantenimiento del Sistema Hidráulico Contra Incendio con una empresa contratista de servicios externos. El requerimiento de intervención de esta empresa externa para solucionar un problema mecánico o eléctrico en el SCI se lo levanta a través de la Dirección Administrativa y bajo pedido del Jefe de Unidad de Seguridad y Salud Ocupacional de la UPS-G el cual actúa como supervisor de las labores que realicen los contratistas. Una vez terminado el trabajo se realizan las pruebas pertinentes para verificación de que cumplen los estándares mínimos de operación del SCI.

Para propósitos de una organización de mantenimiento con éxito se indican algunas consideraciones para su revisión:

- ✓ Tanto la responsabilidad como la autoridad deben ser expresadas de manera clara y concisa con el fin de evitar superposición de tareas y deslindar responsabilidades
- ✓ Los niveles jerárquicos deberán ser la menos cantidad posible, de manera que facilite la comunicación entre los extremos de la organización
- ✓ Tener una adecuada relación numérica entre el responsable y las personas a su cargo, además de ajustar razonablemente las personalidades de los individuos de dicho grupo.
- ✓ Hacer conocer y compartir los objetivos a cumplir, de manera que sean claros y mensurables para todos los miembros de la organización
- ✓ Seleccionar a las personas idóneas de acuerdo a la necesidad técnico – tecnológica de la tarea a realizar

- ✓ La o las personas que ocupen un determinado cargo de mantenimiento dentro de la organización deberán cumplir con el perfil delineado por las mismas para dicho puesto, además delimitar los alcances y responsabilidades que implica esta posición
- ✓ La organización deberá mostrarse flexible a los cambios que pudieran suceder en el futuro
- ✓ Tener el personal idóneo implica además ocuparse de formación y actualizarlo constantemente respecto a los nuevos avances tecnológicos que se van produciendo.

La Gestión Administrativa del Mantenimiento del Sistema Hidráulico Contra Incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil resulta crucial a la hora de lograr la efectividad del servicio. Para referirse a la estructura administrativa es necesario tener en cuenta los siguientes elementos:

1. Estructura Administrativa
2. Administración
3. Archivos
4. Documentos
5. Sistemas Informáticos Asociados

Estructura Organizativa: A pesar que ya se hicieron comentarios acerca de la estructura del mantenimiento en la organización hay que tener en cuenta que sea cual fuere la estructura Organizacional – Funcional que se tenga siempre existirán una serie de especialidades básicas como eléctricas, mecánicas, hidráulicas, instrumentales, etc., donde cada una de estas especialidades pueden ser parte de una célula básica de trabajo o bien

dependen de una sección dentro del departamento que administre el mantenimiento.

Administración: Dentro de las actividades del mantenimiento se requiere de un buen sistema administrativo debido al carácter intermitente de la actividad y el gran volumen de datos que involucra esta tarea. Esto se convierte en indispensable para un manejo adecuado, al tratarse de la automatización de la información derivada del mantenimiento del Sistema Contra Incendios. La velocidad de acceso a la información o las diferentes bases de datos son ventajas fundamentales al momento de medir el tiempo de respuesta del servicio de mantenimiento.

Archivos: Existen una serie de datos o archivos que deben mantenerse actualizados para lograr una adecuada gestión del mantenimiento, dentro de ellos se ubican los elementos involucrados en el mantenimiento (maquinarias, instalaciones, instrumentos, herramientas, inmuebles, etc.) todos ellos identificados por medios de códigos, denominación de identificación, proveedores, etc., luego las tareas inherentes al mantenimiento, donde cada una también deberá estar identificada por tipo, característica, frecuencia, método de trabajo, tiempo estándar, herramientas requeridas, etc. Por último los planos y documentación técnica del Sistema Hidráulico Contra Incendio ordenado con las mismas características de la información anterior para poder hacer la ubicación dentro de una biblioteca o microfilmado.

Documentos: Para los trabajos de mantenimiento existen dos tipos de documentos fundamentales, las órdenes de trabajo (que se utiliza para registrar pedidos de reparaciones o mantenimientos de equipos) (**Ver Anexo 2**) y las fichas de inspección planeada (que registra los monitoreos periódicos a los a las diferentes equipos y maquinarias y que se vuelven parte del Mantenimiento Preventivo) (**Ver Anexo 3**).

Aplicaciones de Sistemas Informáticos: En consonancia con lo dicho anteriormente, y por tratarse de una actividad con un nivel de automatización e intermitencia, requiere de una gestión administrativa eficiente a través de un sistema computarizado. Su actividad principal se encuentra vinculada con el planeamiento, control programación, costeo, etc. Dicho sistema debe ser de características integrales y constar con componentes técnicos, económicos, de administración, de gestión, y cumplir con una serie de características que son importantes como:

- ✓ Constar con Archivos actualizados y completos
- ✓ Consulta rápida y veloz de datos
- ✓ Establecer el costo aproximado del mantenimiento
- ✓ Registrar el seguimiento de los trabajos realizados
- ✓ Registrar los indicadores de gestión de mantenimiento
- ✓ Manejar las ordenes de trabajo y fichas de inspección planeada
- ✓ Controlar el Cumplimiento de lo programado y efectivizado
- ✓ Controlar el inventarios de repuestos y consumibles
- ✓ Clasificar el mantenimiento por equipos, por concepto, orden, costo o tipo

El *Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional* del Universidad Politécnica Salesiana es el encargado de inspecciones, observar y verificar el óptimo funcionamiento del sistema Contra Incendios de la Institución, ya sea a base de agua u otros agentes extintores, este departamento tiene como tarea realizar los siguientes trabajos:

- a) Planificación y Control del Mantenimiento
- b) Designarse como Oficina Técnica
- c) Manejar la Administración del Mantenimiento y Operación del sistema contra incendios
- d) Manejar los archivos, datos e información digital o análoga referente al sistema contra incendios
- e) Establecer la calendarización de los Mantenimientos Preventivos y Predictivos del sistema contra incendios
- f) Manejar los Indicadores de Gestión en la administración del mantenimiento y operación del sistema contra incendios.

Es obligación de la alta dirección de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, velar y garantizar administrativa y técnicamente el correcto funcionamiento del Sistema Contra Incendios de sus instalaciones así como también es parte de sus funciones proporcionar el presupuesto respectivo para cumplir con dicho fin, La vigilancia y administración de este programa de mantenimiento debe estar a cargo de la alta dirección de la institución y el Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional ya que la seguridad de sus colaboradores y estudiantes es su principal función.

4.2.1 Especificaciones y Requisitos para Contratistas Externos de Mantenimiento

La Universidad Politécnica Salesiana no dispone de un Departamento de Mantenimiento Especializado pues tiene designado a personal de Servicios Generales para la manipulación y accionamiento del Sistema Hidráulico Contra Incendios y como custodios de las llaves de los cuartos de bombas.

Esto obliga a disponer de contratistas externos para los mantenimientos generales de dicho sistema, ya sean mantenimientos correctivos, preventivos o predictivos. La empresa que preste sus servicios contractuales debe ser idónea para las actividades a realizar, con personal calificado y legalmente constituida bajo las normas legales del Estado ecuatoriano.

Una de las causas principales de la externalización de los servicios de mantenimiento del sistema contra incendios se basa en el costo pues la irregularidad de la necesidad de intervención de los equipos evita la contratación de personal especializado en este tema. Pero el hecho de que el personal contratista no pertenezca a la Universidad Politécnica Salesiana no los exime de cumplir con normativas básicas de acceso a sus instalaciones, así como tampoco los exime de normas legales para realizar los trabajos solicitados.

El proveedor de servicios de mantenimiento antes de poder ingresar a realizar los trabajos solicitados primero deberá cumplir con un proceso de registro y verificación de datos para comprobar la legalidad de sus labores así como su competencia en la especialidad solicitada. **(Ver Anexo 4)**

Este proceso deberá ser requerido por el Departamento Administrativo y verificado por el Departamento de Seguridad y Salud de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil para los contratistas que deseen ofertar sus servicios para el mantenimiento del Sistema Hidráulico Contra Incendios.

Condiciones para la prestación de servicios externos de mantenimiento en el sistema contra incendios.

- ✓ El servicio de mantenimiento externo está destinado a conservar los equipos en buen estado de funcionamiento y a repararlos en caso de daño.
- ✓ El costo del mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo por contratista externo de cada Sistema Contra Incendio comprende: el diagnóstico, mano de obra, uso de herramientas, la reparación y los materiales e insumos empleados.
- ✓ El horario del servicio de mantenimiento correctivo por llamada es 7/24 (siete días a la semana durante las 24 horas).
- ✓ El tiempo para emitir el diagnóstico es de **veinticuatro (24) horas**, desde que inicia la prestación del servicio en sitio.
- ✓ Si el equipo o mecanismo que se revisa necesitare reparación, el Contratista se obliga a informar inmediatamente al Departamento Administrativo y al Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional sobre las urgencia y criticidad del daño para proceder a la aprobación de su reparación **inmediata**, puesto que en ningún caso se autoriza el no funcionamiento del Sistema Contra Incendios a menos que lo exija un mantenimiento al mismo.

4.2.2 Indicadores y Ratios de Control del Mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento muestran los métodos y procedimientos para calcular el deterioro de los equipos (inspección y prueba), detener el progreso del deterioro (mantenimiento rutinario) y establecer las condiciones operativas de los equipos (reparación). Existen indicadores separados por cada función de mantenimiento, incluyendo estándares para inspección de equipos, estándares de servicio periódico y estándares de reparaciones.

Existen muchos estándares e indicadores de gestión y control del mantenimiento pero para efecto de este proyecto los dividiremos en dos grupos:

- ✓ **Indicadores de Gestión Técnica**
- ✓ **Indicadores de Gestión Administrativa**

Dentro de los indicadores de Gestión Técnica utilizaremos los siguientes siguientes:

1. Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

2. Disponibilidad Total

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{N}^\circ \text{ de equipos significativos}}$$

3. Disponibilidad por Avería

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

4. MTBF (Mid Time Between Failure, Tiempo Medio entre Fallos)

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Nº de Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{Nº de averías}}$$

5. MTTR (Mid Time To Repair, Tiempo Medio de Reparación)

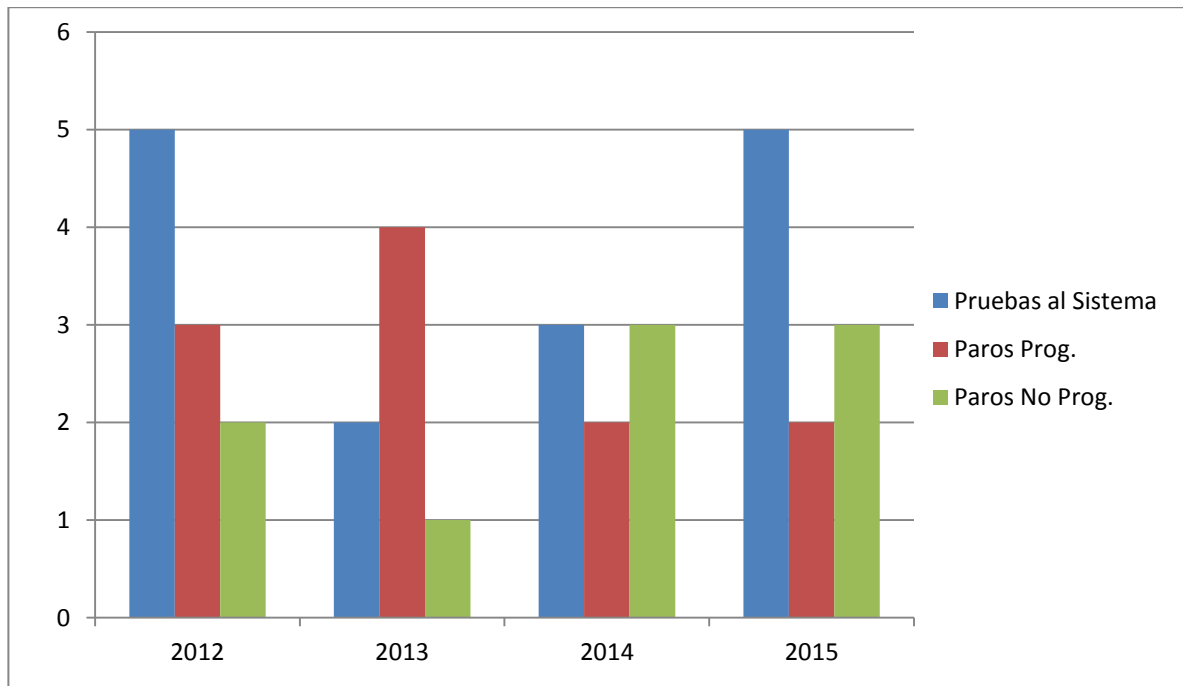
$$\text{MTTR} = \frac{\text{Nº de horas de paro por avería}}{\text{Nº de averías}}$$

Los Indicadores de Gestión Administrativa se los puede realizar o temporizar según la empresa o institución considere conveniente, para efecto de este proyecto designaremos los indicadores con tiempos mensuales, Trimestrales y Anuales como se indica a continuación:

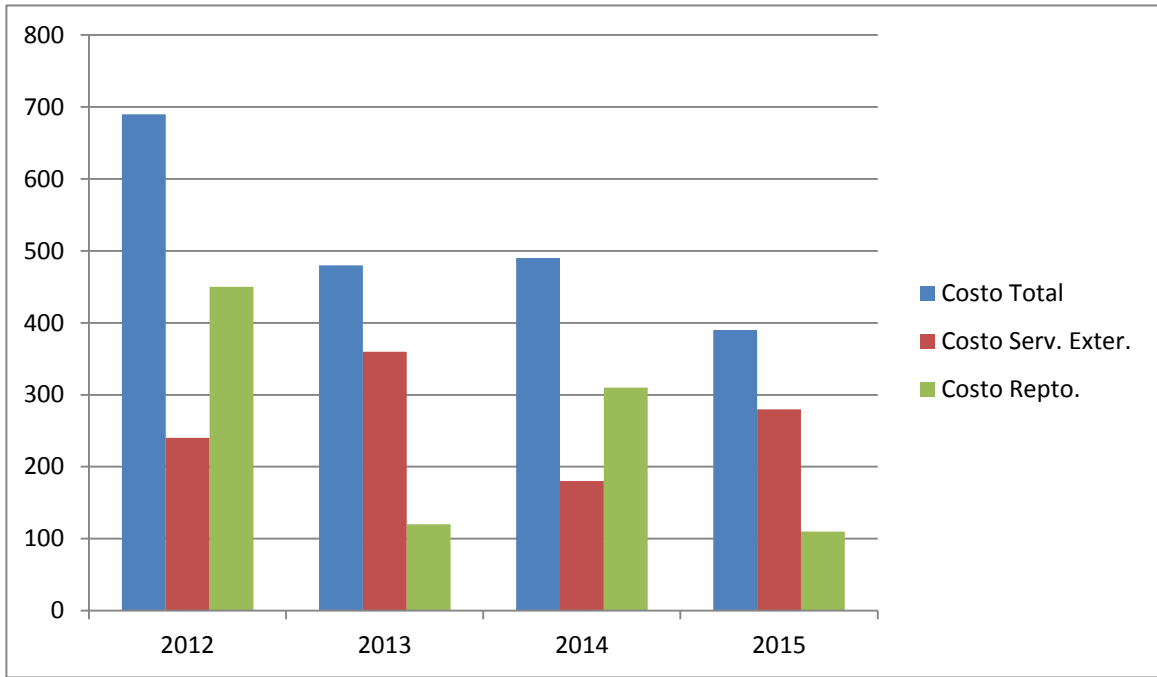
1. No. De Pruebas al Sistema / Año
2. No. De Ordenes de Trabajo / Trimestre
3. No. De Inspecciones Planeadas / Trimestre
4. No. De Paros Programados / año
5. No. De Paros No Programados / año
6. Costo Mantenimiento / Año

Estos indicadores se los puede manejar mediante hojas de cálculo de Microsoft Excel o bajo algún Sistema Automático de Generación de Reportes, para efectos de este proyecto ejemplarizaremos estos estándares bajo cuadros y gráficos de Excel:

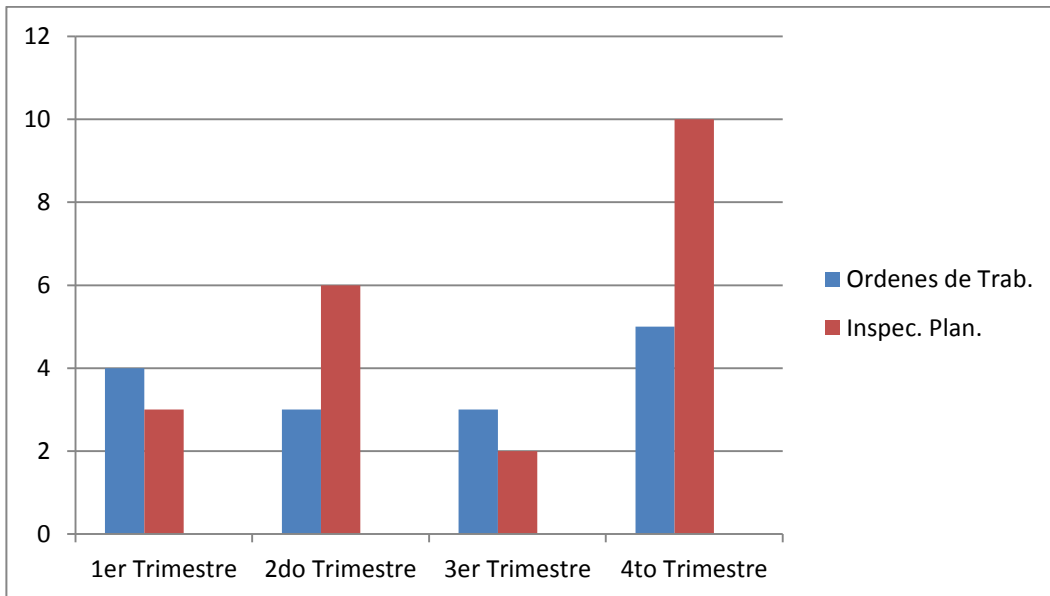
Cuadro Indicador de Gestión Administrativa Anual



Cuadro Indicador Gestión Administrativa Costo Mto./ Año



Cuadro Indicador de Gestión Administrativa Trimestral



La constante capacitación forma parte importante de este programa y es por esto que dentro de los indicadores que se indican en esta sección adjuntamos el Indicador de Formación en Mantenimiento y Operación del Sistema Contra Incendios, el cual se describe a continuación:

$$\% \text{ Horas de formación} = \frac{\text{Horas dedicadas a formación}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

Todos los indicadores se deben graficar para su mejor exposición así como también se pueden adherir más indicadores según la empresa o la institución lo requieran, para la presentación de este Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo se utilizarán los indicadores antes mencionados y ejemplarizados. La finalidad de estos indicadores o ratios es poder medir y controlar las distintas variaciones de funcionabilidad que puede tener el Sistema Hidráulico Contra Incendios así como también poder tomar decisiones más precisas basadas en las estadísticas que proveerá cada indicador.

4.2.3 Estructura del Sistema Hidráulico Contra Incendio del Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

El Sistema Hidráulico Contra Incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil se compone de 4 sistemas independientes instalados en cada bloque o sección.

