

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS DEL
HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO CATÓLICO DE
CUENCA SEDE AZOGUES, CONFORME LA NORMATIVA
NFPA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

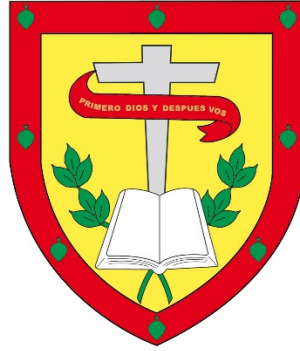
AUTOR: ANDREA GABRIELA CARPIO FLORES

DIRECTOR: ING. SANTIAGO AURELIO OCHOA GARCIA. PhD.

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS DEL HOSPITAL
GENERAL UNIVERSITARIO CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES,
CONFORME LA NORMATIVA NFPA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

AUTOR: ANDREA GABRIELA CARPIO FLORES

DIRECTOR: ING. SANTIAGO AURELIO OCHOA GARCIA. PHD.

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Andrea Gabriela Carpio Flores portadora de la cédula de ciudadanía N° 0105509996. Declaro ser la autora de la obra: "Evaluación del Sistema Contra incendios del Hospital General Universitario Católico de Cuenca sede Azogues, conforme la normativa NFPA", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

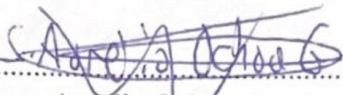
Cuenca, 28 de septiembre de 2023

F: 

Andrea Gabriela Carpio Flores
0105509996

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Santiago Aurelio Ochoa García, certifico que el presente trabajo de titulación fue ejecutado por la estudiante Andrea Gabriela Carpio Flores bajo mi dirección.

F: 
Santiago Aurelio Ochoa García

0104158142

DEDICATORIA

Mi proyecto de titulación lo dedico, primero a Dios y a la Virgen María Auxiliadora por darme la fuerza y la sabiduría para no rendirme nunca y salir adelante a pesar de todos los obstáculos que se me presentaron.

De manera muy especial va dedicado a mis padres Javier Carpio y Ximena Flores quienes fueron mi pilar fundamental y mi apoyo durante toda mi carrera, ellos siempre pusieron su confianza en mí y sabían que iba a cumplir con el sueño de ser Ingeniera, nada sería posible sin su amor y cariño. El camino fue complejo y difícil varias veces me caí, pero sus palabras de aliento me ayudaron a levantarme para hoy poder decirles con mucha emoción y lágrimas que lo logré, cumplí mi sueño de ser Ingeniera Civil.

A mi hermana Belén y mi hermano Mauricio que siempre fueron mi motivo para salir adelante y luchar para ser un buen ejemplo para ellos. Entre risas y bromas me supieron apoyar para no rendirme y ser una buena persona.

De igual manera les dedico a mis abuelitos que con cariños les digo Papi Papey, Mami Ruth, Mami Lola, Ñaña Luz, quienes en todo momento me apoyaron en mis estudios, siempre estuvieron preocupados y al pendiente de que todo me esté yendo bien. Sus consejos y palabras de aliento me ayudaron a seguir luchando por mis sueños y nunca rendirme.

A mis tíos, tías, primos y en general a toda mi familia que de una u otra forma me ayudaron a culminar con esta etapa de mi vida para que yo siga forjándome para ser una excelente profesional.

Desde el cielo tuve a mis dos ángeles Papi Cachi y Camila Carpio que siempre estuvieron cuidándome y protegiéndome de que nada malo me pasara, esto va dedicado para ustedes con mucho cariño, sé que, de donde estén, se sentirán muy orgullosos de la persona que soy ahora.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mis padres que desde el primer día que ingrese la Universidad me apoyaron sabiendo que el camino no sería nada fácil, siempre que me veían derrotada, me motivaban a no rendirme.

A mi tío Ing. Miguel Carpio quien me apoyo en el proceso de la tesis, gracias a su ayuda y conocimiento se hizo realidad el desarrollo de este gran proyecto.

A mi tutor Ing. Santiago Ochoa y cotutor Ing. Carlos Cordero quienes fueron las personas que me dieron la oportunidad de desarrollar este gran proyecto, gracias a su apoyo culminé favorablemente y ahora mi proyecto de titulación será muy útil para futuros estudiantes, profesionales y para la sociedad en general, poder conocer la normativa NFPA.

Agradezco de todo corazón a todas aquellas personas que con su cariño y aprecio me guiaron en este camino y me enseñaron varias cosas para la vida y el estudio.

RESUMEN

El proyecto de titulación se enfoca en realizar una evaluación del sistema contraincendios del Hospital Universitario Católico Cuenca sede Azogues donde se aplicará la normativa NFPA (National Fire Protection Association) para elaborar un diagnóstico del estado actual del sistema contraincendios, a partir de los resultados obtenidos se propondrá una metodología para mejorar su sistema en el caso que lo amerite.

Se presenta un diagrama de flujo que describe los pasos necesarios para aplicar correctamente la normativa NFPA y obtener un sistema contraincendios eficiente. Para analizar las obligaciones relacionadas con los principios hidráulicos, se ha desarrollado una programación utilizando Visual Basic y Excel para automatizar el proceso de obtención de los resultados requeridos para el sistema. Esta programación permite calcular la cantidad óptima de rociadores necesarios en cada área de estudio, analizando también el caudal y la presión requerida en las tuberías, considerando las pérdidas por conexiones y longitud, para garantizar un flujo de agua adecuado por las tuberías de distribución y posteriormente llegue a los rociadores. Además, se lleva a cabo un análisis de la distribución de los extintores, a pesar de no ser el enfoque principal del proyecto. Sin embargo, dada su relevancia como elemento fundamental en el cumplimiento de las normas de seguridad, su inclusión en el estudio se considera imprescindible.

Finalmente se presentan recomendaciones que se deben considerar al momento de diseñar el sistema contraincendios para cual tipo de edificación de acuerdo con la normativa municipal.

Palabras clave: NFPA, sistema contraincendios, rociadores, caudal, presión.

ABSTRACT

The degree project focuses on evaluating the fire protection system at the Catholic University Hospital Cuenca, Azogues Campus, where NFPA (National Fire Protection Association) regulations will be applied to conduct a diagnosis of the current state of the fire protection system. A methodology will be proposed to improve the system based on the results obtained if necessary.

A flow chart that describes the necessary steps for correctly applying NFPA regulations and obtaining an efficient fire protection system is provided. To analyze the obligations related to hydraulic principles, programming has been developed using Visual Basic and Excel to automate the process of obtaining the required results for the system. This programming enables calculating the optimal number of sprinklers required in each study area. It also analyzes the flow and pressure needed in the pipes, considering the losses due to connections and length to guarantee an adequate water flow through the distribution pipes and subsequently reach the sprinklers. Additionally, an analysis of the distribution of fire extinguishers is carried out, although it is not the primary focus of the project. However, given its relevance as a fundamental element in compliance with safety regulations, its inclusion in the study is considered essential.

Finally, recommendations are presented that should be considered when designing the fire protection system for which type of building according to municipal regulations.

Keywords: NFPA, fire protection system, sprinklers, flow, pressure

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES	14
1.1. Introducción.....	14
1.2. Antecedentes.....	15
1.3. Formulación y delimitación del problema.....	18
1.4. Objetivos.....	19
1.4.1. Objetivo General	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.5. Justificación	19
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1. Conceptos Básicos	23
2.1.1. Establecimiento de Salud	23
2.1.2. Hospital General.....	23
2.1.3. Sistema Contraincendios	24
2.2. Clasificación de las ocupaciones y mercancías	24
2.3. Rociadores	26
2.3.1. Sistema de rociadores.....	26
2.3.2. Tipo de rociadores	26
2.3.3. Método densidad/área	27
2.3.4. Temperatura de activación de los rociadores	28
2.3.5. Área de cobertura de rociadores.....	29
2.4. Requisitos del sistema	30

2.4.1.	Válvula de control	30
2.4.2.	Sistemas de tuberías húmedas	31
2.5.	Bombas Estacionarias	32
2.5.1.	Bomba principal	32
2.5.2.	Bomba Jockey	33
2.6.	Cisternas	33
2.7.	Extintores	34
2.7.1.	Clases de fuego	34
2.7.2.	Tipos de extintores	34
2.8.	Requisitos de instalación	36
2.8.1.	Área de protección	36
2.8.2.	Temperatura del agua	37
2.9.	Marco Normativo	37
2.9.1.	Calculo Hidráulico	37
3.	CAPITULO III: METODOLOGÍA	40
3.1.	Zona de estudio	40
3.2.	Zonificación por áreas	41
3.3.	Identificación del uso de cada zona	42
3.4.	Metodología de cálculo	43
3.4.1.	Cálculo de los rociadores	43
3.4.2.	Determinación del área más desprotegida	43
3.4.3.	Cálculo del caudal y presión requerida	43

3.4.4.	Determinación de la cisterna	44
3.4.5.	Determinación de la bomba.....	44
3.4.6.	Determinación de la tubería	44
3.5.	Flujograma del cálculo	45
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS	46
4.1.	Resultados del Diagnostico	46
4.2.	Operacionalización de las variables	50
4.3.	Resultado Evaluación	57
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.1.	Conclusiones.....	59
5.2.	Recomendaciones	61
6.	BIBLIOGRAFÍA	63
7.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	66
8.	ANEXOS	68
	Anexo 1: Clasificación de las zonas	68
	Anexo 2: Diagnóstico	72
	Anexo 3: Codificación en Visual Basic	76
	Anexo 4: Base de datos.....	77
	Anexo 5: Tabla de resultados de cálculo de número de rociadores (verificar con plano)	80
	Anexo 6: Tabla de resultados de cálculo hidráulico opción a (viene de la sección 4.1).....	83

Anexo 7: Tabla de resultados de cálculo hidráulico opción b (viene de la sección 4.1)	85
Anexo 8: Planos del sistema contraincendios (verificar conjuntamente con Anexo 5).....	87
Anexo 9: Levantamiento de información del Hospital Católico de Cuenca sede Azogues.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Característica de descarga de los rociadores</i>	27
Tabla 2: <i>Certificación de temperatura, clasificaciones y codificaciones por color</i>	29
Tabla 3: <i>Áreas de protección y espaciamiento máximo (rociadores pulverizadores de cobertura extendida, montantes y colgantes</i>	30
Tabla 4: <i>Dimensiones de las tuberías de Acero</i>	32
Tabla 5: <i>Duración de abastecimiento de agua en función de la ocupación</i>	33
Tabla 6: <i>Ubicación de extintores</i>	36
Tabla 7: <i>Base de datos</i>	53
Tabla 8: <i>Cálculo de rociadores</i>	54
Tabla 9: <i>Cálculo Caudales y Presiones</i>	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Curvas densidad / área de ocupación</i>	28
Figura 2: <i>Curvas densidad / área de mercancía</i>	28
Figura 3: <i>Mapa de ubicación de la zona de Estudio</i>	41
Figura 4: <i>Distribución de las zonas</i>	42
Figura 5: <i>Resultados de las Áreas de Riesgo</i>	46
Figura 6: <i>Clasificación de las zonas</i>	47
Figura 7: <i>Porcentaje Rociadores</i>	48
Figura 8: <i>Banco de pruebas</i>	49
Figura 9: <i>Codificación en Visual Basic</i>	50
Figura 10: <i>Interfaz de ingreso de datos</i>	52
Figura 11: <i>Puerta corta fuego</i>	58

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción

En la actualidad el ámbito ingenieril ha presentado importantes avances en pro del bienestar y confort de los habitantes, pero también se ha esforzado por garantizar seguridad en las edificaciones. Uno de los principales requerimientos, es un plan de protección contra incendios que contemple la normalización de sistemas en todas sus fases y permita una evacuación rápida al momento de que se ocasione un conato de incendio.

Por lo que es importante conocer una normativa que tenga un enfoque principal en el diseño de un sistema contra incendios, en la cual se presente especificaciones y obligaciones que se deban cumplir para su posterior aplicación y verificación en diversas construcciones. Con esta premisa los técnicos han visto que la aplicación de la NFPA (National Fire Protection Association) sus siglas identifican “Asociación Nacional de Protección contra el Fuego”, la misma que es una organización fundada en Estados Unidos en 1896, es la encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendios, (Proaño Guevara, 2012) .

En Ecuador, aunque existe la NEC- Contra incendios, no cuenta con una normativa para su posterior aplicación, por esta razón para realizar un diseño de un sistema contra incendios la NEC – Contra incendios indica que se debe hacer uso de la normativa NFPA (NEC-CONTRAINCENDIOS, 2019). Sin embargo, por la falta de conocimiento sobre esta normativa estadounidense se ha generado dificultades al desarrollar el diseño, resultando un funcionamiento inadecuado en situaciones de emergencia.

Por este motivo, el presente proyecto presenta un diagrama de flujo que guía el proceso correcto para desarrollar un sistema contra incendios aplicable a cualquier tipo de edificación, siguiendo las especificaciones establecidas en la normativa NFPA. Para llevar a cabo este estudio, se evaluará específicamente el sistema contra incendios del Hospital

Universitario Católico de Cuenca, sede Azogues. Esta elección se debe a que dicho hospital brinda servicios médicos a una gran cantidad de personas, por lo que es fundamental que el sistema se implemente adecuadamente en caso de un conato de incendio, garantizando la seguridad de los pacientes, el personal administrativo y médico que a diario ocupan las instalaciones.

Esta evaluación tendrá enfoque en tema hidráulicos debido a que la NFPA tiene varias normativas aplicadas en diferentes ámbitos de seguridad, para lo cual las variables a ser analizadas serán: rociadores, caudal, presión, bombas y extintores, en función de los resultados se determinará si el hospital está haciendo uso correcto de la normativa, y en el caso de encontrar algún tipo de error, se presentará una propuesta de mejora a la implementación del sistema contraincendios.

1.2. Antecedentes

Por varios años se han buscado las formas de proteger la vida del ser humano y también de los bienes materiales que lo rodean, por ello se han buscado varios métodos para detectar situaciones de peligro como son los incendios (Yungán Pintag, 2016), en función de ese motivo (Gragera Vivas, 2012), presentó en su tesis de maestría los requisitos de las instalaciones que debe cumplir para el adecuado funcionamiento del sistema contraincendios en hospitales de Madrid- España.

Se debe hacer hincapié en el desarrollo de las técnicas de control para los sistemas de protección contraincendios y cómo pueden aumentar la eficacia en las situaciones de emergencia en un esfuerzo por proteger el máximo número de vidas y reducir significativamente los daños a los edificios. (Blanco Duarte & Martínez Jamiaca, 2016)

De acuerdo con la investigación (Wojciech, y otros, 2020), se destaca que la protección más efectiva frente a incendios radica en las simulaciones computarizadas que emplean rociadores. Se hace hincapié en que los rociadores son un elemento fundamental

para aumentar la seguridad en las instalaciones y actúan de manera rápida para suprimir los primeros signos de peligro. Asimismo, se resalta su papel clave para controlar la propagación del fuego en distintas zonas.

La Asociación Nacional de Protección Contra incendios (NFPA) es una entidad no lucrativa que tiene como objetivo disminuir la cantidad de incendios y otros riesgos que afectan la calidad de vida a nivel global. Para lograrlo, se dedica a establecer y defender códigos y estándares de consenso, así como a realizar investigaciones y ofrecer capacitación y educación. Su importancia se refleja en su uso por parte de múltiples gobiernos estatales, locales e incluso nacionales alrededor del mundo (Romero Ortiz, 2017).

El sistema contra incendios en países que son potencias mundiales como son EEUU, Inglaterra y Alemania cuenta con una avanzada tecnología y un riguroso cumplimiento con lo que respecta al uso de normativa específicas que son implantadas en sus construcciones para su correcto funcionamiento, dentro de las cuales se tiene la NFPA, British Standards Institution (Instituto de Estándares Británicos) y Deutsches Institut Für Normung (Instituto Alemán de Normalización), respectivamente (Blanco Duarte & Martínez Jamiaca, 2016).

En la actualidad los países de Sudamérica han evolucionado con el desarrollo de los sistemas contra incendios, debido a las grandes pérdidas tanto humanas como materiales generando formas de proteger los bienes y la integridad de las personas. En algunos países, como Argentina, Brasil, Chile y Colombia, se están implementando normas modernas para mejorar la seguridad contra incendios (Blanco Duarte & Martínez Jamiaca, 2016).

Estas normas comprenden la utilización de mecanismos de seguridad automática contra incendios, así como la colocación de dispositivos detectores de humo y de sistemas destinados a extinguir incendios (Blanco Duarte & Martínez Jamiaca, 2016).

Colombia es uno de los países en Sudamérica que, por medio de un decreto nacional realizado en el 2010, busca aumentar la efectividad de los sistemas contra incendios en

edificaciones a través de la NSR-10 título J (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente), además de que trabaja juntamente con la normativa NFPA para complementar casos especiales que no son considerados dentro del reglamento colombiano (Molano Pinzón & Rodríguez Leguizamón, 2017).

Para la prevención y protección contraincendios en el Ecuador se utilizaba los acuerdos ministeriales y reglamentos oficiales suscritos por el Ministerio de Economía e Inclusión Social y el Ministerio de Bienestar Social, respectivamente. Desde el año 2009, la normativa de prevención, mitigación y protección contraincendios en el Ecuador se ha complementado con méritos servicio contraincendios de diferentes regiones, cubriendo todo tipo de riesgos y basados en las normas de la NFPA (Blanco Duarte & Martínez Jamiaca, 2016).

Además, en el Ecuador, el Benemérito Cuerpo de Bomberos de cada ciudad tienen el control y responsabilidad de cumplir y hacer cumplir el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contraincendios en Ecuador desde 2009, aplicándolo a cada tipo de riesgo y basándose en las normas técnicas ecuatorianas y en las internacionales como es la NFPA (Ministerio de Inclusión Económica y Social del Ecuador, 2009).

En año 2015 salió en el Ecuador la NEC-HS-CI Contraincendios, pero la normativa ha tenido ciertas modificaciones, para lo que hoy en día se cuenta con la NEC-HS-CI del 2019, la misma que aborda los estándares mínimos necesarios en cuanto al diseño, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de prevención y control de incendios que se aplican en cualquier construcción, además habla a cerca de la prevención de incendios para la vida humana, con el objetivo de mejorar la calidad de las edificaciones, especialmente aquellas que protegen la vida del ser humano. Esta normativa se encuentra enlazada con las especificaciones que indica la NFPA (NEC-CONTRAINCENDIOS, 2019).

1.3. Formulación y delimitación del problema

En Ecuador se utiliza la NEC Contraincendios (Norma Ecuatoriana de la Construcción), la cual trata acerca del diseño, operación y mantenimiento de edificaciones para la seguridad de las personas contra el fuego (NEC-CONTRAINCENDIOS, 2019), sin embargo, no existe una normalización propia ya que la NEC está enlazada directamente con las especificaciones que indica la NFPA (National Fire Protection Association) para regular o permitir definir los sistemas de prevención, mitigación y protección contra incendios.

De acuerdo a lo que indica la NEC Contra incendios, se debe analizar principalmente la NFPA 101 código de seguridad humana, debido a que es el apoyo para la aplicación de las normativas generales con las que cuenta la NFPA para el diseño de sistema contra incendios en diferentes edificaciones, pero en el Ecuador no se ha visto reflejada su correcta aplicación por la difícil comprensión del lector al momento de revisar la normativa ya que la misma se encuentra en inglés, además que el país no tiene muchos años usando el sistema por la falta de interés de las autoridades respectivas en buscar la manera de mejorar sus normativas para velar por el bienestar de la sociedad; pero hoy en día el Cuerpo de Bomberos es el encargado de regular el cumplimiento de la NFPA para otorgar el permiso de funcionamiento del establecimiento antes de su puesta en marcha.

En este proyecto de investigación se busca evaluar el diseño del sistema contra incendios del Hospital General Universitario Católica Azogues siguiendo la normativa NFPA, de modo que se determine el estado actual del sistema con el que cuenta el hospital.

La evaluación es importante ya que durante la planificación y puesta en marcha del proyecto pueden ocurrir situaciones de riesgo para un gran número de personas, especialmente en un hospital que se encuentra siempre en su máxima capacidad. Por lo tanto, es fundamental determinar si el sistema actual cumple con las normas para garantizar la seguridad de los pacientes, personal y visitantes.

En particular, se utilizará los capítulos de la normativa NFPA relacionados con los principios hidráulicos que intervienen en un sistema contraincendios. Estos capítulos proporcionan información valiosa sobre los diseños y operaciones de equipos y sistemas hidráulicos relacionados con la extinción de incendios. Al seguir estas instrucciones se puede garantizar que el sistema contraincendios sea seguro y esté debidamente configurado para contrarrestar cualquier situación de fuego.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

- Evaluar el Sistema Contraincendios del Hospital General Universitario Católico de Cuenca sede Azogues, para comprobar su correcto funcionamiento, conforme la normativa NFPA.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Diagnosticar el estado en el que se encuentra el sistema contraincendios del hospital tipo general de la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues, considerando las especificaciones dispuestas por la normativa NFPA.
- Proponer una metodología que ayude a la implementación del sistema contraincendios en todas las fases del hospital tipo general de la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues.
- Elaborar una operacionalización de variables basada en la aplicación de la normativa NFPA para el diseño del sistema contraincendios del hospital tipo general de la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues.

1.5. Justificación

En la actualidad, se busca la manera de innovar los procesos constructivos empleando la tecnología y las normativas, para obtener buenos resultados al momento de poner en

marcha la obra de ingeniería, así mismo generaría mayor seguridad en sus edificaciones, en especial en las casas de salud, debido al constante tránsito de personas en el día a día.

Por esa razón se debe hacer uso de la normativa a fin de obtener un correcto sistema contraincendios desde las fases de planificación, diseño, construcción y operación, ya que, al momento de ocurrir un conato de incendio, un sistema mal diseñado da lugar rápidamente a daños estructurales y colaterales, por tal motivo se va a evaluar el sistema contraincendios del hospital General Universitario Católico Azogues, para verificar que su diseño cumpla con los estándares establecidos por la NFPA.

Para el proyecto de titulación se ha considerado la implementación de la normativa NFPA, para lo cual se propone un diagrama de flujo que indicará los pasos que se deberán seguir para un mayor entendimiento de la normativa, además se aplicará Visual Basic y Excel para la evaluación del sistema contraincendios del hospital General Universitario Católico Azogues. La aplicación de la normativa NFPA y los métodos propuestos son factibles y accesibles, por ello el proyecto es realizable tanto técnica como económicamente. Se propondrán mejoras y posibles soluciones de acuerdo con la normativa NFPA ya sea en el diseño, construcción o en la ejecución del sistema.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El segundo capítulo describe los conceptos básicos que se requieren para entender de mejor manera las terminaciones que se aplicarán, además de los requerimientos que serán parte del sistema contraincendios como lo son los: rociadores, tuberías, válvulas, extintores, de acuerdo con a las especificaciones que indica la de acuerdo la NFPA 13 y 10.

2.1. Conceptos Básicos

2.1.1. Establecimiento de Salud

Es una institución que brinda servicios relacionados con la atención médica, prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Estos establecimientos son administrados por profesionales de la salud y pueden variar en su tamaño y alcance, desde pequeñas clínicas hasta grandes hospitales y centros médicos.

Dentro del Ecuador se encuentran clasificados según su nivel de atención y la capacidad resolutive, como se indica a continuación: Primer, Segundo, Tercer, Cuarto nivel de atención y servicios de apoyo, transversales a los niveles de atención (Ministerio de Salud Pública, 2015).

