



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE SISTEMA CONTRA
INCENDIOS APLICANDO LA
METODOLOGÍA BIM PARA LA
PROTECCIÓN DE CENTRO DE
URGENCIAS**

Autor:

Edgar F. Peña F.

Urb. Yuma II, calle N.º 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA**

**DISEÑO DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS APLICANDO
LA METODOLOGÍA BIM PARA LA PROTECCIÓN
DE CENTRO DE URGENCIAS**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Autor:
Edgar F. Peña F.
Tutora
Ing. Alicia de Pizzella

San Diego, marzo de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Diseño del sistema contra incendios aplicando la metodología BIM para la protección del centro de servicios

Realizado por el (la) Br. *Edgar Peña*

C.I. N° *27229187* cursante de la carrera de *Ingeniería*

hace constar, después de haber analizado su contenido y oída la exposición oral,

considera que el mismo ha sido:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Maria del Jairo
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: *Alicia Yam*
C.I.: *41598889*

FJ
Jurado
Nombre: *GERMAN FERNANDEZ*
C.I.: *8243220*



José
Jurado
Nombre: *Edgar Fey*
C.I.: *1237-8960*

Fecha: *12/4/2024*



UNIVERSIDAD
JOSÉ ANTONIO PÁEZ

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

FI-N-001-2023-4CR-TG

San Diego, 01 de diciembre de 2023

Ciudadano(s):
PEÑA FERNÁNDEZ, EDGAR FABIÁN
C.I.: 27.229.187

Presente. -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería, en su reunión N° 01-2024 de fecha 01/02/2024, aprobó el proyecto de grado titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS APLICANDO LA
METODOLOGÍA BIM PARA LA PROTECCIÓN DE CENTRO DE
URGENCIAS**

Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a la profesora Yánez De Pizzella, Alicia Teresa, titular de la cédula de identidad V-4.598.880.



Atentamente,

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

c.e. Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado, va principalmente dedicado a Dios, quien estuvo siempre presente para guiarme en el sendero de la vida, dándome bendiciones y reconfortándome cuando los problemas apremiaban.

A mis padres Lenin y Yoletty, su amor y sacrificio, han hecho que logre cosas increíbles, gracias a ustedes soy la persona que soy ahora, por inculcar en mí, valores irremplazables, por todo el esfuerzo y valentía, de no temerle a nuevas fronteras. con tal de que mi hermana y yo estemos bien.

A mis Tíos Richard y Cesar, por ser mis segundos padres, son ejemplo de valores, de ética profesional y de amor familiar incondicional. Además, a todos mis familiares, que, con su apoyo, con todos los consejos, con todas sus guías es que he llegado a donde estoy.

Y finalmente a todos mis amigos, que me apoyaron cuando más lo necesitaba, que me regalaban palabras de aliento, por darme su mano en los momentos difíciles y por dar su sincera amistad.

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo agradezco primeramente a Dios, por darme la guía que necesite y por nunca dejarme solo, dándome fuerzas para continuar mi vida por el sendero correcto. Les agradezco infinito a todos los que me apoyaron durante este largo camino, a todos aquellos que me estuvieron ahí, que no me dejaron caminar solo, que me apoyaron de una u otra forma.

No puedo dejar de darle gracias a mi familia mi mamá Yoletty, mi papá Lenin, mi hermana Lennimar, son mi orgullo, mis pilares, mis grandes amores, al igual que a mis abuelos Cesar y Marleny, mi tío Richard, mi tío Cesar, mi tía María y mi tío Dennis, gracias. A mi gran familia, mis tíos, primos, a todos ellos que se preocupaban por mis estudios y mi futuro, que siempre supieron darme unas palabras gratificantes y me impulsaban a dar lo mejor de mí.

Les agradezco a todas las personas que en algún momento me guiaron académicamente, los profesores de mi carrera, que se esforzaban por enseñarme con amor y dedicación, en especial a la Profesora Alicia de Pizzella, mi tutora académica, por su gran paciencia y su gran entrega, sin ella este trabajo de grado no hubiera sido posible.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
RESUMEN INFORMATIVO.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Alcance	5
1.6 Limitaciones.....	6
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación.....	7
2.2 Teoría Central de la investigación.....	9
2.2.1 Teoría cinética molecular.....	9
2.2.2 Teoría ambientalista.....	9
2.3 Bases Teóricas.....	10
2.3.1 El fuego y su clasificación.....	10
2.3.2 Transmisión de calor.....	11
2.3.3 Mecanismos de Extinción.....	13
2.3.4 Agentes Extinguidores.....	14
2.3.5 Detectores de incendios.....	15
2.3.6 Estación Manual de Alarma.....	16
2.3.7 Difusores de Sonido.....	17

2.3.8 Central de incendios.....	18
2.3.9 Fuentes de alimentación.....	18
2.3.10 Bombas para sistema de extinción de incendios.....	19
2.3.11 Canalizaciones y cableado para sistema contra incendios.....	24
2.3.12 Metodología BIM.....	25
2.3.13 Softwares Utilizados.....	26
2.4 Bases Legales.....	27
2.5 Definición de Términos.....	29
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	30
3.2 Diseño de la Investigación.....	30
3.3 Nivel de la investigación.....	31
3.4. Población y muestra.....	32
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.6 Confiabilidad y/o validez de los instrumentos	34
3.7 Fases metodológicas.....	34
IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	
4.1 Diagnosticar el espacio actual del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once....	36
4.2 Selección a través de la metodología de Vilches los tipos de equipos a..... utilizar.....	45
4.2.1 Propuesta para selección de Bomba.....	45
4.3 Diseñar el sistema de detección y el sistema de extinción de incendios	48
4.3.1 Sistema de detección de incendios.....	48
4.3.1.1 Proceso para modelado REVIT de sistema de detección de incendios.	55
4.3.1.2 Análisis de interferencias.....	69
4.3.1.3 Extracción de datos desde REVIT.....	71
4.3.2 Cómputos métricos del sistema de detección de incendios.....	71
4.3.3 Sistema de extinción de incendios.....	77
4.3.3.1 Sub-Sistema de gabinetes.....	77
4.3.3.2 Sub-Sistema de almacenamiento.....	80
4.3.3.3 Sub-Sistema de distribución.....	80

4.3.3.4 Sub-Sistema de bombeo.....	85
4.3.3.5 Sub-Sistema de extintores.....	88
4.3.4 Cómputos métricos del sistema de extinción de incendios.....	89
4.4 Evaluación de la viabilidad Técnica-Ambiental y económica del proyecto.....	92
4.4.1 Viabilidad Técnica.....	92
4.4.2 Viabilidad Ambiental.....	92
4.4.3 Viabilidad Económica.....	93
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	102
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág
1. Triangulo del fuego.....	13
2. Plancha de ropa.....	14
3. Calor por convección en escaleras de un edificio.....	15
4. Diferencia entre las transferencias de calor.....	16
5. Extintores.....	17
6. Detector de humo por ionización.....	19
7. Detector térmico.....	19
8. Estación manual de alarma.....	20
9. Difusor de sonido.....	20
10. Central de incendios.....	21
11. Fuente de alimentación.....	21
12. Bomba de desplazamiento positivo.....	22
13. Bomba centrífuga.....	23
14. Bomba de carcasa partida y sus partes.....	24
15. Bomba de turbina vertical y sus partes.....	25
16. Bomba de succión final.....	26
17. Bomba multietapa.....	26
18. Tubería EMT y accesorios.....	27
19. Caja de paso para instalaciones eléctricas.....	28
20. Revit para Sistema contra incendios.....	29
21. Navisworks.....	30
22. Ubicación en Google Maps del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.....	39
23. Vista de planta del programa AUTOCAD de la distribución de planta baja del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.....	45
24. Vista de planta del programa AUTOCAD de la distribución de planta alta del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.....	45
25. Vista 3D del programa REVIT de la distribución de planta baja del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.....	46
26. Vista 3D del programa REVIT de la distribución de planta alta del Centro de	

Urgencias Grupo Nueve Once.....	46
27. componentes del sistema automático de detección.....	48
28. Extracto de TABLA 1. COVENIN 1176-80.....	50
29. Vinculación de modelo 3D de arquitectura.....	55
30. Vista de trabajo, zona 1.....	56
31. Vista de trabajo 3D, zona 1.....	57
32. Vista de trabajo, zona 2.....	58
33. Vista de trabajo 3D, zona 2.....	59
34. Vista de trabajo, zona 3.....	60
35. Vista de trabajo 3D, zona 3.....	61
36. Vista de trabajo, zona 4.....	62
37. Vista de trabajo 3D, zona 4.....	63
38. Vista de trabajo, zona 5.....	64
39. Vista de trabajo 3D, zona 5.....	65
40. Vista de trabajo 3D 1.....	66
41. Vista de trabajo 3D 2.....	66
42. Vista de trabajo, planta baja.....	67
43. Vista de trabajo, planta alta.....	68
44. Exportar a Navisworks el modelo 3D desde REVIT.....	69
45. Vista de trabajo de Navisworks.....	70
46. Vista de trabajo de Clash Detective.....	71
47. Selección para computar de manera informal.....	72
48. Selección para computar de manera informal 2.....	73
49. Rango de 15 metros para manguera en planta baja.....	78
50. Rango de 15 metros para manguera en planta alta.....	78
51. Gabinete clase I para sistema de extinción fija.....	79
52. Distribución de tubería. Vista de planta, planta baja.....	81
53. Distribución de tubería. Vista de planta, planta alta.....	82
54. Distribución de tubería. Vista 3D.....	82
55. Tramos del sistema.....	83
56. Sistema general contra incendios 1.....	90

57. Sistema general contra incendios 2.....	91
58. Sistema general contra incendios 3.....	91
59. Planta Baja. Plano de planta. Sistema de detección de incendios.....	104
60. Planta Alta. Plano de planta. Sistema de detección de incendios.....	105
61. Isometría. Vista 3D. Sistema de detección de incendios.....	106
62. Planta baja. Plano de planta. Sistema de detección de incendios. Acotado.....	107
63. Planta Alta. Plano de planta. Sistema de detección de incendios. Acotado.....	108
64. Plano de planta. Sistema de detección de incendios. Zonificación.....	109
65. Planta baja. Plano de planta. Sistema de extinción de incendios. Acotado.....	110
66. Planta alta. Plano de planta. Sistema de extinción de incendios. Acotado.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	pág
1. Niveles de planta.....	39
2. Comparación de Restricciones vs Alternativas.....	49
3. Ponderación de criterios.....	50
4. Parámetros de puntuación.....	50
5. Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección.....	50
6. Evaluación de soluciones.....	50
7. Conductores THW en tuberías.....	57
8. Cómputos métricos de cajetines y conectores.....	76
9. Sumatoria de tramos para cálculo de cable.....	77
10. Recopilatorio de cables.....	78
11. Cómputos de cable.....	78
12. Cómputos de cable, Factor de seguridad de un 20%.....	78
13. Cómputos métricos del sistema de detección de incendios.....	79
14. Cómputos métricos del sistema de extinción de incendios.....	89
15. Cómputos métricos generales del sistema contra incendios.....	93
16. Cotización Ferretería 1.....	96
17. Cotización Ferretería 2.....	97
18. Cotización Ferretería 3.....	98

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	pág
1. Piezas de la bomba de carcasa partida.....	24
2. Preguntas y respuestas de la entrevista Nro. 1.....	40
3. Preguntas y respuestas de la entrevista Nro. 2.....	41
4. Preguntas y respuestas de la entrevista Nro. 3.....	42
5. Áreas dispuestas en planta baja.....	47
6. Áreas dispuestas en planta baja.....	47
7. Alternativas para la selección.....	48
8. Criterios de evaluación y escogencia de la propuesta.....	48
9. Zonificación para sistema de detectores.....	52
10. Promedio de decibelios según el nivel del recinto.....	55
11. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 1.....	60
12. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 2.....	62
13. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 3.....	64
14. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 4.....	66
15. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 5.....	68
16. Cómputos métricos de Tubería EMT de diámetro ½”.....	74
17. Cómputo de Dispositivos de alarma.....	74
18. Computo de Tableros de incendios.....	75
19. Selección de mangueras.....	82
20. Consumidores de agua.....	83
21. Velocidades de flujo permisibles en tuberías.....	84
22. Determinación del diámetro de los tramos principales de la red.....	86
23. Pérdidas por fricción en tuberías y accesorios.....	87
24. Factores para determinar las pérdidas por fricción en accesorios.....	88
25. Pérdidas de presión total.....	88
26. Presiones del sistema.....	89
27. Especificaciones de las bombas principales.....	90



REPÚBLICA BOLIVARNA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS APLICANDO LA METODOLOGÍA
BIM PARA LA PROTECCIÓN DE CENTRO DE URGENCIAS**

Autor: Edgar Peña
Tutor: Alicia de Pizzella
Fecha: Mazo 2024

RESUMEN

En la presente investigación se realizó una propuesta de un sistema contra incendios, contando principalmente con un sistema de detección y un sistema de extinción. Dicho sistema se llevó a cabo en la empresa Servicios Hospitalarios MCG, C.A, la cual es una empresa de ingeniería del sector salud dedicada a proporcionar soluciones integrales con experiencia y conocimiento adquirida a lo largo de 14 años. Desde los años 1900 los sistemas contra incendios son fundamentales en cualquier edificación, ya que estos proporcionan seguridad y protección contra los posibles conatos de incendios dentro de las mismas, los centros de urgencias no son la excepción ya que debe contar con un sistema preciso y confiable que detecte y extinga con mayor brevedad cualquier posible incendio dentro del recinto. Se realizó la debida inspección del área, apoyado de una serie de entrevistas para diagnosticar cuales son las necesidades y equipos a utilizar en la institución Grupo Nueve Once, se seleccionó el tipo de bomba ideal para el trabajo necesario. A su vez se diseñó el sistema general contra incendios, utilizando la metodología BIM, que me permitió manejar un modelo 3D facilitando el diseño del sistema de detección y extinción de incendios, finalmente se da a conocer la viabilidad técnico-ambiental y económica del proyecto realizado. Como conclusión de este trabajo de grado destaca la utilización de la metodología BIM para un flujo de trabajo mejor, ordenado y cómodo para el usuario. La investigación es de tipo proyecto factible, de diseño documental y de campo, de nivel descriptiva. El presente trabajo de investigación está enmarcado en la línea de investigación: GESTIÓN AMBIENTAL HABITAD Y VIVIENDA.

Descriptor: Detección, extinción, centro de urgencia, incendio, protección.

ABSTRACT

In the present investigation, a proposal for a firefighting system was made, counting mainly with a detection system and an extinction system. This system was carried out carried out in the company Servicios Hospitalarios MCG, C.A, which is an engineering company of the health sector dedicated to providing comprehensive solutions with experience and knowledge acquired over 14 years. Since the 1900s, firefighting systems have been fundamental in any building, since these provide security and protection against possible outbreaks of fire within them, emergency centers are not the exception since it must have a precise and reliable system that detects and extinguishes more brevity any possible fire within the premises. A proper inspection of the area was carried out, supported by a series of interviews to diagnose the needs and equipment to be used At the Grupo Nueve Once institution, the ideal type of pump was selected for the necessary work. At the same time, the general firefighting system was designed, using the BIM methodology, which allowed me allowed us to handle a 3D model, facilitating the design of the fire detection and extinction system. fires, the technical-environmental and economic viability of the project is finally announced done. As a conclusion to this degree work, the use of the BIM methodology stands out. for a better, orderly and comfortable workflow for the user. The investigation is of type feasible project, documentary and field design, descriptive level. The present work of research is framed in the line of research: ENVIRONMENTAL MANAGEMENT HABITATION AND HOUSING. Descriptors: Detection, extinction, emergency center, fire, protection

INTRODUCCIÓN

Desde finales del siglo XIX los sistemas contra incendios fueron comenzando a aparecer en las crecientes industrias mundiales, desde Estados Unidos hasta Europa, los sistemas de detección y extinción de incendios se hacía cada vez más indispensables para la protección y seguridad de recursos, infraestructura y personal que ocupaban los recintos industriales de aquella época. El papel de dichos sistemas contra incendios tomo tal relevancia que causo que se crearan normas y estándares que rigen el actuar de los ingenieros a la hora de calcular y diseñar un sistema contra incendios.

En el presente trabajo de investigación, se aplicará los métodos necesarios para que se realice el diagnóstico correspondiente para poder determinar la situación actual en que se encuentra el recinto. Un aspecto clave de este estudio será el análisis de los equipos disponibles para la detección y extinción de incendios. Esto implica examinar el estado de los sistemas de detección existentes y su capacidad para identificar y alertar sobre posibles incendios en el recinto. También se evaluará la eficacia de los sistemas de extinción de incendios, como rociadores, extintores, sistemas de supresión de incendios, entre otros. Además, se llevará a cabo un cálculo detallado para poder diseñar y distribuir de manera eficiente todo el conjunto del sistema de detección y extinción de incendios. Esto implica determinar la ubicación óptima de los equipos y el número necesario para cubrir adecuadamente el recinto. Por último, pero no menos importante, también se tendrá en cuenta la viabilidad económica del proyecto.

Así mismo resulta importante mencionar que, la presente investigación está estructurada siguiendo los pasos metodológicos pertinentes y necesarios para llevar a cabo y culminar de manera exitosa los objetivos que se plantean, el cual consta de (4) capítulos: El capítulo I, que comprende el planteamiento del problema, el objetivo general, objetivos específicos, justificación, alcance y limitaciones de esta investigación. El capítulo II, abarca marco teórico, conformado por los antecedentes de la investigación y bases teóricas. El capítulo III comprende al marco metodológico donde se muestra clara y detalladamente las actividades efectuadas en esta investigación para alcanzar los objetivos propuestos. El capítulo IV se muestran los resultados obtenidos al desarrollar los objetivos específicos descritos en el capítulo I.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el año 1852, se dieron los primeros pasos para la creación de lo que hoy conocemos como los sistemas contra incendios, los avances tecnológicos y la creciente industrialización del mundo dieron lugar a la necesidad de implementar dichos sistemas, dando como resultado pruebas rudimentarias para detectar y extinguir el fuego en las capitales industriales de la época. Estos sistemas de detección y extinción de incendios fueron tomando un rol principal y hasta fundamental en las industrias de todo tipo desde la metalúrgica hasta la textil, para garantizar la protección y seguridad de los recursos, la infraestructura y por, sobre todo, el personal que ocupaban los recintos industriales.

En países como Estados Unidos, Londres o Francia en Europa, los sistemas contra incendios empezaron a ser desarrollados y utilizados ampliamente, ya que se evidenciaron los beneficios de contar con estas medidas de prevención y control de incendios. Los incendios en fábricas y otras instalaciones causaban pérdidas económicas significativas, así como daños a la propiedad y, en ocasiones, incluso pérdidas de vidas humanas. Por lo tanto, la implementación de sistemas contra incendios se convirtió en una prioridad para las industrias.

En el contexto de la seguridad y protección contra incendios en los edificios, la implementación de un sistema integral de detección y extinción de incendios se vuelve esencial para salvaguardar la vida de las personas y los bienes materiales. En el caso particular de un centro de urgencias, donde la atención médica a pacientes en estado crítico se brinda de manera constante, es fundamental contar con un sistema contra incendios eficiente y actualizado.

Los sistemas contra incendios se deben regir por normas y leyes específicas establecidas como lo son las normas COVENIN para Venezuela, las normas NFPA en Estados Unidos o las EN 54 para la Unión Europea. En el caso de los centros de urgencias, existen regulaciones adicionales que se deben cumplir debido a la naturaleza crítica de los servicios médicos prestados, la necesidad de garantizar la continuidad de las operaciones en situaciones de emergencia y mantener la seguridad del personal que allí reside. Sin embargo, en muchos casos, la falta de conocimiento o la falta de actualización de las normas pueden llevar a la implementación de sistemas subóptimos que no cumplen con los requisitos y estándares establecidos.

Es imperativo que los gestores de estos centros y las autoridades competentes se comprometan a garantizar la seguridad y protección de las personas y los bienes ante cualquier situación de incendio. Para lograrlo, es necesario destinar recursos adecuados para la adquisición de tecnología avanzada, la capacitación del personal y el cumplimiento de las normas y regulaciones establecidas. Solo así se podrá asegurar que los centros de urgencias estén adecuadamente protegidos contra incendios y puedan brindar la atención médica necesaria en condiciones seguras.

Los incendios pueden ocurrir debido a diversas razones y más teniendo el contexto del recinto que nos ocupa, un centro de urgencias médicas, ya que podemos encontrar fallos eléctricos, equipos defectuosos, mal operación de equipos por parte del personal, incluso accidentes con sustancias inflamables o químicas en farmacia, utilizadas en el tratamiento de los pacientes, como también gases de oxígeno, óxido nitroso o gases medicinales.

La necesidad de detectar los incendios en sus etapas iniciales, antes de que puedan propagarse y causar daños importantes es sumamente alta, fundamental. Esto conlleva la utilización de sistemas avanzados de detección, como los detectores de humo ionizantes o térmicos, de laser infrarrojos o ultravioleta, que alerten de manera temprana y oportuna los conatos de incendios dentro del recinto. De esta forma, se brinda la oportunidad de tomar acciones rápidas y precisas para extinguir el incendio, minimizando sus consecuencias de posibles daños estructurales, daños al personal médico y pacientes que se encuentren en el recinto, y daños a equipos costosos utilizados dentro de las áreas críticas del centro de urgencias.

Los sistemas de detección no son suficientes por sí solos, es también crucial contar con sistemas de extinción adecuados y diseñados específicamente para cada área. Estos sistemas deben ser capaces de apagar el fuego de manera efectiva sin causar daños adicionales a los equipos médicos o poner en riesgo la seguridad de los pacientes y el personal que se encuentren en los recintos del centro de urgencias.

En un centro de urgencias, es esencial identificar correctamente todas las áreas, conocer qué materiales y equipos se encuentran en cada una de ellas. Esto nos permitirá evaluar adecuadamente los posibles riesgos de incendio que puedan surgir. Cada área del centro de urgencias presenta diferentes desafíos y riesgos en términos de seguridad contra incendios; la sala de rayos X puede contener equipos eléctricos de alta potencia, lo cual representa un riesgo de cortocircuitos y posibles incendios; la farmacia puede almacenar productos químicos inflamables que, en caso de un incendio, podrían ocasionar una reacción aún más peligrosa.

La identificación y el entendimiento de las áreas, los materiales y equipos, así como el personal y los pacientes que se encuentran en cada una de ellas, son fundamentales para evaluar correctamente los riesgos de incendio en un centro de urgencias.

1.2. Formulación del Problema

Ya definido el problema, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo prever los riesgos de incendio y proteger la infraestructura, materiales y vidas del nuevo centro de urgencias Grupo Nueve Once?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de detección y extinción de incendios eficaz aplicando la metodología BIM para la protección del Centro de Urgencias Grupo nueve once.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el espacio actual del Centro de Urgencias Grupo nueve once.
2. Seleccionar a través de la metodología Vilches los tipos de equipos a utilizar.
3. Diseñar el sistema de detección de incendios y el sistema de extinción de incendios.
4. Evaluar la viabilidad técnico-ambiental y económica del proyecto.

1.4. Justificación

La implementación de la metodología BIM en el diseño e implementación de sistemas contra incendios en los centros de urgencias de Venezuela representa una oportunidad única para mejorar la seguridad y minimizar los riesgos en caso de emergencia. Esta metodología se basa en el uso de modelos 3D para planificar, diseñar, construir y administrar infraestructuras, lo que permite una visualización más precisa y detallada de los elementos y sistemas involucrados. En un país como Venezuela, donde los centros de urgencias enfrentan constantemente desafíos en cuanto a su funcionamiento y seguridad, la aplicación de la metodología BIM puede marcar la diferencia.

Al utilizar modelos 3D, es posible simular incendios y evaluar cómo se comportarían los sistemas de detección y extinción de incendios en tiempo real, lo que facilita la identificación de posibles fallas o mejoras en el sistema. Es importante resaltar que la aplicación de la metodología BIM en este contexto no solo representa una solución para mejorar la seguridad, sino que también implica un avance en términos de eficiencia y costos. Al permitir una visualización detallada de los sistemas contra incendios, es posible optimizar su diseño y planificación, evitando así posibles errores o gastos innecesarios en la construcción y mantenimiento de los centros de urgencias.

Este proyecto representa un hito significativo para la institución educativa José Antonio Páez, porque se estaría implementando por primera vez la metodología BIM de manera activa y práctica para abordar y resolver una problemática específica. Esto es relevante ya que deja un precedente importante que podría servir como referencia y guía para futuras investigaciones y proyectos relacionados. Al adoptar la metodología BIM, se estarían generando soluciones eficaces y utilizando herramientas avanzadas para la gestión de información y colaboración en el proyecto. Esto permitiría optimizar el proceso de diseño, construcción, operación y mantenimiento de la problemática en cuestión, logrando resultados más precisos y eficientes.

El hecho de que este proyecto se base en la aplicación práctica de la metodología BIM también cumple con los requisitos establecidos para la obtención del título de ingeniero mecánico. Al llevar a cabo una implementación real y demostrar los beneficios y los resultados de utilizar esta metodología en un proyecto concreto y factible, se demuestra el dominio de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para ejercer como ingeniero.

1.5. Alcances

Con la ejecución de este proyecto se busca brindar un correcto diseño del sistema contra incendios para un centro de urgencias en Venezuela, también puede dilucidarse un criterio para decidir que debe contener una propuesta adecuada para este tipo de aplicación.

Para el adecuado diseño del sistema contra incendios, tanto detección como extinción, se realizará la evaluación de la ubicación y análisis de riesgo del emplazamiento, normativas nacionales e internacionales, equipos y dispositivos dentro de las áreas de trabajo, tamaño del edificio y número de personas presentes, tanto pacientes como trabajadores, disposición de las salidas de emergencia y ubicación de los equipos de lucha contra incendios, uso del equipo señalado para bombas contra incendio y uso de accesorios aprobados, capacidad adecuada para satisfacer la demanda de propagación del incendio y operación automática, cálculo y distribución de tubería, evaluación financiera del proyecto, presupuesto detallado del diseño, selección de equipos y parámetros de diseño para el buen funcionamiento de éste.

Se seleccionará un sistema contra incendios que garantice condiciones de detención óptimas, a tiempo y que su alarma sea clara y audible en todas las zonas del centro de urgencias. Que garantice la extinción eficaz, tanto con los aspersores como con los extintores empotrados en pared, también la correcta señalización de salidas de emergencia, de estaciones manuales y de los difusores de sonido con luz estroboscópica. Para garantizar que el diseño se cumpla con todas las

condiciones ambientales requeridas la empresa Servicios Hospitalarios MCG, C.A con más de 12 años de experiencia en el diseño e instalación de este tipo de sistemas avalará el diseño realizado.

1.6. Limitaciones

Cuando se realiza un proyecto de esta envergadura, uno de los desafíos más importantes es la búsqueda de información relevante y actualizada. Es fundamental contar con datos y estudios fiables que respalden esta investigación. Sin embargo, es posible encontrarse con limitaciones en el acceso a ciertas bases de datos académicas. Esto se debe a que muchos sitios web que albergan esta información requieren pagar una suscripción para acceder a sus contenidos. Los altos costos de estas suscripciones pueden representar un obstáculo significativo, especialmente para los estudiantes con recursos limitados. Esta falta de acceso puede significar que no podamos utilizar estudios o datos que podrían respaldar y fortalecer nuestros argumentos y conclusiones.

El proceso de elaboración de un proyecto de grado es uno que requiere una inversión significativa de tiempo y esfuerzo. Para empezar, es esencial planificar cuidadosamente cada etapa del proceso. Esto implica establecer metas y plazos realistas y asegurarse de seguirlos de cerca. Sin embargo, el tiempo disponible para dedicarse por completo a el proyecto puede estar limitado debido a otras responsabilidades que uno pueda tener, como un empleo a tiempo parcial o las obligaciones familiares. Equilibrar estas responsabilidades puede resultar complicado y, a menudo, se necesitará una gestión eficaz del tiempo.

Realizar un proyecto de grado puede implicar varios gastos. Estos pueden incluir el costo de la recopilación de datos, como las encuestas o los experimentos, y los gastos de viaje para la investigación en el campo. Aunque la realización de un proyecto de grado es una parte esencial de muchos programas académicos, existen varias limitaciones que pueden dificultar el proceso.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

En este capítulo se presenta la recopilación de una serie de aspectos teóricos que sirven de sustento a la presente investigación. En primer lugar, se presentan algunas investigaciones que se utilizaron de referencia en cuanto al tipo de problema, así como también la metodología y la manera en que los autores abordaron dichos problemas. Luego se hará una revisión teórica que permitirá facilitar la recopilación de la información, y fortalecer los conocimientos de las herramientas empleadas y por último se presentan las definiciones del conjunto de términos usados en este trabajo de grado.

