



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA
INCENDIOS DEL CENTRO DE SALUD TIPO C LASSO, DE LA
DIRECCIÓN DISTRITAL 05D01 LATACUNGA SALUD, BAJO
LA NORMA NFPA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros Industriales.

Autores:

Chacón Méndez Guillermo Alejandro

Cordova Muñoz Alan Jesús

Tutor:

Ing. MSc. Freddy Quinchimbla

Latacunga – Ecuador

Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **Guillermo Alejandro Chacón Méndez y Alan Jesús Cordova Muñoz**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **Propuesta de Rediseño del Sistema Contra Incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la Dirección Distrital 05d01 Latacunga Salud, Bajo la Norma NFPA**, siendo el **Ing. MSc. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña** tutor del presente trabajo, y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Chacón Méndez Guillermo Alejandro

CC: 050361502-3

Córdova Muñoz Alan Jesús

CC: 050359922-7

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Propuesta de rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la norma NFPA”, de Guillermo Alejandro Chacón Méndez, Alan Jesús Córdova, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 03 de marzo del 2021

Tutor: **Ing. Msc. Freddy Quichimbla**

CC: **1719310508**



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: Guillermo Alejandro Chacón Méndez, Alan Jesús Córdova Muñoz con el título de Proyecto de titulación: **“Propuesta de rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la norma NFPA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 03 de marzo del 2021

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Msc. Pablo Andrés Barba Gallardo
CC: 171930814-8

Lector 2
Msc. Jorge David Freire Samaniego
CC: 050262481-0

Lector 3
Msc. Edison Patricio Salazar Cueva
CC: 0501843171

CARTA DE AVAL

Informamos que la Dirección Distrital 05D01 Latacunga-Salud, mediante Oficio Nro. MSP-CZ3-DDS05D01-2020-0815-O, **AUTORIZO** a los *Estudiantes Sr. GUILLERMO ALEJANDRO CHACON MENDEZ* y *Sr. ALAN JESUS CORDOVA MUÑOZ* efectúen el trabajo de investigación titulado “*Propuesta de Rediseño del Sistema Contra Incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la Dirección Distrital 05D01 Latacunga – Salud, bajo la norma NFPA*”, para el periodo académico Noviembre 2020 – Febrero 2021.

Declaro conocer y aceptar los términos y recomendaciones previstas para la ejecución de la propuesta realizada por los estudiantes, estando conforme con todas aquellas actividades que se prevean para la implementación y mejoramiento del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la Dirección Distrital 05D01 Latacunga – Salud.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Dr. Jorge Oswaldo Proaño Olivo
DIRECTOR DISTRITAL 05D01 LATACUNGA SALUD (E)



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a dios por darme la vida y la salud que en este momento dan como resultado de tu ayuda y bendición un logro y un éxito más en mi vida. Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todos sentidos, gracias por nunca dejarme solo y darme la fortaleza para seguir dando lo mejor de mí cada día.

Agradezco a mi esposa que a sido pilar fundamental en mi vida que con sus palabras su constancia y apego incluso en los momentos más difíciles, siempre me has ayudado. No fue tan sencillo como lo esperaba, sin embargo, eres quien me motiva a superarme y ser mejor persona. A mi madre que, gracias a sus esfuerzos y su amor invaluable, me ha educado y me ha proporcionado todo lo que he necesitado para superarme cada día, tus enseñanzas quedan para agradecerte toda mi vida. Gracias a mi hermana y mi familia por confiar en mi y brindarme sus palabras de aliento, enseñándome que la vida no es fácil pero que se tiene que ser constantes para lograr superar cada obstáculo, con la frente en alto, con humildad y ante todo agradeciendo a dios por cada nuevo día de vida que nos brinda.

A mis docentes quienes con sus valores y conocimientos fueron un eje fundamental en mi proceso de formación como académica, comprometido a dar lo mejor en el ámbito profesional, personal y laboral.

GUILLERMO

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas que han contribuido para que este Proyecto de Grado haya sido cumplido y en virtud de ello quiero dedicarles estas líneas como agradecimiento.

A Dios y a mis padres, José y Silvia quienes me supieron guiar por el camino del bien, brindándome incondicionalmente su apoyo en mis estudios, en transmitirme amor y ganas de superación a pesar de las adversidades que hubieron, esta oportunidad de haberme apoyado a culminar mis estudios universitarios es la mejor herencia que puedo recibir.

A mis hermanos Jenny y José Luis que con su comprensión y cariño siempre han estado a mi lado en todos aquellos momentos importantes en mi vida.

Y para culminar quiero agradecer a todos los docentes que forman parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por los conocimientos que me fueron impartidos durante mi trayectoria de formación profesional.

ALAN

DEDICATORIA

A mi bebe que en este momento sé que no entenderá mis palabras, pero cuando sea capaz, quiero que sepas lo mucho que significas par mí que eres la razón por la cual me esforzare en el presente y en el futuro, eres mí mayor motivación.

A mi esposa tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más oscuros y desesperantes, este proyecto no fue fácil, pero estuviste a mi lado motivándome y apoyándome de todas las maneras posibles. Te lo agradezco mucho, amor. A mi madre que siempre ha estado a mi lado apoyándome de manera incondicional y respaldando mi proceso educativo, personal y profesional, durante todas las etapas de mi vida siendo un ejemplo de superación, trabajo, responsabilidad, honestidad y perseverancia para lograr alcanzar todos los objetivos propuestos en la vida. A mi hermana que sea un ejemplo de superación y guía en su proceso educativo que está cursando, que sea un referente de que los objetivos se pueden cumplir con esfuerzo, dedicación y compromiso propio.

A mis docentes quienes fueron mis mentores y me enseñaron a ser un gran profesional orientándome durante todo este proceso de formación educativo con valores y ética que se aplicara durante toda la vida dentro y fuera del ámbito laboral.

GUILLERMO

DEDICATORIA

El trabajo a presentarse quiero dedicárselo a mis queridos padres José y Silvia que son lo más importante que pude y puedo tener en esta vida, gracias a su cariño, su comprensión y a los valores con los que me criaron y encaminaron por el camino del bien. Me enseñaron lo que es el trabajo duro y el esfuerzo que una persona puede hacer por sus hijos para verlos triunfar en la vida, ellos son y serán mi mayor ejemplo de trabajo y honestidad, para concluir también quiero dedicarles este trabajo a mis hermanos, sobrinos y cuñados, que han estado ahí al pendiente para que pudiese llegar hasta este punto, son unas increíbles personas.

ALAN

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
CARTA DE AVAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	viii
TABLA DE CONTENIDOS	x
INDICE DE TABLAS	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
INDICE DE ECUACIONES	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT.....	xxi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xxii
CAPITULO 1.....	1
1.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.2 DESCRIPCIÓN	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 BENEFICIARIOS.....	4
1.5 EL PROBLEMA	4
1.6 OBJETIVOS	6
1.7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÒN A LOS OBJETIVOS	7
1.8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
1.9 PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	20
1.10 METODOLOGÍAS	20
1.10.1 Tipo de investigación.....	20
1.10.2 Métodos.....	20
1.11 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN	22
1.12 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	24

CAPITULO 2.....	25
2.1 ANÁLISIS DE LOCALIZACION	25
2.1.1 Localización	25
2.1.2 Situación del establecimiento	27
2.2 ANÁLISIS DEL ESTABLECIMIENTO	27
2.2.1 Características de la obra	27
2.2.2 Características del sistema contra incendios	28
2.2.3 Distribución interna de los gabinetes Contra Incendios	30
2.2.4 Interpretación de la inspección realizada al sistema contra incendios	33
2.3 ANALISIS DE RIESGOS DE INCENDIOS.....	34
2.3.1 Evaluación de riesgo de incendio método NFPA	34
2.3.2 Interpretación de los resultados del riesgo de incendios	48
2.3.3 Evaluación de riesgo de incendio método NFPA para la ubicación de extintores	49
2.3.4 Interpretación De Los Resultados Del Riesgo De Incendios.....	54
2.4 SELECCIÓN DE MÉTODO DE EXTINCIÓN DE ACUERDO A LA DISTRIBUCIÓN DE RIESGOS DEL CENTRO DE SALUD TIPO C LASSO.....	54
CAPITULO 3.....	57
3.1 REQUISITOS DE LA DISTRIBUCION Y ABASTECIMIENTO DE LA RED HIDRICA CONTRA INCNEDIOS COFORME LA NORMA NFPA 14	57
3.1.1 Determinación del Caudal del sistema de gabinetes contra incendios.	57
3.1.2 Determinación de la presión mínima requerida	58
3.1.3 Ubicación de los gabinetes contra incendios.....	58
3.1.4 Numero de bocas de incendio a activarse	60
3.1.5 Selección del gabinete contra incendios.....	61
3.1.5 Capacidad mínima de caudal la bomba	62
3.1.6 Volumen del Abastecimiento	63
3.1.7 Diámetro de la tubería del ramal	64
3.2 HIDRÁULICA PARA PROTECCIÓN DE INCENDIOS.....	65
3.2.1 Presión.....	65
3.2.2 Presión Normal.....	66

3.2.3	Presión de velocidad	66
3.2	PERDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS	67
3.2.3	Fórmulas de Flujo por Pérdidas de Presión	67
3.2.4	Fórmulas de Longitud Equivalente.....	69
3.3	CÁLCULO HIDRÁULICO DE PÉRDIDAS.....	70
3.2.3	Punto con mayor riesgo de incendio.....	71
3.2.4	Punto más lejano.....	73
3.2.5	Resumen de resultados obtenidos.....	75
3.3	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO SEGÚN NFPA 20.....	76
3.3.3	Selección de la Potencia del Motor Del Sistema De Bombeo.....	76
3.3.4	Selección del tipo bomba	76
3.3.5	Diámetros de la succión y descarga	78
3.3.6	Selección de la potencia de la bomba jokey	79
	CAPITULO 4.....	80
4.1	CONSTRUCCIÓN DE LA RED DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS SEGÚN NORMAS NFPA.....	80
4.1.1	Bomba según NFPA 20	80
4.1.2	Bomba Jockey según NFPA 20.....	80
4.1.3	Tubería de succión.....	80
4.1.4	Tubería de descarga y accesorios.....	81
4.1.5	Instalación tableros controladores.....	81
4.1.6	Motor principal.....	81
4.1.7	Motor bomba jockey	81
4.1.8	Válvulas (sólo EDS)	82
4.1.9	Presostatos y manómetros (sólo EDS)	82
4.2	PRUEBAS, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS SEGÚN NORMA NFPA	83
4.2.1	Pruebas.....	83
4.2.2	Inspección.....	84
4.2.3	Mantenimiento.....	86
	CAPITULO 5.....	88

4.3 COSTOS DIRECTOS	89
4.4 COSTOS INDIRECTOS	91
4.5 TOTAL DE COSTOS DE LA PROPUESTA.....	92
4.6 ANÁLISIS DE LA DEPRECIACIÓN	92
CAPITULO 6.....	94
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
GLOSARIO	96
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	100

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Beneficiarios.....	4
Tabla N°2 Objetivos, actividades y metodología	7
Tabla N° 3: Técnicas y Métodos a Utilizar	21
Tabla N° 4: Elaboración del presupuesto	22
Tabla N° 5: Presupuesto Total	23
Tabla N°6: Cronograma de actividades	24
Tabla N°7: Georreferencias del Centro de Salud Tipo C Lasso	25
Tabla N°8: Resumen del estado del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso	33
Tabla N°9: Tabla de Criterios de Evaluación de Riesgos Método NFPA	34
Tabla N°10: Tabla de cálculo de peso del material combustible del Cuadrante A	37
Tabla N°11: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Cuadrante A	39
Tabla N°12: Tabla de cálculo de peso del material combustible del Cuadrante B.....	40
Tabla N°13: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Cuadrante B.....	41
Tabla N°14: Tabla de cálculo de peso del material combustible del Cuadrante C.....	42
Tabla N°15: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Cuadrante C.....	43
Tabla N°16: Tabla de cálculo de peso del material combustible del Cuadrante D	44
Tabla N°17: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Cuadrante D	45
Tabla N°18: Tabla de cálculo de peso ponderado del material combustible del Centro de Salud Tipo C Lasso.....	46
Tabla N°19: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Centro de Salud Tipo C Lasso	47
Tabla N°20: Evaluación para el cálculo de extintores de CO2 CUADRANTE A	50
Tabla N°21: Evaluación para el cálculo de extintores de CO2 CUADRANTE B	51
Tabla N°22: Evaluación para el cálculo de extintores de CO2 CUADRANTE C	52
Tabla N°23: Evaluación para el cálculo de extintores de CO2 CUADRANTE D	53
Tabla N°24: Resumen del Análisis de Riesgo de Incendio, Clasificación y Método de Extinción para el Centro de Salud Tipo C Lasso	56

Tabla N°25: Requisitos para la asignación de chorros de mangueras y de duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente	57
Tabla N°26: Tuberías verticales por Cedula de Tubería y por los Tamaños de Tubería Nominal Mínima para los tubos de Suministro (en Pulgadas	59
Tabla N°27: Valores de C en Ecuación de Hanzen Williams.....	68
Tabla N°28: Resultados de Perdidas	69
Tabla N°29: Longitud Equivalente de tubería	69
Tabla N°30: Calculo de pérdidas de presión al punto con mayor riesgo tubería de 4 in71	
Tabla N°31: Calculo de pérdidas de presión al punto con mayor riesgo tubería de 2 ½ in	72
Tabla N°32: Calculo de pérdidas de presión al punto más lejano con tubería de 4 in... 73	
Tabla N°33: Calculo de pérdidas de presión al punto más lejano con tubería de 2 ½ in74	
Tabla N°34: Total de pérdidas por fricción	75
Tabla N°35: Resumen de pérdidas y presión total requerida	75
Tabla N°36: Capacidad de las Bombas Contra Incendios	77
Tabla N°37: Tamaños mínimos de las tuberías	78
Tabla N°38: Componentes de verificación y acciones correctivas.....	85
Tabla N°39: Componentes de mantenimiento y Frecuencia	86
Tabla N°40: Cuadro comparativo de precios obtenidos en el mercado.....	88
Tabla N°41: Costos de equipos accesorios	89
Tabla N°42: Costos de mano de obra y transporte	90
Tabla N°43: Costos de ingeniería	90
Tabla N°44: Costos totales directos.....	90
Tabla N°45: Costos de ejecución de tesis.....	91
Tabla N°46: Costos de simulaciones	91
Tabla N°47: Costos de movilizaciones y varios	91
Tabla N°48: Costos totales indirectos.....	91
Tabla N°49: Costos totales de la propuesta	92

Tabla N°50: Costos de depreciación.....	92
--	-----------

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Incendio 24 de octubre de 2020.....	5
Figura N°2: Incendio 24 de octubre de 2020.....	5
Figura N°3: Extinción de Incendios con Gabinete Contra Incendios.....	8
Figura N°4: Extinción de Incendios método de Enfriamiento	9
Figura N°5: Extinción de Incendios método de inhibición	10
Figura N°7: Gabinete Contra Incendios Clase II.....	14
Figura N°8: Incendio	15
Figura N°9: Incendio Clase A.....	16
Figura N°10: Incendio Clase B	16
Figura N°11: Incendio Clase C	17
Figura N°12: Incendio Clase D.....	17
Figura N°13: Incendio Clase K.....	18
Figura N°14: Caseta de Bombeo	28
Figura N°15: Cisterna Contra Incendios	29
Figura N°16: Estación De Bombeo Contra Incendios.....	29
Figura N°17: Tablero De Control.....	30
Figura N°18: Manómetro De Presión.....	30
Figura N°19: Gabinete en Estadística y Archivo	31
Figura N°20: Gabinete en Emergencia.....	31
Figura N°21: Gabinete en Rehabilitación Física	32
Figura N°22: Gabinete en Área Administrativa	32
Figura N°23: Siamesa de Conexión de Bomberos	33
Figura N°24: División por cuadrantes	36
Figura N°25: Emergencia	37
Figura N°26: Laboratorio	37

Figura N°27: Centro Obstétrico.....	40
Figura N°28: Válvulas de Control de Oxígeno	40
Figura N°29: Consultorios Polivalentes	42
Figura N°30: Odontología	42
Figura N°31 Farmacia.....	44
Figura N°32: Archivo	44
Figura N°33: Gabinetes contra incendios Tipo II	59
Figura N°34: Gabinetes contra incendios Tipo II con equipamiento	62
Figura N°35: Bomba Contra Incendios de Carcasa Partida	78
Figura N°36: Desarrollo de la prueba hidrostática	83
Figura N°37: Curva de funcionamiento de la bomba.....	84

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1): Ecuación para evaluar la carga combustible	35
Ecuación (2): Numero de bocas de incendio activarse	61
Ecuación (3): Capacidad e la bomba	62
Ecuación (4): Volumen del abastecimiento	63
Ecuación (5): Diámetro de la tubería	64
Ecuación (6): Formula de la presión	65
Ecuación (7): Formula de la presión normal	66
Ecuación (8): Formula de la presión de velocidad	66
Ecuación (9): Formula de la presión estatica	66
Ecuación (10): Formula de Hazen Williams	68
Ecuación (11): Formula de Darcy Weisbach	70
Ecuación (12): Formula de la potencia	76

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO DE SALUD TIPO C LASSO, DE LA DIRECCIÓN DISTRITAL 05D01 LATACUNGA SALUD, BAJO LA NORMA NFPA

AUTORES: Chacón Méndez Guillermo Alejandro
Córdova Muñoz Alan Jesús

RESUMEN

El presente proyecto de investigación plantea realizar una propuesta de mejoramiento del sistema contra incendios para el Centro de Salud Tipo C Lasso de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, cumpliendo con los requisitos que estipula la norma NFPA 10, 14, 20 y 24, con el objetivo de garantizar un óptimo nivel de protección para el personal que labora, visitantes y equipos con los que cuenta la mencionada institución, frente a los riesgos potenciales que puede causar un incendio. Para el desarrollo de esta propuesta se determinó el estado actual de las instalaciones existentes contra incendios existentes, las zonas de mayor riesgo de incendio y punto más lejano, posterior se determinó el caudal y presión necesaria para el sistema contra incendios, considerando los criterios indicados en las normas NFPA, donde se establece los requisitos mínimos de los elementos de protección contra incendios. Como principales resultados se logró determinar que el Centro de Salud, tiene un Riesgo de Incendio Ordinario conforme lo establece la norma NFPA, los incendios Tipo A y C predominaron en el análisis, por lo que se seleccionó CO₂ para incendios incipientes y agua para incendios en etapa de desarrollo, además se determinó que la TDH de la bomba tiene una caída de presión que es igual a 121 psi y se seleccionó una bomba horizontal de carcasa partida cuya capacidad nominal es de 250gpm@130psi e impulsada por un motor eléctrico de 30HP como mínimo, adicionalmente se logró determinar que el costo para la implementación es de \$ 32.500,00 (Treinta y dos mil quinientos Dólares de Norte América). Se pudo apreciar que el costo para la implementación sería inferior, en comparación de los costos que puedan generarse en el caso de que existiera un evento peligroso con fuego y evitando la pérdida de vidas humanas, equipos y otros que se puedan ver afectados con el incendio.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: PROPOSAL OF THE REDESIGN OF THE FIRE SYSTEM FOR LASSO
HEALTH CARE CENTER TYPE C OF THE HEALTH DISTRICT DIRECTION 05001
LATACUNGA.

AUTHORS: Chacón Méndez Guillermo Alejandro

Córdova Muñoz Alan Jesús

ABSTRACT

The present research project proposes to carry out the improvement of the fire system for Lasso Health Care Center, Type C of the health district direction 05D01 Latacunga, complying with the requirements stipulated in the NFPA 10, 14, 20 and 24 standard, with the objective of guaranteeing an optimal level of protection for the personnel who works, visitors and equipment that the aforementioned institution has, against the potential risks that a fire can cause. For the development of this proposal, the current state of the existing firefighting facilities was determined, the areas with the highest risk of fire and the furthest point, later the flow and pressure necessary for the firefighting system was determined, considering the criteria indicated in NFPA standards, which establish the minimum requirements for fire protection elements. As the main results, it was possible to determine that the Health Center has an Ordinary Fire Risk as established by the NFPA standard, Type A and C fires predominated in the analysis, so CO₂ was selected for incipient fires and water for fires in development stage, it was also determined that the TDH of the pump has a pressure drop that is equal to 121 psi and a horizontal split case pump was selected whose nominal capacity is 250gpm @ 130psi and driven by a 30HP electric motor as At a minimum, it was additionally determined that the cost for the implementation is \$ 32,500.00 (Thirty-two thousand five hundred North American Dollars). It was appreciated that the cost for the implementation would be lower, compared to the costs that may be generated in the event of a dangerous event with fire and avoiding the loss of human lives, equipment and others that may be affected by the fire.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del idioma Inglés de la Facultad de Ciencias Humanas y Educación de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los señores estudiantes Egresados de la Carrera de Ingeniería Industrial **CHACÓN MÉNDEZ GUILLERMO ALEJANDRO** y **CÓRDOVA MUÑOZ ALAN JESÚS**, cuyo título versa: **“PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO DE SALUD TIPO “C” LASSO, DE LA DIRECCIÓN DISTRITAL 05D01 LATACUNGA SALUD, BAJO LA NORMA NFPA”**. lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo 03 del 2021

Atentamente,



Mg. José Ignacio Andrade Morán

C.C. 0503101040

DOCENTE UTC

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CAPITULO 1

1.1 INFORMACIÓN GENERAL

Título: Propuesta de rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la norma NFPA.

Fecha de inicio:

Octubre 2020

Fecha de finalización:

Febrero 2021

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia

CIYA

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado:

Diseño y construcción de un prototipo de línea de producción automatizada como apoyo al proceso enseñanza aprendizaje en la carrera de ingeniería industrial.

Equipo de Trabajo:

Chacón Méndez Guillermo Alejandro

Cordova Muñoz Alan Jesús

Tutor:

Ing. Msc. Fredy Quichimbla

Investigadores participantes

Ing. Mgs. Freire Jorge

Ing. Msc. Eugenio Cristian

Área de Conocimiento:

Campo Amplio: 07 Ingeniería Industrial y construcción

Campo Específico: 02 Industria y producción

Campo Detallado: 05 Producción industrial

07 Diseño Industrial y de Procesos

Línea de investigación:

Procesos industriales.

Las investigaciones que se desarrollen en esta línea estarán enfocadas a promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido, fomentando la producción industrial más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. Así como diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Procesos Productivos.

Administración y gestión de la producción.

1.2 DESCRIPCIÓN

La importancia de este proyecto es el reducir la exposición de las personas, maquinaria, edificación a eventos peligrosos con fuego o explosiones que puede variar según las circunstancias en que se presente el nivel de riesgo su evolución conforme las áreas analizadas del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, las medidas preventivas de control de incendios disponibles, no solo la parte de los equipos si no su correcta operatividad, en virtud de lo expuesto es indispensable diseñar una propuesta de un rediseño del sistema de control de incendios actual el mismo que sea funcional y operativo que permita precautelar la integridad de todos los actores dentro de la institución, sus bienes e instalaciones y su pronta acción ante un posible peligro generado por causas del fuego.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad el rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, teniendo en cuenta que la seguridad es una responsabilidad social de toda la organización por tal motivo se tiene que precautelar la integridad de los ocupantes internos y externos de la empresa.

Se ve la necesidad de reducir los posibles daños que se puedan desarrollar por un incendio en el Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, evitando

daños a la infraestructura, equipos, materia prima y personal que labora o visitantes, reducción de los posibles costos asociados a un evento peligroso con fuego y su control, posterior el reinicio de las actividades de servicio a la ciudadanía post evento, y al ser una institución de servicio público de salud se hace indispensable que el sistema contra incendios de sus instalaciones se encuentre operativo.

El Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud ha sufrido dos incendios estructurales en lo que va del año 2020, los mismos que fueron controlados y mitigados por miembros del Cuerpo de Bomberos Latacunga, Estación Lasso “X2”.