Se dispone de sistemas mixtos de combate de incendios, bocatomas de agua y manguera en cada piso de los diferentes bloques como sprinklers en

los garajes para el parque automotor, obviamente esto implica los diferentes accionamientos que también disponen los sistemas (Manual y Automático)

Distribución de Componentes por Bloque

Bloque B

Bomba Centrifuga de Descarga	<p>Marca: IHM Modelo: 8x40x2 Caudal: 250 gpm Presión: 114 Psi Succión: 4'' Descarga: 3'' RPM: 1750</p>
Sección Motriz	<p>Motor de Combustión Interna Marca: Lovol Modelo: 1004-4TZ03 Procedencia: China RPM: 1800 Potencia: 1028 HP</p>
Válvulas	<p>Succión / Corte / Descarga / Alivio / Check / Revisión de Flujo / Corte Automático por Sensor</p>
Panel de Control	<p>Accionamiento Manual y Automático</p>
Presostatos	<p>SI</p>
Rociadores	<p>SI Tipo: Montante Medida: K12</p>
Cajetín Contra Incendios	<p>SI Tipo: II</p>
Bomba Jockey	<p>Marca: FORAS Modelo: P3SY-300/8 Caudal: 20 – 80 l/min Hmax: 124.7 Hmin: 69.7 Motor: Eléctrico Monofásico 220V</p>
Ductería	<p>Tipo: Cédula 40 Diámetro: 4'' - 3'' - 2 ½ '' - 1 ½ ''</p>

Bloque C

Bomba Centrifuga de Descarga	<p> Marca: MARK Modelo: GA - 14 Caudal: N/D Presión: N/D Succión: 4'' Descarga: 3'' RPM: 3500 </p>
Sección Motriz	<p> Motor Eléctrico Marca: MEG Modelo: 101516480 Procedencia: Alemania RPM: 3530 Potencia: 22 - 30 HP </p>
Válvulas	<p> Succión / Corte / Descarga / Alivio / Check / Revisión de Flujo / Corte Automático por Sensor </p>
Panel de Control	<p>Accionamiento Manual y Automático</p>
Presostatos	<p>SI</p>
Rociadores	<p> NO Tipo: N/A Medida: N/A </p>
Cajetín Contra Incendios	<p> SI Tipo: II </p>
Bomba Jockey	<p> Marca: FORAS Modelo: P3SY-300/8 Caudal: 20 – 80 l/min Hmax: 124.7 Hmin: 69.7 Motor: Eléctrico Monofásico 220V </p>
Ductería	<p> Tipo: Cédula 40 Diámetro: 4'' - 3'' - 2 ½ '' - 1 ½ '' </p>

Bloque D1

Bomba Centrifuga de Descarga	<p> Marca: IHM Modelo: N/D Caudal: N/D Presión: 114 Psi Succión: 4'' Descarga: 3'' RPM: 1750 </p>
Sección Motriz	<p> Motor de Combustión Interna Marca: Lovol Modelo: 1004-4TZ03 Procedencia: China RPM: 1800 Potencia: 1028 HP </p>
Válvulas	<p> Succión / Corte / Descarga / Alivio / Check / Revisión de Flujo / Corte Automático por Sensor </p>
Panel de Control	<p>Accionamiento Manual y Automático</p>
Presostatos	<p>SI</p>
Rociadores	<p> NO Tipo: N/A Medida: N/A </p>
Cajetín Contra Incendios	<p> SI Tipo: II </p>
Bomba Jockey	<p> Marca: FORAS Modelo: P7V-180/4 Caudal: 40 – 170 l/min Hmax: 47.5 Hmin: 16.9 Motor: Eléctrico Monofásico 220V </p>
Ductería	<p> Tipo: Cédula 40 Diámetro: 4'' - 3'' - 2 ½ '' - 1 ½ '' </p>

Bloque D2

Bomba Centrifuga de Descarga	<p> Marca: AC Fire Pump Modelo: 1580 Caudal: 250 gpm Presión: 80 - 162 Psi Succión: 4'' Descarga: 3'' RPM: 3550 </p>
Sección Motriz	<p> Motor Eléctrico Marca: AC Fire Pmp Modelo: 1580 Procedencia: EEUU RPM: 3550 Potencia: 33.2 HP </p>
Válvulas	Succión / Corte / Descarga / Alivio / Check / Revisión de Flujo / Corte Automático por Sensor
Panel de Control	Accionamiento Manual y Automático
Presostatos	SI
Rociadores	<p> SI Tipo: Montante Medida: K12 </p>
Cajetín Contra Incendios	<p> SI Tipo: II </p>
Bomba Jockey	<p> Marca: GOULDS Modelo: 1SV13FD4F20 Caudal: 5 GPM Hmax:360 Psi Hmin: N/A Motor: Eléctrico Monofásico 220V </p>
Ductería	<p> Tipo: Cédula 40 Diámetro: 4'' - 3'' - 2 ½ '' - 1 ½ '' </p>

Accesorios de los Sistemas Hidráulicos Contra Incendio

Todos los Cajetines Contra Incendio Tipo II que posee la Universidad Politécnica Salesiana poseen como accesorios tramos de **Mangueras de Nylon con Doble Chaqueta de Caucho de 1 ½" (15 Metros)** y **Pitones de Bronce Regulables** para el combate de conatos de incendio.

4.3 Mantenimiento Correctivo del Sistema Hidráulico Contra Incendio.

Como se lo indicó anteriormente, el mantenimiento correctivo son todas las actividades para corregir las causas de las fallas ejecutadas en los equipos, máquinas, instalaciones, o edificios, cuando dejan de prestar su servicio o la calidad de los mismos páralo cual fueron diseñados.

La Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil direcciona sus requerimientos de mantenimiento a través de contratistas externos que proveen dicho servicio por lo que se indicarán los procedimientos a tomar y acciones a realizar en caso de un **Paro No Programado** del Sistema Contra Incendio.

Uno de los objetivos de este proyecto es la disminución al mínimo de loa mantenimientos correctivos al sistema hidráulico contra incendios pues la Norma NFPA 25 estimula a las organizaciones e instituciones a mantener siempre en funcionamiento el SCI.

Proceso Resolutivo del Mantenimiento Correctivo del Sistema Contra Incendio.

Se debe tener en cuenta los siguientes puntos para un correcto proceso resolutivo de los problemas presentados en Mantenimiento Correctivo:

1. Identifique el problema
2. Diagnostique su causa – raíz
3. Evalúe y decida
4. Establezca Prioridades
5. Determine la carga de trabajo
6. Programe y Seleccione al contratista que estará a carga del trabajo
7. Dirija, Controle y Corrija

Para la realización de este Programa de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo del Sistema Hidráulico Contra Incendios dividiremos en secciones dicho sistema, para poder especializar los procedimientos y técnicas, de la siguiente manera:

- Sistemas de Arranque y Componentes
- Sistemas de Abastecimiento de Agua
- Sistemas de Bombeo
- Sistemas de Rociadores
- Sistemas de Columna de Agua
- Sistemas de Válvulas y Componentes de Válvulas
- Accesorios

Sistemas de Arranque y Componentes

Los 4 Sistemas Hidráulicos Contra Incendios que dispone la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil instalados en sus diferentes bloques se encuentran diseñados para trabajar de forma automática y por accionamiento manual, por lo que, dentro del mantenimiento correctivo se indica que la empresa contratista que preste los servicios de mantenimiento al sistema contra incendios, debe tener un grupo especializado en controles de automatización de sistemas hidráulicos.

Para el Mantenimiento Correctivo de los componentes del sistema de arranque y control del sistema contra incendios como son: Presostatos, Sensores de Flujo, Contactores, Relés de Accionamiento, PLC's, Cableado Estructurado, Paneles de Control, Pantallas de Visualización, Sensores de Caudal, Botoneras, Breakers, Voltímetros, Amperímetros e iguales controles para la Bomba Jockey, se debe hacer el cambio inmediato del componente defectuoso o averiado como lo indica la Norma NFPA 25, ya que el Sistema Contra hidráulico Contra Incendios debe permanecer fuera de servicio el menor tiempo posible. Una vez reemplazado el componente se procede a decidir, según revisión técnica si puede volver a servicio luego de su reparación o si se lo da de baja del sistema.

En el caso que el componente defectuoso sea reparado y vuelva a servicio, de igual manera su cambio será en el menor tiempo posible para así asegurar el funcionamiento del Sistema Contra Incendios y su operación. En una sección posterior se analizará el stock de repuestos críticos que debe tener la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil para cumplir con la continuidad del servicio del Sistema Hidráulico Contra Incendios.

Figura 21. Tablero de Control Bomba Principal de Descarga Bloque B



Fuente: Universidad Politécnica Salesiana
Elaborado por: El Autor

Sistema de Abastecimiento de Agua

El Sistema Hidráulico Contra Incendio de todos los bloques de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil se abastecen mediante cisterna enterrada y esta a su vez la alimenta la red pública de agua de la ciudad, como mantenimiento correctivo se declaran los siguientes posibles problemas:

- ✓ Fisuras en las paredes de la cisterna
- ✓ Obstrucciones en la succión a la bomba
- ✓ Ingreso de material líquido o sólido a la cisterna que no sea agua

Para estas deficiencias del abastecimiento del sistema se procederá a hacer el requerimiento de un contratista de obra civil calificado para corregir estas no conformidades y se verificará la efectividad de su trabajo en el menor tiempo posible. En el caso que el trabajo de corrección, y según decisión técnica, tome más de **veinticuatro (24 Horas)** se hará la declaración de **FUERA DE SERVICIO** del sistema contra incendio y se informará a las autoridades de la institución de los procedimientos a tomar, indicando que se debe restablecer el servicio lo más pronto posible.

Sistemas de Bombeo

Los Sistemas de Bombeo o Descarga del sistema contra incendio se dividirán en 2 partes principales:

- ✓ Sistema Motriz
- ✓ Sistema Conducido (Bomba)

Sistema Motriz

De los 4 sistemas contra incendio que posee la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, tres (3) son con sistema motriz eléctrico y uno (1) es por sistema motriz por combustión. Para ambos tipos de sistema motriz el mantenimiento correctivo se lo realizará con el requerimiento de un contratista externo especializado ya sea en Motores a Combustión o Motores Eléctricos. Debido al costo y la dificultad de tener un stock de repuestos mecánicos y eléctricos de los motores dentro de la institución y ya que la Norma NFPA 25 no exige este requerimiento para los sistemas motrices de las bombas de descarga, los repuestos serán cotizados por el contratista incluyendo la mano de obra de su instalación. En el caso que el trabajo de

corrección, y según decisión técnica, tome más de **veinticuatro (24 Horas)** se hará la declaración de **FUERA DE SERVICIO** del sistema contra incendio y se informará a las autoridades de la institución de los procedimientos a tomar, indicando que se debe restablecer el servicio lo más pronto posible.

Figura 22. Sistema Motriz de Combustión Interna Bomba Bloque B



Fuente: Universidad Politécnica Salesiana

Elaborado por: Autor

Figura 23. Sistema Motriz Eléctrico Bomba Bloque D1



Fuente: Universidad Politécnica Salesiana

Elaborado por: Autor

Sistema Conducido (Bomba)

De los 4 sistemas contra incendio que posee la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, tres (3) son con sistema conducido o bomba Horizontal y uno (1) es por sistema motriz por combustión. Para ambos tipos de sistema motriz el mantenimiento correctivo se lo realizará con el requerimiento de un contratista externo especializado en bombas ya sean verticales u horizontales. Debido al costo y la dificultad de tener un stock de repuestos de las bombas dentro de la institución ya que su reparación exige hacerlo en un taller especializado con equipos de mecanización de partes y piezas, y ya que la Norma NFPA 25 no exige este requerimiento para las bombas de descarga ni las bombas de regulación de presión, los repuestos serán cotizados por el contratista incluyendo la mano de obra de su instalación y mecanización de partes y piezas. En el caso que el trabajo de corrección, y según decisión técnica, tome más de **veinticuatro (24 Horas)** se hará la declaración de **FUERA DE SERVICIO** del sistema contra incendio y se informará a las autoridades de la institución de los procedimientos a tomar, indicando que se debe restablecer el servicio lo más pronto posible.

La NFPA detalla un cuadro de posibles fallas en una bomba centrífuga de descarga, pero esto no exime de hacer una evaluación con personal especializado in situ.

Cabe indicar que estas posibles fallas no eximen de una revisión profesional por parte de personal especializado en mantenimiento de bombas centrífugas ya que puede existir otras fallas propias del tipo de sistema instalado.

Figura 24. Cuadro de Fallas en Bombas Centrifugas Contra Incendio

Problemas de la bomba de incendio:	Succión				Bomba														Motor y/o Bomba			Motor																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
Filtración excesiva en la caja de empacquetadura				X																																		
Bomba o impulsor se recalientan			X	X	X			X		X					X			X	X		X	X	X	X														
La unidad de la bomba no arranca			X	X												X																				X		
No hay descarga de agua	X	X	X																																			
La bomba es ruidosa o vibra			X	X			X		X																													
Se requiere demasiada fuerza			X	X			X	X		X		X		X				X																				
Presión de descarga no constante para el mismo rpm	X				X	X	X																															
La bomba pierde succión después de arrancar	X	X	X																																			
Insuficiente descarga de agua	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Presión de descarga muy baja para la descarga de gpm	X	X	X																																			

Ilustración C.1 Posibles causas de problemas de bombas de incendio

Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Sistema de Rociadores

La Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil posee un sistema de rociadores automáticos instalados en los parqueaderos subterráneos de los Bloques B y D, de igual manera este programa de mantenimiento se podrá aplicar en futuras instalaciones de rociadores o sprinklers de la institución.

Según la NFPA 25 en su última edición 2012 indica sólo mantenimiento preventivo a los rociadores o aspersores. En el caso de que el Sistema de Bombeo o Descarga sea independiente al sistema principal contra incendios, se procederá a realizar un mantenimiento correctivo a dicho sistema de manera independiente mas no a los rociadores, solo se concibe el reemplazo del rociador en caso de que se detecte algún fallo en estos componentes.

Los rociadores que han estado en servicios por varios años no deberán ser sometidos a las pruebas de calidad de un rociador nuevo. Sin embargo, si hay algunas dudas acerca de su rendimiento continuo satisfactorio, los rociadores deben ser reemplazados inmediatamente.

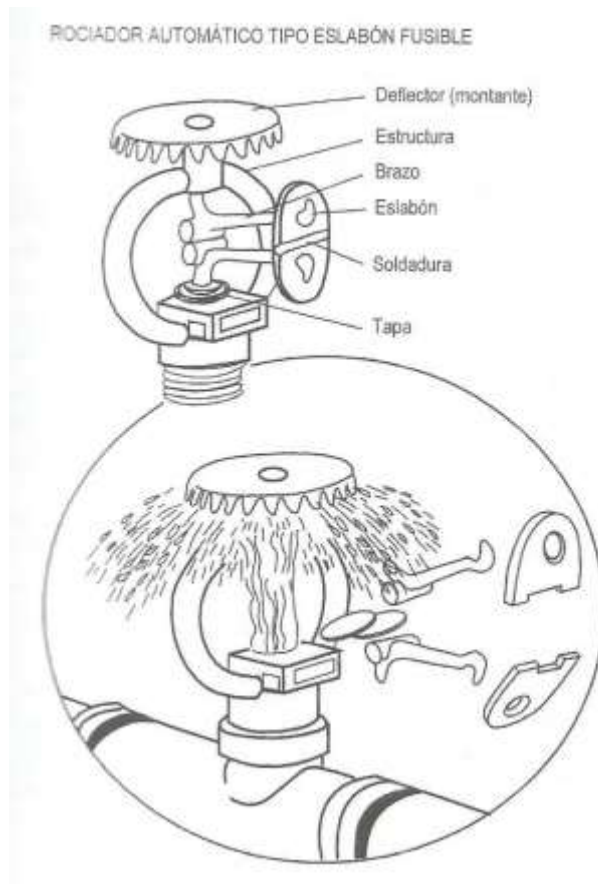
Los rociadores antiguos están permitidos a ser reemplazados por otros rociadores antiguos. Los rociadores antiguos no pueden usarse para reemplazar rociadores normalizados actuales o nuevos sin aprobación y después de una completa revisión del sistema propio.

Es importante que algunos rociadores de reemplazo tengan la característica de los rociadores a reemplazar como rango de temperatura, características de respuesta, espacio requerido, razón de flujo y factor K, se debe utilizar un rociador con similares características para poder modelo de reemplazo y el sistema debe ser evaluado para constatar que el rociador es el apropiado para el uso que se requiere.

La NFPA 25 y 13 indican que se debe tener un stock mínimo de 2 rociadores de cada tipo y rango de temperatura de aquellos instalados. Los rociadores de ampolla de vidrio deben ser reemplazados si la ampolla se ha vaciado.

Cuando un sistema de rociadores ha estado fuera de servicio por un periodo extenso, para retornar al servicio, es recomendable que un supervisor responsable con experiencia y competente realice inspecciones y pruebas de sistema.

Figura 25. Funcionamiento de un Rociador



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Sistemas de Columna de Agua

Al referirnos a columnas de agua hacemos referencia a los sistemas de tuberías y cajetines contra incendio que posee la Universidad Politécnica Salesiana en todos sus bloques. Para mantenimientos correctivos podemos señalar las siguientes posibles fallas en tuberías y cajetines:

- ✓ Fugas o filtraciones en juntas, bridas, roscas o soldaduras
- ✓ Deformación de tuberías por golpes o accidentes
- ✓ Desgaste o fatiga del material por corrosión o mal diseño
- ✓ Fugas en juntas con válvulas de descargas en cajetines

La reparación de estas fallas son de mantenimiento correctivo y dependiendo de la localización del defecto podría dejar sin servicio una sección del sistema contra incendio o colocarlo fuera de servicio totalmente.

La corrección de daños en tuberías y columnas de agua regularmente se lo realiza con material aportante (soldadura) o ajustes mecánicos, el trabajo del contratista debe evaluarse y seleccionar debidamente el tipo reparación que va a realizar ya que la presurización del sistema puede generar un mayor daño en caso de no haberse corregido correctamente la falla.

Los cajetines contra incendio deben ser reparados en caso de que se panel de protección (vidrio o plástico reforzado) haya sido roto puesto que genera un riesgo de accidente y permite la mala manipulación del sistema contra incendios de la institución.

Figura 26. Cajetín Contra Incendios



Fuente: Hanbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Sistemas de Válvulas y Componentes de Válvulas

El mantenimiento correctivo de Válvulas y sus Componentes se lo realiza a través del reemplazo directo hasta la reparación del artefacto averiado o en su defecto se lo realiza con el cambio definitivo de la válvula. Al igual que las tuberías y columnas de agua, la posición de la válvula en desperfecto podría originar que una sección del sistema hidráulico contra incendio quede fuera de servicio o que la totalidad del sistema se detenga, esto convierte a ciertas válvulas principales como repuestos críticos que deben estar almacenados dentro la institución para así evitar la suspensión prolongada del servicio contra incendios.

Tipos de Válvulas en el sistema Contra Incendio

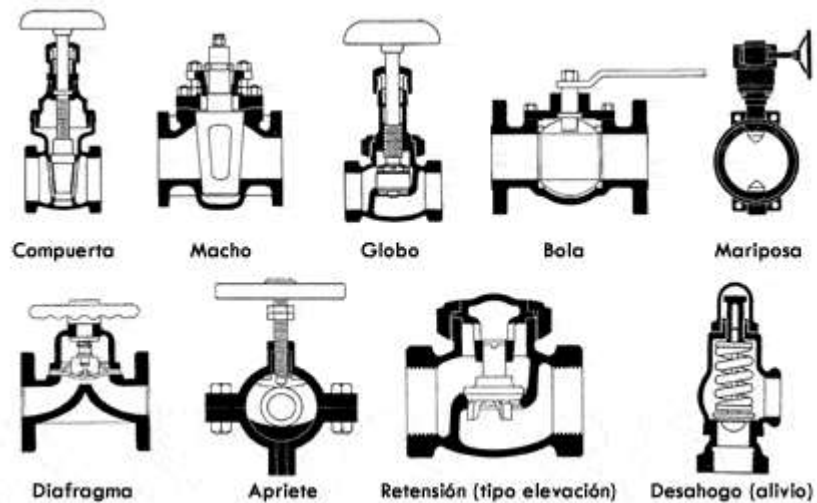
Dentro de los grupos y tipos de válvulas en un sistema contra incendio podemos nombrar las siguientes:

- ✓ Válvulas de Control
- ✓ Válvulas Seccionadoras
- ✓ Válvulas de Drenaje
- ✓ Válvulas Indicadoras
- ✓ Válvulas de Alivio de Presión

Dentro de la industria y por su tipo de accionamiento podemos encontrar otros tipos de válvulas como:

- ✓ Válvulas de Volante o Cierre Lento
- ✓ Válvulas de Bola
- ✓ Válvulas Mariposa
- ✓ Válvulas Check o Retención
- ✓ Válvula Globo
- ✓ Válvula de Compuerta
- ✓ Válvula de Vástago Libre
- ✓ Válvula de Diafragma
- ✓ Válvula de Apriete
- ✓ Válvula Macho

Figura 27. Tipos de Válvulas



Fuente: Mantenimiento Industrial Avanzado Editorial FC Edición

Autor: Ing. Francisco González

Para sistemas hidráulicos contra incendio se indica según NFPA 25 que todas las válvulas deben ser de cierre lento puesto que las válvulas de cierre rápido causan **Golpe de Ariete** al sistema.

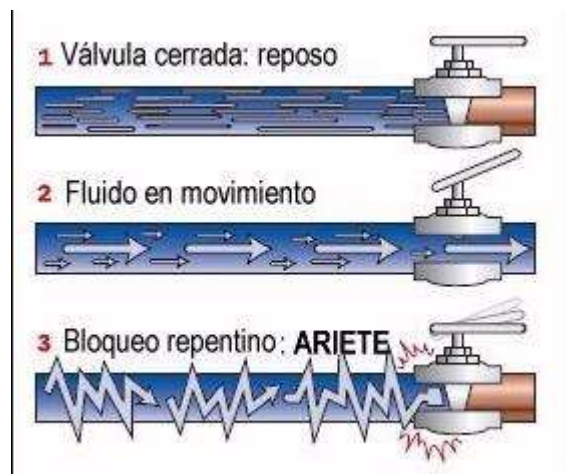
Golpe de Ariete

El golpe de ariete o pulso de Zhukowski (llamado así por el ingeniero ruso Nicolai Zhukowski) es, junto a la cavitación, el principal razón de averías en tuberías e instalaciones hidráulicas.