Se destaca primeramente un estudio llevado a cabo en la Universidad del Zulia-Venezuela por Ing. Sabrina Dessiré Martínez Arria (2019) para obtener el título de Especialista en Ingeniería de seguridad titulado **“Diseño de un sistema automático de detección y extinción de incendios para el almacén de materiales de una empresa petrolera de la región Zuliana”**. Este trabajo de grado se centra en el diseño de un sistema de detección, alarma y extinción de incendios para minimizar el riesgo de incendio en un almacén de una empresa en la región zuliana. El proceso incluye la evaluación del riesgo de incendio y explosión, la selección del tipo de sistema requerido, y el diseño del sistema de detección y alarmas siguiendo las normas COVENIN. Se seleccionó y ubicó los equipos del sistema, incluyendo detectores de incendio, tablero central y estaciones manuales de alarma. Además, se diseñó un sistema de extinción de incendios, seleccionando y ubicando todos los elementos del sistema y sus accesorios complementarios. Finalmente, se evaluó los equipos disponibles en el mercado para seleccionar los que mejor se ajusten a los requerimientos del diseño.

También, se menciona un estudio realizado en la Universidad Central de Venezuela, realizada por Rafael Peraza (2015) para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico titulada **“Diseño de un sistema de protección contra incendios para una sala de computación”**. El objeto de este trabajo fue el diseño de un sistema protección contra incendios, para ello, se realizó un análisis de riesgo con su respectivo informe, considerando los constantes cambios y modificaciones realizadas en la sala de computación; se identificaron los peligros asociados que acarreen riesgos de incendios. Con base en los resultados y las limitaciones de diseño arrojados del informe del análisis de riesgo, se compararon dos agentes extinguidores que cumplieran con los requerimientos exigidos y se procedió a la selección de uno de ellos tomando en cuenta aspectos

ambientales, técnicos, económicos y persiguiendo intereses de la empresa. Se establecieron pautas y metodologías para los cálculos concernientes a la cantidad de agente necesaria para proteger el área y para la ubicación de las redes de distribución de tuberías. Posteriormente se verificó que las caídas de presión no excedieran lo máximo permitido por las normas referentes a sistemas de protección contra incendios. Con el agente, sistema y características del conjunto ya conocidas se evaluaron las alternativas existentes en el mercado para el sistema de detección, postulando el adecuado según los requerimientos y exigencias estandarizadas.

De igual modo, se tomó como referencia el trabajo de grado realizado en la Universidad Central de Venezuela, Realizada por Dordelly Z., Omar E. (2014) para obtener el título profesional de ingeniero mecánico titulada “**Diseño de un sistema de protección contra incendios para la dirección de tecnología, información y comunicación de la Universidad Central de Venezuela**”. Este proyecto de grado tuvo como objetivo fundamental el diseño de un sistema de protección contra incendio para la Dirección de Tecnología, Información Comunicación de la Universidad Central de Venezuela. Se realizó un análisis de riesgo bajo el método Meseri, para obtener la catalogación de los riesgos de las áreas a proteger. Se compararon tres agentes extintores y se seleccionó el NOVEC 1230, por su efectividad, costo y que cumpla con las normas de conservación del ambiente. Se escogió para el edificio Nro.1, un sistema fijo automático de inundación total denominado SAPPHIRE, con sus respectivos dispositivos de detección y alarma, respetando las normas en el diseño bajo los esquemas del fabricante, así como también las normas nacionales. Para el edificio Nro.2, se eligió un sistema portátil sugiriendo el extintor de agente CLEANGUARD FE-36. Por último, se estimó el presupuesto final de todo el proyecto.

De la misma manera, el trabajo de grado se utilizó como punto de referencia el trabajo de grado realizado en la Universidad Nacional Abierta, de Venezuela, desarrollada por Roberto José Marchan Gámez (2013) para recibirse con el título de Ingeniero Industrial, tiene como título “**Propuesta para la implementación de sistemas de prevención y protección contra incendios en las instalaciones del centro local metropolitano de la Universidad Nacional Abierta**”. El estudio propone la implementación de sistemas y equipos de prevención y protección contra incendios en el Centro Local Metropolitano de la Universidad Nacional Abierta. El objetivo es mejorar las condiciones de trabajo, aumentar la seguridad de los ocupantes, conservar la integridad de las instalaciones y evitar interrupciones en las actividades académicas. La investigación se basó en un diseño de campo y una investigación documental. Se elaboró una guía de inspección para

diagnosticar y estudiar los sistemas y equipos existentes. Se encontró una ausencia total de sistemas activos de prevención y protección contra incendios, así como de medidas de protección pasivas. A partir de estos hallazgos, se desarrolló una propuesta para implementar sistemas y equipos de prevención y protección contra incendios en las instalaciones de la universidad, de acuerdo con las normativas legales y técnicas vigentes.

A su vez, se destacó un estudio internacional realizado en Universidad Mayor de San Marcos-Perú realizada por Miguel Enrique Camacho Balabarca (2022) para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos titulado “**Diseño del sistema de protección contra incendio a base de agua para el Hospital María Reiche del distrito de Marcona, provincia de Nasca, departamento de Ica**”. En el presente trabajo monográfico se planteó el problema de investigación de ¿cómo proteger contra un incendio el hospital María Reiche del distrito de Marcona, provincia de Nasca, departamento de Ica, debido a que este hospital cuenta con pacientes que tienen dificultades para moverse, por tanto es necesario brindar un grado de protección mínima para que éstos puedan evacuar a un lugar seguro; por tanto, se propuso como objetivo principal de este estudio el de diseñar y calcular el sistema de protección contra incendio para el hospital María Reiche del distrito de Marcona, provincia de Nasca, departamento de Ica; mediante el uso de los conocimientos de la mecánica de fluidos se pudieron realizar estos cálculos, los cuales sirvieron para corroborar los resultados obtenidos por el software de cálculo hidráulico Elite Fire; como resultado se obtuvo una demanda del sistema de 443.22 gpm de caudal a una presión de 136.32 psi, los cuales se redondearon a los valores comerciales de 500gpm a 140psi para la selección de la bomba contra incendio que necesita este establecimiento.

2.2 Teoría Central de la Investigación

2.2.1 Teoría cinética molecular

La teoría cinética molecular aplicada en un sistema contra incendios es una herramienta fundamental para entender el comportamiento de las partículas y su interacción energética en situaciones de emergencia. Esta teoría se basa en el principio de que todas las sustancias están formadas por partículas en constante movimiento y que la energía cinética de estas partículas determina las propiedades del material.

2.2.2 Teoría ambientalista

La teoría ambientalista aplicada en un sistema contra incendios se basa en la idea de que el entorno natural juega un papel fundamental en la prevención y control de los incendios. Esta teoría

se deriva de la comprensión de que los incendios son eventos naturales que ocurren en bosques y áreas rurales, pero que pueden ser exacerbados por las actividades humanas y las condiciones ambientales.

2.3 Bases teóricas

Es necesario discutir ciertos puntos y temas de relevancia para el lector con el fin de comprender los objetivos del trabajo. También implica que es importante hacer explicaciones resumidas y establecer parámetros teóricos para comprender las decisiones tomadas a lo largo del trabajo. A continuación, se presentan las teorías que rigen algunas prácticas en la protección y prevención de incendios. Estas teorías abarcan desde las definiciones básicas del tema, los métodos de análisis de riesgo, hasta los criterios para seleccionar agentes e instalaciones de sistemas de protección contra incendios.

2.3.1 El fuego y su clasificación

Un fuego es una reacción química de combustión, una oxidación rápida de una sustancia combustible generando calor (reacción exotérmica) y otras sustancias (gases, aerosoles líquidos como vapor de agua o sólidos como las cenizas y el hollín). Normalmente viene acompañado de luz en forma de llamas o incandescencia.

El triángulo del fuego representa los elementos que se necesitan para que se produzca la combustión. Estos son combustible, comburente (un agente oxidante como el oxígeno) y energía de activación (calor). El comburente (normalmente el oxígeno del aire) es el componente oxidante de la reacción.



Figura 1. Triángulo del fuego.

Fuente: Internet (2024)

Partiendo del triángulo del fuego, se puede discernir en que los fuegos se clasifican en diferentes clases, que van desde la clase A a la clase D, ubicados de menor a mayor en consideración de su combustible. Ahora, si aplicamos este modelo a la clasificación de los fuegos,

podemos entender que cada clase de fuego se define por el tipo de combustible involucrado. Esto es importante porque el tipo de combustible determina cómo se debe combatir el fuego.

Fuego Clase A: Son aquellos provocados por materiales comunes como madera, papel, cartón, textiles, cables y en general la mayoría de materiales sólidos excepto metales.

Fuego Clase B: Son aquellos que ocurren en los vapores o gases de líquidos inflamables, como gasolina, aceites, pinturas, disolventes y algunos sólidos que se quemen en estado líquido como alquitrán y parafinas. La limitante de oxígeno o el efecto de inhibición de combustión es de vital importancia en fuegos incipiente de esta clase.

Fuego Clase C: Fuegos que ocurren en equipos energizados. Para la extinción de estos incendios es necesario agentes que no conduzcan electricidad

Fuego Clase D: Provocados por metales combustibles ligeros y alcalinos tales como magnesio, aluminio, titanio, sodio, potasio, etc.

Esta clasificación es basada en normativas internacionales, adoptada y aprobada por Venezuela en su norma COVENIN 1040.

2.3.2 Transmisión de calor

Existen tres mecanismos de propagación del fuego (calor) los cuales ocurren generalmente en forma simultánea, o uno de ellos predominante sobre los otros dos.

Conducción

Proceso mediante el cual un material transfiere calor desde una molécula a otra por dentro de sí mismo o por contacto directo con otro material. Existen materiales muy buenos conductores de temperatura como los metales y otros malos conductores como la fibra de vidrio. En el caso que dos materiales diferentes estén en contacto directo, el calor fluirá siempre desde el más caliente hacia el más frío.



Figura 2. Plancha de ropa.

Fuente: Internet (2024)

Convección

Este se define como el movimiento del calor a través de un fluido líquido o gaseoso. Estos fluidos tendrán siempre una tendencia ascendente tanto al aire libre como en recintos cerrados. Al aire libre, estos gases súper calentados serán movidos por el viento propagando el fuego. En recintos cerrados, pero con libre disposición de aire, los gases llenarán el espacio desde arriba hacia abajo formando un “plano neutro”. Esto provocará que antes de llegar al suelo, irradian calor a todo el interior de la pieza, alcanzando en forma casi simultánea la temperatura de ignición de los contenidos de ella, produciéndose una “inflamación súbita generalizada” (Flashover). Si el recinto no tiene ventilación libre (recinto cerrado, pero no hermético), la capa térmica llegará casi hasta el suelo quedando en estado “latente” por falta de oxígeno. Las llamas se extinguen, pero continúa la combustión en estado de brasas y el calor se mantiene. Si se abre descuidadamente una puerta o ventana e ingresa oxígeno se producirá una “explosión por flujo reverso” (Backdraft).



Figura 3. Calor por convección en escaleras de un edificio.

Fuente: Internet (2024)

Radiación

En ésta la energía calórica se transmite por ondas electromagnéticas invisibles, rectilíneas y que pueden viajar por el vacío. El sol entrega su energía a la tierra mediante radiación. A partir del punto de origen, el calor se transmite por radiación en todas direcciones y directamente proporcional a la distancia.



Figura 4. Diferencia entre las tres transferencias de calor.

Fuente: Internet (2024)

2.3.3 Mecanismos de Extinción

Debemos entender la fisiología del fuego para poder explicar los métodos o mecanismos de extinción. Para que se produzca fuego es necesario tener condiciones especiales y la combinación de ellos. Estos factores son, calor, oxígeno, combustible y reacción en cadena. Basándose en estos conocimientos, se han dedicado esfuerzos en desarrollar mecanismos de extinción tratando de apartar uno de los cuatro componentes y de esta manera romper con el tetraedro del fuego; se clasifican de la siguiente manera:

Por sofocación: Se trata de alejar o extraer el oxígeno necesario para la combustión del fuego, esto se puede lograr cubriendo la llama con capas de arenas o espumas. Uno de los mejores agentes extintores de incendio por sofocación es el dióxido de carbono el cual desplaza al oxígeno del ambiente donde ocurre el fuego.

Por Inanición: Es un mecanismo muy difícil de lograr el cual consiste en remover el combustible del fuego, se usa generalmente para incendios clase B líquidos inflamables, bombeando el mismo (retirando) a tanques vacíos y de esta manera bajar las concentraciones de los vapores a las mínimas de evaporación.

Por Enfriamiento: Quizá sea el mecanismo más conocido, se trata de enfriar la llama extrayéndole calor latente de vaporización consumida por el agente extintor.

Inhibición: El mecanismo de inhibición consiste en cortar la reacción en cadena que proporciona la combustión, el oxígeno se combina con las moléculas de combustible en una serie de sucesivos pasos intermedios.

2.3.4 Agentes Extinguidores

De manera generalizada podemos nombrar los tipos de agentes adecuados para el combate de incendios, dependiendo por supuesto del tipo de fuego que se presente, los materiales presentes en la combustión y las condiciones del ambiente donde se suscite el incendio. Teniendo como los más usados los siguientes:

-Agua

-Espuma

-Polvo Químico

-Dióxido De Carbono Co2

Extintores

son aparatos que contienen un agente extinguidor, que al ser accionado lo expelen a presión, permitiendo dirigirlo hacia el fuego. a) Extintor Manual: es aquel que podrá utilizar el operador llevándolo suspendido de la mano y su peso no deberá exceder de 25 kg (peso= agente extinguidor+ cilindro y accesorios). b) Extintor sobre ruedas: es aquel que debido a su peso (superior a 25 kg) posee ruedas para su desplazamiento.



Figura 5. Extintores.

Fuente: Internet (2024)

Tipos de extintores

Existen diferentes tipos de extintores con objetivos específicos cada uno. Dependiendo del tipo de fuego, (anteriormente nombrado en el punto 2.3.1 clasificación de los fuegos) se puede distinguir el uso apropiado de extintores para cada caso en específico.

- Extintores de agua: son apropiados para extinguir fuegos de tipo A, es decir todos aquellos producidos por la combustión de elementos sólidos. El poder del agua como elemento extintor se debe a su gran capacidad para absorber el calor consiguiendo así reducirlo más deprisa de lo que el fuego es capaz de regenerar. A la hora de utilizarlo es muy importante revisar el entorno y no utilizarlo en lugares donde haya electricidad o una corriente eléctrica para evitar el riesgo de electrocución.
- Extintores de polvo: es el más común y es indicado para los tipos A, B y C. Dadas las múltiples aplicaciones de estos extintores, son una magnífica protección para las viviendas, oficinas y empresas.
- Extintores de CO₂: estos tipos de extintores son aptos para fuegos de tipo A, B y C. Al ser un extintor limpio, resulta ideal para maquinaria delicada y equipamientos eléctricos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se trata de un elemento químico y que, por tanto, para evitar intoxicaciones, es muy importante salir de inmediato del lugar cuando se haya extinguido el fuego.
- Extintores para fuegos especiales: estos son los únicos que se pueden utilizar para sofocar fuegos de clase D. Actúan en general por sofocación y algunos también absorben el calor actuando por enfriamiento al mismo tiempo que por sofocación.

2.3.5 Detectores de incendios

De acuerdo a la norma PDVSA IR-I-01 (2001) en función del efecto físico-químico en que se basa su activación, los detectores de incendio se clasifican en: detectores de calor, detectores de humo, detectores de llama y otros tipos de detectores. La selección del tipo de detector de incendio a ser utilizado en la protección de un determinado equipo o instalación, se basará en aspectos tales como: naturaleza del combustible, geometría del área protegida, factores ambientales, sensibilidad y tiempo de respuesta requeridos.

Detectores Iónicos: Son detectores puntuales que consisten en una cámara con un elemento radioactivo, que produce la ionización del aire en dicha cámara, y permite el paso de una cierta

corriente eléctrica entre dos electrodos, a través del aire ionizado. Cuando las partículas de humo del incendio ingresan a la cámara de ionización, originan un cambio en la conductividad eléctrica, hasta alcanzar el nivel de activación del detector. Los detectores iónicos son más sensibles a las partículas invisibles que son producidas en la mayoría de las combustiones con llama.



Figura 6. Detector de humo por ionización.

Fuente: Internet (2024)

Detectores de Calor de Temperatura Fija: Su activación se produce cuando su elemento sensor alcanza un nivel predeterminado de temperatura. Por efecto de inercia térmica, cuando este tipo de detector funciona, la temperatura del aire que lo rodea siempre será mayor que la temperatura del elemento sensor. En consecuencia, la respuesta del detector depende de las condiciones en que se desarrolle el incendio.



Figura 7. Detector térmico.

Fuente: Internet (2024)

2.3.6 Estación Manual de Alarma

Según la norma COVENIN 758:89 (1989), es un conjunto formado por dispositivos mecánicos y eléctricos montados en una caja cerrada para transmitir una señal cuando una de sus partes integrantes es operada manualmente. Las estaciones manuales de alarma son dispositivos

de señalización que permiten notificar una situación de peligro y /o incendio en una instalación, y deberán cumplir con la Norma COVENIN 758. El uso de las estaciones manuales de alarma, deberá estar restringido a la señalización de emergencias debidas a incendios, explosiones o escapes de sustancias peligrosas.



Figura 8. Estación manual de alarma.

Fuente: Internet (2024).

2.3.7 Difusores de Sonido

De acuerdo a la norma PDVSA IR-I-01 (2001), los sistemas de alarma de incendio, incorporan distintos tipos de señales audibles producidas por difusores de sonido. Los difusores de sonido deberán poder ser activados manual, o automáticamente en el caso de una alarma de incendio, y estarán estratégicamente ubicados para asegurar una máxima cobertura en la instalación. La señal de alarma se deberá activar inmediatamente que se detecte una situación de emergencia.



Figura 9. Difusor de sonido.

Fuente: Internet (2024)

2.3.8 Central de incendios

De acuerdo a la norma COVENIN 1041:99 (1999), es un gabinete o conjunto modular de gabinetes que contienen dispositivos y controles eléctricos y/o electrónicos necesarios para supervisar, recibir señales de estaciones manuales y/o detectores automáticos y transmitir señales de alarma a los dispositivos encargados de tomar alguna acción.



Figura 10. Central de incendios.

Fuente: Internet (2024)

2.3.9 Fuentes de alimentación

Eléctrica En la Norma PDVSA-IR-I01 (2001) se establece que el suministro de energía eléctrica para el tablero central de control y los demás componentes del sistema, deberá provenir de dos fuentes de alimentación independientes. La fuente principal de alimentación deberá ser confiable, de capacidad adecuada, y su conexión al tablero de control, se realizará mediante circuitos exclusivamente dedicados y debidamente identificados.



Figura 11. Fuente de alimentación.

Fuente: Internet (2024)

2.3.10 Bombas para sistema de extinción de incendios

Las bombas contra incendios son una parte esencial de muchos sistemas de protección contra incendios a base de agua. Se utilizan para aumentar la presión (medida en psi y bar) de una fuente de agua cuando la fuente no es adecuada para el sistema que está suministrando. Estos se encuentran comúnmente en edificios que suelen tener una demanda de alta presión, como rascacielos o grandes almacenes. Este blog revisará los diferentes tipos de opciones de bombas contra incendios disponibles para los diseñadores.

Hay muchos tipos de bombas contra incendios disponibles. Es importante seleccionar el tipo correcto de bomba para el proyecto de instalación para evitar costos y presiones excesivas que podrían dañar tu sistema. Si no se tienen en cuenta todos los factores, la instalación de la bomba podría no alcanzar los requisitos de presión necesarios, lo que podría requerir la instalación de una nueva bomba. Hay dos categorías principales de bombas: de desplazamiento positivo y centrífugas:

Bombas de desplazamiento positivo

Las bombas de desplazamiento positivo se caracterizan por un método de producir flujo mediante la captura de un volumen específico de agua por revolución de la bomba y empujándolo hacia afuera a través de la línea de descarga. Una bomba para neumáticos de bicicleta es un ejemplo de una bomba de desplazamiento positivo que vemos comúnmente. Las bombas de desplazamiento positivo crean presiones muy altas, pero tienen un volumen de flujo limitado en comparación con las bombas centrífugas. Estas no son tan comunes porque tienen un uso especializado, principalmente con sistemas de agua nebulizada y de agua-espuma.

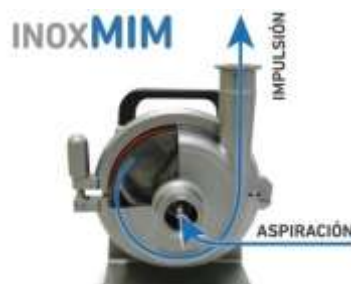


Figura 12. Bomba de desplazamiento positivo.

Fuente: Internet (2024)

Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas son las bombas contra incendios más comunes y se utilizan con la mayoría de los sistemas. Con las bombas centrífugas, la presión se desarrolla principalmente por la acción de la fuerza centrífuga o el giro. El agua en las bombas centrífugas ingresa a la entrada de succión y pasa al centro del impulsor. La rotación del impulsor, a su vez, impulsa el agua por fuerza centrífuga hacia el borde donde se descarga. Las bombas centrífugas pueden manejar grandes volúmenes de agua mientras proporcionan aumentos de alta presión.

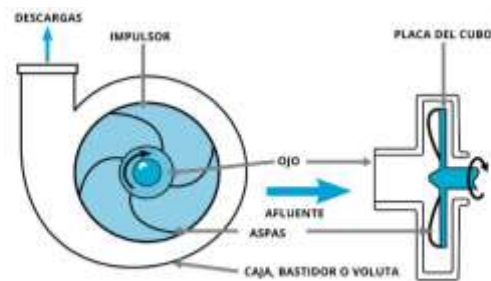


Figura 13. Bomba centrífuga.

Fuente: Internet (2024)

Bomba horizontal de carcasa partida

Con una bomba horizontal de carcasa partida, el flujo se divide y entra al impulsor desde lados opuestos de la carcasa de la bomba. Como su nombre lo indica, esta es una bomba instalada con una carcasa dividida que se puede abrir para el acceso de mantenimiento de la bomba y está conectada al impulsor por un eje horizontal.

Son muy confiables, vienen en una amplia gama de capacidades nominales de flujo y presión, son fáciles de mantener debido a su relativamente fácil acceso a la carcasa dividida y se pueden usar con motores eléctricos y a diésel. Sin embargo, estos también suelen necesitar la mayor cantidad de espacio de todos los tipos de bombas contra incendios.

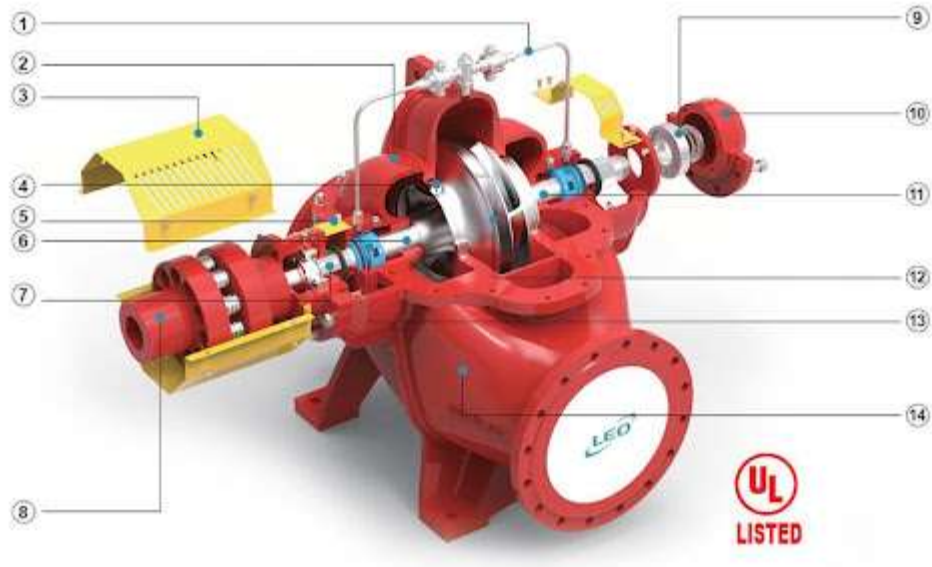


Figura 14. Bomba de carcasa partida y sus partes.

Fuente: Internet (2024)

Cuadro 1. Piezas de la bomba de carcasa partida.

No.	Piezas
1	Piezas del sellado de tubería
2	Carcasa de la bomba
3	Cubierta de acoplamiento
4	Junta tórica ☆
5	Cubierta protectora
6	Eje
7	Camisa del cojinete
8	Piezas de acoplamiento
9	Piezas de cojinete
10	Carcasa de cojinete
11	Camisa del impulsor
12	Impulsor
13	Piezas de los sellos de empaquetadura ☆
14	Cuerpo de la bomba

Fuente: Internet (2024)

Bomba de turbina vertical

Una bomba de turbina vertical es el único tipo de bomba permitido por NFPA 20, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra Incendios que puede comenzar

con una presión de succión negativa o tomar agua en condiciones de elevación tales como una fuente subterránea, un río, o tanque subrasante. Estas bombas se pueden utilizar con fuentes de agua cruda como estanques, lagos y ríos. Las bombas de turbina verticales vienen en una amplia gama de capacidades y presiones, y se pueden usar con motores a diésel y eléctricos.

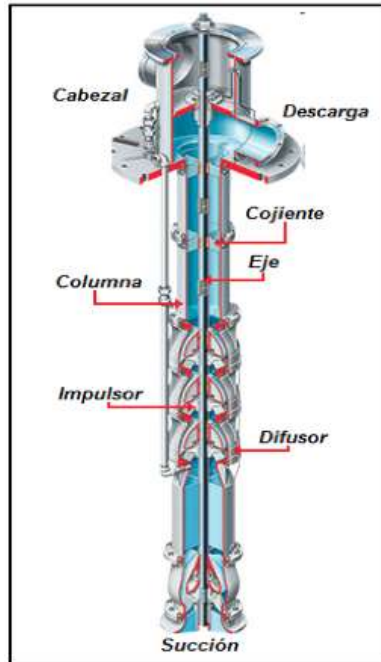


Figura 15. Bomba de turbina vertical y sus partes.

Fuente: Internet (2024)

Bomba en línea

Las bombas en línea son útiles donde el espacio es limitado. Estas pueden ser impulsadas por un eje vertical u horizontal (tipo de succión final). Los tipos de eje vertical, que son los más comunes, tienen el impulsor ubicado directamente encima de la bomba. Por lo general, son una de las unidades menos costosas y ocupan la menor cantidad de espacio, pero también son una de las más costosas de reparar. El mantenimiento y la reparación de la bomba pueden ser difíciles porque el motor tiene que levantarse y retirarse para tener acceso a la bomba, a diferencia de una unidad de carcasa partida. Con estas bombas, la brida de succión y la brida de descarga están aproximadamente en el mismo plano. Las bombas en línea tienen una capacidad limitada de no más de 1,500 gpm (5,678 L/min) y solo se pueden usar con un impulsor eléctrico, lo que limita sus aplicaciones potenciales.

Bomba de succión final

Una bomba de succión final tiene una salida de descarga perpendicular a la entrada de succión. Por lo general, estas bombas están limitadas a una capacidad de aproximadamente 1,500 gpm (5,678 L/min). En comparación con las bombas contra incendios horizontales de carcasa partida, son más compactas y requieren menos espacio de instalación en una sala de bombas contra incendios donde el espacio disponible es una preocupación. Las bombas de succión final se pueden utilizar con un motor eléctrico o a diésel.



Figura 16. Bomba de succión final.

Fuente: Internet (2024)

Bomba multietapa y multipuerto

Las bombas multietapa y multipuerto utilizan un solo impulsor que puede ser un motor eléctrico o un motor diésel que se conecta a una bomba con múltiples impulsores en serie en una sola carcasa impulsada por un eje horizontal. La carcasa tiene múltiples puertos, o salidas de descarga, que brindan diferentes presiones; cada puerto tiene una mayor presión de los impulsores de la serie consecutiva.



Bomba de 2 etapas

Bomba de 3 etapas

Figura 17. Bomba multietapa.