La carencia de unidades de los sistemas públicos de respuesta a emergencias imposibilita dar un servicio oportuno ya que no cuentan con los recursos necesarios de apoyo cercano a la instalación del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, además que cuente con las suficientes herramientas y de rápida acción ante la posibilidad de presentarse un incendio de gran magnitud, hace que esta institución de salud mantenga operativa y funcional su sistema contra incendios.

En los mencionados eventos peligros que van del año 2020 la brigada contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, no pudo realizar las acciones iniciales de control del incendio ya que el sistema no funciona por falta de presión de agua, lo que imposibilita una rápida respuesta para el manejo y control de este tipo de eventos peligrosos, así como de consideraciones que deben cumplirse para lograr el mantenimiento adecuado de las instalaciones, control de fugas y derrames, finalmente del control de emanaciones de gases, humos y vapores que puedan afectar a los zonas aledañas al Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud.

Actualmente se cuenta con un sistema de control de incendios el mismo que si se encontraría operativo permitiría controlar este tipo de eventos peligros y reducir los costos ocasionados por daños y a su vez se reduciría las afectaciones a la salud que podrían producirse dentro de las instalaciones ya que al ser un establecimiento de salud manejan lineamientos de salubridad. Una de las mayores afectaciones sería el cierre de áreas de atención de pacientes teniendo en cuenta que el Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, acoge a pacientes de las parroquias rurales de Toacazo, Pastocalle, Mulalo y Tanicuchi las mismas que suman un total de 31965 habitantes (Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010, INEC).

1.4 BENEFICIARIOS

Directos. - El personal que labora en el Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud es de 60 personas entre hombres y mujeres, distribuidos en horarios rotativos de 24 horas.

Indirectos. - EL Personal de pacientes por consulta externa, consulta interna, emergencia, etc., son de un promedio aproximado de 300 personas a la semana.

Tabla N° 1: Beneficiarios

Descripción	Cantidad		Total
	M	H	
Directos	61	9	70
Indirectos	152	75	227
Total	213	84	297

Elaborado por: Los Autores

1.5 EL PROBLEMA

El Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud. Entra en funcionamiento el 14 de febrero del año de 2014 en el sector de Lasso, perteneciente a la parroquia Tanicuchí en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi, al ser una institución de servicio público dedicada a la prestación de servicios de salud de manera gratuita a los habitantes de las parroquias de Toacazo, Mulalo, Tanicuchí y visitantes que se encuentren cercanos a los sectores.

Esta casa de salud cuenta con una Cartera de Servicio de: Calificación de discapacidades. Medicina familiar y /o comunitaria. Medicina general en consulta externa, odontología, salud mental, obstetricia, nutrición (itinerante) y laboratorio. Terapia Física(itinerante), Terapia del Lenguaje(itinerante) y Psicorehabilitación.

Se encuentra laborando las 24 horas, durante los 365 días del año de manera ininterrumpida.

En el año 2019 “Freddy Iza, director distrital, durante su intervención, informó que en los cinco años del centro de salud se ha realizado un promedio de atenciones de 280.943 en consulta externa, 61.263 en emergencia, y 990 partos.” (Editor Al Dia Online, 2019)

Esta casa de salud cuenta con un sistema contra incendios el mismo que no se encuentra funcional en la actualidad, en tal razón deja desprotegida a las personas, maquinaria, equipos e infraestructura que forma parte del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud.

Desde la fecha de inauguración en el año 2014, el Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, se han registrado dos incendios estructurales generados en el sistema de aire caliente, los mismos que al conducir aire por los ductos han contaminado las distintas áreas internas del centro de salud paralizando de manera parcial ciertas áreas que son requeridas por la ciudadanía.

Durante el desarrollo de los incendios el sistema contra incendios con el que cuenta actualmente el Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, no se encontraba operativo y la brigada contra incendios no pudo realizar las labores de control del conato de incendio y los mismos fueron controlados por personal del cuerpo de bomberos Latacunga alojados en la compañía Lasso “X2”.

Esta ultimo incendio fue registrado el día 24 de octubre de 2020 a las 07h50 aproximadamente en las imágenes se puede apreciar la localización del incendio que es la parte superior del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, y el personal evacuando el edificio.



Figura N°1: Incendio 24 de octubre de 2020

Fuente: Los Autores



Figura N°2: Incendio 24 de octubre de 2020

Fuente: Los Autores

Por lo cual el rediseño del sistema contra incendios conforme lo establecido en la norma NFPA, en el Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, nos permitirá reducir y estar preparados ante futuros eventos peligrosos con fuego y reducir el riesgo de incendio, pérdidas de vidas humanas, maquinaria, equipo y garantizar una operatividad pronta de la casa de salud.

1.6 OBJETIVOS

General

Realizar la propuesta del rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la norma NFPA (National Fire Protection Association).

Específicos

- Verificar la situación actual de los sistemas de protección activa en las instalaciones de la institución.
- Elaborar la distribución de la red hídrica contra incendios conforme la normativa NFPA y cálculos para para la red contra incendios y elementos de extinción.
- Elaborar la propuesta de rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la norma NFPA.

1.7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla N°2 Objetivos, actividades y metodología

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
<ul style="list-style-type: none"> Verificar la situación actual de los sistemas de protección activa en las instalaciones de la institución. 	<ul style="list-style-type: none"> Vista en campo Observación de los posibles riegos que puedan generar un incendio 	<p>Check list. Verificación de la funcionalidad y operatividad del sistema contra incendios actual</p> <p>Matriz NFPA para cálculo de riesgo</p> <p>Cálculos de riesgo de incendios y carga calorífica</p>	<p>Observación simple</p> <p>Cálculos en hojas d Excel</p>
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar la distribución de la red hídrica contra incendios conforme la normativa NFPA y cálculos para para la red contra incendios y elementos de extinción. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de los planos de la red contra incendios y bocas de incendios equipadas conforme a cada una de las áreas y sus riesgos. Cálculos hidráulicos y de presión del sistema. 	<p>Plano de la red contra incendios.</p> <p>Plano de distribución de los equipos portátiles de extinción de incendios</p> <p>Datos técnicos para la selección de la bomba y cisterna de abastecimiento del sistema contra incendios.</p>	<p>Norma NFPA 10, 14 y 25.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar la propuesta de rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la norma NFPA. 	<p>Elaboración de la propuesta</p>	<p>Informe de Propuesta</p>	<p>Elaboración de la propuesta para el rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la norma NFPA</p>

Elaborado por: Los Autores

1.8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Protección Activa.

Comprende todas las acciones que implican una operación inmediata sobre el fuego, esto es el conjunto de medios, equipos y sistemas instalados para detectar el incendio, alertar, señalarlo, extinguirlo, desempeñando un papel beneficioso significando que todos los sistemas de detección y extinción de incendios (detectores, rociadores, extintores, etc.), destinados a indicar a los usuarios de un incendio y actuar sobre él a través de una intervención automática o humana. (Asociación Nacional Contra el Fuego, (NFPA), 2018)

Extinción

Está basada en la interrupción de uno o más factores de los elementos esenciales del proceso de la combustión. (Ministerio de Seguridad Social, 2015).

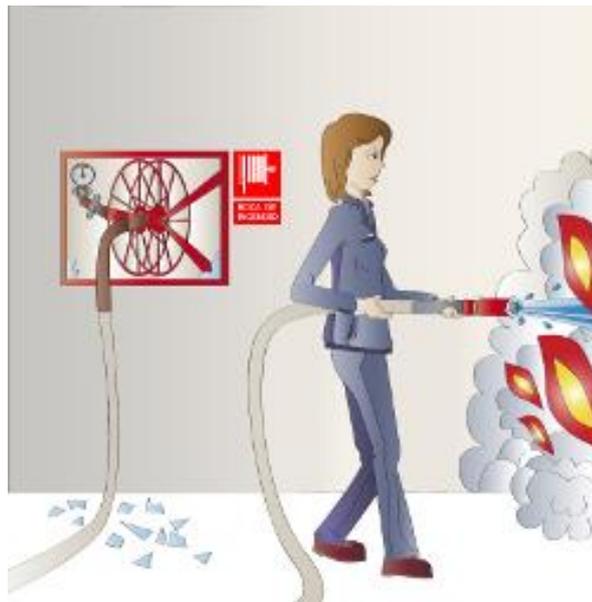


Figura N°3: Extinción de Incendios con Gabinete Contra Incendios

Fuente: (Servicios de Salud y Prevención de Riesgos, 2021)

Eliminación del combustible

El fuego requiere para su sostenimiento de nuevo combustible que alimente las llamas. Si el combustible es suprimido en la zona donde está el incendio, éste se extingue al escasear de la sustancia que lo alimenta.

Esto puede conseguirse:

- Directamente fragmentando el flujo a la zona de fuego de gases o líquidos, o bien quitando sólidos o recipientes que contengan líquidos o gases, de las proximidades de la zona de fuego.
- Refrigerando los combustibles en torno a de la zona de fuego, algo que puede hacerse con un extintor siendo su componente principal el agua.

Este método es el perfecto para la eliminación de incendios de gases ya que si puedes seccionar el suministro de gas se extinguirá el fuego. Se debe conocer todas las llaves que hay para poder ubicarlas rápidamente y obstruir la más cercana a la fuga. También se usa en los incendios forestales, a través de cortafuegos o zonas sin vegetación que evitan que el fuego pueda propagarse. (Ministerio de Seguridad Social; 2015)

Enfriamiento.

Es la técnica más habitual, de energía o calor que se despega en la combustión, se desperdicia en el ambiente e inflama nuevos materiales combustibles haciendo que el incendio se propague. Por ello, es preciso eliminar esta energía cuanto antes, lanzando sobre el fuego sustancias que por desintegración o cambio de estado absorban energía o refrigeren los materiales. El agua, o su mezcla con aditivos, es prácticamente el único agente capaz de enfriar notablemente el fuego, sobre todo si se emplea pulverizada. (Ministerio de Seguridad Social; 2015)



Figura N°4: Extinción de Incendios método de Enfriamiento

Fuente: (El Insignia, 2017)

Inhibición

Las reacciones de combustión avanzan a nivel elemental por un componente de radicales libres que son neutralizados la reacción se detiene. Se puede eliminar si se proyecta sobre la base de las llamas cualquier sustancia que aparte físicamente esos radicales, como los polvos extintores que transportan los extintores portátiles que son de obligatoria instalación en edificios, establecimientos públicos, empresas. (Ministerio de Seguridad Social;, 2015)



Figura N°5: Extinción de Incendios método de inhibición

Fuente: (El Insignia, 2017)

Extintores:

Son una herramienta ideal para poder combatir un incendio en su inicio, con ellos podemos evitar que un fuego se propague y se convierta en un incendio peligroso. (Asociación Nacional Contra Incendios (NFPA-10) Extintores Portátiles, 2018).



Figura N°6: Extintor de PQS

Fuente: (Seguridad, 2017)

Norma:

Un documento, cuyo texto principal contiene, solo estipulaciones obligatorias que utilizan la palabra "deberá" para indicar requerimientos y que se encuentra en una forma generalmente adecuada para referencia obligatoria por parte de otra norma o código o para la adopción como ley. Las estipulaciones no obligatorias deberán encontrarse en un apéndice o anexo, nota al pie o nota en letra pequeña y no deben considerarse como parte de los requerimientos de una norma. (Pirro, 2007)

Deberá

Señala un requerimiento obligatorio. (Pirro, 2007)

Confiabilidad.

La aceptabilidad y confiabilidad de la fuente de agua son de importancia vital y deberán determinarse por completo, con la debida tolerancia a su confiabilidad en el futuro. (Pirro, 2007)

Pruebas Anuales

Debe hacerse una prueba anual de cada equipo de bomba a flujo mínimo, y máximo de la bomba de incendio, controlado la cantidad de agua descargada por medio de dispositivos de prueba aprobados. (Narváez, 2002)

Diseño propuesto

Un diseño desarrollado por un equipo de diseño y sometido la autoridad competente para su aprobación. (Alvarez, 2015)

Bomba centrífuga:

Una boba en la que la presión se desarrolla principalmente mediante la acción de una fuerza centrífuga. (Pirro, 2007)

Altura de succión total:

La altura de succión existe cuando la cabeza de succión total se encuentra por debajo de la presión atmosférica. La altura de succión total, se determina en las pruebas, es la lectura de un manómetro líquido en la boquilla de succión de la bomba, convertida a metros de líquido, y

referida a información, menos la cabeza de velocidad en el punto de conexión manómetro. (Pirro, 2007)

Fuentes.

Deberá permitirse que cualquier fuente de agua adecuada en cantidad, calidad y presión funcione como suministro de una bomba contra incendio. (Pirro, 2007)

Descarga.

Un manómetro de presión con un cuadrante no menor a 3.5 in. (89 mm) de diámetro deberá conectarse cerca de la fundición de descarga con una válvula para manómetro de 0.25 in. (6 mm) nominal.

El cuadrante deberá indicar la presión a por lo menos el doble de la presión de trabajo nominal de la bomba, pero no a menos de 200 psi (13.8 bar).

El frente del cuadrante deberá leerse en bar, libras por pulgada cuadrada o ambos, con las graduaciones estándar del fabricante. (Pirro, 2007)

Nivel.

El nivel mínimo de agua de un foso o pozo húmedo deberá determinarse bombeando a no menos de 150 por ciento de la capacidad nominal de la bomba contra incendio (Pirro, 2007)

Suministro almacenado.

Un suministro almacenado más un relleno automático confiable deberá ser suficientes para satisfacer la demanda requerida para la duración del diseño. (Pirro, 2007)

Suministro de Agua

Fuente de agua que provee los flujos (L/min) y presiones (bar) requeridos por el sistema de protección de incendios a base de agua. (Narváez, 2002)

Demanda del sistema

La tasa de flujo y presión residual desde un suministro de agua, medida en el punto de conexión de un suministro de agua a un sistema de tubería vertical, para entregar la tasa de flujo de agua total y las presiones residuales mínimas requeridas para un sistema de tubería vertical en la

manguera hidráulicamente más remota y la tasa mínima de flujo de agua para las conexiones de rociadores o sistemas combinados. (Narváez, 2002)

Tanque de Agua

Tanque que suministra agua para sistemas de protección de incendios a base de agua. (Narváez, 2002)

Bomba contra incendio

Una bomba que proporciona flujo líquido presión dedicados a la protección contra incendios. (Pirro, 2007)

Sistema de tubería Vertical Húmedo

Una subdivisión vertical de un sistema tubería vertical limitado o determinado por las limitaciones de presión de los componentes del sistema. (Narváez, 2002)

Presión establecida

Tal como se aplica a los sistemas de control de limitación de presión de velocidad variable, la presión establecida para el sistema de control de limitación de presión de velocidad variable. (Pirro, 2007)

Presión de Trabajo.

La tubería, accesorios y otros componentes del sistema deben ser clasificados para la presión de trabajo máximo del sistema a la cual ellos están expuestos, pero tal clasificación no puede ser menor de 150 psi (10.3 bares) (Fajardo, 2010)

Accesorio

Un accesorio o aditamento que habilita el servicio principal privado de incendios para desempeñar la función propuesta. (Fajardo, 2010)

Conexión e manguera

La combinación de equipos para conexión de las mangueras al sistema de tuberías que incluye una válvula de mangueras con salida roscada (Narváez, 2002)

Mangueras de Incendio.

Las mangueras de Incendios deben mantenerse de acuerdo con la norma NFPA 1962, Norma para uso y Pruebas del Servicio de Mangueras de incendio Incluyendo Acoples y Boquillas. (Narváez, 2002)

Gabinete interior

Gabinete que contiene conjunto de soportes de mangueras; válvulas del departamento de bomberos Clase I, II, III; extintores de incendios, o diferentes combinaciones de estos. (Narváez, 2002)

Gabinete interior clase II

Son gabinetes provistos con conexión para válvulas angulares de 1 1/2" para el uso de los ocupantes o del cuerpo de bomberos y personal entrenado en incendios de pequeña y mediana magnitud. (PONGUILLO, 2015)



Figura N°7: Gabinete Contra Incendios Clase II

Fuente: (Seguridad, 2017)

Área riesgosa

Área de una estructura o edificio que posee un grado de riesgo mayor que el normal para la ocupación general del edificio o estructura. (Alvarez, 2015)

Condición Subestandar

Conjunto de situaciones peligrosas relacionadas con objetos, maquinas, equipos, herramientas, métodos y ambiente, las cuales puede generar lesiones o perdidas (Palacio, 2019)

Incendio

Oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimiento de luz, calor y la generación de gases humos, fuego de grandes proporciones que se desarrolla sin control, el cual puede exhibir de manera instantánea o gradual, produciendo perjuicios materiales, paralización de procesos de producción, pérdidas de vidas humanas y afectación al ambiente. (Asociación Nacional Contra incendios (NFPA-10) Extintores Portátiles, 2018)



Figura N°8: Incendio

Fuente: (REUTERS, 2012)

Comburente

Es el elemento en cuya presencia el combustible puede arder (normalmente oxígeno). Sustancia que oxida al combustible en las reacciones de combustión. (Esparza, 2002)

Comportamiento de incendio

Un espacio dentro de un edificio que está encerrado por barreras en todos lados, incluye la parte superior y el fondo. (Alvarez, 2015)

Clasificación de los Fuegos

Las clases de fuegos van cambiando según el material combustible y se designan con las letras A-B-C-D-K.

Clase A: Sustancias combustibles sólidas que como producto de la combustión generan residuos carbonosos en forma de brasas o rescoldos incandescentes. Los cinco grandes grupos que conforman esta categoría son: Papel, madera, textiles, basura y hojarasca. Este tipo de incendios está representado por un triángulo en color verde, con la letra “A” (DEMISA, 2020)



Figura N°9. Incendio Clase A

Fuente: (Seguridad, 2017)

Clase B: Sustancias combustibles líquidas, o que se licúan con la temperatura del fuego. Ejemplos de estos son los combustibles polares (alcoholes), no polares (hidrocarburos y sus derivados) y ciertos tipos de plásticos y sustancias sólidas que entran en fase líquida con el calor (estearina, parafinas, etc.). Este tipo de incendio está representado por un cuadrado o rectángulo de color rojo, con la letra “B” al centro. (DEMISA, 2020)

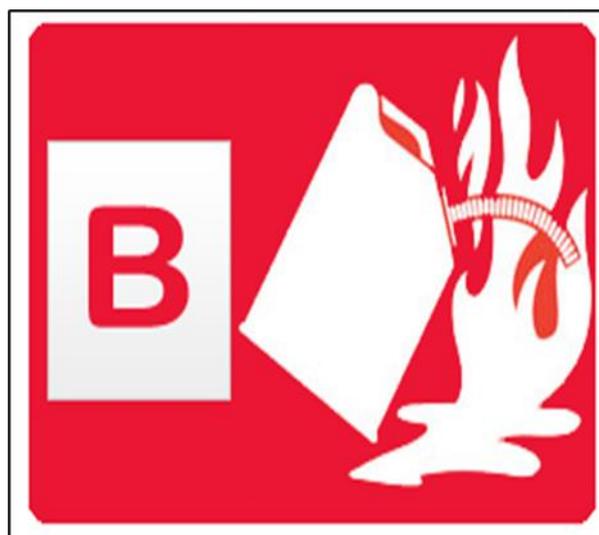


Figura N°10. Incendio Clase B.

Fuente: (Seguridad, 2017)

Clase C: Sustancias o equipos que se encuentran conectados a la red eléctrica energizada y que entran en combustión por sobrecargas, cortocircuitos o defectos de las instalaciones. Este tipo de incendio está representado por un círculo de color azul, con una letra “C” (DEMESA, 2020)



Figura N°11. Incendio Clase C.

Fuente: (Seguridad, 2017)

Clase D: Es el fuego originado por metales alcalinos (sodio, magnesio, potasio, calcio, etc.) cuya peligrosidad radica en su alta reacción con el oxígeno. Este tipo de incendio está representado por una estrella de cinco picos de color amarillo, con la letra “D” (DEMESA, 2020)



Figura N°12. Incendio Clase D.

Fuente: (Seguridad, 2017)

Clase K: Esta clase involucra a grasas y aceites presentes en las cocinas de ahí su denominación K = Kitchen (cocina en inglés). Este tipo de incendio está representado por un cuadrado o rectángulo de color negro, con la letra “K” al centro. (DEMSA, 2020)



Figura N°13. Incendio Clase K.

Fuente: (Seguridad, 2017)

Incendios Tridimensionales.

Se deben usar extintores de químico seco de gran capacidad de 10 lb. (4.54 kg.) o más y con una tasa de descarga de 1 lb/seg. (0.45 kg/seg.) o más, debe ser usado para proteger estos riesgos. (TorresAndrade, 2018)

Reacción en Cadena

Reacción en cadena es el proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de una mezcla comburente-combustible. (Esparza, 2002)

Combustible

Material que, en la forma que es usado y bajo las condiciones previstas, se encenderá y quemará; material que no cumple con la definición de no combustible o de combustibilidad limitada. (Alvarez, 2015)

Combustión

Proceso químico de oxidación que ocurre a una tasa suficientemente rápida como para producir calor y usualmente luz en forma de una incandescencia o una llama (Alvarez, 2015)

Energía de Activación:

Es la energía (calor) que es preciso aportar para que el combustible y el comburente reaccionen.

Es la energía necesaria para el inicio de la reacción (Esparza, 2002)

Tasa de liberación de calor

Tasa a la que se genera energía térmica por la combustión (Alvarez, 2015)

Explosivos:

Es uno de los aspectos que definen las reacciones de oxidación-reducción es la velocidad con que se desarrollan. (Domínguez, 2004)

Clasificación del Riesgo**Riesgo Leve (bajo).**

Lugares donde el total de material combustible de clase A que incluye muebles, decoración y contenidos, es de menor cantidad.

Estos pueden incluir edificios o cuartos ocupados como oficinas, salones de clase, Iglesias, salones de asambleas, etc. Están incluidos también pequeñas cantidades de inflamables clase B utilizado para maquinas copadoras, departamentos de arte., etc., siempre que se mantenga en envases sellados y estén seguramente almacenados. (TorresAndrade, 2018)

Riesgo Ordinario (moderado).

Lugares donde la cantidad total de combustible de la clase A e inflamables de clase B están presentes en una proporción mayor que a esperada en lugares con riesgo leve (bajo). Estas localidades podrían consistir en comedores, tiendas de mercadería y el almacenamiento correspondiente, manufactura ligera, operaciones de investigación, salones de exhibición de autos, parqueaderos, talleres o mantenimiento de áreas de servicios de lugares de riesgo menor. (TorresAndrade, 2018)

Poder calorífico

Es la cantidad de calor emitida por un combustible por unidad de masa. Generalmente se mide en mega calorías por kilogramo de combustible (Mcal/kg). (Esparza, 2002)

Carga combustible

Cantidad total de contenido combustible de un edificio, espacio o área de incendio. (Alvarez, 2015)

Combustión súbita generalizada

Etapa en el desarrollo del incendio contenido en la que todas las superficies expuestas alcanzan la temperatura de ignición más o menos simultáneamente y el fuego se propaga rápidamente por todo el espacio. (Alvarez, 2015)

1.9 PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Cuál es la necesidad de un sistema contra incendios en el Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud?

¿Es indispensable la funcionalidad del sistema contra incendios?

¿Existe una reducción de riesgo de afectación a causa de un incendio en las zonas con mayor susceptibilidad a un incendio?

1.10 METODOLOGÍAS**1.10.1 Tipo de investigación**

- **Documentales**

Este método lo utilizamos para la verificación de información de las diferentes normas como son la NFPA 10, NFPA 14, NFPA 25 y sus normas conexas a fin de entender cuáles son los lineamientos básicos para la estructuración de un sistema contra incendios.

1.10.2 Métodos

- **Analítico-sintético**

Al referirnos a un sistema contra incendios verificamos una serie de elementos que interactúan entre sí para un objetivo común que es la eliminación pronta y oportuna de un conato de incendio o un incendio en etapa de desarrollo, lo que nos permite

salvaguardar la vida de las personas que se encuentran laborando, visitantes, maquinaria y la estructura que es patrimonio cultural de la ciudad de Latacunga.