2.1.2. Hospital General

“Es un establecimiento de salud que se encuentra dentro del segundo nivel de atención ya que cuenta con los servicios de consulta externa, emergencia e internación y con las especialidades clínicas y/o quirúrgicas. Dispone de cuidados de enfermería y obstetricia, además de los servicios de apoyo diagnóstico y terapéutico, adicional puede contar con servicio de diálisis, servicio de atención básica de quemados, rehabilitación integral y banco de leche humana, de igual manera cuenta con farmacia institucional para el establecimiento público y farmacia interna para el establecimiento privado, con un stock de medicamentos autorizados por la Autoridad Sanitaria Nacional.” (Ministerio de Salud Pública, 2015).

2.1.3. Sistema Contra incendios

Es un conjunto de equipos y procedimientos diseñados para prevenir, detectar, controlar y extinguir incendios. Estos sistemas están formados por una variedad de dispositivos, como son detectores de humo, alarmas, sistemas de extinción de incendios, sistemas de bombeo y tuberías de agua. Además, incluyen procedimientos para el diseño, instalación, inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios (NFPA, 2020).

2.2. Clasificación de las ocupaciones y mercancías

Dentro del capítulo 5 de la NFPA, en los apartados 5.1 al 5.6, se indica que ocupaciones y mercancías se deben considerar como punto de partida para determinar las zonas en las que se trabajará en el diseño del sistema. A continuación, se detallan las clasificaciones correspondientes.

- **“Ocupaciones de Riesgos Leve (LHO):** la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se espera incendios con índices bajos de liberación de calor” (NFPA 13, 2013).
- **Ocupaciones de riesgo Ordinario**
 - **Riesgos Ordinarios (Grupo 1) (OHO-01):** la cantidad de combustibles permitida es moderada y se establece que las mercaderías o insumos que estén arreglados como columnas no sobrepasan los 8 pies (2.4m). Además, se espera que le índice de liberación de calor en caso de incendio sea moderado.
 - **Riesgos Ordinarios (Grupo 2) (OHO-02):** la cantidad y combustibilidad de los contenidos va de moderada a alta, las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 3.66m y las pilas de almacenamiento de contenido con un índice de liberación de calor elevado que no supere los 2.4 m.

- **Ocupaciones de Riesgo Extra**

- Ocupaciones de Riesgos Extra (Grupo 1) (EHO-01): el contenido de combustibilidad es muy alto y hay presencia de polvos, pelusas u otros materiales, que provoquen incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de liberación de calor, pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.
- Ocupaciones de Riesgos Extra (Grupo 2) (EHO-02): presenta cantidades desde moderadas hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde la cantidad de los combustibles es extensa.

Clases de Mercancías:

- **Clase I:** son los productos no combustibles que cumplen con uno de los siguientes criterios:
 - 1) Ubicación directamente en pallets de madera.
 - 2) Ubicado en cajas de cartón corrugado de capa única, con o sin divisiones de cartón de espesor simple, con sin pallets.
 - 3) Con envoltura contraíble o envoltura de papel como una carga unitaria, con o sin pallets.
- **Clase II:** son los productos no combustibles que está en canastas de listones de madera, en cajas de madera maciza, en cajas de cartón corrugado de múltiples capas, o en material de embalaje combustibles equivalente, con o sin pallets.
- **Clase III:** “es el producto formado de madera, papel, fibras naturales, o plásticos Grupo C con o sin cajas de cartón, cajas o canastas con o sin pallets. La clase III debe tener una cantidad limitada (5% en peso o volumen o menos) de plástico Grupo A o Grupo B.

- **Clase IV:** “es el producto, con o sin pallets, que cumpla uno de los siguientes criterios:
 - 1) Construido parcial o totalmente con plásticos grupo B.
 - 2) Consiste en materiales plásticos Grupo A que fluyen libremente.
 - 3) Contiene dentro de sí o en su embalaje una cantidad apreciable (5% en peso o 5% a 25% en volumen) de plástico grupo A” (NFPA 13, 2013).

2.3. Rociadores

2.3.1. Sistema de rociadores

Los rociadores son mecanismos que se activan de manera automática y distribuyen agua en caso de conato de incendio, permitiendo controlar o extinguir el fuego hasta que lleguen los bomberos, quienes son los encargados de prevenir la propagación y evitar que se ocasionen mayores daños.

Para su correcto funcionamiento, es importante conectar los rociadores a un sistema de tuberías que proporcione agua y colocarlos a una distancia precisa del techo, siguiendo las pautas establecidas por la norma (NFPA 13, 2013).

2.3.2. Tipo de rociadores

1. “Rociador para aplicaciones específicas con modo de control CMSA
2. Rociador de respuesta rápida y supresión temprana ESFR
3. Rociador de cobertura extendida
4. Boquillas
5. Rociador convencional / de estilo antiguo
6. Rociador abierto
7. Rociador de respuesta pronto QR
8. Rociador de respuesta pronta y supresión temprana QRES

9. Rociador de respuesta pronta y cobertura extendida
10. Rociador residencial
11. Rociador especial
12. Rociador pulverizador
13. Rociador pulverizador estándar” (NFPA 13, 2013).

En la Tabla 1 se puede observar los diferentes factores K, los mismos indica la cantidad de caudal que descarga desde el orificio del rociador.

Tabla 1: *Característica de descarga de los rociadores*

Factor K nominal [gpm/ (psi) ^{1/2}]	Factor K nominal [L/ min/ (bar) ^{1/2}]	Rango del factor K [gpm/ (psi) ^{1/2}]	Rango del factor K [L/ min/ (bar) ^{1/2}]	Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal	Tipo de rosca
1.4	20	1.3 - 1.5	19 - 22	25	NPT de 1/ 2 pulg
1.9	27	1.8 - 2.0	26 - 29	333	NPT de 1/ 2 pulg.
2.8	40	2.6 - 2.9	38 - 42	50	NPT de 1/ 2 pulg.
4.2	57	4.0 - 4.4	59 - 64	75	NPT de 1/ 2 pulg.
5.6	80	5.3 - 5.8	76 - 84	100	NPT de 1/ 2 pulg.
8.0	115	7.4 - 8.2	107 - 118	140	NPT de 3/ 4 pulg
					o
11.2	160	10.7-11.7	159-166	200	NPT de 1/ 2 pulg NPT de 1/ 2 pulg
					o
14.0	200	13.5 - 14.5	195 - 209	250	NPT de 3/ 4 pulg. NPT de 3/ 4 pulg.
16.8	240	16.0 - 17.6	231 - 254	300	NPT de 3/ 4 pulg.
19.6	280	18.6 - 20.6	272 - 301	350	NPT de 1 pulg.
22.4	320	21.3 - 23.5	311 - 343	400	NPT de 1 pulg.
25.2	360	23.9 - 26.5	349 - 387	450	NPT de 1 pulg.
28.0	400	26.6 - 29.4	389 - 430	500	NPT de 1 pulg.

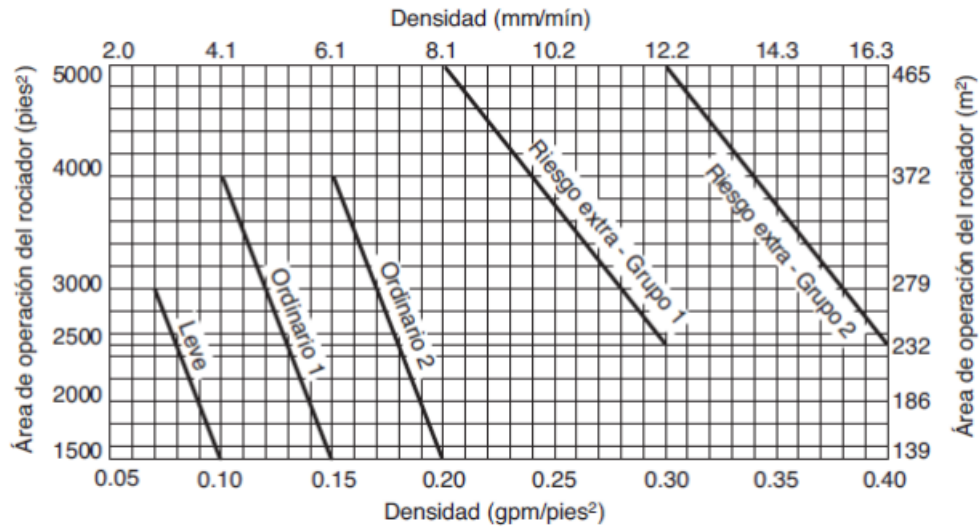
Nota: Tomado de (NFPA 13, 2013).

2.3.3. Método densidad/área

El abastecimiento de agua para los rociadores debe ser calculado por medio de las curvas densidad/ área, para lo cual se debe identificar con anterioridad la clasificación del área ya sea por ocupación o mercancía, debido a que la NFPA 13 presenta dos figuras para

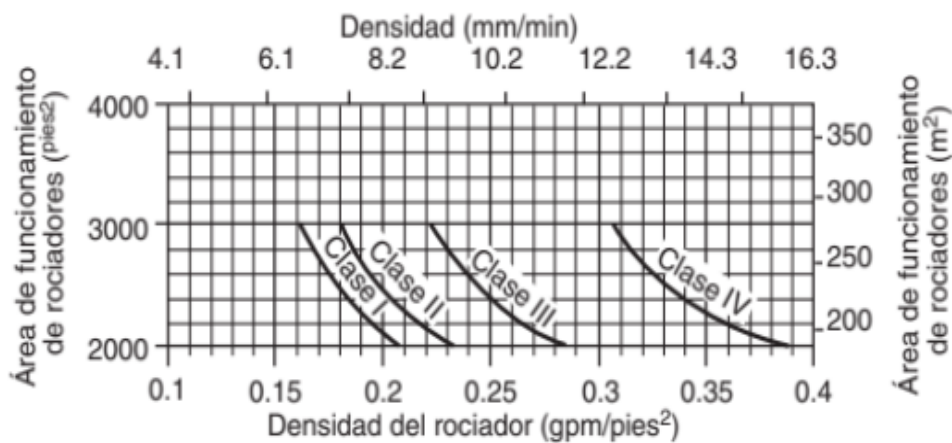
determinar el valor de la densidad / área como lo indica la figura 1 para ocupación y la figura 2 para mercancía.

Figura 1 Curvas densidad / área de ocupación



Nota: Tomado de (NFPA 13, 2013).

Figura 2 Curvas densidad / área de mercancía



Nota: Tomado de (NFPA 13, 2013).

2.3.4. Temperatura de activación de los rociadores

La temperatura de activación de los rociadores es un elemento crítico en los sistemas de protección contra incendios. Estos dispositivos están diseñados para reaccionar de manera automática cuando la temperatura ambiente alcanza un punto crítico preestablecido. Cuando

se produce un incendio, el aumento de temperatura en la zona protegida activa los rociadores, liberando agua para controlar o extinguir el fuego.

La elección adecuada de la temperatura de activación es fundamental para garantizar una respuesta oportuna y efectiva del sistema, evitando disparos innecesarios y asegurando la protección adecuada de las instalaciones y las personas, en la Tabla 2 se puede identificar la temperatura máxima con su respectiva clasificación.

Tabla 2 *Certificación de temperatura, clasificaciones y codificaciones por color*

Temperatura máxima del cielo raso		Certificación de temperatura		Clasificación de la temperatura	Código por color	Colores de la bombilla de vidrio
° F	° C	° F	° C			
100	38	135 - 170	57 - 77	Ordinaria	Sin color o negro	Naranja o rojo
150	66	175 - 225	79 - 107	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
225	107	250 - 300	121 - 149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 - 375	163 - 191	Extra alta	Rojo	Púrpura
375	191	400 - 475	204 - 246	Muy extra alta	Verde	Negro
475	246	500 - 575	260 - 302	Ultra alta	Naranja	Negro

Nota: Tomado de (NFPA 13, 2013).

2.3.5. Área de cobertura de rociadores

“El área de cobertura (A_S) está determinada por:

1. Largo de los ramales (S): seleccionar la distancia entre los rociadores y obtener el valor mayor entre dos veces la separación hacia la pared o la distancia al próximo rociador.
2. Distancia entre los ramales (L): obtener la distancia perpendicular al rociador adyacente al ramal y determinar el valor mayor entre dos veces la separación hacia la pared o la distancia al próximo rociador” (NFPA 13, 2013).

Para calcular el alcance del rociador, se aplica la fórmula que establece lo siguiente:

$$A_S = S \cdot L \quad (1)$$

Para determinar el largo de los ramales (S) se debe utilizar la Tabla 3 la misma que indica el espaciamiento en función del área de protección, de acuerdo con los riegos que presenta cada zona y su tipo de construcción.

Tabla 3: *Áreas de protección y espaciamiento máximo (rociadores pulverizadores de cobertura extendida, montantes y colgantes)*

Tipo de construcción	Riesgo leve		Riesgo ordinario		Riesgo extra		Almacenamiento en pilas altas	
	Área de protección (pies')	Espaciamiento (pies)	Área de protección (pies")	Espaciamiento (pies)	Área de protección (pies)	Espaciamiento (pies)	Área de protección (pies')	Espaciamiento (pies)
Sin obstrucciones	400	20	400	20	-	-	-	-
	324	18	324	18	-	-	-	-
	256	16	256	16	-	-	-	-
	-	-	196	14	196	14	196	14
	-	-	144	12	144	15	144	15
Obstruida, incombustible (cuando esté listado específicamente para tal uso)	400	20	400	20	-	-	-	-
	324	18	324	18	-	-	-	-
	256	16	256	16	-	-	-	-
	-	-	196	14	196	14	196	14
	-	-	144	12	144	12	144	12
Obstruida combustible	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Nota: Tomado de (NFPA 13, 2013).

2.4. Requisitos del sistema

2.4.1. Válvula de control

Los sistemas de rociadores cuentan con una válvula para controlar el agua, la misma que es utilizada para cerrar el abastecimiento de agua del sistema y de esa manera poder desarrollar el mantenimiento y la constante supervisión del caudal, presión y temperatura por parte de un personal autorizado (Lozano Martínez & Mejía Romero, 2011).

2.4.2. *Sistemas de tuberías húmedas*

Son conductos de tuberías que contienen agua presurizada permanentemente, este sistema es empleado con los rociadores automáticos que se encuentran conectados a estas tuberías y estas a su vez a un abastecimiento de agua como lo es una cisterna.

El sistema se activa automáticamente cuando se detecta condiciones de elevada temperatura, lo que provoca el desplazamiento del agua a través de los conductos hasta llegar a los rociadores.

La tubería utilizada para la implantación del sistema contraincendios se le conoce por el término “cédula” ya que es una forma de estandarizar las dimensiones y características del espesor de las tuberías (Segura Dominguez & López Palago, 2021).

La elección de la cédula adecuada para una tubería depende de las necesidades específicas de la instalación y las características de la aplicación en la que se va a utilizar, por lo que en la Tabla 4 se puede observar los diferentes cedulas que se pueden utilizar al momento de la construcción del sistema.

Tabla 4: Dimensiones de las tuberías de Acero

Diámetro nominal del tubo	Cédula 5								Cédula 10 ^a				Cédula 30				Cédula 40			
	Diámetro externo		Diámetro interior		Espesor de la pared		Diámetro interior		Espesor de la pared		Diámetro interior		Espesor de la pared		Diámetro interior		Espesor de la pared			
pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm	pulg mm		
1/2 ^b	15	0.84	21	-	-	-	-	0.674	17	0.083	2.1	-	-	-	-	0.622	16	0.1	2.8	
3/4 ^b	20	1.050	27	-	-	-	-	0.884	22	0.083	2.1	-	-	-	-	0.824	21	0.1	2.9	
1	25	1.315	33	1.185	30	0.1	1.7	1.097	28	0.109	2.8	-	-	-	-	1.049	27	0.1	3.4	
1/4	32	1.660	42	1.530	39	0.1	1.7	1.442	37	0.109	2.8	-	-	-	-	1.380	35	0.1	3.6	
1/2	40	1.900	48	1.770	45	0.1	1.7	1.682	43	0.109	2.8	-	-	-	-	1.610	41	0.1	3.7	
2	50	2.375	60	2.245	57	0.1	1.7	2.157	55	0.109	2.8	-	-	-	-	2.067	53	0.2	3.9	
2/1/2	65	2.875	73	2.709	69	0.1	2.1	2.635	67	0.12	3	-	-	-	-	2.469	63	0.2	5.2	
3	80	3.500	89	3.334	85	0.1	2.1	3.260	83	0.12	3	-	-	-	-	3.068	78	0.2	5.5	
3/1/2	90	4.000	102	3.834	97	0.1	2.1	3.760	96	0.12	3	-	-	-	-	3.548	90	0.2	5.7	
4	100	4.500	114	4.334	110	0.1	2.1	4.260	108	0.12	3	-	-	-	-	4.026	102	0.2	6	
5	125	5.563	141	-	-	-	-	5.295	135	0.134	3.4	-	-	-	-	5.047	128	0.3	6.6	
6	150	6.625	168	6.407	163	0.1	2.8	6.357	162	0.134 ^c	3.4	-	-	-	-	6.065	154	0.3	7	
8	200	8.625	219	-	-	-	-	8.249	210	0.188 ^c	4.8	8.071	205	0.277 ^c	7	7.981	-	0.3	-	
10	250	10.750	273	-	-	-	-	10.370	263	0.188 ^c	4.8	10.140	258	0.307 ^c	7.8	10.020	-	0.4	-	
12	300	12.750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.090	-	0.330 ^c	-	11.938	-	0.4	-	

Nota: Tomado de (NFPA 13, 2013).

2.5. Bombas Estacionarias

Para el funcionamiento del sistema contraincendios es un requisito fundamental hacer uso de una bomba para mantener presurizadas las tuberías, los parámetros del diseño y las características con las que debe contar se encuentra especificadas en la NFPA 20, la cual habla acerca de la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios (NFPA 20, 2013).

2.5.1. Bomba principal

Las bombas principales más utilizadas en los sistemas contra incendios son de tipo centrífugo, ya que se trata del modelo más habitual y extendido en la mayoría de los casos.

En las bombas centrífugas, la presión se produce principalmente por efecto de la fuerza centrífuga o de rotación. Las bombas centrífugas pueden manejar grandes volúmenes de agua mientras proporcionan alta presión (Segura Dominguez & López Palago, 2021).

2.5.2. Bomba Jockey

Este tipo de bomba tiene como objetivo principal garantizar el nivel de presión establecido, con el propósito de que la bomba pueda mantener siempre una presión constante como se planeó en el diseño del sistema contraincendios y de esa manera proporcionar el caudal suficiente para llenar las tuberías en un tiempo determinado.

Es importante que la bomba sea dimensionada para reponer el rango de fuga permitido en un intervalo de 10 minutos o un caudal de 1 gpm (3.8 L/min) (Proaño Guevara, 2012).

2.6. Cisternas

La cisterna está diseñada para el almacenamiento del agua. El cálculo del volumen que debe tener la cisterna está establecido por el caudal nominal y el tiempo de reserva del agua ver Tabla 5 donde se indica la duración en función de la ocupación.

$$V = Q \cdot t \quad (2)$$

Donde

Q = gal/ min

t = min

Tabla 5: Duración de abastecimiento de agua en función de la ocupación

Ocupación	Mangueras interiores		Total combinado de las mangueras interiores y exteriores		Duración (minutos)
	gpm	L/m	gpm	L/m	
Riesgo Leve	0, 50, ó 100	0, 189, 379	100	379	30
Riesgo Ordinario	0, 50, ó 101	0, 189, 380	250	946	60 -90
Riesgo Extra	0, 50, ó 102	0, 189, 381	500	1893	90- 120

Nota: Tomado de (NFPA 13, 2013).

2.7. Extintores

2.7.1. Clases de fuego

- **“Clase A:** Los incendios de Clase A son incendios de materiales combustibles comunes, como la madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.
- **Clase B:** Los incendios de Clase B son incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.
- **Clase C:** Los incendios de Clase C son incendios que involucran equipos eléctricos energizados.
- **Clase D:** Los incendios de Clase D son incendios de metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
- **Clase K:** Los incendios Clase K son incendios de electrodomésticos que involucran combustibles para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales)” (NFPA 10, 2013).

2.7.2. Tipos de extintores

- **“Polvo químico seco (PQS):** es aquel que contiene agentes extinguidores a base de sales minerales (75% de fosfato monoamónico y un 25% de sales pulverizadas).
Este tipo de extintor actuante frente los incendios causados por combustibles sólidos, líquidos, y gaseosos, que están determinados por las clases A, B, C, respectivamente.
- **Dióxido de carbono (CO₂):** el agente extinguidor es el dióxido de carbono, este extintor al entra en contacto con el fuego cambia su estado de líquido a gaseoso.
El CO₂ no es un conductor por lo que impide la transmisión de corrientes en zonas donde se encuentran presenta la electricidad.
- **Agua:** el agente extintor es el agua juntamente con aditivos y esta presurizado con nitrógeno o anhídrido carbónico, con lo que permite que el agua salga en forma de chorro de larga alcance.

Este tipo extintor apaga a gran medida fuegos de clase A, pero es poco efectivo en incendios clase B, se debe tener presente que no se puede utilizar en zonas donde exista corriente eléctrica.

- **Espuma:** el agente extinguidor es una mezcla de agua con espuma. El principal tipo de fuego que apaga es el de la clase B, pero también se puede utilizar en fuegos clase A y K.
- **Tipo K:** el agente extinguidor es polvo mezclado con agua. Este extintor cumple con la función de absorber calor y formar una capa de espuma, por lo que se utiliza para fuegos de clase K el mismo que exclusivo para incendios en cocina” (NFPA 10, 2013).

La Tabla 6 presenta la ubicación de los extintores de acuerdo con el tipo y al área de protección. Además, es fundamental considerar el tipo de riesgo asociado, ya que en función de este factor la distancia de recorrido y el área a proteger variarán, tal como se detalla a continuación.

Tabla 6: Ubicación de extintores

UBICACIÓN DE EXTINTORES						
ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA POR EXTINTORES M2 Y RECORRIDO HASTA EXTINTORES						
Riesgo Clasificación extintor	Ligero		Ordinario		Extra	
	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor (m)	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor (m)	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor (m)
1 ^a						
2 ^a	557	16,7	278,7	11,8		
3 ^a	836	20,4	418	14,46		
4 ^a	1045	22,7	557	16,7	371,6	13,62
6 ^a	1045	22,7	836	20,4	557,4	16,7
10 ^a	1045	22,7	1045	22,7	929	21,56
20 ^a	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
30 ^a	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
40 ^a	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
5B	162	9,15				
10B	452	15,25	162	9,15		
20B			452	15,25	162	9,15
40B					452	15,25

Nota: Tomado de (NFPA 10, 2013)

2.8. Requisitos de instalación

Dentro del capítulo 8 de la NFPA, en los apartados 8.1 al 8.6, trata acerca de los requisitos para la instalación del sistema, dentro de este apartado se va a detallar las especificaciones que se van a considerar para el desarrollo del sistema contra incendios.

2.8.1. Área de protección

“La superficie máxima del piso de cualquier planta debe ser considerado como:

- Riesgo Leve: 52,000 *pies*² (4,831 *m*²)
- Riesgo Ordinario: 52,000 *pies*² (4,831 *m*²)
- Riesgo Extra: calculado hidráulicamente 40,000 *pies*² (3,716 *m*²)
- Almacenamiento: almacenamiento en pilas de gran altura y almacenamiento incluido en otras normas NFPA es de 40,000 *pies*² (3.716 *m*²)” (NFPA 13, 2013).

Almacenamiento incluido en otras normas NFPA - 40,000 *pies*² (3.716 *m*²)” (NFPA 13, 2013).