El golpe de ariete se debe a que el fluido es ligeramente elástico. En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula instalada en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que se han

detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una presión que se desplaza por la tubería a una rapidez que puede superar la velocidad del sonido en el fluido. Esta sobrepresión tiene dos efectos: comprime ligeramente el fluido, reduciendo su volumen, y dilata ligeramente la tubería. Cuando todo el fluido que circulaba en la tubería se haya detenido, detiene el impulso que la comprimía y, por tanto, ésta tiende a expandirse. Por otro lado, la tubería que se había ensanchado ligeramente tiende a retomar su dimensión normal. Simultáneamente, estos efectos provocan otra onda de presión en el sentido contrario. El fluido se desplaza en dirección contraria pero, al estar la válvula cerrada, se produce una depresión con respecto a la presión normal de la tubería. Al reducirse la presión, el fluido puede pasar a estado gaseoso formando una burbuja mientras que la tubería se contrae. Al alcanzar el otro extremo de la tubería, si la onda no se ve disipada, por ejemplo, en un depósito a presión atmosférica, se reflejará siendo mitigada progresivamente por la propia resistencia a la compresión del fluido y la dilatación de la tubería.

Figura 28. Golpe de Ariete



Fuente: Mantenimiento Industrial Avanzado Editorial FC 4ta Edición

Autor: Ing. Francisco González

Accesorios

El mantenimiento correctivo para accesorios del sistema contra incendio como son las mangueras de nylon con chaquetas de caucho de diferente diámetro y pitones de descarga se lo realiza con su reemplazo inmediato. Es necesario tener en cuenta que estos accesorios deben estar dentro del listado de repuestos críticos de la institución puesto que sin los mismos se vuelve incompleto el sistema y por lo tanto no cumplirá su función de extinción de un conato de incendio.

Figura 29. Mangueras contra incendio



Fuente: Catálogo 2014 Extintores Atlas

Autor: Extintores Atlas

4.3.1 Inventario y Almacenamiento de Repuestos Críticos

La norma NFPA 25 Edición 2012 exige un mínimo de repuestos y accesorios críticos en stock para poder garantizar el normal funcionamiento del Sistema Hidráulico Contra Incendio de un organización. Estos repuestos y accesorios deben estar bajo la administración del Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional, según la organización administrativa de la institución. Siguiendo el diseño y estructura del sistema contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil los repuestos críticos son los siguientes:

- ✓ Rociadores (mínimo 6 de iguales características a los instalados)
- ✓ Controladores y Breakers del Sistema de Arranque
- ✓ Válvulas Principales de Control
- ✓ 2 Baterías para el motor de combustión del Bloque B
- ✓ Perfilería y Soportes de la Red de Tuberías
- ✓ Mangueras de 1 ½" (mínimo 3 de 15 Metros cada una)
- ✓ Pitones de regulación (mínimo 2 de 1 ½" cada uno)

Estos Repuestos y Accesorios críticos deben estar correctamente almacenados e inventariados para su fácil acceso bajo un mantenimiento correctivo o preventivo. La disponibilidad debe ser inmediata en caso de un mantenimiento correctivo ya que el servicio del Sistema Hidráulico Contra Incendios no puede suspenderse por tiempos prolongados más allá de los necesarios para su reparación y ajuste.

4.4 Mantenimiento Preventivo del SCI.

El mantenimiento preventivo es una de las partes más importantes de este programa pues en sistemas tan esenciales y sensibles como un Sistema Hidráulico Contra Incendios lo que se busca es justamente evitar los mantenimientos correctivos pues generan **Paros No Programados** y **Suspensión** de un servicio de vital importancia que tiene como objetivo salvaguardar la integridad de las personas y la infraestructura de una institución como la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

4.4.1 Mantenimiento Preventivo por Sección del Sistema

Sistemas de Arranque y Componentes

El mantenimiento preventivo al sistema de Arranque y Componentes comprende un modelo de pasos sistemáticos para garantizar que los controles eléctricos y electrónicos permanezcan en un estado de óptimo funcionamiento para el control del sistema contra incendios.

Los Sistemas de Arranque son una parte importante del sistema de protección contra incendios. Requieren un mínimo mantenimiento preventivo, pero deben ser inspeccionados periódicamente y su operación simulada para asegurar un rendimiento constante.

El mantenimiento preventivo debe efectuarse por personal altamente capacitado y entrenado debido a que conlleva riesgos eléctricos altos.

A continuación se muestran los pasos a seguir para el mantenimiento preventivo del Sistema de Arranque del sistema Contra Incendios:

- ✓ Inspeccione la limpieza del controlador.
- ✓ Retire cualquier objeto desde la parte superior del mando.
- ✓ Retire el polvo de los componentes y pantallas.
- ✓ Inspeccione el controlador, componentes de medición (voltímetros y amperímetros) para cualquier evidencia de corrosión exterior o mal funcionamiento.
- ✓ Inspeccione el controlador, componentes de medición (voltímetros y amperímetros) para detectar cualquier evidencia de corrosión interior o mal funcionamiento.
- ✓ Compruebe si hay fugas o des calibración en el transductor de presión (presostato) y tuberías.
- ✓ Inspeccione la puerta para la correcta alineación y la función de las cerraduras de puertas
- ✓ Inspeccione el ajuste de todas las conexiones
- ✓ Inspeccione el ajuste de todos los puentes de terminal
- ✓ Inspeccione la conexión a tierra del controlador
- ✓ Inspeccione los relés, contactores y temporizadores para detectar cualquier evidencia de daño.
- ✓ Compruebe los contactos de potencia del contactor del motor.
- ✓ Inspeccione apriete de todas las tuercas y tornillos de montaje.

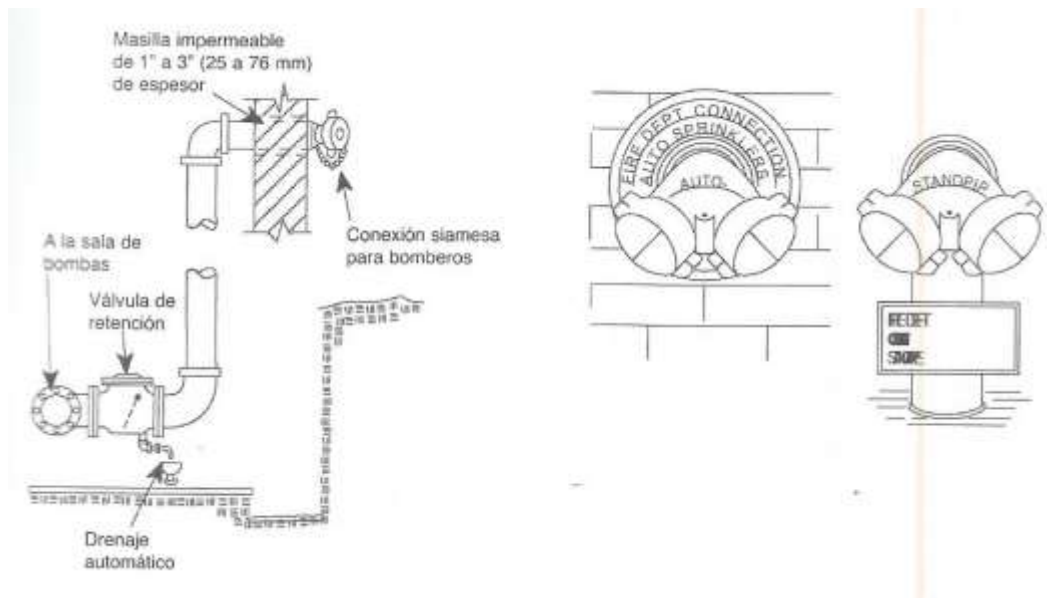
Dentro del gabinete o panel de control hay un voltaje considerable que causa lesiones graves o la muerte. El mantenimiento y la puesta en marcha deben ser realizados por técnicos calificados y con experiencia. Sólo personal idóneo debe trabajar en este equipo.

Sistema de Abastecimiento de Agua

Debido a que el Sistema de Abastecimiento de Agua del sistema contra incendios radica en cisternas a sub-nivel del piso el mantenimiento preventivo implica inspecciones visuales temporizadas para detectar filtraciones, materiales que podrían obstruir las tuberías de abastecimiento, óxido y otras deficiencias en las instalaciones.

Parte del Sistema de Abastecimiento del Agua es la conexión siamesa externa para los bomberos la cual debe estar siempre en perfectas condiciones y con sus protecciones en funcionamiento.


Figura 30. Siamesas para Conexión Externa de Bomberos



Fuente: Manual de Inspecciones a Sistemas Contra Incendios NFPA 2012

Autor: NFPA

Formulario de Inspección Anual del Sistema de Abastecimiento de Agua

Sistemas de Abastecimiento de Agua		Modelo 9-C
		
<h3>Inspección Anual</h3>		
Año: _____ Sistema: _____ Situación: _____		
SI = Correcto NO = Incorrecto (explicar)		
La conexión siamesa para el Cuerpo de Bomberos está accesible.		
La conexión siamesa para el Cuerpo de Bomberos está correctamente sustentada.		
Existen tapas de la conexión siamesa para el Cuerpo de Bomberos.		
Las mangueras de la conexión para el Cuerpo de Bomberos están en buen estado.		
El Dispositivo antigoteo en la conexión para bomberos está operativa.		
El estado general de los depósitos de agua es satisfactorio, sin advertirse descascarillado ni fugas en las costuras.		
Las escaleras en los tanques son estables y están libres de óxido.		
Los tejados en los depósitos de abastecimiento de agua son estables y están libres de óxido.		
Las abrazaderas oscilantes sobre los depósitos de almacenamiento de agua son estables y están libres de óxido.		
El estado de la pintura de los depósitos es satisfactorio.		
Los depósitos de agua elevados y pozos están libres de suciedad.		
En depósitos de estructura plástica, la toma para drenaje no tiene fugas.		
En depósitos de estructura plástica, las paredes no están desgastadas.		
En depósitos de estructura plástica, la protección de pintura exterior no presenta oxidación ni se ha visto afectada por el clima.		
La pintura sobre los tanques de presión es satisfactoria.		
El interior de los tanques de presión ha sido inspeccionado por un inspector cualificado.		
El sistema de calefacción funciona correctamente (comprobar durante los dos primeros meses de funcionamiento cada temporada).		
Para tanques de madera, los aros y rejillas son satisfactorios.		
Las juntas de expansión no muestran signos de tensión, óxido o corrosión.		
Notas: _____ _____ _____ _____ _____		

Formulario de Inspección General del Sistema de Abastecimiento de Agua

Modelo 9-B



Sistemas de Abastecimiento de Agua

Inspecciones Semanales, Mensuales y trimestrales

Este modelo cubre un periodo de 3 meses.

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

SI = Correcto NO = Incorrecto (explicar)

Semanalmente

Fecha																				
Inspector																				
Las válvulas de control están correctamente dispuestas.																				

Mensualmente

Fecha																				
Inspector																				
Comprobar la presión en el depósito y registrarla en psi (bar).																				
El nivel de agua está a una altura normal.																				

Trimestral

Fecha																				
Inspector																				
Las condiciones exteriores del tanque son adecuadas.																				
La estructura de sustentación del tanque es adecuada.																				
Los medios de acceso al depósito son adecuados.																				
El área alrededor del depósito está libre de suciedad y no hay signos de fugas																				

Notas: _____

Sistemas de Bombeo

Como se indicó anteriormente, este sistema se divide en 2 secciones: Sistema Motriz y Sistema Conducido o Bomba. La Universidad Politécnica Salesiana posee 2 tipos de Sistema Motriz para bombeo de agua (Por Combustión y Eléctrico). De igual forma dos tipos de Sistemas Conducidos o Bombas (Horizontal y Vertical). Para cada una de estas partes se definirá su mantenimiento preventivo.

Sistema Motriz por Combustión Interna.

Para fines de este proyecto se detallarán los mantenimientos preventivos básicos a un motor de combustión interna, una intervención mayor radica en un mantenimiento correctivo y como se indicó anteriormente esta labor se realizará bajo requerimiento de un contratista externo.

Diariamente verificar.

- a) Nivel de refrigerante en el radiador.
- b) Nivel de aceite en el cárter y/o en el gobernador hidráulico si lo tiene.
- c) Nivel de combustible en el tanque.
- d) Nivel de electrolito en las baterías, así como remover el sulfato en sus terminales.
- e) Limpieza y buen estado del filtro de aire. El uso de un indicador de restricción de aire es un buen elemento para saber cuándo está sucio nuestro filtro.
- f) Que el pre-calentador eléctrico del agua de enfriamiento opere correctamente para mantener una temperatura de 140°F.
- g) Que no haya fugas de agua caliente aceite y/o combustible.

Semanalmente Verificar.

- a) Operar el motor con carga a la bomba, comprobar que todos sus elementos operen satisfactoriamente, durante unos 5 minutos.
- b) Limpiar el polvo que se haya Acumulado sobre la misma o en los Pasos de aire de enfriamiento.

Mensualmente Verificar.

- a) Cambiar los filtros de combustible de acuerdo al tiempo de operación según recomendación del fabricante del motor.
- b) Cambiar el filtro de aire o limpiarlo.
- c) Hacer operar el motor con carga al menos 10 minutos.

Cada 6 meses Verificar

- a) Verificar todo lo anterior.
- b) Verificar todos los sistemas de seguridad, simulando accionamiento del Sistema Contra Incendios.
- c) Darle mantenimiento a la batería,
- d) Apretar la tortillería de soporte del silenciador.
- e) Verificar los aprietes de las conexiones eléctricas.
- f) Efectuar los trabajos de mantenimiento especificados en el manual del motor.

Sistema Motriz Eléctrico.

Para fines de este proyecto se detallarán los mantenimientos preventivos básicos a un motor eléctrico, una intervención mayor radica en un mantenimiento correctivo y como se indicó anteriormente esta labor se realizará bajo requerimiento de un contratista externo.

Con el motor apagado

Limpieza interior con aire seco a baja presión con aspirador.

Comprobar conexiones y devanados.

Examinar si existen señales de humedad grasa o aceite en el devanado

Probar resistencia en aislamiento y conexión a tierra

Comprobar carga en el arranque

Comprobar engrase y estado de los rodamientos cambiándolos si fuese necesario

Comprobar y equilibrar el motor

Comprobar el estado de la carcasa, amarres, conexiones, tornillos, ventilación.

Mantenimiento Preventivo Temporizado

Limpieza exterior = cada dos semanas

Comprobar vibración y calentamientos anormales = cada 3 semanas

Comprobar carga = cada 4 meses

Limpieza general (interior-exterior) = anual

Comprobar conexiones = anual

Observar si hay presencia de humedad, aceite o grasa = anual

Probar resistencia de aislamientos y puesta a tierra = semestral

Sistema Conducido o Bomba

Las bombas están diseñadas para funcionar sin recibir mantenimiento regular, salvo por la lubricación de los cojinetes del motor. Si se realiza una inspección sistemática a intervalos periódicos (Mantenimiento Preventivo), en la que se controle rigurosamente su funcionamiento, la bomba funcionará por años sin presentar problemas. Los parámetros para el mantenimiento Preventivo que se desarrollará a continuación aplican para las bombas horizontales y verticales.

Cuidado General

- Mantener limpia la unidad.
- El motor debe tener la protección adecuada contra sobrecargas.
- Evitar que entren virutas flotantes u otros objetos extraños en las aberturas de ventilación del motor.
- Evitar el funcionamiento de la unidad en ambientes demasiado calientes.

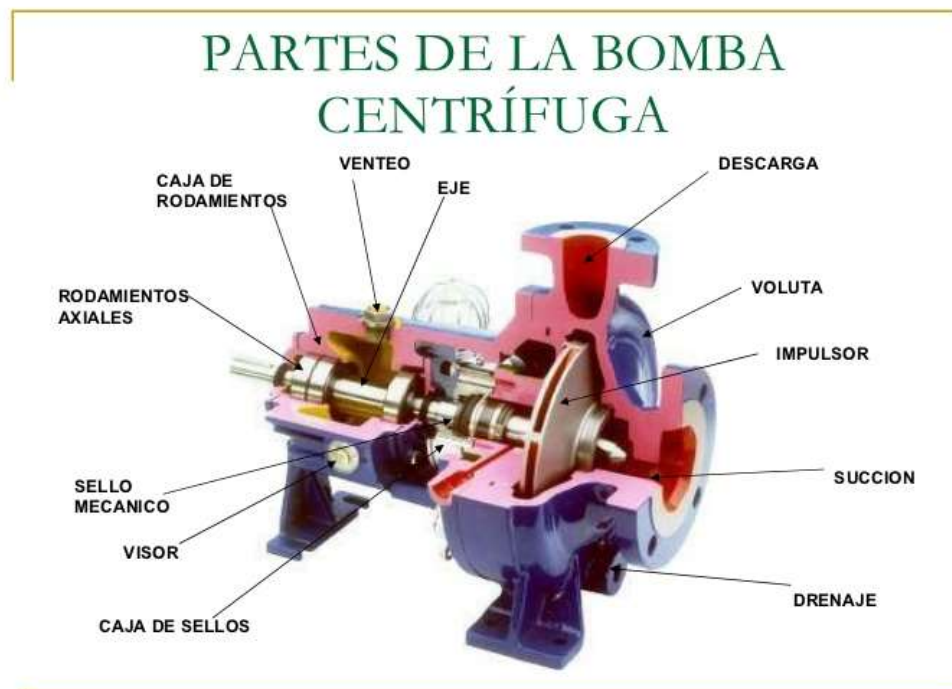
Las Bombas Centrifugas contra incendio requieren de significativas pruebas periódicas que avalen su correcto funcionamiento. La NFPA 25 tiene conformado cuadros y frecuencias de mantenimientos que se deben respetar para garantizar el correcto funcionamiento. EL Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil no posee Cabezal de Prueba en ninguno de sus sistemas contra incendio, lo que obliga a realizar las pruebas de caudal y presión solamente en los puntos de descarga de los cajetines o bocatomas de incendio haciendo referencia que debe tomarse el punto más lejano de la bomba según plano de construcción para comprobar caudal y presión.

Clasificación y Partes de una Bomba Centrífuga

Las Bombas Centrífugas se pueden clasificar de diferentes maneras:

- Por la dirección del flujo en: Radial, Axial y Mixto.
- Por la posición del eje de rotación o flecha en: Horizontales, Verticales e Inclinados.
- Por el diseño de la coraza (forma) en: Voluta y las de Turbina.
- Por el diseño de la mecánica coraza en: Axialmente Bipartidas y las Radialmente Bipartidas.
- Por la forma de succión en: Sencilla y Doble.

Figura 31. Partes de una Bomba Centrífuga

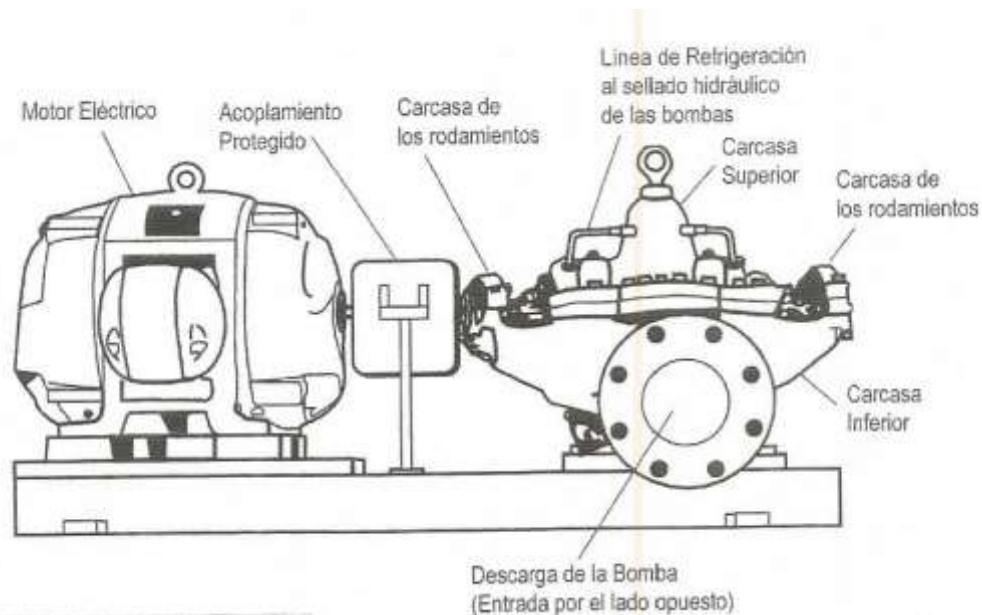


Fuente: Corporación IHM Colombia Catálogo 2013

Autor: Corporación IHM Colombia

Se indican diseños y estructuras de bombas horizontales y verticales pues se dispone de los equipos dentro de las instalaciones.