– **Deductivo**

El conocimiento es fundamental para desarrollar nuestras habilidades en el campo laboral de forma efectiva y más aún cuando estos son puestos en práctica en simuladores y posterior ejecutados los conocimientos científicos teóricos e investigativos son los que nos ayudan a desarrollar el tema propuesto.

– **Inductivo**

Con este método se pondrá en práctica el conocimiento adquiridos durante la instrucción recibida en la carrera lo que nos ha permitido desarrollar fortalezas necesarias para la creación del sistema contra incendios, sus cálculos y modelado gráfico.

– **Diseño experimental:**

Es nuestro caso se realizará un modelado de la institución para la verificación del posicionamiento de la tubería y cada uno de sus elementos que formaran parte del sistema contra incendios.

Tabla N° 3: Técnicas y Métodos a Utilizar

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Observación	
2	Revisión bibliográfica	Computadora, Normas
3	Medición de variables	Tabulación
4	Prueba de rendimiento	Computador y software

Elaborado por: Los Autores

1.11 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN

Tabla N° 4: Elaboración del presupuesto

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario	Valor Total
			\$	\$
Oficina				
Resma de hojas	1	Unidad	3,5	3,5
Esferos	6	Unidad	0,3	1,8
Apoya manos	2	Unidad	1,5	3
Hojas A1	25	Unidad	0,15	3,75
Equipos				
Distanciómetro	1	Unidad	25	25
Software				
Licencia del Programa de modelamiento	1	Unidad	250	250
Licencia del programa de simulación hidráulica	1	Unidad	250	250
Material bibliográfico y fotocopias				
Normas NFPA 14 y 25	2	Unidad	90	180
Fotocopias.	400	Unidad	0,3	120
Gastos Varios				
Transporte	20	Unidad	0,3	6
Sub Total				843,05
IVA 12%				101,17
TOTAL				944,22

Elaborado por: Los Autores

Tabla N° 5: Presupuesto Total

PRESUPUESTO TOTAL DE LA PROPUESTA	
ACTIVIDAD	COSTO
1. Levantamiento de información	
• Recopilación de información sobre sistemas contra incendios.	\$180,00
• Identificación de las áreas con mayor riesgo.	\$10,00
2. Documentación de información	
• Aplicación de la matriz de riesgo de carga térmica ponderada.	\$20,00
3. Diseño y elaboración de la propuesta	
• Elaboración y aplicación del diseño.	\$250,00
• Simulación del diseño.	\$250,00
4. Imprevistos	\$20,00
5. Tiempo empleado en la investigación	
TOTAL	\$730,00

Elaborado por: Los Autores

1.12 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades relacionadas a la elaboración del trabajo

Tabla N°6: Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	Tareas	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5		Horas Totales	
		S1	S2	S3	S4	S1	S2														
1. Verificar la situación actual de los sistemas de protección activa en las instalaciones de la institución	1.1 verificación de cada gabinete contra incendios existentes.	10	10																		20
	1.2 verificación del funcionamiento del sistema de bombero contra incendios.		10	10	10																30
	1.3 Observación de los posibles riegos que puedan generar un incendio.		10	10	10																30
2. Analizar la distribución de la red hídrica contra incendios conforme la normativa NFPA y elaborar los nuevos cálculos para para la red contra incendios y la cisterna de abastecimiento.	2.1 Cálculos en hojas de Excel para obtención de la potencia mínima de la bomba contra incendios.				10	10	10														30
	2.2 Tabulación y cálculos con los coeficientes de riesgo de ignición y poder calorífico.							15	15												30
	2.3 Determinación de los nuevos elementos del sistema contra incendios.							10	10	10	10										40
3. Elaborar la propuesta de rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la norma NFPA.	3.1 Selección de la bomba contra incendios para la caceta de bombeo.									10	10	10									30
	3.2 Elaboración de los nuevos planos de la red contra incendios y bocas de incendios equipadas conforme a cada una de las áreas y sus riesgos obtenidos.											20	20	20	20	20					80
	3.3 Elaboración del presupuesto referencial para la propuesta de rediseño del sistema contra incendios.														10	10					20
																				310 h	

Elaborado por: Los Autores

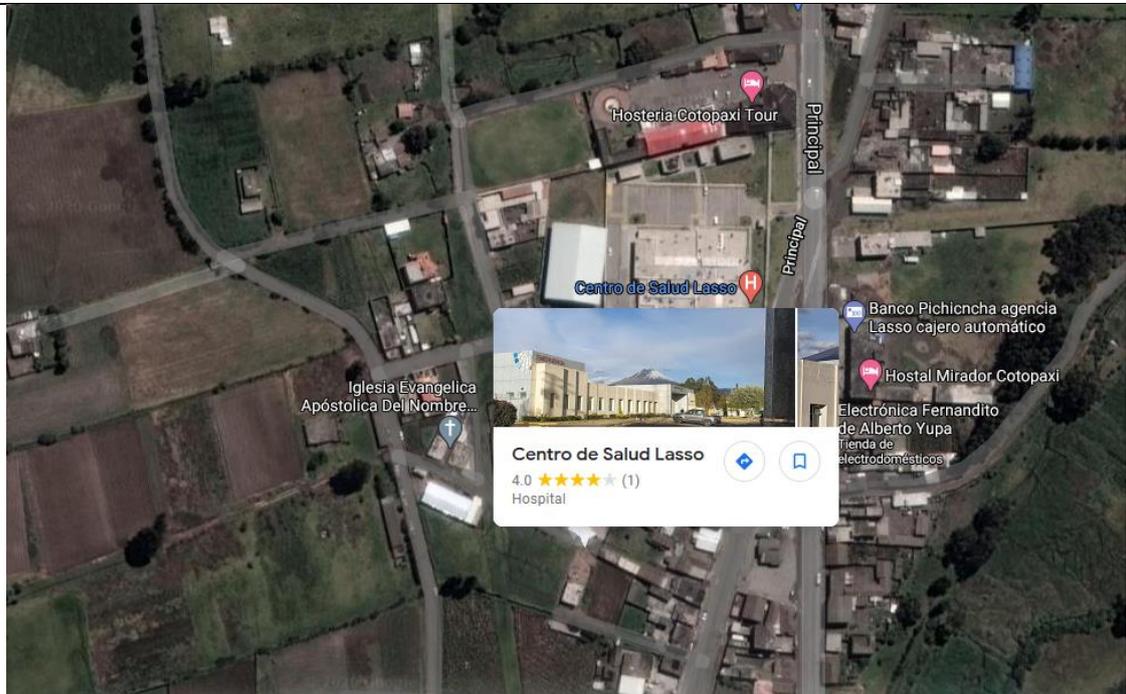
CAPITULO 2

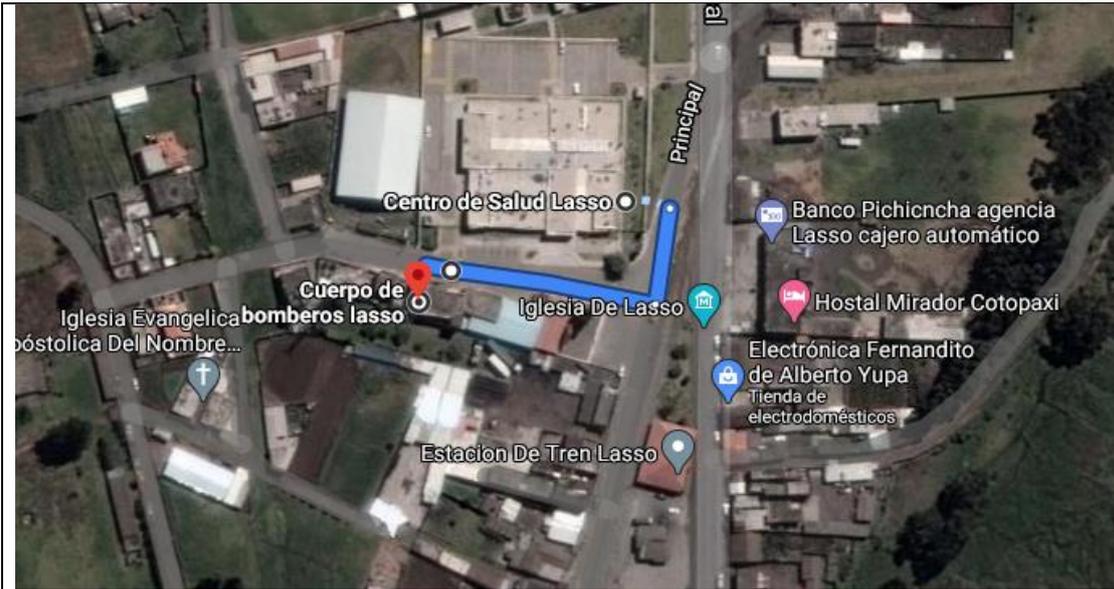
2.1 ANÁLISIS DE LOCALIZACION

2.1.1 Localización

El Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, se encuentra ubicado en la Parroquia de Tanicuchi, sector de Lasso Centro aproximadamente a 30 minutos de la ciudad de Latacunga.

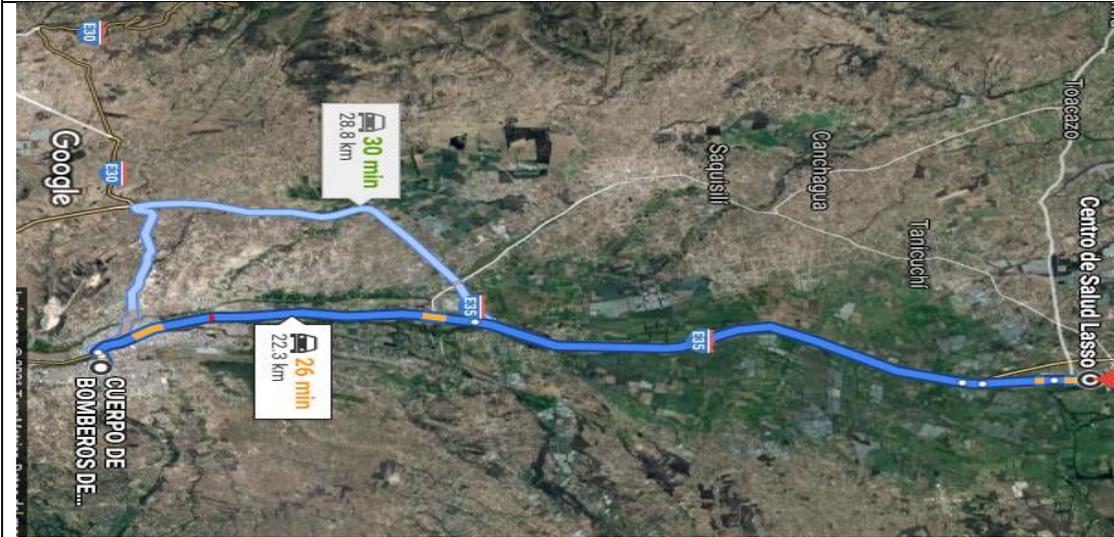
Tabla N°7: Georreferencias del Centro de Salud Tipo C Lasso

MAPA GEOREFERENCIAL	
	
Centro de Salud Lasso	
Longitud:	0°45'10.6"S
Latitud:	78°36'40.6"W
<i>Fuente: Google Earth</i>	
CENTRO DE SALUD LASSO	
RUTAS CUERPO DE BOMBEROS LATACUNGA ESTACIÓN LASSO – CENTRO DE SALUD LASSO	



<p>Contiene: Ruta Ruta entre C.B. Latacunga Estación Lasso al centro de Salud Lasso Tipo C- Línea color azul.</p>	<p>DISTANCIA: 30 m – 1 min tempo de respuesta</p>
	<p>VELOCIDAD: 30 km/h</p>

Fuente: Google Maps



<p>Contiene: Ruta entre C.B. Latacunga al centro de Salud Lasso Tipo C-Línea color azul</p>	<p>DISTANCIA: 22.3 Km – 26 min tempo de respuesta</p>
	<p>VELOCIDAD: 80 km/h</p>

Fuente: Google Maps

Fuente: Los Autores

2.1.2 Situación del establecimiento

En la siguiente propuesta se brinda el rediseño de la Estación de Bombeo de Agua Contra Incendio que protegerá toda la infraestructura del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, la instalación cuenta con varios servicios de salud que son objeto de protección del siguiente proyecto, a continuación, se detalla dichos servicios:

- Calificación de discapacidades.
- Medicina familiar y /o comunitaria.
- Medicina general en consulta externa (Odontología, Salud mental, Obstetricia, Nutrición (itinerante) y laboratorio.)
- Terapia Física (itinerante), Terapia del Lenguaje (itinerante) y Psicorehabilitación.
- Emergencias

Este proyecto está destinado a dar cobertura a la extinción de incendios en dichas áreas mediante un equipo de bombeo contra Incendios, el presente proyecto esta efectuado sobre la arquitectura y base actual de la red contra incendios, los cambios que se proponen darán soluciones ante posibles eventos peligrosos que puedan desarrollarse en la casa de salud y el adoptar estas nuevas condiciones de operatividad por lo que se precisa la ubicación y el montaje de los equipos de bombeo que conforman la estación de bombeo contra incendios.

2.2 ANÁLISIS DEL ESTABLECIMIENTO

2.2.1 Características de la obra

El objetivo es proteger el Centro de salud Tipo C Lasso, mismo que es de una edificación de 2473,06 m² de construcción en su totalidad; dividida física y funcionalmente en un solo bloque de áreas de servicio:

- Emergencias
- Estadística y Archivo
- Consultorios polivalentes
- Rehabilitación
- Área Administrativa
- Farmacia
- Centro Gineco Obstetra
- Laboratorio

De forma general, toda la edificación es de una sola planta de hormigón y lleva techo falso fijo, exceptuando la parte posterior en donde se encuentra los cuartos de máquinas y bodegas generales mismas que cuentan con un área útil de 1345 m².

2.2.2 Características del sistema contra incendios

El Centro de salud Tipo C Lasso cuenta con una estación contra incendios ubicada en la parte posterior.



Figura N°14: Caseta de Bombeo
Fuente: Los Autores

Junto a la estación de bombeo se encuentran dos cisternas una destinada para el consumo diario de agua del Centro de Salud Tipo C Lasso y otra para el sistema contra incendios cada una con capacidad de 52 m³ que en su conjunto cuentan con una capacidad de 104m³.



Figura N°15: Cisterna Contra Incendios
Fuente: Los Autores

Al interior de la estación se encuentra una cámara subterránea que tiene dos metros y medio de profundidad donde está instalado un sistema compuesto por un equipo dos electrobombas principales, una bomba de presión contra incendios de una potencia de 5.5 HP, en succión positiva, con toma de tubería de 1 1/2 pulgadas y salida de 1 ½ pulgadas, una bomba Jockey de 3 HP que mantiene una presión constante.

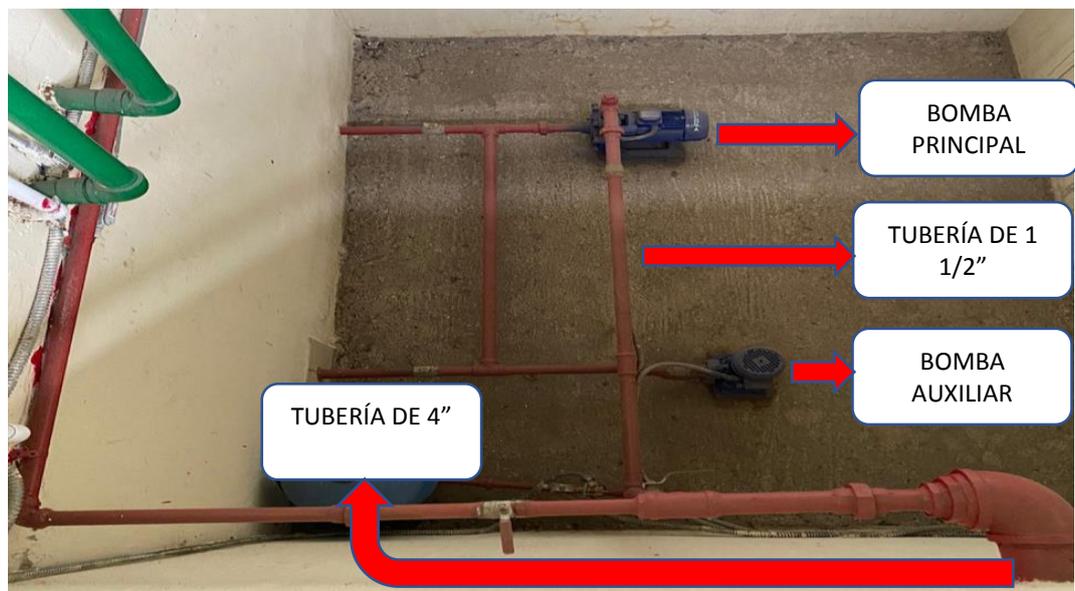


Figura N°16: Estación De Bombeo Contra Incendios
Fuente: Los Autores

Cuenta con la provisión del tablero de comando correspondientes para las bombas principal y auxiliar, la canalización y cableado desde el mismo hasta la sala de tableros, donde se conecta la alimentación.



Figura N°17: Tablero De Control

Fuente: Los Autores



Figura N°18: Manómetro De Presión

Fuente: Los Autores

Como se puede apreciar en las imágenes el sistema se encuentra apagado y sin presión interna en l tubería de red contra incendios, dejando en una condición subestandar al Centro de Salud Tipo C Lasso ante un posible incendio.

2.2.3 Distribución interna de los gabinetes Contra Incendios

Es de señalar que en la edificación cuenta al interior con un total de (4) Gabinetes de Incendios, distribuidos en los pasillos de las siguientes áreas:

1. Estadística y Archivo
2. Emergencia
3. Rehabilitación Física
4. Área Administrativa

Cabe indicar que cada uno de estos gabinetes cuentan con (1 manguera de una pulgada de 15m contra incendios, 1 pitón tipo boquilla, 1 hacha, y 1 Extintor de 10 Libras PQS) la funcionalidad de los equipos contra incendios no puede ser realizada debido a que la bomba contra incendios no se encuentra en funcionamiento lo que se imposibilita la medición de del caudal y presión.

➤ N°1.- Estadística y Archivo



Figura N°19: Gabinete en Estadística y Archivo

Fuente: Los Autores

➤ N°2.- Emergencia



Figura N°20: Gabinete en Emergencia

Fuente: Los Autores

➤ **N°3.- Rehabilitación Física**



Figura N°21: Gabinete en Rehabilitación Física

Fuente: Los Autores

➤ **N°4.- Área Administrativa**



Figura N°22: Gabinete en Área Administrativa

Fuente: Los Autores

El **Centro de Salud Tipo C Lasso**, cuenta con una siamesa para conexión de bomberos en la parte externa que tiene la capacidad de ingreso de caudal de 151 lt/s a una presión de 20 bar máximo.



Figura N°23: Siamesa de Conexión de Bomberos

Fuente: Los Autores

2.2.4 Interpretación de la inspección realizada al sistema contra incendios

Es este punto se puede indicar que el sistema contra incendios que se encuentra montado en la actualidad el centro de salud Tipo C Lasso, NO se encuentra OPERATIVO conforme la siguiente tabla de resultados.

Tabla N°8: Resumen del estado del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso

#	Elemento	Operativo (Si/NO)	Caudal / Presión	Observaciones
1	Bomba Principal (5.5 HP)	NO	0	Se encuentra remordida.
2	Bomba Jockey (3 HP)	NO	0	Se encuentra desconectado
3	Tablero de Control Eléctrico	NO	0	Se encuentra desconectado
4	Manómetro y Presostato	NO	0	Se encuentra en mal estado
5	Gabinete contra incendios N°1	NO	0	No cuenta con presión y caudal para el desarrollo de las pruebas
6	Gabinete contra incendios N°2	NO	0	No cuenta con presión y caudal para el desarrollo de las pruebas

7	Gabinete contra incendios N°3	NO	0	No cuenta con presión y caudal para el desarrollo de las pruebas
8	Gabinete contra incendios N°4	NO	0	No cuenta con presión y caudal para el desarrollo de las pruebas
9	Siamesa Conexión	SI	250psi	Ninguna

Fuente: Los Autores

2.3 ANALISIS DE RIESGOS DE INCENDIOS

2.3.1 Evaluación de riesgo de incendio método NFPA

Esta es una metodología muy sencilla y de fácil aplicación, clasifica los riesgos en tres niveles: Alto, medio y bajo, todo ello en función de la carga de fuego que soporta el local o actividad, medido en kilocalorías por metro cuadrado, de acuerdo a los materiales propios de su construcción, a continuación, se detalla la formula a utilizar para el cálculo del nivel del riesgo. El nivel de riesgo de incendio que establece la norma NFPA, se lo observa en la Tabla N° 9.

Tabla N°9: Tabla de Criterios de Evaluación de Riesgos Método NFPA

Riesgo Leve (bajo). - Menos de 160.000 Kcal/m ² o menos de 35 Kg/m ²	Riesgo Ordinario (moderado). - Entre 160.000 y 340.000 Kcal/m ² o entre 35 y 75 Kg/m ²	Riesgo Extra (alto). - Más de 340.000 Kcal/m ² o más de 75 Kg/m ²
Lugares donde el total de materiales de clase A que incluyen muebles, decoraciones y contenidos, es de menor cantidad. Estos pueden incluir edificios o cuartos ocupados como oficinas, salones de clase, iglesias, salones de asambleas, hospitales , museos, escuelas etc. Esta clasificación prevé que la mayoría de los artículos combustibles están dispuestos de la forma que no se espera que el fuego	Lugares donde la cantidad total de combustible de clase A e inflamables de Clase B están presentes en una proporción mayor que la esperada en lugares con riesgo menor (bajo). Estas localidades podrían consistir en comedores, tiendas de mercancías y almacenamiento correspondiente, manufactura ligera, operaciones de investigación, salones de exhibición de autos, parqueaderos, taller o mantenimiento de áreas de	Lugares donde la cantidad total de combustible de Clase de A e inflamables de Clase B están presentes, en almacenamiento, en producción y como productos terminados, en cantidades sobre y por encima de aquellos esperados y clasificados como riesgos ordinarios (moderados). Estos podrían consistir en talleres de carpintería, reparación de vehículos, reparación de aeroplanos y buques, salones de exhibición de productos

se extienda rápidamente. Están incluidas también pequeñas cantidades de inflamables de la clase B utilizamos para máquinas copiadoras	servicio de lugares de riesgo menor (bajo).	individuales, centro de convenciones, de exhibiciones de productos depósitos y procesos de fabricación tales como pintura, manipulación de líquidos inflamables.
---	---	--

Fuente: Los Autores

Según (NFPA, 2000), el método NFPA para evaluar el riesgo de incendio, propone lo siguiente:

Carga combustible: se define como el potencial calórico por unidad de área y depende de:

- Tipo de material combustible
- Cantidad de material combustible
- Tamaño del área

Entonces la ecuación para evaluar la carga combustible sería:

$$Q_c = \sum ((C_c * M_c)) / ((4400 * A)) \quad (1)$$

Dónde:

Q_c = Carga combustible

C_c = Calor de combustión de cada producto en Kcal/Kg

A = Área en metros cuadrados del local

M_c = Peso de cada producto en Kg

4400= Kilocalorías generadas por un kilogramo de madera seca

El centro de Salud **Centro de Salud Tipo C Lasso**, cuenta con varias áreas de servicio tales como:

- Emergencias
- Estadística y Archivo
- Consultorios polivalentes
- Rehabilitación
- Área Administrativa
- Farmacia
- Centro Gineco Obstetra
- Laboratorio
- Vacunación
- Área de Espera

Para el análisis de riesgo y clasificación de incendios se realiza una sub división en cuatro cuadrantes quedando de la siguiente manera:

- **Cuadrante A:** Emergencias, Recuperación y Laboratorio
- **Cuadrante B:** Rehabilitación Física, Radiografía y Centro Obstétrico.
- **Cuadrante C:** Consultorios Polivalentes, Vacunación, Odontología
- **Cuadrante D:** Farmacia, Oficinas Administrativas, Estadística

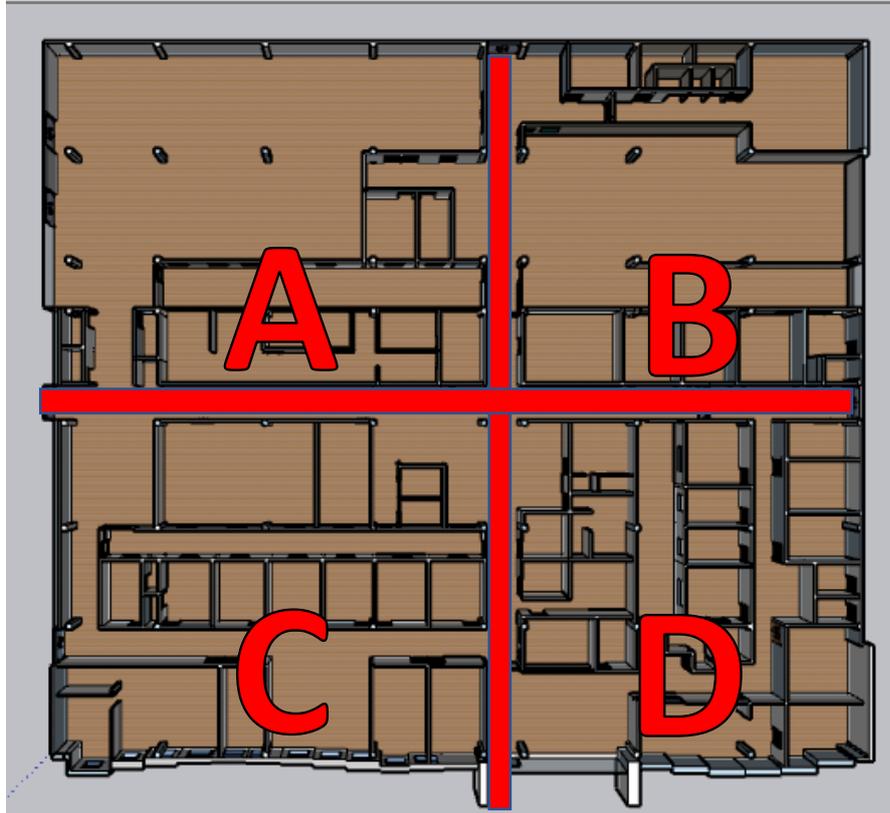


Figura N°24: División por cuadrantes

Fuente: Los Autores

Cuadrante A: Corresponde al área de Emergencias, Recuperación y Laboratorio.