2.8.2. Temperatura del agua

La máxima temperatura a la que puede llegar el agua que fluye a través de las tuberías que conectan con los rociadores no puede superar los 120°F o 49°C. Debe existir dispositivos de control cuando la temperatura del agua de los rociadores supere los 120°F o 49°C.

Es importante tomar en cuenta la instalación de los rociadores con una clasificación de temperatura intermedia o mayor a los 100°F.

Para la temperatura mínima se debe tener precaución para que no se permitan temperaturas inferiores a los 40°F o 4°C (NFPA 13, 2013).

2.9. Marco Normativo

El diseño del sistema contraincendios es implementado por medio de la normativa NFPA, la cual es una organización que se enfoca en disminuir el alto porcentaje de incendios a nivel global y otros riesgos, además de que opera como una entidad sin fines de lucro (Romero Ortiz, 2017).

La NFPA contiene un conjunto de normas y especificaciones necesarias que se deben tomar en cuenta para brindar seguridad a las instalaciones y a las personas que habitan el lugar, además contiene la construcción de las instalaciones, pruebas y revisiones periódicas que se deben realizar para mantener el correcto funcionamiento del sistema.

2.9.1. Cálculo Hidráulico

“La NFPA establece que, para llevar a cabo los cálculos hidráulicos, es necesario respetar ciertos diámetros mínimos de tuberías. En el caso de las tuberías ferrosas, estos no deben ser inferiores a 1 pulgada (25 mm) de diámetro nominal; mientras que para las tuberías de cobre o aquellas no metálicas, este valor no debe ser menor a $\frac{3}{4}$ pulgada (20 mm) de diámetro nominal.

Según la cantidad de agua disponible se debe limitar el diámetro de las tuberías, número de rociadores por ramal y la cantidad de ramales que se conectan a la tubería principal (NFPA 13, 2013).

2.9.1.1. Caudal requerido para el área de diseño

Para obtener el caudal mínimo requerido por los rociadores se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{min} = Dd * As \quad (3)$$

Donde:

Q_{min} = flujo minino por rociador (gpm)

Dd = densidad de descarga (gpm/pies²)

As = Área de cobertura (pies²)

Para calcular el caudal total requerido para la instalación de los rociadores se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_T = N^{\circ}rociadores * Q_{min} \quad (4)$$

Donde:

Q_T = flujo total (gpm)

$N^{\circ}rociadores$ = número de los rociadores

Q_{min} = flujo minino por rociador (gpm)

2.9.1.1. Presión requerida

Para calcular la presión requerida en los rociadores se requiere del factor K, ver Tabla 1 para identificar el valor de K; la ecuación para determinar la presión es la siguiente:

$$P = \left(\frac{Q_{min}}{K}\right)^2 \quad (5)$$

Donde:

Q_m = flujo minino por rociador (gpm)

K = factor de la cantidad de flujo de agua (gpm/(psi) ^{1/2})

2.9.1.2. Pérdida por fricción

La NFPA hace uso de la fórmula de Hazen- Williams, para calcular las pérdidas por fricción en las tuberías (NFPA 13, 2013).

$$p = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}} \quad (6)$$

Donde:

p = resistencia por fricción en (psi/ pie de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diámetro interior real (pulgadas)

Para unidades SI, deberá utilizarse la ecuación siguiente:

$$p_m = 6.05 \left(\frac{Q_m^{1.85}}{C^{1.85}d_m^{4.87}} \right) 10^5 \quad (7)$$

Donde:

p_m = resistencia por fricción en (bar/ m de tubería)

Q = flujo (L/min)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diámetro interior real (mm)

CAPITULO III: METODOLOGÍA.

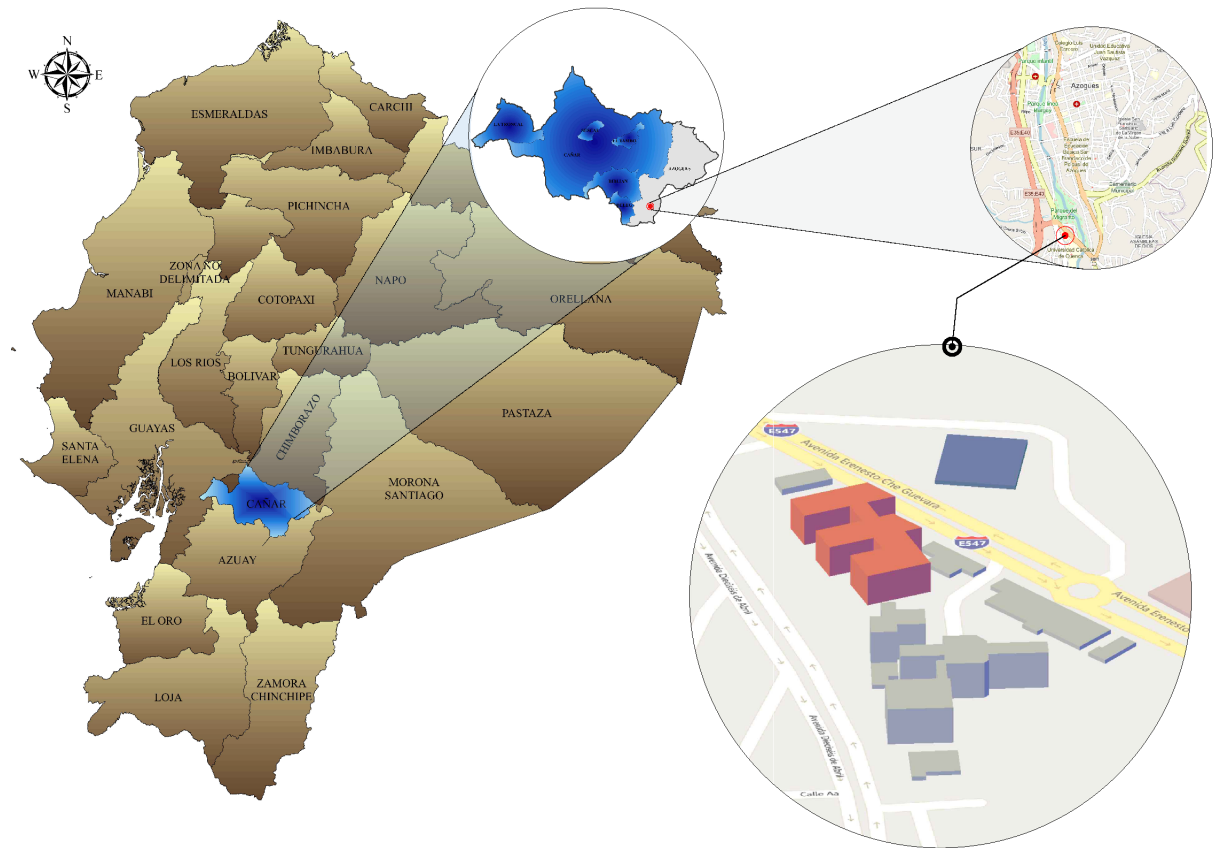
El tercer capítulo detalla la metodología empleada para cumplir con los objetivos propuestos. A continuación, se presentará el proceso de operacionalización de las variables requeridas por la NFPA para obtener el diseño del sistema contraincendios del hospital tipo general de la Universidad Católica de Azogues sede Azogues, el mismo que ayudará a determinar el estado actual de su sistema.

3.1. Zona de estudio

La zona establecida para el estudio se enfocará en el Hospital General de la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues, esta institución proporciona atención médica a pacientes con una amplia variedad de condiciones. Cuenta con diversos servicios médicos, desde el cuidado preventivo y el tratamiento de patologías crónicas hasta servicios de emergencia, cirugía y cuidados intensivos. Este hospital tiene departamentos de medicina interna, cirugía, pediatría, ginecología y obstetricia, psiquiatría, traumatología, oncología y unidades de cuidados intensivos. Todas las áreas con las que cuenta en el hospital están distribuidas en diferentes plantas empezando por el subterráneo, le sigue planta baja, alta y dos pisos superiores.

El hospital se encuentra ubicado en la Av. Dieciséis de Abril y Av. Ernesto Che Guevara, al frente al terminal terrestre Segundo Serrano, este último puede ser identificado con color azul según la Figura 3 y está próximo a la Estación N°1 del Cuerpo de Bomberos, que de la misma forma se puede observar con una coloración rosada, sus coordenadas UTM son Este 739192, Norte 9695665.

Figura 3 Mapa de ubicación de la zona de Estudio



Nota. Realizado por la autora.

3.2. Zonificación por áreas

La zonificación es una etapa imprescindible para la obtención de áreas de trabajo. Haciendo usos de los planos existente del hospital, se emplea el software Civil 3D para llevar a cabo el proceso de definición de las zonas el que permitirá la delimitación exacta de las áreas con sus respectivas distancias. Estas zonas son sumamente útiles para el análisis y evaluación de los requerimientos que deben cumplir cada área de estudio de acuerdo con lo que indica la NFPA 13, y de esa manera obtener el sistema contraincendios.

3.3. Identificación del uso de cada zona

A partir de las zonas es necesario detallar el uso específico de cada una, ya sea pasillo, habitación, cocina, parqueadero, consultorios u otros, ya que esto permite clasificar adecuadamente las ocupaciones o mercancías según lo establecido por la NFPA 13.

En el apartado "2.4. Clasificación de las ocupaciones y mercancías", se explican los seis tipos de riesgos que pueden presentarse en función de las ocupaciones, así como las cuatro clases de mercancías que deben ser identificadas. Para este caso de estudio se ha identificado que, si tiene 5 clasificaciones LHO, OHO-01, OHO-02, CI y CIII. Este conocimiento es fundamental para definir el método adecuado de extinción del fuego, que puede ser mediante rociadores y/o extintores.

Como se puede observar en la Figura 4 se encuentran zonificadas las áreas, las mismas que se clasificarán de acuerdo con el riesgo y posteriormente servirán para determinar la ubicación de los rociadores.

Figura 4 *Distribución de las zonas*



Nota. Creado por la autora.

3.4. Metodología de cálculo

3.4.1. Cálculo de los rociadores

Una vez establecidas las zonas, sus usos y clasificaciones correspondientes, se procede al cálculo de los rociadores. Para ello, se crea una plantilla en Excel para realizar los cálculos necesarios.

Se ingresa las medidas de largo y ancho de cada zona para obtener el área total a ser protegida. Además, se considera la demanda de agua, la cual se obtendrá de la curva de densidad/área de la Figura 1 y 2.

A partir de esta curva se calcula la densidad y el área de diseño de los rociadores. La Tabla 3 especifica que a partir del área de aplicación se determina el valor de la distancia "S". Así mismo, se calcula el número de rociadores que deben ir en cada ramal de acuerdo con el área de diseño y la cobertura de aplicación de los rociadores.

Finalmente, se establece el área de cobertura de los rociadores en el ramal mediante la ecuación 1, indicada en el apartado "2.5.6. Área de cobertura de rociadores". Este proceso se repite para cada área que se está analizando.

3.4.2. Determinación del área más desprotegida

Siguiendo el procedimiento de cálculo de los rociadores, se identifican las áreas más lejanas a la bomba principal. Estas áreas requieren mayor atención al determinar la potencia de la bomba, para garantizar que el flujo y la presión sean suficientes. Esta consideración se realiza basándose en las recomendaciones que parten de la NFPA 13.

3.4.3. Cálculo del caudal y presión requerida

Para conocer el caudal y la presión necesarios en los rociadores, es necesario utilizar las ecuaciones 3 y 4 para obtener el caudal, la ecuación 5 para la presión y la ecuación 6 para las pérdidas por fricción. El análisis de estos resultados es fundamental para continuar con la proyección y posterior implementación del sistema contraincendios.

3.4.4. Determinación de la cisterna

Para conocer el volumen de la cisterna se debe identificar en la Tabla 5 la duración de la reserva del agua con base al tipo de ocupación para luego hacer el cálculo respectivo como lo indica la ecuación 2 y al final se obtendrá las dimensiones del reservorio de agua para el sistema contraincendios.

3.4.5. Determinación de la bomba

Para seleccionar una bomba adecuada es necesario tener en cuenta la demanda hidráulica requerida, de manera que se logre satisfacer la presión necesaria y enviar el mismo caudal a través de las tuberías, con el fin de llegar hasta los rociadores y estos actúen ante un conato de incendio.

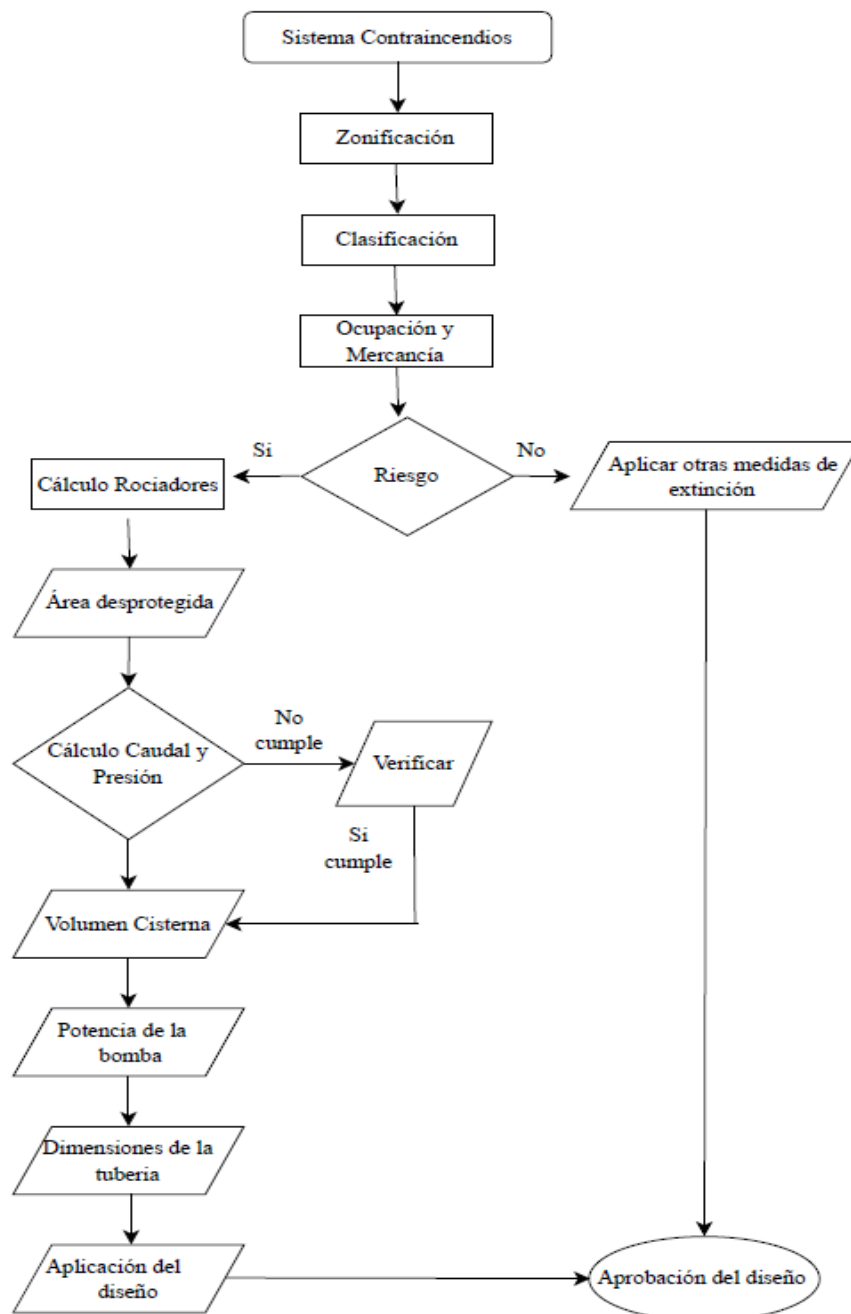
Según la NFPA 20, las bombas estacionarias requieren una bomba principal y una bomba jockey para mantener presurizadas las tuberías. Para ello, es fundamental determinar la presión necesaria que permita lograr los objetivos de estas bombas (NFPA 20, 2013).

3.4.6. Determinación de la tubería

En base a los cálculos de caudal y presión se debe seleccionar el tipo de tubería que cumpla con los requerimientos para obtener un adecuado diseño del sistema contraincendios, en la Tabla 4 se puede observar las dimensiones de tuberías según su cédula.

3.5. Flujograma del cálculo

A través del flujograma, se puede comprender de manera más clara y concisa el procedimiento para llevar a cabo el desarrollo correcto del sistema contra incendios. De esta manera, facilita al lector la comprensión de las consideraciones que deben tenerse en cuenta al momento de analizar los componentes necesarios que deben integrar un sistema contra incendios, en cumplimiento con las especificaciones de la NFPA 13.

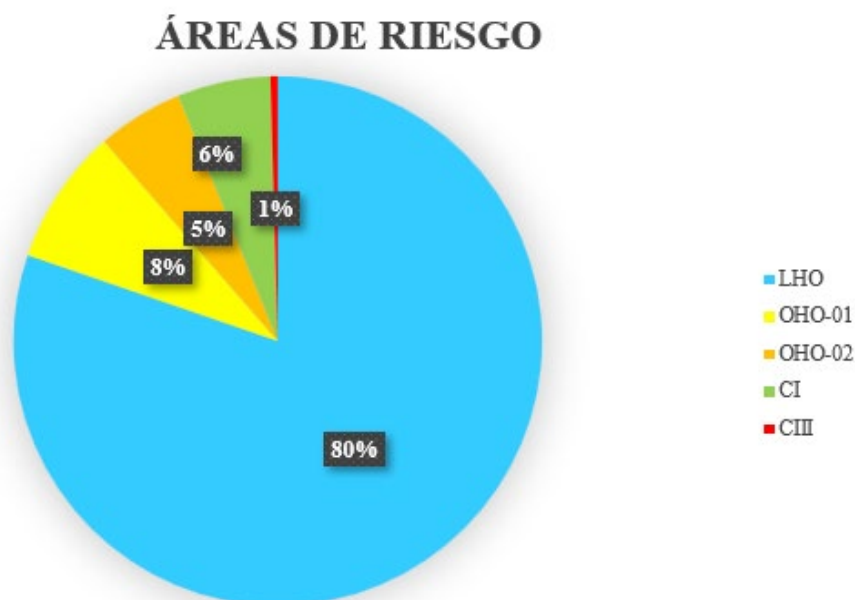


CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados del Diagnostico

El diagnostico consistió en evaluar el sistema contraincendios donde se determinaron las áreas de riesgo de acuerdo con los estándares de la NFPA. A pesar de que los hospitales son clasificados como categoría de ocupación LHO, se descubrió que no todas las áreas del hospital pertenecen a esta categoría después de la zonificación y clasificación correspondientes. En los resultados se muestran que algunas áreas presentan mayores riesgos.

Figura 5: Resultados de las Áreas de Riesgo



Nota. Creado por la autora.

Las áreas que se encuentran dentro de la clasificación de riesgo leve (LHO) son: consultorios, pasillos, oficinas de información y recepción, comedor; en el riesgo ordinario 1 (OHO-01) se tiene a al parqueadero, cuarto de máquinas, el área de lavandería y equipos electrónicos; en el riesgo ordinario 2 (OHO-02) se tiene a al laboratorios, central de oxígeno y gas medicinal; en el riesgo de mercancía clase I (CI) se tiene bodegas y utilería, finalmente en el riesgo de mercancía clase III (CIII), se tiene únicamente a la cocina por el alto riesgo que presenta esa zona.

En la siguiente Figura 6 se puede ver una parte de cómo se encuentran clasificados los riesgos dentro del hospital, de igual manera en el Anexo 1 se puede observar con mayor detalle todos los pisos con sus respectivas clasificaciones.

Figura 6: Clasificación de las zonas

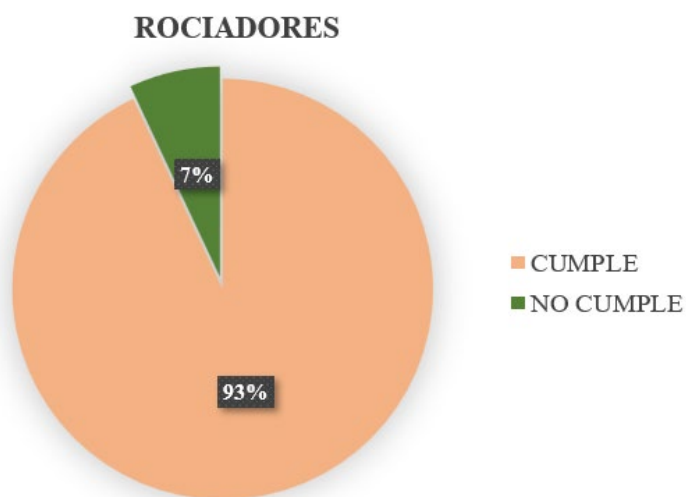


Nota. Creado por la autora.

Como se indicó en la sección “3.4. Metodología de Cálculo”, siguiendo el procedimiento para obtener la cantidad de rociadores se determinó que se requiere 367 rociadores para un total de 229 zonas que están distribuidos en todo los pisos del hospital, no obstante al contabilizar los rociadores con los que se encuentran establecidos en los planos de diseño es de 397 dando una diferencia de 30 rociadores, esta diferencia se da debido a que hay áreas como los pasillos, parqueaderos y habitaciones triples que cuenta con más rociadores ya que el radio de cobertura de los rociadores no era suficiente para proteger toda el área de incumbencia; Sin embargo, de acuerdo a lo que establece la NFPA-13 la cantidad

de rociadores obtenidos del diagnóstico si estaría cumpliendo con el mínimo requerido, para constancia ver la Figura 7 donde se encuentra el porcentaje de cumplimiento en función de lo que indica la NFPA13 con respecto a lo que cuenta el hospital. Se puede visualizar en el Anexo 8 los planos del sistema contraincendios.

Figura 7: *Porcentaje Rociadores*



Nota. Creado por la autora.

Luego de revisar la cantidad de rociadores e identificar el área más alejada de la bomba, se realizaron los cálculos de acuerdo con las ecuaciones 3,4 y 5 que fueron mencionadas con anterioridad en el capítulo 3, los mismos que ayudaron a comprobar que el caudal requerido para el sistema contraincendios del hospital sean óptimos para garantizar que la cantidad de agua llegue a todos los rociadores con la presión necesaria:

Opción **A**, considerando según la norma es de 300 gpm y 106 psi; para ello se han dejado de lado todos los accesorios intermedios que mientras esté en funcionamiento el sistema no intervienen ya que son de paso; es decir, que las T son consideradas como no representativas para este caso.

Opción **B**, considerando todos los accesorios existentes en el tramo de cálculo es de 300 gpm y 129 psi; en este caso se identifica el tramo que se va a realizar la prueba y se

toman en cuenta los accesorios intermedios que, si bien no son de directa aplicabilidad ya que el agua hace un paso directo por ellos, en cambio podríamos definirlos que nos generarían pérdidas al momento de que exista la circulación por los efectos cinemáticos del líquido.

Para el presente caso tomaríamos en cuenta la opción b, donde la potencia requerida para la bomba es de 50 HP y para verificar en cualquier momento que el sistema recibe el caudal y la presión requerida, se dispone de un banco de pruebas al final de cada ramal (ver Figura 8). Esto permite realizar ensayos y comprobar que no haya fugas o problemas en las tuberías, lo que a su vez garantiza que el sistema contraincendios funcione adecuadamente durante una emergencia. Ver Anexo 6 y 7 el detalle de los cálculos.

Figura 8: *Banco de pruebas*



Nota. Tomado del registro fotográfico del levantamiento realizado.