Fuente: Internet (2024)

2.3.11 Canalizaciones y cableado para sistema contra incendios

El cableado sugerido para este tipo de servicios será tipo Cable THW PVC 105°c 600v. Multifilar de calibre No.18 para la conexión de los dispositivos de detección y calibre No.16 para la conexión de los dispositivos de sonido y luz estroboscópica, estos cables tienen la particularidad de tener dos colores, rojo y negro, para diferenciar la línea que va hasta la Resistencia Final de línea y la línea que se regresa, es importante que quede claro este punto para que no haya problemas o confusiones a la hora de cablear el sistema. Se debe usar tubería EMT del diámetro correspondiente a la cantidad de cables que tendrá las canalizaciones además de usar todos sus diferentes accesorios como anillos de conexión, conectores, curvas y cajas de paso. Toda acometida eléctrica se deberá realizar de acuerdo con las recomendaciones y especificaciones establecidas en el Código Eléctrico Nacional COVENIN 200 y NFPA 72.



Figura 18. Tubería EMT y accesorios.

Fuente: Internet (2024)



Figura 19. Caja de paso para instalaciones eléctricas.

Fuente: Internet (2024)

2.3.12 Metodología BIM

La Metodología BIM (Building Information Modeling) es un enfoque integrado para el diseño, la construcción y la gestión de edificios e infraestructuras. En lugar de usar dibujos 2D tradicionales, BIM utiliza modelos 3D digitales que contienen información detallada sobre las características físicas y funcionales de un edificio.

- **Modelado 3D:** Con BIM, puedes crear un modelo 3D detallado del sistema contra incendios, incluyendo rociadores, alarmas, extintores, y más. Esto facilita la visualización del sistema y ayuda a identificar cualquier problema potencial.
- **Análisis de interferencias:** BIM permite realizar análisis de interferencias, lo que significa que puedes detectar y resolver conflictos entre el sistema contra incendios y otros sistemas del edificio (como la electricidad o la plomería) antes de la construcción.
- **Simulación y análisis:** BIM también permite realizar simulaciones y análisis del sistema contra incendios. Por ejemplo, puedes simular cómo se propagaría el humo en caso de incendio, lo que puede ayudarte a optimizar la ubicación de los rociadores y las alarmas.
- **Colaboración:** BIM facilita la colaboración entre los diferentes profesionales involucrados en el diseño del sistema contra incendios. Todos pueden trabajar en el mismo modelo y ver los cambios en tiempo real, lo que ayuda a evitar errores y malentendidos.
- **Documentación:** Finalmente, BIM genera automáticamente la documentación del proyecto, incluyendo planos, especificaciones, y listas de materiales. Esto ahorra tiempo y reduce el riesgo de errores.

2.3.13 Softwares Utilizados

En el ámbito de la ingeniería, el diseño de sistemas contra incendios es una tarea esencial que requiere precisión, eficiencia y un alto nivel de detalle. Aquí es donde entran en juego dos potentes herramientas de software: Revit y Navisworks.

Revit es un software de modelado de información de construcción (BIM) que permite a los profesionales de la arquitectura, la ingeniería y la construcción diseñar con elementos de modelado y dibujo. Es especialmente útil en el diseño de sistemas contra incendios, ya que permite a los ingenieros y diseñadores crear y modificar el modelo del sistema en un entorno 3D, facilitando la visualización del diseño final.

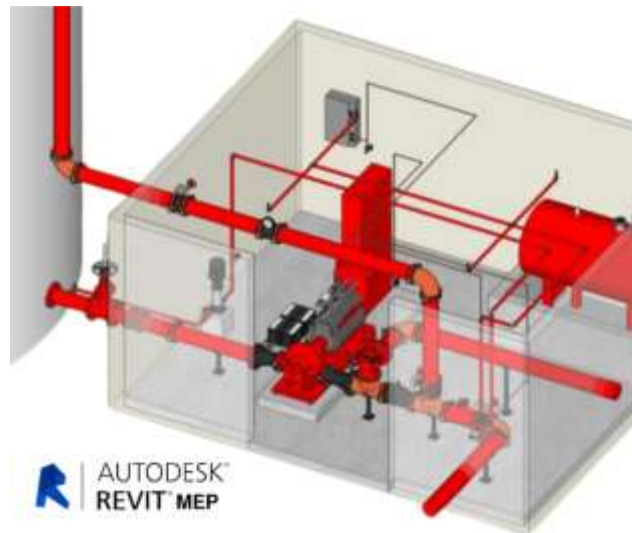


Figura 20. Revit para Sistema contra incendios.

Fuente: Internet (2024)

Por otro lado, Navisworks es una herramienta que permite la revisión integral del proyecto, la simulación de construcción y la colaboración entre equipos. En el contexto de los sistemas contra incendios, Navisworks puede ser utilizado para realizar análisis de interferencias, lo que ayuda a identificar y resolver conflictos entre diferentes sistemas antes de la construcción.



Figura 21. Navisworks.

Fuente: Internet (2024)

La combinación de Revit y Navisworks en el proceso de diseño de un sistema contra incendios puede resultar en un diseño más eficiente, una construcción más suave y, en última instancia, un sistema más seguro. A continuación, exploraremos cómo utilizar estas herramientas en el proceso de diseño.

2.4 Bases Legales

Existe un marco legal amplio que refleja en sus artículos la necesidad de garantizar el bienestar y salud ocupacional de los trabajadores, para lo cual es necesario, entre otros aspectos, la seguridad en el trabajo. Entre las bases legales se encuentran: la Constitución Bolivariana de Venezuela, Ley Orgánica del Trabajo y la Ley orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.

Así también, existen normas específicas para la determinación del sistema de detección, alarma y extinción adecuado y sus elementos:

COVENIN 823:2002

Sobre Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios. “Esta norma venezolana contempla los requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones construidas y por construir, en cuanto a los sistemas de prevención y protección contra incendios, según el tipo de ocupación y riesgo que presentan”.

COVENIN 1377:79

Sobre Sistema Automático de Detección de Incendios. Componentes. “Esta norma contempla los componentes y características mínimas que debe cumplir el Sistema Automático de Detección de Incendios”.

COVENIN 1176:80

Sobre Detectores. Generalidades. “Esta norma contempla las características generales necesarias para la selección, ubicación e instalación de los diferentes tipos de detectores utilizados en los sistemas de detección, señalización y alarma de incendio”.

COVENIN 1041:1999

Sobre Tablero Central de Detección y Alarma de Incendio. “Esta norma contempla las características mínimas de diseño y funcionamiento que deben cumplir los tableros centrales de control destinados al uso de sistemas de detección y alarma de incendios”.

COVENIN 758:1989

Sobre Estación Manual de Alarma. “Esta norma venezolana contempla los requisitos mínimos que deberán cumplirlas estaciones manuales de alarma, para su instalación, ubicación, fabricación y uso”.

COVENIN 1331:2001

Sobre Extinción de Incendios en Edificaciones, Sistema Fijo de Extinción con Agua con medio de impulsión propio. “Esta Norma establece las características mínimas que debe cumplir el sistema fijo de extinción con agua con medio de impulsión propio, utilizado para combatir incendios en edificaciones”.

COVENIN 1376:1999

sobre Extinción de Incendios en Edificaciones. Sistema fijo de extinción con agua. Rociadores. “Esta norma provee los requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores de protección contra la exposición al fuego; incluyendo el carácter y adecuación de los suministros de agua y la selección de rociadores, tuberías, válvulas y todos los materiales y accesorios, pero sin incluir la instalación de redes privadas contra incendio y suministro de agua”

COVENIN 2453: 1993

Sobre Bombas Centrífugas para uso en Sistemas de Extinción de Incendios. “Esta norma venezolana contempla los requisitos mínimos que deben cumplir las bombas centrífugas para uso en sistemas de extinción de incendio, de los tipos horizontales de succión axial, de carcass partida axialmente y las bombas verticales tipo turbina; como bombas principales para suministro a redes de sistemas fijo de extinción con agua”

COVENIN 1040: 1989

Sobre Extintores Portátiles. Generalidades. “Esta norma venezolana contempla los requisitos mínimos necesarios para la fabricación, selección e instalación, que son comunes a los diversos tipos de extintores portátiles”.

2.5 Definición de Términos Básicos

El propósito de esta sección es proporcionar una explicación detallada y completa de los conceptos clave y las proposiciones teóricas que respaldan y sustentan la investigación que se está llevando a cabo.

Bocas De Agua: es el punto de conexión para la manguera de incendio.

Carga Calorífica: es la cantidad de kilo-calorías por metros cuadrados que puede ser generada en una edificación como resultado de la combustión de los materiales existentes.

Diagrama de lógica: Es la representación gráfica de una combinación lógica de secuencia de eventos, que conducen hacia o desde una etapa determinada.

Riesgo: probabilidad que un peligro (causa inminente de pérdida), existente en una actividad determinada durante un periodo definido.

Evento: Suceso que envuelve el comportamiento de un equipo, una acción humana o un agente o elemento externo al sistema y que causa desviación de su comportamiento normal.

Zonificación: Se refiere a la división de un área geográfica en sectores heterogéneos conforme a ciertos criterios, como su capacidad productiva, tipo de construcciones permitidas, intensidad de una amenaza y grado de riesgo.

Ramal: Es un tramo de tubería conectado a la tubería principal y que alimenta a las bocas de agua.

Plafond: Adorno en la parte central del techo de una habitación, en el cual está el soporte para suspender la lámpara.

Medios de Escape: Se considera medio de escape a las circulaciones de los edificios que constituyen rutas de salida exigida, que garantiza una evacuación rápida y sin riesgo hacia la vía pública o lugar seguro.

Planta: Se considera a cada una de las alturas en que se divide el edificio ya sea por encima o por debajo del nivel del suelo, teniendo que estar cubiertas por un techo.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

Dentro de este marco metodológico se podrá dar nombre y definir todas aquellas características que dan su respectiva clasificación a la investigación, también implican todos aquellos conocimientos lógicos que la envuelven, según Arias (2012), nos define al marco metodológico así “La metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado” (p. 110).

3.1 Tipo de investigación.

El autor Arias F. (2012) “define el tipo de investigación según el nivel o grado de profundidad con el que se realizará el estudio. En este sentido, la investigación podrá ser exploratoria, descriptiva o explicativa”. De igual manera también define que un proyecto factible es el desarrollo de una propuesta viable que explora necesidades específicas a partir de un diagnóstico.

Ahora bien, esta investigación es un proyecto factible. Para definir con exactitud lo que esto significa, de ese hecho se desprende lo dicho Según los autores del siguiente manual a citar propio de la casa de estudios propia Figueredo O., González Y., Martínez E., Moreno J., Jiménez E. Y Weffer E. (2020) Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajos de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros de la universidad José Antonio Páez, “Son trabajos que conllevan a propuestas viables para atender necesidades demostradas a través de una investigación de campo o documental ya sea de una organización, grupo social o institución, a ser usados como solución al problema delimitado” (p.13). A partir de estas afirmaciones podemos determinar que dicho proyecto o trabajo de investigación se encuentra enmarcado dentro y en esta categoría de proyecto factible. Debido a que se ajusta dentro los objetivos a desarrollar en el proyecto de sistema de protección contra incendios, ya que el cálculo y el diseño son el eje fundamental para que exista un correcto funcionar de la detección y extinción de incendios para el centro de urgencias.

3.2 Diseño de la investigación.

De igual modo el diseño de una investigación explica en que modalidad y cuál es la estructura por la cual será abordada la problemática, y por qué medio serán obtenidos los datos e información a utilizar para sustentar la misma; si están sujetas a modificaciones por parte del autor.

por ende, el autor nos dice que Arias F. (2012) “según el diseño o estrategia adoptada para responder al problema planteado. Según el diseño, la investigación puede ser documental, de campo o experimental. Así mismo, cada tipo se puede realizar a nivel exploratorio, descriptivo o explicativo” (p.110). También el trabajo de grado es una investigación de tipo documental y de campo, que es descrita por Arias F. (2012)

“La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos”. (p. 27).

Resulta lógico destacar que esta investigación se vale de la proporción de fuentes documentales tanto de: textos, investigaciones, trabajos de estudio o grado, proyectos, fuentes de diversos autores y páginas web etc. para investigar y obtener tanta información para analizar y describir los datos específicamente en enfoque a los puntos clave; diseñar un eficaz y funcional sistema contra incendios que cuente a su vez con un sistema de detección y extinción completo y capaz, para detectar y sofocar un posible conato de incendio dentro del centro de urgencia en el menor tiempo posible para evitar pérdidas materiales y humanas.

3.3 Nivel de la investigación.

De acuerdo con lo dicho por Arias F. (2012) “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (p. 23). Desde luego el nivel de la investigación se encuentra específicamente en la clasificación del tipo descriptivo, por consiguiente, para ejemplificar se tiene la cita del autor que la describe de la siguiente manera Arias (2016) “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o con comportamiento” (p. 24). Hay que señalar simultáneamente lo dicho por Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2014)

“Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan.” (p. 92).

Naturalmente debido a lo expuesto por los autores, nos dice que, al presente trabajo de investigación, a lo que se le requiere es la descripción de los objetivos a desarrollar para lograr un

eficaz sistema contra incendios que proteja el centro de urgencia al cual nos avocamos a salvaguardar.

3.4 Población y muestra.

La población y muestra son fundamentalmente vitales para todo estudio, puesto a que sus conceptos están ligados con la parte estadística y probabilidad. lo cual nos quiere decir que su optima recolección de datos e información, desempeñan un papel protagónico en la obtención y comprensión de los resultados a requerir. Miden cual es la población en la que se va a concretar un estudio y cuales partes de la misma o sujetos en cuestión son los más óptimos o su muestra Ayudando a dar comprensión de los mismos y por consiguiente cuales serían las acciones o medidas a tomar por criterio propio del investigador. Para así lograr solucionar su problemática. Eliminando o disminuyendo considerablemente la selección excesiva o innecesaria de los sujetos, consiguiendo resguardo financiero como la inversión de recursos y mejoramiento de tiempos de trabajo y calidad del estudio.

Cabe señalar que describe y explica metodológicamente a la población como lo dicho por Arias (2012)

“La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p. 81).

Y describe y explica metodológicamente a la Muestra como también por Arias (2012)

“La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. En este sentido, una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido” (p. 83).

Para este trabajo de grado, la población incluiría a todos los sistemas contra incendios que existen en centros de urgencias, mientras a su vez, la muestra consta de los sistemas contra incendios que sean desarrollados bajo la metodología BIM. Recalcando que la muestra sea representativa de la población, para que los resultados obtenidos puedan ser generalizados y aplicarse a futuros sistemas contra incendios.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se trata de las herramientas, métodos, técnicas o instrumentos que se emplearan para que por medio de las cuales se valdrá la investigación. debidamente seleccionada por la previa

señalación del tipo de investigación, diseño de la investigación y nivel de la investigación que van correlacionados con los objetivos general y específicos del trabajo de grado.

Instrumentos de recolección de datos.

A propósito de aclarar y distinguir cuales son estos instrumentos tenemos que el autor Fidias G. Arias (2016, p. 68) define a los instrumentos de recolección de datos como “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. A condición por nombrar y definir dos de ellos:

- Documentos de archivo y fuentes gubernamentales
- Observaciones.

Técnicas de análisis datos.

Las siguientes técnicas de análisis de datos van entrelazadas y guiadas por el tipo de investigación y el diseño metodológico del propio proyecto. Como sintetiza Arias (2012) “En este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan” (p. 111). Pero por otro lado Palella y Martins (2012) definen a las técnicas de recolección de datos como “las distinta formas o maneras de obtener la información” (p. 115) y por ultimo las dos características que las terminan de definir son su validez y confiabilidad.

- Revisión documental: el autor Arias F, lo define como (2012) “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, critica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales, impresas, audiovisuales, software ganadero o páginas electrónicas”. (p, 27). Esta se utilizará para obtener la información de datos necesarios para el correcto desarrollo de la investigación
- Revisión bibliográfica: Con carácter selectivo se aplica esta herramienta. Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014)

“La revisión de la literatura implica detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria para enmarcar nuestro problema de investigación” (p.61).

Técnicas de análisis de resultados.

Los resultados se someten a un análisis para conseguir el éxito del desarrollo de los objetivos de la investigación como dijo el autor y cito Arias (2012) “En lo referente al análisis, se definirán las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis-síntesis), o estadísticas (descriptivas

o inferenciales), que serán empleadas para descifrar lo que revelan los datos recolectados”. (p. 111).

3.6 Confiabilidad y/o validez de los instrumentos.

La confiabilidad se refiere a la consistencia y precisión del equipo de medición. Un instrumento es confiable si da resultados similares cada vez que se utiliza en las mismas condiciones. La validez, se refiere a qué tan bien un instrumento mide lo que está diseñado para medir. Un instrumento es válido si mide con precisión el concepto o fenómeno que pretende medir. Podemos señalar varios modelos de Validez son:

- de contenido: qué tan bien un instrumento mide el concepto que pretende medir.
- de criterio: qué tan bien se comparan los resultados de una medición con la verdad revelada por otras mediciones.

3.7 Fases metodológicas.

FASE I. Diagnosticar el espacio actual del Centro de Urgencias Grupo nueve once.

Durante esta fase se llevará a cabo el diagnóstico profundo de la situación actual de recinto donde se ubica el Centro de Urgencias Grupo Nueve Once, haciendo un análisis exhaustivo a todas las áreas que forman parte del ya nombrado centro de salud, teniendo así un claro panorama de lo que tenemos y nos vamos a enfrentar a la hora de desarrollar el proyecto de sistema contra incendio.

Para diagnosticar correctamente el centro de urgencias se utilizarán diversas técnicas de análisis, los datos recolectados nos ayudaran para identificar correctamente cualquier detalle que sea de importancia, hay que recordar que cada sistema contra incendios es único y cuenta con sus características que pueden complicar el proceso de desarrollo, por lo tanto, este proceso es personalizado para el centro de urgencia Grupo Nueve Once.

FASE II. Selección a través de la metodología Vilches los tipos de equipos a utilizar.

Primero se hace un estudio de tres tipos de equipos contra incendios, luego se crean unas restricciones y criterios en base a los cuales utilizando la metodología Vilches se hará la selección del más adecuado.

FASE III. Diseñar del sistema de detección de incendios y el sistema de extinción de incendios.

Una vez teniendo los equipos más adecuados para utilizar en el proyecto, se hace el cálculo necesario para diseñar y distribuir correctamente los sistemas de detección y de extinción de incendios.

FASE IV. Evaluar la viabilidad técnica-ambiental y económica del proyecto

Finalmente, en base a los resultados de las fases II y III, que se proporcionaron durante el desarrollo del presente trabajo de grado, nos queda dar los Hallazgos de viabilidad Técnica que tendrá el proyecto, teniendo la cuenta la viabilidad ambiental y por último la viabilidad económica que se nos presente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Diagnosticar el espacio actual del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once

A continuación, se realizó un diagnóstico completo al espacio actual del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once, evidenciando las necesidades específicas que requiere este proyecto para que se cumpla correctamente la implementación de un sistema general contra incendios.

Lo primero que se conoce es la localización del espacio, el recinto a intervenir se encuentra en la avenida Francisco de Miranda, edificio Europa, Chacao. Caracas, estado Miranda, Venezuela. (ver figura 22) Ubicación en Google Maps del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.

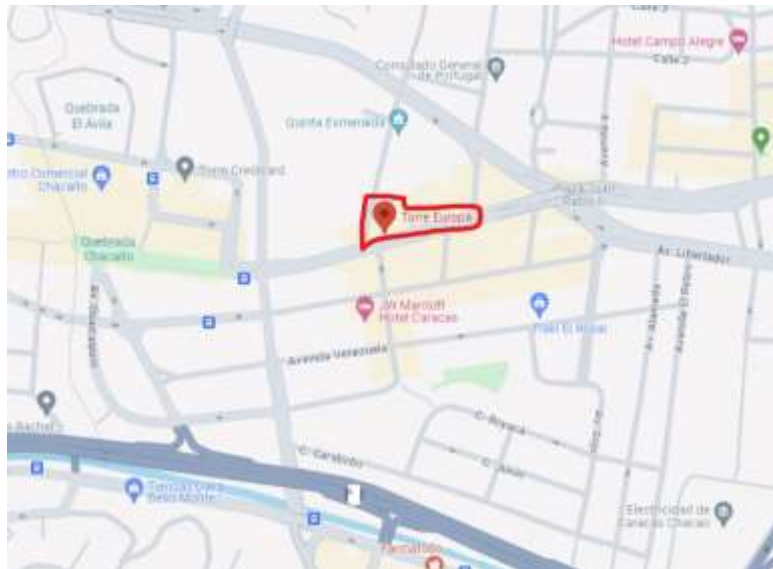


Figura 22. Ubicación en Google Maps del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.

Fuente: Peña (2024)

Se describen las áreas de estudio, el centro de urgencias cuenta con 509 m² que se dividen en dos plantas. (Ver tabla 1).

Tabla 1. Niveles de planta

	NIVEL	ALTURA (m)
1	Planta baja	+3,97
2	Planta alta	±0,05

Fuente: Peña (2024)

Una vez obtenida esta información básica, se continua con el diagnóstico de espacio actual con una entrevista que se le realizo a tres integrantes relevantes dentro de la estructura organizacional del Grupo Nueve Once para posteriormente ser procesada por la aplicación de teléfono Transkripto que hizo una transcripción escrita de lo recogido en la entrevista. (Ver cuadros 2, 3 y 4).

Cuadro 2. Preguntas y respuestas de la entrevista Nro. 1

Entrevista Nro. 1	
Pregunta	Respuesta
¿Cuál es su nombre?	Stephany Martínez
¿Qué edad tiene?	46
¿Cuál es su cargo en el centro de salud Grupo Nueve Once?	Jefa de oficina de planificación y presupuesto
¿Cuál es la distribución física del espacio?	“Bueno, para nuestro proyecto de centro de urgencia contamos con dos plantas que suman un aproximado de 700 metros cuadrados, que se dividen en dos plantas, planta baja y planta alta, aunque realmente de los 700 metros cuadrados, serán dispuestos unos 500 para lo que es realmente el proyecto, que en términos generales y por lo que recuerdo justo ahora cuenta con una recepción, sala de enfermeras, consultorios, toma de muestras, espacio de urgencias que cuenta con camillas, laboratorio y sala de rayos equis, estoy segura que me pude haber saldo aun área pero esas serían las primordiales”.
¿Qué materiales de construcción se utilizan en el espacio?	“En términos generales pues todavía no hay mucho construido, tenemos lo que son las columnas, vigas y techos y para la construcción se utilizarán materiales clásicos, bloque, concreto y drywall”.
¿Dónde se encuentran los puntos de riesgo?	“Mira, si me preguntas a mí, los puntos de riesgo son la sala de rayos equis y el laboratorio, porque ahí se concentran los equipos más costosos del centro de urgencias”.

¿Cuáles son las rutas de evacuación existentes?	“Pues realmente conozco solo un par de rutas de escape, si estas en la planta alta, solo tienes la opción de bajar las escaleras, no te vas a salir por las ventanas, y en la planta baja entiendo que por la distribución que tiene la arquitectura, la salida de emergencia sería por la recepción”.
¿Existe algún plan de respuesta ante incendios?	“Tengo entendido que aún no existe para el nuevo centro de urgencias, en el centro actual si tenemos”.
¿Qué materiales potencialmente inflamables se manejarán en el recinto?	“Considero que hay materiales que puede ser inflamables como lo puede ser el algodón en la sala de enfermeras, alcohol también y en farmacia tal vez exista algo, pero no estoy segura”.

Fuente: Peña (2024)

Cuadro 3. Preguntas y respuestas de la entrevista Nro. 2

Entrevista Nro. 2	
Pregunta	Respuesta
¿Cuál es su nombre?	Gerardo Gómez
¿Qué edad tiene?	40
¿Cuál es su cargo en el centro de salud Grupo Nueve Once?	Ingeniero Residente
¿Cuál es la distribución física del espacio?	“Buenos días, sé que el nuevo centro de urgencias se ubica en un lugar más céntrico de Caracas, en Chacao, que tiene dos niveles, en la parte de arriba irían lo que es laboratorio y algunas oficinas, también el área de descanso de los futuros residentes y en la parte de abajo es donde se recibirá al público, tiene su recepción, tiene sus consultorios, por supuesto que tiene el espacio para las urgencias, algo que es importante es la sala de rayos equis, porque como esta en la misma planta baja, tendrá una rapidez en acción bastante considerable, según la propuesta emitida por ustedes (Servicios Hospitalarios MCG) el proyecto cuenta con unos 500 metros cuadrados”

¿Qué materiales de construcción se utilizan en el espacio?	“Los materiales típicos, paredes de bloque, paredes de drywall, plafond de drywall, también tenemos ventanales de vidrio templado”
¿Dónde se encuentran los puntos de riesgo?	“Para mis los puntos de riesgo es donde se encuentren las máquinas de aire, además de los puntos donde se maneje altos voltajes de electricidad, tengo entendido que las máquinas de aire irán ubicadas en el segundo piso, también si nos vamos a un riesgo de incendios pues es un punto de riesgo cualquier toma corriente que pueda ocasionar un corto”
¿Cuáles son las rutas de evacuación existentes?	“Oye buena pregunta, porque si nos podemos a analizar la distribución de la arquitectura te lleva a una sola salida que viene siendo la entrada, porque de planta alta solo tienes la opción de bajar por las escaleras principales y luego salir por el área de recepción”.
¿Existe algún plan de respuesta ante incendios?	“no, Actualmente no”.
¿Qué materiales potencialmente inflamables se manejarán en el recinto?	“No bueno, si nos podemos a analizar, hay muchísimos materiales que son inflamables y que estarán presentes cuando comience a funcionar la urgencia, te puedo decir los que se me vienen a la cabeza, como los guantes de las enfermeras y los doctores, los cubre botas, algodones, el alcohol, y sin olvidar los gases que llegan a las camillas, el oxígeno por ejemplo”.

Fuente: Peña (2024)

Cuadro 4. Preguntas y respuestas de la entrevista Nro. 3

Entrevista Nro. 3	
Pregunta	Respuesta
¿Cuál es su nombre?	Armando Grimaldo
¿Qué edad tiene?	62
¿Cuál es su cargo en el centro de salud Grupo Nueve Once?	Ingeniero asesor especialista en sistema contra incendios
¿Cuál es la distribución física del espacio?	“Buenos días, principalmente contamos con espacio de 509 metros cuadrados, y se dividen en dos plantas, la planta alta y la baja, en la baja tenemos la urgencia, se

	tiene contemplado una central de enfermeras, la recepción, consultorios, una farmacia y la sala de rayos equis con su sala de control. Y en la planta alta tenemos un laboratorio, áreas administrativas, alguna sala de máquinas y el descanso del personal”.
¿Qué materiales de construcción se utilizan en el espacio?	“Lo que está construido hasta ahora es hecho con materiales típicos, básicos”.
¿Dónde se encuentran los puntos de riesgo?	“Los puntos de riesgos más importante los tenemos en la planta baja, al tener gases peligrosos e inflamables por supuesto que tenemos un foco ahí, también en la planta de arriba tenemos los equipos de aire acondicionado y la sala eléctrica, entonces para mí es importante destacar estos espacios.
¿Cuáles son las rutas de evacuación existentes?	“En términos generales tenemos una sola salida de emergencia, que viene siendo la entrada principal, pasando por la recepción y la sala de enfermeras, yo recomendé incluir una salida de emergencia en el diseño, pero por temas de arquitectura y no se llegó a un acuerdo.
¿Existe algún plan de respuesta ante incendios?	“Por ahora para el nuevo centro no tenemos, aunque se está trabajando en eso”.
¿Qué materiales potencialmente inflamables se manejarán en el recinto?	“Mira, te diría que lo más peligroso que se tendrá en el recinto son los gases medicinales, que son una mezcla de gases que con una mínima chispa puede provocar una gran explosión”.

Fuente: Peña (2024)

A partir de las entrevistas realizadas a Stephany Martínez, a Gerardo Gómez y a Armando Grimaldo, personal del Grupo Nueve Once, se obtuvo información crucial para el diagnóstico de la situación actual del recinto donde se implementará el sistema contra incendios. El recinto se encuentra en una etapa temprana de construcción, con una estructura que abarca dos niveles: planta baja y planta alta. Estos espacios están destinados a albergar diversas áreas como urgencias,

tratamientos, consultorios, oficinas, sanitarios, depósitos, laboratorio, áreas comunes, comedor y áreas técnicas.

En este momento, el recinto carece de un plan contra incendios, lo que significa que es esencial desarrollar uno para garantizar la seguridad de todos los ocupantes. Además, las rutas de escape no están claramente definidas debido al estado inicial de la construcción. Es fundamental que se establezcan rutas de evacuación claras y accesibles desde todas las áreas del recinto.