Figura N°25: Emergencia

Fuente: Los Autores



Figura N°26: Laboratorio

Fuente: Los Autores

Maquinaria, equipos, sistemas eléctricos, de combustión y demás elementos generadores de posibles incendios, explosiones, fugas, derrames entre otros:

Tabla N°10: Tabla de cálculo de peso del material combustible del Cuadrante A

CUADRANTE A					
#	Materiales	Cantidad.	Caract.	PESO(Kg)	Total (Kg)
1	Archivador	15	Madera	35	525
2	Escritorios	10	Madera	50	500
3	Sillas	20	Metálicas y Madera	10	200
4	Computadoras	7	Poliuretano	25	175
5	Laptops	2	Poliuretano	12	24
6	Camas	10	Poliuretano	150	1500
7	Colchones	16	Poliuretano	3,5	56
8	Camillas	6	Poliuretano	50	300
9	Teléfonos	2	Poliuretano	2	4
10	Basureros	20	Poliuretano	2	40
11	Equipos de control y Monitoreo	20	Poliuretano	4	80
12	Impresora	2	Poliuretano	15	30
13	Reactivos y Lactatos	50	Alcohol	0,75	37,5
14	Líquidos Combustibles	40	Alcohol	1,5	60
15	Televisor	2	Poliuretano	10	20
16	Batas de Tela	100	Algodón	0,5	50
17	Batas desechables	600	Algodón	0,4	240
18	Sábanas y Cobijas	40	Poliéster	8	320
19	Uniformes	12	Poliéster	5	60
MATERIA PRIMA USADA.					

#	Materiales	Cantidad	Caract.	Peso (Kg)	Total (Kg)
1	Resmas de papel	40	Papel	2,5	100
2	Esferos	20	Polietileno	0,09	1,8
3	Libretines	15	Papel	1,5	22,5
4	Carpetas	80	Cartón	0,2	16
GASES UTILIZADOS.					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	Peso (Kg)	Total (Kg)
1	Oxigeno	5	Comburente	105	525

Fuente: Los Autores

Tabla N°11: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Cuadrante A

CUADRANTE A

MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	Mc x Cc	COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD AD Kg	Kcal=(Mc x Cc)*Coeficiente	AREA m²	MADERA Kcal/kg	A x Madera
PLASTICO (POLIURETANO)	2230,8	6000	13384800 kcal/kg	1,5	20077200 kcal	475	4400	2090000
POLIESTER	380	6000	2280000 kcal/kg	1,5	3420000 kcal			
ALGODÓN	290	3980	1154200 kcal/kg	1,5	1731300 kcal			
MADERA	1575	4400	6930000 kcal/kg	1,5	10395000 kcal			
PAPEL	122,5	4000	490000 kcal/kg	1,5	735000 kcal			
CARTON	16	4000	64000 kcal/kg	1,5	96000 kcal			
OXIGENO	525	30000	15750000 kcal/kg	2	31500000 kcal			
ALCOHOL	97,5	6000	585000 kcal/kg	1,5	877500 kcal			
		TOTAL	40638000 kcal/kg		68832000 kcal			

Qc=	Carga Combustible
Cc=	Potencial Calorifico de cada material combustible en Kcal/Kg
A=	Área en metros cuadrados
Mc=	Peso de cada producto en Kg
4400 =	Potencial calorifico de la madera seca en Kcal/kg

Qm =	144909,47	kcal/m2
Qc =	32,93	Kg/ m2

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	LEVE
RIESGO BAJO (Qc)	BAJO

CARGA COMBUSTIBLE (Qc)		
A	RIESGO BAJO	0 HASTA 35 KG MADERA/m²
B	RIESGO MEDIO	35 HASTA 75 KG MADERA/m²
C	RIESGO ALTO	MAS DE 75 KG MADERA/m²

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	
LEVE	< 160000 Kcal/ m² >
ORDINARIO	160000 < R < 340000 Kcal/ m² >
EXTRA	>340000Kcal/ m²

Fuente: Los Autores

Cuadrante B: Corresponde al área de Rehabilitación Física, Radiografía y Centro Obstétrico.



Figura N°27: Centro Obstétrico
Fuente: Los Autores



Figura N°28: Válvulas de Control de Oxígeno
Fuente: Los Autores

Maquinaria, equipos, sistemas eléctricos, de combustión y demás elementos generadores de posibles incendios, explosiones, fugas, derrames entre otros:

Tabla N°12: Tabla de cálculo de peso del material combustible del Cuadrante B

CUADRANTE B					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	PESO(Kg)	Total (Kg)
1	Archivador	50	Madera	35	1750
2	Escritorios	8	Madera	50	400
3	Sillas	30	Metálicas y Madera	10	300
4	Computadoras	4	Poliuretano	25	100
5	Laptops	1	Poliuretano	12	12
6	Camas	8	Poliuretano	150	1200
7	Colchones	14	Poliuretano	3,5	49
8	Camillas	6	Poliuretano	50	300
9	Teléfonos	2	Poliuretano	2	4
10	Basureros	15	Poliuretano	2	30
11	Equipos de control y Monitoreo	30	Poliuretano	4	120
12	Impresora	2	Poliuretano	15	30
13	Reactivos y Lactatos	40	Alcohol	0,75	30
14	Líquidos Combustibles	30	Alcohol	1,5	45
15	Televisor	2	Poliuretano	10	20
16	Batas de Tela	50	Algodón	0,5	25
17	Batas desechables	300	Algodón	0,4	120
18	Sábanas y Cobijas	40	Poliéster	8	320
19	Uniformes	10	Poliéster	5	50
MATERIA PRIMA USADA.					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	Peso (Kg)	Total (Kg)
1	Resmas de papel	30	Papel	2,5	75
2	Esferos	10	Poliuretano	0,09	0,9
3	Libretines	10	Papel	1,5	15
4	Carpetas	30	Cartón	0,2	6
GASES UTILIZADOS.					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	Peso (Kg)	Total (Kg)
1	Oxígeno	3	Comburente	105	315

Fuente: Los Autores

Tabla N°13: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Cuadrante B

CUADRANTE B

MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	Mc x Cc	COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD Kg	Kcal=(Mc x Cc)*Coeficiente	AREA m²	MADERA Kcal/kg	A x Madera
PLASTICO (POLIURETANO)	1865,9	6000	11195400 kcal/kg	1,5	16793100 kcal	417	4400	1834800
POLIESTER	370	6000	2220000 kcal/kg	1,5	3330000 kcal			
ALGODÓN	145	3980	577100 kcal/kg	1,5	865650 kcal			
MADERA	2450	4400	10780000 kcal/kg	1,5	16170000 kcal			
PAPEL	90	4000	360000 kcal/kg	1,5	540000 kcal			
CARTON	6	4000	24000 kcal/kg	1,5	36000 kcal			
OXIGENO	315	30000	9450000 kcal/kg	2	18900000 kcal			
ALCOHOL	75	6000	450000 kcal/kg	1,5	675000 kcal			
		TOTAL	35056500 kcal/kg		57309750 kcal			

Qc=	Carga Combustible
Cc=	Potencial Calorifico de cada material combustible en Kcal/Kg
A=	Área en metros cuadrados
Mc=	Peso de cada producto en Kg
4400 =	Potencial calorifico de la madera seca en Kcal/kg

Qm =	137433,45	kcal/m2
Qc =	31,23	Kg/ m2

CARGA COMBUSTIBLE (Qc)		
A	RIESGO BAJO	0 HASTA 35 KG MADERA/m²
B	RIESGO MEDIO	35 HASTA 75 KG MADERA/m²
C	RIESGO ALTO	MAS DE 75 KG MADERA/m²

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	LEVE
RIESGO BAJO (Qc)	BAJO

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	
LEVE	< 160000 Kcal/ m² >
ORDINARIO	160000 < R < 340000 Kcal/ m² >
EXTRA	> 340000 Kcal/ m²

Fuente: Los Autores

Cuadrante C: Corresponde al área de Consultorios Polivalentes, Vacunación, Odontología.



Maquinaria, equipos, sistemas eléctricos, de combustión y demás elementos generados de posibles incendios, explosiones, fugas, derrames entre otros:

Tabla N°14: Tabla de cálculo de peso del material combustible del Cuadrante C

CUADRANTE C					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	PESO(Kg)	Total (Kg)
1	Archivador	38	Madera	35	1330
2	Escritorios	15	Madera	50	750
3	Sillas	50	Metálicas y Madera	10	500
4	Computadoras	12	Poliuretano	25	300
5	Laptops	2	Poliuretano	12	24
6	Camas	3	Poliuretano	250	750
7	Colchones	24	Poliuretano	3,5	84
8	Camillas	21	Poliuretano	50	1050
9	Teléfonos	4	Poliuretano	2	8
10	Basureros	20	Poliuretano	2	40
11	Equipos de control y Monitoreo	50	Poliuretano	4	200
12	Impresora	5	Poliuretano	15	75
13	Reactivos y Lactatos	70	Alcohol	0,75	52,5
14	Líquidos Combustibles	50	Alcohol	1,5	75
15	Televisor	4	Poliuretano	10	40
16	Batas de Tela	20	Algodón	0,5	10
17	Batas desechables	30	Algodón	0,4	12
18	Sabanas y Cobijas	20	Poliéster	8	160
19	Uniformes	10	Poliéster	5	50
MATERIA PRIMA USADA.					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	Peso (Kg)	Total (Kg)
1	Resmas de papel	50	Papel	2,5	125
2	Esferos	50	Poliuretano	0,09	4,5
3	Libretines	20	Papel	1,5	30
4	Carpetas	50	Cartón	0,2	10
GASES UTILIZADOS.					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	Peso (Kg)	Total (Kg)
1	Oxigeno	3	Comburente	105	315

Fuente: Los Autores

Tabla N°15: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Cuadrante C

CUADRANTE C

MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	Mc x Cc	COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD AD Kg	Kcal=(Mc x Cc)*Coeficiente	AREA m²	MADERA Kcal/kg	A x Madera
PLASTICO (POLIURETANO)	2575,5	6000	15453000 kcal/kg	1,5	23179500 kcal	438	4400	1927200
POLIESTER	210	6000	1260000 kcal/kg	1,5	1890000 kcal			
ALGODÓN	22	3980	87560 kcal/kg	1,5	131340 kcal			
MADERA	2580	4400	11352000 kcal/kg	1,5	17028000 kcal			
PAPEL	155	4000	620000 kcal/kg	1,5	930000 kcal			
CARTON	10	4000	40000 kcal/kg	1,5	60000 kcal			
OXIGENO	315	30000	9450000 kcal/kg	2	18900000 kcal			
ALCOHOL	127,5	6000	765000 kcal/kg	1,5	1147500 kcal			
		TOTAL	39027560 kcal/kg		63266340 kcal			

Qc=	Carga Combustible
Cc=	Potencial Calorifico de cada material combustible en Kcal/Kg
A=	Área en metros cuadrados
Mc=	Peso de cada producto en Kg
4400 =	Potencial calorifico de la madera seca en Kcal/kg

Qm =	144443,70	kcal/m2
Qc =	32,83	Kg/ m2

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	LEVE
RIESGO BAJO (Qc)	BAJO

CARGA COMBUSTIBLE (Qc)		
A	RIESGO BAJO	0 HASTA 35 KG MADERA/m²
B	RIESGO MEDIO	35 HASTA 75 KG MADERA/m²
C	RIESGO ALTO	MAS DE 75 KG MADERA/m²

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	
LEVE	< 160000 Kcal/ m² >
ORDINARIO	160000 < R < 340000 Kcal/ m² >
EXTRA	>340000Kcal/ m²

Fuente: Los Autores

Cuadrante D: Corresponde al área de Farmacia, Oficinas Administrativas, Estadística.

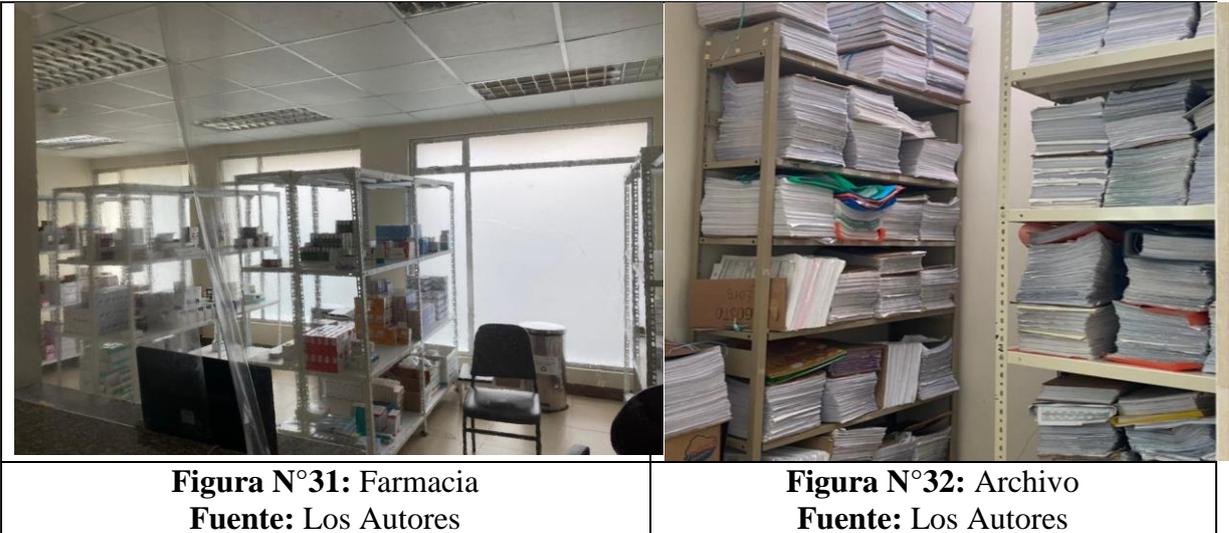


Figura N°31: Farmacia
Fuente: Los Autores

Figura N°32: Archivo
Fuente: Los Autores

Maquinaria, equipos, sistemas eléctricos, de combustión y demás elementos generadores de posibles incendios, explosiones, fugas, derrames entre otros:

Tabla N°16: Tabla de cálculo de peso del material combustible del Cuadrante D

CUADRANTE D					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	PESO(Kg)	Total (Kg)
1	Archivador	20	Madera	35	700
2	Escritorios	15	Madera	50	750
3	Sillas	50	Metálicas y Madera	10	500
4	Computadoras	12	Poliuretano	25	300
5	Laptops	5	Poliuretano	12	60
6	Estanterías	32	Madera	50	1600
7	Nevera	2	Poliuretano	45	90
8	Mesa de Reuniones	2	Madera	200	400
9	Teléfonos	2	Poliuretano	2	4
10	Basureros	12	Poliuretano	2	24
11	Equipos de control y Monitoreo	10	Poliuretano	180	1800
12	Impresora	8	Poliuretano	15	120
14	Líquidos Combustibles	30	Alcohol	1,5	45
15	Televisor	4	Poliuretano	10	40
MATERIA PRIMA USADA.					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	Peso (Kg)	Total (Kg)
1	Resmas de papel	1500	Papel	2,5	3750
2	Esferos	50	Poliuretano	0,09	4,5
3	Libretines	80	Papel	1,5	120
4	Carpetas	500	Carton	0,2	100
ESPECIALES.					
#	Materiales	Cantidad	Caract.	Peso (Kg)	Total (Kg)
1	Medicamentos	1500	Comburente	0,75	1125

Tabla N°17: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Cuadrante D

CUADRANTE D								
MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	Mc x Cc	COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD AD Kg	Kcal=(Mc x Cc)*Coeficiente	AREA m ²	MADERA Kcal/kg	A x Madera
PLASTICO (POLIURETANO)	2442,5	6000	14655000 kcal/kg	1,5	21982500 kcal	395	4400	1738000
MADERA	3950	4400	17380000 kcal/kg	1,5	26070000 kcal			
PAPEL	3870	4000	15480000 kcal/kg	1,5	23220000 kcal			
CARTON	100	4000	400000 kcal/kg	1,5	600000 kcal			
MEDICAMENTOS	1125	3400	3825000 kcal/kg	2	7650000 kcal			
ALCOHOL	45	6000	270000 kcal/kg	1,5	405000 kcal			
		TOTAL	52010000 kcal/kg		79927500 kcal			

Qc=	Carga Combustible
Cc=	Potencial Calorifico de cada material combustible en Kcal/Kg
A=	Área en metros cuadrados
Mc=	Peso de cada producto en Kg
4400 =	Potencial calorifico de la madera seca en Kcal/kg

Qm =	202348,10	kcal/m2
Qc =	45,99	Kg/ m2

CARGA COMBUSTIBLE (Qc)		
A	RIESGO BAJO	0 HASTA 35 KG MADERA/m ²
B	RIESGO MEDIO	35 HASTA 75 KG MADERA/m ²
C	RIESGO ALTO	MAS DE 75 KG MADERA/m ²

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	
LEVE	< 160000 Kcal/ m ²
ORDINARIO	160000< R <340000 Kcal/ m ²
EXTRA	>340000Kcal/ m ²

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qc)	
CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	ORDINARIO
RIESGO BAJO (Qc)	MEDIO

Fuente: Los Autores

El centro de salud tipo C Lasso en su área total útil cuenta con **1345m²** en las mismas que tiene un total de maquinaria, equipos, sistemas eléctricos, de combustión y demás elementos generadores de posibles incendios, explosiones, fugas, derrames entre otros conforme el siguiente detalle:

Tabla N°18: Tabla de cálculo de peso ponderado del material combustible del Centro de Salud Tipo C Lasso

CENTRO SE SALUD TIPO C “LASSO”					
#	Materiales	Cantidad.	Caract.	PESO(Kg)	Total (Kg)
1	Archivador	133	Madera	35	4655
2	Escritorios	48	Madera	50	2400
3	Sillas	150	Metálicas y Madera	10	1500
4	Computadoras	35	Poliuretano	25	875
5	Laptops	10	Poliuretano	12	120
6	Camas	53	Poliuretano	250	5050
7	Colchones	56	Poliuretano	3,5	279
8	Camillas	35	Poliuretano	50	2050
9	Teléfonos	10	Poliuretano	2	20
10	Basureros	67	Poliuretano	2	134
11	Equipos de control y Monitoreo	110	Poliuretano	4	2200
12	Impresora	17	Poliuretano	15	255
13	Reactivos y Lactatos	160	Alcohol	0,75	120
14	Líquidos Combustibles	150	Alcohol	1,5	225
15	Televisor	12	Poliuretano	10	120
16	Batas de Tela	170	Algodón	0,5	85
17	Batas desechables	930	Algodón	0,4	372
18	Sábanas y Cobijas	100	Poliester	8	800
19	Uniformes	32	Poliester	5	160
MATERIA PRIMA USADA.					
#	Materiales		Caract.	Peso (Kg)	
1	Resmas de papel	1620	Papel	2,5	4050
2	Esferos	130	Poliuretano	0,09	11,7
3	Libretines	125	Papel	1,5	187,5
4	Carpetas	660	Cartón	0,2	132
ESPECIALES.					
#	Materiales		Caract.	Peso (Kg)	
1	Oxigeno	11	Comburente	105	1155
2	Medicamentos	1500	Comburente	0,75	1125

Fuente: Los Autores

Tabla N°19: Evaluación de Riesgos Método NFPA del Centro de Salud Tipo C Lasso

RIESGO DE INCENDIOS CENTRO DE SALUD TIPO C LASSO								
MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	Mc x Cc	COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD AD Kg	Kcal=(Mc x Cc)*Coeficiente	AREA m²	MADERA Kcal/kg	A x Madera
PLASTICO (POLIURETANO)	11114,7	6000	66688200 kcal/kg	1,5	100032300 kcal	1745	4400	7678000
POLIESTER	960	6000	5760000 kcal/kg	1,5	8640000 kcal			
ALGODÓN	372	3980	1480560 kcal/kg	1,5	2220840 kcal			
MADERA	8555	4400	37642000 kcal/kg	1,5	56463000 kcal			
PAPEL	4237,5	4000	16950000 kcal/kg	1,5	25425000 kcal			
CARTON	132	4000	528000 kcal/kg	1,5	792000 kcal			
OXIGENO	1155	30000	34650000 kcal/kg	2	69300000 kcal			
MEDICAMENTOS	1125	3400	3825000 kcal/kg	1,5	5737500 kcal			
ALCOHOL	345	6000	2070000 kcal/kg	1,5	3105000 kcal			
		TOTAL	169593760 kcal/kg		271715640 kcal			

Qc=	Carga Combustible
Cc=	Potencial Calorífico de cada material combustible en Kcal/Kg
A=	Área en metros cuadrados
Mc=	Peso de cada producto en Kg
4400 =	Potencial calorífico de la madera seca en Kcal/kg

Qm =	155710,97 kcal/m²
Qc =	35,39 Kg/ m²

CARGA COMBUSTIBLE (Qc)	
A	RIESGO BAJO 0 HASTA 35 KG MADERA/m²
B	RIESGO MEDIO 35 HASTA 75 KG MADERA/m²
C	RIESGO ALTO MAS DE 75 KG MADERA/m²

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)	
LEVE	< 160000 Kcal/ m²
ORDINARIO	160000 < R < 340000 Kcal/ m²
EXTRA	> 340000 Kcal/ m²

CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qc)	
	LEVE
	MEDIO

Fuente: Los Autores

2.3.2 Interpretación de los resultados del riesgo de incendios

Luego de aplicar el Método NFPA en las diferentes secciones del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud se obtiene que el riesgo de incendios es:

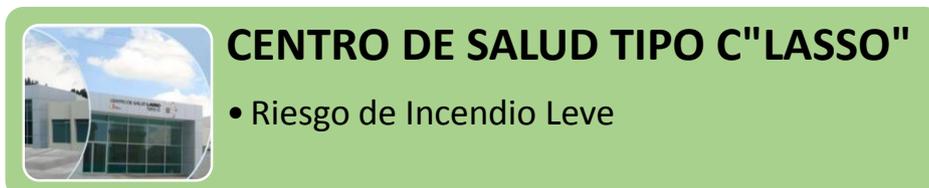
	<h2>Cuadrante A</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de Incendio Leve
	<h2>Cuadrante B</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de Incendio Leve
	<h2>Cuadrante C</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de Incendio Leve
	<h2>Cuadrante D</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de Incendio Ordinario

Fuente: Los Autores

Los valores obtenidos se los relaciona directamente con cada uno de los materiales utilizados y almacenados en cada área y su respectivo coeficiente de peligrosidad, adicional a ello al ser un centro hospitalario cuenta con oxígeno el mismo que en caso de un incendio este actuaría como comburente propagando de manera más rápida un incendio en el caso de existir.