Si bien no era un tema de análisis dentro del presente proyecto; pero apegados a la norma de seguridad que tiene como objetivo mantener áreas seguras y evitar que se generen conatos de incendio; se deja indicado que, en lo referente a los extintores, existen los de pared y los de gabinete, que si bien sirven para lo mismo, su capacidad varía en el primer caso ya

que depende del tipo de riesgo a proteger, y la segunda depende del área que como manguera se pueda utilizar; estos se encuentran distribuidos de manera correcta cumpliendo con la NFPA 10 la misma que indica que deben estar en lugares visibles y colocados de acuerdo al área de protección como se puede observar en la Tabla 6, para nuestro estudio los extintores deben ir uno por cada 557 m² a una distancia de 16.7 m.

Cabe recordar cómo se indicó en el párrafo anterior, que el extintor que va en el gabinete no está considerado dentro de la cuenta de cálculo; ya que dependiendo del mismo riesgo se tiene una capacidad específica. Con ello se concluye que la mayoría está colocada en pasillos y zonas donde no van colocados los rociadores.

En lo referente a los equipos electrónicos de aviso y alarma, no se ha realizado el análisis ya que eso corresponde a otra rama de las Ingenierías y para su análisis se requiere del conocimiento técnico y de la norma NFPA-70

4.2. Operacionalización de las variables

En la Figura 9 se muestra el código principal desarrollado en Visual Basic para ingresar la información necesaria y llevar a cabo los cálculos mencionados anteriormente en el capítulo de metodología.

Se puede verificar con mayor claridad el código completo en el Anexo 3.

Figura 9: Codificación en Visual Basic

```

Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - GC_FINAL_copia2_CALCULOS HIDRAULICOS.xlsm - [Formulario (Código)]
Archivo Edición Ver Insertar Formato Depuración Ejecutar Herramientas Complementos Ventana Ayuda
Proyecto - VBAProject (General) (Declaraciones)
Private Sub BT_buscar_Click()
    Dim ULFILA As Variant
    Dim Fila As Variant
    Me.LISTA.RowSource = Clear
    ULFILA = Sheets("zonas").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Row
    For Fila = 1 To ULFILA
        If Range("A" & Fila) Like Me.txt_busqueda.Value Then
            Me.LISTA.AddItem Cells(Fila, 1)
            Me.LISTA.List(ListA.ListCount - 1, 0) = Cells(Fila, 1)
            Me.LISTA.List(ListA.ListCount - 1, 1) = Cells(Fila, 2)
            Me.LISTA.List(ListA.ListCount - 1, 2) = Cells(Fila, 3)
        End If
    Next Fila
End Sub

```

Nota. Creado por la autora.

Utilizando el código, se logra ofrecer al usuario facilidad y automatización en lo que respecta a la introducción de los datos necesarios, como son:

- Zonificación de espacios: nomenclatura con que se puede identificar la zona tanto en planos como en la base de datos.
- Determinación de ambientes: es fundamental identificar el tipo de ambiente para su posterior clasificación.
- Ubicación: permite indicar en donde se encuentra el ambiente a ser analizado.
- Clasificación: seleccionar si pertenece a ocupación o mercancía.
- Método de extinción: identificar si se utilizara rociadores, extintores o agentes limpios.
- Dimensionamiento de la zona: colocar la medida en metros del largo (Y) y ancho (X) de cada ambiente, estos valores son fundamentales para determinar la ubicación y la cantidad de rociadores que deben ser instalados.

Todos los datos son obtenidos a partir de la evaluación de las zonas a ser protegidas, las cuales fueron previamente determinadas en los planos proporcionados por el Hospital Católico Universitario de Azogues.

Adicionalmente se cuenta con botones que permiten buscar, registrar, editar y eliminar, todos desarrollan funciones diferentes, como por ejemplo el botón “buscar” como su nombre lo indica busca una zona que este dentro de la base de datos, al seleccionar esa zona se puede editar los campos solicitados, al igual que se puede eliminar dicha zona del archivo de datos, por último, el botón “registrar” permite agregar una nueva zona con sus respectivos datos. Las opciones de ocultar y mostrar son únicamente para desplegar los campos que requieren ser llenados para su posterior ingreso en el registro de datos.

En la Figura 10 se muestra la interfaz que permite trabajar al mismo tiempo entre Visual Basic y Excel (ambos softwares libres), creada por la autora del presente trabajo investigativo previo la obtención del título de Ingeniera Civil.

Figura 10: *Interfaz de ingreso de datos*

Zona	Uso	Ubicación	Ma
AS-1.1	Parqueadero	Planta Subsuelo	Co
AS-1.2	Parqueadero	Planta Subsuelo	Co
AS-1.3	Parqueadero	Planta Subsuelo	Co
AS-2	Pasillo 1	Planta Subsuelo	
AS-3	Lavandería	Planta Subsuelo	
AS-4	Costura	Planta Subsuelo	
AS-5	Pasillo 2	Planta Subsuelo	
AS-6	Utería	Planta Subsuelo	
AS-7	Pasillo 3 Insumos	Planta Subsuelo	
DPB-1	Bodega Insumos Medicos	Planta Baja Bloque D	Pla

Nota. Creado por la autora.

La Tabla 7 se puede observar la base de datos en Excel que se genera a partir hacer clic en la opción “guardar”; lo cual permite obtener automáticamente los resultados de los rociadores en una hoja de Excel programada que facilita el proceso y genera la operacionalización de las variables. Este enfoque, que se basa en la aplicación de la normativa NFPA, posibilita una gestión más eficiente y precisa de la información, lo que resulta fundamental para la correcta implementación del sistema de rociadores en cuestión.

Dentro del Anexo 4 se presenta la base de datos con las 228 áreas de estudio.

Tabla 7: Base de datos

Zona	Uso	Ubicación	Materiales en sitio	clasificación	Metodo de extinción	Riesgo	Largo (y) m	Ancho (x) m	Observación
AS-1.1	Parqueadero	Planta Subsuelo	Combustible	OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-01	17,80	17,50	A.5.3.1(1)
AS-1.2	Parqueadero	Planta Subsuelo	Combustible	OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-01	17,80	17,00	A.5.3.1(1)
AS-1.3	Parqueadero	Planta Subsuelo	Combustible	OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-01	17,80	17,00	A.5.3.1(1)
AS-2	Pasillo 1	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	1,90	22,50	A.5.2(6)
AS-3	Lavanderia	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores	OHO-01	5,00	9,06	A.5.3.1(8)
AS-4	Costura	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores	LHO	5,00	2,75	A.5.2(6)
AS-5	Pasillo 2	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	5,03	2,10	A.5.2(6)
AS-6	Utileria	Planta Subsuelo		MERCANCIA	Rociadores	CI	1,10	2,00	A.5.3.2(4)
AS-7	Pasillo 3 Insumos	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	7,25	1,90	A.5.2(6)
DPB-1	Bodega Insumos Medicos	Planta Baja Bloque D	Plastico, Cartón alta concentración	MERCANCIA	Rociadores, Extintores	CI	3,10	3,50	A.5.3.2(4)
DPB-2	Morgue	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	7,20	3,50	A.5.2(6)
DPB-3	Transformador	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-01	13,50	3,90	A.5.3.1(6)
DPB-4	Combustible	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-01	2,09	6,92	A.5.3.1(6)
DPB-5	Generador	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-01	11,40	6,90	A.5.3.1(6)
DPB-6	UPS	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-01	7,05	9,47	A.5.3.1(6)
DPB-7	Maquinas Sistema Agua	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-02	7,05	6,10	A.5.3.2(4)
DPB-8	Taller	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-02	7,00	6,10	A.5.3.2(13)
DPB-9	Central Oxigeno	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-02	7,05	3,57	
DPB-10	Central de vacio	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extintores	OHO-02	3,70	7,00	

Nota. Creado por la autora.

Con el fin de identificar la clasificación de cada zona y determinar visualmente cada una de las categorías presentes en el hospital, se utilizó una codificación de colores.

Riesgo leve (LHO)

Riesgo ordinario 1 (OHO-01)

Riesgo ordinario 2 (OHO-02)

Clase 1 (CI)

Clase 3 (CIII)



De esta manera, se logró realizar un análisis detallado que permite observar cómo se distribuye el sistema contra incendios mediante planos, y también facilita identificar las zonas de menor y mayor riesgo.

En la siguiente tabla se puede apreciar todas las variables que se requieren para obtener la cantidad de rociadores y la distancia correspondiente para su instalación, adicionalmente en el Anexo 5 se puede observar con mayor detalle la tabla completa.

Tabla 8: Cálculo de rociadores

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO CATOLICO AZOGUES																								
CALCULO DE ROCIADORES																								
Ubicación	Zona	Interpretación visual	Materiales	Distancia de espacio a proteger			Clasificación de mercancía	Densidad gpm/pie2	Area de diseño pie2	Area de aplicación		Distancia S		Cobertura por rociador m2		Rociadores en ramal	Cobertura de rociadores en ramal		Rociador		Total rociadores requeridos max.	Factor K	Total agua necesaria gpm	
				Largo (y)	Ancho (x)										Espac. Y (m)		Espac. X (m)							
Parqueadero /Planta Subsuelo	AS-1.1		Combustible	17,80	m	17,50	m	OHO-01	0,1	4000	311,50	m2	3,55	m	12,63	m2	25	88,83	m2	5,00	5,00	25,0	5,6	324,9
				57,11	pie	56,15					pie	3206,53	pie2	11,40	pie	129,96		pie2	914,39	pie2	2,97			
Parqueadero /Planta Subsuelo	AS-1.2		Combustible	17,80	m	17,00	m	OHO-01	0,1	4000	302,60	m3	3,55	m	12,63	m3	24	85,28	m3	5,00	5,00	25,0	5,6	324,9
				57,11	pie	54,54					pie	3114,91	pie3	11,40	pie	129,96		pie3	877,82	pie3	2,97			
Parqueadero /Planta Subsuelo	AS-1.3		Combustible	17,80	m	17,00	m	OHO-01	0,1	4000	302,60	m4	3,55	m	12,63	m4	24	85,28	m4	5,00	5,00	25,0	5,6	324,9
				57,11	pie	54,54					pie	3114,91	pie4	11,40	pie	129,96		pie4	877,82	pie4	2,97			
Pasillo 1 /Planta Subsuelo	AS-2			1,90	m	22,50	m	LHO	0,1	1500	42,75	m2	6,23	m	38,86	m2	2	12,47	m2	1,00	3,00	3,0	5,6	120,0
				6,10	pie	72,19					pie	440,06	pie2	20,00	pie	400,00		pie2	128,34	pie2	0,95			
Lavanderia /Planta Subsuelo	AS-3			5,00	m	9,06	m	OHO-01	0,15	1500	45,30	m2	3,55	m	12,63	m2	4	14,21	m2	1,00	3,00	3,0	5,6	58,5
				16,04	pie	29,07					pie	466,31	pie2	11,40	pie	129,96		pie2	146,30	pie2	2,50			
Costura /Planta Subsuelo	AS-4			5,00	m	2,75	m	LHO	0,1	1500	13,75	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				16,04	pie	8,82					pie	141,54	pie2	20,00	pie	400,00		pie2	64,17	pie2	2,50			
Pasillo 2 /Planta Subsuelo	AS-5			5,03	m	2,10	m	LHO	0,1	1500	10,56	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				16,14	pie	6,74					pie	108,73	pie2	20,00	pie	400,00		pie2	64,17	pie2	2,52			
Utileria /Planta Subsuelo	AS-6			1,10	m	2,00	m	CI	0,2	2000	2,20	m2	3,74	m	13,99	m2	1	3,74	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	28,8
				3,53	pie	6,42					pie	22,65	pie2	12,00	pie	144,00		pie2	38,50	pie2	0,55			

Nota. Creado por la autora.

Una vez digitados los valores, tenemos que proceder a revisar las tablas existentes en el libro de la NFPA-13, en la cual considerando todos los elementos de riesgos que se han explicado con anterioridad se definirá, el tamaño de la cisterna por caudal requerido y con un adicional que sería el conocimiento de la ubicación de la estación de bomberos más cercana utilizando la herramienta de internet de “Google Maps”, para obtener el tiempo en el que se demoraría en llegar el vehículo de primera respuesta conjuntamente con uno de abastecimiento, el primero que permitirá el ataque acompañado de los rociadores y el segundo que permitirá dotar de agua tanto al vehículo de abastecimiento como a la cisterna del hospital.

Con respecto a los rociadores se deberá considerar la proyección arquitectónica y la distribución de ubicación de los estantes o elementos inmobiliarios para que los mismos sean colgantes o de pared, siendo fundamental con ello determinar el área a cubrir por cada uno lo que determinará la cantidad necesaria por cada zona.

Al tener un sistema en el cual el ataque a conato de incendio es puntual y de manera temprana; es decir que no se prevé exista un incendio completo de manera simultánea en más de una zona a la vez; el cálculo para determinación de bomba no es similar al del servicio de agua potable dentro de una edificación ya que las descargas no son contantes y continuas, es por ello que en capítulos anteriores se ha verificado la necesidad de uso del método de Hazen Williams como exclusivo para sistemas contraincendios.

Continuando con lo explicado en el párrafo anterior, cabe indicar que a partir del análisis de la zona más alejada de la edificación con relación a la ubicación del cuarto de bombas; esta se ha ubicado en el tercer piso del bloque B.

Una vez ubicado la zona más alejada, se considera el número de rociadores que se tomarán para el cálculo de la bomba teniendo en cuenta que el sistema estará todo el tiempo con tuberías húmedas (presurizadas y con agua), este resultado es el que se comparará con los cálculos presentados por el hospital para aprobación de su sistema contraincendios.

Para verificar lo descrito en los párrafos anteriores, se desarrolló la siguiente tabla automatizada (Tabla 9), dónde se encuentra los cálculos respectivos del caudal y presión requerida para que el agua que pasa por las tuberías llegue hasta el área más distante del cuarto de bombas y de esta manera cumpla con el diseño establecido. En el anexo 6 y 7 se puede visualizar los cálculos completos.

Cabe indicar que si no existe rociador en el nodo su valor será 0 en ausencia y 1 en presencia.

La declaración de distancia se considera ubicándose en el nodo y mirando hacia atrás, con lo cual si estamos en la parte del entrepiso su valor es 0 y si nos colocamos en el piso anterior sería la interdistancia que los separa; de ser el caso y considerando que se tiene desde la tubería y el rociador una variación de altura de 10 cm, al ser una distancia mínima y que tiene una afección de milésimas; ésta se puede considerar despreciable.

La forma de leer la tabla es un resumen del cálculo que viene sumando las presiones y caudales en nodos comunes mientras avanzamos hacia el cuarto de bombas (considerando aspersores para el cálculo), cuando se tienen en el mismo nodo rociadores que no están determinados para el cálculo el accesorio de este es despreciable; razón por la cual ciertos nodos tendrán valores de caudal y presión que no son los de un punto final o inicial.

Lo correspondiente a los diámetros de tubería se indica en la sección de sistemas de tuberías (2.4.2), en la cual se puede observar la Tabla 4 las dimensiones que establece la NFPA-13 para el uso de las tuberías.

Para el sistema contraincendios de la tabla se considera lo descrito en la sección 2.9.1 cálculo hidráulico, el mismo que hace referencia a las especificaciones que determina la NFPA-13 para tomar en cuenta al momento de realizar los cálculos respectivos.

Tabla 9: Cálculo Caudales y Presiones

NODOS	Nodo Inicio Nodo Fin Tubería (pulg)	Rociador en nodo	Factor K Nodo	Elevación		area cob. Roc. pies	densidad (gpm/pie ²)	Descarga roc/mng (gpm)	Presión residual (psi)	Diam. Nomin (pulg) Diam. Inter (pulg) Valor C	Q(gpm) Velocida pie/seg	(psi/pie) acc gpo	Long. Tuber (pie)	
				metro	pies								metro	pie
N1	N2	N1	1	5,6	0	164	0,1	16,384	8,56	1,000	16,384	0,0900	1,79	5,87
		N2	0	5,6	0	164	0,1	17,0	9,27	1,049	6,08	L-90		2
		1"			0			0		120				7,87
N2	N3	N2	0	0	0	164	0,1	0,0	9,27	1,000	16,4	0,0900	2,1	6,89
		N3	0	5,6	0	164	0,1	17,8	10,07	1,049	6,1	L-90		2
		1"			0			0		120				8,89
N4	N3	N4	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,4	0,0900	2,51	8,23
		N3	0	5,6	0	164	0,1	0,0	10,07	1,049	6,1	T		5
		1"			0			0		120				13,2
N5	N3	N5	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,4	0,0900	0,43	1,41
		N3	0	0	0	164	0,1	0,0	10,07	1,049	6,1	L-90		2
		1"			0			0		120				3,41
N3	N6	N3	0	5,6	0	164	0,1	0,0	10,07	1,250	32,8	0,0853	3,02	9,91
		N6	0	5,6	0	164	0,1	18,9	11,43	1,380	7,0288	T		6
		1 1/4"			0			0		120				15,9
N7	N6	N7	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,384	0,0900	2,2	7,22
		N6	0	0	0	164	0,1	0,0	11,43	1,049	6,0822	L-90		2
		1"			0			0		120				9,22
N8	N6	N8	0	5,6	0	164	0,1	0,0	0,00	1,000	0	0,0000	0,76	2,49
		N6	0	0	0	164	0,1	0,0	11,43	1,049	0	T		5
		1"			0			0		120				7,49
N9	N6	N9	0	5,6	0	164	0,1	0,0	0,00	1,500	0	0,0000	2,44	8,01
		N6	0	5,6	0	164	0,1	0,0	11,43	1,610	0	T		8
		1 1/2"			0			0		120				16

Nota. Creado por la autora.

4.3. Resultado Evaluación

El hospital cuenta actualmente con tres tipos de sistemas de extinción de incendios para diferentes zonas de riesgo, dependiendo del tipo de combustibles, tal es el caso de que si en la cocina se tiene aceites en altas temperaturas su contacto directo con el agua puede causar severos daños a la persona que se encuentre cerca, así como avivar la llama y no extinguirlo.

- Extinción por agua (NFPA-13)
- Agentes limpios en la cocina y data center (el cual tiene un sistema distinto y cuya determinación de los equipos corresponden a otro tema de estudio no previsto en los objetivos de la presente tesis)
- Sistema de monitorización y detección de incendios electrónico (corresponde a la aplicación de NFPA-70, no contemplado dentro de los objetivos del presente tema de tesis)

Por esta razón, la NFPA-13 indica que en áreas donde se encuentren equipos electrónicos, se deben emplear agentes limpios de protección, así como sensores de calor y detectores de humo. En cuanto a las áreas de quirófanos, salas de parto y rayos X, estas cuentan con detectores de humo y extintores, ya que tienen equipos médicos y sistemas eléctricos que podrían verse afectados por un contacto con el agua. Además, estas áreas se deben mantener totalmente limpias, puesto que son lugares en los que no se debe permitir la existencia de ningún tipo de contaminante precautelando la integridad del paciente.

De igual manera dentro del hospital se han implementado rutas de evacuación en los bloques A y B, para lo cual han instalado puertas de corta fuego y un sistema de ventilación. Sin embargo, es importante destacar que solo el bloque B cuenta con un sistema de agua totalmente presurizado en todo su ducto de escaleras, el cual se activará de manera automática en caso de una emergencia.

Figura 11: *Puerta corta fuego*



Nota. Tomado del registro fotográfico del levantamiento realizado.

El hospital ha realizado un sistema de protección que cumple con todas las especificaciones establecidas en la normativa correspondiente para proteger tanto a las personas como a los bienes presentes en el establecimiento. Por otra parte, se ha instalado un sistema electrónico que está directamente conectado al cuarto de máquinas, lo que permite una identificación instantánea de cualquier alarma o emergencia, asegurando una rápida y adecuada respuesta para controlar y prevenir incendios. Ver anexo 10 el cual se encuentra el registro fotográfico del levantamiento de información que corresponde al sistema contraincendios del hospital.

En el Anexo 2 se puede observar el diagnóstico detallado por cada zona en función de lo indica la NFPA-13, con lo que cuenta actualmente el sistema contraincendios del hospital.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El consorcio de fiscalización del hospital han trabajado de manera rigurosa y con un equipo de expertos en la materia para implementar un sistema de protección óptimo que cumpla con las normativas y exigencias en la protección y seguridad Contra incendios; en este sentido, se ha obtenido una ventaja al aplicar los criterios establecidos por la normativa nacional vigente y aprobada por el INEN como es la NEC contra incendios la misma que ha adoptado a la NFPA en todos sus capítulos para establecer los lineamientos de instalaciones seguras, la cual provee una sólida base para el diseño y la implementación de sistemas contra incendios fiables y seguros. Gracias a este esfuerzo conjunto, han logrado mejorar de manera significativa el nivel de seguridad del hospital, garantizando la protección tanto de los ocupantes como de los bienes con los que cuenta el lugar.

Sin embargo, se debe acotar que el Cuerpo de Bomberos de Azogues para lo concerniente a las aprobaciones respectivas del plan contra incendios solo requiere que el ente encargado de la aprobación de los planos hidrosanitarios dé el visto bueno y con ello da la carta respectiva; es decir no verifican que se esté cumpliendo la normativa de sistemas contra incendios; por ello todo el personal de fiscalización conociendo las normativas que permitan calificar al hospital dentro de los entes nacionales han visto la necesidad obligatoria de cumplir con los parámetros mínimos necesarios que exige la NFPA que está respaldada por la NEC de contra incendios la cual está avalada por el INEN como ente superior ecuatoriano.

A partir del diseño realizado con base a la normativa NFPA se pudo determinar que el sistema contra incendios del hospital está correcto acorde a las especificaciones que indica la NFPA; sin embargo, el diseño que se elaboró para poder verificar el estado actual del sistema se logró identificar que los resultados obtenidos de las diferentes variables analizadas son

menores a los que obtiene el hospital, como es el caso de los rociadores; al momento de ser plasmados en el plano se pueden observar que en ciertas áreas existen puntos ciegos que durante el cálculo no se identifican pero los mismo requieren ser cubiertos por ende se debe aumentar el número de rociadores generando la diferencia entre los dos diseños, sin embargo en los planos elaborados para el estudio se puede verificar los rociadores que se agregaron para proteger todas las áreas, pero eso no quiere decir que el sistema con el que cuenta el hospital este mal diseñado por no cumplir con la norma, al contrario el personal de fiscalización busca cubrir todos los espacios para garantizar el funcionamiento y brindar la seguridad a las personas que harán uso del lugar; de igual manera, el diseño realizado para el estudio se puede implementar como alternativa base para futuros hospitales del mismo nivel de atención.

El Hospital Católico de Cuenca sede Azogues cuenta con un sistema contraincendios adecuado, aunque se pueden proponer mejoras en ciertos aspectos para garantizar una cobertura total. Por ejemplo, se recomienda instalar sistemas de agentes limpios o de acción previa en áreas críticas como los quirófanos ya que brindan protección sin dañar las instalaciones.

El flujograma fue parte fundamental para comprender el proceso de diseño del sistema contraincendios y a su vez permitir desarrollar la operacionalización de las variables por medio de Visual Basic y el Excel automatiza el método para adquirir los resultados, clasificación de los riesgos, determinación de la cantidad y distancia de colocación de los rociadores; también permite calcular el caudal y la presión en función de los diámetros de tubería, mismos que deben ser colocados considerando que el esfuerzo mecánico que tendrán con agua deberán ser soportados por la estructura del edificio, ello se puede identificar en la isometría que se presenta en anexos.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda que todos los diseñadores deben mantenerse siempre actualizados con los cambios o modificaciones que presente la NFPA relacionado a las edificaciones y los ambientes para ser efectuado en la fase construcción o finalización y así obtener un sistema contraincendios adecuado para poder controlar a tiempo fugas, daños del sistema, que al final genera reducción de costos en las obras y prevenir daños.