Figura 32. Bomba Horizontal



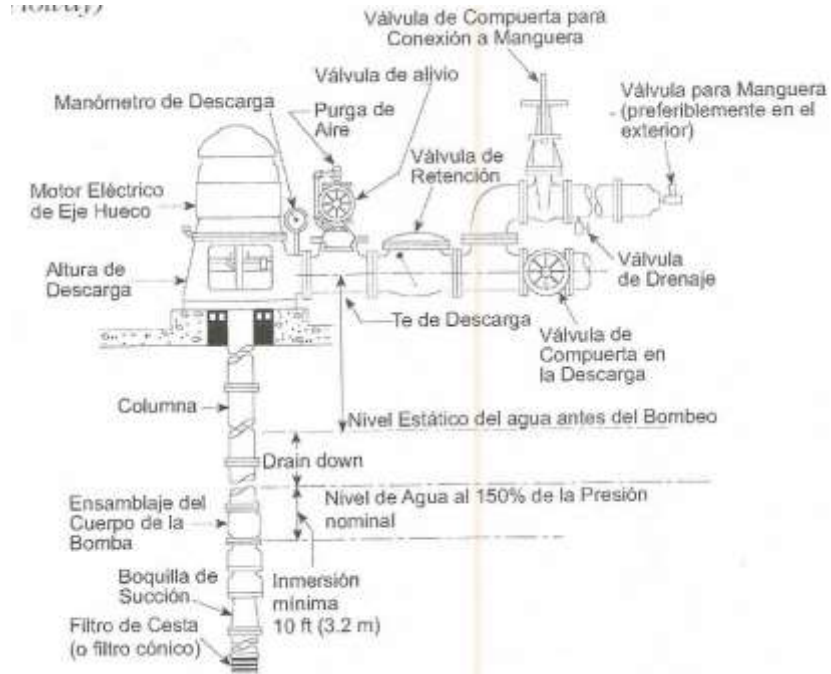
Fuente: Manual de Inspecciones Contra Incendios NFPA Edición 2012

Elaborado por: NFPA

En la gran variedad de bombas centrífugas horizontales encontramos las siguientes ventajas.

- Son de construcción más barata que las verticales.
- Su mantenimiento y conservación es mucho más sencillo y económico.
- El desmontaje de la bomba se puede hacer sin necesidad de mover el motor.
- No hay que tocar las conexiones de aspiración e impulsión.
- Fácil de instalar.

Figura 33. Bomba Vertical



Fuente: Manual de Inspecciones Contra Incendios NFPA Edición 2012

Elaborado por: NFPA

Mantenimiento a Prensa Estopa

Prensa Estopa Sello Mecánico

Antes de instalar el sello, comprobar de que exista un radio mínimo de 1/32" en el borde de la cavidad de la caja, que admitirá el asiento y el anillo del asiento del sello.

Aceite la superficie exterior del anillo del asiento (con aceite ligero, no con grasa) e introduzca la unidad a presión en la cavidad, asentándola en forma firme y perpendicular.

Limpiar las caras solapadas.

Limpiar, pula y aceite la camisa del eje, sobre la cual pasará el sello.

Verificar que exista un radio mínimo de 1/32" en el borde de entrada.

Asegurarse de que todos los bordes de cualquier ranura o canal para los anillos de retención sean lisos y no filosos.

Limpiar y aceitar las caras solapadas de sellado con aceite ligero.

Colocar la unidad de la arandela de sellado sobre la camisa del eje, y deslice la unidad hasta que haga contacto con el asiento.

Verificar que se hayan hecho bien todas las conexiones de limpia.

Purgar todo el aire y el vapor de la unidad antes de ponerla en marcha.

Verificar que haya líquido en la caja del sello para garantizar la lubricación inicial correcta de las caras del sello.

Prensa Estopas con Empaque

Cuando se retiren los empaques viejos, cerciorarse de retirar por completo los anillos inferiores.

Limpiar bien el prensaestopas y verificar la condición de la camisa del eje.

Cortar el empaque de forma que quede un espacio de 1/8" entre los extremos cuando esté instalado.

Colocar el primer anillo alrededor del eje y oprímalo firme y uniformemente dentro del prensaestopas.

Continuar colocando los anillos de la misma forma, alternando sus uniones un cuarto de vuelta, hasta llenar el prensaestopas.

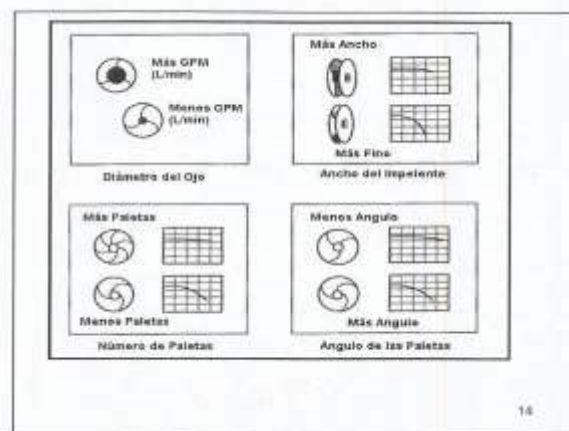
Asegurarse de que el anillo de cierre hidráulico esté en la posición correcta bajo la conexión de la tubería.

Impulsor

El impulsor es el corazón de la bomba centrífuga, recibe el líquido y le imparte una velocidad de la cual depende la carga producida por la bomba.

El impulsor debe ser revisado en un mantenimiento preventivo mayor pues una deformidad, desalineamiento del eje o falta de lubricación y limpieza pueden ocasionar daños costosos o generar deficiencias en la descarga de agua.

Figura. 34. Tipos de Impulsores según su desempeño



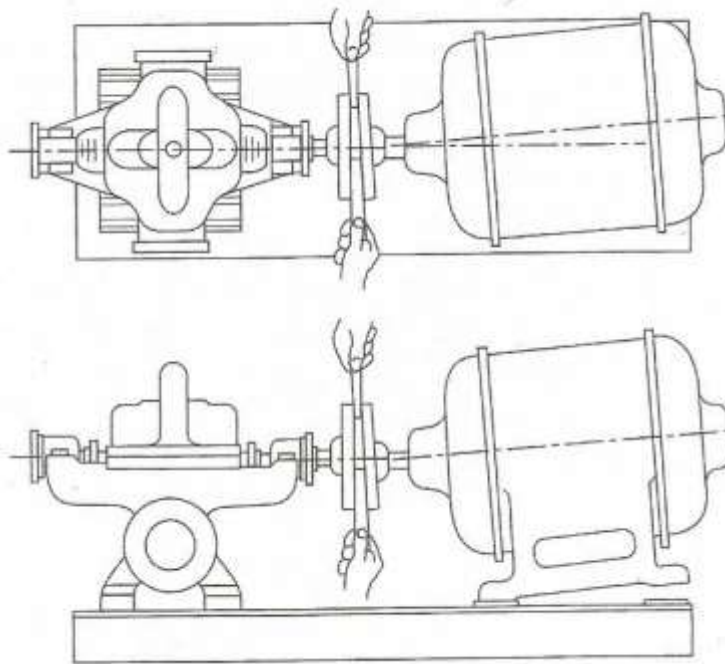
Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Alineamiento de Ejes

Dentro de las inspecciones visuales que deben realizarse a una Bomba Centrifuga es la alineación de ejes entre su Sistema Motriz y el Conducido o Bomba lo cual se puede realizar con Galgas de Inspección como se indica en la Figura 31 y Figura 32.

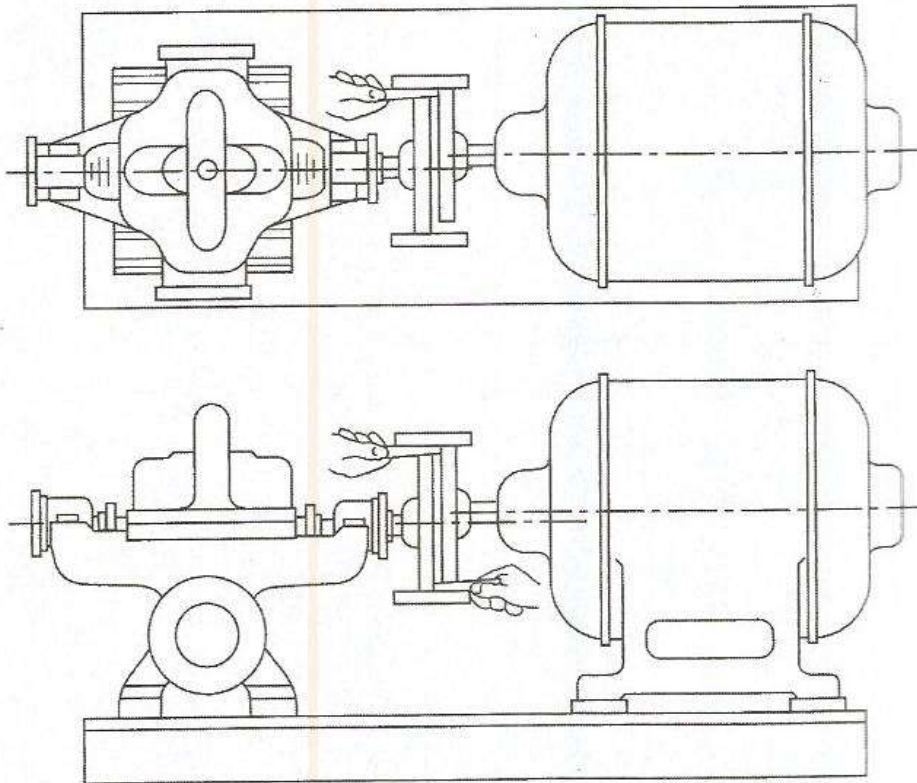
Figura 35. Alineación Angular



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Figura 36. Alineación Paralela



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

A continuación se detallan los formularios de inspecciones según su frecuencia así como las Tablas de Referencia que indica la NFPA 25 sobre Reemplazo de Componentes

Tabla 6. Resumen de Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de Incendios

Item	Frecuencia
Inspección	
Caseta de bombas, rejilla de ventilación de calefacción	Semanal
Sistema de bombas de incendio	Semanal
Prueba	
Operación de la bomba	
Sin flujo	
Bombas con motor diesel	Semanal
Bombas con motor eléctrico	Mensual
Con flujo	
Señales de alarma de la bomba	Anual
Mantenimiento	
Hidráulico	Anual
Transmisión mecánica	Anual
Sistema eléctrico	Variable
Controlador, diferentes componentes	Variable
Motor	Anual
Sistema de máquina diesel, diferentes componentes	Variable

Fuente: NFPA 25 Tabla 8.1.1.2 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 7a. Resumen de Requisición de Prueba para Reemplazo de Componentes

Tabla 8.6.1 Resumen de requisitos de prueba para reemplazo de componentes

Componente	Ajustar	Reparar	Reconstruir	Reemplazar
Sistema de bombas de incendio				
Conjunto de bomba completo				X
Conjunto rotativo/impulsor		X		X
Caja		X		X
Rodamientos				X
Camisas				X
Anillos de desgaste				X
Eje principal		X		X
Empaques	X			X
Transmisión mecánica				
Impulsor del engranaje en ángulo recto		X	X	X
Acople del impulsor	X	X	X	X
Sistema /control eléctrico				
Regulador completo		X	X	X
Interruptor aislador				X
Cortacircuitos	X			
Cortacircuitos				X
Conexiones eléctricas	X			
Contacto principal			X	
Contacto principal				X
Monitor de potencia				X
Relevo de arranque				X
Interruptor de presión	X			X
Transductor piezométrico	X			X
Interruptor manual de arranque o parada				X
Interruptor de transferencia – partes conductoras de carga		X	X	X
Interruptor de transferencia – Partes no-conductoras de carga		X	X	X
Propulsor de motor eléctrico				
Motor eléctrico		X	X	X
Rodamientos del motor				X
Conductores de potencia de entrada				X
Propulsor de motor diesel				
Motor completo			X	X
Bomba de trasiego de combustible	X		X	X

Fuente: NFPA 25 Tabla 8.1.1.2 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 7b. Resumen de Requisición de Prueba para Reemplazo de Componentes

Tabla 8.6.1 Continuación

Componente	Ajustar	Reparar	Reconstruir	Reemplazar
Bomba de inyector de combustible:	X			X
Filtro del sistema de combustible		X		X
Sistema de aire de combustión		X		X
Tanque de combustible		X		X
Sistema de enfriamiento		X	X	X
Baterías		X		X
Cargador de batería		X		X
Sistema eléctrico		X		X
Servicio de filtro/aceite combustible		X		X
Turbinas de vapor				
Turbina de vapor		X		X
Regulador de vapor o repotenciación de fuente		X		X
Bombas de desplazamiento positivo				
Bomba completa				X
Rotores				X
Pistones				X
Eje				X
Propulsor		X	X	X
Rodamientos				X
Sellos				X
Caseta de bomba y componentes varios				
Placa base		X		X
Base		X	X	X
Tubo de succión/descarga		X		X
Conexiones de succión/descarga		X		X
Válvulas de succión/descarga		X	X	X

Fuente: NFPA 25 Tabla 8.6.1 Edición 2012

Autor: NFPA



Bombas contra Incendios

Inspección Semanal

Este modelo cubre un periodo de 3 meses.

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

SI = Correcto NO = Incorrecto (explicar)

Fecha																					
Inspector																					
La temperatura en la sala de bombas es de 40°F (4,4°C) o superior.																					
Las aberturas y mecanismos de ventilación en la sala está operativos.																					
Las válvulas de aspiración, impulsión, y de bypass, están abiertas.																					
No existen fugas en tuberías.																					
La bomba vierte una gota de agua por segundo en las juntas.																					
La presión en la aspiración es normal.																					
La presión en el sistema es normal.																					
El depósito de aspiración está lleno.																					
La luz de control de suministro de energía está encendida.																					
La luz de control de suministro normal de energía está encendida.																					
El interruptor para uso de energía de emergencia está cerrado.																					
La luz de alarma de fases invertidas está apagada.																					
La luz de alarmas de fases normales está iluminada.																					
El nivel de aceite en el motor vertical es normal																					
El tanque del motor Diesel está lleno hasta al menos 2/3 de su capacidad.																					
El interruptor de control está en posición "Automático".																					
Las lecturas de tensión para las baterías son normales.																					
Las lecturas de corriente de carga para las baterías son normales.																					
Las luces de "Batería Disponible" están encendidas o bien las luces de "Fallo de Batería" están apagadas.																					
Todas las luces de alarma están apagadas.																					
Tomar nota de las horas de funcionamiento del motor.																					
El nivel de aceite para los engranajes de los motores es normal.																					
El nivel de aceite en el cárter es normal.																					
El nivel de refrigerante es normal.																					
El nivel de electrolito en las baterías es normal.																					
Los terminales de las baterías están libres de corrosión.																					
El calentador por camisa de agua está operativo.																					
Para bombas movidas por vapor, la presión de vapor es normal.																					
Examinar el sistema de escape.																					
Comprobar el funcionamiento del calentador de aceite (motores diesel).																					
Drenar el sifón de condensado del sistema de refrigeración.																					
Comprobar si existe condensado en el depósito de combustible.																					



Bombas contra Incendios Inspección Mensual

Este modelo cubre un período de 1 año.

Año: _____ **Sistema:** _____
Situación: _____

SI = Correcto NO = Incorrecto (explicar)

Fecha																		
Inspector																		
Eliminar la corrosión de la batería y limpiar la carcasa.																		
Comprobar el cargador de baterías y la tasa de carga.																		
Igualar la carga en el sistema de baterías.																		
Activar el interruptor de aislamiento y el seccionador principal.																		
Inspeccionar, limpiar y probar todos los interruptores.																		

Notas: _____



Bombas contra Incendios

Inspección Trimestral

Este modelo cubre un periodo de 1 año.

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

SI = Correcto NO = Incorrecto (explicar)

Fecha				
Inspector				
Comprobar el adecuado funcionamiento del respiradero del cárter.				
Comprobar la integridad del sistema de aislamiento del escape.				
Comprobar la resistencia al fuego de los materiales del escape.				
Comprobar los terminales de las baterías para asegurarse de que están limpios y bien apretados.				
Comprobar si el cableado eléctrico está desgastados en los puntos susceptibles de un mayor rozamiento.				
Comprobar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad y alarmas (semestralmente).				

Notas: _____



Bombas contra Incendios

Mantenimiento Anual

Este modelo cubre un periodo de 1 año.

Año: _____ **Sistema:** _____
Situación: _____

SI = Correcto	NO = Incorrecto (explicar)
Lubricar los cojinetes de la bomba.	
Lubricar el acoplamiento.	
Lubricar la caja de engranajes.	
Lubricar los cojinetes del motor.	
Reemplazar las mangueras flexibles.	
Reemplazar el aceite a las 50 horas de funcionamiento o cada año.	
Reemplazar el filtro de aceite a las 50 horas o anualmente.	
Calibrar los presostatos.	
Comprobar la precisión de los presostatos.	
Limpiar las aberturas de ventilación en la sala de bombas.	
Reemplazar los seccionadores y fusibles (cada 2 años o cuando se necesite).	
Eliminar el agua y materiales extraños del tanque de combustibles.	
Hacer funcionar el intercambiador de calor o sistema de refrigeración.	
Controlador de la bomba contra incendios en servicio.	
Controlador de la bomba jockey en servicio.	
Panel de alarma de incendio en posición "normal".	

Notas: _____



Bombas contra Incendios (Sólo Bomba Diesel)

Mantenimiento Trimestral y Semestral

Este modelo cubre un periodo de 1 año.

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

SI = Correcto NO = Incorrecto (explicar)

Trimestral				
Fecha				
Inspector				
Limpiar colador.				
Limpiar filtro.				
Limpiar la conexión para limpieza.				
Limpiar el respiradero del cárter.				
Limpiar el filtro del sistema de refrigeración.				
Examinar el estado del aislamiento del cableado.				

Semestral				
Fecha				
Inspector				
Verificar el nivel de anticongelante.				
Limpiar cajas, paneles y armarios.				
Comprobar el funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad y alarmas.				

Notas: _____

Pruebas de Caudal y Presión

Debido a la falta de cabezal de prueba en las instalaciones de los Sistemas Hidráulicos Contra Incendios de la Universidad Politécnica Salesiana se procederá a hacer las pruebas en las descargas de los cajetines más lejanos de la bomba para verificar y comparar.

Presión Estática.

Para obtener los datos de la presión estática se seleccionará 3 puntos de los cajetines contra incendios (uno de ellos debe ser el más lejano desde la bomba de descarga). En cada punto de control se realizan los siguientes pasos:

- 1) Abrir el cajetín contra incendios
- 2) Desconectar la manguera contra incendios
- 3) Conectar la tapa roscada con manómetro del diámetro de descarga según corresponda (**Ver Figura 37**)
- 4) Abrir el paso de agua por la válvula
- 5) Verificar presión estática según manómetro
- 6) Registrar la medición
- 7) Cerrar el paso de agua de la válvula
- 8) Retirar la tapa roscada con manómetro
- 9) Colocar la manguera contra incendios dentro del cajetín y acoplarla a la descarga de la válvula
- 10) Cerrar el cajetín Contra Incendios

Se debe tomar los tres valores obtenidos en cada punto de control y compararlos con la presión estática que indica el manómetro principal de descarga de la bomba centrífuga (verificar que los manómetros estén calibrados y en funcionamiento)

Figura 37. Tapa Roscada con Manómetro



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Si las presiones tomadas desde los puntos de control varían más de un 5% de la presión de descarga de la bomba se debe hacer el requerimiento de una investigación profesional para analizar y corregir esta falla en las entregas de presión del sistema.

Elaborar Curvas de Bomba

Para la elaboración y comparación de curvas de bomba bajo pruebas que deben realizarse cada año, basados NFPA 25 se deben hacer 3 puntos de la curva (tomaremos el punto más cercano a la bomba) de trabajo.