En síntesis el nivel de riesgo de incendio para el Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, es **LEVE** y se considera leve, ya que existe 155710,97kcal/m² adicional a ello tenemos una carga combustible con riesgo medio que nos indica que cuenta

con material combustible de riesgo **MEDIO** 35.39 Kg/m² esta gran cantidad de material, puede considerarse una gran amenaza para generar o desencadenar un incendio y en la etapa de desarrollo del incendio ser autosustentable el incendio en el centro de Salud Tipo C Lasso.



Fuente: Los Autores

2.3.3 Evaluación de riesgo de incendio método NFPA para la ubicación de extintores

Sección 5.4.1.1 Riesgos Leves (Bajos). Las ocupaciones de riesgo leve o bajo se deben clasificar como localizaciones donde la cantidad y combustibilidad de combustibles Clase A e inflamables, Clase B es baja y se esperan incendios con tasas de liberación de calor relativamente bajas. Estas ocupaciones consisten en riesgos de incendio que normalmente contienen cantidades esperadas de mobiliarios combustibles Clase A y/o la cantidad total anticipada de inflamables Clase B se espera sea menor de 1 galón (3.9 L) en cualquier cuarto o área.

Sección 5.4.1.2 Riesgos Ordinarios (Moderados). Las ocupaciones de riesgo ordinario o moderado se deben clasificar como lugares donde la cantidad y combustibilidad de materiales combustibles Clase A e inflamables, Clase B es moderada y se esperan incendios con tasas moderadas de liberación de calor. Estas ocupaciones consisten en riesgos de incendio que solo contienen ocasionalmente materiales combustibles Clase A más allá del mobiliario normal esperado y/o la cantidad total de inflamable Clase B esperados típicamente es de 1 a 5 galones (3.8 L 18.9 L) en cualquier cuarto o área.

Tabla N°20: Evaluación para el cálculo de extintores de CO2 CUADRANTE A

CUADRANTE A									
AMBIENTE	MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	ÁREA (m2)	Q = carga de fuego	Qm = Poder calorífico de la madera (kg/m2)	CLASIFICACIÓN DE INCENDIO	CLASIFICACION DE RIESGO	TIPO DE EXTINTOR
RECUPERACIÓN	PLASTICO (POLIURETANO)	2231	6000	125	125330 kcal/m2	28	A C	LEVE	2A 5BC
	POLIESTER	380	6000						
LABORATORIO	CARTON	16	4000	125	59890 kcal/m2	14	A C	LEVE	2A 5BC
	MADERA	1575	4400						
	PAPEL	123	4000						
EMERGENCIAS	ALGODÓN	290	3980	225	22850 kcal/m2	5	A C	LEVE	2A 5BC
	OXIGENO	525	30000						
	ALCOHOL	98	6000						
Qc=	Carga Combustible	AREA TOTAL m ² 475		# DE EXTINTORES 1					
Cc=	Potencial Calorífico de cada material combustible en Kcal/Kg	CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)			CARGA COMBUSTIBLE (Qc)				
A=	Área en metros cuadrados	LEVE	< 160000 Kcal/ m ² >		A.	RIESGO BAJO	0 HASTA 35 KG MADERA/m ²		
Mc=	Peso de cada producto en Kg	ORDINARIO	160000 < R < 340000 Kcal/ m ² >		B.	RIESGO MEDIO	35 HASTA 75 KG MADERA/m ²		
4400	Potencial calorífico de la madera seca en Kcal/kg	EXTRA	>340000Kcal/ m ²		C.	RIESGO ALTO	MAS DE 75 KG MADERA/m ²		

Fuente: Los Autores

Tabla N°21: Evaluación para el cálculo de extintores de CO2 CUADRANTE B

CUADRANTE B										
AMBIENTE	MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	ÁREA (m ²)	Q = carga de fuego		Qm = Poder calorífico de la madera (kg/m ²)	CLASIFICACIÓN DE INCENDIO	CLASIFICACION DE RIESGO	TIPO DE EXTINTOR
REHABILITACIÓN FÍSICA	PLASTICO (POLIURETANO)	18656	6000	217	526060	kcal/m ²	120	A C	EXTRA	2A 5BC
	POLIESTER	370	6000							
RADIOGRAFIA	CARTON	145	3980	100	117200	kcal/m ²	27	A C	LEVE	2A 5BC
	MADERA	2450	4400							
	PAPEL	90	4000							
CENTRO OBSTÉTRICO	ALGODÓN	6	4000	100	38370	kcal/m ²	9	A C	LEVE	2A 5BC
	OXIGENO	315	30000							
	ALCOHOL	75	6000							
Qc=	Carga Combustible	AREA TOTAL m ²		417	# DE EXTINTORES		1			
Cc=	Potencial Calorífico de cada material combustible en Kcal/Kg									
A=	Área en metros cuadrados	CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)								
Mc=	Peso de cada producto en Kg	LEVE	< 160000 Kcal/ m ² >							
4400	Potencial calorífico de la madera seca en Kcal/kg	ORDINARIO	160000 < R < 340000 Kcal/ m ² >							
		EXTRA	> 340000 Kcal/ m ²							
		CARGA COMBUSTIBLE (Qc)								
A.	RIESGO BAJO	0 HASTA 35 KG MADERA/m ²								
B.	RIESGO MEDIO	35 HASTA 75 KG MADERA/m ²								
C.	RIESGO ALTO	MAS DE 75 KG MADERA/m ²								

Fuente: Los Autores

Tabla N°22: Evaluación para el cálculo de extintores de CO2 CUADRANTE C										
AMBIENTE	MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	ÁREA (m ²)	Q = carga de fuego		Qm = Poder calorífico de la madera (kg/m ²)	CLASIFICACIÓN DE INCENDIO	CLASIFICACION DE RIESGO	TIPO DE EXTINTOR
CONSULTORIOS POLIVALENTES	PLASTICO (POLIURETANO)	2576	6000	112	149250	kcal/m ²	34	A C	EXTRA	2A 5BC
	POLIESTER	210	6000							
VACUNACIÓN	CARTON	22	3980	163	73990	kcal/m ²	17	A C	LEVE	2A 5BC
	MADERA	2580	4400							
	PAPEL	155	4000							
ODONTOLOGÍA	ALGODÓN	10	4000	163	28500	kcal/m ²	6	A C	LEVE	2A 5BC
	OXIGENO	315	30000							
	ALCOHOL	127,5	6000							
Qc=	Carga Combustible	AREA TOTAL m ²		438	# DE EXTINTORES		1			
Cc=	Potencial Calorífico de cada material combustible en Kcal/Kg									
A=	Área en metros cuadrados	CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)				CARGA COMBUSTIBLE (Qc)				
Mc=	Peso de cada producto en Kg	LEVE	< 160000 Kcal/ m ² >			A.	RIESGO BAJO	0 HASTA 35 KG MADERA/m ²		
4400	Potencial calorífico de la madera seca en Kcal/kg	ORDINARIO	160000 < R < 340000 Kcal/ m ² >			B.	RIESGO MEDIO	35 HASTA 75 KG MADERA/m ²		
		EXTRA	>340000Kcal/ m ²			C.	RIESGO ALTO	MAS DE 75 KG MADERA/m ²		

Fuente: Los Autores

Tabla N°23: Evaluación para el cálculo de extintores de CO2 CUADRANTE D

CUADRANTE D										
AMBIENTE	MATERIAL	Mc (kg)	Cc (Kcal/kg)	ÁREA (m ²)	Q = carga de fuego		Qm = Poder calorífico de la madera (kg/m ²)	CLASIFICACIÓN DE INCENDIO	CLASIFICACIÓN DE RIESGO	TIPO DE EXTINTOR
ESTADÍSTICA	PLASTICO (POLIURETANO)	2443	6000	100	320380	kcal/m ²	73	A C	ORDINARIO	2A 5BC
	MADERA	3950	4400							
OFICINAS ADMINISTRATIVAS	PAPEL	3870	4000	100	158800	kcal/m ²	36	A C	LEVE - ORDINARIO	2A 5BC
	CARTÓN	100	4000							
FARMACIA	MEDICAMENTOS	1125	3400	195	24570	kcal/m ²	6	A C	LEVE	2A 5BC
	ALCOHOL	45	6000							
Qc=	Carga Combustible	AREA TOTAL m ²		395	# DE EXTINTORES		1			
Cc=	Potencial Calorífico de cada material combustible en Kcal/Kg									
A=	Área en metros cuadrados	CLASIFICACION DE RIESGO DE INCENDIO (Qm)			CARGA COMBUSTIBLE (Qc)					
Mc=	Peso de cada producto en Kg	LEVE	< 160000 Kcal/ m ² >		A.	RIESGO BAJO	0 HASTA 35 KG MADERA/m ²			
4400	Potencial calorífico de la madera seca en Kcal/kg	ORDINARIO	160000 < R < 340000 Kcal/ m ² >		B.	RIESGO MEDIO	35 HASTA 75 KG MADERA/m ²			
		EXTRA	>340000Kcal/ m ²		C.	RIESGO ALTO	MAS DE 75 KG MADERA/m ²			

Fuente: Los Autores

2.3.4 Interpretación De Los Resultados Del Riesgo De Incendios

Luego de aplicar el Método NFPA para la ubicación de extintores en los diferentes cuadrantes del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud se obtiene que se requiere el riesgo es:



Fuente: Los Autores

Estos valores fueron obtenidos en relación directa con cada uno de los materiales utilizados y almacenados en cada área y su respectivo coeficiente de peligrosidad, los extintores deberán ser utilizados en etapas iniciales de incendio, posterior a ello se deberá utilizar otros métodos de control de incendios en este caso la activación de los gabinetes contra incendios.

2.4 SELECCIÓN DE MÉTODO DE EXTINCIÓN DE ACUERDO A LA DISTRIBUCIÓN DE RIESGOS DEL CENTRO DE SALUD TIPO C LASSO

Las áreas con mayor riesgo incendio es el cuadrante D mismo que está comprendido por las áreas administrativas, sistemas informáticos, farmacia, y consultorios, esta área es la más crítica y propensa a se desarrolle un incendio por los productos que se encuentran ubicados en los mismos.

- Poliuretano
- Papel
- Cartón
- Madera
- Algodón
- Medicamentos

- Oxígeno

Todos estos productos se encuentran en vitrinas, empaques de varias presentaciones de empaques de cartón, polietileno, adicional a ello se cuenta con escritorios de madera y plástico, por lo cual causarían incendios Clase A, cuya tasa de liberación de calor es **MODERADA ALTA**, cuanta con una serie de tomas de oxígeno el mismo que en caso de un incendio actuaría como comburente aumentando el poder calorífico del incendio.

Tomando en cuenta estas consideraciones se selecciona como método de extinción, al enfriamiento mediante el uso de gabinetes contra incendios a base de agua.

El centro de Centro de Salud Tipo C Lasso, funciona las 24 horas del día en turnos continuos y dentro de la distribución interna de cada área cuentan con quipos herramientas informáticas, equipos de medición, equipos de valoración y equipos de soporte vital, estos equipos son energizados y están conectados a los diferentes tipos de tensión eléctrica sea estos de 110V o 220V los mismos que permaneces energizados siempre.

Estos equipos cuentan con capacidad de almacenamiento de energía en el caso de estar desconectados, y en el caso de estar conectados pueden ser fuentes de liberación de tensión eléctrica en el caso de existir un incendio TIPO C, (Eléctrico) este tipo de incendios NO podría ser controlado con agentes a base de agua.

El agua se considera un agente conductor de la tensión eléctrica y es uno de los mayores factores para que exista una emergencia por choque eléctrico y descarga de tensión a las personas que se encuentran aplicando el método de extinción por enfriamiento a base de agua.

Por tal razón en caso de existir un incendio Tipo C (Eléctrico) es recomendable la aplicación los extintores de CO₂, en las áreas de mayor concentración de equipos informáticos y de riesgo de incendios eléctrico.

El CO₂ es un gas y, por lo tanto, no conduce electricidad. Este tipo de extintor es adecuado para incendios de tipo A, B y C, y se suele utilizar para reemplazar extintores con componentes que causan más daño que el fuego.

Por ejemplo, se usa extintores estándar donde el valor del material es alto (por ejemplo, hay máquinas muy caras en el laboratorio), podemos usar espuma o polvo para extinguir el incendio, pero a la vez que controlamos el incendio destruimos las máquinas y equipos informáticos muy valiosos, entonces podemos evitar este tipo de extintores y utilizar el gas que no dañará el equipo y controlará de manera eficiente el incendio esto se puede observar de mejor manera en el ANEXO 1.

Tabla N°24: Resumen del Análisis de Riesgo de Incendio, Clasificación y Método de Extinción para el Centro de Salud Tipo C Lasso

ZON A	ÁREA	RIESGO	CLASIFICACION	CONTROL	EXTINTORES	REFERENCIA NFPA
A	Emergencias, Recuperación y Laboratorio	FUEGO A, C	LEVE	GABINETES	CO2	10/14/24
B	Rehabilitación Física, Radiografía y Centro Obstétrico	FUEGO A, C	LEVE	GABINETES	CO2	10/14/24
C	Área de consultorios Polivalentes, Vacunación, Odontología	FUEGO A, C	LEVE	GABINETES	CO2	10/14/24
D	Farmacia, Oficinas Administrativas, Estadística	FUEGO A, C	ORDINARIO	GABINETES	CO2	10/14/24

Fuente: Los Autores

CAPITULO 3

3.1 REQUISITOS DE LA DISTRIBUCION Y ABASTECIMIENTO DE LA RED HIDRICA CONTRA INCNEDIOS COFORME LA NORMA NFPA 14

3.1.1 Determinación del Caudal del sistema de gabinetes contra incendios.

Los gabinetes contra incendios son dispositivos cuya finalidad es almacenar mangueras listadas UL / FM, y una serie de accesorios opcionales incluidos según el tipo de riesgo para proteger el centro de salud. La manguera se activa manualmente y debe ser operada por personal capacitado de acuerdo con NFPA 14.

Centro de Salud Tipo C Lasso al ser de riesgo leve y carga combustible de **RIESGO MEDIO** se considera mediante los requisitos para la asignación de chorros de mangueras y de duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente determinados en la norma NFPA 13, edición 2016, conforme la Tabla N°25 para **RIESGO ORDINARIO**:

Tabla N°25: Requisitos para la asignación de chorros de mangueras y de duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente

Ocupación	Mangueras interiores		Total, combinado de las mangueras interiores y exteriores		Duración (minutos)
	gpm	L / min	gpm	L / min	
Riesgo leve	0.50 ó 100	0.190 ó 380	100	380	30
Riesgo ordinario	0,50 ó 100	0,190 ó 380	250	950	60-90
Riesgo extra	0,50 ó 100	0,190 ó 380	500	1900	90-1120

Fuente: NFPA 13, edición 2016. Para los requisitos de asignación de chorros de mangueras y de duración de abastecimiento de agua en diseños de sistemas de rociadores automáticos en áreas de almacenamiento ver la tabla 12.8.6

Fuente: (SOTELO, 2016)

En este caso corresponde a un caudal de 50 ó 100 gpm que a su vez significa de 190 o 380L/min, por una duración de 60 a 90 minutos de autonomía propia para el Centro de Salud Tipo C Lasso En la sección 7.10 de la norma NFPA tiene concordancia donde se estable la tasa de flujo para la clasificación de Sistema clase II en el punto 7.10.2.1 Tasa de flujo mínima.

Para sistemas Clase II, la tasa de flujo mínima para la conexión de manguera hidráulicamente más remota debe ser de 380 L/min (100 gpm) debido a que existirá únicamente mangueras interiores.

3.1.2 Determinación de la presión mínima requerida

En este punto se detalla la presión mínima necesaria para el sistema de extinción de incendios conforme la infraestructura existente del Centro de Salud Tipo C Lasso y en concordancia a lo establecido para la a la Norma NFPA 14, que en su sección 7 del “**Diseño**” se establece los límites de presión mínima en el punto 7.8.1 “**Presión de diseño Mínima**” para Sistemas Diseñados Hidráulicamente.

Los sistemas de tubería vertical diseñados hidráulicamente deberán estar proyectados para proveer una tasa de flujo de agua requerida por la Sección 7.10 a una presión residual mínima **de 6.8 bares (100psi)** en la salida de conexión de manguera de 65 mm (2 ½ pulgadas) más remota hidráulicamente y 4.5 bares (65 psi) en la salida de la estación de manguera de 38mm (1 ½ pulgadas) más remota hidráulicamente” para los gabinetes contra incendios Tipo II.

3.1.3 Ubicación de los gabinetes contra incendios.

En el caso de existir una emergencia por incendio y que el mismo se encuentre en etapa de desarrollo, es decir cuando las llamas alcanzan una magnitud considerable y no pueden ser controladas con extintores es pertinente la utilización de Gabinetes Contra Incendios.

En el Centro de Salud Tipo C Lasso al contar con personal permanente durante las 24 horas del día y con capacitación adecuada, es factible la aplicación de (Gabinetes Contra Incendios Tipo II) este tipo de gabinetes está destinado para el uso de bomberos y personal capacitado en el manejo de chorros.

Y de acuerdo con el análisis del riesgo de incendio que pueda ocurrir en el Centro de Salud Tipo C “Lasso” se protegerá con gabinetes contra incendios **Tipo II.**

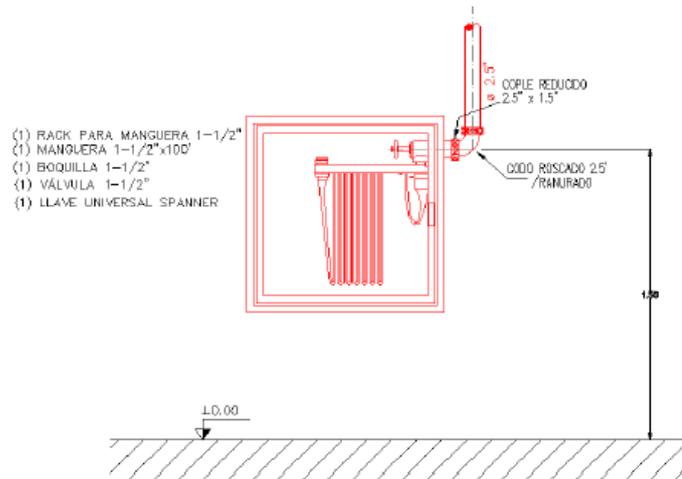


Figura N°33: Gabinetes contra incendios Tipo II

Fuente: (PONGUILLO, 2015)

La razón para elegir este gabinete es que es fácil de usar y la capacitación que requiere el personal es básica para su operación. Este gabinete contiene una manguera de 1.5 pulgadas de diámetro, que puede proporcionar agua para control y extinción de incendios. La operación de la manguera puede ser realizada por el personal que labora en el Centro de Salud Tipo C “Lasso” o del personal que labora Cuerpo de Bomberos Latacunga.

Consideraciones para la ubicación de los gabinetes contra incendios se las realizara conformé la Tabla N°26 Tuberías Verticales establecida en la norma NFPA 14, por Cedula (Tabla) de Tubería y por los tamaños de Tubería Nominal Mínima para los tubos se suministros (en pulgadas).

Tabla N°26: Tuberías verticales por Cedula de Tubería y por los Tamaños de Tubería Nominal Mínima para los tubos de Suministro (en Pulgadas)

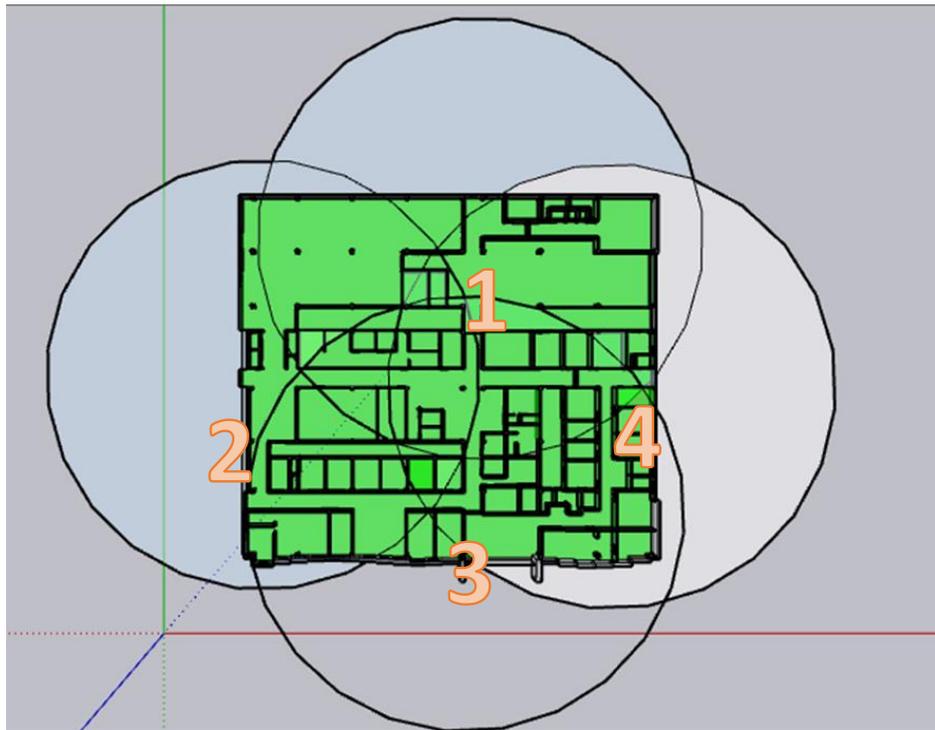
Total Flujo Acumulado		Distancia Total de Tubería Desde la Salida más Alejada		
		< 50 pies (<15,2 m)	50 - 100 pies (15,2 - 30,5 m)	> 100 pies (>30,5 m)
gpm	L / min			
100	379	2	2 1/2	3
101 - 500	382 - 1893	4	4	6
501 - 750	1896 - 2839	5	5	6
751 - 1250	2843 - 4731	6	6	6
1251 y más	4735 y más	8	8	8

Para unidades SI, 1 pulgada = 25,4 mm.

Fuente: (National Fire Protection Association, 2007)

Para nuestro proyecto se aplicará la distancia de 50-100 pies (15m a 30m) de distancia de cada boca de incendio equipada por lo cual se deberá utilizar una tubería de 4" para el sistema contra incendios.

La cobertura de cada uno de gabinetes contra incendios cuenta con un radio de protección de 30 metros de punto a punto como se puede observar en la planimetría propuesta.