Implementar las últimas innovaciones tecnológicas apegadas a la normativa vigente; es decir en el caso de utilizar softwares , los mismos deben mostrar la aplicabilidad de Normativa identificando el año de aprobación. El uso de estas nuevas tecnologías permitirá maximizar la eficiencia y precisión del proceso, garantizando un enfoque más seguro y efectivo en la prevención y combate de incendios. Además, esta estrategia nos proporcionará una valiosa oportunidad para realizar ajustes y mejoras antes de que el sistema sea construido, evitando costosos errores y asegurando una implementación exitosa y confiable.

Instaurar la automatización de los cálculos requerido por la NFPA para la obtención en edificaciones como hospitales, dada la complejidad y extensión de estos proyectos. La automatización permitirá agilizar y optimizar las tareas que actualmente se realizan de forma manual, lo cual no solo reducirá el tiempo requerido para llevar a cabo dichas labores, sino que también evitará posibles errores humanos y garantizará la precisión en los cálculos para cada área. Al adoptar soluciones tecnológicas avanzadas, como las herramientas de análisis de datos, se podrán simplificar los procesos y obtener información más rápida y confiable.

El uso efectivo de estos aplicativos siempre tendrá como objetivos el determinar el tamaño de la cisterna y la potencia de la bomba que a más de ser un referencial hidráulico según tablas, para el segundo caso, permite determinar la capacidad eléctrica para que su funcionamiento sea óptimo, será tema de otro trabajo investigativo la determinación de todo lo que corresponda a la ingeniería eléctrica para determinación de calibres y protecciones,

pero siempre se deberá considerar como base la potencia determinada en el cálculo hidráulico; es decir, que lo eléctrico dependerá del cálculo contra incendio.

Para lo correspondiente al mantenimiento de bombas se deberá considerar lo indicado dentro de la Norma NFPA-25.

BIBLIOGRAFÍA

- American Hospital Association . (2015). *AHA: Hospitales generales*. Obtenido de <https://www.aha.org/es/member-center/publications-data-and-resources/resources/hospital-glossary/general-hospital>
- Blanco Duarte, M. Á., & Martínez Jamiaca, J. F. (2016). *Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios, enfocados en redes internas de edificaciones*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/111f4b99-a0d6-4b7b-b5c0-7fd9284aa364/content>
- Gragera Vivas, J. P. (2012). *La Seguridad Contra Incendios en Hospitales*. Obtenido de <https://docplayer.es/1728075-La-seguridad-contra-incendios-en-hospitales.html>
- Ladines Freire , E. R. (Julio de 2020). *Diseño de un sistema hidraulico contraincendios de la empresa semillero del saber aplicando las normas NFPA13 y 14*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51344>
- Lozano Martínez, E., & Mejía Romero, H. (2011). *Inspección, Pruebas y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contraincendio de Acuerdo a Normas (NFPA)*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16294/1/Inspecci%C3%B3n%20Pruebas%20y%20Mantenimiento%20de%20Sistemas%20de%20Protecci%C3%B3n%20Contra%20Incendio%20de%20Acuerdo%20a%20Normas%20%28NFPA%29.pdf>
- Ministerio de Inclusión Económica y Social del Ecuador. (2009). Acuerdo Ministerial 1257. Edición Especial N° 114. *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios. Ecuador*, págs. 2-3.
- Ministerio de Salud Pública. (30 de Enero de 2015). Acuerdo Ministerial 5212. *Tipología para Homologar establecimientos de salud por niveles*, págs. 4-5.

Molano Pinzón, J., & Rodríguez Leguizamón, L. F. (2017). *Diseño del sistema contra incendios de extinción y detección para la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la norma NFPA y la NSR-10.*

Obtenido de

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6037/MolanoJeisonRodriguezLuis2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NEC. (2 de Octubre de 2019). NEC- HS- CI. *Contra Incendios*, págs. 11-12.

NEC-CONTRAINCENDIOS. (2 de Octubre de 2019). NEC- HS- CI. *Contra Incendios*, págs. 11-12.

NFPA 10. (2013). *Norma para extintores portátiles contra incendios*. NFPA.

NFPA 13. (2013). *Estándar para la instalación de sistemas de protección contra incendios*.

NFPA. Obtenido de <https://link.nfpa.org/free-access/publications/13/2013>:

<https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=13>

NFPA 14. (2013). *Estándar para la instalación de tuberías de agua para la extinción de incendios*. NFPA. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=14>

NFPA 20. (2013). *Estándar para la instalación de equipos de extinción de incendios*. NFPA.

Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=20>

NFPA. (2020). *National Fire Protection Association*. Obtenido de <https://www.nfpa.org/>

NFPA. (2020). *Sistemas de Protección contra incendios*. Obtenido de

<https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=72>

- NFPA 25. (2013). *Estandar para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios a Base de Agua*. NFPA. Obtenido de Estándar para el mantenimiento de sistemas de extinción de incendios. <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=25>
- Proaño Guevara, A. E. (Mayo de 2012). *Diseño Moderno de Sistemas de Agua para Protección Contra Incendios*, Edificio Publishing. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1338/1/104172.pdf>
- Romero Ortiz, J. A. (Noviembre de 2017). *Sistema de Control y Protección contra Incendios para el Hospital General de Macas en la provincia de Morona Santiago*. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26716/1/Tesis_t1333ec.pdf
- Segura Dominguez, M., & López Palago, R. I. (Agosto de 2021). *Diseño de un sistema hidráulico de extinción contra incendios en base a la normativa NFPA para una industria láctea en Guayaquil*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21066/1/UPS-GT003422.pdf>
- Wojciech, Krajewski, G., Tofilo, P., Jahn, W., Król, A., & Malgorzata, K. (20 de Marzo de 2020). *3D mapping of the sprinkler activation time*.
- Yungán Pintag, G. A. (Diciembre de 2016). *Diseño de un sistema de detección y alarma contra incendios basado en el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios para la empresa AXXIS HOSPITAL S.A*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16973/1/CD-7549.pdf>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

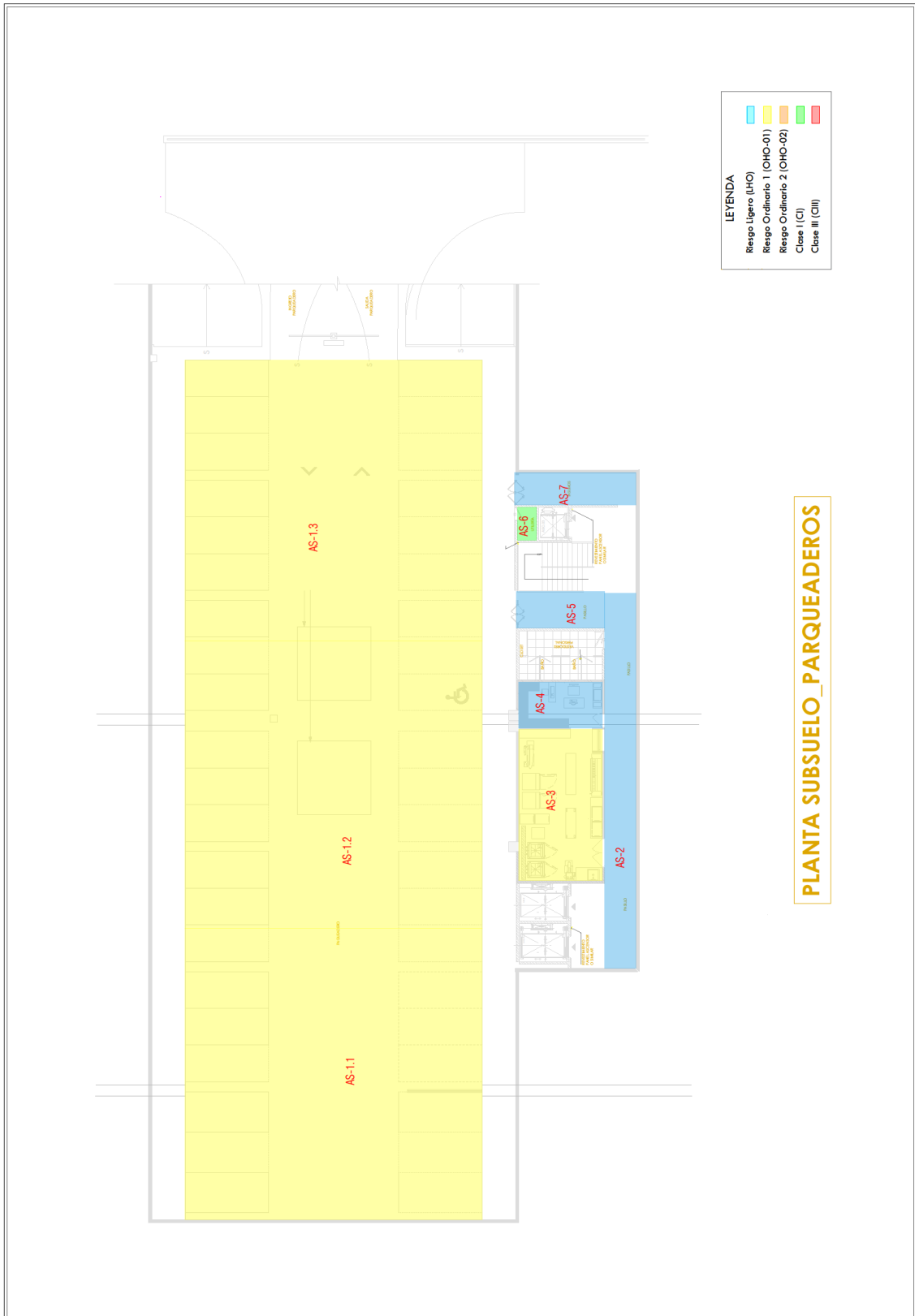
<i>NFPA</i>	National Fire Protection Association.
LHO	Ocupación de riesgo Leve.
OHO	Ocupación de riesgo Ordinario.
<i>EHO</i>	Ocupación de riesgo Extra.
<i>k</i>	Coefficiente de descarga de los rociadores.
<i>gpm</i>	Galones por minuto.
$^{\circ}F$	Grados Fahrenheit.
$^{\circ}C$	Grados Celsius.
A_s	Área de cobertura, <i>pies</i> ² .
<i>S</i>	Largo de los ramales, pies.
<i>L</i>	Distancia entre los ramales, pies.
<i>Q</i>	Caudal, gal/min.
<i>PQS</i>	Polvo químico.
<i>CO2</i>	Dióxido de Carbono.
Tipo K	Extintor de polvo mezclado con agua.
D_d	Densidad de descarga, $(\frac{gpm}{pies^2})$.
Q_T	Caudal Total gal/min.
Q_{min}	Caudal Mínimo, gal/min.
<i>p</i>	Resistencia por fricción (psi/pie de tubería)
<i>C</i>	Coefficiente de pérdida por fricción.
<i>d</i>	Diámetro interior real, mm.
p_m	Resistencia por fricción (bar/m de tubería)
<i>P</i>	Presión $(\frac{lb}{pulg^2})$
p_t	Presión total en $(\frac{lb}{pulg^2})$
p_f	Pérdida de presión por fricción
p_e	Presión debido a la diferencia de altura
p_v	Presión por velocidad $(\frac{lb}{pulg^2})$
p_n	Presión normal en $(\frac{lb}{pulg^2})$
<i>Presurizar</i>	El elemento se encuentra a presión.

Operalización Proceso que consiste en definir variables en factores medibles.

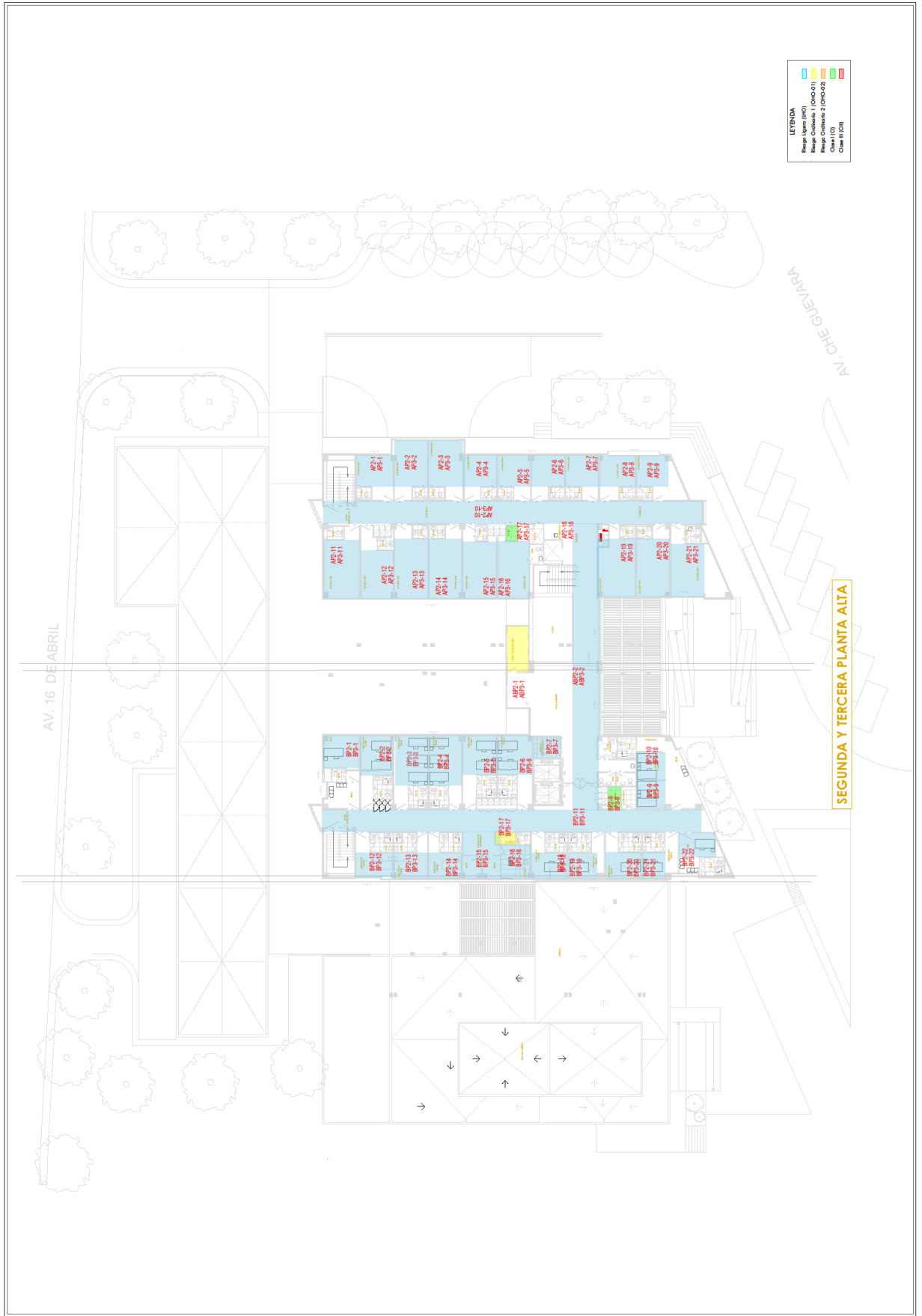
|

ANEXOS

Anexo 1: Clasificación de las zonas







Anexo 2: Diagnóstico

ZONA	USO	ROCIADORES		VERIFICACIÓN ROCIADORES
		NFPA	HOSPITAL	
		Total Rociadores	Total Rociadores	
AS-1.1	Parqueadero	25	30	CUMPLE NORMATIVA
AS-1.2	Parqueadero	25	30	CUMPLE NORMATIVA
AS-1.3	Parqueadero	25	24	NO CUMPLE
AS-2	Pasillo 1	3	5	CUMPLE NORMATIVA
AS-3	Lavanderia	2	2	CUMPLE NORMATIVA
AS-4	Costura	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AS-5	Pasillo 2	1	2	CUMPLE NORMATIVA
AS-6	Utileria	1	0	NO CUMPLE
AS-7	Pasillo 3 Insumos	1	2	CUMPLE NORMATIVA
DPB-1	Bodega Insumos Medicos	1	1	CUMPLE NORMATIVA
DPB-2	Morgue	2	2	CUMPLE NORMATIVA
DPB-3	Transformador	0	0	CUMPLE NORMATIVA
DPB-4	Combustible	0	0	CUMPLE NORMATIVA
DPB-5	Generador	0	0	CUMPLE NORMATIVA
DPB-6	UPS	0	0	CUMPLE NORMATIVA
DPB-7	Maquinas Sistema Agua	2	4	CUMPLE NORMATIVA
DPB-8	Taller	2	3	CUMPLE NORMATIVA
DPB-9	Central Oxigeno	2	2	CUMPLE NORMATIVA
DPB-10	Central de vacio	2	2	CUMPLE NORMATIVA
DPB-11	Central Gas Medicinal	2	2	CUMPLE NORMATIVA
DPB-12	GLP	2	4	CUMPLE NORMATIVA
DPB-13	Pasillo Ingreso desechos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
DPB-14	Desechos	1	1	CUMPLE NORMATIVA
DPB-15	Desechos	1	1	CUMPLE NORMATIVA
APB-1	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
APB-2	Procedimientos Medicos	1	1	CUMPLE NORMATIVA
APB-3	Estación enfermeria	1	1	CUMPLE NORMATIVA
APB-4	Procedimientos Medicos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-5	Sala Rayos X	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-6	Sala de Control	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-7	Sala Ecografia	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-8	Sala de Control	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-9	Sala de TAC	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-10	Pasillo	5	6	CUMPLE NORMATIVA
APB-11	Triaje Adultos	1	1	CUMPLE NORMATIVA
APB-12	Guardiania	1	1	CUMPLE NORMATIVA
APB-13	Observación Adultos	2	4	CUMPLE NORMATIVA
APB-14	Observación niños	1	2	CUMPLE NORMATIVA
APB-15	Quirofano Emergencia	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-16	Informacion	1	1	CUMPLE NORMATIVA
APB-17	Sala de componente	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-18	Sala de control	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-19	Sala de resonancia magnetica	0	0	CUMPLE NORMATIVA
APB-20	Vestibulo	2	2	CUMPLE NORMATIVA
ABPB-1	Pasillo	6	7	CUMPLE NORMATIVA
ABPB-2	Pasillo	7	9	CUMPLE NORMATIVA
BPB-1	Sala de dialisis	3	4	CUMPLE NORMATIVA
BPB-2	Equipos Electronicos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BPB-3	Oficina	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BPB-4	Recepción	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BPB-5	Farmacia	2	2	CUMPLE NORMATIVA
BPB-6	Administración	1	2	CUMPLE NORMATIVA
BPB-7	Data Center	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BPB-8	Oficina	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BPB-9	Oficina	2	2	CUMPLE NORMATIVA
BPB-10	Cocina	2	3	CUMPLE NORMATIVA
BPB-11	Oratorio	2	2	CUMPLE NORMATIVA
BPB-12	Bodega	1	1	CUMPLE NORMATIVA
CPB-1	Comedor	4	0	NO CUMPLE
CPB-2	Pasillo	4	5	CUMPLE NORMATIVA
CPB-3	Recepción	1	1	CUMPLE NORMATIVA
CPB-4	Laboratorio	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CPB-5	Oficina	1	1	CUMPLE NORMATIVA

CPB-6	Recepción	1	1	CUMPLE NORMATIVA
CPB-7	Laboratorio	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CPB-8	Laboratorio	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CPB-9	Bodega	4	4	CUMPLE NORMATIVA
CPB-10	Sala	6	6	CUMPLE NORMATIVA
CPB-11	Fisioterapia	2	3	CUMPLE NORMATIVA
CPB-12	Oficina	1	2	CUMPLE NORMATIVA
CPB-13	Fisioterapia	2	4	CUMPLE NORMATIVA
API-1	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-2	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-3	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-4	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-5	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-6	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-7	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-8	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-9	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-10	Pasillo	7	9	CUMPLE NORMATIVA
API-11	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-12	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-13	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-14	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-15	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-16	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-17	Informacion	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-18	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-19	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
API-20	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
ABP1-1	Pasillo	4	5	CUMPLE NORMATIVA
BP1-1	Suite	2	2	CUMPLE NORMATIVA
BP1-2	Habitacion doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-3	Habitacion triple	1	2	CUMPLE NORMATIVA
BP1-4	Habitacion triple	1	2	CUMPLE NORMATIVA
BP1-5	Habitacion doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-6	Habitacion doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-7	Equipos Electronicos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BP1-8	Quirofano	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BP1-9	Estación enfermeria	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-10	Bodega	1	0	NO CUMPLE
BP1-11	Pasillo	5	6	CUMPLE NORMATIVA
BP1-12	Habitacion simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-13	Habitacion simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-14	Habitacion simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-15	Estación enfermeria	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-16	Oficina	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-17	Sala materna	0	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-18	Utleria	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP1-19	Sala partos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BP1-20	Sala trabajos partos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BP1-21	Sala Recuperacion	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BP1-22	Pasillo	4	5	CUMPLE NORMATIVA
CP1-1	Preparacion Quirurgica	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-2	Recuperacion Anestecia	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-3	Utleria	1	0	NO CUMPLE
CP1-4	Cubiculos	3	0	NO CUMPLE
CP1-5	Bodega	1	0	NO CUMPLE
CP1-6	Residencia medica	1	0	NO CUMPLE
CP1-7	UCI	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-8	Aislados	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-9	Estación enfermeria	1	0	NO CUMPLE
CP1-10	Neonatalogia	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-11	Transferencia camillas	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-12	Equipos Electronicos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-13	Bodega	1	1	CUMPLE NORMATIVA
CP1-14	Pasillo	3	0	NO CUMPLE
CP1-15	Esteralizacion	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-16	Esteralizacion	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-17	Quirofano	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-18	Quirofano	0	0	CUMPLE NORMATIVA

CP1-19	Quirofano	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-20	Lavadora termodesinfectante	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-21	Lavadora Ultrasonica	0	0	CUMPLE NORMATIVA
CP1-22	Pasillo	4	0	NO CUMPLE
CP1-23	Pasillo	3	0	NO CUMPLE
CP1-24	Desechos	1	1	CUMPLE NORMATIVA
CP1-25	Pasillo	3	2	NO CUMPLE
AP2-1	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-2	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-3	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-4	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-5	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-6	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-7	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-8	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-9	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-10	Pasillo	6	9	CUMPLE NORMATIVA
AP2-11	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-12	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-13	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-14	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-15	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-16	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-17	Uterina	1	0	NO CUMPLE
AP2-18	Informacion	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-19	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-20	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP2-21	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
ABP2-1	Cuarto monitoreo	1	1	CUMPLE NORMATIVA
ABP2-2	Pasillo	5	7	CUMPLE NORMATIVA
BP2-1	Suite	2	2	CUMPLE NORMATIVA
BP2-2	Habitacion Doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-3	Habitacion Triple	1	2	CUMPLE NORMATIVA
BP2-4	Habitacion Triple	1	2	CUMPLE NORMATIVA
BP2-5	Habitacion Doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-6	Habitacion Doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-7	Equipos Electronicos	1	0	NO CUMPLE
BP2-8	Uterina	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-9	Residencia medica	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-10	Residencia medica	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-11	Pasillo	7	8	CUMPLE NORMATIVA
BP2-12	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-13	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-14	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-15	Estacion enfermeria	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-16	Oficina	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-17	Equipos Electronicos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BP2-18	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-19	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-20	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-21	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP2-22	Suite	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-1	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-2	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-3	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-4	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-5	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-6	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-7	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-8	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-9	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-10	Pasillo	6	9	CUMPLE NORMATIVA
AP3-11	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-12	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-13	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-14	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-15	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-16	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-17	Uterina	1	0	NO CUMPLE