- 1) Caudal Cero y 140% de la presión nominal
- 2) Caudal Nominal y Presión Nominal
- 3) 150% del Caudal Nominal y 65% de la Presión Nominal

Para el Caudal Cero se detener en cuenta que la bomba podría sobre calentarse y llegar a deformarse el eje, por lo que se pide que la válvula de seguridad este en perfectas condiciones para que pueda evacuar una pequeña cantidad de agua en estas condiciones. Tomar las medidas de los manómetros de succión y descarga y anotarlos en la Hoja de Pruebas de Bombas (**Ver Figura 39**). La Bomba en este punto deberá girar suavemente y sin vibraciones. A este punto se deberá anotar las RPM del motor de combustión que la conduce a la bomba y en caso de motor eléctrico se anotará la tensión e intensidad de la corriente

Para la prueba a caudal y presión nominal se deberá hacer circular un caudal a través de una tubería (recordar tomar el punto más cercano a la bomba) y se medirá la presión del Tubo Pitot (**Ver Figura 38**) y Caudal de Descarga en este punto.

Anotaremos la presión que nos dará el Tubo Pitot (Presión Residual) y calcularemos el Caudal con la siguiente fórmula:

$$\text{GPM} = 29.82 \text{ CD}^* \sqrt{P}$$

Donde:

C = Coeficiente de Boquilla (normalmente 0.9)

D = Diámetro de Salida de Boquilla

P = Presión Pitot en Psi

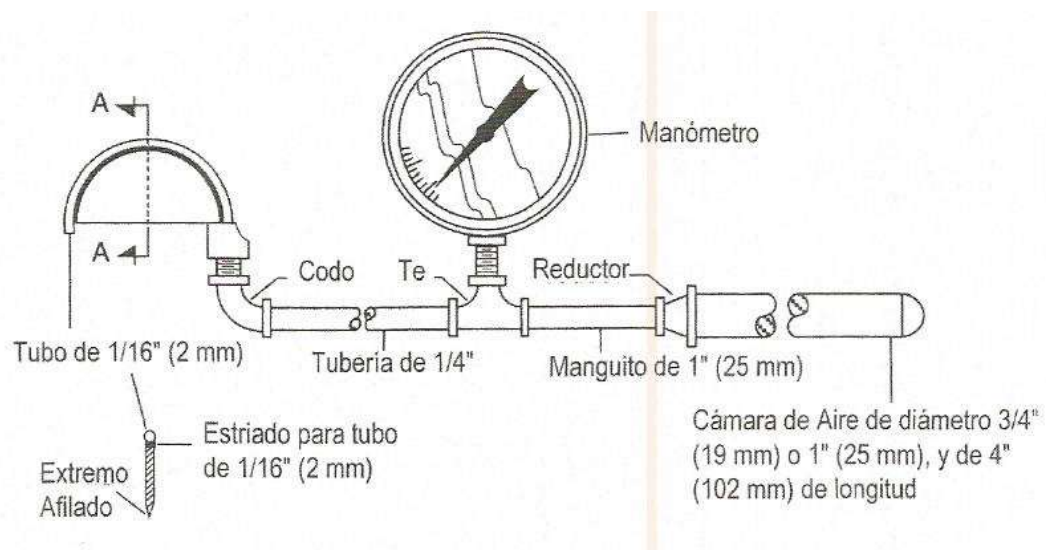
Este mismo procedimiento se debe realizar para la tercera prueba (150% de Caudal Nominal y 65% de Presión Nominal) para obtener el tercer punto en nuestra curva de trabajo de la bomba.

Una vez obtenidos estos 3 datos procedemos a imprimirlos en la Hoja de Pruebas de Bombas para elaborar nuestra curva de trabajo de la bomba y compararla con la curva original del fabricante de la misma. (los documentos técnicos como curvas de bombas, planos de construcción, planos

hidráulicos, características y manuales de bombas y accesorios deben reposar en la oficina responsable del

mantenimiento del Sistema Hidráulico Contra Incendios). Si identificamos diferencias significativas entre las dos curvas procederemos a realizar un requerimiento de investigación profesional para evaluar y corregir las fallas que causan esta inconformidad del sistema.

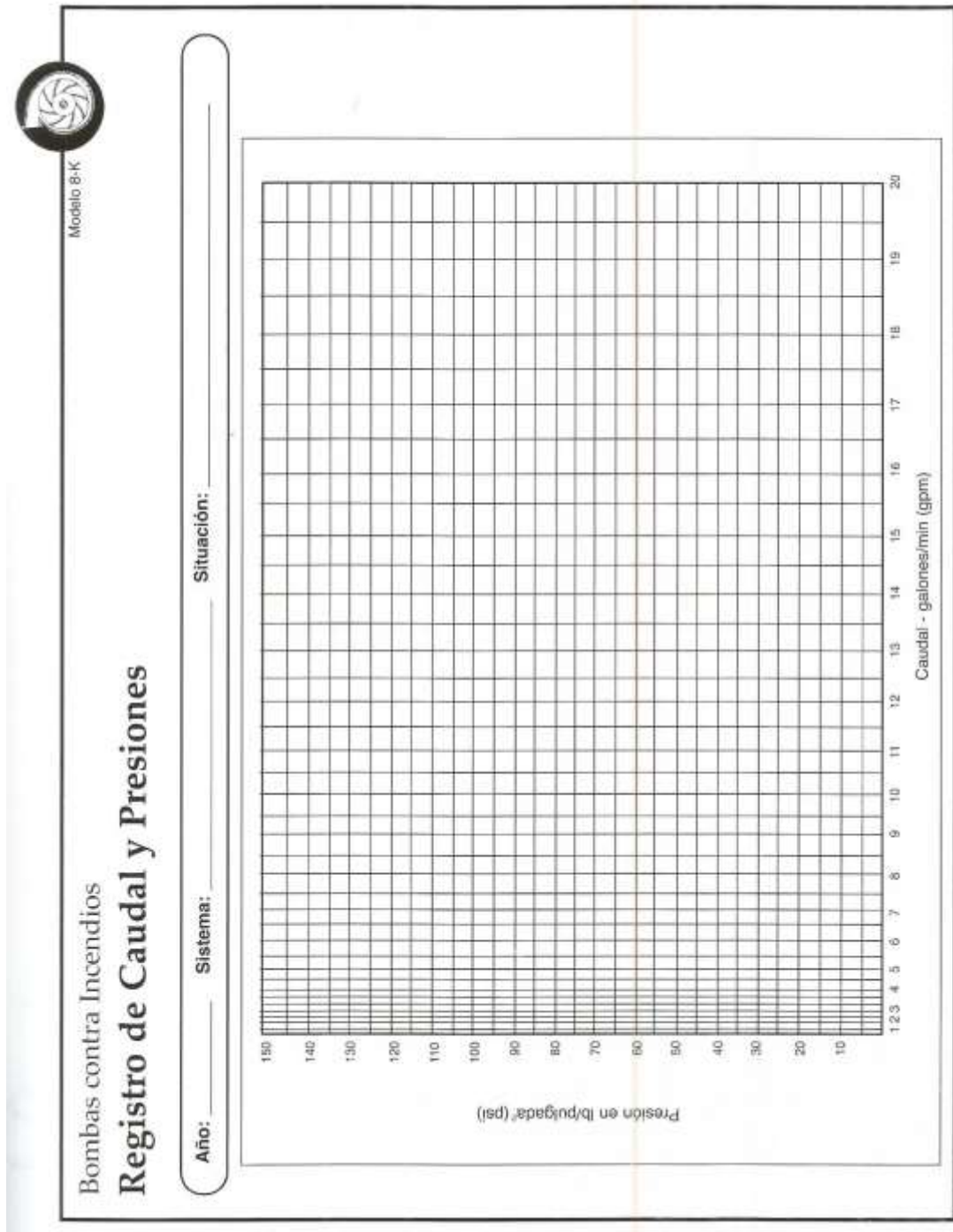
Figura 38. Tubo Pitot



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

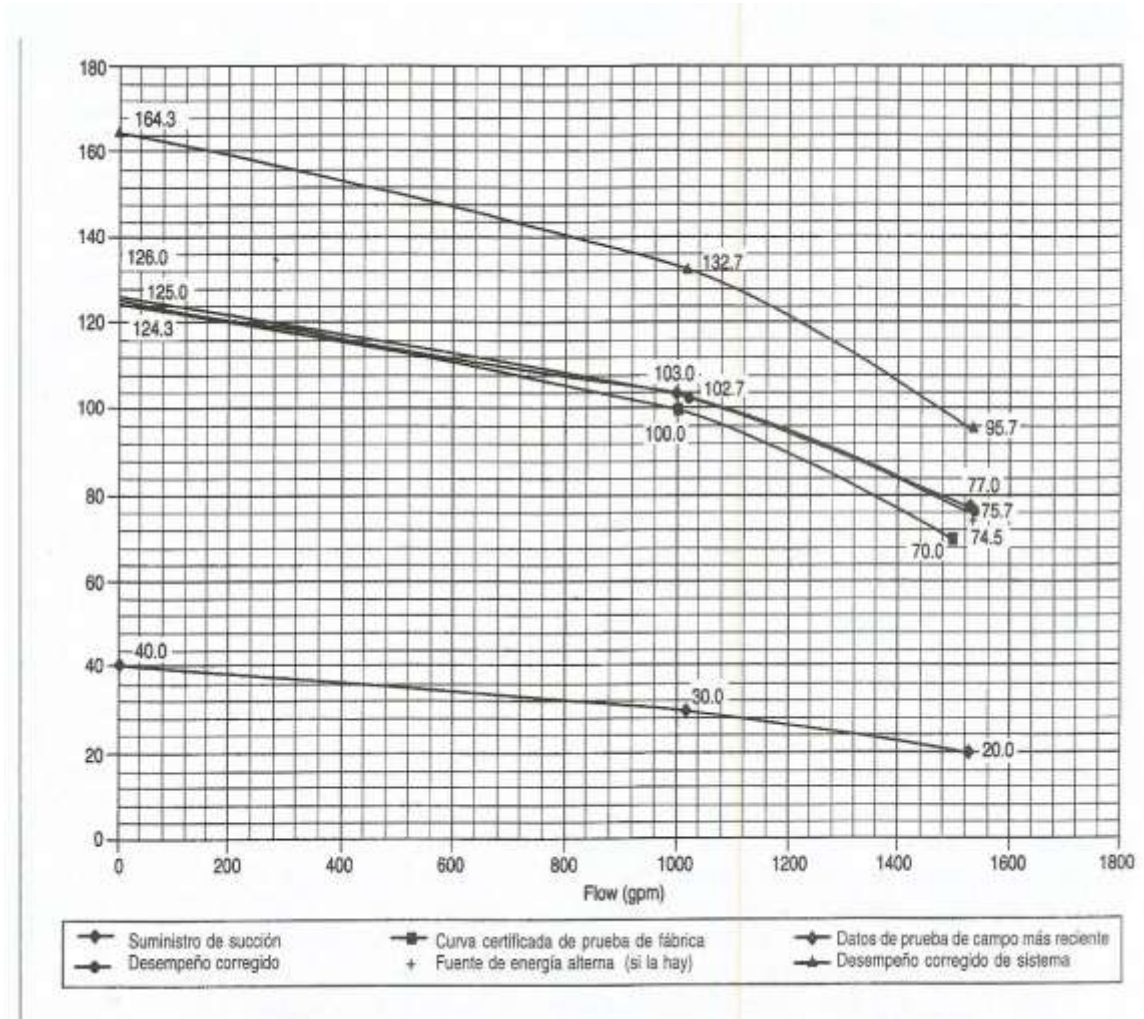
Figura 39. Hoja de Pruebas de Bombas



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Figura 40. Ejemplo de Comparación Curvas de Trabajo de Bombas Centrífugas



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Sistemas de Rociadores

Dependiendo de las necesidades y protección que necesite la organización existen varios tipos de rociadores (**Ver Figura 41 a y b**) y basados en este requerimiento la Universidad Politécnica Salesiana dispone de un Sistema de Rociadores Automáticos con Tubería Mojada o Húmeda Rociadores de Respuesta Rápida (**Ver Figura 42**). El mantenimiento preventivo de estos sistemas es mínimo pero no deja de ser importante para mantener su efectiva acción.

Figura 41a. Tipos de Rociadores



Fuente: NFPA 13 Edición 2011

Autor: NFPA

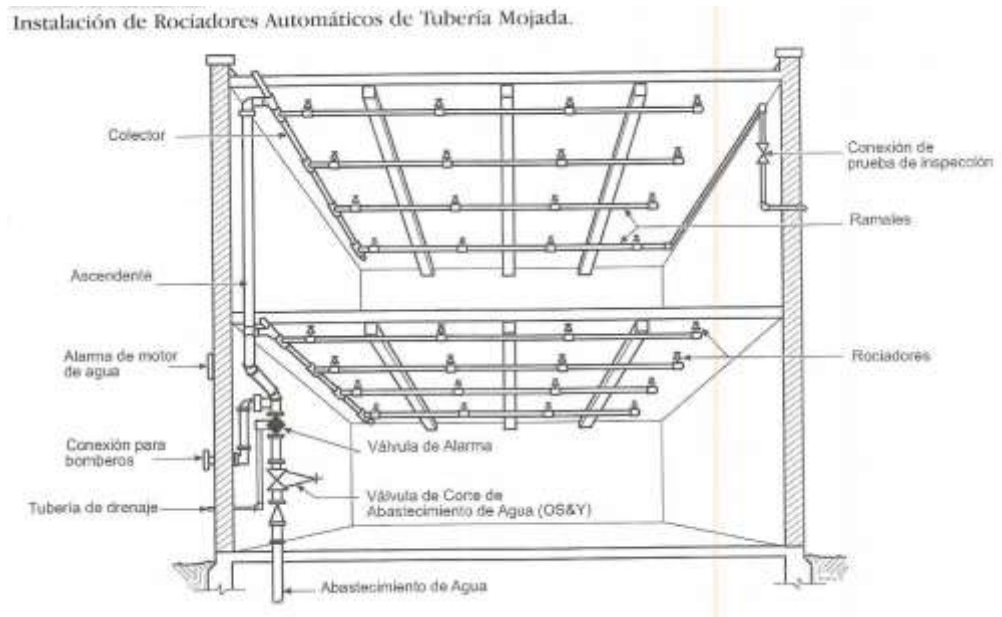
Figura 41b. Tipos de Rociadores



Fuente: NFPA 13 Edición 2011

Autor: NFPA

Figura 42. Sistema de Rociadores por Tubería Mojada



Fuente: NFPA 13 Edición 2011

Autor: NFPA

Como parte del mantenimiento preventivo se muestra las siguientes recomendaciones:

- Comprobación de que las boquillas de los rociadores estén en buen estado y libres de obstáculos para su funcionamiento correcto.
- Comprobar el buen estado de los componentes del sistema, especialmente de la válvula de prueba en los sistemas de rociadores.
- Limpieza general de todos los componentes.
- NO pruebe los rociadores con una fuente de calor. Las ampollas de vidrio pueden debilitarse o rajarse si se exponen al calor durante la prueba.
- NO limpie los rociadores con agua jabonosa, detergentes, amoníaco, productos de limpieza ni productos químicos. Quite el polvo y las pelusas con un trapo suave y seco.
- Compruebe regularmente que los rociadores no tengan corrosión, daños mecánicos, obstrucciones, etc. La frecuencia de las inspecciones puede variar con atmósferas, aguas y actividades corrosivas cerca de los rociadores.

Los Sistemas Automáticos de Rociadores son por su diseño y funcionabilidad unos de los sistemas más utilizados en la actualidad ya que su eficiencia en el control y mitigación del fuego y su bajo consumo de agua los colocan como sistemas solicitados en las organizaciones.

Para los mantenimientos preventivos, frecuencias de los mismos y Formularios de Inspección y Prueba indicamos las siguientes Tablas basados en NFPA 25

Tabla 8a. Resumen de requisitos de acción para reemplazo de componentes

Tabla 5.5.1 Resumen de requisitos de acción para reemplazo de componentes

Componente	Ajustar	Reparar/ Reacondic.	Reemplazar
Componentes de descarga de agua			
Tubería y accesorios para menos de 20 rociadores	X	X	X
Tubería y accesorios para más de 20 rociadores	X	X	X
Rociadores, menos de 20	X		X
Rociadores, más de 20	X		X
Conexiones de bomberos	X	X	X
Solución anticongelante	X		X
Válvulas			
Bomba de incendio			

Fuente: NFPA 25 Tabla 5.5.1 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 8b. Resumen de requisitos de acción para reemplazo de componentes

Tabla 5.5.1 Continuación

Componente	Ajustar	Reparar/ Reacondic.	Reemplazar
Componentes de alarmas y supervisión			
Dispositivos de alerta	X	X	X
Dispositivo de interrupción a presión	X	X	X
Campana de motor hidráulico	X	X	X
Interruptor de presión de aire alta y baja	X	X	X
Dispositivo de supervisión de válvula	X	X	X
Sistema de detección (para sistema de diluvio o pre-acción)	X	X	X
Componentes indicadores de estado			
Manómetros			X
Componentes de prueba y mantenimiento			
Compresor de aire	X	X	X
Dispositivo automático de mantenimiento de aire	X	X	X
Drenaje principal	X	X	X
Drenajes auxiliares	X	X	X
Conexiones de prueba de inspector	X	X	X
Componentes estructurales			
Soportes/soportes sísmicos	X	X	X
Tuberías soportadas	X	X	X
Componentes de información			
Avisos de identificación	X	X	X
Placas hidráulicas	X	X	X

Fuente: NFPA 25 Tabla 5.5.1 Edición 2012

Autor: NFPA



Sistemas de Rociadores Automáticos

Información General

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

General

Denominación del sistema _____
 Edificio _____
 Localización del puesto de control _____
 Tipo del sistema de rociadores Húmedo Seco Diluvio Preacción
 Marca y modelo del puesto de control _____
 ¿Está el edificio totalmente cubierto por rociadores? Sí No
 ¿Está todo el sistema de rociadores en condiciones de funcionamiento? Sí No
 ¿Se ha modificado el sistema de rociadores desde la última inspección? Sí No

Válvula

¿Cómo están supervisadas las válvulas? Con asiento Cerradas Interruptor antimanipulación
 ¿Están las válvulas identificadas con alguna señalización? Sí No

Abastecimiento de Agua (Ver el Capítulo 9 de este manual)

¿Cuándo fue la última vez que se realizó una prueba al abastecimiento? _____
 ¿Están los tanques o los depósitos de presión en buen estado? Sí No

Bombas (Ver el capítulo 8 de este manual)

¿La bomba contra incendios es Diesel Eléctrica Gasolina Ninguna de estas?
 ¿Cuándo se realizó una inspección a la bomba por última vez? _____
 ¿La bomba está en buenas condiciones? Sí No

Conexiones para el Cuerpo de Bomberos

Localización _____
 ¿Existen señales identificativas? Sí No

Sistemas Húmedos

¿El edificio está calefactado adecuadamente? Sí No
 ¿El sistema está calculado hidráulicamente? Sí No
 Si la respuesta es positiva, ¿hay señalizada alguna información sobre el cálculo hidráulico en la válvula? Sí No

Sistemas Secos

¿La válvula del puesto de control está en un local calefactado? Sí No
 ¿Tiene el local calefactado una alarma por baja temperatura? Sí No

Sistemas de Diluvio (Ver el Capítulo 1 de este manual para una mayor información sobre los sistemas de detección)

Sistema de Preacción (Ver el Capítulo 1 de este manual para una mayor información sobre los sistemas de detección)

Notas: _____

Sistemas de Rociadores Automáticos

Inspección Semanal

Modelo 2-B



Este formulario cubre un período de 6 meses.

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

1. Si las válvulas están precintadas, anotar "sí" en este bloque. Si algunas no están precintadas, anotar "precintadas de nuevo".
2. Si todos los rociadores están en buenas condiciones y el nivel del almacenamiento está al menos 18 pulgadas por debajo (46 cm), anotar "sí" en este bloque. Si no, ver las correcciones realizadas y describirlas brevemente en "Notas".
- 3.-6. Registrar la presión en psi (bar). Se deberá investigar cualquier pérdida de más del 10%.
7. Registrar todas aquellas observaciones acerca del sistema que el inspector considere importantes. Situar un número en esta casilla y numerar la nota correspondiente en el reverso.

Fecha	Inspector	Válvulas precintadas (1)	Rociadores OK (2)	Válvula de Alarma OK (3)	Válvula de Tubería Seca (4)		Válvula de Preacción (5)		Presión del agua en la válvula de Diluvio (6)	Notas (7)
					Presión del aire	Presión del Agua	Presión del aire	Presión del Agua		



Sistemas de Rociadores Automáticos

Inspección Mensual

Este formulario cubre un periodo de 1 año.