Un aspecto importante a tener en cuenta es el uso de gas medicinal en el espacio de urgencias. Este gas es altamente inflamable y, por lo tanto, representa un riesgo significativo de incendio. Además, se almacena alcohol en el recinto, que también es potencialmente inflamable.

Por lo tanto, es crucial que se implementen medidas de seguridad adecuadas para minimizar el riesgo de incendio. Esto podría incluir la instalación de detectores de humo y sistemas de rociadores, así como la capacitación del personal en procedimientos de seguridad contra incendios. También sería beneficioso realizar inspecciones regulares para asegurar que todos los materiales inflamables se almacenen de manera segura.

La información obtenida de la entrevista proporciona una base sólida para el desarrollo de un plan integral de seguridad contra incendios para el recinto. Sin embargo, se necesitará más investigación y planificación para garantizar que todas las áreas de riesgo se aborden adecuadamente.

A continuación, se presenta los planos extraídos del software AUTOCAD y el modelo 3D extraído del software REVIT del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once, suministrados por el departamento de arquitectura de la empresa Servicios Hospitalarios MCG. C.A. donde se observan todas las áreas a intervenir de manera clara. Gracias a la metodología BIM, se puede interactuar con un modelo 3D que aporta mucha más información a la hora de analizar los espacios y diagnosticar correctamente el recinto. (Ver figuras de a la 23 a la 26).

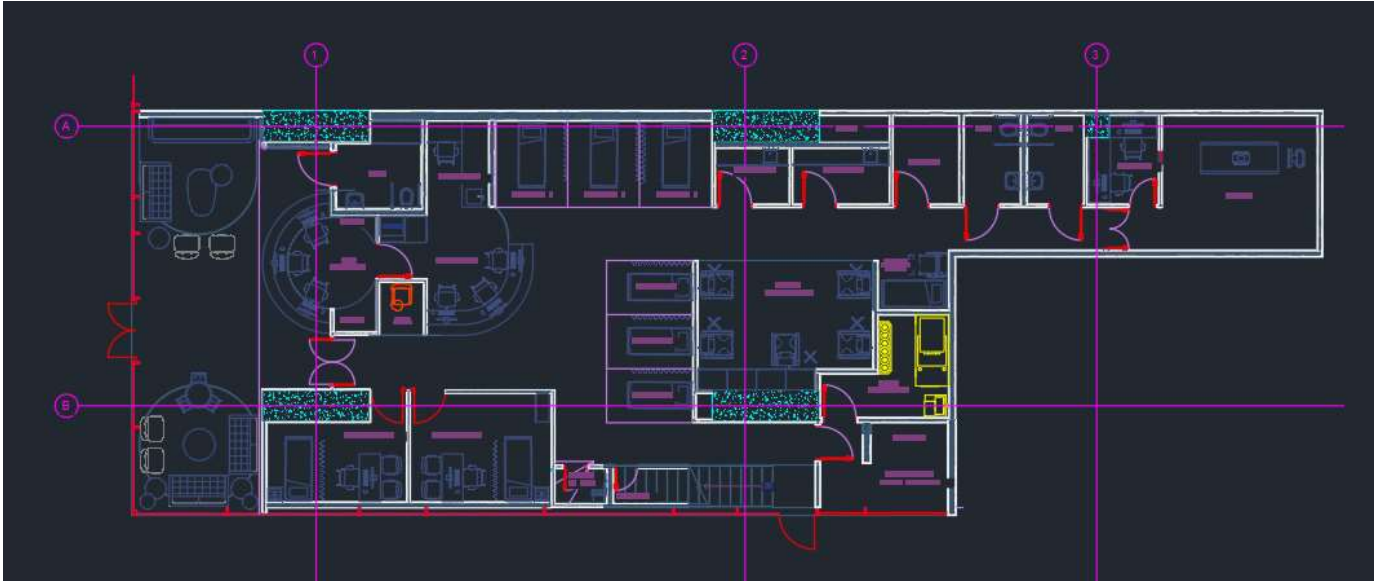


Figura 23. Vista de planta del programa AUTOCAD de la distribución de planta baja del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.

Fuente: Peña (2024)

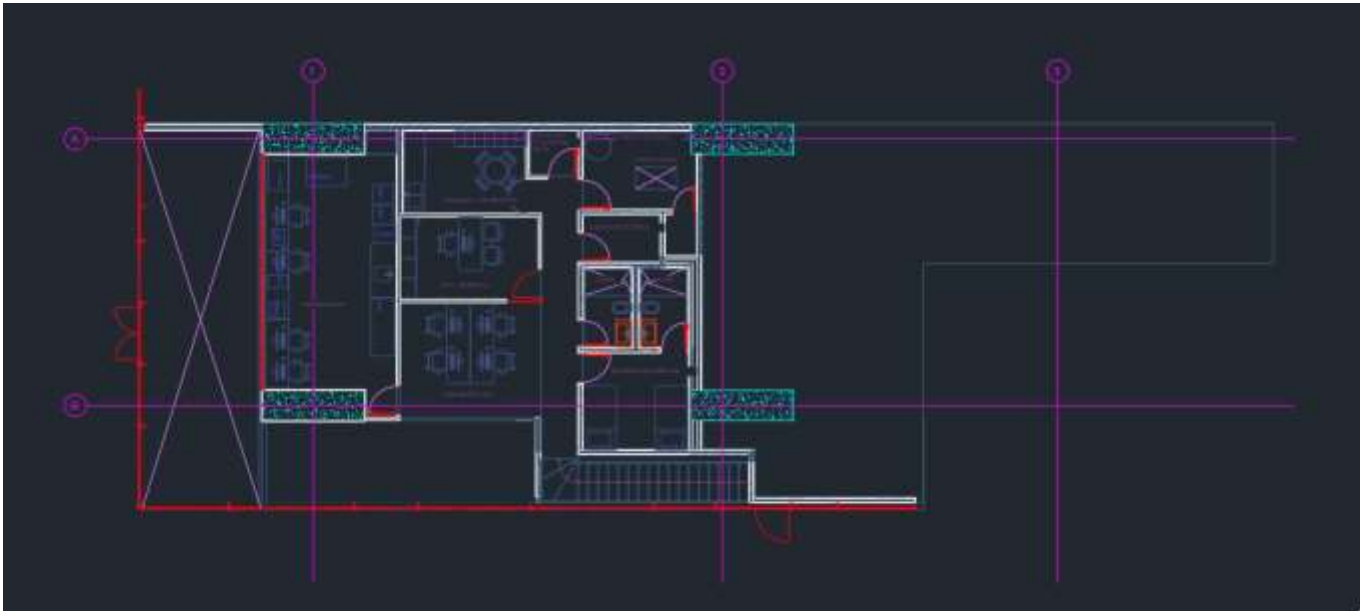


Figura 24. Vista de planta del programa AUTOCAD de la distribución de planta alta del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.

Fuente: Peña (2024)

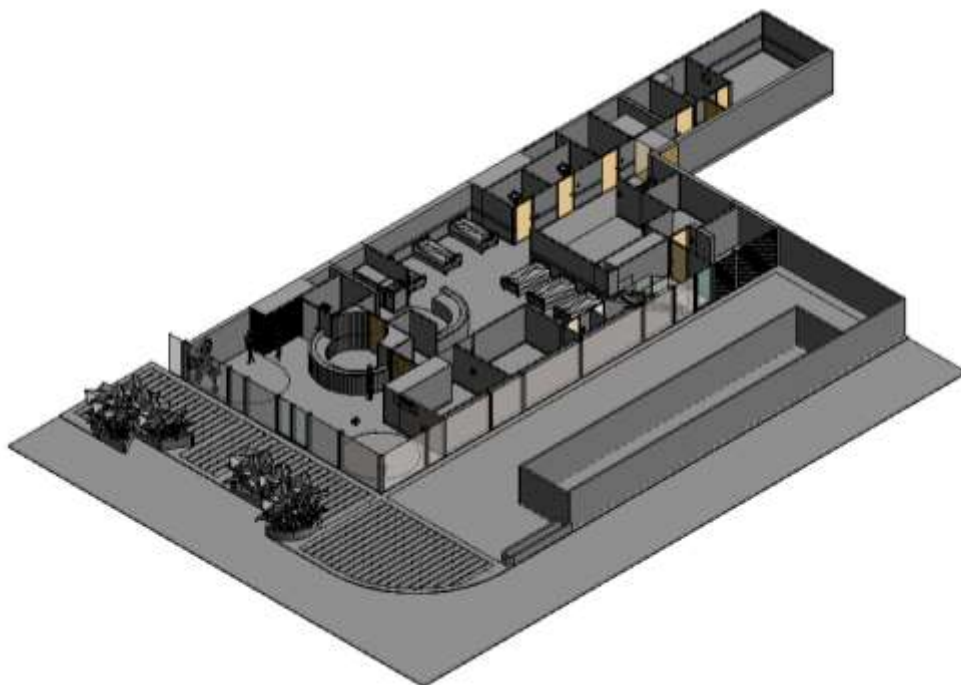


Figura 25. Vista 3D del programa REVIT de la distribución de planta baja del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.

Fuente: Peña (2024)

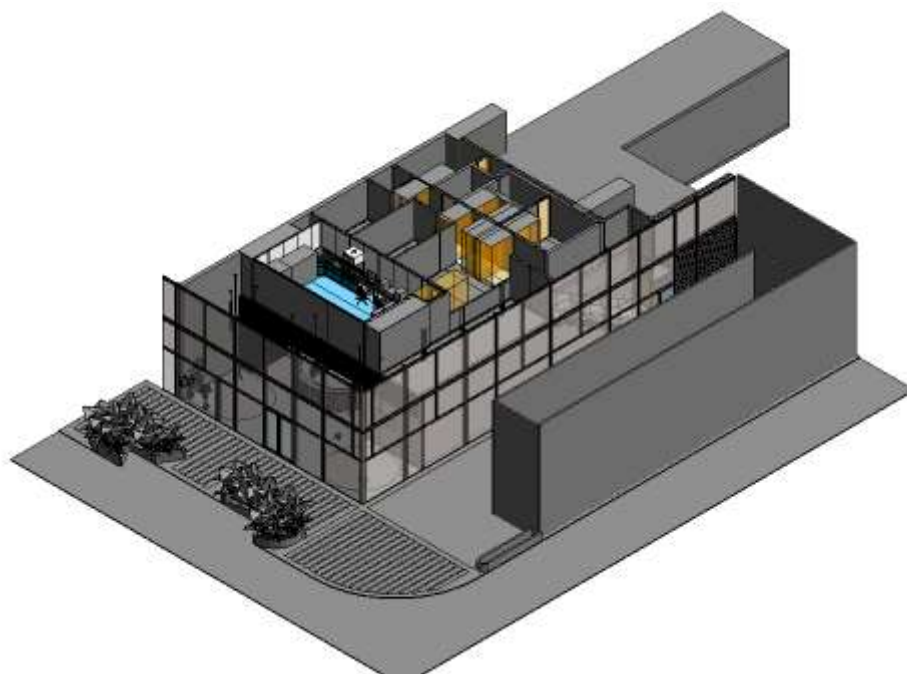


Figura 26. Vista 3D del programa REVIT de la distribución de planta alta del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once.

Fuente: Peña (2024)

De este análisis/diagnóstico se puede concluir que en planta baja contará con las siguientes áreas. (Ver cuadros 5 y 6):

Cuadro 5. Áreas dispuestas en planta baja

NIVEL	ÁREA
PLANTA BAJA	RECEPCION
	TOMA DE MUESTRAS
	ESTACION DE ENFERMERAS
	CONSULTORIOS
	URGENCIAS
	SALA DE TRATAMIENTOS
	CUARTO DE GASES MEDICINALES
	CUARTO DE TABLEROS ELECTRICOS
	FARMACIA
	SALA DE RAYOS X
	SALA DE CONTROL DE RAYOS X
	FAENA SUCIA
	FAENA LIMPIA
BAÑOS	

Fuente: Peña (2024)

Cuadro 6. Áreas dispuestas en planta baja

NIVEL	ÁREA
PLANTA ALTA	LABORATORIO
	ADMINISTRACION
	OFICINA DE GERENCIA
	COMEDOR
	CUARTO DE UMAS
	CUARTO ELECTRICO
	RESIDENCIAS MEDICAS
	CUARTO DE DATA
	BAÑOS

Fuente: Peña (2024)

4.2 Selección a través de la metodología Vilches los tipos de equipos a utilizar

4.2.1 Propuesta para selección de Bomba

Se utilizó la metodología Vilches para la selección el tipo de bomba a utilizar para la fuente principal del Sub-sistema de bombeo.

Cuadro 7. Alternativas para la selección.

Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III	Alternativa IV
Bomba de desplazamiento positivo	Bomba centrífuga	Bomba horizontal de carcasa partida	Bomba de turbina vertical
EFICIENCIA 90%	EFICIENCIA 75%	EFICIENCIA 95%	EFICIENCIA 80%
VENTAJAS Ofrecen un flujo constante y controlado, lo que las hace ideales para aplicaciones que requieren una dosificación precisa	VENTAJAS Son capaces de generar una alta presión con un movimiento de rotación y son eficientes en la transferencia de líquidos de un lugar a otro	VENTAJAS No se requiere el desarme de tuberías para la intervención de la bomba, lo que facilita el mantenimiento preventivo	VENTAJAS Requieren menos espacio en el piso que una bomba horizontal y son adecuadas para espacios con superficie limitada
DESVENTAJAS Esta precisión puede requerir un control más riguroso y posiblemente un mayor mantenimiento	DESVENTAJA Tienen un alto costo inicial y pueden generar ruido excesivo	DESVENTAJAS Aunque su diseño es más compacto que otros diseños con las mismas prestaciones, su costo inicial puede ser más alto	DESVENTAJA Aunque son eficientes, estas bombas pueden tener un costo inicial más alto en comparación con otros tipos de bombas

Fuente: Peña (2024)

Cuadro 8. Criterios de evaluación y escogencia de la propuesta

RESTRICCIONES Ri	CRITERIOS Ci
R1 La bomba tiene que ser de fácil mantenimiento	C1 Un costo asequible.
R2 La bomba tiene que ser adquirida con facilidad en el mercado venezolano	C2 Bajo costo de mantenimiento.

R3 La bomba no tiene que ser tan ruidosa	C3 Paradas prácticamente nulas
	C4 Complejidad del sistema de instalación para la utilización de la bomba.

Fuente: Peña (2024)

Aplicación de restricciones y criterios para la selección de la mejor posible solución:

Una vez elaborado las restricciones y criterios, se procede a comparar las alternativas de solución con las restricciones planteadas, aquellas que no cumplan con las restricciones serán descartadas (ver tabla 1). Posteriormente aquellas posibles soluciones que sí cumplan con las restricciones serán evaluadas con relación a los criterios y así tomar la decisión de cuál es la mejor solución.

Tabla 2. Comparación de Restricciones vs Alternativas

		POSIBLE SOLUCIONES			
		A I	A II	A III	A IV
RESTRICCIONES	R1	NO	SI	SI	SI
	R2	SI	SI	SI	SI
	R3	NO	NO	SI	SI

Fuente: Peña (2024)

Con referencia a lo que se observa en la tabla 1. Se puede observar que las bombas AI y AII no cumplen con la mayoría de restricciones impuestas, por lo que las alternativas AIII y AIV serán evaluadas mediante un método de ponderación (ver tabla 2).

La Tabla 3 muestra los parámetros de puntuación. La tabla 4 muestra la ponderación de soluciones de acuerdo a los criterios empleados para la selección de la mejor solución. Y la tabla 5 muestra la evaluación final de la alternativa seleccionada.

Tabla 3. Ponderación de criterios

CRITERIOR	DESCRIPCIÓN	ORDEN DE IMPORTANCIA
C1	Un costo asequible.	5
C2	Bajo costo de mantenimiento.	4
C3	Paradas prácticamente nulas	3
C4	Complejidad del sistema de instalación para la utilización de la bomba.	2

Fuente: Peña (2024)

Tabla 4. Parámetros de puntuación

1	No cumple con el criterio a evaluar.
2	No cumple totalmente con la expectativa generada por el criterio.
3	Cumple totalmente con el criterio a evaluar.

Fuente: Peña (2024)

Tabla 5. Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección

	C1	C2	C3	C4
A III	3	3	3	1
A IV	2	3	2	1

Fuente: Peña (2024)

Tabla 6. Evaluación de soluciones

	EVALUAR SOLUCIONES	TOTAL, PUNTOS
A III	$3 \times 5 + 3 \times 4 + 3 \times 3 + 1 \times 2$	38
A IV	$2 \times 5 + 3 \times 4 + 2 \times 3 + 1 \times 2$	30

Fuente: Peña (2024)

Se concluye que la mejor selección es la bomba horizontal de carcasa partida, ya que es la que satisface los criterios debido a que posee el puntaje más alto. Por lo tanto, las demás bombas quedan descartadas.

4.3 Diseñar el sistema de detección de incendios y el sistema de extinción de incendios.

Una vez se conoce las áreas que se consideran para el proyecto y seleccionados los equipos a utilizar, se comienza a diseñar primero el sistema de detección de incendios.

4.3.1 Sistema de detección de incendios

Se parte por la normativa COVENIN 1377-79, donde se especifica como debe estar automatizada la central de incendios a utilizar.

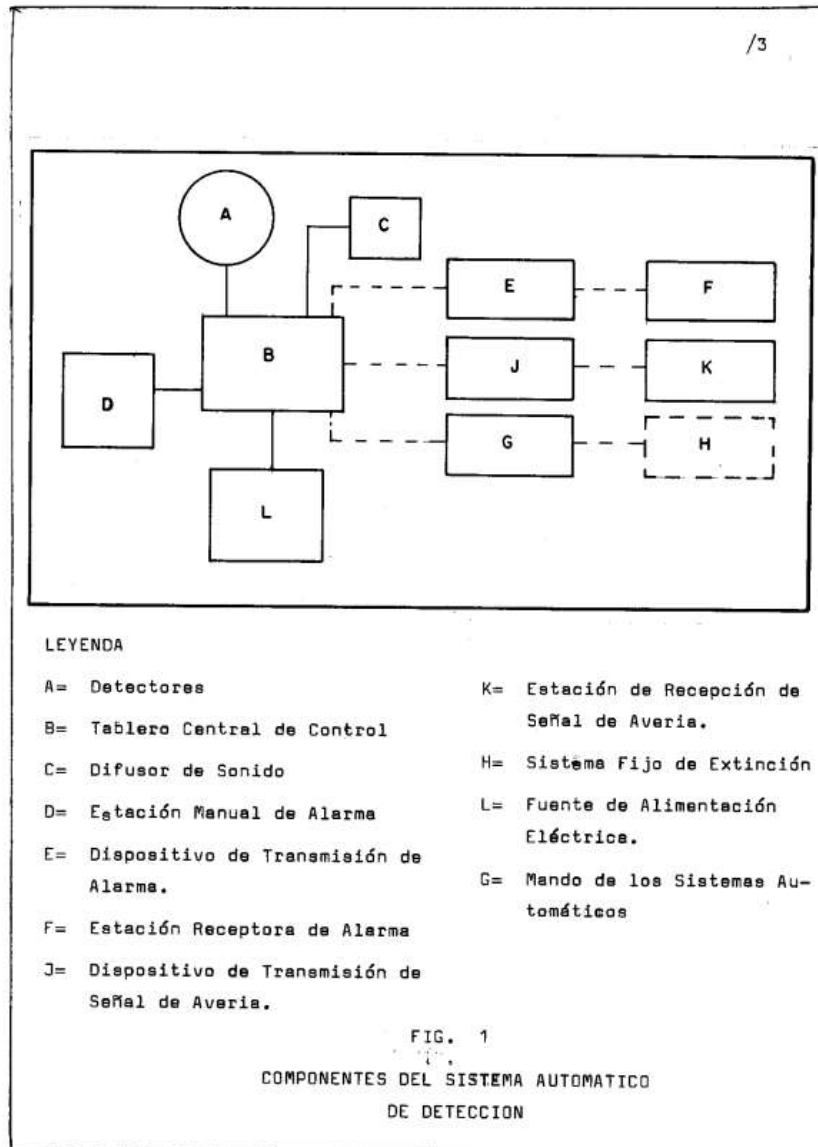


Figura 27. Extracto fig .1 componentes del sistema automático de detección.

Fuente: COVENIN 1377-79 (1979)

Para el actual proyecto este sistema permanecerá según la norma y por cada área general se colocarán módulos de monitores que entrelazarán la totalidad de sensores de un área específica

a fin de sectorizar las áreas de la planta en el tablero central de detección y alarma. El proyecto contara con 5 zonas, donde la zona 1,2 y 3 son para la planta baja y la zona 4 y 5 para la planta alta, y se designara de la siguiente manera:

Cuadro 9. Zonificación para sistema de detectores

ZONAS	AREAS QUE LA COMPONEN
ZONA 1	ENFERMERAS URGENCIAS 1 FAENA SUCIA FAENA LIMPIA FARMACIA SALA DE OPERADORES SALA DE RAYOS X
ZONA 2	CAJA / RECEPCION PASILLO TOMA DE MUESTRAS CONSULTORIO 1 CONSULTORIO 2 ENFERMERAS
ZONA 3	URGENCIAS 2 SALA DE TRATAMIENTOS GASES MEDICINALES COMPRESORES / PLANTA ELECTRICA ESCALERAS
ZONA 4	LAVORATORIO OFIC. GERENCIA ADMINISTRACION COMEDOR CUARTO DE DATA
ZONA 5	RESIDENCIAS MEDICAS CUARTO DE UMAS CUARTO ELECTRICO PASILLO

Fuente: Peña (2024)

Detectores:

Según la normativa COVENIN 1176-80 el tipo de detector requerido en edificaciones se indican en la TABLA I, al no haber una especificación respecto a un tipo de ocupación para “Urgencias” el cual es el caso presente, nos guiaremos por la especificación más cercana del tipo de ocupación, que no es más que el tipo de ocupación para clínicas y hospitales.

TIPO DE OCUPACION	CLASE DE DETECTOR					
	CALOR	HUMO POR IONIZACION	OPTICO DE HUMO	LLAMA	COMBINACION HUMO POR IONIZACION Y CALOR (INTERCALADOS)	COMBINACION OPTICO DE HUMO Y CALOR (INTERCALADOS)
b) No incorporados a una edificación b1) Riesgo Moderado	X	X	X			
b2) Riesgo Alto		X				
Bibliotecas a) No aisladas b) Aisladas de más de 250 m ² de superficie		X	X			
Centros Nocturnos y Restaurantes a) No aislados b) Aislados de más de 250 m ²		X	X		X	X
Museos		X				
Estaciones y Terminales de Pasajeros					X	X
Gimnasios y Estadios Cubiertos		X			X	
Templos						X
Institucionales Ancianatos		X	X			
Clinicas y Hospitales (desde 1000 m ² de superficie)		X	X		X	X

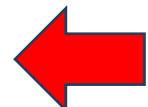


Figura 28. Extracto de TABLA 1. COVENIN 1176-80.

Fuente: COVENIN (1980)

Como resultado de la norma, se obtiene las siguientes indicaciones para la colocación de los detectores que forman parte del sistema de detección de incendios:

- 1- En cada área, que abarque el proyecto, se ubicará un detector iónico.
- 2- En caso de que el área supere los 10m² se deberá hacer una combinación de dos detectores, un detector iónico y un detector térmico o de calor.
- 3- No hay áreas donde solo se tenga un detector térmico.
- 4- En pasillos largos se ubicarán de forma intercalada detectores de humo ionizantes y detectores térmicos, manteniendo una distancia mínima de 4 metros entre sí.
- 5- No se colocarán detectores a menos de 15 cm respecto a una pared.
- 6- No se colocarán detectores a menos de 30 cm respecto a una rejilla de suministro y a menos de 5 cm con respecto a una rejilla de extracción o retorno.
- 7- En cuartos cerrados, el detector debe posicionarse lo más centrado posible, tomando en consideración los dos puntos anteriores.

A continuación, se presentan las características de los detectores a utilizar:

Detectores térmicos de incremento de temperatura

Los detectores térmicos de incremento de temperatura se activan cuando la temperatura aumenta en el orden de 10 grados centígrados por minuto. Características técnicas:

- Voltaje operacional: 20 Voltios
- Corriente de reposo: 100 Microamperios.
- Corriente de alarma: No mayor de 80 Miliamperes
- Resistencia de línea: Máximo 250 Ohm.
- Tiempo de respuesta sin demora: 30 seg. a 4 min. E
- Temperatura ambiental admisible: 10°C a 50°C
- Humedad ambiental: No lo afecta.

Detectores de humo por ionización

Los detectores iónicos reaccionan ante la combustión de productos visibles e invisibles. Características técnicas:

- Voltaje operacional: 20 Voltios.
- Corriente de reposo: 100 Microamperios.
- Corriente de alarma: No mayor de 80 Miliamperes.
- Resistencias de líneas: Máximo 250 Ohm.

Sistema de alarmas

Si se toma como guía las indicaciones de la NFPA 72 como también de la COVENIN 823:2002, se debe contemplar 15 decibeles por encima del valor promedio de decibeles de un área en 24 horas. Siendo el promedio de 50 dBA para un área de urgencias, se debe sumar 15 dBA para obtener promedio máximo (dependiendo del área varia la frecuencia promedio). Y 5 decibeles de nivel sonoro máximo por 60 segundos, lo que da como resultado la frecuencia audible es de 65 dBA para el dispositivo que se va a ubicar en el nivel de planta baja, donde tenemos áreas como urgencias y central de enfermería. Para oficinas administrativas y laboratorio, que es el caso del nivel de planta alta, tendremos un promedio de 55 dBA, y aplicando la misma lógica tendríamos que el resultado de la frecuencia audible es de 70 dBA. Para ser práctico, se tomará como general utilizar la frecuencia audible de 70 dBA para todos los dispositivos de alarma del proyecto.

Cuadro 10. Promedio de decibelios según el nivel del recinto

NIVEL	dBA Promedio	dBA Recomendado	Nro. De Difusores de sonido
Planta baja	50	70	4
Planta alta	55	70	2

Fuente: Peña (2024)

Cabe señalar que cada difusor de sonido cuenta con luz estroboscópica alimentada por la misma conexión, no hace falta conexiones adicionales. Estas funcionan como alerta visual en caso de incendios e indican donde se encuentra una salida cercana.

Estación manual de acción doble

Las estaciones manuales de alarma serán del tipo de doble acción y presentarán las siguientes características:

- Estarán diseñadas y construidas de forma tal, que tenga la resistencia, rigidez y durabilidad necesarias para soportar los abusos a los cuales pueda estar sujeta, sin afectar su funcionamiento.
- Serán pintadas de color rojo a fin de que sean fácilmente identificables por el usuario.
- Las partes de hierro y acero estarán protegidas adecuadamente contra la corrosión.
- Tendrán en su interior los dispositivos eléctricos necesarios para transmitir las señales al tablero central de control.
- La fuerza de romper el vidrio en ningún caso será mayor de 0,47 kg. La leyenda estará escrita en inglés y castellano.

- La señal de alarma previa podrá ser transmitida por medio de un pulsador fácilmente accionable para personas no familiarizadas con el mecanismo.
- La señal de alarma general podrá ser transmitida activando el dispositivo correspondiente por medio de una llave, que poseerán personas calificadas para ello.
- Contendrán una regleta de conexión que permita fijar los conductores con el objeto de mantener la auto supervisión del sistema y del equipo.
- Estarán fijamente instaladas en la pared, a una altura mínima sobre el nivel del piso de 1,15 mts y máxima de 1,50 mts.
- Habrá por lo menos una por nivel, en las vías de escape cercanas a las salidas y la distancia al usuario nunca será, mayor a 30 mts.

Central de Incendios

Con la designación de zonas, la determinación del sistema de alarmas y estación manual, se puede escoger la central de incendios adecuada para el proyecto. Esta estará ubicada en planta baja, justo en la estación de enfermería, ya que tendrá atención y vigilancia permanente, presentará las siguientes características:

- La central de incendios debe contar con un mínimo de 8 zonas,
- Controlará y supervisará sus circuitos internos y las líneas externas de los dispositivos de Detección y Alarma.
- Contendrá los equipos y dispositivos necesarios para recibir, convertir y emitir las señales de avería, de alarmas previas y de alarmas generales de incendios en forma audible y visible.
- Estará diseñada para funcionar entre 85% y el 110% de su tensión normal.
- Fuentes de Alimentación: Existirán dos fuentes de alimentación para operar bajo condiciones normales o anormales; la corriente alterna local y un banco de batería.
- Las baterías tendrán una capacidad suficiente para operar el sistema bajo condiciones normales por un lapso de 24 horas y cumplido este lapso serán capaces de accionar todos los dispositivos de señalización por un tiempo mínimo de 10 minutos.
- Cuando las baterías lleguen a un nivel de descarga del 85% de su voltaje o amperaje nominal, el sistema lo indicará por medio de una señal visible y audible.
- Las baterías serán recargables, de construcción tipo estacionaria.
- El sistema dispondrá de mecanismos para cargar las baterías, medir el nivel de carga y protegerlas de un sobre corriente, así como de daños mecánicos o físicos.