AP3-18	Informacion	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-19	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-20	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
AP3-21	Consultorio	1	1	CUMPLE NORMATIVA
ABP3-1	Cuarto monitoreo	1	1	CUMPLE NORMATIVA
ABP3-2	Pasillo	5	7	CUMPLE NORMATIVA
BP3-1	Suite	2	2	CUMPLE NORMATIVA
BP3-2	Habitacion Doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-3	Habitacion Triple	1	2	CUMPLE NORMATIVA
BP3-4	Habitacion Triple	1	2	CUMPLE NORMATIVA
BP3-5	Habitacion Doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-6	Habitacion Doble	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-7	Equipos Electronicos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BP3-8	Utleria	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-9	Residencia medica	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-10	Residencia medica	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-11	Pasillo	7	8	CUMPLE NORMATIVA
BP3-12	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-13	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-14	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-15	Estación enfermeria	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-16	Oficina	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-17	Equipos Electronicos	0	0	CUMPLE NORMATIVA
BP3-18	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-19	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-20	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-21	Habitacion Simple	1	1	CUMPLE NORMATIVA
BP3-22	Suite	1	1	CUMPLE NORMATIVA
TOTAL		367	397	
DIFERENCIA			30	

Anexo 3: Codificación en Visual Basic

```

UserForm
Private Sub BT_buscar_Click()
Dim ULFILA As Variant
Dim Fila As Variant
Me.LISTA.RowSource = Clear
ULFILA = Sheets("zonas").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Row
For Fila = 1 To ULFILA
If Range("A" & Fila) Like Me.txt_búsqueda.Value Then
Me.LISTA.AddItem Cells(Fila, 1)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 0) = Cells(Fila, 1)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 1) = Cells(Fila, 2)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 2) = Cells(Fila, 3)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 3) = Cells(Fila, 4)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 4) = Cells(Fila, 5)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 5) = Cells(Fila, 6)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 6) = Cells(Fila, 7)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 7) = Cells(Fila, 8)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 8) = Cells(Fila, 9)
Me.LISTA.List(LISTA.ListCount - 1, 9) = Cells(Fila, 10)

End If
Next Fila
End Sub

Private Sub BT_editar_Click()
Dim Fila As Object
Dim LINEA As Variant
Dim ValorBuscado As Variant

If Me.LISTA.ListIndex = -1 Then
MsgBox " SELECCIONE UN REGISTRO"
Else

Me.txt_zona = Me.LISTA
ValorBuscado = Me.txt_zona

Set Fila = Sheets("zonas").Range("A:A").Find(ValorBuscado, LOOKAT:=xlWhole)

LINEA = Fila.Row

Me.txt_uso.Value = Range("B" & LINEA).Value
Me.txt_ubicacion.Value = Range("C" & LINEA).Value
Me.txt_materiales.Value = Range("D" & LINEA).Value

```

```

Private Sub BT_eliminar_Click()
Dim Fila As Object
Dim LINEA As Variant
Dim Zonabuscada As Variant

If Me.LISTA.ListIndex = -1 Then
MsgBox "SELECCIONE EL DATO A ELIMINAR"

Else
Me.txt_zona.Value = Me.LISTA
Zonabuscada = Me.txt_zona
Set Fila = Sheets("zonas").Range("A:A").Find(Zonabuscada, LOOKAT:=xlWhole)
LINEA = Fila.Row

Range("A" & LINEA).EntireRow.Delete

End If
MsgBox " EL DATO FUE ELIMINADO CORRECTAMENTE"
Me.LISTA.RowSource = "DATOS"
Me.LISTA.ColumnCount = 10

End Sub

Private Sub BT_excel_Click()
Application.Visible = True
Unload Me
End Sub

Private Sub BT_modificar_Click()
Dim Fila As Object
Dim LINEA As Variant
Dim ValorBuscado As Variant
Me.txt_zona = Me.LISTA
ValorBuscado = Me.txt_zona

Set Fila = Sheets("zonas").Range("A:A").Find(ValorBuscado, LOOKAT:=xlWhole)

LINEA = Fila.Row
Range("B" & LINEA).Value = Me.txt_uso.Value

```

Anexo 4: Base de datos

Zona	Uso	Ubicación	Materiales en sitio	clasificación	Metodo de extinción	Riesgo	Largo (y) m	Ancho (x) m	Observación
AS-1.1	Parquadero	Planta Subsuelo	Combustible	OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-01	17,80	17,50	A.5.3.1(1)
AS-1.2	Parquadero	Planta Subsuelo	Combustible	OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-01	17,80	17,00	A.5.3.1(1)
AS-1.3	Parquadero	Planta Subsuelo	Combustible	OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-01	17,80	17,00	A.5.3.1(1)
AS-2	Pasillo 1	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	1,90	22,50	A.5.2(6)
AS-3	Lavandería	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores	OHO-01	5,00	9,06	A.5.3.1(8)
AS-4	Costura	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores	LHO	5,00	2,75	A.5.2(6)
AS-5	Pasillo 2	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	5,03	2,10	A.5.2(6)
AS-6	Utillería	Planta Subsuelo		MERCANCIA	Rociadores	CI	1,10	2,00	A.5.3.2(4)
AS-7	Pasillo 3 Insumos	Planta Subsuelo		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	7,25	1,90	A.5.2(6)
DPB-1	Bodega Insumos Medicos	Planta Baja Bloque D	Plastico, Cartón alta concentración	MERCANCIA	Rociadores, Extinguidores	CI	3,10	3,50	A.5.3.2(4)
DPB-2	Morgue	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	7,20	3,50	A.5.2(6)
DPB-3	Transformador	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-01	13,50	3,90	A.5.3.1(6)
DPB-4	Combustible	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-01	2,09	6,92	A.5.3.1(6)
DPB-5	Generador	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-01	11,40	6,90	A.5.3.1(6)
DPB-6	UPS	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-01	7,05	9,47	A.5.3.1(6)
DPB-7	Maquinas Sistema Agua	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-02	7,05	6,10	A.5.3.2(4)
DPB-8	Taller	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-02	7,00	6,10	A.5.3.2(13)
DPB-9	Central Oxigeno	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-02	7,05	3,57	
DPB-10	Central de vncio	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-02	3,70	7,00	
DPB-11	Central Gas Medicinal	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-02	3,20	7,00	
DPB-12	GLP	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-02	7,10	5,60	A.5.3.2(4)
DPB-13	Pasillo Ingreso desechos	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	7,10	2,80	A.5.2(6)
DPB-14	Desechos	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores	OHO-02	2,20	4,40	A.5.3.2(4)
DPB-15	Desechos	Planta Baja Bloque D		OCUPACION	Rociadores	OHO-02	4,70	4,40	A.5.3.2(4)
APB-1	Consultorio	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,50	4,60	A.5.2(12)
APB-2	Procedimientos Medicos	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,70	4,60	A.5.2(6)
APB-3	Estacion enfermeria	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	2,50	4,80	A.5.2(12)
APB-4	Procedimientos Medicos	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,80	4,80	A.5.2(6)
APB-5	Sala Rayos X	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Extinguidores	LHO	4,50	4,70	A.5.2(6)
APB-6	Sala de Control	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,10	2,40	A.5.2(6)
APB-7	Sala Ecografia	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,90	4,50	A.5.2(6)
APB-8	Sala de Control	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,00	2,40	A.5.2(6)
APB-9	Sala de TAC	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	7,20	A.5.2(6)
APB-10	Pasillo	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	28,50	2,40	A.5.2(6)
APB-11	Triaje Adultos	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	4,00	3,1	A.5.2(6)
APB-12	Guardiana	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	2,60	1,40	A.5.2(6)
APB-13	Observación Adultos	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	5,80	6,40	A.5.2(6)
APB-14	Observación niños	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,60	3,80	A.5.2(6)
APB-15	Quitofano Emergencia	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	4,40	6,40	A.5.2(6)
APB-16	Informacion	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	2,50	1,90	A.5.2(12)
APB-17	Sala de componente	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	4,00	2,40	A.5.2(6)
APB-18	Sala de control	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	4,00	2,50	A.5.2(6)
APB-19	Sala de resonancia magnetica	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Extinguidores	LHO	6,30	7,60	A.5.2(6)
APB-20	Vestibulo	Planta Baja Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	4,10	7,00	A.5.2(6)
ABPB-1	Pasillo	Planta Baja Bloque AB		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	2,40	29,70	A.5.2(6)
ABPB-2	Pasillo	Planta Baja Bloque AB		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	2,40	36,70	A.5.2(6)
BPB-1	Sala de dialisis	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	19,10	7,60	A.5.2(6)
BPB-2	Equipos Electronicos	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Detector humo, extintor	OHO-01	2,90	1,80	A.5.3.1(6)
BPB-3	Oficina	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,20	3,00	A.5.2(12)
BPB-4	Recepcion	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	3,20	4,00	A.5.2(12)
BPB-5	Farmacia	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	7,10	5,00	A.5.2(6)
BPB-6	Administración	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	5,80	4,60	A.5.2(12)
BPB-7	Data Center	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Detector humo, extintor	OHO-01	5,10	4,80	A.5.3.1(6)
BPB-8	Oficina	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,80	3,10	A.5.2(12)
BPB-9	Oficina	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	1,80	7,10	A.5.2(12)
BPB-10	Cocina	Planta Baja Bloque B	Combustible	MERCANCIA	Rociadores, Extinguidores	CI	4,60	4,20	A.5.2(12)
BPB-11	Oratorio	Planta Baja Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	6,80	3,10	A.5.2(6)
BPB-12	Bodega	Planta Baja Bloque B	Plastico, Cartón alta concentración	MERCANCIA	Rociadores, Extinguidores	CI	2,40	1,70	A.5.3.2(4)
CPB-1	Comedor	Planta Baja Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	9,40	8,00	A.5.2(14)
CPB-2	Pasillo	Planta Baja Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	2,40	23,00	A.5.2(6)
CPB-3	Recepcion	Planta Baja Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	3,60	2,70	A.5.2(5)
CPB-4	Laboratorio	Planta Baja Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-02	3,80	7,90	A.5.3.2(4)
CPB-5	Oficina	Planta Baja Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,40	2,80	A.5.2(12)
CPB-6	Recepcion	Planta Baja Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	LHO	2,20	3,30	A.5.2(5)
CPB-7	Laboratorio	Planta Baja Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Extinguidores	OHO-02	7,50	11,00	A.5.3.2(4)

AP1-14	Consultorio	Primera Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	6,10 A.5.2(12)
AP1-15	Consultorio	Primera Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	5,80 A.5.2(12)
AP1-16	Consultorio	Primera Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,30	5,80 A.5.2(12)
AP1-17	Informacion	Primera Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	2,00	1,60 A.5.2(12)
AP1-18	Consultorio	Primera Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,90	5,60 A.5.2(12)
AP1-19	Consultorio	Primera Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	5,60 A.5.2(12)
AP1-20	Consultorio	Primera Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,90	5,70 A.5.2(12)
ABP1-1	Pasillo	Primera Planta Bloque AB		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	2,50	22,20 A.5.2(6)
BP1-1	Suite	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	3,40 A.5.2(6)
BP1-2	Habitacion doble	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,30	4,20 A.5.2(6)
BP1-3	Habitacion triple	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	5,20 A.5.2(6)
BP1-4	Habitacion triple	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	5,20 A.5.2(6)
BP1-5	Habitacion doble	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	4,10 A.5.2(6)
BP1-6	Habitacion doble	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,60	4,10 A.5.2(6)
BP1-7	Equipos Electronicos	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Detector humo, extintor	OHO-01	2,80	2,20 A.5.3.1(6)
BP1-8	Quirofano	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	5,90	4,80 A.5.2(6)
BP1-9	Estacion enfermeria	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	1,90	2,70 A.5.2(12)
BP1-10	Bodega	Primera Planta Bloque B	Plastico, Carton alta concentracion	MERCANCIA	Rociadores, Exritores	CI	1,50	2,50 A.5.3.2(4)
BP1-11	Pasillo	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	25,80	2,30 A.5.2(6)
BP1-12	Habitacion simple	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,90	2,50 A.5.2(6)
BP1-13	Habitacion simple	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	2,70 A.5.2(6)
BP1-14	Habitacion simple	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	2,70 A.5.2(6)
BP1-15	Estacion enfermeria	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	3,90	4,90 A.5.2(12)
BP1-16	Oficina	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,00	3,50 A.5.2(12)
BP1-17	Sala materna	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	3,30 A.5.2(6)
BP1-18	Uteria	Primera Planta Bloque B		MERCANCIA	Rociadores	CI	1,40	3,10 A.5.3.2(4)
BP1-19	Sala partos	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	4,50	5,50 A.5.2(6)
BP1-20	Sala trabajos partos	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	4,10	4,90 A.5.2(6)
BP1-21	Sala Recuperacion	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,10	7,00 A.5.2(6)
BP1-22	Pasillo	Primera Planta Bloque B		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	3,00	22,50 A.5.2(6)
CP1-1	Preparacion Quirurgica	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,20	6,00 A.5.2(6)
CP1-2	Recuperacion Anestesia	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	4,60	5,30 A.5.2(6)
CP1-3	Uteria	Primera Planta Bloque C		MERCANCIA	Rociadores	CI	0,80	1,60 A.5.3.2(4)
CP1-4	Cubiculos	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	6,00	16,90 A.5.2(6)
CP1-5	Bodega	Primera Planta Bloque C	Plastico, Carton alta concentracion	MERCANCIA	Rociadores, Exritores	CI	1,70	1,30 A.5.3.2(4)
CP1-6	Residencia medica	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,70	2,70 A.5.2(6)
CP1-7	UCI	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,30	2,90 A.5.2(6)
CP1-8	Aislados	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	2,30	1,80 A.5.2(6)
CP1-9	Estacion enfermeria	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	1,80	4,80 A.5.2(12)
CP1-10	Neonatalogia	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	4,10 A.5.2(6)
CP1-11	Transferencia camillas	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	1,80	2,80 A.5.2(6)
CP1-12	Equipos Electronicos	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Detector humo, extintor	OHO-01	2,70	1,20 A.5.3.1(6)
CP1-13	Bodega	Primera Planta Bloque C	Plastico, Carton alta concentracion	MERCANCIA	Rociadores, Exritores	CI	1,30	1,70 A.5.3.2(4)
CP1-14	Pasillo	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	19,00	1,90 A.5.2(6)
CP1-15	Esternizacion	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,60	9,80 A.5.2(6)
CP1-16	Esternizacion	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,30	5,90 A.5.2(6)
CP1-17	Quirofano	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	6,50	5,00 A.5.2(6)
CP1-18	Quirofano	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	6,30	5,00 A.5.2(6)
CP1-19	Quirofano	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	LHO	6,00	5,00 A.5.2(6)
CP1-20	Lavadora termodesinfectante	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	OHO-01	3,30	3,80 A.5.3.1(8)
CP1-21	Lavadora Ultrasonica	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores	OHO-01	2,50	2,90 A.5.3.1(8)
CP1-22	Pasillo	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	18,80	2,90 A.5.2(6)
CP1-23	Pasillo	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	2,90	20,90 A.5.2(6)
CP1-24	Desechos	Primera Planta Bloque C		OCUPACION	Rociadores, Exritores	OHO-02	4,60	1,90 A.5.3.2(4)
AP2-1	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,90	3,30 A.5.2(12)
AP2-2	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	4,80 A.5.2(12)
AP2-3	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,60	4,80 A.5.2(12)
AP2-4	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	3,30 A.5.2(12)
AP2-5	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	3,30 A.5.2(12)
AP2-6	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	3,30 A.5.2(12)
AP2-7	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	3,30 A.5.2(12)
AP2-8	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	3,20 A.5.2(12)
AP2-9	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,30	3,20 A.5.2(12)
AP2-10	Pasillo	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	39,90	2,40 A.5.2(6)
AP2-11	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	6,10 A.5.2(12)
AP2-12	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	5,00 A.5.2(12)
AP2-13	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	6,20 A.5.2(12)
AP2-14	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	6,20 A.5.2(12)
AP2-15	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	5,90 A.5.2(12)
AP2-16	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,30	5,90 A.5.2(12)
AP2-17	Uteria	Segunda Planta Bloque A		MERCANCIA	Rociadores	CI	1,20	1,60 A.5.3.2(4)
AP2-18	Informacion	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores, Exritores	LHO	2,00	1,60 A.5.2(12)
AP2-19	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,90	6,10 A.5.2(12)
AP2-20	Consultorio	Segunda Planta Bloque A		OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	6,10 A.5.2(12)

BP2-16	Oficina	Segunda Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,00	3,50	A.5.2(12)
BP2-17	Equipos Electronicos	Segunda Planta Bloque B	OCUPACION	Detector humo, extintor	OHO-01	2,00	1,20	A.5.3.1(6)
BP2-18	Habitacion Simple	Segunda Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,70	A.5.2(6)
BP2-19	Habitacion Simple	Segunda Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,70	A.5.2(6)
BP2-20	Habitacion Simple	Segunda Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,70	A.5.2(6)
BP2-21	Habitacion Simple	Segunda Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,70	A.5.2(6)
BP2-22	Suite	Segunda Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,50	A.5.2(6)
AP3-1	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,90	3,30	A.5.2(12)
AP3-2	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	4,80	A.5.2(12)
AP3-3	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,60	4,80	A.5.2(12)
AP3-4	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	3,30	A.5.2(12)
AP3-5	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	3,30	A.5.2(12)
AP3-6	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	3,30	A.5.2(12)
AP3-7	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	3,30	A.5.2(12)
AP3-8	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	3,20	A.5.2(12)
AP3-9	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,30	3,20	A.5.2(12)
AP3-10	Pasillo	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	39,90	2,40	A.5.2(6)
AP3-11	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	6,10	A.5.2(12)
AP3-12	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	5,00	A.5.2(12)
AP3-13	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	6,20	A.5.2(12)
AP3-14	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	6,20	A.5.2(12)
AP3-15	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	5,90	A.5.2(12)
AP3-16	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,30	5,90	A.5.2(12)
AP3-17	Utileria	Tercera Planta Bloque A	MERCANCIA	Rociadores	CI	1,20	1,60	A.5.3.2(4)
AP3-18	Informacion	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	2,00	1,60	A.5.2(12)
AP3-19	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,90	6,10	A.5.2(12)
AP3-20	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	6,10	A.5.2(12)
AP3-21	Consultorio	Tercera Planta Bloque A	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	5,50	A.5.2(12)
ABP3-1	Cuarto monitoreo	Tercera Planta Bloque AB	OCUPACION	Detector humo, extintor	OHO-01	2,20	4,70	A.5.3.1(6)
ABP3-2	Pasillo	Tercera Planta Bloque AB	OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	2,70	30,00	A.5.2(6)
BP3-1	Suite	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	3,40	A.5.2(6)
BP3-2	Habitacion Doble	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,30	4,20	A.5.2(6)
BP3-3	Habitacion Triple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	5,20	A.5.2(6)
BP3-4	Habitacion Triple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	5,20	A.5.2(6)
BP3-5	Habitacion Doble	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,60	4,10	A.5.2(6)
BP3-6	Habitacion Doble	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,65	4,10	A.5.2(6)
BP3-7	Equipos Electronicos	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Detector humo, extintor	OHO-01	2,80	2,20	A.5.3.1(6)
BP3-8	Utileria	Tercera Planta Bloque B	MERCANCIA	Rociadores	CI	1,30	2,30	A.5.3.2(4)
BP3-9	Residencia medica	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,00	2,90	A.5.2(6)
BP3-10	Residencia medica	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,00	2,90	A.5.2(6)
BP3-11	Pasillo	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	39,60	2,30	A.5.2(6)
BP3-12	Habitacion Simple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,90	2,50	A.5.2(6)
BP3-13	Habitacion Simple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,50	2,70	A.5.2(6)
BP3-14	Habitacion Simple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,40	2,70	A.5.2(6)
BP3-15	Estacion enfermeria	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores, Extintores	LHO	3,90	4,30	A.5.2(12)
BP3-16	Oficina	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,00	3,50	A.5.2(12)
BP3-17	Equipos Electronicos	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Detector humo, extintor	OHO-01	2,00	1,20	A.5.3.1(6)
BP3-18	Habitacion Simple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,70	A.5.2(6)
BP3-19	Habitacion Simple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,70	A.5.2(6)
BP3-20	Habitacion Simple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,70	A.5.2(6)
BP3-21	Habitacion Simple	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,70	A.5.2(6)
BP3-22	Suite	Tercera Planta Bloque B	OCUPACION	Rociadores	LHO	3,70	2,50	A.5.2(6)

Anexo 5: Tabla de resultados de cálculo de número de rociadores (verificar con plano)