Año: _____ **Sistema:** _____
Situación: _____

1. Confirmar que las válvulas están abiertas. Si las válvulas están cerradas, anotar "si" en este bloque. Si alguna no está cerrada, cerrarla y anotar "cerrada de nuevo" en este bloque.
2. Inspeccionar las válvulas de alarma para asegurarse de que no hay fugas ni daños físicos en la cámara de retardo o en las alarmas de drenaje. Confirmar que las válvulas de asiento están en posición correcta (abiertas o cerradas).
3. Asegurarse de que existe el número y tipo correcto de rociadores y una llave inglesa adecuada.
4. Comprobar que no existan daños físicos y que las conexiones eléctricas sean seguras.
5. Registrar las lecturas de presión en psi (bar). Se deberá investigar cualquier pérdida de más de un 10%.
6. Registrar todas aquellas observaciones acerca del sistema que el inspector considere importantes. Situar un número en esta casilla y numerar la nota correspondiente en el reverso.

SI = Correcto NO = Incorrecto

Fecha	Inspector	Válvulas Abiertas, Cerradas, o Antimanipulación (1)	Válvulas de Alarma (2)	Rociadores de repuesto (3)	Dispositivos de Alarma (4)	Presión del Agua (5)	Notas (7)

Notas: _____



Sistemas de Rociadores Automáticos

Inspecciones y Pruebas Anuales

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

SI = Correcto NO = Incorrecto (Explicar en el reverso) N/A = No Aplicable

Estado General Revisar los rociadores, tuberías, soportes (normales y antisísmicos) para asegurarse de que están en buenas condiciones. Verificar las existencias de rociadores de repuesto.	
Congelación Antes del tiempo invernal, inspeccionar el edificio para asegurarse que las aberturas en el muro exterior no van a provocar heladas en las tuberías de los rociadores.	
Prueba del Anticongelante La solución anticongelante en sistemas de tubería húmeda debería tener la concentración adecuada. Registrar el punto de congelación.	
Mantenimiento de las Válvulas Las válvulas deberían ser sometidas a mantenimiento, realizando movimientos de apertura y cierre de las mismas y lubricación del vástago.	
Limpieza de los Filtros Cerrar la válvula de suministro de agua y retirar el filtro para limpiarlo adecuadamente.	
Sistemas de Tubería Seca Probar el disparo de la válvula de tubería seca. Registrar el tiempo desde la apertura de la válvula de inspecciones hasta que la válvula de tubería seca dispara. Inspeccionar internamente la válvula del sistema seco. Probar el mecanismo de mantenimiento de la presión del aire. Inspeccionar/probar la alarma por baja temperatura en la válvula (si existe)	
Sistema de Rociadores de Preacción Probar el disparo del sistema de preacción (Recurrir a las instrucciones del fabricante). Inspeccionar internamente la válvula de preacción. Probar el mecanismo de mantenimiento de la presión del aire (si existe) en el momento de la prueba de disparo. Inspeccionar/probar la alarma por baja temperatura en la válvula (si existe)	
Sistemas de Rociadores de Diluvio Probar el disparo del sistema de diluvio. Registrar el tiempo transcurrido desde la activación del detector hasta que comienza la descarga de agua. Comprobar que la forma de la descarga del agua es la adecuada. Registrar la presión del agua en la salida del rociador más desfavorable. Registrar la presión del agua en la válvula de diluvio. Inspeccionar internamente la válvula de diluvio. Inspeccionar/probar la alarma por baja temperatura (si existe).	
Rociadores en equipos de cocina Reemplazar los rociadores con eslabones fusibles.	



Sistemas de Rociadores Automáticos

Pruebas a los 5, 20 y 50 Años

Situación: _____ Sistema: _____

SI = Correcto NO = Incorrecto (Explicar en el reverso)

Años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Cada 5 Años
Investigar Obstrucciones (cada 5 años o cuando se necesite)

Inspector										
Fecha										
Notas										

Calibrar los manómetros

Inspector										
Fecha										
Notas										

Probar una muestra de Rociadores de Alta Temperatura

Inspector										
Fecha										
Notas										

Cada 20 Años
Probar una muestra de Rociadores de Respuesta Rápida

Inspector										
Fecha										
Notas										

Cada 50 Años
Probar una muestra de Rociadores Estándar

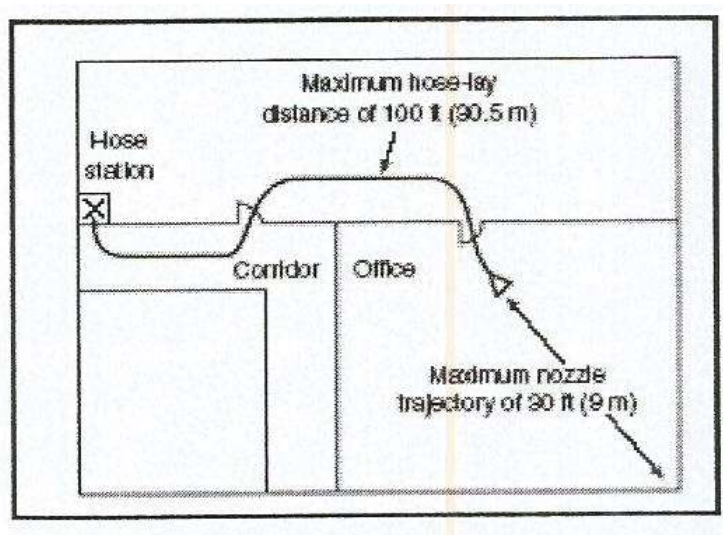
Inspector										
Fecha										
Notas										

Notas: _____

Sistemas de Columnas de Agua

La Universidad Politécnica Salesiana dispone de Cajetines Contra Incendio en cada uno de los pisos de sus diferentes bloques de estudio, esta es una medida que implica entrenamiento del personal que manipule las mangueras pues de lo contrario no tendría un eficiente uso. Un sistema de Columnas de Agua y Mangueras no debe superar los 100 Psi en su punto más lejano de la bomba pues con eso se alcanzaría la distancia de nueve metros del fuego que exige la Norma NFPA 25 Edición 2012.

Figura 43. Uso de Manguera Contra Incendios



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

A continuación se muestran las Tablas de Acciones Correctivas, Frecuencias de Mantenimientos así como los Formularios de inspección.

Tabla 9a. Sistemas de Columna de Agua - Acciones Correctivas

Tabla 6.1.2 Sistemas de columna y mangueras

Componente / punto de verificación	Acción correctiva
Conexiones de mangueras Tapa faltante Conexión de manguera de incendio dañada Volante o manija de válvula faltante Empaques de la tapa faltantes o deteriorados Válvula con filtración Obstrucciones visibles Dispositivo de restricción faltante Válvula manual, semiautomática, o de columna seca, que no opera fácilmente	Reemplazar Reparar Reemplazar Reemplazar Cerrar o reparar Retirar Reemplazar Lubricar o reparar
Tubería Tubería dañada Válvulas de control dañadas Dispositivo de soporte de tubería faltante o dañado Dispositivos de control dañados	Reparar Reparar o reemplazar Reparar o reemplazar Reparar o reemplazar
Mangueras Inspección Moho, cortes, abrasiones y deterioro evidentes Acople dañado Empaques faltantes o deteriorados Roscas incompatibles en los acoples Manguera no conectada al niple del bastidor o válvula Prueba de manguera vencida	Quitar e inspeccionar las mangueras, incluyendo empaques, y montar de nuevo en bastidor o carrete a intervalos de tiempo de acuerdo con NFPA 1962, <i>Norma para el cuidado, uso y pruebas de servicio de mangueras de incendio incluyendo acoples y boquillas</i> Reemplazar con manguera listada, forrada y revestida Reemplazar o reparar Reemplazar Reemplazar o proveer adaptador de rosca Conectar Probar de nuevo o reemplazar de acuerdo con NPFA 1962
Boquillas de mangueras Boquilla de manguera faltante Empaques faltantes o deteriorados Obstrucciones Boquilla no opera fácilmente	Reemplazar con boquilla listada Reemplazar Retirar Reparar o reemplazar
Dispositivo de almacenamiento de mangueras Difícil de operar Dañado Obstrucción Manguera mal organizada o mal enrollada Abrazadera de la boquilla en su lugar y asegurada? Si está guardada en un gabinete, el soporte de la manguera debe girar por lo menos 90 grados?	Reparar o reemplazar Reparar o reemplazar Remover Remover Reemplazar si es necesario Reparar o quitar obstrucciones

Fuente: NFPA 25 Tabla 6.1.2 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 9b. Sistemas de Columnas de Agua – Acciones Correctivas

Tabla 6.1.2 Continuación

Componente / punto de verificación	Acción correctiva
Gabinete	
Revisar el estado general para detectar partes corroídas o dañadas	Reparar o reemplazar las partes; reemplazar todo el gabinete si es necesario
Difícil de abrir	Reparar
Puerta del gabinete no abre completamente	Reparar o mover obstrucciones
Esmalte de la puerta agrietado o roto	Reemplazar
Si el gabinete es del tipo de vidrio de romper, está la cerradura funcionando correctamente?	Reparar o reemplazar
Dispositivo para romper el vidrio falta o no adjunto	Reemplazar o adjuntar
No identificado correctamente como equipo de incendio	Proveer identificación
Obstrucciones visibles	Retirar
Todas las válvulas, mangueras, boquillas, extintores, etc. fácilmente accesibles.	Retirar todo el material no relacionado

Fuente: NFPA 25 Tabla 6.1.2 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 10. Diámetro de Tubería según caudal requerido

Tamaño Bomba (gpm)	Tamaño Mínimo de Tuberías						
	Succión (pulg)	Descarga (pulg)	Válvula de Alivio (pulg)	Descarga Válvula de Alivio (pulg)	Medidor (pulg)	Número-Tamaño del Cabezal	Suministro al Cabezal (pulg)
250	3.5	3	2	2.5	3.5	1-2.5	3
500	5	5	3	5	5	2-2.5	4
750	6	6	4	6	5	3-2.5	6
1,000	8	6	4	8	6	4-2.5	6
1,250	8	8	6	8	6	6-2.5	8
1,500	8	8	6	8	8	6-2.5	8
2,000	10	10	6	10	8	6-2.5	8
2,500	10	10	6	10	8	8-2.5	10
3,000	12	12	8	12	8	12-2.5	10
5,000	16	14	8	14	10	20-2	12

Fuente: NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla11. Frecuencia de Inspecciones a Sistemas de Columnas de Agua

Ítem	Frecuencia
Inspección	
Válvulas de control	
Dispositivos de control de presión	
Tuberías	Anual
Conexiones de mangueras	
Gabinetes	Anual
Manómetros	Semanal
Mangueras	Anual
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Anual
Boquillas de Mangueras	Anualmente y después de cada uso
Aviso de información de diseño hidráulico	Anual
Prueba	
Dispositivos de flujo de agua	
Dispositivos de supervisión de válvulas	
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)	
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Anual
Mangueras	5 años/3 años
Válvula de control de presión	
Válvula reductora de presión	
Prueba hidrostática	5 años
Prueba de flujo	5 años
Prueba de drenaje principal	
Mantenimiento	
Conexiones de mangueras	Anual
Válvulas (todos los tipos)	Anual/cuando se requiera

Fuente: NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Sistemas de Tuberías y Mangueras

Información general

Modelo 7-A



Año: _____ Sistema: _____
Situación: _____

General

Designación del Sistema _____

Edificio _____

Localización de la válvula de control _____

Tipo de Sistema Clase I Clase II Clase III
Longitud de la manguera disponible Ninguna 50ft (15 m) 75ft (23 m) 100 ft (30 m)
Tipo de manguera Alineada de goma Sin alinear

(Si actualmente se encuentra instalada una manguera sin alinear, puede permanecer en uso. No obstante, cuando necesite ser reemplazada sólo se admitirán mangueras alineadas de acuerdo a la NFPA 14).

¿Existen boquillas de cierre automático? Sí No

(Si no, las boquillas serán sustituidas por las de cierre automático de acuerdo con la NFPA 14).

¿Existen dispositivos reguladores de presión? Sí No

Tipo de los dispositivos reguladores de presión _____

Válvulas

¿Cómo están supervisadas las válvulas? Precintadas Bloqueadas Interruptor antimanipulación

¿Están las válvulas identificadas con señalización? Sí No

Abastecimiento de Agua (Ver el Capítulo 9 de este manual)

¿Cuándo se realizó la última prueba al abastecimiento de agua? _____

¿Están los depósitos, tanques de presión, etc., en buen estado? Sí No

Bombas (Ver el Capítulo 8 de este manual)

¿La bomba contra incendios es Diesel Eléctrica Gasolina Ninguna de estas?

¿Cuándo se inspeccionó la bomba por última vez? _____

¿Está la bomba en buenas condiciones? Sí No

Conexiones para el Departamento de Bomberos

Localización _____

¿Existen placas identificadoras? Sí No

Instrucciones de manejo

¿Se han entregado las instrucciones de funcionamiento? Sí No

Notas: _____



Sistemas de Tuberías y Mangueras
Inspección Mensual

Este modelo cubre un periodo de 1 año.

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

1. Identificar la localización de la válvula.
2. Si la válvula está abierta y parece estar en buenas condiciones, anotar "OK" en esta casilla.
3. Registrar todas aquellas observaciones acerca del sistema que el inspector considere importantes.

Fecha	Inspector	Válvula (1)	Abierta y OK (2)	Notas (3)

Notas: _____



Sistemas de Tuberías y Mangueras

Inspección y Mantenimiento Anual

Año: _____ Sistema: _____
 Situación: _____

Salida para BIE

Identificar la localización de la salida para BIE.

Comprobar Boquillas

Comprobar las boquillas de la manguera para confirmar:

La salida del agua deberá estar libre de obstrucciones.

La boquilla no está dañada.

La boquilla funciona correctamente en todas sus posiciones.

Funcionamiento correcto del cierre

No faltan elementos.

Los acoples y juntas están en buen estado.

Si las boquillas están en buen estado, anotar "OK" en la casilla. Si no, ver que se efectúan las correcciones pertinentes y describir brevemente las medidas tomadas.

Lubricación de los racores

Lubricar los racores con grafito para asegurarse de que van a funcionar correctamente. Anotar "OK" en la casilla si no se localizan problemas.

Racorado de la Manguera

Quitar y volver a racorar la manguera de manera que los dobleces queden situados en sitios distintos. Comprobar el estado de las juntas y reemplazar si fuera necesario.

Inspeccionar visualmente la tubería seca

Inspeccionar visualmente todas las tuberías accesibles en busca de corrosión o daños. Si la tubería está en buen estado, anotar "OK" en esta casilla. Si no, ver que se efectúan las correcciones necesarias y describir brevemente las medidas tomadas.

Realizar la Prueba de Drenaje

Ver el Capítulo 2 de este manual para realizar la prueba de drenaje.

Notas: _____

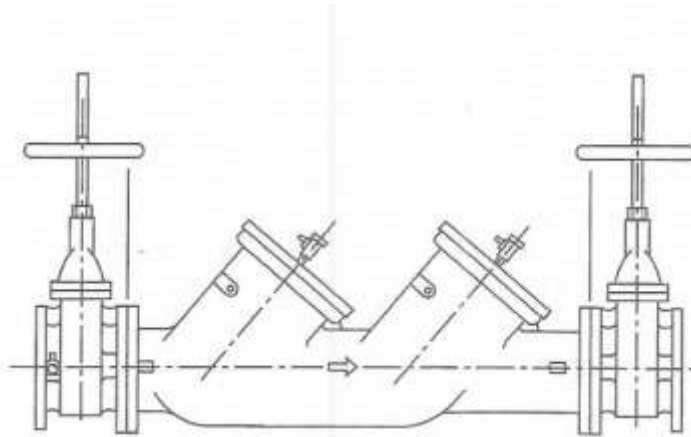
Sistemas de Válvulas y Componentes de Válvulas.

Las válvulas en todo sistema contra incendio son una parte primordial del mismo, como se indicó anteriormente, la ubicación de la válvula y su tipo le dan su rango de importancia dentro del sistema

Su mantenimiento preventivo se basa en lubricación e inspección visual por deformaciones o corrosión pero según su clasificación varía su frecuencia de inspección y sus acciones correctivas si fueran necesarias.

Se muestran algunos ejemplos de válvulas del sistema contra incendio.

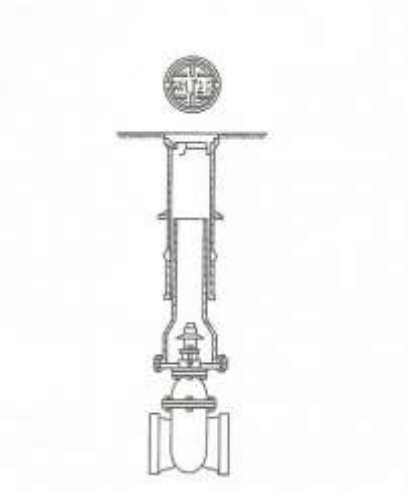
Figura 43. Válvula de No Retorno con Doble Retención.



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

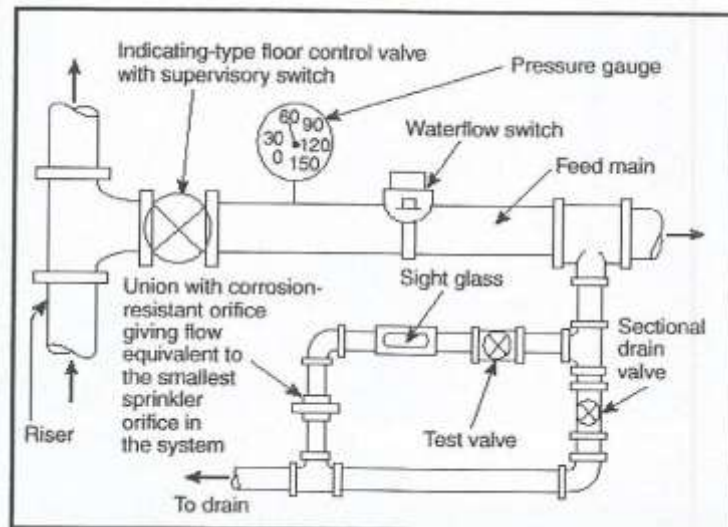
Figura 44. Válvula de Compuerta con Indicador



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Figura 45. Válvulas de Control y Drenaje



Fuente: Handbook NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 12a. Frecuencias de Inspecciones a Válvulas y Componentes

Ítem	Actividad
Inspección	
<i>Válvulas de Control</i>	
Selladas	Semanal
Cerradas	Mensual
Interruptores de manipulación	Mensual
<i>Válvulas de Alarma</i>	
Exterior	Mensual
Interior	5 años
Filtros, tamices, orificios	5 años
<i>Válvulas de Retención</i>	
Interiores	5 años
<i>Válvulas de preacción/inundación</i>	
Encierro (en clima frío)	Diaria/semanal
Exterior	Mensual
Interior	Anual/5 años
Filtros, tamices, orificios	5 años
<i>Válvulas de tubería seca/ dispositivos de abertura rápida</i>	
Manómetros	Semanal/mensual
Encierro (en clima frío)	Diaria/semanal
Exterior	Mensual
Interior	Anual
Filtros, tamices, orificio	5 años
<i>Válvulas reductoras de presión y de seguridad</i>	
Sistemas de rociadores	Trimestral
Conexiones de mangueras	Anual
Soportes de mangueras	Anual
Bombas de incendio	
Válvulas de seguridad de la carcasa	Semanal
Válvulas de alivio de presión	Semanal
<i>Conjuntos de prevención de reflujos</i>	
Presión reducida	Semanal/mensual
Detectores de presión reducida	Semanal/mensual
<i>Conexiones de bomberos</i>	
	Trimestral
Prueba	
<i>Drenajes principales</i>	Anual/trimestral
<i>Alarmas de flujo de agua</i>	Trimestral/semestral
<i>Válvulas de control</i>	
Posición	Anual
Operación	Anual
Supervisión	Semestral

Fuente: NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 12b. Frecuencias de Inspecciones a Válvulas y Componentes

Ítem	Actividad
<i>Válvulas de preacción/diluvio</i>	
Purga de agua	Trimestral
Alarmas de presión baja de aire	Trimestral/anual
Flujo total	Anual
<i>Válvulas de tubería seca/ dispositivos de apertura rápida</i>	
Agua de purga	Trimestral
Alarma de presión baja de aire	Trimestral
Dispositivos de apertura rápida	Trimestral
Prueba de desconexión	Anual
Prueba de desconexión a flujo total	3 años
<i>Válvulas reductoras de presión y de alivio</i>	
Sistemas de rociadores	5 años
Alivio de circulación	Anual
Válvulas de alivio	Anual
Conexiones de mangueras	5 años
Soportes de mangueras	5 años
<i>Conjuntos de prevención de reflujos</i>	Anual
Mantenimiento	
<i>Válvulas de control</i>	Anual
<i>Válvulas de preacción/diluvio</i>	Anual
<i>Válvulas de tubería seca/ dispositivos de apertura rápida</i>	Anual