- Contendrá en su parte exterior dispositivos para silenciar, probar, reponer o indicar cualquier operación normal o anormal en los circuitos internos o en las líneas exteriores.
- Accionará las funciones auxiliares al recibir señales de alarma previa o de alarma general, tales como llamada preferencial de ascensores, arranque de presurizadores, desconexión de equipos de ventilación y otros circuitos similares.
- Indicará la condición normal de operaciones (indicador de color verde); así como también por zonas, cualquier señal de alarma o avería.
- Contendrá controles y dispositivos para la señal de alarma o avería.
- Contendrá colores y dispositivos para la señal de alarma general, con acceso indirecto (mediante llave).
- No deberá estar puesto a tierra y diseñado en forma tal que no dependa de ninguna conexión a tierra para operar normalmente.

Canalizaciones y cableado

Se utilizará tubería EMT de ½ pulgada, con sus respectivos accesorios de instalación, ya que la cantidad máxima de cables por tubería será de 6 hilos.

La canalización de todo el sistema de detectores está realizada con Cable THW PVC 105°C 600v. de calibre nro. 18 y la canalización de los dispositivos como estación manual y difusión de sonido calibre nro. 16.

Tabla 7. Conductores THW en tuberías

Tipo del conductor	Calibre del conductor AWG o kCM	DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO									
		13mm	19mm	25mm	32mm	38mm	51mm	63mm	76mm	89mm	102mm
		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
T, TW y THW	14*	9	16	25	45	61					
	14	8	14	22	39	54					
	12*	7	12	20	35	48	78				
	12	6	11	17	30	41	68				
	10*	5	10	15	27	37	61				
	10	4	8	13	23	32	52				
	8	2	4	7	13	17	28	40			

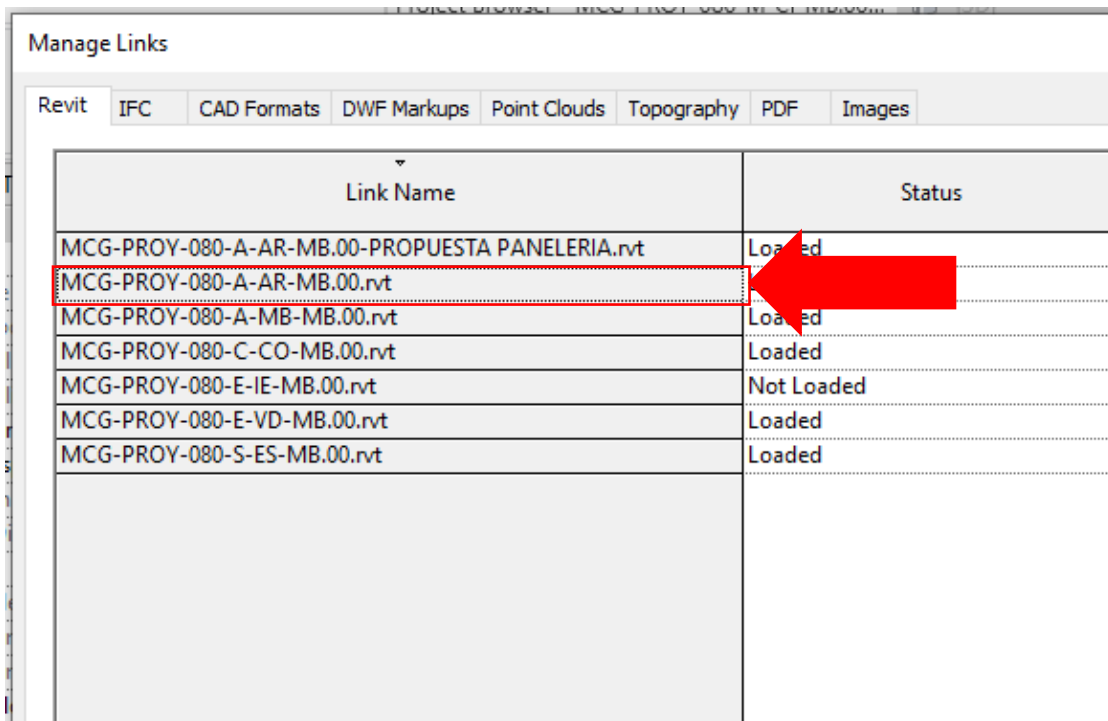
Fuente: Internet (2024)

El tendido se hará de forma tal que las mismas queden perpendiculares y/o paralelas a los elementos estructurales de la edificación, embutidas a la placa de piso en áreas de paso. Los cambios de dirección se harán con curvas o con accesorios adecuados. (Ver tabla 2).

Una vez teniendo toda la información clara y definida, se puede proceder a generar el modelo 3D en el software REVIT, para poder tener una visualización en mucho más clara a la hora de distribuir el sistema de tubería.

4.3.1.1 Proceso para modelado REVIT de sistema de detección de incendios

Para comenzar a modelar es primordial que ya exista el modelo de arquitectura, para poder tener una referencia clara en donde se va a trabajar. En este caso la división de ingeniería ya tenía listo el modelo llamado MCG-PROY-080-A-AR-.MB.00 que hace referencia al modelo 3D de la arquitectura del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once, solo queda vincularla con nuestro modelo.



Link Name	Status
MCG-PROY-080-A-AR-MB.00-PROPUESTA PANELERIA.rvt	Loaded
MCG-PROY-080-A-AR-MB.00.rvt	Loaded
MCG-PROY-080-A-MB-MB.00.rvt	Loaded
MCG-PROY-080-C-CO-MB.00.rvt	Loaded
MCG-PROY-080-E-IE-MB.00.rvt	Not Loaded
MCG-PROY-080-E-VD-MB.00.rvt	Loaded
MCG-PROY-080-S-ES-MB.00.rvt	Loaded

Figura 29. Vinculación de modelo 3D de arquitectura.

Fuente: Peña (2024)

Una vez se tenga el vínculo creado, se puede comenzar a modelar zona por zona, con el orden dado por el Cuadro 9. Zonificación para sistema de detectores.

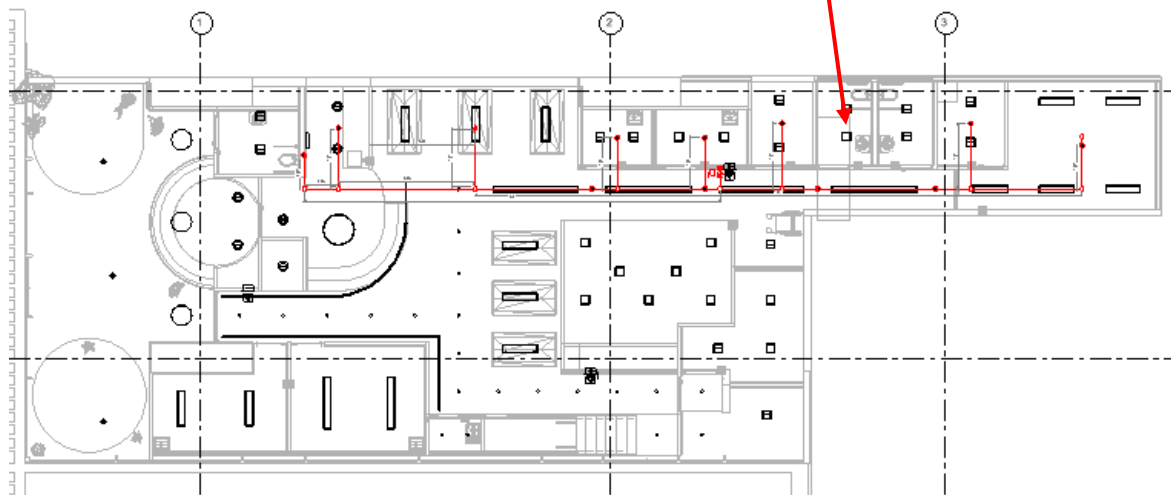
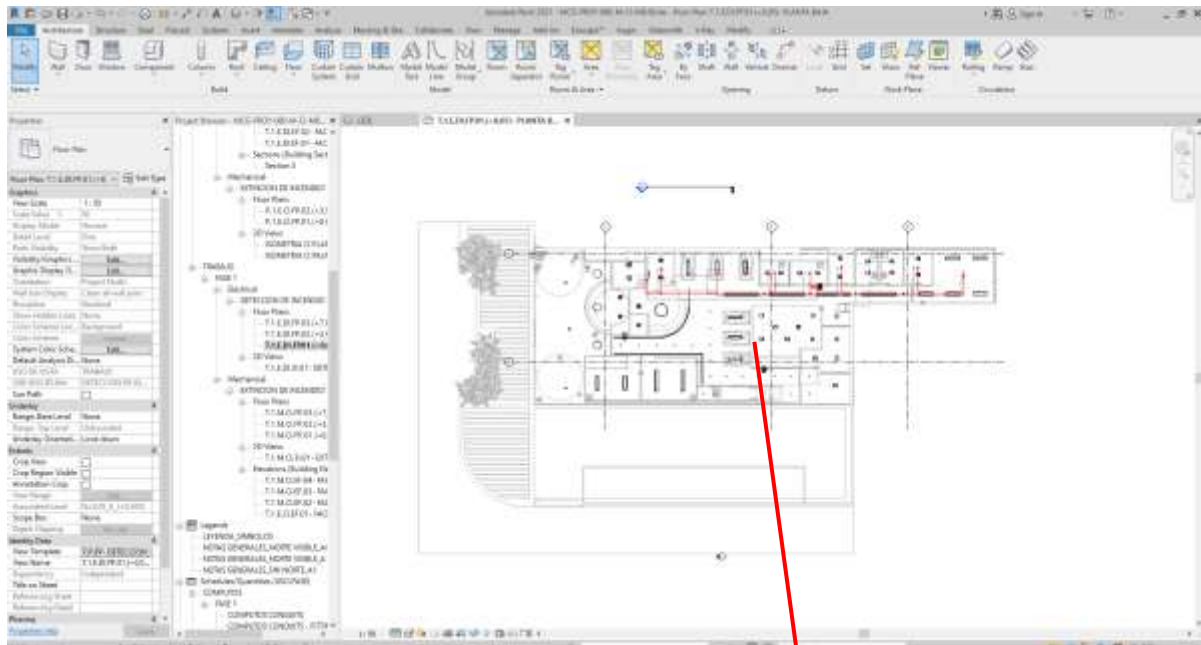


Figura 30. Vista de trabajo, zona 1.

Fuente: Peña (2024)

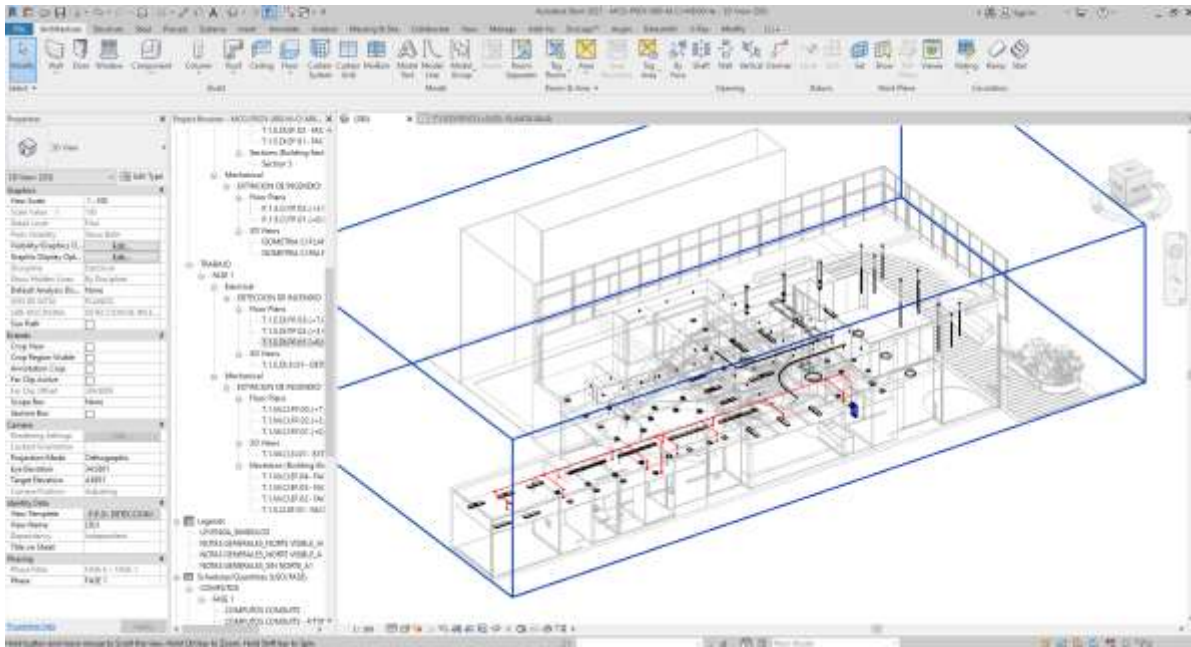


Figura 31. Vista de trabajo 3D, zona 1.

Fuente: Peña (2024)

Como se puede notar en las dos figuras anteriores (ver figura 30 y 31), se designó un color rojo a la Zona 1, para que quede plenamente identificada. En esta zona se cuenta con los siguientes dispositivos:

Cuadro11. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 1

Zona	Detectores	Difusores de sonido/estrobo
Zona 1	8 detectores iónicos 3 detectores térmicos	2 difusor de sonido con Estrobo

Fuente: Peña (2024)

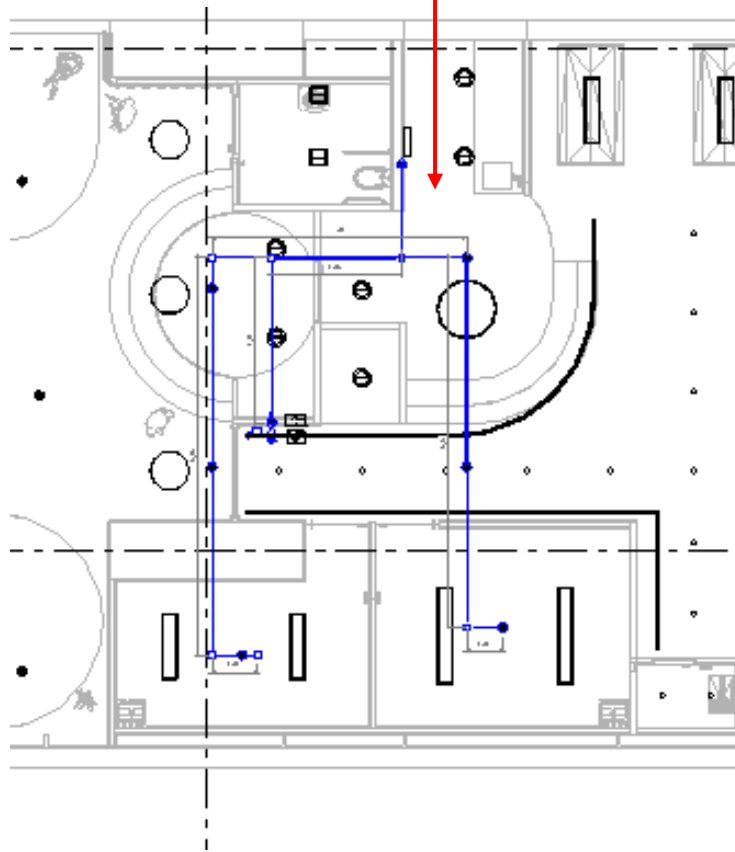
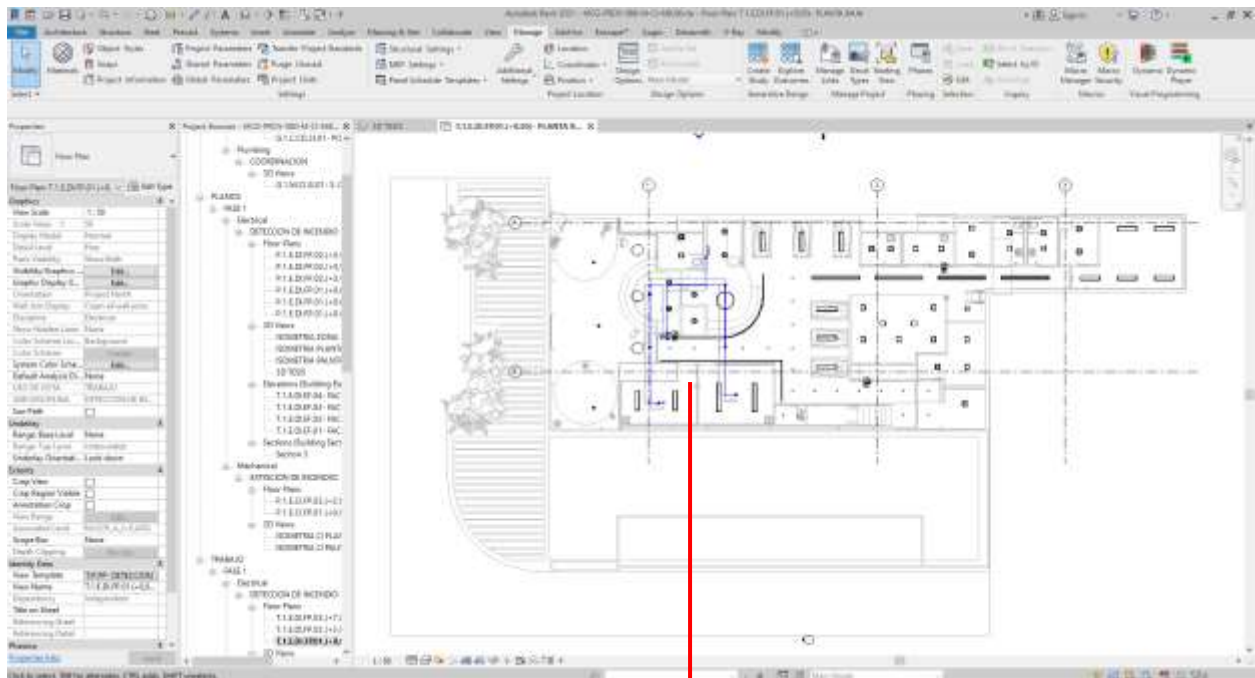


Figura 32. Vista de trabajo, zona 2.

Fuente: Peña (2024)

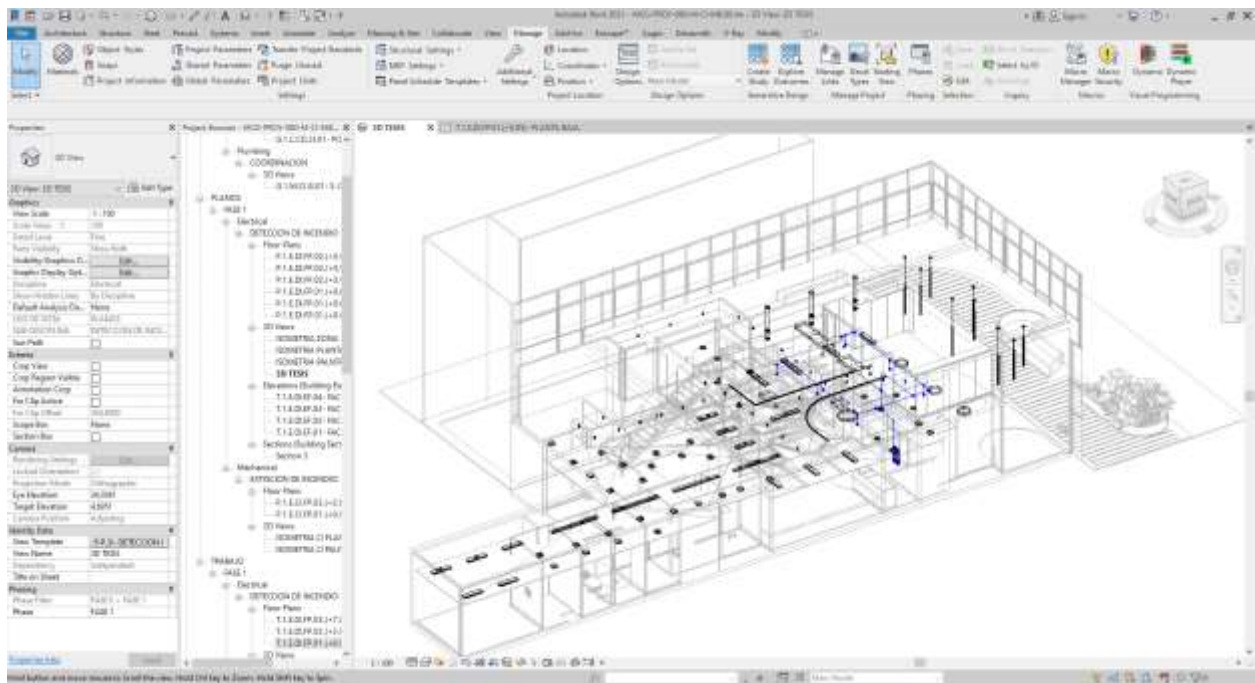


Figura 33. Vista de trabajo 3D, zona 2.

Fuente: Peña (2024)

Como se puede notar en las dos figuras anteriores (ver figuras 32 y 33), se designó un color azul a la Zona 2, para que quede plenamente identificada. En esta zona se cuenta con los siguientes dispositivos:

Cuadro 12. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 2

Zona	Detectores	Difusores de sonido/estrobo
Zona 2	4 detectores iónicos 2 detectores térmicos	1 difusor de sonido con Estrobo

Fuente: Peña (2024)

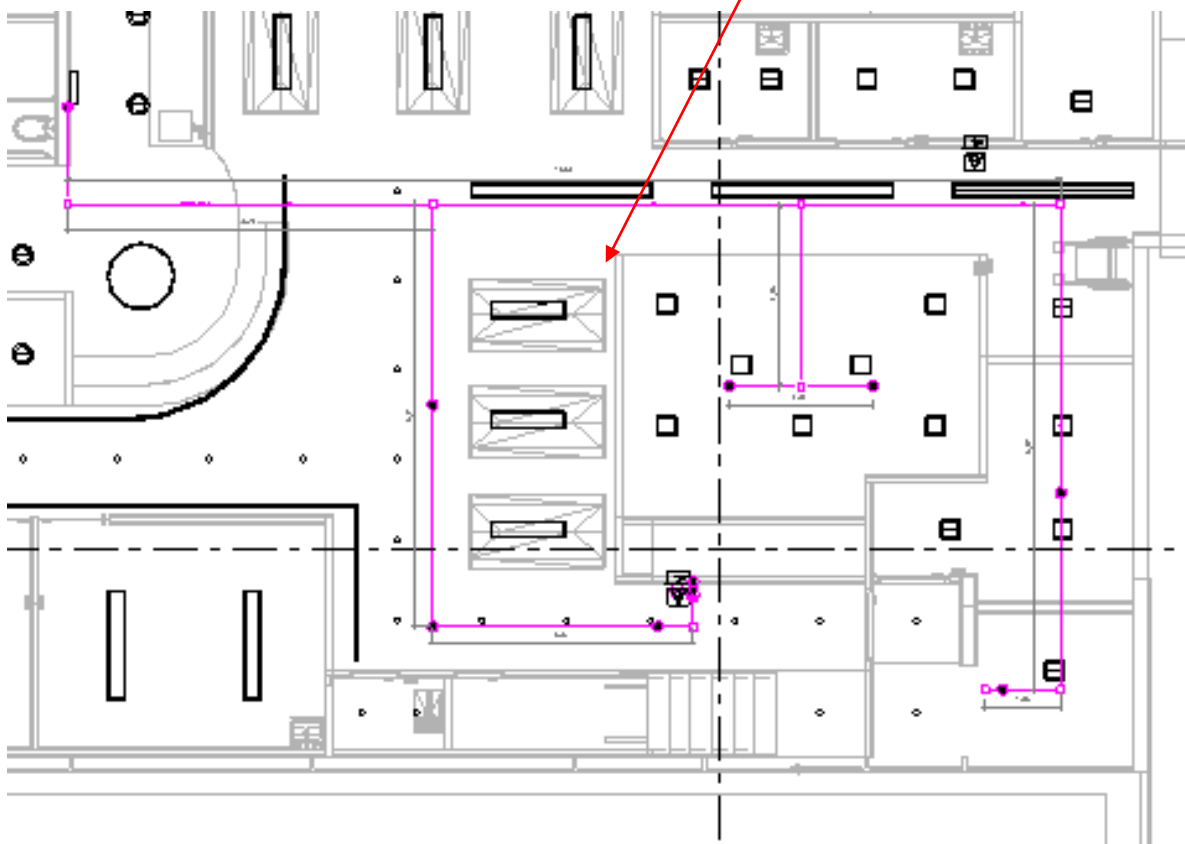
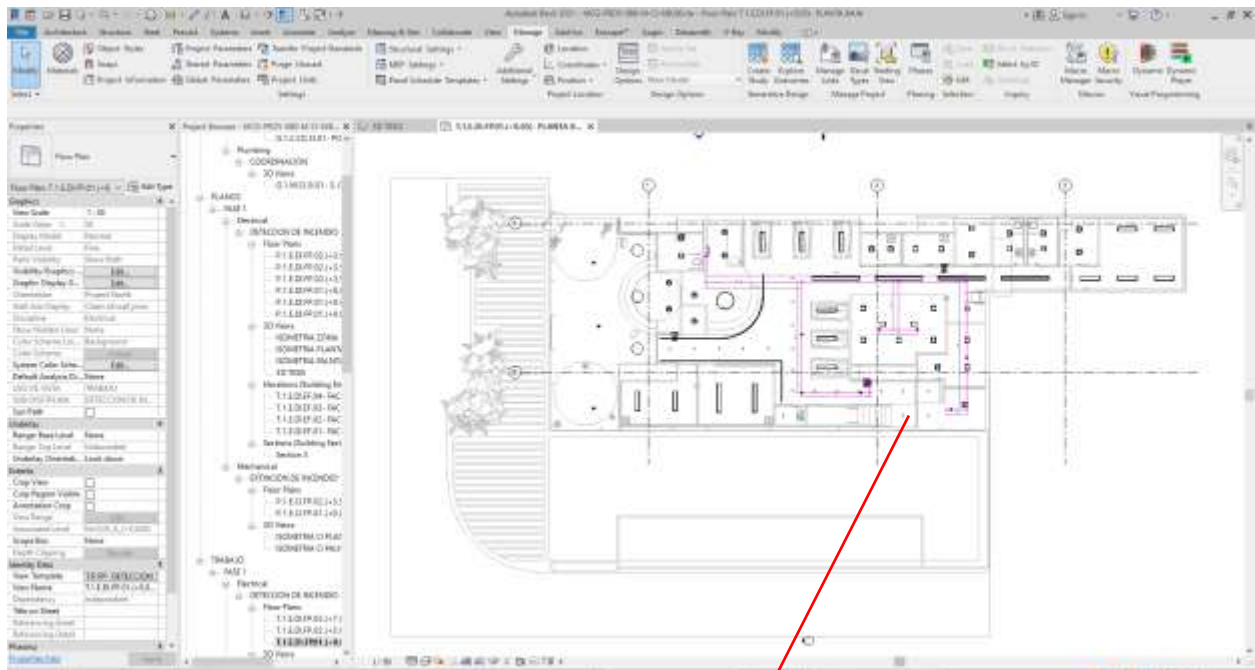


Figura 34. Vista de trabajo, zona 3.