Fuente: Los Autores

Con los cuatro gabinetes ubicados en cada una de las secciones descritas en el punto 1.4 **Características del sistema contra incendios**, cubren en su totalidad el área de uso del Centro de Salud Tipo C “Lasso”.

3.1.4 Numero de bocas de incendio a activarse

Para saber cuántas bocas de incendio se activarán simultáneamente durante un incendio en nuestro sistema, consideraremos la raíz cuadrada del área de diseño que es de 2473,06 m² dividida por el área de cobertura de cada gabinete contra incendios no debe ser mayor a 30 metros y multiplicada por un factor de descarga $k= 1.2$.

$A_{\text{diseño}} = \text{Área de diseño}$

$S = \text{Área de cobertura de cada gabinete contra incendios}$

K= Factor de descarga

$$\#BIE\ Abiertas = K * \sqrt{Adiseño/S} \quad (2)$$

$$\#BIE\ Abiertas = 1,2 * \sqrt{2473,06m^2/30m}$$

$$\#BIE\ Abiertas = 1,2 * \sqrt{2473,06m^2/30m}$$

$$\#BIE\ Abiertas = 1,2 * 49,7298m/30m$$

$$\#BIE\ Abiertas = 1,2 * 1,6576$$

$$\#BIE\ Abiertas = 1,9891 \approx 2$$

Se **ACTIVARÁN 2 GABINETES** contra incendios del sistema del centro de Salud Tipo C “Lasso”.

3.1.5 Selección del gabinete contra incendios.

En concordancia del análisis de riesgos existente en el centro de salud tipo C Lasso, se realizará la protección mediante Bocas de Incendio Equipas (BIES) estos serán de clase II, se seleccionó este gabinete conforme a los criterios relacionados en el análisis de riesgos, su fácil uso por parte del personal que labora en el Centro de Salud Tipo C Lasso.

Estos Gabinete para equipo contra incendio serán de las siguientes características:

- Gabinete en estructura metálica de 80 x 80 x 25 acabado pintura electroestática roja,
- Vidrio espesor 2 mm
- Válvula angular tipo globo 1 ½" x 1½" NPT
- Rack porta manguera
- Manguera contra incendio de 1½" de 50 pies (15 m) chaqueta simple que cumpla con la norma NFPA 1982 de poliéster y un tubo interior en caucho sintético
- Boquilla de Chorro Neblina de 1½"UL/FM
- Hacha pico de 4½lb
- Llave Spanner de dos servicios
- Extintor de 20 Libras PQS



Figura N°34: Gabinetes contra incendios **Tipo II** con equipamiento
Fuente: (Seguridad, 2017)

3.1.5 Capacidad mínima de caudal la bomba

Para la determinación de la capacidad mínima de la bomba del diseño de este proyecto se consideró cuatro gabinetes contra incendios de tipo II. Para nuestro caso de análisis se aplicará la funcionalidad simultánea de dos gabinetes contra incendios.

$$Q_{mb} = Q * \#BIE \quad (3)$$

Q_{mb} = Caudal mínimo de la bomba

Q = Caudal mínimo requerido en cada Boca de Incendio Equipada

$\#BIE$ = Numero de Bocas de Incendio Equipadas

$$Q_{mb} = 100gpm * 2$$

$$Q_{mb} = 200gpm$$

Por lo tanto; se va a obtener un flujo de mangueras internas de “200 gpm” o “760L/m”.

3.1.6 Volumen del Abastecimiento

Para obtener el volumen que requiere la cisterna contra incendios se lo calcula mediante la fórmula:

$$V = Qmb * t \quad (4)$$

V= Volumen de la cisterna

t= Tiempo

Para el tiempo la norma NFPA en la **Tabla N°25** nos indica que el tiempo de duración para un riesgo ordinario será de **60 a 90 minutos**, pero en este punto debemos considerar que el tiempo de llegada desde las unidades del Cuerpo de Bomberos Latacunga se encuentran a 30 minutos en horario sin tráfico y a 45 minutos en horario con tráfico, para lo cual para nuestro estudio se aplicara un tiempo de 60 minutos y 90 minutos que corresponde al riesgo ordinario, por lo tanto:

CASO 1

$$V = 200gpm * 60min$$

$$V = 12000gal$$

Conversión de unidades de galones a m³

$$V = 12000gal * (1m^3)/(264,12 gal)$$

$$V = 45,43m^3$$

CASO 2

$$V = 200gpm * 90min$$

$$V = 18000gal$$

Conversión de unidades de galones a m³

$$V = 18000gal * (1m^3)/(264,12 gal)$$

$$V = 68,14m^3$$

En cualquiera de los dos casos el Centro de Salud tipo C Lasso cuenta con dos cisternas cada una con capacidad de 52 m³ que en su conjunto cuentan con una capacidad de **104m³**.

Por lo tanto, el abastecimiento para la bomba durante un tiempo de entre 60 a 90 minutos es aceptable.

3.1.7 Diámetro de la tubería del ramal

Para determinar el diámetro del ramal principal, y de los ramales secundarios lo hacemos mediante cálculos matemáticos e hidráulicos, usamos la fórmula de Caudal $Q_{caudal} = A * V$

Donde

A es el área de la tubería

V es la velocidad del fluido.

Cuando analizamos el diámetro de la tubería de cada rama, debemos usar el caudal de cada gabinete contra incendios que requiere de un caudal residual mínimo de 100 gpm, y luego multiplicamos por el número de gabinetes contra incendios a activarse. Como se estableció el punto 3.1.4 de este Capítulo, en los cálculos del número de gabinetes contra incendios activarse será de 2.

Con esto se obtiene un resultado de 200 gpm, pero se debe considerar que como criterio de selección de la bomba principal esta deberá trabajar al 150% de la capacidad de los resultados obtenidos es decir que la bomba ingresara al sistema un valor de 300gpm convertimos la unidad de gpm a m³/s, el resultado es 0.01893 m³/s

RAMAL PRINCIPAL

$$A = \pi * \phi^2 / 4 \quad (5)$$

$$\phi = \sqrt{(4 * Q) / (\pi * V)}$$

$$\phi = \sqrt{(4 * 300gpm) / (\pi * 3m/s)}$$

$$\phi = \sqrt{(4 * 0.01893 \text{ m}^3/s) / (3,1416 * 3m/s)}$$

$$\phi = (0,27517) / 9,4277 \text{ m}$$

$$\phi = 0,08963 \text{ m}$$

$$\phi = 89,63 \text{ mm} \approx 4''$$

El caudal mínimo para cada gabinete contra incendios se estable en 100gpm y la activación de dos por ramal es decir 200gpm, convertimos la unidad de gpm a m^3/s , el resultado es 0.06309 m^3/s , que es relativo al valor de velocidad, el rango es de 3m/s a 8m/s para nuestro caso del diseño, se realizara con 4m/ s, como estándar de diseño.

RAMAL SECUNDARIO

$$A = \pi * \phi^2/4$$

$$\phi = \sqrt{(4 * Q)/\sqrt{(\pi * V)}}$$

$$\phi = \sqrt{(4 * 100gpm)/\sqrt{(\pi * 3m/s)}}$$

$$\phi = \sqrt{(4 * 0.01262 m^3/s)/\sqrt{(3,1416 * 4m/s)}}$$

$$\phi = 0,22467/3,5449 m$$

$$\phi = 0,06338m$$

$$\phi = 63,38 mm \approx 2 1/2"$$

3.2 HIDRÁULICA PARA PROTECCIÓN DE INCENDIOS

3.2.1 Presión

La presión (P) es una cantidad física que se usa para medir la fuerza por unidad de área causada por la compresión del fluido. En los sistemas hidráulicos resistentes al fuego, la presión generalmente se mide en libras por pulgada cuadrada psi. Para el flujo de agua en la tubería, la presión total se determina mediante la siguiente fórmula: (NFPA 13, 2007, p. 234)

$$Pt = Pn + Pv \quad (6)$$

$$Pt = 6,53 \text{ psi} + 1,21 \text{ psi}$$

$$Pt = 7,74 \text{ psi}$$

3.2.2 Presión Normal

Es la presión ejercida contra las paredes internas de una tubería con o sin flujo es también conocida como presión estática.

La presión estática es la presión ejercida por una columna de agua, y está relacionada con su peso específico. (Manual de Protección Contra Incendios Tomo II, 2009, p. 8-54)

$$Pe = 0,433 * h \text{ (7)}$$

En donde

- h= altura en pies, ft
- Pe= Presión estática, psi.

$$Pe = 0,433 * h$$

$$Pe = 0,433 * 15.0919ft$$

$$Pe = 6,53 \text{ lb/ [in]}^2 \approx 6,53 \text{ psi}$$

3.2.3 Presión de velocidad

Cuando el volumen de agua ejerce presión, la velocidad v obtenida por el volumen de agua es igual a la distancia v de la caída libre en reposo, que es igual a la distancia de la altura de presión. Esta relación es Expresado por la ecuación de Torricelli

$$v = \sqrt{2gh} \text{ (8)}$$

En donde:

- v: velocidad alcanzada, m/s;
- g: aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²;
- h: altura de presión a la que se alcanza esa velocidad, m

De la misma manera que la presión estática se convierte en altura, la presión de velocidad se puede expresar como altura de presión estática equivalente.

$$hv(\text{cabezadevelocidad}) = v^2/2g \text{ (9)}$$

$$P_v = (0,433 * v^2)/2g \quad \text{ó} \quad P_v = (0,001123 * Q^2)/d^4$$

En donde:

- v: velocidad del agua, ft/s;
- g: aceleración de la gravedad, 32.2 ft/s²;
- P_v: Presión de velocidad, psi;
- Q: Caudal en la tubería, gpm;
- d: Diámetro interno de tubería, in
- Q=200gpm
- d= 2.4677165 in

$$P_v = (0,001123 * 200^2) / [2,4677165]^4$$

$$P_v = (0,001123 * 40000) / 37,0835293$$

$$P_v = 44,92 / 37,0835293$$

$$P_v = 1,21 \text{psi}$$

3.2 PERDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS

Cuando el agua fluye a través de la tubería, siempre hay una caída de presión. Desde un punto de vista hidráulico, la pérdida de carga entre dos puntos se debe a las siguientes razones:

- Fricción entre el agua en movimiento y la pared de la tubería.
- Fricción entre partículas de agua, incluyendo esas producidas por turbulencia cuando el flujo cambia de dirección o cuando tiene lugar un rápido incremento o decrecimiento en la velocidad, como en cambios abruptos en el diámetro de tubería.

3.2.3 Fórmulas de Flujo por Pérdidas de Presión

La información experimental ha establecido que la resistencia friccional en la tubería es:

- Independiente de la presión en la tubería
- Proporcional a la cantidad y carácter del flujo
- Variable con la rapidez del flujo

La Formula Hazen-Williams

La fórmula Hazen-Williams es usualmente usada para determinar la pérdida de presión por pie de tubería (NFPA 13, 2007, p. 233).

$$p = \frac{[4,52Q]^{1,85}}{(C^{1,85} * d^{4,87})} \quad (10)$$

En donde:

- Q= Caudal que fluye por tubería, GPM;
- C = Coeficiente de fricción (depende del material ver Tabla 26);
- d= diámetro interno de la tubería, in

Tabla N°27: Valores de C en Ecuación de Hanzen Williams

Tubería o Tubo	Valor C*
Fundición de hierro o fundición dúctil sin recubrimiento	100
Acero negro (sistemas de tubería seca, incluyendo de Preacción)	100
Acero negro (sistemas de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Tubo de cobre o acero inoxidable	150
Asbesto cemento	140
Concreto	140

Fuente: (Illescas, 2017)

Calculo para Tubería de 4”

$$\frac{[4,52 * 200]^{1,85}}{(120^{1,85} * 4^{4,87})}$$

$$p = 81666,49/570622,72$$

$$p = 0,01359 \text{ psi}$$

Calculo para Tubería de 2 1/2 “

$$p = \frac{[4,52 * 100]^{1,85}}{(120^{1,85} * [2.4677165]^{4,87})}$$

$$p = 81666,49/570622,72$$

$$p = 0,04025 \text{ psi}$$

Al disponer de dos puntos de análisis se establecerá las pérdidas para los dos puntos obteniendo los siguientes resultados.

Tabla N°28: Resultados de Perdidas

Punto	Área	Dimensiones en ft	pérdida de presión por pie (psi)/ft	Perdida en (psi)
1	Área de consultorios Polivalentes, Vacunación, Odontología	386	0,01359	5.24
2	Farmacia, Oficinas Administrativas, Estadística	410	0,04025	16.50

Fuente: (Los Autores)

3.2.4 Fórmulas de Longitud Equivalente

Para la mayoría de los cálculos de protección contra incendios, la pérdida por fricción se obtiene utilizando el método de longitud equivalente en la Tabla 3.20, que expresa la pérdida por fricción del accesorio como la "longitud equivalente de la tubería", y su pérdida es la misma que la fricción del accesorio. Esta longitud se agrega luego a la longitud de la tubería que conecta el accesorio para obtener la pérdida total por fricción de la tubería y el accesorio.

Tabla N°29: Longitud Equivalente de tubería

	Accesorios y válvulas expresados en pies (m) equivalentes de tubería						
	20 mm (3/4 pulg.)	25 mm (1 pulg.)	32 mm (1 1/4 pulg.)	40 mm (1 1/2 pulg.)	50 mm (2 pulg.)	50 mm (2 1/2 pulg.)	80 mm (3 pulg.)
Codo de 45°	1 (0,3)	1 (0,3)	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	3 (0,9)
Codo estandar de 90°	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)	7 (2,1)
Codo de giro largo de 90°	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)
T o Cruz (Flujo alterado de 90°)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)	8 (2,4)	10 (3,1)	12 (3,7)	15 (4,6)
Válvula de compuerta	--	--	--	--	1 (0,3)	1 (0,3)	1 (0,3)
Válvula mariposa	--	--	--	--	6 (1,8)	7 (2,1)	10 (3,1)
Válvula de retención*	4 (1,2)	5 (1,5)	7 (2,1)	9 (2,7)	11 (3,4)	14 (4,3)	16 (4,9)
	Accesorios y válvulas expresados en pies (m) equivalentes de tubería						
	90 mm (3 1/2 pulg.)	100 mm (4 pulg.)	125 mm (5 pulg.)	150 mm (6 pulg.)	200 mm (8 pulg.)	250 mm (10 pulg.)	300 mm (12 pulg.)
Codo de 45°	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	7 (2,1)	9 (2,7)	11 (3,4)	13 (4,0)
Codo estandar de 90°	8 (2,4)	10 (3,1)	12 (3,7)	14 (4,3)	18 (5,5)	22 (6,7)	27 (8,2)
Codo de giro largo de 90°	5 (1,5)	6 (1,8)	8 (2,4)	9 (2,7)	13 (4,0)	16 (4,9)	18 (5,5)
T o Cruz (Flujo alterado de 90°)	17 (5,2)	20 (6,1)	25 (7,6)	30 (9,2)	35 (10,7)	50 (15,3)	60 (18,3)
Válvula de compuerta	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)
Válvula mariposa	--	12 (3,7)	9 (2,7)	10 (3,1)	12 (3,7)	19 (5,8)	21 (6,4)
Válvula de retención*	19 (5,8)	22 (6,7)	27 (8,2)	32 (9,8)	45 (13,7)	55 (16,8)	65 (19,8)

Use con Hazen - Williams C = 120 solamente, Para otros valores de C, las figuras en esta tabla deben ser multiplicadas por los factores de abajo.

Valor de C	80	100	120	130	140	150
Factor multiplicador	0,472	0,713	1	1,16	1,32	1,51

Fuente: (León, 2007)

La fórmula de Darcy-Weisbach

Es adecuada para tuberías largas y rectas con diámetro uniforme y superficie rugosa, atribuidas a Darcy, Manning, Fanning, etc. Suele denominarse fórmula de Darcy-Weisbach. Es una variante de la fórmula de Chezy. Se reemplaza por c sin coeficiente de fricción, que se expresa de la siguiente manera: ("Fire Protection Handbook" Vol. 2, 2009, páginas 8-69):

$$hf = l/d * v^2/2g \quad (11)$$

Donde:

- hf=Cabeza de fricción, ft
- f =factor de fricción
- l= longitud de tubería, ft
- d= diámetro de tubería, ft
- v= velocidad, ft/s
- g =aceleración de gravedad, ft/s²

3.3 CÁLCULO HIDRÁULICO DE PÉRDIDAS

Para calcular la pérdida por fricción, se determinó las áreas con mayor demanda de agua y consideramos los puntos más desfavorables y aquellos alejados del punto de descarga de la bomba contra incendios.

Conforme a nuestro recorrido propuesto de la red hídrica contra incendios se estableció la activación de 2 puntos de los gabinetes contra incendios.

- Punto 1: Punto con mayor riesgo de incendio
- Punto 2: Punto más Alejado

De los puntos indicados previamente se calculó el caudal mínimo requerido para la operación del equipo. A partir de esta sección, el equipo se considerará un sistema. La Tabla 34 detalla el caudal, la presión de descarga y los valores de referencia necesarios para realizar el cálculo hidráulico de la red de protección contra incendios.

3.2.3 Punto con mayor riesgo de incendio

De acuerdo con NFPA 14, la presión residual en el gabinete contra debe ser de al menos 100 psi.

El método de cálculo se detalla en la Tabla N° 30, misma que especificada en los siguientes datos:

Tabla N°30: Calculo de pérdidas de presión al punto con mayor riesgo tubería de 4 in

Tramo	PUNTO CON MAYOR RIESGO DE INCENDIO DIAMETRO DE 4"		
Parámetros de diseño			
Fluido		-	Agua
Caudal		m ³ /h	45,4248
Material tubería		-	Acero inoxidable
Diámetro interior		mm	102,26
Presión inicial		bar rel	6,8
Temperatura		°C	10
Características del circuito			
Rugosidad absoluta	k	mm	0,03
Rugosidad relativa	k/D		0,00029337
Longitud	L	m	61,82
Codos 45°		u	1
Codos 90°		u	2
Tes en flujo directo		u	3
Válvulas de mariposa		u	1
Antiretornos, de clapeta		u	1
Longitud equivalente total	L _{eqTOT}	m	93,62

Características del fluido

Densidad	ρ	kg/m ³	999,770
Viscosidad dinámica	μ	Pa.s	1,31E-03
Viscosidad cinemática	ν	m ² /s	1,31E-06

Características del flujo

Velocidad	v	m/s	1,54
Número de Reynolds	Re	-	120084,57
Régimen		-	TURBULENTO
Factor de fricción	f	-	0,0189
Pérdida de carga unitaria		mCA/m	0,0222

Pérdidas de carga lineales	mCA	1,38
Pérdidas de carga singulares	mCA	0,71
Pérdidas de carga totales	mCA	2,08

Fuente: (Los Autores)

El cálculo de la pérdida total es de 3,96 mCA (metros Columna de Agua)

$$2,08 \text{ mCA} \approx 2,95 \text{ psi}$$

PUNTO CON MAYOR RIESGO DE INCENDIO CON DIAMETRO DE 2 ½ "

Tabla N°31: Calculo de pérdidas de presión al punto con mayor riesgo tubería de 2 ½ in

Parámetros de diseño			
Fluido		-	Agua
Caudal		m ³ /h	45,4248
Material tubería		-	Acero inoxidable
Diámetro interior		mm	66,68
Presión inicial		bar rel	6,8
Temperatura		°C	10
Características del circuito			
Rugosidad absoluta	k	mm	0,03
Rugosidad relativa	k/D		0,00044991
Longitud	L	m	19,82
Codos 90°		u	2
Reducciones a 50% de sección		u	1
Longitud equivalente total	L _{eqTOT}	m	24,29

Características del fluido

Densidad	ρ	kg/m ³	999,770
Viscosidad dinámica	μ	Pa.s	1,76E-05
Viscosidad cinemática	ν	m ² /s	1,76E-08

Características del flujo

Velocidad	v	m/s	3,61
Número de Reynolds	Re	-	13686502,58
Régimen		-	TURBULENTO
Factor de fricción	f	-	0,0164
Pérdida de carga unitaria		mCA/m	0,1632
Pérdidas de carga lineales		mCA	3,23
Pérdidas de carga singulares		mCA	0,73
Pérdidas de carga totales		mCA	3,96

Fuente: (Los Autores)

El cálculo de la pérdida total es de 3,96 mCA (metros Columna de Agua)

$$3,96 \text{ mCA} \approx 5,63 \text{ psi}$$

Total del cálculo de pérdidas de presión en el punto con mayor riesgo de incendio es de: 2,95 +5,63 = 8,58psi

3.2.4 Punto más lejano

Tabla N°32: Calculo de pérdidas de presión al punto más lejano con tubería de 4 in

Tramo	PUNTO MAS LEJANO DIAMETRO DE 4"		
Parámetros de diseño			
Fluido		-	Agua
Caudal		m ³ /h	45,4248
Material tubería		-	Acero inoxidable
Diámetro interior		mm	102,26
Presión inicial		bar rel	6,8
Temperatura		°C	10
Características del circuito			
Rugosidad absoluta	k	mm	0,03
Rugosidad relativa	k/D		0,00029337
Longitud	L	m	87,26
Codos 45°		u	1
Codos 90°		u	2
Tes en flujo directo		u	3
Válvulas de mariposa		u	1
Antiretornos, de clapeta		u	1
Antiretornos, de paso integral		u	
Longitud equivalente total	L _{eqTOT}	m	119,06

Características del fluido

Densidad	ρ	kg/m ³	999,770
Viscosidad dinámica	μ	Pa.s	1,31E-03
Viscosidad cinemática	ν	m ² /s	1,31E-06

Características del flujo

Velocidad	v	m/s	1,54
Número de Reynolds	Re	-	120084,57
Régimen		-	TURBULENTO
Factor de fricción	f	-	0,0189
Pérdida de carga unitaria		mCA/m	0,0222
Pérdidas de carga lineales		mCA	1,94
Pérdidas de carga singulares		mCA	0,71
Pérdidas de carga totales		mCA	2,65

Fuente: (Los Autores)

El cálculo de la pérdida total es de 2,65 mCA (metros Columna de Agua)

$$2,65\text{mCA} \approx 3,77\text{psi}$$

Tabla N°33: Calculo de pérdidas de presión al punto más lejano con tubería de 2 ½ in

Parámetros de diseño			
Fluido		-	Agua
Caudal		m ³ /h	45,4248
Material tubería		-	Acero inoxidable
Diámetro interior		mm	66,68
Presión inicial		bar rel	6,8
Temperatura		°C	10
Características del circuito			
Rugosidad absoluta	k	mm	0,03
Rugosidad relativa	k/D		0,00044991
Longitud	L	m	1,55
Codos 90°		u	2
Reducciones a 50% de sección		u	1
Longitud equivalente total	L _{eqTOT}	m	6,02

Características del fluido

Densidad	ρ	kg/m ³	999,770
Viscosidad dinámica	μ	Pa.s	1,76E-05
Viscosidad cinemática	n	m ² /s	1,76E-08

Características del flujo

Velocidad	v	m/s	3,61
Número de Reynolds	Re	-	13686502,58
Régimen		-	TURBULENTO
Factor de fricción	f	-	0,0164
Pérdida de carga unitaria		mCA/m	0,1632
Pérdidas de carga lineales		mCA	0,25
Pérdidas de carga singulares		mCA	0,73
Pérdidas de carga totales		mCA	0,98

Fuente: (Los Autores)

El cálculo de la pérdida total es de 3,96 mCA (metros Columna de Agua)

$$0,98 \text{ mCA} \approx 1,39 \text{ psi}$$

$$\text{TOTAL } 3,77 + 1,39 = 5,16 \text{ psi}$$

3.2.5 Resumen de resultados obtenidos

Tabla N°34: Total de pérdidas por fricción

Punto	EQUIPO	Área	CAUDAL (gpm)	PERDIAS (psi)	REFERENCIA
1	Gabinete Contra Incendios	Área de consultorios Polivalentes, Vacunación, Odontología	200	8.58	NFPA 14
2	Gabinete Contra Incendios	Farmacia, Oficinas Administrativas, Estadística	200	5,16	NFPA 14

Fuente: (Los Autores)

Tabla N°35: Resumen de pérdidas y presión total requerida

Punto	Equipo	Área	Presión mínima requerida (psi)	Perdidas por gravedad y estáticas (psi)	Pérdidas por fricción (psi)	Perdidas por flujo (psi)	Total, de Presión Requerida (psi)
1	Gabinete Contra Incendios	Área de consultorios Polivalentes, Vacunación, Odontología	100	7.74	8.58	5.24	113.82
2	Gabinete Contra Incendios	Farmacia, Oficinas Administrativas, Estadística			5,16	16.50	121.66

Fuente: (Los Autores)

De esta información se obtiene que el punto numero 2 requiere un caudal de 200 gpm y una presión de 121.66 psi, requisito necesario para un buen funcionamiento del Sistema Contra Incendios.