Fuente: NFPA 25 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 13a. Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes

Tabla 13.8.1 Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes.				
Componente	Ajustar	Reparar/ restaurar	Reemplazar	Procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento
Componentes de suministro de agua				
Válvulas indicadoras de poste y de pared	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema (2) Prueba operacional total conforme a 13.3.3.1 (3) Verificar muelles de torsión conforme a 13.3.3.1 y 13.3.3.2 (4) Verificar visibilidad del objetivo en posición cerrada y abierta total (5) Probar dispositivo de control (6) Prueba de drenaje principal
Válvulas de control que no sean válvulas indicadoras de poste y de pared	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema (2) Prueba operacional total conforme a 13.3.3.1 (3) Verificar muelles de torsión para válvulas OS&Y conforme a 13.3.3.2 (4) Verificar dispositivo de control (5) Prueba de drenaje principal
Válvula de retención de alarma	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.4.1 (2) Probar alarmas y señales de control afectadas por la válvula de alarma (3) Prueba de drenaje principal
Válvula de tubería seca	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema (2) Prueba de disparo según 13.4.4.4 (3) Inspeccionar condición del asiento de la válvula (4) Probar todas las alarmas del sistema de tubería seca y señales de control (5) Prueba de drenaje principal

Fuente: NFPA 25 Tabla 13.8.1 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 13b. Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes

Tabla 13.8.1 *Continuación*

Componente	Ajustar	Reparar/ restaurar	Reemplazar	Procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento
Componentes de suministro de agua				
Válvula de diluvio/preacción	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.4.3 (2) Prueba de disparo (3) Inspeccionar condición del asiento de la válvula (4) Probar todas las alarmas y señales de control del sistema de diluvio/preacción (5) Prueba de drenaje principal
Dispositivo de apertura rápida	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.4.4.2.2 (2) Prueba de disparo (3) Prueba de drenaje principal
Dispositivo regulador de presión — válvulas de mangueras	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.5.1 (2) Prueba de flujo total (3) Prueba de drenaje principal (Solamente cuando se ha cerrado una válvula de control)
Dispositivo regulador de presión — que no sean válvulas de mangueras	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según Sección 13.5 (2) Probar ajuste de presión a flujo total y sin flujo (3) Probar dispositivo de control y alarma (4) Prueba de drenaje principal
Válvula de manguera	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.5.6 (2) Prueba de drenaje principal
Dispositivo de prevención de reflujo	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según Sección 13.6 (2) Prueba de flujo directo según 13.6.2.1 (3) Probar dispositivo de control y alarma (4) Prueba de drenaje principal
Válvulas de retención	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.4.2 (2) Inspeccionar para filtraciones por la válvula de retención (3) Prueba de drenaje principal

Fuente: NFPA 25 Tabla 13.8.1 Edición 2012

Autor: NFPA

Tabla 13c. Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes

Tabla 13.8.1 <i>Continuación</i>				
Componente	Ajustar	Reparar/ restaurar	Reemplazar	Procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento
Componentes de suministro de agua				
Conexión para el departamento de bomberos	X	X		(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.7 (2) Prueba de drenaje principal (Solamente cuando se ha cerrado una válvula de control)
Conexión para el departamento de bomberos — sistema(s) de rociadores	X	X	X	(1) Aislar y hacer prueba hidrostática durante 2 horas a 150 psi (2) Prueba de drenaje principal (Solamente cuando se ha cerrado una válvula de control)
Conexión para el departamento de bomberos — que no sean de sistema(s) de rociadores			X	(1) Aislar y hacer prueba hidrostática durante 2 horas a 50 psi por encima de la presión de trabajo normal (mínimo 200 psi) (2) Prueba de drenaje principal (Solamente cuando se ha cerrado una válvula de control)
Filtros	X	X	X	Inspeccionar y lavar de acuerdo con instrucciones del fabricante
Válvulas del drenaje principal	X	X	X	Prueba de drenaje principal según 13.2.5
Manómetros			X	Calibrar según 13.2.7
Componentes de alarma y supervisión				
Dispositivo de alarma	X	X	X	Probar conformidad con NFPA 13 y/o NPEA 72
Dispositivo de control	X	X	X	Probar conformidad con NFPA 13 y/o NPEA 72
Componentes de protección del sistema				
Válvula de alivio de presión — instalación de bomba de incendio	X	X	X	Ver 8.3.3.3 y 13.5.7
Válvula de alivio de presión — que no sea de instalación de bomba de incendio			X	Verificar que la válvula de alivio de presión está listada o aprobada para la aplicación y ajustada a la presión correcta
Componentes informativos				
Carteles de identificación	X	X	X	Inspeccionar para cumplimiento con NFPA 13 Y 13.3.1

Fuente: NFPA 25 Tabla 13.8.1 Edición 2012

Autor: NFPA

Accesorios

El mantenimiento preventivo para los accesorios del sistema hidráulico contra incendios (Mangueras y Pitones) también es parte importante del sistema pues son los elementos de descarga del agua de los cajetines contra incendios.

Para la inspección de mangueras de revisará lo siguiente:

- 1) Fugas en Acoples
- 2) Roturas o fugas en manguera
- 3) Deformidad de acoples
- 4) Deformidad en hilos de acoples
- 5) Defectos de mangueras por efectos del calor y humedad

Cada vez que se utilice la manguera contra incendios, ya sea como práctica o por un conato de incendio, esta debe ser purgada de toda el agua residual que se mantenga dentro de la manguera una vez desacoplada de la válvula de descarga y dejarla secar un mínimo de 24 horas antes de volverla a colocar en el cajetín contra incendio.

Se prohíbe el uso de las mangueras contra incendio para fines que sean ajenos a la extinción de incendio (jardinería, limpieza, abastecimiento de agua, etc.)

Se dispondrá de llaves apropiadas para los acoples y desacoples de las mangueras contra incendio a las válvulas de descarga **(Ver Figura 46)**

Figura 46. Llaves para acoples de mangueras contra incendio



Fuente: Catálogo Atlas Corp 2015

Autor: Atlas Corp.

Para la inspección de pitones de revisará lo siguiente:

- 1) Lubricación en su corona de regulación de chorro
- 2) Deformación en estructura del pitón
- 3) Deformación de hilos de acople
- 4) Caucho protector en punta
- 5) Empaques de acople

Todas las partes de un Pitón deben estar en perfectas condiciones puesto que una falla en su accionamiento vuelve deficiente y en algunos casos obsoletos los sistemas de descarga de agua.

Figura 47. Pitón de Bronce Regulable



Fuente: Catálogo Atlas Corp 2015

Autor: Atlas Corp.

4.4.2 Investigación de Obstrucciones

Esta sección estipula los requisitos mínimos para dirigir una investigación de la tubería del sistema contra incendios para detectar posibles materiales que puedan causar bloqueo de la tubería.

Inspección Interna de Tuberías

Se debe hacer una investigación de las condiciones de la tubería y derivaciones cada 5 años abriendo la conexión de lavado al final de la tubería y retirando un rociador del extremo de un ramal con el objetivo de observar la presencia de materiales extraños y ajenos al sistema ya sean orgánicos e inorgánicos.

Se detalla a continuación requerimientos según NFPA 25 sección 14.2 de Inspección Interna de Obstrucciones:

1. Se permiten métodos alternativos de examen no destructivos
2. Debe examinarse los tubérculos o cieno (barro) para buscar indicios de corrosión microbiológica
3. Si se comprueba la presencia de suficientes cuerpos extraños orgánicos o inorgánicos para obstruir la tubería o rociadores se debe realizar una investigación de obstrucción profunda.
4. No se debe requerir la inspección de tubería no metálica
5. En sistemas de tuberías secas y de preacción, el rociador que se quita para inspección debe ser de la línea ramal más remota de la fuente de agua que no esté equipado con válvula de prueba de inspección.
6. No se requiere inspección de tubería transversal cuando el sistema no tiene los medios de inspección.
7. No se requiere la inspección de las tuberías transversales cuando el sistema no tiene los medios de inspección
8. En edificios con sistemas múltiples de tubería húmeda, se debe hacer una inspección interna de cada sistema cada 5 años.

9. Durante las inspecciones planeadas, los sistemas alternos no inspeccionados durante la inspección previa deben tener una inspección interna de la tubería.

10. Si se encuentra presencia de materias extrañas orgánicas y/o inorgánicas en cualquier sistema de un edificio durante la inspección interna de la tubería, se debe hacer una inspección interna de TODAS las tuberías.

Se debe realizar un examen interno de los siguientes cuatro puntos:

- Válvulas del Sistema
- Columna o Tallo
- Tubería Transversal Principal
- Línea de Derivación o Ramal

4.4.3 Desactivaciones

Se deben tomar medidas durante la desactivación de un servicio contra incendios para garantizar que los riesgos ocurridos se minimicen y la duración de la desactivación sea limitada.

El propietario del edificio o responsable por parte de la organización debe nombrar un coordinador de desactivaciones que garantice la información a los usuarios y personal competente de la desactivación de una parte o la totalidad del sistema.

Se debe utilizar un rótulo para indicar que el sistema o parte de este ha sido retirado de servicio (**Ver Figura 48**) para dar una correcta y oportuna información a los usuarios del sistema.

Figura. 48 Cartel Fuera de Servicio



Fuente: Catálogo Cartelling Co. 2014

Autor: Cartelling Co.

Para todas las desactivaciones del Sistema Hidráulico Contra Incendios, ya sea parcial o total, debe ser autorizada por el coordinador de desactivaciones.

Una vez restaurado el servicio, es obligación del coordinador de desactivaciones retirar el rótulo de fuera de servicio e informar a los usuarios que el sistema ha vuelto a su normal operación.

4.5 Mantenimiento Predictivo al SCI

El Mantenimiento predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable que se realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

Existen variedad de Tecnología de Diagnostico para Ensayos no Destructivos como los siguientes:

1. Medición de Vibraciones
2. Inspección Visual Predictiva basada en Corrosión
3. Analizador de Frecuencias
4. Análisis Espectro-Químico
5. Termografía Aplicada
6. Detectores de Ultra-Sonidos
7. Líquidos Penetrantes
8. Radiología Estructural
9. Detectores de Grietas
10. Magnetoscopia

Para efectos de este programa de mantenimiento se utilizarán 2 métodos de diagnóstico no destructivo y deben realizar las mediciones predictivas cada 6 meses con su respectivo informa de evaluación, los métodos son:

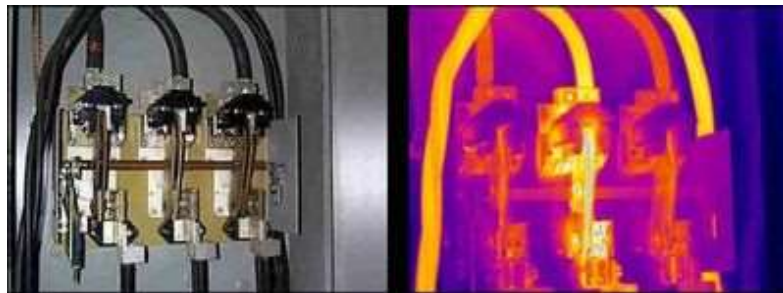
- Análisis de Vibraciones
- Termografía Aplicada

4.5.1 Termografía aplicada a Motores y Sistema de Control Eléctrico del SCI

La Termografía infrarroja es una técnica no destructiva que permite ver la temperatura de una superficie con precisión sin tener ningún contacto con ella. Gracias a la Física podemos convertir las mediciones de la radiación infrarroja en mediciones de temperatura debido a la emisividad de todo cuerpo, esto es posible midiendo la radiación emitida en la porción infrarroja del espectro electromagnético desde la superficie del objeto

El ser humano no es sensible a la radiación infrarroja emitida por un objeto pues está fuera de su rango de percepción, pero las cámaras termográficas o de termovisión, son capaces de medir esta energía con sus sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de una superficie o materiales a distancia, en tiempo real y sin contacto alguno. La radiación infrarroja es la señal de entrada que la cámara termográfica necesita para generar una imagen de un espectro de colores o bajo calibración de tonos grises, en el que cada uno de los colores, según una escala, significa una temperatura distinta, de manera que la temperatura medida más elevada aparece en color blanco o de distinto color según se configure la cámara termográfica.

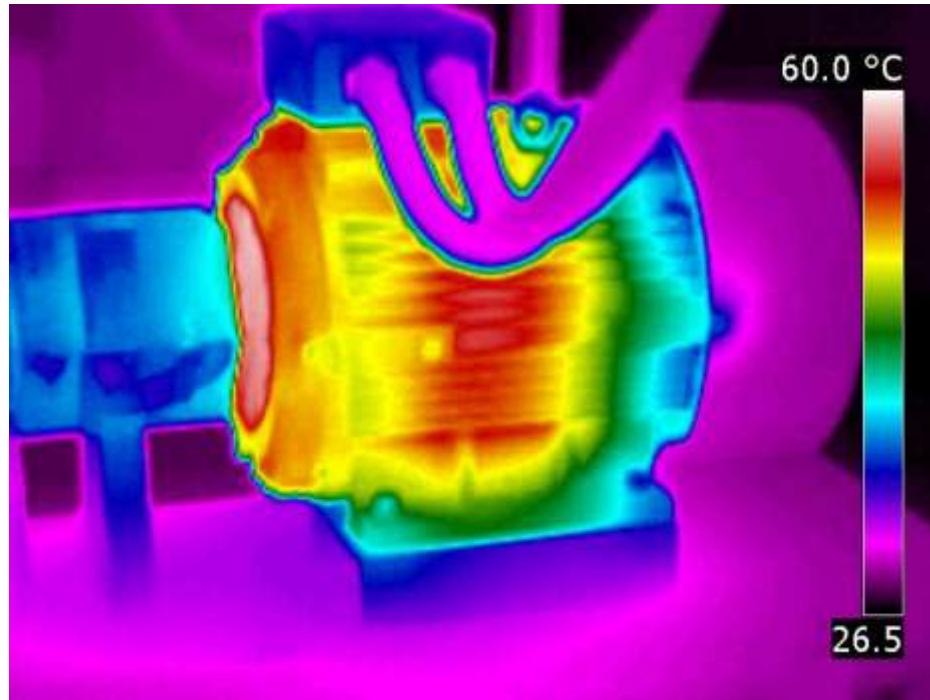
Figura 49. Imágenes Termográficas de Contactos Eléctricos



Fuente: Catálogo FLIR Co. 2014

Autor: FLIR Co.

Figura 50. Imágenes Térmicas de Motor Electrico



Fuente: Catálogo FLIR Co. 2014

Autor: FLIR Co.

La termografía aplicada debe ser realizada por un empresa contratista externa y por persona competente que este certificada como Técnico en Termografía Nivel 1 como mínimo, este requisito debe ser revidado por el Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional de la Institución que es el encargado del mantenimiento del sistema contra incendios. Para motivos de este programa la técnica termográfica será aplicada a los paneles de control eléctricos y a los motores y bombas del sistema contra incendios.

El autor, como técnico competente y certificado en termografía nivel 1, procede a realizar los primeros informes técnicos como resultados del análisis termográfico aplicado a los paneles eléctricos, motores eléctricos y bomba del Bloque D1.

Guayaquil, 6 de Agosto del 2015.

Señor
José Arce
Coordinador Depto. Seguridad y Salud Ocupacional
Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

Ciudad.-

**REF.: INFORME TÉCNICO DE ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE MOTOR
ELEÉCTRICO, BOMBA CENTRÍFUGA Y TABLERO ELÉCTRICO DE CONTROL**

De mis consideraciones:

Apreciaremos encontrar adjunto, el Informe Técnico de Análisis Termográfico efectuado durante el 5 de Agosto del año en curso a diferentes equipos estáticos de vuestra institución.

En la confianza de seguir atendiendo, quedamos de ustedes.

Atentamente,

Tec. Christian Petersen R.
Thermography Analyst
Level I ASNT SNT TC 1A

**INFORME TÉCNICO DE ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE MOTOR ELÉCTRICO,
BOMBA CENTRÍFUGA Y TABLERO ELÉCTRICO DE CONTROL**

1.- INTRODUCCION

Durante el 5 de Agosto del 2015, acudí a las instalaciones de la **Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil**; con la finalidad de efectuar el Análisis Termográfico de diversos equipos estáticos de vuestra institución.

El informe fue elaborado por mi persona como Técnico Especialista en Termografía Nivel I con su respectivo levantamiento de información (recolección de datos), con la asistencia de la Cámara Termográfica FLIR E5 Series y el software SatReport.

2.- CRITERIOS PARA LA OPERACIÓN DE EQUIPOS ELECTRICOS

En cuanto a los resultados de los equipos eléctricos y electrónicos, se han tomado como referencia las recomendaciones emitidas por el CHAPTER 16 ELECTRIC POWER APPLICATIONS OF INFRARED AND THERMAL TESTING BY ASNT y la normativa ASTM E1934 – 99a(2005)e1 Standard Guide for Examining Electrical and Mechanical Equipment with Infrared Thermography; y que se resumen en el siguiente cuadro:

EQUIPOS	RANGOS RECOMENDADOS °C	
	OPTIMO	MAXIMO
Transformadores de Medida	30 – 40	75
Transformadores de Potencia	30 – 40	80
Conductores Eléctricos	20 – 40	60
Bobinas de Contactores	20 – 40	75
Circuitos Impresos	20 – 25	50
Fusibles de Potencia	30 – 40	60
Contactores Eléctricos	30 – 40	75
Seccionadores de Potencia	30 – 40	75
Disyuntores	30 – 40	75

Aunque no es limitante, se considera como valor observable, el desbalance de temperaturas entre líneas superior a 10° C entre ellas, aún se obtenga como valor máximo de temperatura de una de ellas, como inferior a su valor permisible.

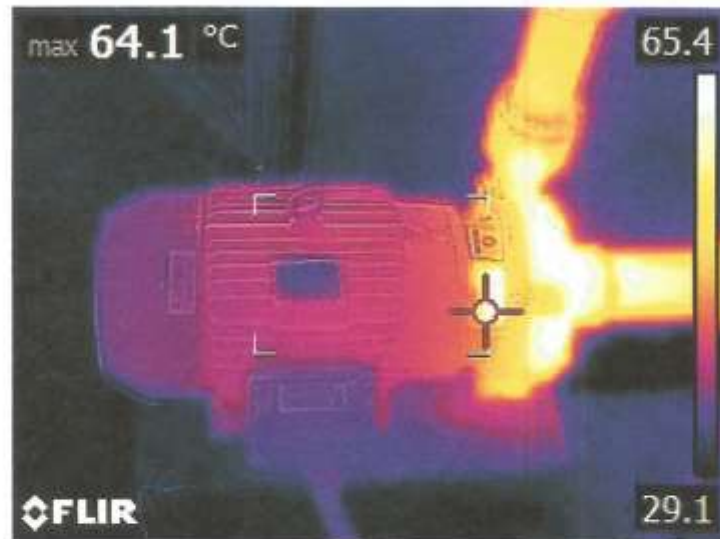
3.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Al respecto se puede concluir lo siguiente:

UPS-G Cuarto de Bombas Bloque D1

ANEXO	EQUIPO	CONDICION OPERATIVA	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
01	Bomba Principal	SATISFACTORIA	- Bajo Estándar	- Puede Funcionar Normalmente
02	Motor Eléctrico Motriz	SATISFACTORIA	- Bajo Estándar	- Puede Funcionar Normalmente
03	Tablero Control Bomba Principal	INSATISFACTORIA	- Limitaciones severas por gradiente térmico en una de las fases.	- Realizar su Inspección visual, limpieza y ajuste de contactos. - Efectuar la medición de corriente en cada una de las fases (Balance de Cargas).
04	Tablero Control Bomba Jockey	SATISFACTORIA	- Bajo Estándar	- Puede Funcionar Normalmente

Anexo 1 y 2



IR Info	Value
IrNo	1
ems	0,85
dist	1
Date	2015-08-05
Time	12:34:5
Label	Value
S01:Max	65.4
S01:Min	29.1

4.5.2 Análisis Vibracional a Motores y Bombas

El análisis de vibraciones se aplica con eficacia desde hace más de 30 años a la supervisión y diagnóstico de fallos mecánicos en máquinas rotativas. Inicialmente, se emplearon equipos analógicos para la medida de la vibración en banda ancha, lo que hacía imposible el diagnóstico fiable de fallos.