Fuente: Peña (2024)

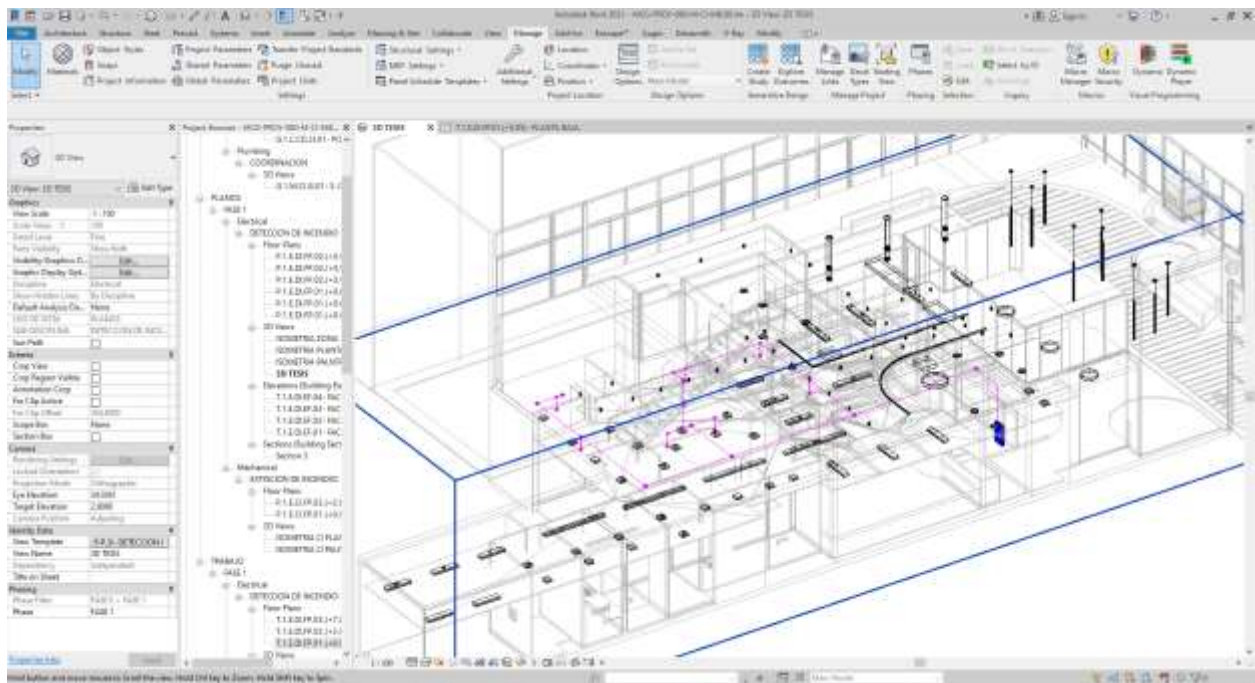


Figura 35. Vista de trabajo 3D, zona 3.

Fuente: Peña (2024)

Como se puede notar en las dos figuras anteriores (ver figura 34 y 35), se designó un color magenta a la Zona 3, para que quede plenamente identificada. En esta zona se cuenta con los siguientes dispositivos:

Cuadro 13. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 3

Zona	Detectores	Difusores de sonido/estrobo
Zona 3	3 detectores iónicos 4 detectores térmicos	1 difusor de sonido con Estrobo

Fuente: Peña (2024)

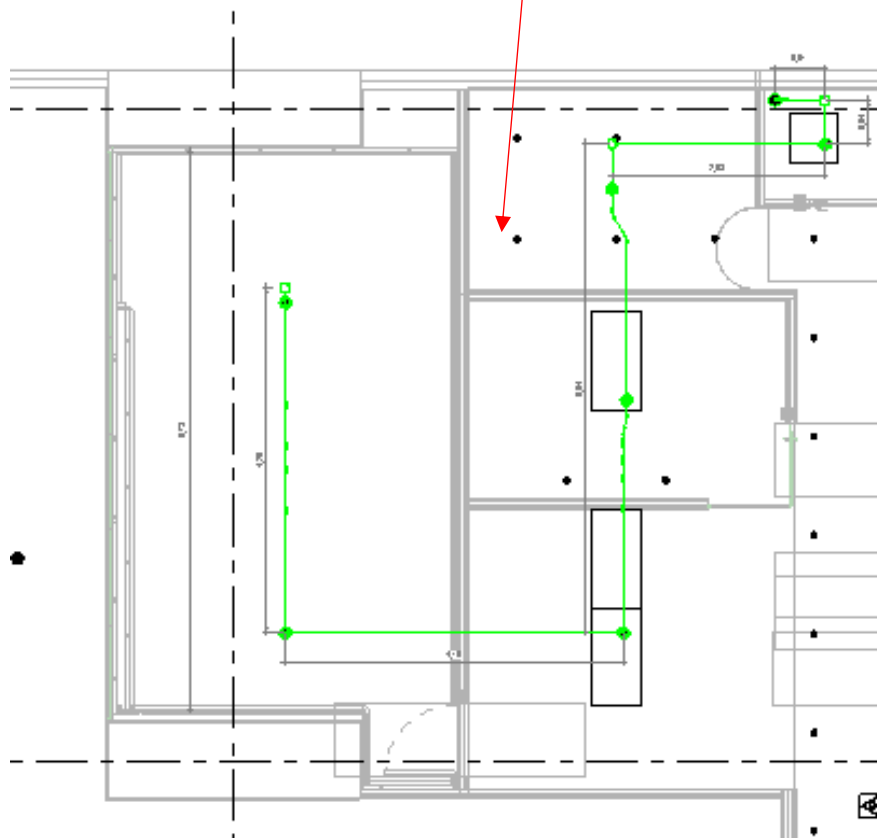
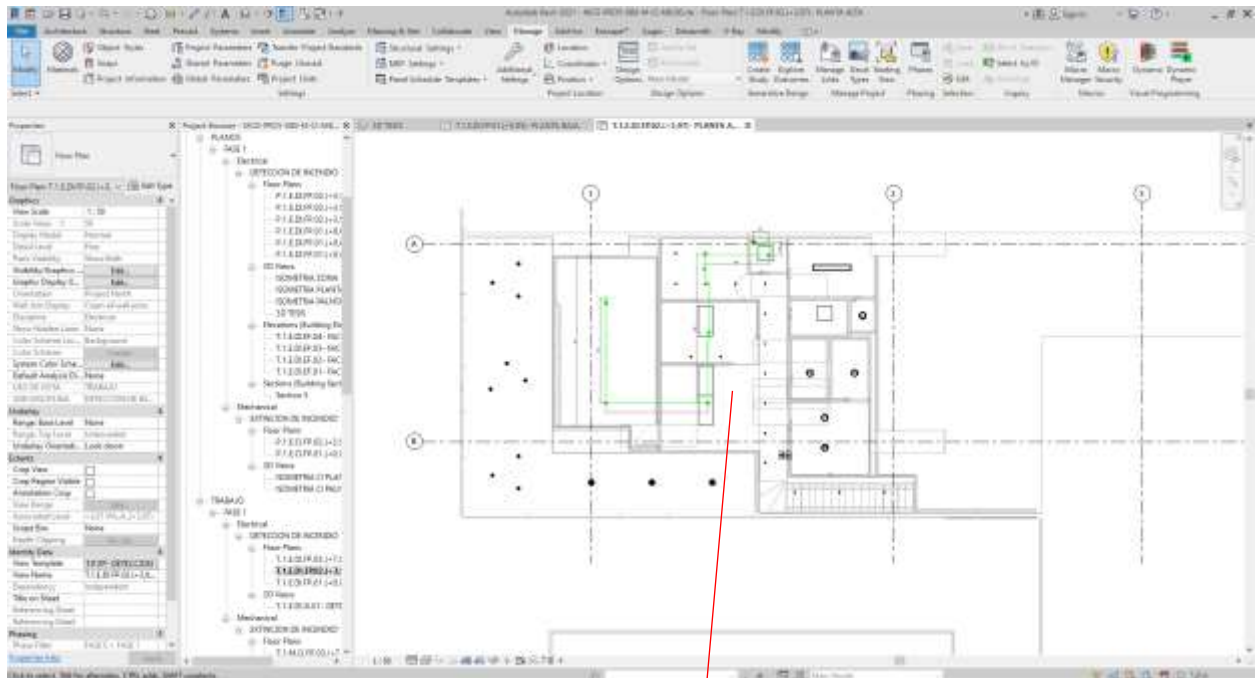


Figura 36. Vista de trabajo, zona 4.

Fuente: Peña (2024)

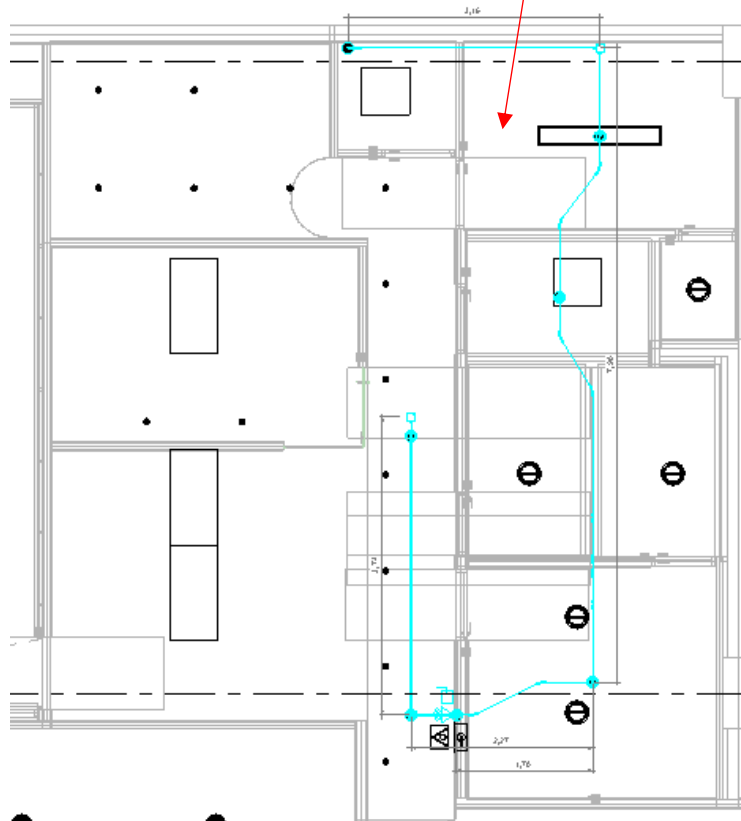
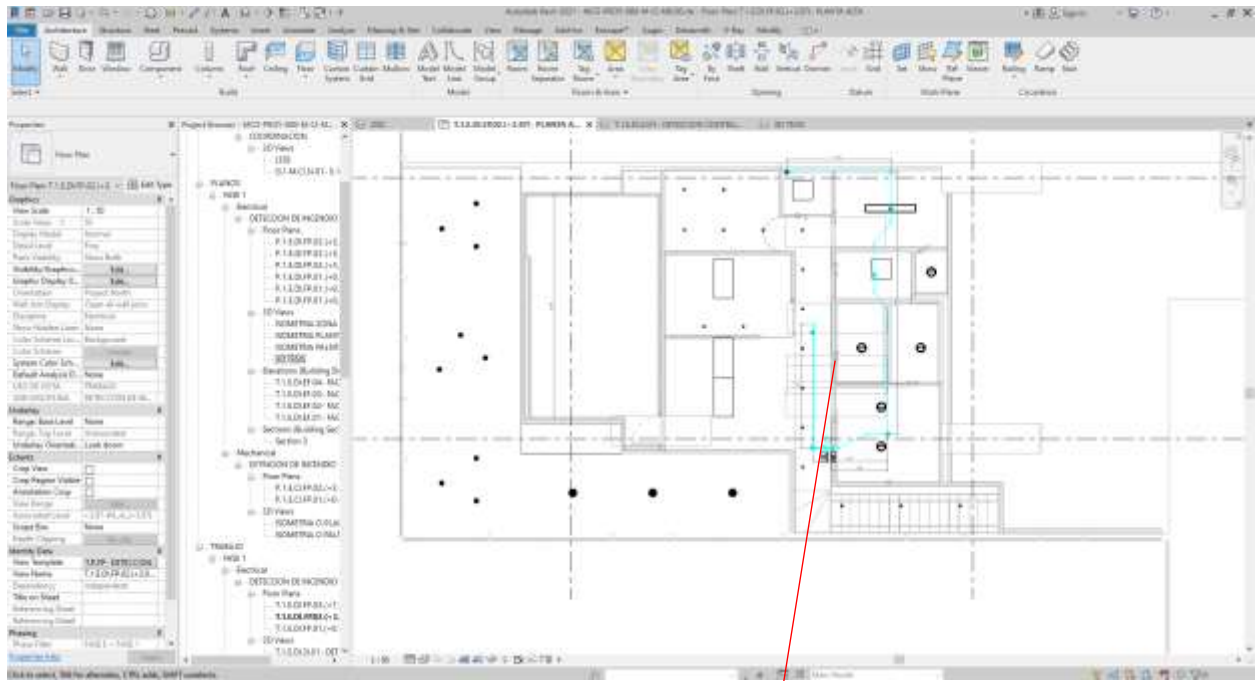


Figura 38. Vista de trabajo, zona 5.

Fuente: Peña (2024)

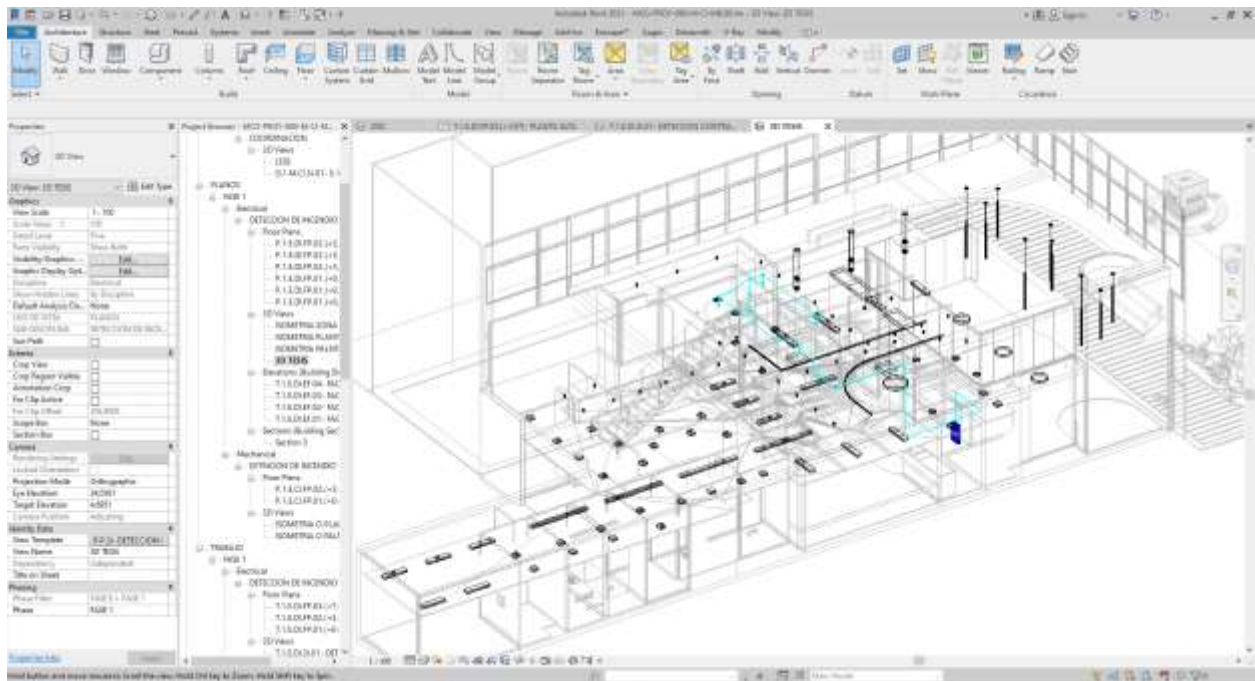


Figura 39. Vista de trabajo 3D, zona 5.

Fuente: Peña (2024)

Como se puede notar en las dos figuras anteriores (ver figura 38 y 39), se designó un color cian a la Zona 5, para que quede plenamente identificada. En esta zona se cuenta con los siguientes dispositivos:

Cuadro 15. Cantidad de Detectores y Difusores en zona 5

Zona	Detectores	Difusores de sonido/estrobo
Zona 5	2 detectores iónicos 3 detectores térmicos	1 difusor de sonido con Estrobo

Fuente: Peña (2024)

Una vez se tiene finalizado el modelado de las cinco zonas, se obtiene una visual general desde la vista 3D para observar como converge el conjunto de tuberías, detectores y difusores de sonido (ver figura 40 y 41).

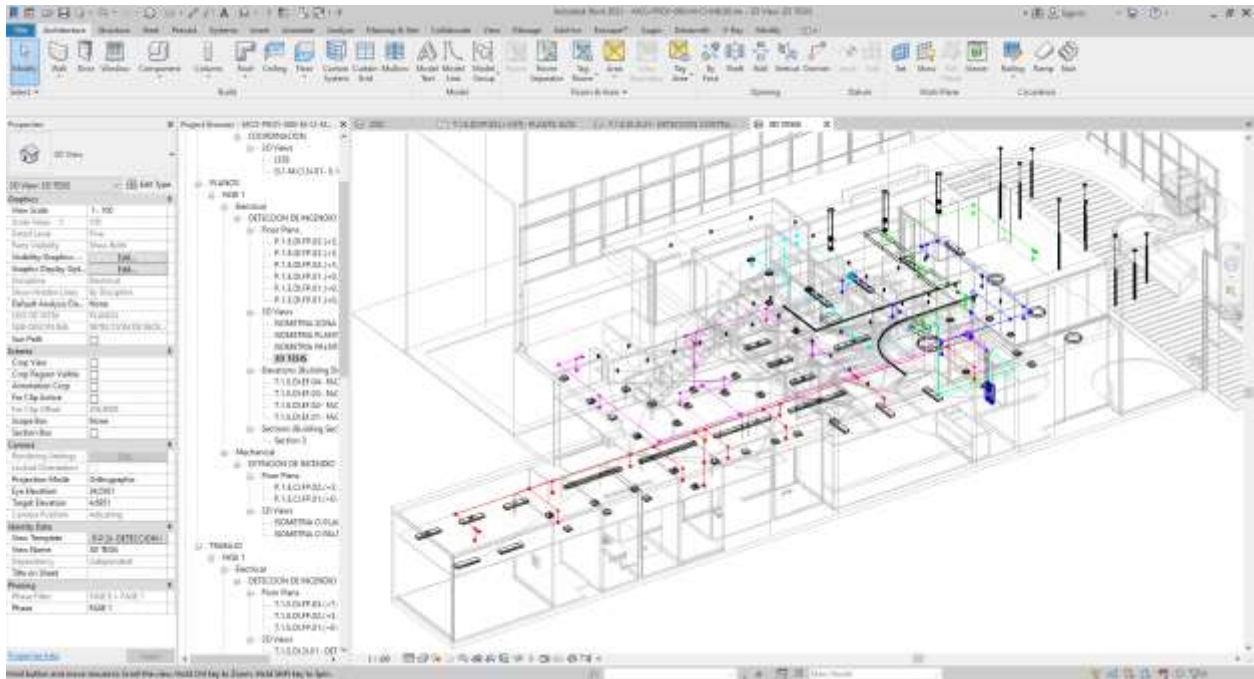


Figura 40. Vista de trabajo 3D 1.

Fuente: Peña (2024)

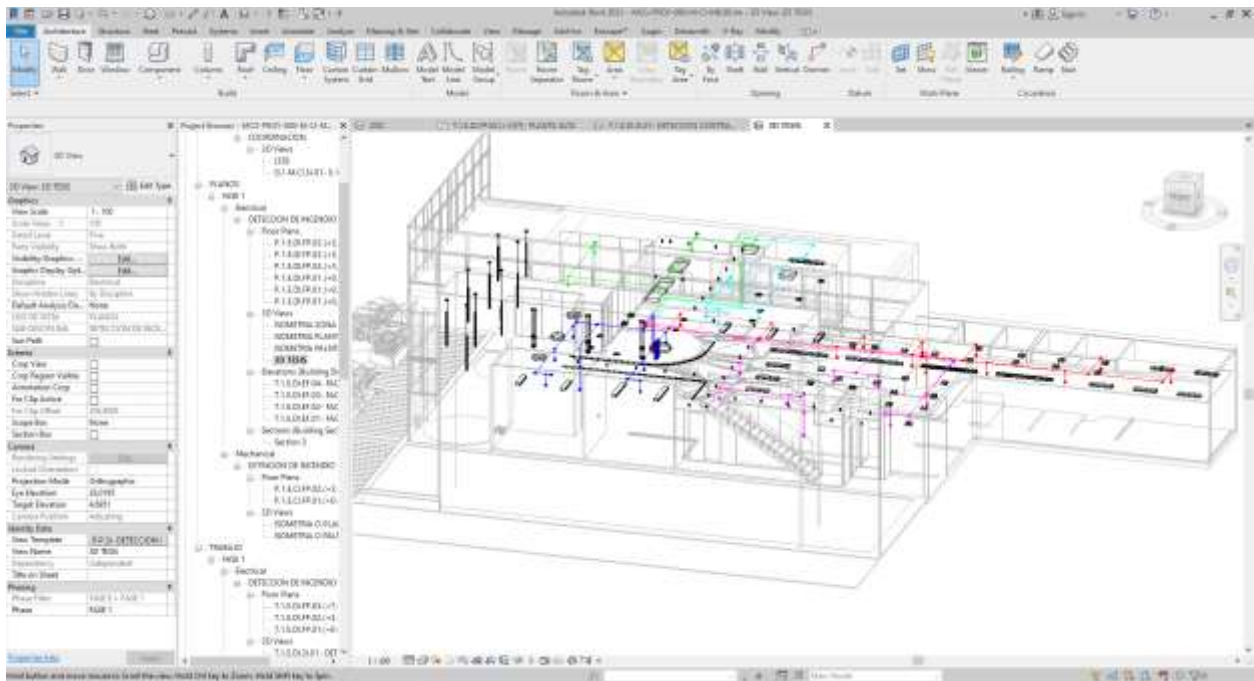


Figura 41. Vista de trabajo 3D 2.

Fuente: Peña (2024)

También se observa cómo se ven las zonas en una vista de trabajo de planta, tanto en la planta baja como en la planta alta (ver figura 41 y 42).

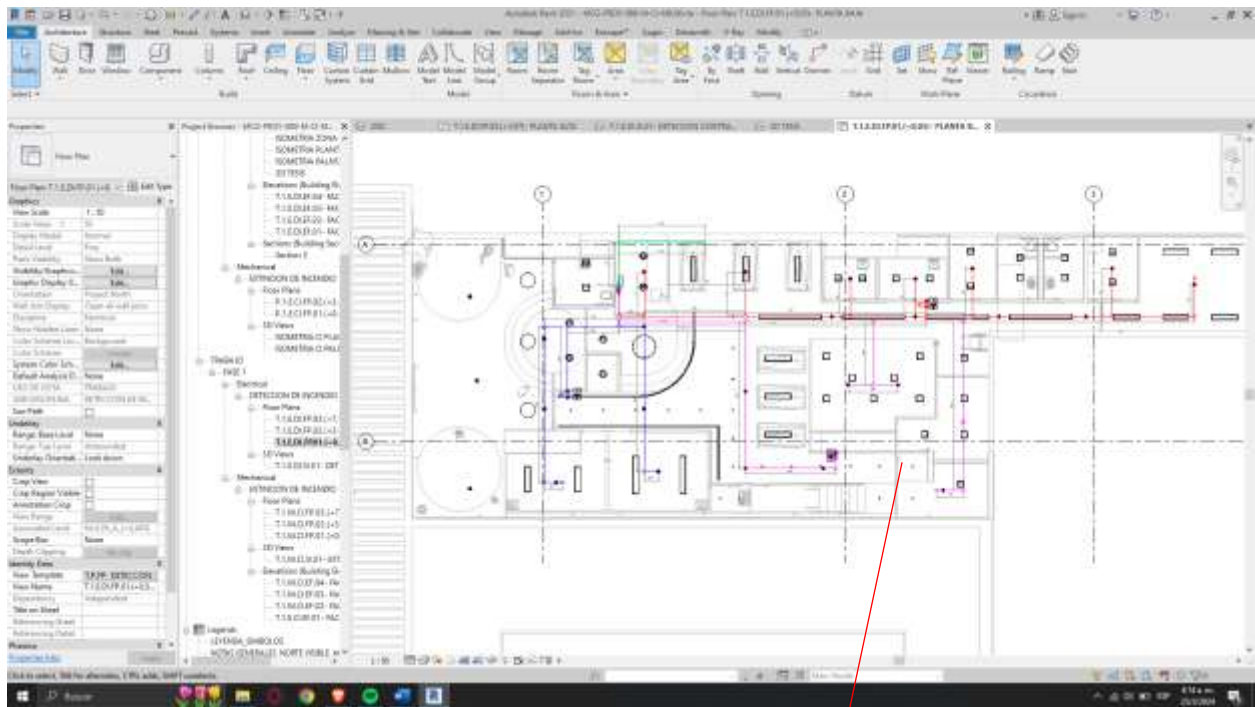


Figura 42. Vista de trabajo, planta baja.

Fuente: Peña (2024)



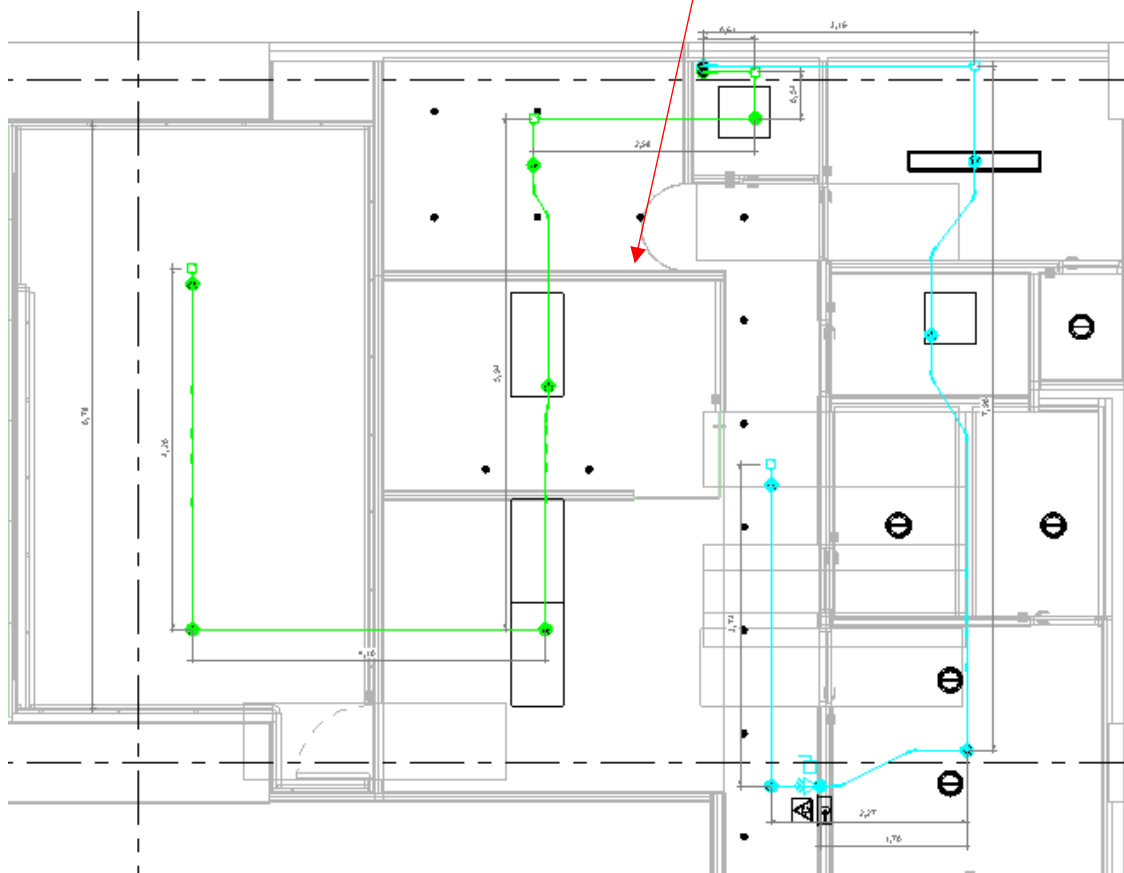
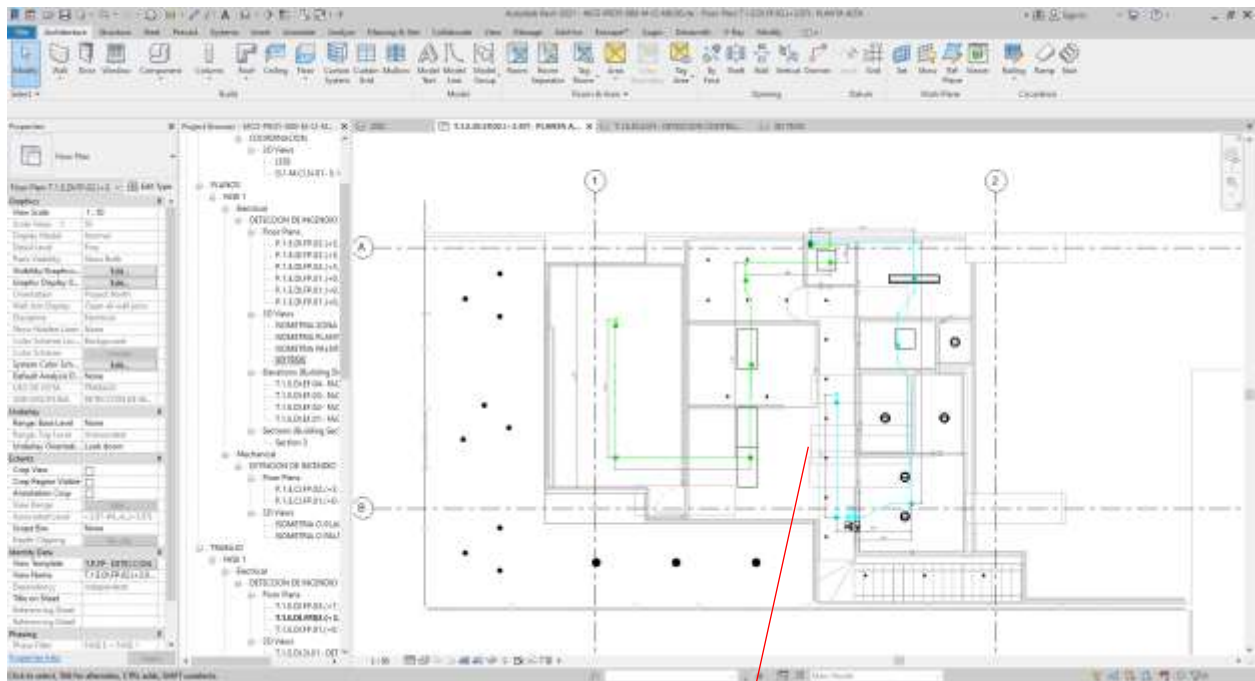


Figura 43. Vista de trabajo, planta alta.