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO CATOLICO AZOGUES																						
CALCULO DE ROCIADORES																						
Ubicacion	Zona	Interpretación visual	Materiales:	Distancia de espacio a proteger		Clasificación de mercancía	Densidad gpm/ pie ²	Area de diseño pie ²	Area de aplicación		Distancia S	Cobertura por rociador m ²	Rociadores en ramal	Cobertura de rociadores en ramal	Rociador		Total rociadores requeridos max.	Factor K	Total agua necesaria gpm			
				Largo (y)	Ancho (x)				pie ²	pie ²					Espac. Y (m)	Espac. X (m)						
Parquadero /Planta Subsuolo	AS-1.1		Combustible	17,80	m	17,50	m		311,50	m ²	3,55	m	12,63	m ²	25	88,83	m ²	5,00	5,00	25,0	5,6	324,9
				57,11	pie	56,15	pie	OHO-01	0,1	4000	3206,53	pie ²	11,40	pie	129,96	pie ²		914,39	pie ²			
Parquadero /Planta Subsuolo	AS-1.2		Combustible	17,80	m	17,00	m		302,60	m ³	3,55	m	12,63	m ³	24	85,28	m ³	5,00	5,00	25,0	5,6	324,9
				57,11	pie	54,54	pie	OHO-01	0,1	4000	3114,91	pie ³	11,40	pie	129,96	pie ³		877,82	pie ³			
Parquadero /Planta Subsuolo	AS-1.3		Combustible	17,80	m	17,00	m		302,60	m ⁴	3,55	m	12,63	m ⁴	24	85,28	m ⁴	5,00	5,00	25,0	5,6	324,9
				57,11	pie	54,54	pie	OHO-01	0,1	4000	3114,91	pie ⁴	11,40	pie	129,96	pie ⁴		877,82	pie ⁴			
Pasillo 1 /Planta Subsuolo	AS-2			1,90	m	22,50	m		42,75	m ²	6,23	m	38,86	m ²	2	12,47	m ²	1,00	3,00	3,0	5,6	120,0
				6,10	pie	72,19	pie	LHO	0,1	1500	440,06	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		128,34	pie ²			
Lavanderia /Planta Subsuolo	AS-3			5,00	m	9,06	m		45,30	m ²	3,55	m	12,63	m ²	4	14,21	m ²	1,00	3,00	3,0	5,6	58,5
				16,04	pie	29,07	pie	OHO-01	0,15	1500	466,31	pie ²	11,40	pie	129,96	pie ²		146,30	pie ²			
Costura /Planta Subsuolo	AS-4			5,00	m	2,75	m		13,75	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				16,04	pie	8,82	pie	LHO	0,1	1500	141,54	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Pasillo 2 /Planta Subsuolo	AS-5			5,03	m	2,10	m		10,56	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				16,14	pie	6,74	pie	LHO	0,1	1500	108,73	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Utileria /Planta Subsuolo	AS-6			1,10	m	2,00	m		2,20	m ²	3,74	m	13,99	m ²	1	3,74	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	28,8
				3,53	pie	6,42	pie	CI	0,2	2000	22,65	pie ²	12,00	pie	144,00	pie ²		38,50	pie ²			
Pasillo 3 Insumos /Planta Subsuolo	AS-7			7,25	m	1,90	m		13,78	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				23,26	pie	6,10	pie	LHO	0,1	1500	141,80	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Bodega Insumos Medicos /Planta Baja	DPB-1		Plastico, Carton alta concentracion	3,10	m	3,50	m		10,85	m ²	3,74	m	13,99	m ²	1	3,74	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	28,8
				9,95	pie	11,23	pie	CI	0,2	2000	111,69	pie ²	12,00	pie	144,00	pie ²		38,50	pie ²			
Maquina Sistema Agua /Planta Baja Bloque D	DPB-7			7,05	m	6,10	m		43,01	m ²	6,23	m	38,86	m ²	2	12,47	m ²	2,00	1,00	2,0	5,6	160,0
				22,62	pie	19,57	pie	OHO-02	0,2	1500	442,69	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		128,34	pie ²			
Taller /Planta Baja Bloque D	DPB-8			7,00	m	6,10	m		42,70	m ²	6,23	m	38,86	m ²	2	12,47	m ²	2,00	1,00	2,0	5,6	160,0
				22,46	pie	19,57	pie	OHO-02	0,2	1500	439,55	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		128,34	pie ²			
Central Oxigeno /Planta Baja Bloque D	DPB-9			7,05	m	3,57	m		25,17	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	2,00	1,00	2,0	5,6	160,0
				22,62	pie	11,45	pie	OHO-02	0,2	1500	259,08	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Central de vacio /Planta Baja Bloque D	DPB-10			3,70	m	7,00	m		25,90	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	2,00	2,0	5,6	160,0
				11,87	pie	22,46	pie	OHO-02	0,2	1500	266,61	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Central Gas Medicinal /Planta Baja Bloque D	DPB-11			3,20	m	7,00	m		22,40	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	2,00	2,0	5,6	160,0
				10,27	pie	22,46	pie	OHO-02	0,2	1500	230,58	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
GLP /Planta Baja Bloque D	DPB-12			7,10	m	5,60	m		39,76	m ²	6,23	m	38,86	m ²	2	12,47	m ²	2,00	1,00	2,0	5,6	160,0
				22,78	pie	17,97	pie	OHO-02	0,2	1500	409,28	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		128,34	pie ²			
Pasillo Ingreso desechos /Planta Baja Bloque D	DPB-13			7,10	m	2,80	m		19,88	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				22,78	pie	8,98	pie	LHO	0,1	1500	204,64	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Desechos /Planta Baja Bloque D	DPB-14			2,20	m	4,40	m		9,68	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	80,0
				7,06	pie	14,12	pie	OHO-02	0,2	1500	99,64	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Desechos /Planta Baja Bloque D	DPB-15			4,70	m	4,40	m		20,68	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	80,0
				15,08	pie	14,12	pie	OHO-02	0,2	1500	212,88	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Consultorio /Planta Baja Bloque A	APB-1			2,50	m	4,60	m		11,50	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				8,02	pie	14,76	pie	LHO	0,1	1500	118,38	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Procedimiento Medicos /Planta Baja Bloque A	APB-2			2,70	m	4,60	m		12,42	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				8,66	pie	14,76	pie	LHO	0,1	1500	127,85	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			
Estacion enfermeria /Planta Baja Bloque A	APB-3			2,50	m	4,80	m		12,00	m ²	6,23	m	38,86	m ²	1	6,23	m ²	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				8,02	pie	15,40	pie	LHO	0,1	1500	123,53	pie ²	20,00	pie	400,00	pie ²		64,17	pie ²			

Bodega /Planta Baja Bloque C	CPB-9		Plastico, Cartón alta concentración	7,00	m	7,30	m	CI	0,2	2000	51,10	m2	3,74	m	13,99	m2	4	14,96	m2	2,00	2,00	4,0	5,6	115,2
				22,46	pie	23,42	pie				526,01	pie2	12,00	pie	144,00	pie2		154,00	pie2	18,70	m2			
Sala /Planta Baja Bloque C	CPB-10			7,10	m	12,80	m	LHO	0,1	1500	90,88	m2	6,23	m	38,86	m2	3	18,70	m2	2,00	3,00	6,0	5,6	240,0
				22,78	pie	41,07	pie				935,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		192,50	pie2	2,37	3,20			
Fisioterapia /Planta Baja Bloque C	CPB-11			7,80	m	6,90	m	LHO	0,1	1500	53,82	m2	6,23	m	38,86	m2	2	12,47	m2	2,00	1,00	2,0	5,6	80,0
				25,03	pie	22,14	pie				554,01	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		128,34	pie2	2,60	3,45			
Oficina /Planta Baja Bloque C	CPB-12			3,80	m	6,90	m	LHO	0,1	1500	26,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				12,19	pie	22,14	pie				269,90	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,90	3,45			
Fisioterapia /Planta Baja Bloque C	CPB-13			7,70	m	7,65	m	LHO	0,1	1500	58,91	m2	6,23	m	38,86	m2	2	12,47	m2	2,00	1,00	2,0	5,6	80,0
				24,70	pie	24,54	pie				606,36	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		128,34	pie2	2,57	3,83			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-1			3,90	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	12,87	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				12,51	pie	10,59	pie				132,48	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,95	1,65			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-2			3,40	m	4,80	m	LHO	0,1	1500	16,32	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,91	pie	15,40	pie				168,00	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	2,40			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-3			3,60	m	4,80	m	LHO	0,1	1500	17,28	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				11,55	pie	15,40	pie				177,88	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,80	2,40			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-4			3,40	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	11,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,91	pie	10,59	pie				115,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	1,65			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-5			3,40	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	11,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,91	pie	10,59	pie				115,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	1,65			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-6			3,40	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	11,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,91	pie	10,59	pie				115,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	1,65			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-7			3,40	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	11,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,91	pie	10,59	pie				115,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	1,65			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-8			3,70	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	12,21	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				11,87	pie	10,59	pie				125,69	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,85	1,65			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-9			3,30	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	10,89	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,59	pie	10,59	pie				112,10	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,65	1,65			
Pasillo /Primera Planta Bloque A	API-10			39,90	m	2,40	m	LHO	0,1	1500	95,76	m2	6,23	m	38,86	m2	3	18,70	m2	7,00	1,00	7,0	5,6	280,0
				128,02	pie	7,70	pie				985,74	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		192,50	pie2	4,99	1,20			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-11			3,70	m	6,00	m	LHO	0,1	1500	22,20	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				11,87	pie	19,25	pie				228,52	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,85	3,00			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-12			3,40	m	4,80	m	LHO	0,1	1500	16,32	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,91	pie	15,40	pie				168,00	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	2,40			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-13			3,50	m	6,10	m	LHO	0,1	1500	21,35	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				11,23	pie	19,57	pie				219,77	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,75	3,05			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-14			3,40	m	6,10	m	LHO	0,1	1500	20,74	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,91	pie	19,57	pie				213,49	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	3,05			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-15			3,50	m	5,80	m	LHO	0,1	1500	20,30	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				11,23	pie	18,61	pie				208,96	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,75	2,90			
Consultorio /Primera Planta Bloque A	API-16			3,30	m	5,80	m	LHO	0,1	1500	19,14	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
				10,59	pie	18,61	pie				197,02	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,65	2,90			

Suite /Segunda Planta Bloque B	BP2-22		3,70	m	2,50	m	LHO	0,1	1500	9,25	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			11,87	pie	8,02	pie				95,22	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,85	1,25			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-1		3,90	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	12,87	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			12,51	pie	10,59	pie				132,48	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,95	1,65			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-2		3,40	m	4,80	m	LHO	0,1	1500	16,32	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,91	pie	15,40	pie				168,00	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	2,40			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-3		3,60	m	4,80	m	LHO	0,1	1500	17,28	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			11,55	pie	15,40	pie				177,88	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,80	2,40			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-4		3,40	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	11,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,91	pie	10,59	pie				115,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	1,65			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-5		3,40	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	11,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,91	pie	10,59	pie				115,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	1,65			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-6		3,40	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	11,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,91	pie	10,59	pie				115,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	1,65			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-7		3,40	m	3,30	m	LHO	0,1	1500	11,22	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,91	pie	10,59	pie				115,50	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	1,65			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-8		3,70	m	3,20	m	LHO	0,1	1500	11,84	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			11,87	pie	10,27	pie				121,88	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,85	1,60			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-9		3,30	m	3,20	m	LHO	0,1	1500	10,56	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,59	pie	10,27	pie				108,70	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,65	1,60			
Pasillo /Tercera Planta Bloque A	AP3-10		39,90	m	2,40	m	LHO	0,1	1500	95,76	m2	6,23	m	38,86	m2	3	18,70	m2	6,00	1,00	6,0	5,6	240,0
			128,02	pie	7,70	pie				985,74	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		192,50	pie2	5,70	1,20			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-11		3,70	m	6,10	m	LHO	0,1	1500	22,57	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			11,87	pie	19,57	pie				232,33	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,85	3,05			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-12		3,40	m	5,00	m	LHO	0,1	1500	17,00	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,91	pie	16,04	pie				175,00	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	2,50			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-13		3,50	m	6,20	m	LHO	0,1	1500	21,70	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			11,23	pie	19,89	pie				223,38	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,75	3,10			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-14		3,40	m	6,20	m	LHO	0,1	1500	21,08	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,91	pie	19,89	pie				216,99	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,70	3,10			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-15		3,50	m	5,90	m	LHO	0,1	1500	20,65	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			11,23	pie	18,93	pie				212,57	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,75	2,95			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-16		3,30	m	5,90	m	LHO	0,1	1500	19,47	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			10,59	pie	18,93	pie				200,42	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,65	2,95			
Oficina /Tercera Planta Bloque A	AP3-17		1,20	m	1,60	m	CI	0,2	2000	1,92	m2	3,74	m	13,99	m2	1	3,74	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	28,8
			3,85	pie	5,13	pie				19,76	pie2	12,00	pie	144,00	pie2		38,50	pie2	0,60	0,80			
Información /Tercera Planta Bloque A	AP3-18		2,00	m	1,60	m	LHO	0,1	1500	3,20	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			6,42	pie	5,13	pie				32,94	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,00	0,80			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-19		3,90	m	6,10	m	LHO	0,1	1500	23,79	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			12,51	pie	19,57	pie				244,89	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,95	3,05			
Consultorio /Tercera Planta Bloque A	AP3-20		3,50	m	6,10	m	LHO	0,1	1500	21,35	m2	6,23	m	38,86	m2	1	6,23	m2	1,00	1,00	1,0	5,6	40,0
			11,23	pie	19,57	pie				219,77	pie2	20,00	pie	400,00	pie2		64,17	pie2	1,75	3,05			

Anexo 6: Tabla de resultados de cálculo hidráulico opción A (viene de la sección 4.1)

NODOS		Nodo Inicio Nodo Fin Tubería (pulg)	Rociador en nodo	Factor K Nodo	Elevación		area cob. Roc. pies	densidad (gpm/pie2)	Descarga roc/mng (gpm)	Presión residual (psi)	Diam. Nomin (pulg) Diam. Inter (pulg) Valor C	Q(gpm) Velocida pie/seg	(psi/pie) acc gpo	Long. Tuber (pie)	
					metro	pies								metro	pie
N1	N2	N1	1	5,6		0	164	0,1	16,384	8,56	1,000	16,384	0,0900	1,79	5,87
		N2	0	5,6		0	164	0,1	17,0	9,27	1,049	6,08	L-90		2
		1"				0			0		120				7,87
N2	N3	N2	0	0		0	164	0,1	0,0	9,27	1,000	16,4	0,0900	2,1	6,89
		N3	0	5,6		0	164	0,1	17,8	10,07	1,049	6,1	L-90		2
		1"				0			0		120				8,89
N4	N3	N4	1	5,6		0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,4	0,0900	2,51	8,23
		N3	0	5,6		0	164	0,1	0,0	10,07	1,049	6,1	T		5
		1"				0			0		120				13,2
N5	N3	N5	1	5,6		0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,4	0,0900	0,43	1,41
		N3	0	0		0	164	0,1	0,0	10,07	1,049	6,1	L-90		2
		1"				0			0		120				3,41
N3	N6	N3	0	5,6		0	164	0,1	0,0	10,07	1,250	32,8	0,0853	3,02	9,91
		N6	0	5,6		0	164	0,1	18,9	11,43	1,380	7,0288	T		6
		1 1/4"				0			0		120				15,9
N7	N6	N7	1	5,6		0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,384	0,0900	2,2	7,22
		N6	0	0		0	164	0,1	0,0	11,43	1,049	6,0822	L-90		2
		1"				0			0		120				9,22
N8	N6	N8	0	5,6		0	164	0,1	0,0	0,00	1,000	0	0,0000	0,76	2,49
		N6	0	0		0	164	0,1	0,0	11,43	1,049	0	T		5
		1"				0			0		120				7,49
N9	N6	N9	0	5,6		0	164	0,1	0,0	0,00	1,500	0	0,0000	2,44	8,01
		N6	0	5,6		0	164	0,1	0,0	11,43	1,610	0	T		8
		1 1/2"				0			0		120				16
N13	N12	N13	1	5,6		0	164	0,1	18,9	11,43	1,000	18,929	0,1175	0,44	1,44
		N12		0		0	164	0,1	0,0	11,83	1,049	7,0269	L-90		2
		1"				0			0		120				3,44
N12	N11	N12		5,6		0	164	0,1	19,3	11,83	1,000	38,19	0,4306	1,04	3,41
		N11		0		0	164	0,1	0,0	14,16	1,049	14,177	L-90		2
		1"				0			0		120				5,41
N11	N10	N11		5,6		0	164	0,1	0,0	14,16	1,000	38,19	0,4306	3,42	11,2
		N10	0	0		0	164	0,1	0,0	19,85	1,049	14,177	L-90		2
		1"				0			0		120				13,2
N10	N9	N10	0	5,6		0	164	0,1	0,0	19,85	1,000	38,19	0,4306	1,1	3,61
		N9	0	0		0	164	0,1	0,0	22,27	1,049	14,177	L-90		2
		1"				0			0		120				5,61
N15	N14	N15	1	5,6		0	164	0,1	26,4	22,27	1,000	26,426	0,2179	1,14	3,74
		N14		0		0	164	0,1	0,0	23,52	1,049	9,8101	L-90		2
		1"				0			0		120				5,74
N14	N9	N14		5,6		0	164	0,1	0,0	23,52	1,000	26,426	0,2179	4,92	16,1
		N9	0	0		0	164	0,1	0,0	28,13	1,049	9,8101	T		5
		1"				0			0		120				21,1
N9	N16	N9		5,6		0	164	0,1	0,0	22,27	2,500	64,616	0,0176	9,14	30
		N16	0	0		0	164	0,1	0,0	22,90	2,469	4,33	L-90		6
		2 1/2"				0			0		120				36
N16	N17	N16	0	0		0	164	0,1	0,0	22,90	2,500	64,616	0,0176	30,32	99,5
		N17		0		0	164	0,1	0,0	24,76	2,469	4,33	L-90		6
		2 1/2"				0			0		120				105

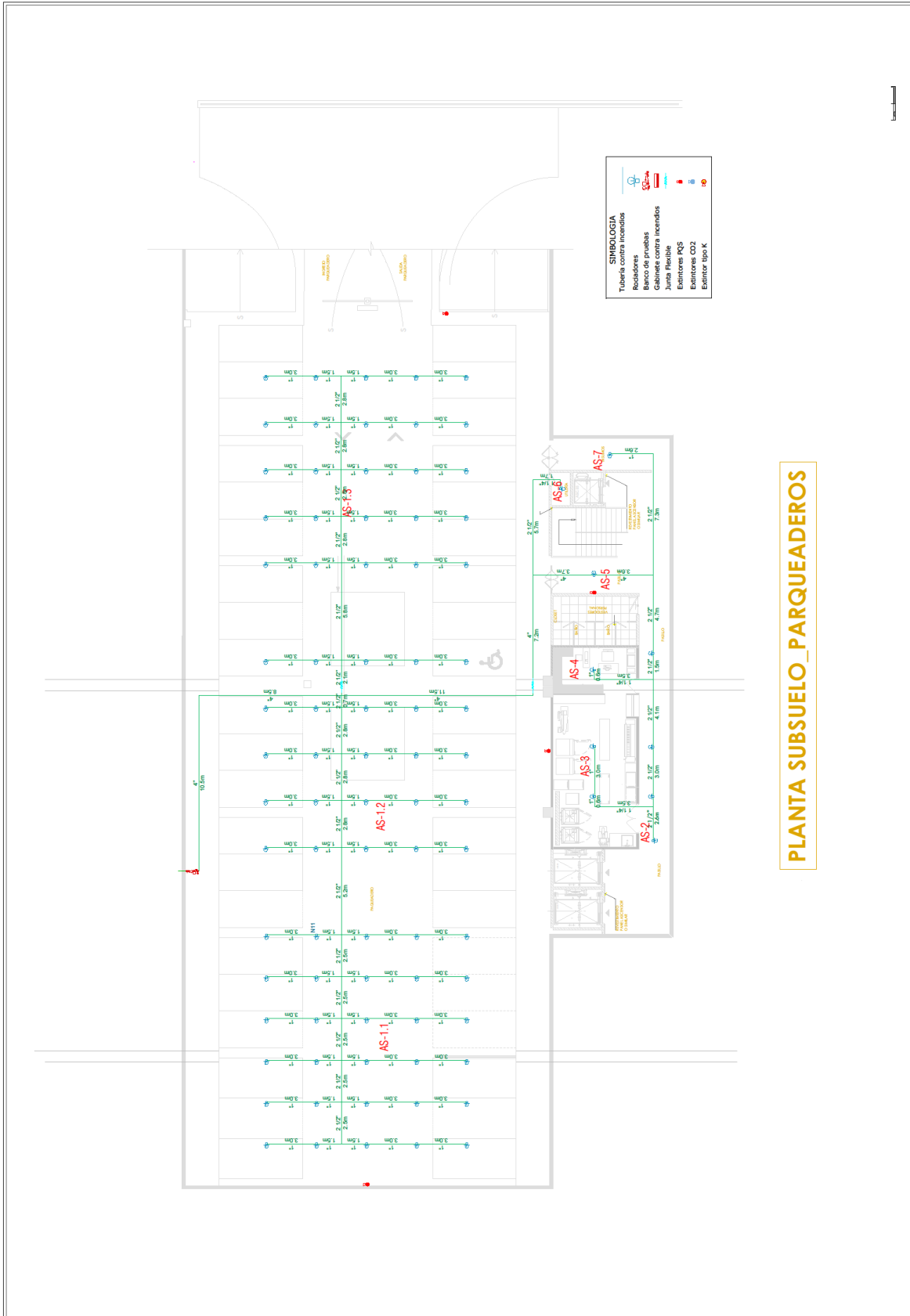
N22	NA	NA	0	0	0	164	0,1	0,0	73,92	4,026	7,5608	L-90	3,8	10
		4"			0				0		120			22,5
		NA	0	0	3,8	12,47	164	0,1	0,0	73,92	4,000	300		0,0279
NA	NB	NB	0	0	0	164	0,1	0,0	80,22	4,026	7,5608	T	3,8	20
		4"			0				0		120			32,5
		NB	0	0	3,8	12,47	164	0,1	0,0	80,22	4,000	300		0,0279
NB	NC	NC	0	0	0	164	0,1	0,0	86,52	4,026	7,5608	T	3,8	20
		4"			0				0		120			32,5
		NC	0	0	3,8	12,47	164	0,1	0,0	86,52	4,000	300		0,0279
NC	N23	N23	0	0	0	164	0,1	0,0	92,83	4,026	7,5608	T	3,8	20
		4"			0				0		120			32,5
		N23	0	0	0	164	0,1	0,0	92,83	4,000	300	0,0279		2,95
N23	N24	N24	0	0	0	164	0,1	0,0	93,19	4,026	7,5608	L-90	0,9	10
		4"			0				0		120			13
		N24	0	0	0	164	0,1	0,0	93,19	4,000	300	0,0279		25,6
N24	N25	N25	0	0	0	164	0,1	0,0	94,18	4,026	7,5608	L-90	7,8	10
		4"			0				0		120			35,6
		N25	0	0	0	164	0,1	0,0	94,18	4,000	300	0,0279		96,1
N25	N26	N26	0	0	0	164	0,1	0,0	97,14	4,026	7,5608	L-90	29,3	10
		4"			0				0		120			106
		N26	0	0	0	164	0,1	0,0	97,14	4,000	300	0,0279		31,7
N26	N27	N27	0	0	0	164	0,1	0,0	98,31	4,026	7,5608	L-90	9,65	10
		4"			0				0		120			41,7
		N27	0	0	0	164	0,1	0,0	98,31	4,000	300	0,0279		47,2
N27	N28	N28	0	0	0	164	0,1	0,0	99,90	4,026	7,5608	L-90	14,4	10
		4"			0				0		120			57,2
		N28	0	0	0	164	0,1	0,0	99,90	4,000	300	0,0279		35,1
N28	N29	N29	0	0	0	164	0,1	0,0	101,16	4,026	7,5608	L-90	10,7	10
		4"			0				0		120			45,1
		N29	0	0	2,5	8,202	164	0,1	0,0	101,16	4,000	300		0,0279
N29	N30	N30	0	0	0	164	0,1	0,0	105,45	4,026	7,5608	L-90	5	10
		4"			0				0		120			26,4
		N30	0	0	0	164	0,1	0,0	105,45	4,000	300	0,0279		10,2
N30	N31	N31	0	0	0	164	0,1	0,0	106,01	4,026	7,5608	L-90	3,1	10
		4"			0				0		120			20,2
		N31	0	0	0	164	0,1	0,0	106,01	4,000	300	0,0279		12
N31	N32	N32	0	0	0	164	0,1	0,0	106,63	4,026	7,5608	L-90	3,65	10
		4"			0				0		120			22
		N32	0	0	0	164	0,1	0,0	106,63	4,000	300	0,0279		8,2
N32	N33	N33	0	0	0	164	0,1	0,0	107,13	4,026	7,5608	L-90	2,5	10
		4"			0				0		120			18,2
		N33	0	0	0	164	0,1	0,0	107,13	4,000	300	0,0279		8,2