Más tarde, se incorporaron filtros sintonizables a la electrónica analógica, lo que incrementó enormemente la información de forma masiva. Desde 1984, se comenzaron a emplear equipos digitales con FFT en tiempo real y capacidad de almacenamiento (analizadores-colectores) y tratamiento en software para PC.

Hoy día nadie pone en duda la capacidad del análisis de vibraciones en máquinas rotativas, que incluso permite el diagnóstico de algunos problemas en máquinas eléctricas.

La información que puede procurar el análisis de vibraciones de forma exhaustiva en forma de parámetros de supervisión y gráficos de diagnóstico incluye:

Parámetros de Supervisión:

- Medida de vibración global o total en banda ancha.
- Medida de vibración en banda estrecha de frecuencia.
- Medida de parámetros vibratorios específicos para detección de fallos en rodamientos y engranajes (demodulación, envolvente, Spike Energy, PeakVue,...).
- Parámetros de la Forma de Onda: Simetría (Kurtosis) y Cresta (Skewness).
- Fase vibratoria en armónicos: 1x, 2x, 3x, ... RPM.

- Medida de vibración síncrona en picos: 1x, 2x, 3x, ... RPM.

Gráficos de Diagnóstico:

- Forma de Onda
- Espectro de Frecuencia.
- Diagramas Pico-Fase: Bode, Nyquist, Polar
- Órbitas X-Y de canales cruzados a 90°

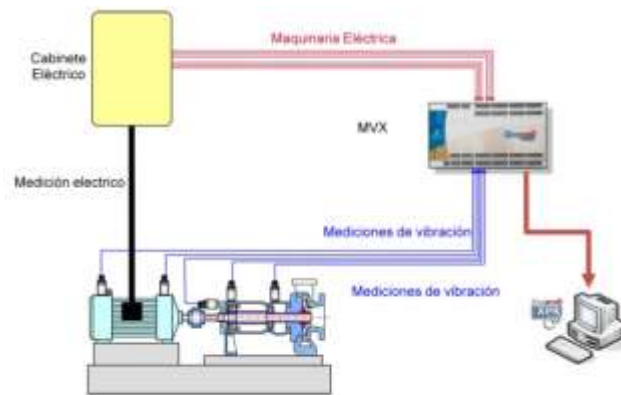
Aplicaciones:

Mediante el análisis de vibraciones aplicado a la maquinaria rotativa se pueden diagnosticar con precisión problemas de:

- Desequilibrio
- Desalineación
- Holguras
- Roces
- Ejes doblados
- Poleas excéntricas
- Rodamientos
- Engranajes
- Fallos de origen eléctrico

El Análisis de Vibraciones aplicado debe ser realizado por un empresa contratista externa y por persona competente que este certificada como Técnico en Vibraciones Nivel 1 como mínimo, este requisito debe ser revidado por el Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional de la Institución que es el encargado del mantenimiento del sistema contra incendios. Para motivos de este programa la técnica análisis Vibracional será aplicada cada 6 meses a los motores y bombas del sistema contra incendios.

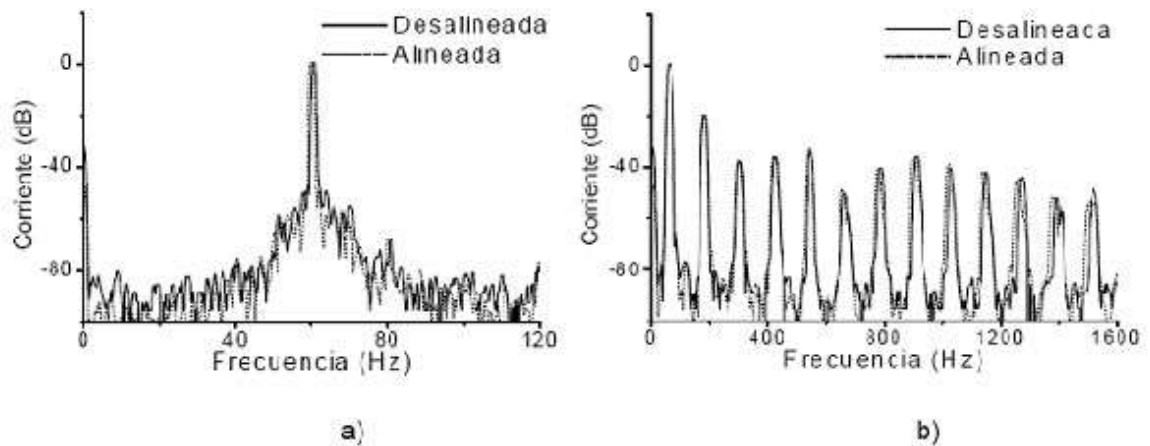
Figura 51. Gráfico modelo de toma de datos vibracionales a Sección Motriz y Conducida de una Bomba Centrífuga.



Fuente: Catálogo Vibrochek Co. 2015

Autor: Vibrochek Co.

Figura 52. Espectro Frecuencial del Análisis de Vibraciones



Fuente: Catálogo Vibrochek Co. 2015

Autor: Vibrochek Co.

El autor, como técnico competente y certificado en vibraciones nivel 1, procede a realizar los primeros informes técnicos como resultados del análisis vibracional aplicado a los motores eléctricos y bomba del Bloque D1.

Guayaquil, 11 de Agosto del 2015.

Señor Ingeniero
Jorge Arce
Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil
Guayaquil

**REF.: INFORME TECNICO DE ANALISIS VIBRACIONAL DE BOMBA CONTRA
INCENDIOS (11KW – 3570 RPM).**

De mis consideraciones:

Apreciaremos encontrar adjunto, el Informe Técnico de Análisis Vibracional y Diagnóstico realizado el día martes 11 de Agosto del 2015 a la Bomba Contra Incendios.

En la confianza de seguir atendiendo, quedamos de ustedes.

Atentamente,

Tec. Christian Petersen
Vibration Analyst
Level I – SNT – TC – 1A

INFORME TECNICO DE ANALISIS VIBRACIONAL DE BOMBA CONTRA INCENDIOS (11KW – 3570 RPM)

1.- INTRODUCCION

Durante el día martes 11 de Agosto del 2015, acudí a las instalaciones de la **UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA** en Guayaquil; con la finalidad de efectuar el Análisis Vibracional y Diagnóstico de la Bomba Contra Incendios.

El informe fue elaborado por un técnico especialista en Análisis Vibracional Nivel I y contando con la asistencia del analizador de vibraciones DSP Logger MX300 y el software DSP Data Management.

2.- CONCLUSIONES

Al respecto se puede concluir lo siguiente:

- Los niveles vibracionales se encuentran por encima y cerca del Límite de Alarma en los Puntos 1V, 2V y 3V, por lo que calificamos a la Bomba Contra Incendios **BAJO OBSERVACIÓN**.
- El Análisis Vibracional indica limitaciones regulares por Soltura Mecánica en los pernos de anclaje del Motor Eléctrico.
- Las Envoltentes de Aceleración no muestran limitaciones en los rodamientos.

2.- OBSERVACIONES

- Se observó un perno de anclaje (Motor Lado Libre) que no está completamente apretado, lo cual está induciendo vibraciones en las componentes verticales y por ende causará la fatiga de los pernos y la falla de los mismos.

3.- RECOMENDACIONES

- Apretar los pernos de anclaje de acuerdo al diámetro y material de los mismos, en especial el del Lado Libre del Motor Eléctrico (Lado Caja Bornera).
- Realizar periódicamente el barrido vibracional de la Bomba Contra Incendios.

ANEXO 01: BOMBA CONTRA INCENDIOS

1.- ANALISIS VIBRACIONAL - MODO VELOCIDAD (mm/s - RMS)

PUNTO		NIVEL TOTAL	NIVELES FILTRADOS (mm/s - NX / cpm)
1	H	1,39	ARMONICAS: 3570
	V	3,74	2.58 – 3570
	A	1,19	ARMONICAS: 3570
2	H	0,97	ARMONICAS: 3570
	V	2,74	1.96 – 3570
	A	1,34	ARMONICAS: 3570
3	H	1,66	ARMONICAS: 3570
	V	2,43	1.65 – 3570
	A	1,52	0.81 – 3570

LIMITES PERMISIBLES (mm/s – RMS) - NORMA ISO 10816-3

ALARMA **2.8**

PARADA **4.5**

Fundación Rígida (Integrated Driver – Group 4)

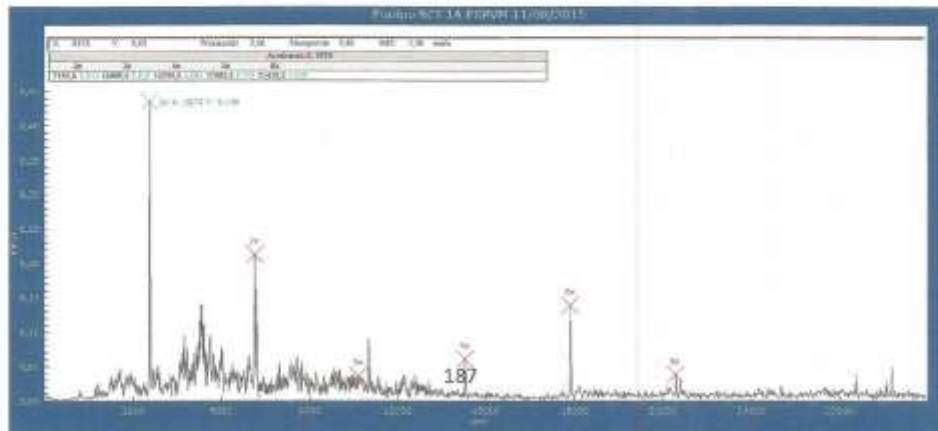
2.- ENVOLVENTE DE ACELERACION (G's – Pico/Pico)

PUNTO	NIVEL TOTAL	OBSERVACIONES
1E	0,36	ARMONICAS: 3600
2E	0,36	ARMONICAS: 3600
3E	0,59	ARMONICAS: 3600

LIMITES PERMISIBLES (G's – Pico/Pico)

ALARMA **0.02**

PARADA **0.05**



4.6 Cuidado del Medio Ambiente en el Mantenimiento.

En esta sección se da un enfoque de cómo puede ser gestionada la protección ambiental en la práctica del mantenimiento industrial. Este enfoque está sustentado fundamentalmente en dos aspectos:

- El mantenimiento es el proceso mediante el cual se asegura la fiabilidad de los equipos y donde se ejecutan el mayor número de actividades que pueden ocasionar daños al medio ambiente.
- La protección medioambiental debe gestionarse integrada a los procesos donde se originan los impactos.

El efecto ecológico del mantenimiento se garantiza mediante la gestión eficaz y eficiente de éste y su mejoramiento dentro de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), lo cual infiere que todos los aspectos ambientales están bajo control y se han tomado todas las medidas para prevenir y corregir impactos.

Se define el Mantenimiento Ecológico como el mantenimiento cuya gestión está inmersa a un Sistema de Gestión Ambiental, mediante el establecimiento de un grupo de acciones técnico - organizativas, que aseguran la reducción del riesgo de impacto ambiental de los equipos y de las acciones de mantenimiento.

Las acciones para prevenir daños al medio ambiente deben ser enfocadas a las personas, los equipos y los procesos de mantenimiento. Los factores causales más importantes identificados que podrían propiciar la ocurrencia de impacto al medio ambiente desde el mantenimiento son: los errores

humanos, la ausencia de mantenimiento, la aplicación de políticas de mantenimiento incorrectas y procesos de mantenimiento no controlados.

El establecimiento de las interrelaciones con otras funciones de la organización (administración y seguridad) asegura el mejoramiento de la eficacia de las acciones implementadas. El compromiso de la institución con este propósito es decisivo para alcanzar los resultados esperados, expresado mediante el establecimiento de políticas y acciones concretas que aseguren cambios en el modo de actuación de las personas hacia el medio ambiente.

Durante el mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo se establecen los siguientes requerimientos para el cuidado del medio ambiente:

1. Todo material contaminado con lubricantes, grasas o aditivos deberá ser depositado en lugares designados y etiquetados para este tipo de desperdicios.
2. Aguas Residuales producto de limpieza del sistema deben ser contenidas y almacenadas para el encargo de un gestor acreditado en el caso que se hayan mezclado con lubricantes o combustibles.
3. No se permitirá tirar desechos productos del mantenimiento al Río Guayas colindante con la institución.

Estas directrices deben ser explicadas y entendidas por al contratista externo que realice el mantenimiento al sistema contra incendios de la institución.

4.7. Análisis de Información e Histórico

Todos y cada uno de los documentos generados por las inspecciones, pruebas y mantenimientos del sistema hidráulico contra incendios debe ser archivado y considerado como **Documento Técnico** para su posterior análisis.

Los documentos de origen como son:

1. Planos de Construcción
2. Planos Hidráulicos
3. Planos As Build
4. Memorias Técnicas
5. Manuales de Bombas
6. Manuales de Motores
7. Fichas Técnicas

Deben ser archivados y celosamente cuidados por el Departamento Administrativo y de Seguridad y Salud Ocupacional pues son la base para las comparaciones de fábrica de los equipos y sistemas.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

En este capítulo se va a realizar un análisis financiero de los recursos que se emplearán para la elaboración del diseño del programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema hidráulico contra incendio basado en NFPA 25 de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, en el cual se detallan los costos directos del proyecto.

5.1 Costo Total del Proyecto

En esta sección del capítulo, hablaremos acerca de los costos que incurren en la elaboración del proyecto, como los costos de los mantenimientos mensuales y costos de las mediciones en los mantenimientos predictivos. No se toman en consideración los mantenimientos correctivos ya que se los considera emergentes y no programados.

5.1.1 Costo de los mantenimientos mensuales.

Este costo hace referencia los mantenimientos y pruebas periódicas que deben realizarse al sistema hidráulico contra incendios de la institución a través de una empresa contratista externa.

Tabla 14. Costo de Mantenimientos Mensuales

Mantenimientos Mensuales	
DESCRIPCIÓN	VALOR
CONSUMIBLES	\$ 30,00
MANO DE OBRA	\$ 150,00
TOTAL	\$ 180,00

Fuente: Proveedores.

Elaborado por: El Auto

5.1.2. Costos de las mediciones en los mantenimientos predictivos.

Este costo hace referencia las mediciones de mantenimiento predictivo como son el análisis termográfico y el análisis vibracional que deben realizarse al sistema hidráulico contra incendios de la institución a través de una empresa contratista externa.

Tabla 15. Costo de Mantenimientos Predictivos

Mantenimientos Mensuales			
DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Termografía Infrarroja	\$ 350,00	2	\$700
Análisis Vibracional	\$ 400,00	2	\$800
TOTAL ANUAL			\$1500

Fuente: Proveedores.

Elaborado por: El Autor

5.2. Costo de Inversión del Proyecto

Una vez que hemos calculado el costo de los mantenimientos mensuales preventivos y las mediciones de mantenimiento predictivo, podemos calcular y tener una idea del costo total de la inversión para el diseño propuesto. Los costos de mantenimiento mensuales se han anualizado.

Tabla 16. Costo Total de Inversión del Proyecto

DESCRIPCIÓN	COSTO	PORCENTAJE
Costo de Mantenimientos Mensuales	\$ 2160	59.1%
Costo de Mediciones Predictivas	\$ 1500	40.9%
TOTAL	\$3660	100%

Fuente: Proveedores.

Elaborado por: El Autor.

CONCLUSIONES

Producto de este proyecto podemos afirmar que el sistema hidráulico contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil al contar con un Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo va a poder garantizar a la comunidad universitaria su correcto funcionamiento y así cumplir con un requerimiento legal local y nacional.

Como resultado de la investigación de costos del presente proyecto se confirma la viabilidad del Programa de Mantenimiento para el SCI que maneja la institución y se verifica su necesidad basados en el principio de resguardo de seguridad de todo el personal que labora y estudia dentro de las instalaciones.

Se pudo diagnosticar que en el presente proyecto es necesaria no sólo la gestión técnica del SCI sino también la gestión administrativa, ya que no se puede disponer de una sin la otra. El manejo de indicadores y la aplicación de técnicas de administración ayudarán a fortalecer el objetivo de este programa de mantenimiento que es mantener siempre óptimos los niveles de protección contra incendios dentro de las instalaciones de la institución.

RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener los sistemas de control de las bombas centrífugas de descarga en óptimas condiciones así como sus válvulas y complementos como lo indica el presente programa de mantenimiento.

Se recomienda mantener la gestión de inspecciones planeadas según cronograma de trabajo de este programa pues lo que se busca es reducir al mínimo posible que el SCI este fuera de servicio.

Se recomienda la constante capacitación tanto a los brigadistas de la institución como al personal técnico que opera el SCI ya que están interrelacionados y existe una dependencia mutua para actuar ante una emergencia contra incendio.

Se recomienda gestionar con el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil continuos simulacros de incendio y evacuación para poder medir nuestro potencial de respuesta ante una emergencia real.

BIBLIOGRAFÍA.

Asamblea Nacional.- Constitución de la República del Ecuador,. Corporación de Estudios y Publicaciones .Montecristi, 2008.

Asamblea Nacional - Ley de Defensa Contra Incendios – Ley NO: 56. - Disposición General Segunda, RO/ 815 de 19 de Abril de 1979.

Asamblea Nacional.- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Decreto Ejecutivo 2393, RO/565 de 17 de Noviembre de 1986.

González Francisco – Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado – 2012 - Cuarta Edición.

NFPA - Norma NFPA 25 “Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios” – 2012.

NFPA – Manual de Protección Contra Incendio – Quinta Edición, Volumen I - 2013.

NFPA – Manual de Protección Contra Incendio – Quinta Edición, Volumen II - 2013.

NFPA – Handbook Norma NFPA 25 “Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios” – 2012.

Oliveiro Gracia – Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial – Ediciones de la U - 2012.

Ingenieros Editores – Manual Predictivo de Máquinas Rotativas - 2014.

ANEXO 1. Encuesta aplicada al personal de trabajadores y estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

Objetivo: Conocer criterio del personal de trabajadores y estudiantes, sobre el sistema hidráulico contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

1) ¿¿Tiene usted conocimiento si en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil existen áreas protegidas por un Sistema Contra Incendio?

SI

NO

2) ¿Cuántos bloques de edificios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil considera usted que están protegidos por el sistema contra incendio?

De 1 a 2

De 2 a 3

Más de 3

3) ¿Considera usted que es necesario que el sistema contra incendio tenga un Programa de Mantenimiento que lo mantenga en óptimas condiciones?

SI

NO

4) ¿Conoce usted sobre algún estudio técnico realizado para el diseño de un programa de mantenimiento para el sistema contra incendio de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil?

SI

NO

ANEXO 2. Formato de Orden de Trabajo



1.- FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO	5.- FECHA DE ELABORACIÓN:	8.- AVANCE:		Fecha:
2.- QUIEN SOLICITA EL SERVICIO:		DIAGNOSTICO		
3.- NUMERO DE SERIE/ NUMERO DE INVENTARIO:		INTERVENIDO		
4.- APARATO:		REPARADO		
		LIBERADO		
6.- FALLA REPORTADA	9.- MATERIAL DE REEMPLAZO:			
7.- DIAGNOSTICO				
	10.- ORDEN DE TRABAJO No:			
11.- SE REALIZÓ MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN:				
12.- OBSERVACIONES:				
AUTORIZACIÓN				
NOMBRE Y FIRMA DEL REPOSABLE DEL MANTENIMIENTO AL EQUIPO.				
<hr/>				
AUTORIZÓ:				
VoBo: <hr/>				

ANEXO 3. Formato de Inspección Planeada del SCI.



FORMATO DE INSPECCIÓN PLANEADA DEL SCI

Fecha:	
Nombre de Inspector:	
Bloque:	
Jefe de Área:	

Descripción	Si	No	Observaciones
Habilitado accionamiento automático de bomba principal			
Habilitado accionamiento automático bomba Jockey			
Manómetros en funcionamiento			
Válvulas en funcionamiento			
Fugas en el sistema			
Prueba de presión			
Prueba de Caudal			
Cajetines en buenas condiciones			
Mangueras y Pitones en buenas condiciones			

Firma Inspector UPS - G

ANEXO 4. Formato de Registro de Proveedor.



FORMATO DE REGISTRO DE PROVEEDOR

Fecha:	
Nombre del Proveedor:	
Razón Social:	
Ruc:	
Dirección:	
Teléfono:	
Representante Legal:	
Correo Electrónico:	

Evaluación Técnica	Cumple	No Cumple	Observaciones
Posee experiencia en campo requerido			
Dispone de personal calificado en campo requerido			
Dispone de herramientas y equipos necesarios en campo requerido			
Cumple con requerimientos legales de seguridad y salud de sus trabajadores			

Firma Autorizada UPS-G