Fuente: Peña (2024)

4.3.1.2 Análisis de interferencias

Teniendo el modelo 3D en este punto, donde ya se tiene el 100% del sistema de detección modelado, es momento de realizar un análisis de interferencias, esto para evitar que el modelo choque con los demás y cause problemas al momento de ejecutarse el proyecto. Esto se logra vinculando los demás modelos de las especiales de convergen en el proyecto, para esto es necesario que los demás proyectistas tengan sus modelos sus modelos ya sean definitivos o parcialmente terminados, ya que de esta manera se evita el retrabajo en caso de cambios significativos.

Para este proyecto de grado es importante conocer si se tiene interferencias principalmente con los modelos de Instalaciones Eléctricas e instalaciones Mecánicas (aire acondicionado), ya que ambas especialidades son voluminosas y ocupan un gran espacio. Para realizar este análisis de interferencias se tiene dos opciones, realizarlo de forma nativa desde el software REVIT, o realizarlo con una herramienta específica para esta tarea, el software Navisworks, que dentro de la metodología BIM forma parte importante del desarrollo de un proyecto ejecutado bajo esta metodología.

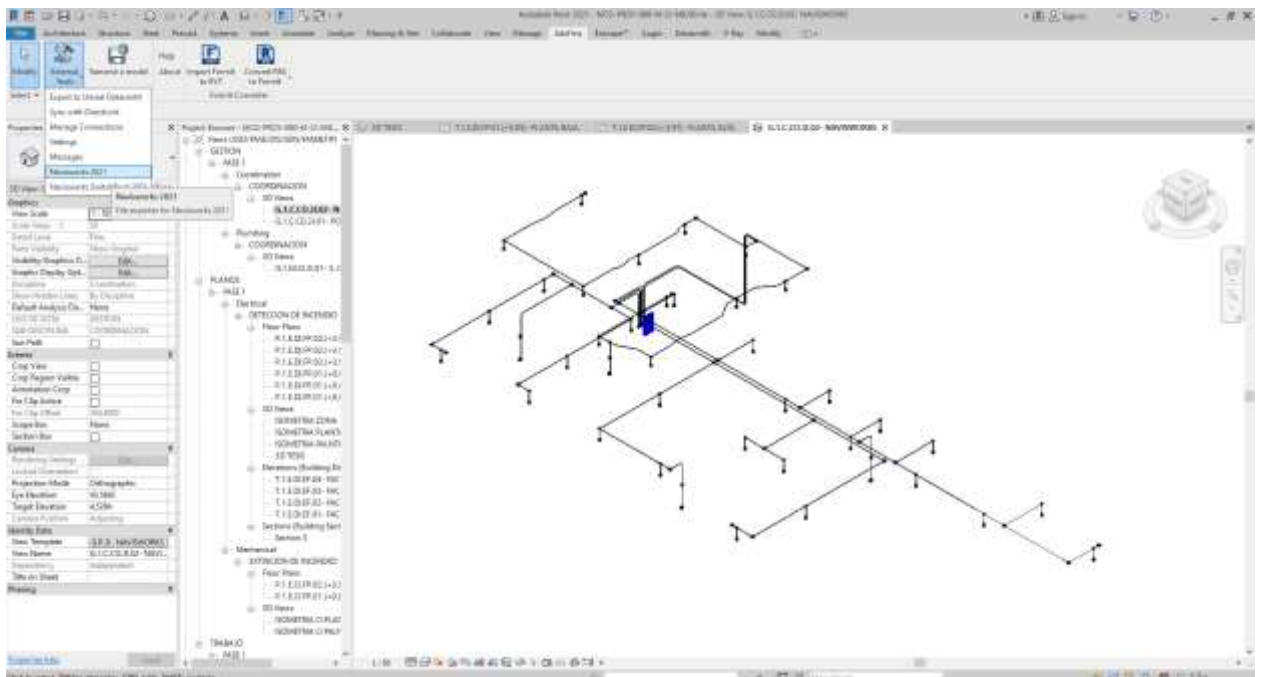


Figura 44. Exportar a Navisworks el modelo 3D desde REVIT.

Fuente: Peña (2024)

Desde una vista dedicada para exportar el modelo 3D, se selecciona la opción “Navisworks 2021” para que se exporte el archivo necesario, “MCG-PROY-080-M-CI-MB.nwc” con la particularidad de la extensión, llamada “. nwc”, (ver figura 45). Vista de trabajo de Navisworks.

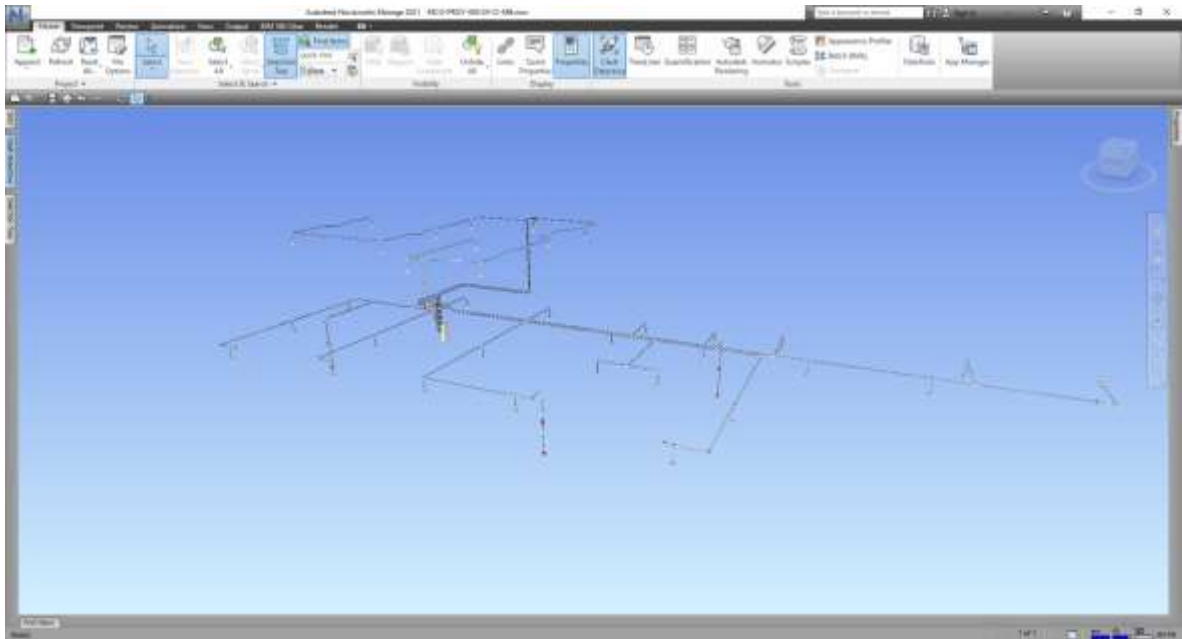


Figura 45. Vista de trabajo de Navisworks.

Fuente: Peña (2024)

Estando en Navisworks le indicaremos al programa nos despliegue la opción de “Clash Detective” para abrir el analizador de interferencias.

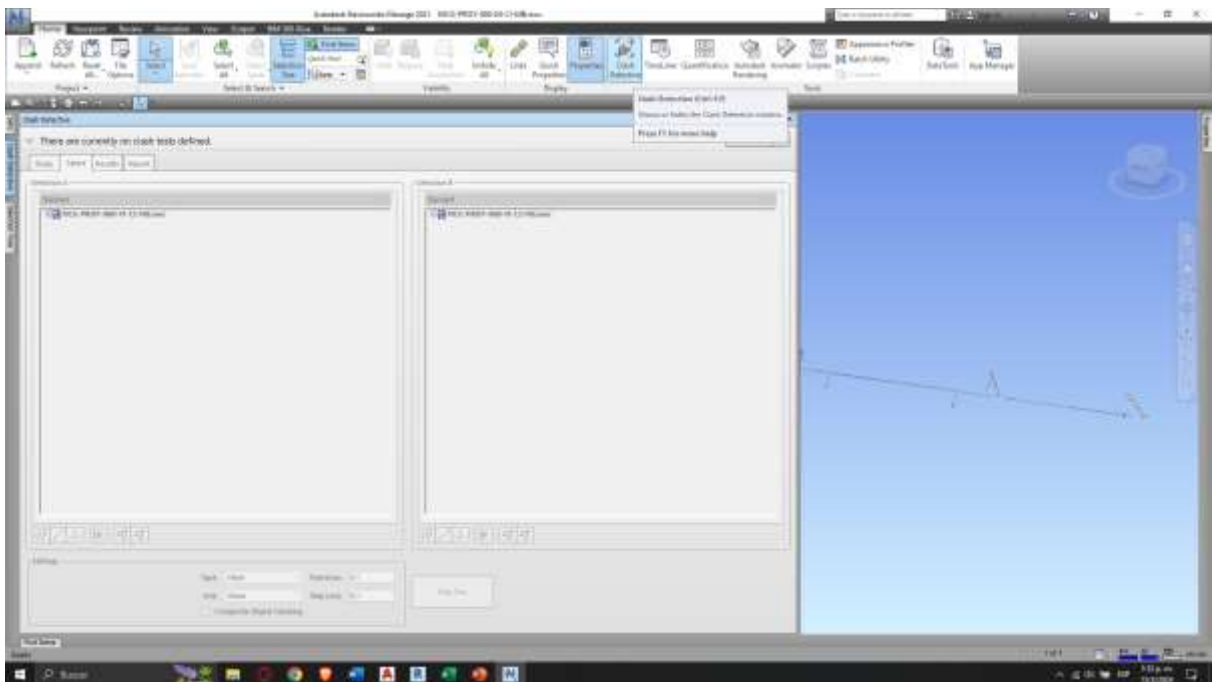


Figura 46. Vista de trabajo de Clash Detective.

Fuente: Peña (2024)

Estando aquí solamente es necesario hacer el mismo proceso con los modelos de las otras disciplinas, en nuestro caso no es posible hacer el análisis de interferencias ya que no contamos con los modelos de las demás disciplinas, pero en caso de tenerlos, el proceso continúa vinculando los modelos y activando el “Clash detective” para ver las posibles interferencias. Una vez identificadas, se corrigen y se termina el proceso.

4.3.1.3 Extracción de datos desde REVIT

Gracias a la metodología BIM, es posible extraer los cómputos del modelo de manera sencilla y cómoda, en principio y de forma nativa, esto no lo hace REVIT por sí solo, pero como usuario se tiene la capacidad de lograr que esta información pueda ser manejable. En este caso y por ser un trabajo para Servicios Hospitalarios MCG C.A. Se cuenta con la parametrización de la plantilla necesaria para extraer sin problemas los computas necesarios, exceptuando los cómputos del cable, ya que para esto REVIT aun no cuenta con una herramienta para hacerlo, por ahora.

4.3.2 Cómputos métricos del sistema de detección de incendios

Como se deja claro en el anterior párrafo, gracias a la previa parametrización de la plantilla en la que se trabajando el modelo 3D, se puede extraer una gran parte de datos de la misma.

Los siguientes datos son extraídos netamente desde el software REVIT:

Cuadro 16. Cómputos métricos de Tubería EMT de diámetro ½”

Descripción	Unidad	Longitud
TUBERIA EMT DE DIÁMETRO ½” DE TIPO RÍGIDA	Metros	145,97
TUBERIA FLEXIBLE CORRUGADA DE HIERRO DE DIÁMETRO ½”	Metros	14.39

Fuente: Peña (2024)

Cuadro 17. Cómputo de Dispositivos de alarma

Cómputos de dispositivos de alarma	
Descripción	Cantidad
Detector iónico para instalación con dos hilos	20
Detector de calor para instalación de dos hilos	15
Difusor de sonido de 10w o OHMS para sobreponer color rojo con luz estroboscópica	4
Estación manual de doble acción con plug pequeña	4

Fuente: Peña (2024)

Cuadro 18. Cómputo de Tablero de incendios

Cómputo de tablero	
Descripción	Cantidad
CENTRAL DE INCENDIOS PARA 8 ZONAS	1

Fuente: Peña (2024)

Ahora bien, esos son los cómputos que puedes extraer de REVIT de esta forma, existe otra forma para extraer cómputos directo desde REVIT un poco más “manual”. Y lo explico extrayendo los cajetines que también forman parte de los cómputos.

La forma consiste en seleccionar el objeto que queremos computar, en este caso, serán los cajetines 4x4 ponchado para ½” con tapa, luego seleccionamos la opción “Select all Instances” y a la opción “In Entire Project”, con esto nos está computando todos los objetos seleccionados que se encuentran en el proyecto. Esto tiene sus pros y sus contras, ya que puede tomar algunos objetos que no estén en la vista y hayamos colocado por error, y la gran ventaja que viene es que no se necesita parametrizar nada si se quiere extraer datos de esta manera.

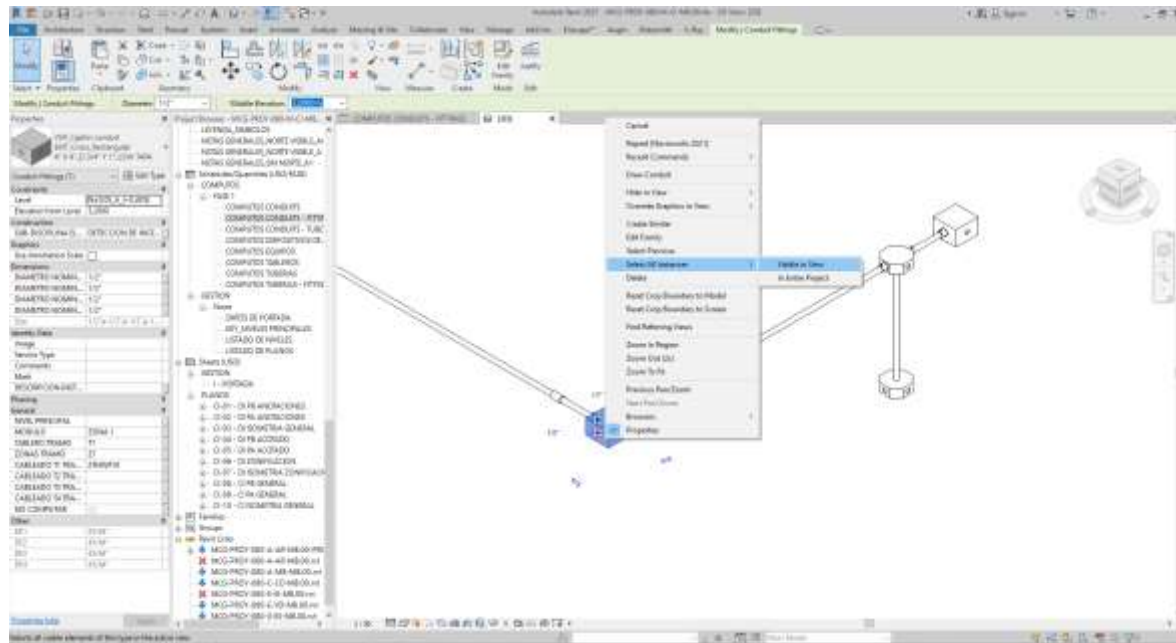


Figura 47. Selección para computar de manera informal.

Fuente: Peña (2024)

Y se presentara de la siguiente manera (ver figura 48):

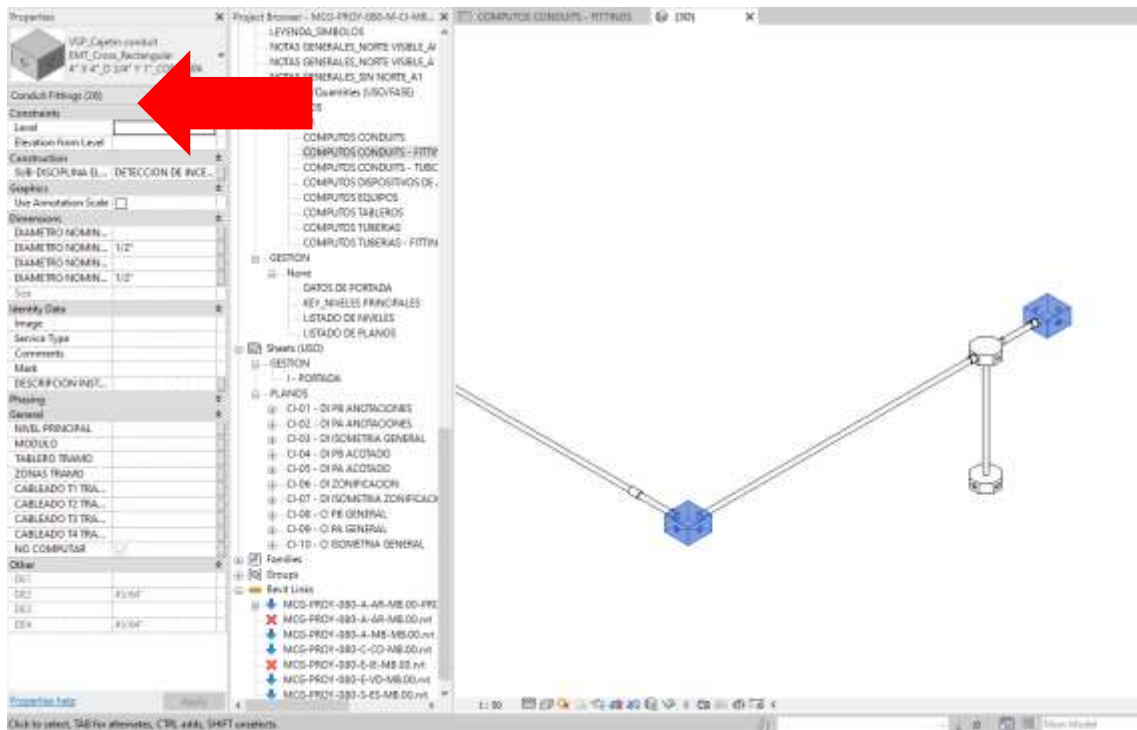


Figura 48. Selección para computar de manera informal 2.

Fuente: Peña (2024)

De esta manera se obtiene los datos de cajetines y conectores:

Tabla 8. Cómputos métricos de cajetines y conectores.

Objeto	Cantidad
Cajetín 4x4 ponchado para ½” con tapa	26
Cajetín octogonal ponchado para ½” con tapa	71
Conector de ½”	143

Fuente: Peña

Cómputo de cables

Como adelante en anteriores párrafos, el cómputo de cables aún no se puede automatizar desde REVIT, por lo cual se tiene que sacar “a mano” con la herramienta de Excel, este método lo idee personalmente por la necesidad de obtener dichos, es bastante simple y a continuación lo presento:

El primer paso es sumar todos los tramos de tubería, desde la Central de incendios, hasta el detector donde se encuentre la Resistencia Final de Línea, como sabemos el sistema es de tipo lazo, es decir, que si una línea sale para una zona, esa misma línea se regresa, diferenciada por el

cable rojo y negro, como se deja claro en el punto de “**Canalizaciones y Cableado**”, de esta manera tendremos que la cantidad de cable es la suma de todos los tramos de dicha zona, multiplicada por dos, o dicho de otra manera, la cantidad resultante de la suma de los tramos es la cantidad de cable rojo y a su vez la cantidad de cable negro. Esto se verá de manera más grafica en la tabla 11.

Tabla 9. Sumatoria de tramos para cálculo de cable

ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		ZONA 5	
CABLE 18	CABLE 16	CABLE 18	CABLE 16	CABLE 18	CABLE 16	CABLE 18	CABLE 16	CABLE 18	CABLE 16
1,34	12,4	1,65	0,32	13,87	0,32	4,2	0	3,74	1,7
0,16	0,93	1,48	2,06	5,91	2,06	4,1	0	3	2,1
0,16	0,16	4,02	2,06	3,64	0,63	6	0	8	8
0,93	1,34	6,28	1,48	2	3,64	2,58	0	3,16	3,16
0,79	2,06	0,72	1,65	2,55	5,91	0,54	0	3,22	1
3,42	0,32	5,84	7,57	6,79	5,1	0,61	0	3,48	3,22
4	0,62	0,57		1,1	1,8	3,12	0	1,7	3,48
3,42	17,83				1,36	3,48	0		1,78
18,05	35,66				20,82				24,44
1,52									
3,05									
3,05									
3,88									
3,88									
2,6									
TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
50,25	35,66	20,56	15,14	35,86	41,64	24,63	0	26,3	48,88

Fuente: Peña (2024)

Tabla 10. Recopilatorio de cables.

ZONAS	COLOR	CABLE 18	CABLE 16
ZONA 1	NEGRO	50,25	35,66
	ROJO	50,25	35,66
ZONA 2	NEGRO	20,56	15,14
	ROJO	20,56	15,14
ZONA 3	NEGRO	35,86	41,64
	ROJO	35,86	41,64
ZONA 4	NEGRO	24,63	0
	ROJO	24,63	0
ZONA 5	NEGRO	26,3	48,88
	ROJO	26,3	48,88

Fuente: Peña (2024)

Tabla 11. Cómputos de cable

TOTAL DE CABLE EN METROS LINEALES		
TOTAL CABLE THW 18 NEGRO	189,12	190
TOTAL CABLE THW 18 ROJO	189,12	190
TOTAL CABLE THW 16 NEGRO	169,584	170
TOTAL DE CABLE THW 16 ROJO	169,584	170

Fuente: Peña (2024)

Luego de realizar toda esa suma, resulta en esta última tabla mucho más cómoda a la vista.

Tabla 12. Cómputos de cable, Factor de seguridad de un 20%

TOTAL DE CABLE EN METROS LINEALES		
TOTAL CABLE THW 18 NEGRO	$=(D3+D5+D7+D9+D11)*1,2$	190
TOTAL CABLE THW 18 ROJO	189,12	190
TOTAL CABLE THW 16 NEGRO	169,584	170
TOTAL DE CABLE THW 16 ROJO	169,584	170

Fuente: Peña (2024)

Es muy importante saber que hay que agregarle un factor de seguridad al cálculo, en este caso de un 20% al ser cable, no solo para evitar errores, sino también porque es un requisito si lo hacemos bajo la metodología BIM.

Se redondea con cero decimales para tener una tabla más estética.

Por último, se hace un recopilatorio donde se muestre todo de manera ordenada y agradable:

Tabla 13. Cómputos métricos del sistema de detección de incendios

CI-01	<i>Equipos y Elementos</i>		
CI-01.1	Central de incendios para 8 zonas (z8) Sovica	pza	1,00
CI-01.2	Extintor de CO2 10 Libras	pza	3,00
CI-01.3	Gabinete para extintor de 10 Libras tipo C-3E	pza	4,00
CI-01.4	Detector Térmico. Modelo 601-S	pza	15,00
CI-01.5	Detector de Humo iónico. Modelo 1800-S.	pza	20,00
CI-01.6	Estación Manual. Modelo Em-4.	pza	4,00
CI-01.7	Difusor de sonido con luz estroboscópica. Modelo Siren 8-T.	pza	4,00
CI-02	<i>Canalizaciones Conduit</i>		
CI-02.1	Tubería metálica galvanizada liviana EMT de 1/2"	m	174,00
CI-02.2	Tubería flexible corrugada de hierro de 1/2"	m	17,00
CI-02.3	Conexión terminal para tubería metálica galvanizada liviana EMT de 1/2"	pza	165,00
CI-02.4	Unión para conduit EMT de 1/2"	pza	10,00
CI-02.5	Cajetín octogonal 4"x4" conduit EMT salidas de 1/2", con tapa	pza	75,00
CI-02.6	Cajetín rectangular 4"x4" conduit EMT salidas de 1/2", con tapa	pza	36,00
CI-02.7	Cajetín rectangular 4"x2" conduit EMT salidas de 1/2", con tapa	pza	12,00
CI-02.8	Cable #18 THW AWG PVC 105°c 600v. Color Negro	m	190,00
CI-02.9	Cable #18 THW AWG PVC 105°c 600v. Color Rojo	m	190,00
CI-02.10	Cable #16 THW AWG PVC 105°c 600v. Color Negro	m	170,00
CI-02.11	Cable #16 THW AWG PVC 105°c 600v. Color Rojo	m	170,00

Fuente: Peña (2024)

4.3.3 Sistema de extensión de incendios

El principal propósito del sistema de extinción de incendio es el permitir a las brigadas contra incendio el tener una herramienta eficaz para contener o extinguir un incendio puntual en la edificación, de esta manera se minimiza el daño físico que pueda sufrir los ocupantes y la edificación.

La obra contará con un Sistema fijo de extinción con agua con medio de impulsión propio. Esta red de tuberías será nueva e independiente, también contará con una bomba seleccionada específicamente para este proyecto.

Adicionalmente tendrá a disposición un grupo de extintores, que representan la primera línea de defensa del operador ante situaciones que involucren fuegos en etapa incipiente (conato). En total serán cuatro (4) extintores con su debida identificación.

Este sistema es el encargado de combatir incendios, clasificados según su función, agente extintor y forma de operación. Está integrado por los siguientes elementos:

- Sub-Sistema de gabinetes.
- Sub-Sistema de almacenamiento.
- Sub-Sistema de distribución.
- Sub-Sistema de bombeo.
- Sub-Sistema de extintores

4.3.3.1 Sub-Sistema de gabinetes

El gabinete destinado a alojar y proteger equipo para el combate de incendios consta de un armario, un soporte para la manguera, una válvula de ángulo de cierre manual, una manguera especial para el combate de incendio equipada con sus conexiones y un pitón; este será para empotrar. Medidas: 78 x 77,5 x 16 cm, debe ser metálico, de color rojo, dotado de porta manguera y puerta con vidrio fácil de romperse.

Según la Normativa COVENIN 1331:2001 los gabinetes de mangueras se deben colocar bajo las siguientes premisas:

Clase I: Para oficinas Privadas con área menor a 750 m² y Áreas industriales de riesgo leve y/o moderado de área inferior a 500 m².

Clase II: para todos aquellos espacios donde no apliquen gabinetes clase I.

En este sistema se utilizarán gabinetes Clase I.

Se selecciona manguera de 15 metros, que cumple con cubrir el espacio necesario tanto en planta baja como en planta alta en caso de conato de incendios. (Ver figura 49 y figura 50).