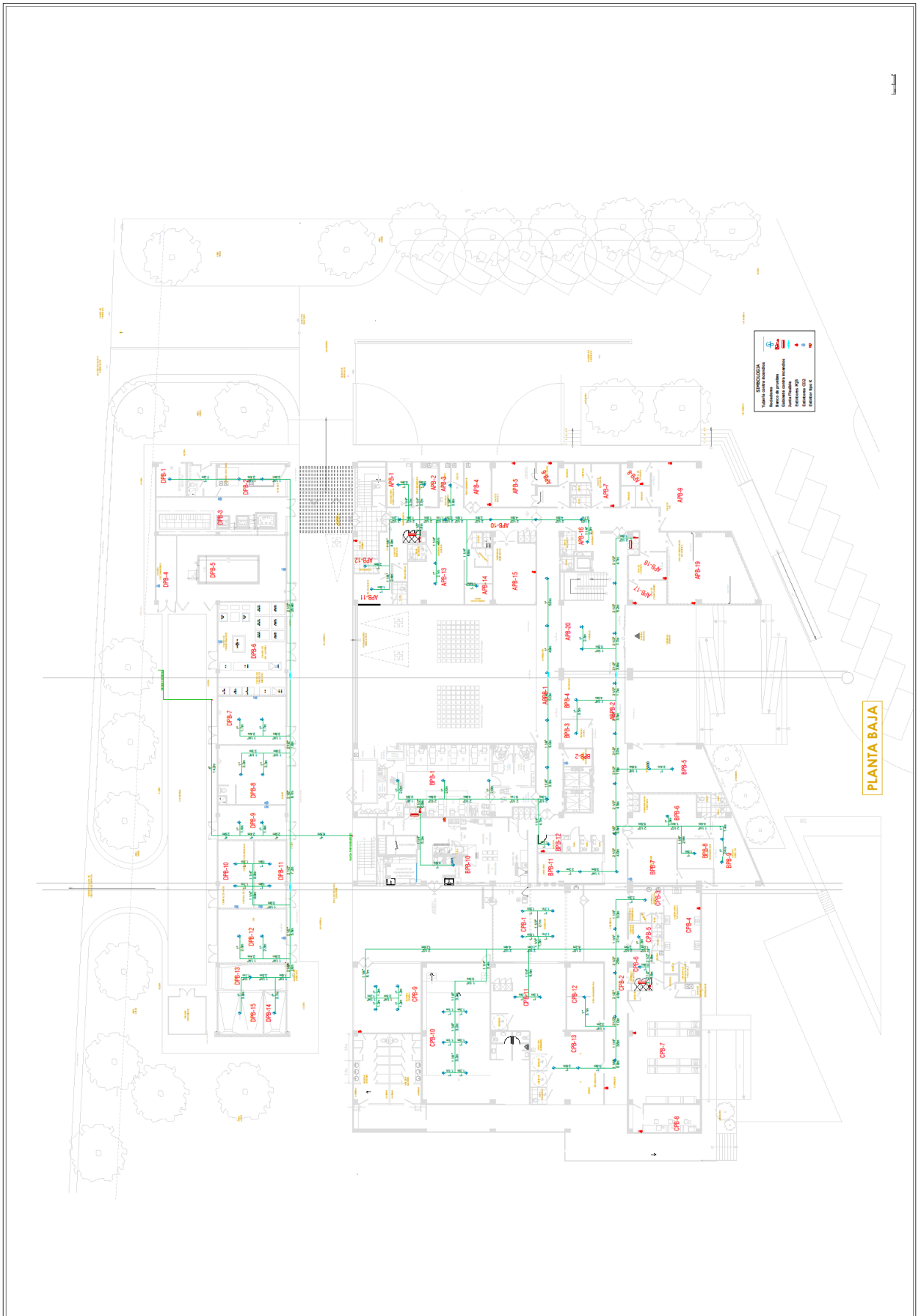
Anexo 7: Tabla de resultados de cálculo hidráulico opción B (viene de la sección 4.1)

NODOS		Nodo Inicio Nodo Fin Tubería (pulg)	Rociador en nodo	Factor K Nodo	Elevación		área cob. Roc. pies	densidad (gpm/pie ²)	Descarga roc/mang (gpm)	Presión residual (psi)	Diam. Nomin (pulg) Diam. Inter (pulg) Valor C	Q(gpm) Velocida pie/seg	(psi/pie) acc gpo	Long. Tuber (pie)		PF (psi) PE (psi) PV (psi)
					metro	pies								metro	pie	
N1	N2	N1	1	5,6	0	164	0,1	16,384	8,56	1,000	16,384	0,0900	1,99	6,53	0,767	
		N2	0	5,6	0	164	0,1	17,1	9,33	1,049	6,08	L-90		2	0,000	
		1"			0			0		120				8,53	0,249	
N2	N3	N2	0	0	0	164	0,1	0,0	9,33	1,000	16,4	0,0900	2,19	7,19	1,096	
		N3	0	5,6	0	164	0,1	18,1	10,42	1,049	6,1	T		5	0,000	
		1"			0			0		120				12,2	0,249	
N4	N3	N4	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,4	0,0900	1,99	6,53	0,767	
		N3	0	5,6	0	164	0,1	0,0	10,42	1,049	6,1	L-90		2	0,000	
		1"			0			0		120				8,53	0,249	
N5	N3	N5	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,4	0,0900	0,5	1,64	0,328	
		N3	0	0	0	164	0,1	0,0	10,42	1,049	6,1	L-90		2	0,000	
		1"			0			0		120				3,64	0,249	
N6	N3	N6	0	5,6	0	164	0,1	0,0	0,00	1,250	32,8	0,0853	3,02	9,91	1,357	
		N3	0	5,6	0	164	0,1	18,1	10,42	1,380	7,02884	T		6	0,000	
		1 1/4"			0			0		120				15,9	0,332	
N7	N6	N7	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,384	0,0900	1,99	6,53	0,767	
		N6	0	0	0	164	0,1	0,0	9,33	1,049	6,0822	L-90		2	0,000	
		1"			0			0		120				8,53	0,249	
N8	N6	N8	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,384	0,0900	0,5	1,64	0,328	
		N6	0	0	0	164	0,1	0,0	9,33	1,049	6,0822	L-90		2	0,000	
		1"			0			0		120				3,64	0,249	
N6	N9	N6	0	5,6	0	164	0,1	0,0	9,33	1,500	32,768	0,0403	2,49	8,17	0,651	
		N9	0	5,6	0	164	0,1	0,0	9,98	1,610	5,16405	T		8	0,000	
		1 1/2"			0			0		120				16,2	0,179	
N9	N10	N9	0	5,6	0	164	0,1	17,7	9,98	2,000	50,4576	0,0265	4,74	15,6	0,545	
		N10			0	164	0,1	0,0	10,52	2,067	4,82434	L-90		5	0,000	
		2"			0			0		120				20,6	0,157	
N11	N10	N11	1	5,6	0	164	0,1	18,2	10,52	1,000	18,1661	0,1089	0,5	1,64	0,397	
		N10	0		0	164	0,1	0,0	10,52	1,049	6,74376	L-90		2	0,000	
		1"			0			0		120				3,64	0,306	
N12	N10	N12	0	5,6	0	164	0,1	0,0	0,00	2,500	0	0,0000	1,39	4,56	0,000	
		N10	0	0	0	164	0,1	0,0	10,52	2,469	0	T		12	0,000	
		2 1/2"			0			0		120				16,6	0,000	
N13	N12	N13	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,384	0,0900	0,5	1,64	0,328	
		N12	0	0	0	164	0,1	0,0	8,89	1,049	6,0822	L-90		2	0,000	
		1"			0			0		120				3,64	0,249	
N12	N14	N12	0	5,6	0	164	0,1	16,7	8,89	2,500	33,0786	0,0051	1,69	5,54	0,090	
		N14	0	0	0	164	0,1	0,0	8,98	2,469	2,21665	T		12	0,000	
		2 1/2"			0			0		120				17,5	0,033	
NA	N14	NA	1	5,6	0	164	0,1	16,4	8,56	1,000	16,384	0,0900	0,5	1,64	0,598	
		N14	0	0	0	164	0,1	0,0	8,98	1,049	6,0822	T		5	0,000	
		1"			0			0		120				6,64	0,249	
N14	N15	N14	0	5,6	0	164	0,1	0,0	8,98	2,500	49,4626	0,0108	1,3	4,27	0,175	
		N15	0	0	0	164	0,1	0,0	9,15	2,469	3,31456	T		12	0,000	
		2 1/2"			0			0		120				16,3	0,074	
N15	N16	N15	0	5,6	0	164	0,1	0,0	9,15	2,500	49,4626	0,0108	30,32	99,5	1,134	
		N16	0	0	0	164	0,1	0,0	10,29	2,469	3,31456	L-90		6	0,000	
		2 1/2"			0			0		120				105	0,074	
N16	N17	N16	0	0	0	164	0,1	0,0	10,29	3,000	49,4626	0,0037	2,32	7,61	0,055	
		N17	0	0	0	164	0,1	0,0	10,34	3,068	2,14663	L-90		7	0,000	
		3"			0			0		120				14,6	0,031	
N17	NB	N17	0	0	0	164	0,1	0,0	10,34	4,000	49,4626	0,0010	0,51	1,67	0,012	
		NB	0	0	0	164	0,1	0,0	10,35	4,026	1,24658	L-90		10	0,000	
		4"			0			0		120				11,7	0,010	
NB	N19	NB	0	11,34	37,2	164	0,1	0,0	10,35	4,000	49,4626	0,0010	11,34	37,2	0,047	
		N19	0	0	0	164	0,1	0,0	26,51	4,026	1,24658	L-90		10	16,110	
		4"			0			0		120				47,2	0,010	

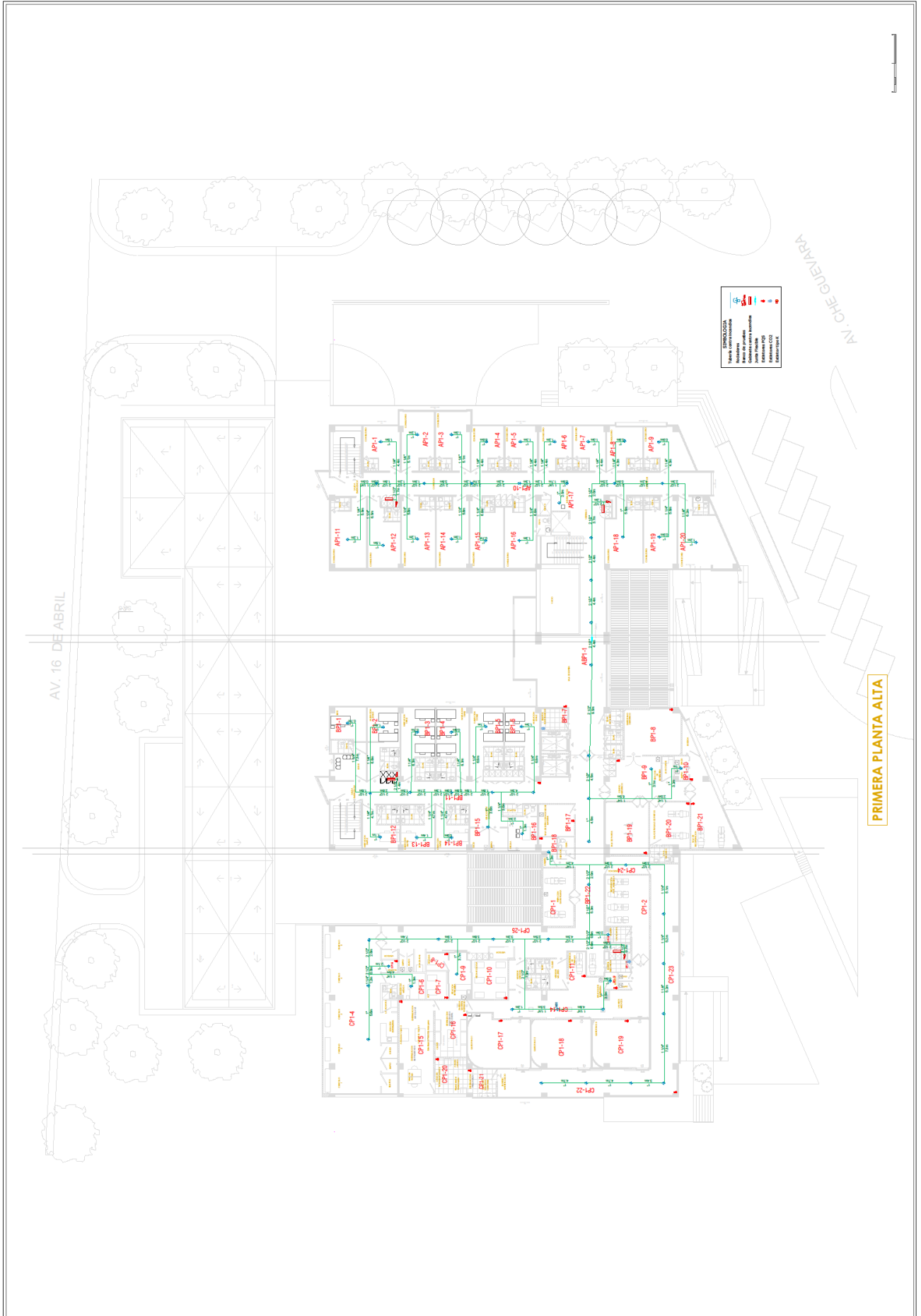
N24	N25	N24	0	0	0	164	0,1	0,0	34,01	4,000	309,01	0,0295	28,19	92,5	3,020	
		N25	0	0	0	164	0,1	0,0	110,58	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				102	0,408
N25	N26	N25	0	0	0	164	0,1	0,0	110,58	4,000	309,01	0,0295	10,69	35,1	1,328	
		N26	0	0	0	164	0,1	0,0	111,91	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				45,1	0,408
N26	N27	N26	0	0	0	164	0,1	0,0	111,91	4,000	309,01	0,0295	0,64	2,1	0,357	
		N27	0	0	0	164	0,1	0,0	112,26	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				12,1	0,408
N27	N28	N27	0	0	0	164	0,1	0,0	112,26	4,000	309,01	0,0295	5	16,4	0,778	
		N28	0	0	0	164	0,1	0,0	113,04	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				26,4	0,408
N28	N29	N28	0	0	3,2	10,5	164	0,1	0,0	113,04	4,000	309,01	0,0295	3,2	10,5	0,604
		N29	0	0	0	164	0,1	0,0	118,19	4,026	7,78784	L-90	10		4,546	
		4"			0				0		120				20,5	0,408
N29	N30	N29	0	0	0	164	0,1	0,0	118,19	4,000	309,01	0,0295	7,75	25,4	1,044	
		N30	0	0	0	164	0,1	0,0	119,24	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				35,4	0,408
N30	N31	N30	0	0	0	164	0,1	0,0	119,24	4,000	309,01	0,0295	10,71	35,1	1,330	
		N31	0	0	0	164	0,1	0,0	120,57	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				45,1	0,408
N31	N32	N31	0	0	3,2	10,5	164	0,1	0,0	120,57	4,000	309,01	0,0295	3,2	10,5	0,604
		N32	0	0	0	164	0,1	0,0	126,82	4,026	7,78784	L-90	10		4,546	
		4"			0				0		120				20,5	0,408
N32	N33	N32	0	0	0	164	0,1	0,0	126,82	4,000	309,01	0,0295	5,07	16,6	0,785	
		N33	0	0	0	164	0,1	0,0	127,60	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				26,6	0,408
N33	N34	N33	0	0	0	164	0,1	0,0	127,60	4,000	309,01	0,0295	3,1	10,2	0,594	
		N34	0	0	0	164	0,1	0,0	128,20	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				20,2	0,408
N34	N35	N34	0	0	0	164	0,1	0,0	128,20	4,000	309,01	0,0295	3,93	12,9	0,675	
		N35	0	0	0	164	0,1	0,0	128,87	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				22,9	0,408
N35	N36	N35	0	0	0	164	0,1	0,0	128,87	4,000	309,01	0,0295	1,46	4,79	0,436	
		N36	0	0	0	164	0,1	0,0	129,31	4,026	7,78784	L-90		10	0,000	
		4"			0				0		120				14,8	0,408

Anexo 8: Planos del sistema contraincendios (verificar juntamente con el Anexo 5)





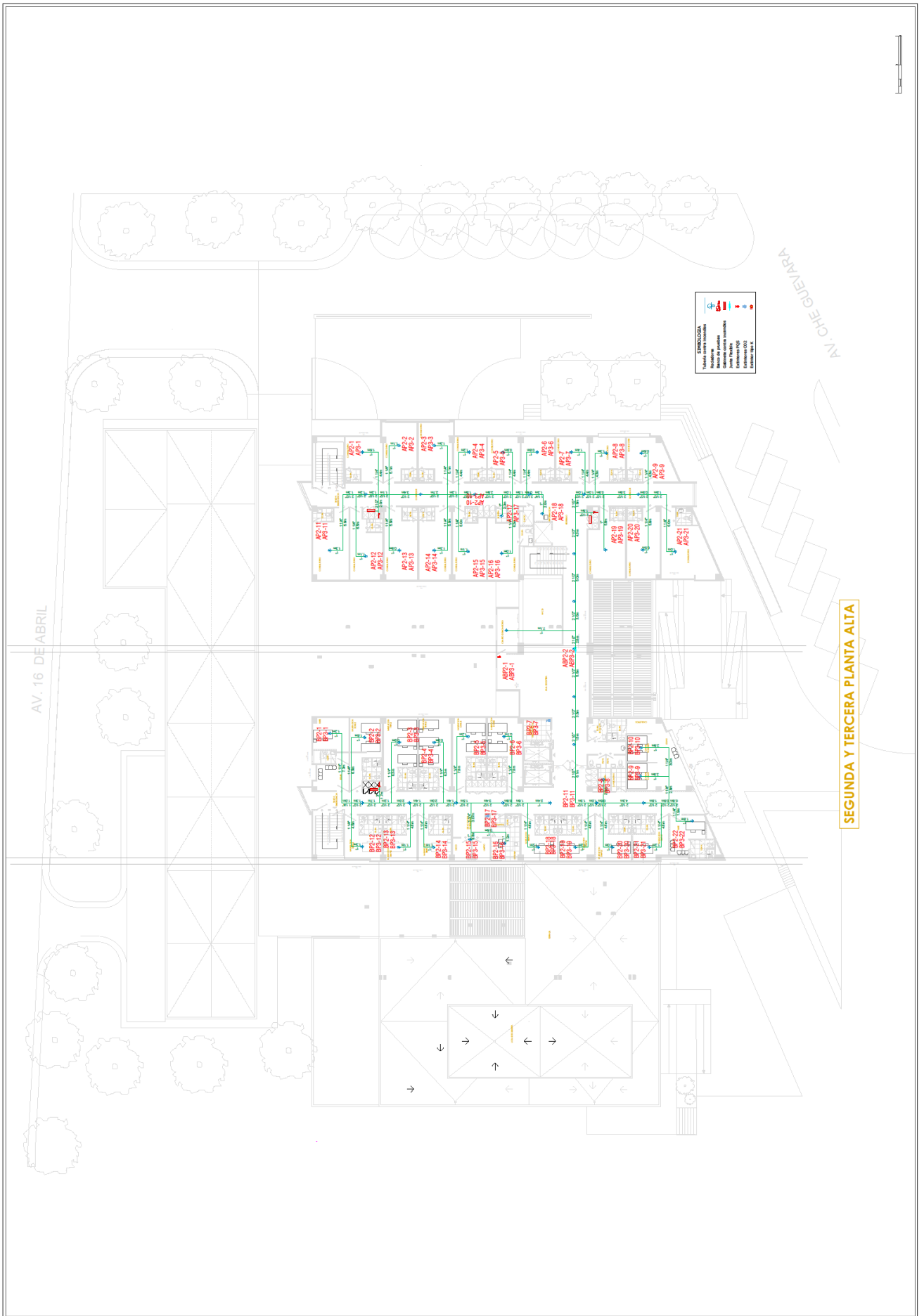
PLANTA BAJA



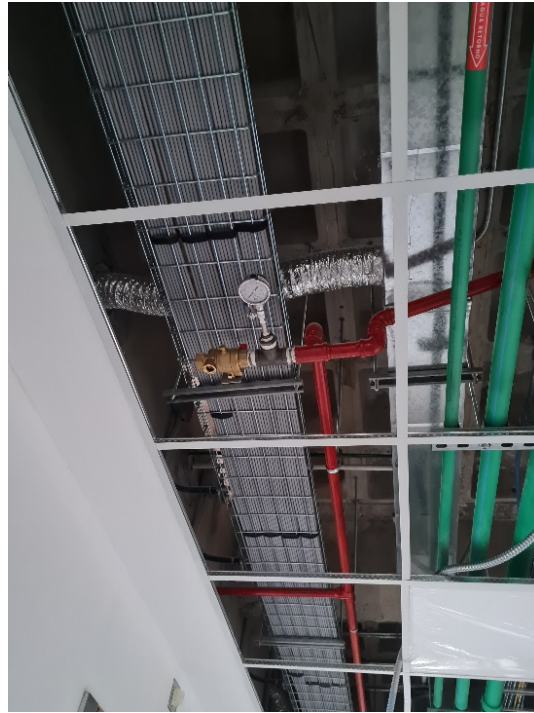
AV. 16 DE ABRIL

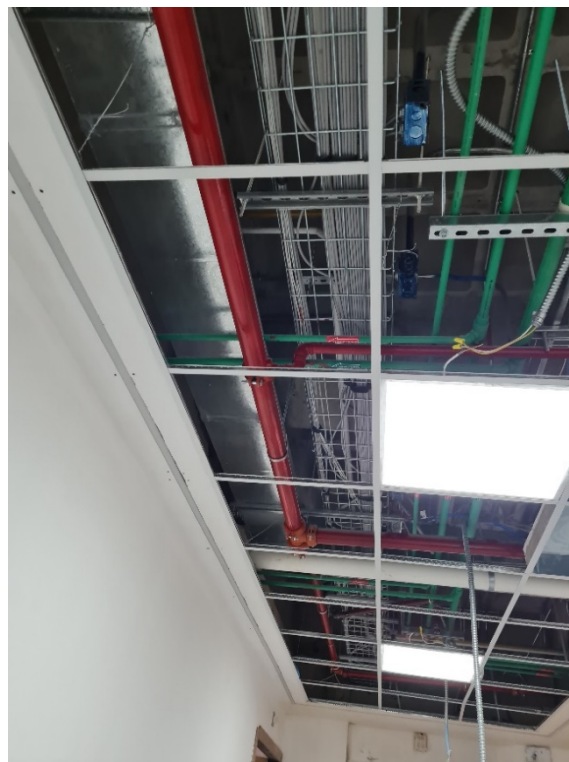
AV. CHE GUEVARA

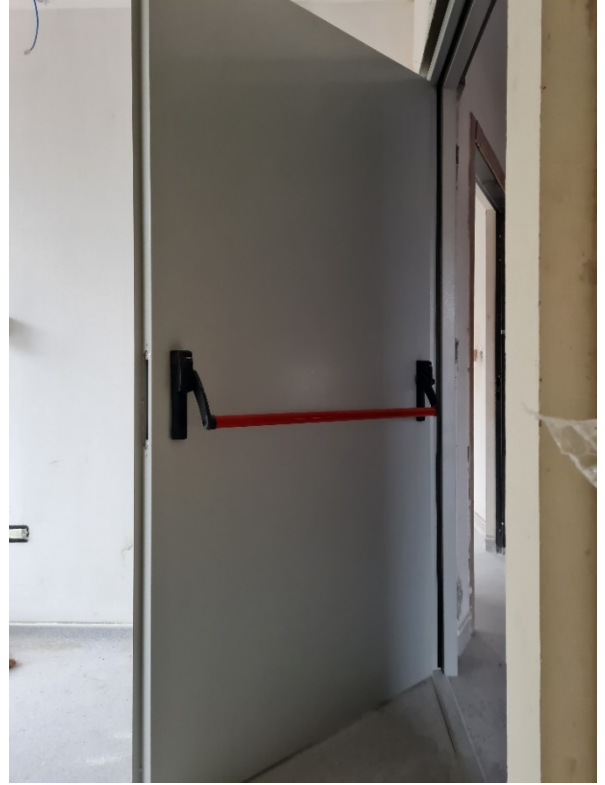
PRIMERA PLANTA ALTA



Anexo 10: Levantamiento de información del Hospital Católico de Cuenca sede Azogues







AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Andrea Gabriela Carpio Flores portador de la cédula de ciudadanía N.º 0105509996. En calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Evaluación del Sistema Contraincendios del Hospital General Universitario Católico de Cuenca sede Azogues, conforme la normativa NFPA” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 28 de septiembre de 2023

F:
Andrea Gabriela Carpio Flores
0105509996