3.3 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO SEGÚN NFPA 20

3.3.3 Selección de la Potencia del Motor Del Sistema De Bombeo

Para la potencia del motor del Sistema contra Incendios es necesario la aplicación de la fórmula de la Potencia donde: $P = HB * Q * \rho * g$; (12)

- HB= Altura dinámica (m)
- Q = Caudal (m³/s)
- ρ es la densidad del fluido (1,000 kg/m³ en el caso del agua)
- g es la aceleración de la gravedad (generalmente se adopta: 9.81 m/s²)

$$P = HB * Q * \rho * g$$

$$P = 0.42 * 45,4248 * 1000 * 9,81$$

$$P = 18715.92 \text{ W}$$

$P_{real} = P_{teórica} / \text{eficiencia}$

Eficiencia=85%

$$P = 18715.92 \text{ W} / 0.85$$

$$P = 22018.73 \text{ W}$$

Conversión de W a HP

1 Watt = **0.0013** Caballos de fuerza

$$P = 29.52 \text{ HP}$$

3.3.4 Selección del tipo bomba

De los cálculos obtenidos conforme el resumen de resultado de pérdidas en la Tabla N°35 se establece una presión mínima de trabajo de 121.66 psi, y un caudal de 200gpm.

En este punto la NFPA 20 correspondiente a "Norma de instalación de bombas estacionarias contra incendios" estipula que la presión residual proporcionada por la bomba contra incendios principal no debe ser inferior al 65% de la presión residual nominal, y el caudal debe ser igual

al 150% del caudal nominal. En la posición de válvula cerrada, la presión no debe exceder el 140% de la presión nominal.

Las bombas centrífugas contra incendio deben tener una de las capacidades nominales gpm.

Tabla N°36: Capacidad de las Bombas Contra Incendios

Table 4.8.2 Centrifugal Fire Pump Capacities

gpm	L / min	gpm	L / min
25	95	1000	3785
50	189	1250	4731
100	379	1500	5677
150	568	2000	7570
200	757	2500	9462
250	946	3000	11355
300	1136	3500	13247
400	1514	4000	15140
450	1703	4500	17032
500	1892	5000	18925
750	2839		

Fuente: (Carvajal, 2017)

De los cálculos realizados se desprende que el mayor consumo de agua en los gabinetes contra incendios que es de 200 gpm.

De acuerdo con la Tabla 36, seleccione una bomba con un flujo nominal de 250 gpm a una presión de trabajo de 130 psi, la cual funcionara al 150% de la capacidad nominal y la presión nominal no excede el 140%.

La bomba que brinda estas cualidades es una bomba de incendios horizontal de carcasa partida



Figura N°34: Bomba Contra Incendios de Carcasa Partida

Fuente: (teisa.com.mx, 2021)

3.3.5 Diámetros de la succión y descarga

La selección del diámetro de los puertos de succión y descarga se basa en la Tabla 59, que pertenece a NFPA 20 edición 2016, y sugiere los diámetros mínimos de succión, puertos de descarga, tubería de alivio de presión y pruebas.

Tabla N°37: Tamaños mínimos de las tuberías

Pump Rating (gpm)	Suction a,b,c	Discharge a	Relief Valve	Relief Valve Discharge	Meter Device	Number and Size of Hose Valves	Hose Header Supply
25	1	1	3-abr	1	1 1/4	1 - 1 1/2	1
50	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1 - 1 1/2	1 1/2
100	2	2	1 1/2	2	2 1/2	1 - 2 1/2	2 1/2
150	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
200	3	3	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
250	3	3	2	2 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
300	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
400	4	4	3	5	4	2 - 2 1/2	4
450	5	5	3	5	4	2 - 2 1/2	4
500	5	5	3	5	5	2 - 2 1/2	4
750	6	6	4	6	5	3 - 2 1/2	6
1000	8	6	4	8	6	4 - 2 1/2	6
1250	8	8	6	8	6	6 - 2 1/2	8

1500	8	8	6	8	8	6 - 2 1/2	8
2000	10	10	6	10	8	6 - 2 1/2	8
2500	10	10	6	10	8	8 - 2 1/2	10
3000	12	12	8	12	8	12 - 2 1/2	10
3500	12	12	8	12	10	12 - 2 1/2	12
4000	14	12	8	14	10	16 - 2 1/2	12
4500	16	14	8	14	10	16 - 2 1/2	12
5000	16	14	8	14	10	20 - 2 1/2	12

Fuente: (Ybirma, 2019)

En esta tabla podemos observar que los diámetros mínimos determinados para la succión y descarga deben ser de 4”.

3.3.6 Selección de la potencia de la bomba jokey

La bomba jokey se utiliza para mantener la presión del sistema y evitar que la bomba principal funcione para reemplazar pequeñas fugas, su capacidad varía del 1% al 5% con respecto a la capacidad de la bomba principal, por lo tanto, el caudal de la bomba Jockey será de 10 gpm

La presión de la bomba Jockey será 10 psi menos que la de la bomba principal por lo tanto la será 120 psi



Figura N°34: Bomba Contra Incendios de Carcasa Partida

Fuente: (teisa.com.mx, 2021)

CAPITULO 4

4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA RED DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS SEGÚN NORMAS NFPA

4.1.1 Bomba según NFPA 20

La bomba adquirir deberá será de tipo carcasa partida de 250 gpm, impulsada por un motor eléctrico de 30 HP como mínimo. La brida de succión es de diámetro 3” y la descarga es en 3”, la altura dinámica de succión será de 130psi estará certificada por UL / FM.. Los materiales utilizados para las líneas de succión y descarga son:

- Tubería: Acero Negro ASTM A53 Gr. B SCH 40
- Accesorios: Acero Negro P/S SCH 40

Todas las uniones entre accesorios y tuberías se realizan mediante soldadura para proporcionar mayor rigidez a las uniones cuando se someten a cargas de golpe de ariete.

Todos los conductos por los que pasan los cables están empotrados en el suelo para evitar la entrada de agua y fuego. La conexión eléctrica del equipo se realiza con racores de conductos metálicos, flexibles y estancos y se conecta a la toma de tierra.

4.1.2 Bomba Jockey según NFPA 20

La bomba adquirir deberá será de tipo vertical multi-etapa, impulsada por un motor eléctrico de 1.5 HP, con un caudal de 10gpm, la altura dinámica será de 125 psi, estará certificada por UL / FM.

4.1.3 Tubería de succión

La instalación de la tubería de succión debe evitar la pérdida y acumulación de bolsas de aire, para no afectar el funcionamiento de la bomba.

La tubería de succión está compuesta por una válvula de compuerta de 3 pulgadas y estará certificada por UL / FM.

4.1.4 Tubería de descarga y accesorios

La línea de descarga se extiende de 3 "a 4" con diámetros reductores concéntricos colocados al revés. Debido a la reducción de emisiones, todas las emisiones se instalan en 4", la primera válvula instalada es una "válvula de check" o "válvula de antiretorno", que evita que la bomba cierre repentinamente las válvulas del sistema y provoque un golpe de ariete al desconectar el equipo de bombeo.

4.1.5 Instalación tableros controladores

La posición de instalación del tablero del controlador debe estar lo más cerca posible del motor que impulsa la bomba para evitar daños por el agua descargada de la bomba o la conexión de la tubería.

Cada panel está conectado a tierra y el cableado está protegido contra daños mecánicos y deberá ser impermeable.

4.1.6 Motor principal

El motor deberá tener una protección como mínimo IP-44 y aislamiento clase F.

- Potencia de 30HP mínimo.
- Velocidad de 3500 rpm mínimo
- Voltaje de 260/460VCA / Trifásico (3F) / Frecuencia 60Hz
- Factor de servicio 1.15
- Tipo de arranque: Estrella-Triangulo transición abierta.

4.1.7 Motor bomba jockey

El motor deberá tener una protección como mínimo IP-44 y aislamiento clase F.

- Potencia de 1.5 HP mínimo.
- Velocidad de 3500 rpm mínimo

- Voltaje de 208/230/460VCA / Trifásico (3F) / Frecuencia 60Hz
- Factor de servicio 1.15
- Tipo de arranque: Estrella-Triangulo transición abierta.

4.1.8 Válvulas (sólo EDS)

- a) Válvulas de corte. Todas las bombas llevarán en su impulsión una válvula de compuerta o mariposa.
- b) Válvulas de retención. Todas las bombas llevarán en su impulsión una válvula de retención.
- c) Válvulas de seguridad. Las bombas principales pueden llevar (según la norma que aplique) una válvula de seguridad en su impulsión, tarada en fábrica, para garantizar un caudal mínimo en caso de trabajar a válvula de corte en impulsión cerrada.

Se deberá conducir su salida hacia un drenaje adecuado para evitar daños a bienes o personas. No intercalar ninguna otra válvula.

4.1.9 Presostatos y manómetros (sólo EDS)

Cada equipo se suministra con los presostatos y manómetros necesarios para su correcto funcionamiento, como son:

- a) Un presostato de arranque y parada de la bomba Jockey
- b) Uno o dos presostatos de arranque por cada bomba principal
- c) Colocado en las derivaciones de los conos difusores de las bombas principales (si procede) un presostato para señal de presión al cuadro de control
- d) Manómetro(s) para indicar la presión en impulsión

4.2 PRUEBAS, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS SEGÚN NORMA NFPA

4.2.1 Pruebas

La NFPA estipula que después de que se complete la instalación de toda la red contra incendios, el representante del contratista debe realizar inspecciones y pruebas, que deben ser presenciadas por el propietario o su agente autorizado. Todos los defectos deben corregirse y el sistema puede ponerse en uso antes de que el personal del contratista finalmente abandone el lugar de trabajo.

a) Prueba hidrostática

Para garantizar la hermeticidad de la red de extinción de incendios, NFPA 24 instruye a todo el sistema de extinción de incendios para que se someta a una prueba de presión hidrostática a una presión de no menos de 200 psi durante 2 horas. Si la presión del sistema cae por debajo del límite establecido durante este período, significa que hay una o más fugas en la red de tuberías, las cuales deben ser corregidas y luego reiniciar la operación.



Figura N°35: Desarrollo de la prueba hidrostática

Fuente: (Firecontrol, 2021)

b) Curva de la bomba

La prueba consiste en dibujar una curva mientras la bomba está en funcionamiento, teniendo en cuenta las variables de flujo y presión. La capacidad nominal de la bomba se evaluó al 0%,

50%, 100% y 150%, se recirculó el agua al tanque de agua y se realizó la medición del caudal a través del Venturi instalado en la línea de prueba.

El propósito de esta prueba es asegurar que la bomba cumpla con los requisitos especificados por la NFPA y confirmar la curva emitida por el fabricante de la bomba.

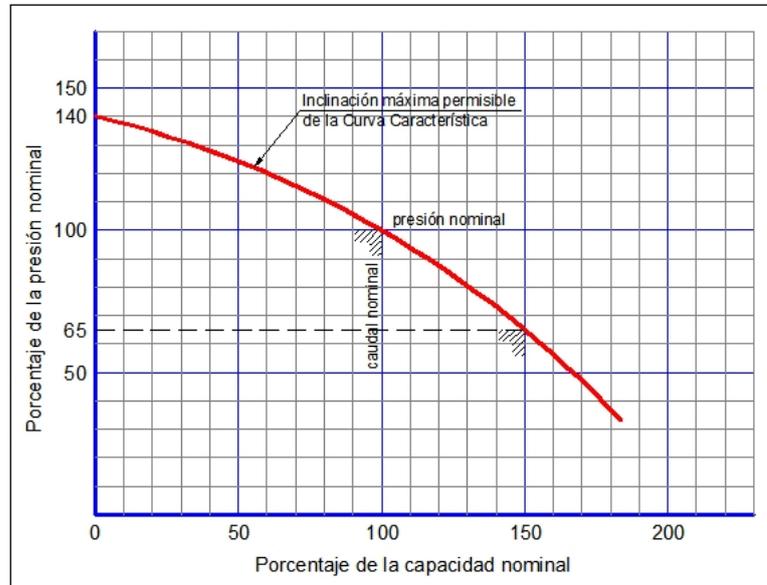


Figura N°36: Curva de funcionamiento de la bomba

Fuente: (Ybirma, 2019)

c) Válvulas

Cada válvula de control debe operarse manualmente en todo su rango y luego regresar a su posición normal. La válvula del vástago del elevador externo debe regresar un cuarto de vuelta desde la posición completamente abierta para evitar la restricción.

4.2.2 Inspección

a) Bomba de incendio

El propósito de la inspección es verificar que el equipo de la bomba esté en funcionamiento y que no esté dañado físicamente. Las siguientes observaciones visuales relacionadas deben realizarse cada semana.

La succión y descarga de las bombas y válvulas de paso están totalmente abiertas.

- La tubería está libre de filtraciones.

- La lectura del indicador de presión en la línea de succión es normal.
- La lectura del manómetro, indicador de presión de la línea del sistema es normal.
- El depósito de succión está lleno.
- Los filtros de succión del foso húmedo están sin obstrucciones y en su lugar.

b) Válvulas

De acuerdo con las normas NFPA aplicables, se permiten inspecciones mensuales de válvulas de bloqueo o de control. Después de realizar cualquier cambio o reparación, el propietario debe verificar que el sistema esté funcionando correctamente y que todas las válvulas estén en sus posiciones normales y estén debidamente selladas y cerradas. La inspección de la válvula debe confirmar que la válvula se encuentra en el siguiente estado:

1. En la posición normal abierta o cerrada
2. Debidamente sellada, cerrada o supervisada
3. Accesibles
4. Equipadas con la correspondiente llave inglesa
5. Libre de filtraciones externas
6. Provistas de la identificación apropiada

Todas las válvulas se deben inspeccionar semanalmente

c) Tuberías y mangueras

Los componentes de sistemas y mangueras deben inspeccionarse de manera visual como se especifica en la Tabla 38:

Tabla N°38: Componentes de verificación y acciones correctivas

INSPECCIÓN	COMPONENTE / PUNTO DE VERIFICACIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
CONECCIÓN DE MANGUERAS	Tapa faltante	Reemplazar
	Conexión de Manguera de incendio dañada	Reparar / Reemplazar
	Volante o Manija de Válvula faltante	Reemplazar
	Empaques de las tapas faltantes o averiados	Reemplazar
	Válvula con filtración	Cerrar o reparar
	Obstrucciones Visibles	Retirar
	Válvula manual que no opera fácilmente	Lubricar / Reparar
TUBERÍA	Tubería dañada	Reparar
	Válvulas de control dañadas	Reparar / Reemplazar
MANGUERAS	Moho, cortes, abrasiones y deterioros evidentes	Reemplazar con manguera listada, forrada y revestida
	Acople dañado	Reparar / Reemplazar
	Empaques faltantes o deteriorados	Reemplazar
	Manguera no conectada al niple del bastidor o válvula	Conectar

BOQUILLA DE MANGUERAS	Boquilla de manguera faltante	Reemplazar con boquilla listada
	Empaques faltantes o deteriorados	Reemplazar
	Boquilla no opera fácilmente	Reparar / Reemplazar
GABINETE	Revisar estado general para detectar partes corroídas o dañadas	Reparar / Reemplazar todo gabinete si es necesario
	Difícil de abrir	Reparar
	Puerta de gabinete no abre completamente	Reparar o mover obstrucciones
	Cerradura no funciona correctamente	Reparar / Reemplazar

Fuente: Los Autores

4.2.3 Mantenimiento

a) bomba de incendio

Se debe establecer un programa de mantenimiento preventivo para todos los componentes del equipo de bombas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Se deben llevar registros de todos los trabajos realizados en la bomba, impulsor, regulador y equipo auxiliar.

La norma NFPA establece que como mínimo se deberá realizar un mantenimiento obligatorio adicional al que recomiende el fabricante.

b) Válvulas

La varilla de trabajo de la válvula de varilla ascendente externa debe lubricarse anualmente. Luego, la válvula debe cerrarse completamente y volver a abrirse para probar su funcionamiento y dispensar lubricante.

c) Tuberías y mangueras

El equipo que no cumple con los requisitos de inspección o prueba debe repararse, volver a probarse o reemplazarse.

Esta tabla resume las tareas a realizar en el mantenimiento

Tabla N°39: Componentes de mantenimiento y Frecuencia

ELEMENTOS	FRECUENCIA
Válvulas de Control	Semanal / Mensual
Manómetros	Trimestral
Conexión de Mangueras	Anual
Tuberías	Anual
Gabinetes	Anual
Boquilla de Manguera	Anual y después de cada uso
Mangueras	Anual y después de cada uso

Drenaje principal	Anual
Dispositivos de flujo de agua	Trimestral/Semestral
Mangueras	5 años / 3 años
Prueba de Flujo	5 años
Prueba Hidrostática	5 años
Conexión de Mangueras	Anual
Válvulas de Control	Anual o cuando se requiera

Fuente: Los Autores

CAPITULO 5

COSTOS DE LA PROPUESTA

Este capítulo cubre todos los costos necesarios para la implementación del proyecto. Especificando los costos directos, incluida la mano de obra directa, el equipo a instalarse, los materiales consumibles y otros suministros necesarios para implementar e implementar el sistema de protección contra incendios.

En el mercado local se obtuvo las cotizaciones de dos proveedores las cuales se detallan a continuación:

Tabla N°40: Cuadro comparativo de precios obtenidos en el mercado

Detalle	Cant.	PROFORMA 4589474-57		PROFORMA 0001039	
		Valor Unitario	Valor Total	Valor Unitario	Valor Total
Bomba Principal Tipo carcasa partida horizontal de un impulsor Caudal: 250 gpm Altura Dinámica Total: 130 psi Manómetro en la descarga Manovacuómetro en la succión Válvula de aire Válvula de alivio de la carcasa	1	\$26.588,40	\$26.588,40	\$24.800,00	\$24.800,00
Motor Eléctrico Potencia: 40 HPs Velocidad: 3560 rpm Voltaje: 230/460 VCA / 3F / 60HzFactor de servicio: 1,15					
Controlador Eléctrico del Motor de la Bomba Principal Nivel de protección: Nema 4Voltaje: 230 VCA / 3F / 60 Hz Potencia a controlar: 40 HPs Transductor de Presión: 0-500 psi Certificación UL & FM					
Bomba Jockey Centrífuga tipo vertical multi-etapas Caudal: 10 gpm Altura Dinámica Total: 125 psi Potencia Motor: 1,5 HPs Velocidad Motor: 3500 rpm Voltaje: 208-230/460 VCA / 3F / 60 Hz Válvula de alivio 1/2"					
Controlador Eléctrico del Motor de la Bomba Jockey Nivel de protección: Nema 4Voltaje: 230 VCA / 3F / 60 Hz Potencia a controlar: 1,5 HPs Transductor de Presión: 0-600 psi					

Diagrama & Manual de Operación					
Accesorios Reductor excéntrico bridado ANSI 125 4x3" (succión bomba principal) Incrementador concéntrico bridado ANSI 125 2.5x3" (descarga bomba principal) Flujómetro 4" / 250 gpm / conexiones ranuradas					
Calibración & Arranque	1	\$402,50	\$402,50		
Transporte para entrega del sistema en el lugar de la obra (Lasso - Cotopaxi)	1	\$150,00	\$150,00	\$5.800,00	\$5.800,00
Pruebas conforme la norma NFPA 20	1	No Detalla	No Detalla	\$1.500,00	\$1.500,00
TOTAL			\$27.140,00		\$32.100,00

Fuente: Los Autores

4.3 COSTOS DIRECTOS

a) Equipos y accesorios

Tabla N°41: Costos de equipos accesorios

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Bomba Principal Tipo carcasa partida horizontal de un impulsor Caudal: 250 gpm Altura Dinámica Total: 130 psi Manómetro en la descarga Manovacuómetro en la succión Válvula de aire Válvula de alivio de la carcasa	1	\$24.800,00	\$24.800,00
Motor Eléctrico Potencia: 40 HPs Velocidad: 3560 rpm Voltaje: 230/460 VCA / 3F / 60Hz Factor de servicio: 1,15			
Controlador Eléctrico del Motor de la Bomba Principal Nivel de protección: Nema 4 Voltaje: 230 VCA / 3F / 60 Hz Potencia a controlar: 40 HPs Transductor de Presión: 0-500 psi Certificación UL & FM Diagrama & Manual de Operación			
Bomba Jockey Centrífuga tipo vertical multi-etapas Caudal: 10 gpm Altura Dinámica Total: 125 psi Potencia Motor: 1,5 HPs Velocidad Motor: 3500 rpm Voltaje: 208-230/460 VCA / 3F / 60 Hz			

Válvula de alivio 1/2"			
Controlador Eléctrico del Motor de la Bomba Jockey Nivel de protección: Nema 4 Voltaje: 230 VCA / 3F / 60 Hz Potencia a controlar: 1,5 HPs Transductor de Presión: 0-600 psi Diagrama & Manual de Operación			
Accesorios Reductor excéntrico bridado ANSI 125 4x3" (succión bomba principal) Incrementador concéntrico bridado ANSI 125 2.5x3" (descarga bomba principal) Flujómetro 4" / 250 gpm / conexiones ranuradas			
TOTAL			\$\$24.800,00

Fuente: Los Autores

b) Costos de mano de obra y transporte

Tabla N°42: Costos de mano de obra y transporte

Detalle	Cant.	Valor Unitario	Valor Total
Calibración & Arranque	1	\$5.800,00	\$5.800,00
Transporte para entrega del sistema en el lugar de la obra (Lasso - Cotopaxi)			
TOTAL			\$5.800,00

Fuente: Los Autores

c) Costos de ingeniería

Tabla N°43: Costos de ingeniería

Detalle	Cant.	Valor Unitario	Valor Total
Pruebas conforme la norma NFPA 20	1	\$1.500,00	\$1.500,00
Documentación Planos y Certificados	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Imprevistos	1	\$ 200,00	\$ 200,00
TOTAL			\$1.900,00

Fuente: Los Autores

d) Total Costos Directos

Tabla N°44: Costos totales directos

Descripción	Costos
Costos de equipos y accesorios	\$ 24.800,00
Costos de mano de obra y transporte	\$ 5.800,00
Costos de ingeniería	\$ 1.900,00
TOTAL	\$ 32.500,00

Fuente: Los Autores

4.4 COSTOS INDIRECTOS

a) Ejecución de la Tesis

Tabla N°45: Costos de ejecución de tesis

Detalle	Cant.	Valor Unitario	Valor Total
Resmas de papel	3	\$ 5,00	\$ 15,00
Impresiones de planos	30	\$ 1,50	\$ 40,00
Tóner de impresora	1	\$ 90,00	\$ 90,00
Internet	300	\$ 0,45	\$ 135,00
Útiles de oficina	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Mascarillas	20	\$ 1,50	\$ 30,00
TOTAL			\$ 330,00

Fuente: Los Autores

b) Simulaciones

Tabla N°46: Costos de simulaciones

Detalle	Cant.	Valor Unitario	Valor Total
Simulación del diseño	1	\$ 250,00	\$ 250,00
Aplicación de la matriz de riesgo de carga térmica ponderada	12	\$ 10,00	\$ 120,00
TOTAL			\$ 370,00

Fuente: Los Autores

c) Movilización y varios

Tabla N°47: Costos de movilizaciones y varios

Detalle	Cant.	Valor Unitario	Valor Total
Movilización y transporte	30	\$ 1,00	\$ 30,00
Alimentación	30	\$ 3,00	\$ 90,00
Alquiler de equipos (Distanciómetro, Multímetro)	2	\$ 100,00	\$ 200,00
TOTAL			\$ 320,00

Fuente: Los Autores

d) Total Costos Indirectos

Tabla N°48: Costos totales indirectos

Descripción	Costos
Ejecución de la tesis	\$ 330,00
Simulación	\$ 370,00
Movilización y varios	\$ 320,00
TOTAL	\$ 1.020,00

Fuente: Los Autores

4.5 TOTAL DE COSTOS DE LA PROPUESTA

Tabla N°49: Costos totales de la propuesta

Descripción	Costos
Costos Directos	\$ 32.500,00
Costos Indirectos	\$ 1.020,00
TOTAL	\$ 33.520,00

Fuente: Los Autores

4.6 ANÁLISIS DE LA DEPRECIACIÓN

Para el análisis de la depreciación se considera la normativa legal vigente que rige para las instituciones públicas establecidas en la **NORMATIVA DE CONTABILIDAD GUBERNAMENTAL** establecida en su numeral 3.1.5.12:

“Método de Cálculo de la depreciación.

La cuota de depreciación proporcional de bienes muebles destinados a actividades administrativas y las correspondientes a proyectos o programas de inversión, se determinará aplicando el método de línea recta, sobre la base de la siguiente fórmula:”

$$CDP = \frac{\text{Valor Contable (-) Valor residual}}{\text{Vida útil estimada (años)}}$$

CDP = Cuota de Depreciación Proporcional.

n = Número de días o meses, contados a partir del inicio de su utilización.

Con estos antecedentes el tiempo para la devaluación de los equipos instalados será de 10 años correspondiente a la partida de maquinaria y equipo de larga duración, al igual el valor residual se establece en un valor del 10% del costo del activo en tal razón se tendría los siguientes datos.

Tabla N°50: Costos de depreciación

AÑOS	DEPRECIACION ANUAL	DEPRECIACION TOTAL	VALOR EN LIBROS
2021	\$0,00	\$0,00	\$32.500,00
2022	\$2.925,00	\$2.925,00	\$29.575,00
2023	\$2.925,00	\$5.850,00	\$26.650,00
2024	\$2.925,00	\$8.775,00	\$23.725,00

2025	\$2.925,00	\$11.700,00	\$20.800,00
2026	\$2.925,00	\$14.625,00	\$17.875,00
2027	\$2.925,00	\$17.550,00	\$14.950,00
2028	\$2.925,00	\$20.475,00	\$12.025,00
2029	\$2.925,00	\$23.400,00	\$9.100,00
2030	\$2.925,00	\$26.325,00	\$6.175,00
2031	\$2.925,00	\$29.250,00	\$3.250,00

Fuente: Los Autores

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

- Conforme al análisis realizado al Centro de Salud Tipo C Lasso de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, cuenta con un sistema contra incendios defectuoso el mismo que no permite actuar al personal que labora en el mencionado establecimiento de manera oportuna y adecuada en caso de suscitarse un incendio.
- El personal que labora en el Centro de Salud Tipo C Lasso de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, puede contar con los conocimientos para actuación ante emergencias, pero por falta de funcionalidad de los equipos contra incendios no permite que actúen de manera oportuna, teniendo que esperar la asistencia de los entes de emergencia más cercanos.
- El presente proyecto de titulación es una referencia para el Centro de Salud Tipo C Lasso de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, mejore sus instalaciones hidráulicas del sistema contra incendios, el que dispone los requisitos mínimos a cumplir con el diseño, con el objetivo de garantizar un óptimo nivel de protección para el personal que labora, visitantes y equipos con los que cuenta la mencionada institución, frente a los riesgos potenciales que puede causar un incendio
- Se determinó que el Centro de Salud Tipo C Lasso de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, tiene un Riesgo de Incendio Ordinario conforme lo establece la norma NFPA, los incendios Tipo A y C predominaron en el análisis, por lo que se seleccionó CO2 para incendios incipientes y agua para incendios en etapa de desarrollo.
- Realizados los cálculos hidráulicos en el punto más lejano y el punto con mayor riesgo se determina que los gabinetes contra incendios son los que generan mayor consumo de agua, con una demanda de 200gpm.
- La capacidad de bombeo para todo el sistema contra incendios se seleccionó en base a gabinetes contra incendios tipo II, en este sentido se determinó que la TDH de la bomba tiene una caída de presión que es igual a 121 psi, y se seleccionó una bomba horizontal de carcasa partida cuya capacidad nominal es de 250gpm@130psi normada UL/FM, e impulsada por un motor eléctrico de 30HP como mínimo.
- Se puede apreciar que los costos para la implementación de sistemas contra incendios son costosos, pero en el caso de que existiera un evento peligroso con fuego, este sistema ayudaría a reducir los costos que se pueden generar por los daños ocasionados por el incendio.

- Se puede evidenciar que para el diseño del sistema contra incendios es necesario la aplicación de la norma NFPA, misma que da los parámetros mínimos para los cálculos del diseño y obtención de resultados definitivos acorde a la realidad de cada estudio.

RECOMENDACIONES

- Implementar todos los equipos para la reducción de riesgos de incendios y pronta actuación ante un evento peligroso con fuego.
- Es necesario tomar conciencia sobre la importancia que tienen los sistemas contra incendios en el Centro de Salud Tipo C Lasso de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, por ende, es indispensable realizar los correctivos necesarios para su buen funcionamiento y posterior realizar las inspecciones y mantenimientos para la prolongación de la vida útil del equipo.
- Debido a la actual situación de emergencia mundial (COVID-19), que se vive es necesario mantener todos los sistemas preventivos funcionales, para atenuar los riesgos inherentes a los trabajos diarios del personal que labora en el Centro de Salud Tipo C Lasso de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, teniendo una acción inmediata activa para el control de la emergencia que podría suscitarse en el establecimiento.
- Se debe capacitar constantemente al personal que labora Centro de Salud Tipo C Lasso de la dirección distrital 05D01 Latacunga Salud, formando las brigadas contra incendios en los diferentes turnos, ya que esto ayudaría a disminuir las posibles pérdidas humanas y económicas a causa de un incendio.
- Mantener todos los sistemas de detección y alerta de incendios operativos debido a que en el momento de la inspección estos se encontraban desactivados.

GLOSARIO

- ASTM.-Sociedad Americana de Prueba de Materiales
- CO₂.-Dióxido de carbono.
- D.-Diámetro
- G.-Gravedad.
- GPM.-Galones por minuto.
- NFPA 10.-Norma para Extintores portátiles contra incendios.
- NFPA 14.-Norma para la instalación de Sistemas de tuberías vertical y mangueras.
- NFPA 20.-Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección de incendio
- NFPA 22.-Norma de depósitos de agua para protección de incendio.
- NFPA 24.-Norma para la instalación de tuberías para el sector privado contra incendio y sus accesorios.
- NFPA 25.-Norma para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas hidráulicos de protección contra incendios.
- NFPA 70.-Norma para los requisitos de Seguridad Eléctrica de los empleados en los lugares de trabajo.
- NFPA.-Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Organization of Standardization).
- PQS.-Polvo químico seco.

BIBLIOGRAFÍA

- National Fire Protection Association. (Abril de 2007). *slideshare.net*. Obtenido de slideshare.net: https://es2.slideshare.net/JJMMSSVV/nfpa-14-instalacin-de-sistemas-de-tubera-vertical-y-de-mangueras-edicin-2007?from_action=save
- Carvajal, F. G. (04 de Septiembre de 2017). *anraci.org*. Obtenido de anraci.org: <https://anraci.org/wp-content/uploads/2017/09/4.-Modelo-de-Presentaci%C3%B3n-ANRACI-Bombas-Contra-Incendio-NFPA-20.pdf>
- Ecuatepi. (Febrero de 2021). *ecuatepi.com*. Obtenido de ecuatepi.com: <http://www.ecuatepi.com/articulo-sistemas-seguridad-accesorios-equipos-bomberos-rescate-industrial-quito-cuenca-guayaquil-ecuador.php?recordID=114>
- Illescas, A. M. (Noviembre de 2017). *repositorio.uees.edu.ec*. Obtenido de repositorio.uees.edu.ec: <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2001/1/Tesis%20Completa%20SCI%20Andr%C3%A9s%20Bermeomgc.pdf>
- León, N. B. (12 de Noviembre de 2007). *dspace.espol.edu.ec*. Obtenido de dspace.espol.edu.ec: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2402/1/4742.pdf>
- PONGUILLO, O. A. (2015). *DISEÑO, CONSTRUCCION E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LA NUEVA PLANTA IMPTEK-CHOVA DEL ECUADOR S.A. BAJO NORMAS NFPA*. SANGOLQUI.
- SOTELO, J. (Diciembre de 2016). *nfpajla*. Obtenido de <https://www.nfpajla-digital.org/nfpajla/201612sp/MobilePagedArticle.action?articleId=1112230#articleId1112230>
- teisa.com.mx. (2021). *teisa.com.mx*. Obtenido de teisa.com.mx: <https://teisa.com.mx/bomba-de-carcasa-bipartida-picsa/>
- Ybirma, L. (Abril de 2019). *fuegoygasingeneria.com*. Obtenido de fuegoygasingeneria.com: <https://fuegoygasingeneria.com/blog/2019/04/28/bombas-contra-incendio-tuberia-de-succion/>
- Asociacion Nacional Contra el Fuego,(NFPA). (2018). *Protección activa*. latinoamerica.
- Alvarez, L. W. (2015). *Codigo de Seguridad Humana NFPA 101*.
- Asociación Nacional Contraincendios (NFPA-10) Extintores Portátiles. (2018). *Extintores*. Estados Unidos: NFPA.

- Association, N. F. (s.f.). *slideshare.net*. Obtenido de slideshare.net:
https://es2.slideshare.net/JJMMSSVV/nfpa-14-instalacin-de-sistemas-de-tubera-vertical-y-de-mangueras-edicin-2007?from_action=save
- Carvajal, F. G. (04 de Septiembre de 2017). *anraci.org*. Obtenido de anraci.org:
<https://anraci.org/wp-content/uploads/2017/09/4.-Modelo-de-Presentaci%C3%B3n-ANRACI-Bombas-Contra-Incendio-NFPA-20.pdf>
- DEMSA. (2020). *Seguridad Contra Incendios*. Argentina.
- Domínguez, A. J. (2004). *Auxiliares de Seguridad de la Junta de Andalucía*. Sevilla: Mad, S.L.
- Ecuatepi. (s.f.). *ecuatepi.com*. Obtenido de <http://www.ecuatepi.com/articulo-sistemas-seguridad-accesorios-equipos-bomberos-rescate-industrial-quito-cuenca-guayaquil-ecuador.php?recordID=114>
- Editor Al Dia Online. (Febrero de 2019). *aldiaonline*. Obtenido de <https://aldiaonline.com/?p=106748>
- El Insignia. (2017). *Esatur Servicios*. Obtenido de Esatur Servicios:
<https://esaturservicios.wordpress.com/2012/12/21/vocabulario-utilizado-en-el-cuerpo-de-bomberos-v/>
- Esparza, F. (2002). *El Fuego o Combustión*. Cordovilla: Bomberos de Navarra.
- Fajardo, S. d. (2010). *Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios NFPA 24*.
- Ministerio de Seguridad Social;. (2015). *Riesgos de Incendio Prevencion y Extinción*. España: 0Egarsat.
- Narvárez, S. d. (2002). *NFPA 25 Norma para Inspeccion, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua*. Bogotá: Organización Iberoamerica de Protección Contra Incendios OPCI .
- Palacio, E. (2019). *Seguridad y salud en el trabajo. 7 pasos para la implementación práctica y efectiva en prevención de riesgos laborales en SG-SST: Modelo de intervención para cero pérdidas.Manual práctico (No. 2)*. Ediciones de la U.
- Pirro, L. W. (2007). *Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendos NFPA 20*.
- PONGUILLO, O. A. (2015). *DISEÑO, CONSTRUCCION E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LA NUEVA PLANTA IMPTEK-CHOVA DEL ECUADOR S.A. BAJO NORMAS NFPA*. SANGOLQUI.

- REUTERS. (25 de NOVIEMBRE de 2012). *El País*. Obtenido de El País: https://elpais.com/internacional/2012/11/25/actualidad/1353822151_461933.html
- Seguridad, S. P. (31 de 03 de 2017). *Tipos de Extintores para cada Tipo de Incendio*. Obtenido de Tipos de Extintores para cada Tipo de Incendio: <http://www.solerprevencion.com/instalacion/tipos-de-extintores-incendio/>
- Servicios de Salud y Prevención de Riesgos. (Febrero de 2021). *Dirección General de Función Pública*. Obtenido de Dirección General de Función Pública: <http://ssprl.juntaex.es/ssprl/web/guest/medios-de-extincion-de-incendios>
- Solerprevencion. (31 de Marzo de 2017). *Solerprevencion*. Obtenido de <http://www.solerprevencion.com/instalacion/tipos-de-extintores-incendio/>
- SOTELO, J. (s.f.). *nfpajla*. Obtenido de <https://www.nfpajla-digital.org/nfpajla/201612sp/MobilePagedArticle.action?articleId=1112230#articleId1112230>
- TorresAndrade, F. (2018). *Norma NFPA 10-extintores portatiles contra incendios*.

ANEXOS

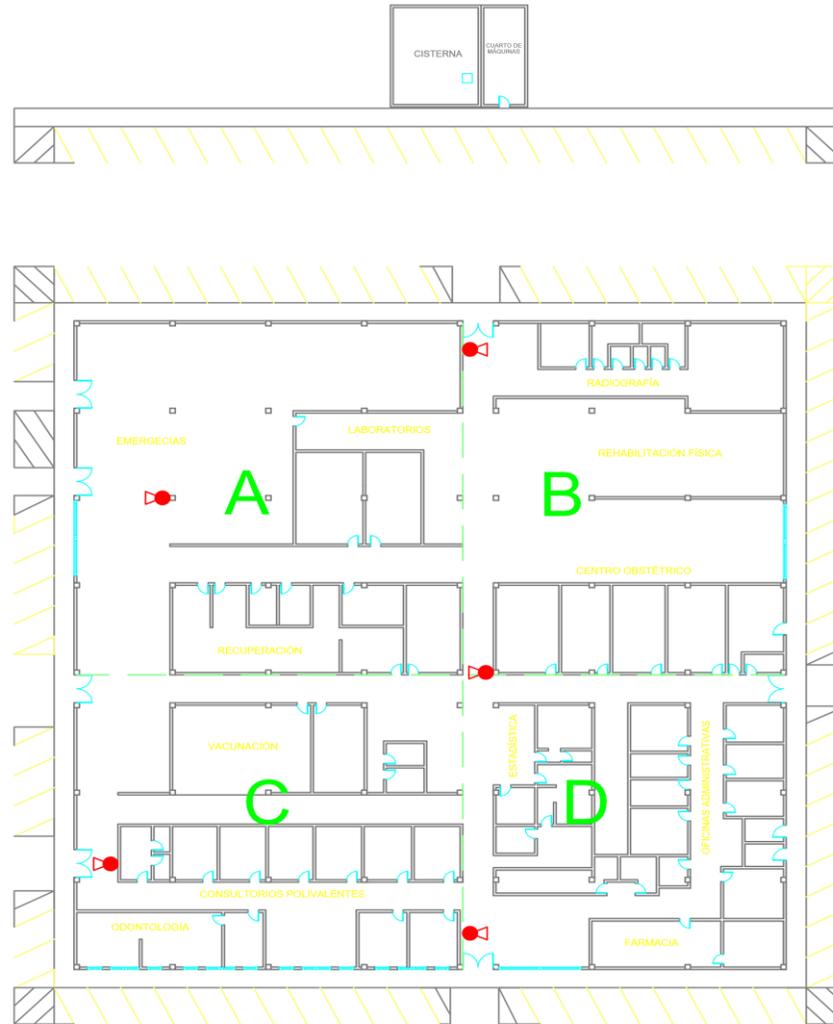
ANEXO A

DISTRIBUCION DE LOS EXTINTORES PORTÁTILES CONTRA INCENDIOS

DISTRIBUCIÓN DE LOS EXTINTORES PORTÁTILES CONTRA INCENDIOS

SIMBOLOGÍA		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
	EXTINTOR CO2 10 LBS.	

En el estudio se indican los requerimientos mínimos necesarios conforme a la **NORMATIVA NFPA 10**, donde se indica que los extintores portátiles son un medio primario para controlar incendios de tamaño limitado. Para este caso, por medio de los cálculos realizados en cada uno de los cuadrantes divididos por áreas y los tipos de riesgos que existen de por medio, se optó por usar 5 extintores portátiles de CO2 ubicados en los sitios estratégicos como son cerca en las salidas del subcentro de salud y en el caso del cuadrante D donde el riesgo era mas alto que en los otros cuadrantes se ubicó un extintor portátil en el pasillo de esa área.



ANEXO C

COTIZACIÓN DEL EQUIPO PARA EL REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA
INCENDIOS – GENERAL ENGINEERING

Carlos Larco
Frey Leonardo Murialdo LT27 y Av. Real Audiencia
2 581-230 / 09-87111709
gerencia_proyectos@ingenieria-ge.com
QUITO - ECUADOR

R.U.C. 1723078018001
PROFORMA
Nº 0001039

FECHA: 24 de Febrero del 2020

DATOS DEL CLIENTENOMBRES: Guillermo Chacon

RUC/CED: _____

DIRECCIÓN: _____

TELF.: 0987674018**DATOS DE PROFORMA**Condiciones de pago : 70% de adelanto 30% contra entrega

Observaciones : _____

CANT.	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	4x3 VIP VERTICAL INLINE UL-FM APPROVED CLOCKWISE ROTATION DESIGN: 250 GPM 120 PSI 185 TDH 3520 RPM SUCTION-125# FLG		
1	MOTOR/CONTROLLER FAC. CHOICE, 25.0 H/P, 3520 RPM, 3 PHASE, 60 CYCLE, 230 VOLT, OPEN DRIPPROOF MOTOR, FRAME-256JPV WYE DELTA - OPEN UL LABELED 1.15SF		
1	FIRETROL MODEL-FTA1300-AM25A COMBINED MANUAL AND AUTOMATIC FIRE PUMP CONTROLLER WYE DELTA - OPEN, FLOOR MOUNT RATED FOR 3 PHASE, 60 CYCLE, STANDARD AIC 230 VOLT, 25.0 H/P OPERATION, NO TRANSFER SWITCH		
1	PUMP ACCESSORIES SET S/D GAUGES, STANDARD 300 LBS W/ GAUGE COCKS		
1	3/4" CASING RELIEF VALVE, 175#		
1	FLOW METER GVI 4-300-G 4.0 IN		
1	3 X 4 CONCENTRIC DISCHARGE INCREASER DISCHARGE-125# FLG JOCKEY PUMP		
1	PATTERSON-PM MODEL-PM1-1702360-T JOCKEY PUMP RATED FOR 10 GPM, 135 PSI, 2 HP, 3450 RPM 3 PHASE, 60 CYCLE, 230 VOLT TEFC ENCLOSURE		
1	UL APPROVED JOCKEY PUMP CONTROLLER FIRETROL MODEL-FTA350F-AG002A FOR 3 PHASE, 60 CYCLE, 230 VOLT 2 HP OPERATION WITHOUT PRESSURE RECORDER WITHOUT RUNNING PERIOD TIMER ONE LOT SHIPMENT		
GLB	MATERIALES DE INSTALACIÓN HIDRAULICA Y ELECTRICA APROXIMADOS (RELIQUIDABLES).	19000,00	19000,00
GLB	MANO DE OBRA TRANSPORTE ISAJE IMPLANTACIÓN, INSTALACIÓN ELECTRICA HIDRAULICA.	5800,00	5800,00
GLB	PRUEBAS SAT(HIDROSTATICAS, PRUEBA SIN FLUJO, PRUEBA CON FLUJO MANUAL Y AUTOMATICO) NFPA 25,8 2020.	5800,00	5800,00
		1500,00	1500,00
		SUBTOTAL	32.100,00
		DSCTO 0%	0,00
		I.V.A. 0%	0,00
		I.V.A. 12 %	3.852,00
		TOTAL USD \$	35.952,00
_____	_____		
FIRMA AUTORIZADA	FIRMA CLIENTE		

ANEXO D

COTIZACIÓN DEL EQUIPO PARA EL REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS – GENERAL ENGINEERING



CLIENTE: SR GUILLERMO CHACÓN
 DIRECCIÓN: LASSO CENTRO
 FECHA: FEB-23-2021

PROFORMA No. 4585474-57
 TELEFONO: +593-983674618
 PROYECTO: SISTEMA CONTRA INCENDIOS NFPA 20

ITEMS	DESCRIPCION	CANTIDAD	V. UNIT	V. TOTAL
1	SISTEMA CONTRA INCENDIOS NFPA 20	1	26585,80	26585,80
ESPECIFICACIONES Y COMPONENTES				
Bomba Principal Marca: FAYATINA Nigusa (procedencia USA) Tipo carcasa partida horizontal de un impulsor Caudal: 250 gpm Altura Dinámica Total: 130 psi Manómetro en la descarga Manovacómetro en la succión Válvula de aire Válvula de alivio de la carcasa Manual de mantenimiento				
Motor Eléctrico Potencia: 45 HPs Velocidad: 3500 rpm Voltaje: 230/460 VCA / 3F / 60Hz Factor de servicio: 1,33 Tipo de arranque: Estrella-Triángulo transición abierta				
Controlador Eléctrico del Motor de la Bomba Principal Nivel de protección: Nema 4 Voltaje: 230 VCA / 3F / 60 Hz Potencia a controlar: 40 HPs Transductor de Presión: 0-500 psi Certificación UL & FM Diagrama & Manual de Operación				
Bomba Isotlay Marca: FAYATINA Nigusa (procedencia USA) Centrífuga tipo vertical multi-etapas Caudal: 10 gpm Altura Dinámica Total: 125 psi Potencia Motor: 1,5 HPs Velocidad Motor: 3500 rpm Voltaje: 208-230/460 VCA / 3F / 60 Hz Válvula de alivio 1/2"				
Controlador Eléctrico del Motor de la Bomba Isotlay Nivel de protección: Nema 4 Voltaje: 230 VCA / 3F / 60 Hz Potencia a controlar: 1,5 HPs Transductor de Presión: 0-600 psi Incluye: Minimum run period timer Diagrama & Manual de Operación				
Accesorios - Reductor excéntrico brido ANSI 125 4x3" (succión bomba principal) - Incrementador concéntrico brido ANSI 125 2.5x3" (descarga bomba principal) - Regulómetro 4" / 250 gpm / conexiones ranuradas				
2	Calibración & Arranque (día x 1 técnico)	1	402,50	402,50
3	Transporte para entrega del sistema en el lugar de la obra (Lasso - Cotacachi)	1	150,00	150,00

Forma de pago: 50% Anticipo, 40% Contra Entrega (se requiere firma de contrato para la adquisición)
 Tiempo de entrega: 10-18 semanas a partir de la entrega del anticipo y firma del contrato
 Validez de la oferta: 15 días
 Garantía Técnica: 12 meses
 N/AI:
 - Se requiere realizar una inspección técnica previa para definir la adquisición del sistema, la presente cotización es en función de los datos proporcionados por el cliente
 - No se incluye el costo de montaje e instalación del sistema
 - No se incluye trabajos de obra civil ni maquinaria requerida para el montaje
 - No se incluyen materiales ni accesorios para la conexión del sistema

SUBTOTAL	27140,80
IBV IVA	
IVA 12%	3256,83
TOTAL	30397,63

HIDROSOLUCIÓN
 SISTEMAS DE AGUA POTABLE
 RUC: 0502042609001
 TELF.: 2664 292 - 0998 048 358