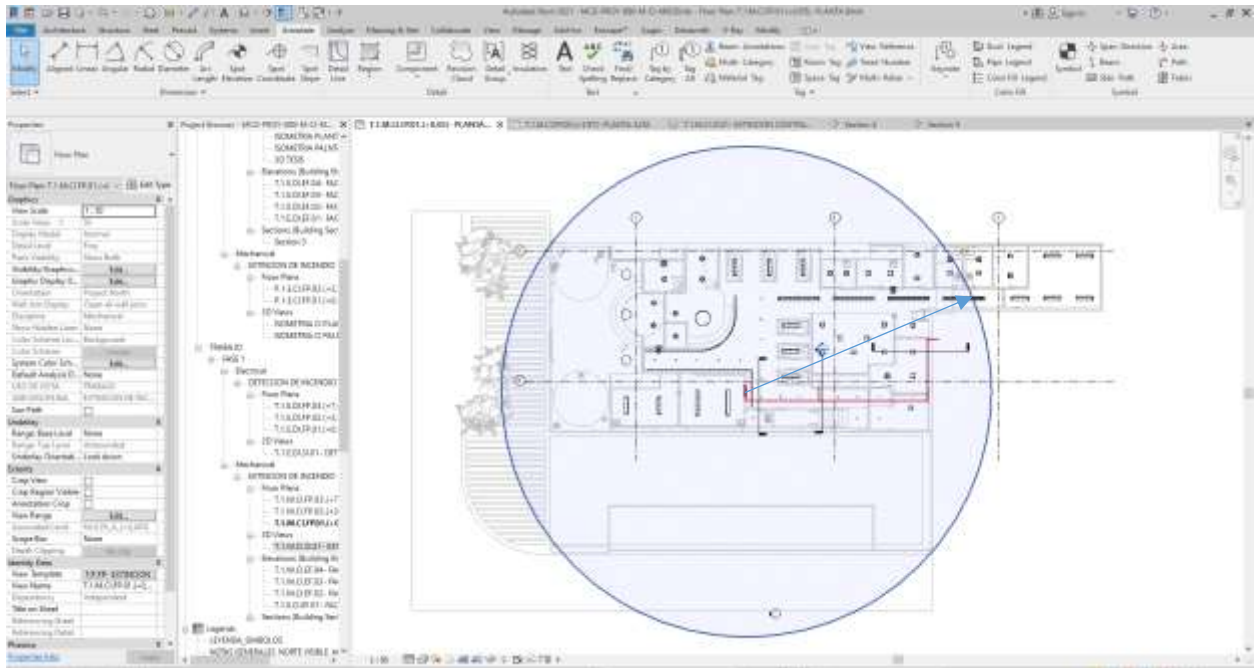


Figura 49. Rango de 15 metros para manguera en planta baja.

Fuente: Peña (2024)

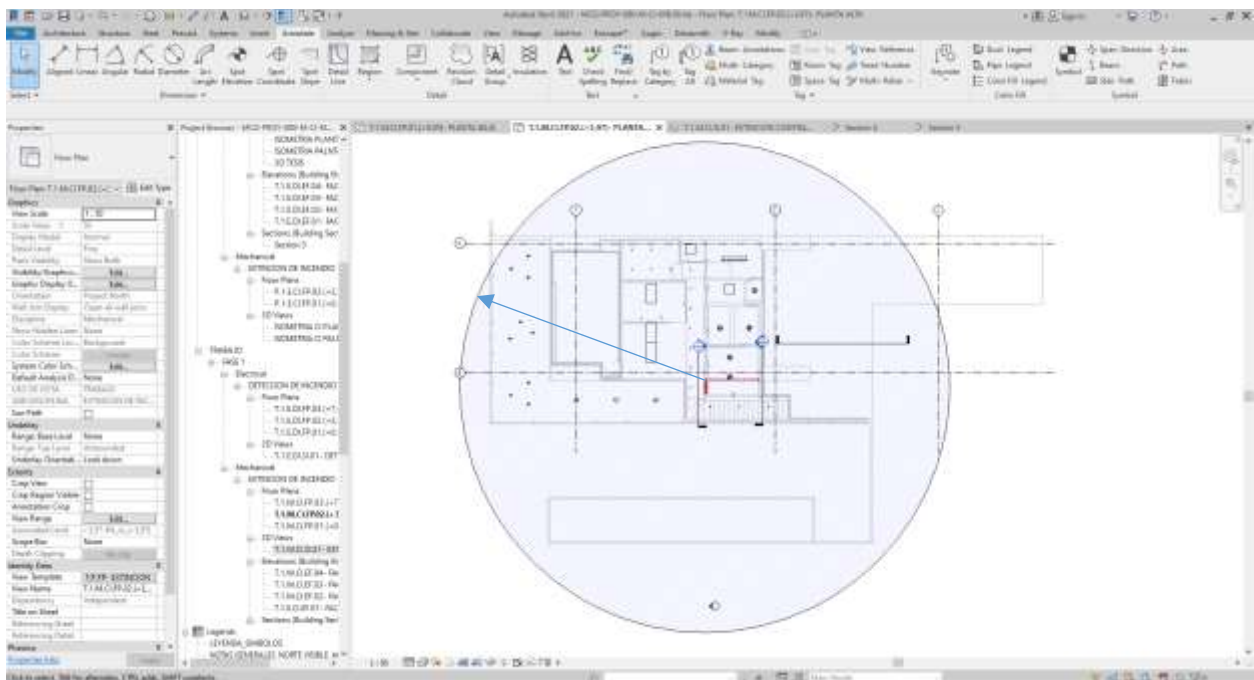


Figura 50. Rango de 15 metros para manguera en planta alta.

Fuente: Peña (2024)

Cuadro 14. Selección de mangueras.

Cantidad	Accesorios
2	Manguera de 15 metros con sus acoples de bronce de 1 ½" 65 PSI

Fuente: Peña (2024)

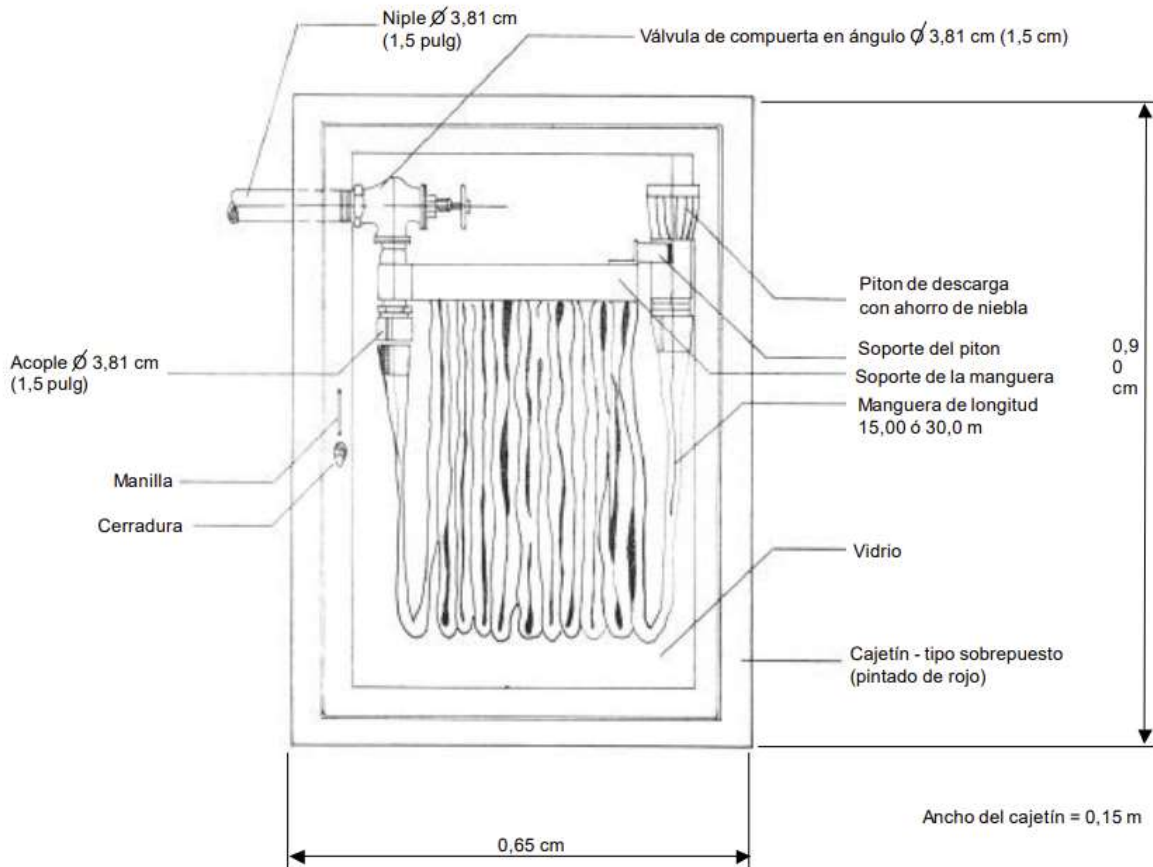


Figura 51. Gabinete clase I para sistema de extinción fija.

Fuente: COVENIN 1331 (2001)

Conexión Siamesa

Según la Normativa COVENIN 1331:2001 las conexiones siamesas se deberán colocar con al menos 100 metros de separación y en alguna de las 4 esquinas del recinto, para este caso se colocará una en la fachada Oeste.

4.3.3.2 Sub-Sistema de almacenamiento

La capacidad de almacenamiento es estimada según la condición más desfavorable en el centro de urgencias, esta condición se dará al utilizar los gabinetes de mangueras de un área. Para este sistema las se considera de suma importancia planta alta y planta baja.

Se tiene que, cada consumo de manguera es de 100 GPM, mas 500 GPM sugeridos por norma, esto se multiplica por el tiempo de acción requerido que en este caso es de 30 minutos de acción.

$$700GPM * 30min = 21000 \text{ Galones}$$

Lo que da como resultado 21.000 Galones o 95.000 L.

4.3.3.3 Sub-Sistema de distribución

Este será el encargado de la conducción del fluido a los diversos sectores del recinto de urgencias, está conformado por tuberías, conexiones, válvulas y accesorios, siendo consumidores del sistema los siguientes:

Cuadro 15. Consumidores de agua.

CONSUMIDORES DE AGUA			
CONSUMIDOR	DESIGNACIÓN	CAUDAL [GPM]	UBICACIÓN
Gabinetes	Clase I	100	Distribuidos en ambos niveles

Fuente: Peña (2024)

Donde, la demanda total del sistema es de 100GPM, ya que solo se cuenta con el consumo de los gabinetes clase I.

Para el caso de los gabinetes siendo estos Clase I su demanda se cumplirá por tuberías de 1 ½ pulgadas.

Luego en los tramos donde es desconocido el diámetro de las tuberías y en base a las velocidades permisibles de fluidos establecidas para el agua en tuberías, se tiene un rango de 1,2 m/seg como velocidad mínima para evitar la sedimentación de posibles partículas sólidas contenidas en el fluido y una velocidad máxima de 2,7 m/seg para evitar incrustaciones en la tubería por efecto de las mismas partículas, lo que produciría la disminución de la vida útil de las tuberías a instalar. Considerando los diámetros suministrados y haciendo uso de la siguiente ecuación se puede determinar el caudal máximo de agua que puede circular a través de las conexiones de los equipos y los tramos terminales (tuberías adyacentes):

$$Q = A * V$$

Ecuación 1. Ecuación de continuidad para fluidos incompresibles.

Donde,

Q= Caudal

A= Área

V=Velocidad

Se despeja “A” para obtener la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi^2}{4} d^2 \dots \text{Área de la sección de la tubería (d ... Diámetro interno de la tubería)}$$

Cuadro 16: Velocidades de flujo permisibles en tuberías

VELOCIDADES DE FLUJO PERMISIBLES EN TUBERÍAS				
TUBERÍA	RANGO DE VELOCIDADES PERMISIBLES			
	[m/seg]		[ft/seg]	
	Mín	Máx	Mín	Máx
D ≤ 2 plg	1,2	2,7	4,0	9,0
2 plg < D ≤ 10 plg	1,5	3,7	5,0	12,0
10 plg < D ≤ 20 plg	2,4	4,3	8,0	14,0

Fuente: NFPA 14 (2018)

En este punto, se definió el sistema de distribución en el software Revit, se comprobó que la ruta definida no tuviera interferencia con la estructura ni con el sistema de detención para su correcta instalación.

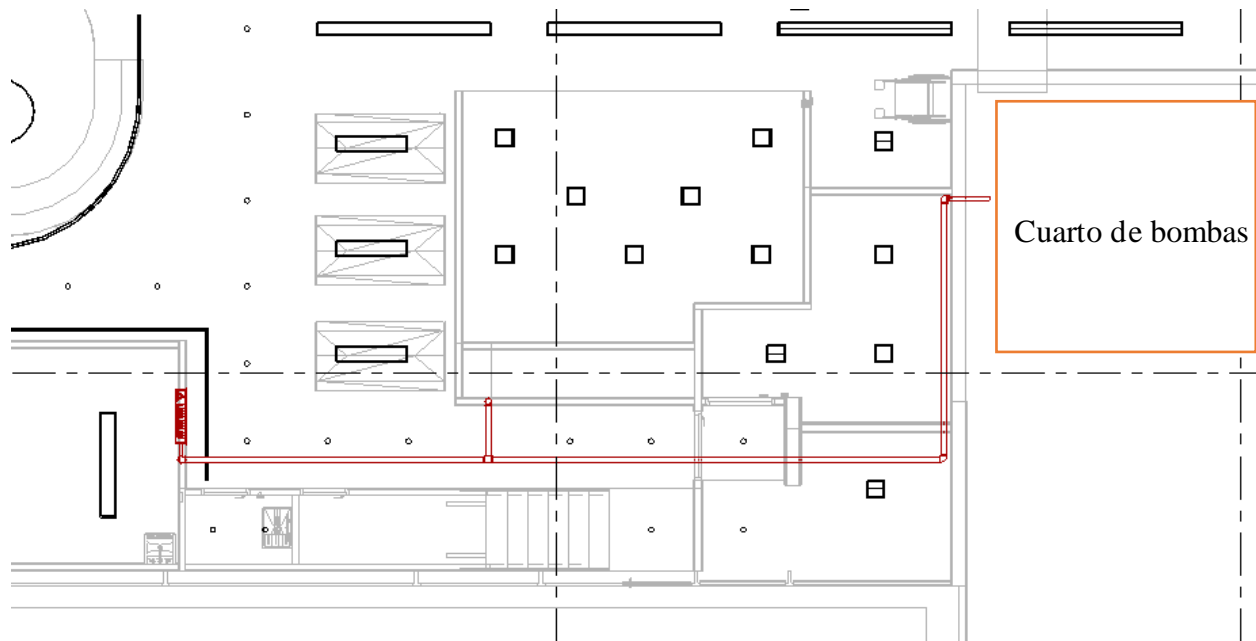


Figura 52. Distribución de tubería. Vista de planta, planta baja.

Fuente: Peña (2024)

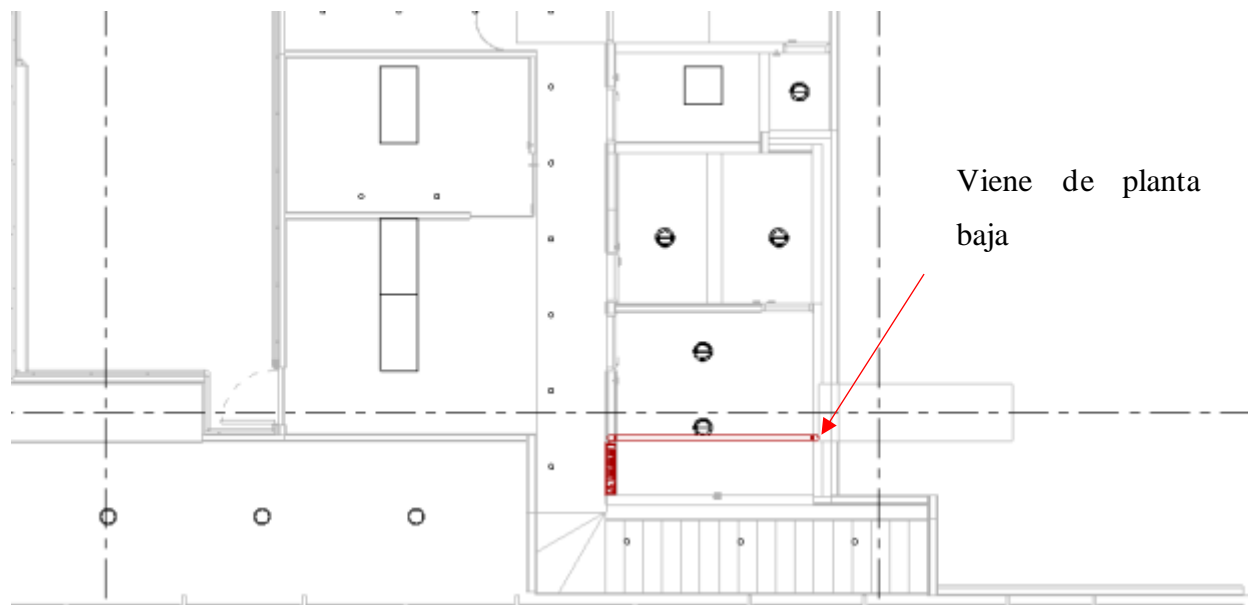


Figura 53. Distribución de tubería. Vista de planta, planta alta.

Fuente: Peña (2024)

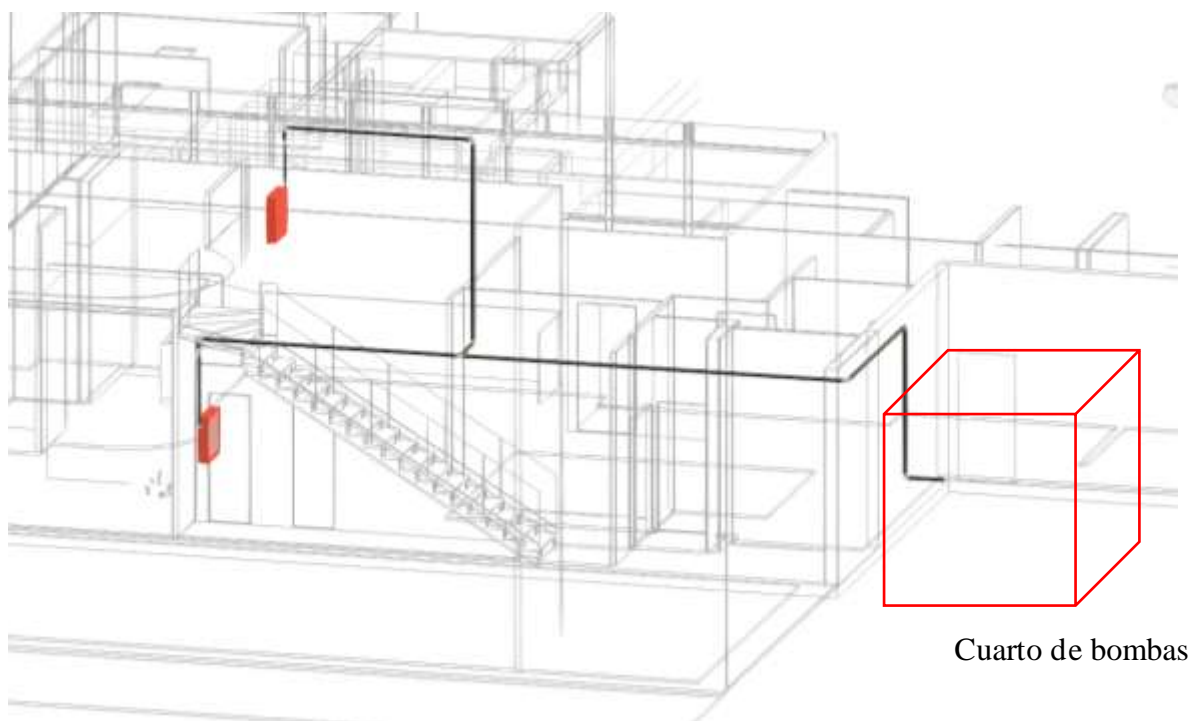


Figura 54. Distribución de tubería. Vista 3D.

Fuente: Peña (2024)

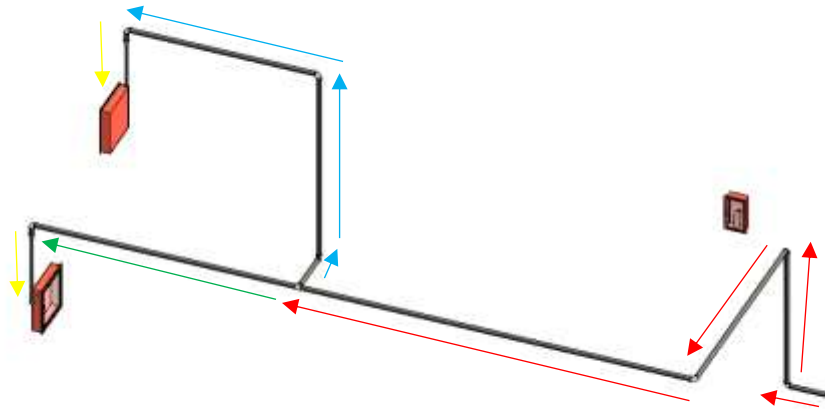


Figura 55. Tramos del sistema.

Fuente: Peña (2024)

Donde,

Flechas rojas: Tramo 1.

Flechas azules: Tramo 2.

Flecha verde: Tramo 3.

Flechas amarillas: Tramos de conexión a gabinetes clase I. (por norma COVENIN 1331 el diámetro de la tubería es 1 1/2").

Cuadro 17: Determinación del diámetro de los tramos principales de la red.

DETERMINACIÓN DEL DIAMETRO DE RAMALES PRINCIPALES DE LA RED						
TRAMOS	DEMANDA POSIBLE	DIAMETRO SEGÚN V y Q			SELECCIÓN TUBERIA COMERCIAL	
		VELOCIDAD DE DISEÑO [m/seg]			Ø INTERNO	Ø NOMINAL
		1,5	2,6	3,7	ACERO ASTM A53 SCH 40	
	Q [GPM]	Ø _{int} [plg]	Ø _{int} [plg]	Ø _{int} [plg]	Ø _{int} [plg]	Ø [plg]
T1	100	2,88	2,19	1,83	2,469	2 1/2"
T2	100	2,88	2,19	1,83	2,469	2 1/2"
T3	100	2,88	2,19	1,83	2,469	2 1/2"

Fuente: Peña (2024)

La ecuación utilizada para determinar el diámetro en el cuadro 24 es la siguiente:

$$\sqrt{\frac{4 * GPM * 0,0000631}{(\pi * V_{DISEÑO}) * 39,3701}}$$

Ecuación 2. Ecuación para determinar el diámetro interno requerido.

Donde,

4= Constante

GPM= Los GPM requeridos por el sistema

0,0000631= La conversión de GPM a m3/seg (ya que la velocidad de diseño esta expresada en m3/seg)

Π= Constante

$V_{diseño}$ = Velocidad de diseño seleccionada

39,3701= La conversión de metros a pulgadas

Lo siguiente realizado fue el cálculo de pérdidas por fricción en tuberías y accesorios en la red, como se puede observar en el cuadro 25.

Cuadro 18. Pérdidas por fricción en tuberías y accesorios

PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS Y ACCESORIOS- RED INTERNA (DESDE EL CUARTO DE BOMBAS HASTA EL PTO MAS DESFAVORABLE)																				
# RUTA	RUTAS MAS DESFAVORABLES DESCRIPCIÓN	TRAMO	$f_{LONGITUD}$		PÉRDIDAS X LONG DE TUBERIAS				CANT. ACCESORIOS				Factor de Fricción		PÉRDIDAS X ACCESORIOS		PÉRDIDAS EN TRAMO		PÉRDIDAS EN RAMAL	
			ft / 100 ft	[m]	[ft]	[m]	[ft]	Thru	Branch	45º	90º	Gate	Check	Accesorios	[m]	[ft]	[m]	[ft]	[m]	[ft]
1	Desde cuarto de bombas hasta gabinete clase I en planta alta	T1	7,4900	13,30	43,64	1,00	3,27	0			3	1	1	0,018	0,22	0,73	1,22	4,00	3,98	13,06
		T2	7,4900	7,40	24,28	0,55	1,82	1			3			0,018	0,12	0,41	0,68	2,23		
		Tconexion	7,4900	0,75	2,46	0,06	0,18	0			1		1	0,021	0,17	0,56	0,23	0,75		
2	Desde cuarto de bombas hasta gabinete clase I en planta baja	T1	7,4900	13,30	43,64	1,00	3,27	0			3	1	1	0,018	0,22	0,73	1,22	4,00	3,98	13,06
		T3	7,4900	4,50	14,76	0,34	1,11	1			0			0,018	0,02	0,07	0,36	1,18		
		Tconexion	7,4900	1,40	4,59	0,10	0,34	0			1		1	0,021	0,17	0,56	0,28	0,91		

Fuente: Peña (2024)

Para determinar las pérdidas por longitud de tubería se utilizó la ecuación 3.

$$Pérdidas_{longitud} = \frac{Factor\ f * ft}{100}$$

Ecuación 3. Pérdidas por longitud de tubería.

Donde,

Factor f longitud= Factor de pérdida por fricción en tubería lineal.

Ft= Longitud en pies lineales

Y se utilizó la ecuación 4 para determinar las pérdidas por accesorios.

$$Pérdidas_{accesorios} = [(a * b)] * R$$

Ecuación 4. Pérdidas por fricción

Donde,

a= La cantidad de accesorio

b= Constante de pérdida por fricción de accesorio, ver cuadro 19.

R= Factor de fricción, ver cuadro 19.

Cuadro 19. Factores para determinar las pérdidas por fricción en accesorios

PÉRDIDAS X FRICCIÓN EN ACCESORIOS [ft]								
FACTOR LONGITUD EQUIVALENTE								
Ø [plg]	Factor de Fricción	TEE STD		CODO 90º	CODO 45º	VÁLVULA		
		Thru Flow	Branch Flow			Gate	Check	Butterfly
1/2	0,027	1,04	3,11	1,55	0,83	0,41	5,18	-
3/4	0,025	1,37	4,12	2,06	1,10	0,55	6,86	-
1	0,023	1,75	5,25	2,62	1,40	0,70	8,74	-
1 1/4	0,022	2,30	6,90	3,45	1,84	0,92	11,50	-
1 1/2	0,021	2,68	8,05	4,03	2,15	1,07	13,40	-
2	0,019	3,45	10,30	5,17	2,76	1,38	17,20	7,75
2 1/2	0,018	4,12	12,30	6,17	3,29	1,65	20,60	9,26
3	0,018	5,11	15,30	7,67	4,09	2,04	25,50	11,50
4	0,017	6,71	20,10	10,10	5,37	2,68	33,60	15,10
6	0,015	10,10	30,30	15,20	8,09	4,04	50,50	22,70
8	0,014	13,30	39,90	20,00	10,60	5,32	33,30	29,90
10	0,014	16,70	50,10	25,10	13,40	6,68	41,80	29,20

Fuente: Internet (2024)

La Presión en los EQUIPOS hace referencia a la presión residual mínima que se debe obtener en el punto más desfavorable de la instalación, que para efectos de diseño debe ser igual a 65 PSI [150 ft] según lo que recomienda la Norma NFPA 14

Cuadro 20. Pérdidas de presión total.

		RUTA 1	RUTA 2
TUBERÍA Y ACCESORIOS	[ft]	6,97	6,09
EQUIPOS (PRESIÓN RESIDUAL)	[ft]	150	
MARGEN ADICIONAL 10%	[ft]	15,70	15,61
TOTAL	[ft]	172,67	171,70
	[m]	52,63	52,33

Fuente: Peña (2024)

4.3.3.4 Sub-Sistema de bombeo

El Sub-Sistema de bombeo es el que tendrá como objeto la impulsión del fluido, para este objeto y con la finalidad de garantizar una operación óptima bajo los requerimientos de la NFPA 20, el Sub-Sistema debe estar compuesto por dos bombas accionadas por un motor eléctrico cada

una, adicionalmente se instalará una bomba de jockey (bomba de presurización) accionada por motor eléctrico. Los equipos de bombeo deberán estar listados por U.L. (Underwriter Laboratories) y/o aprobados por F.M. (Factory Mutual) para sistemas de protección contra incendios.

Nota: A fin de garantizar como mínimo dos fuentes de energía, el subsistema de bombeo contra incendios se encontrará alimentado mediante el sistema de distribución eléctrico de la planta, en caso de una falla en el suministro eléctrico a la planta (red externa), la planta cuenta adicionalmente con un sistema moto generador el cual posee una serie de transfers automáticos, de los cuales uno de ellos distribuye su carga únicamente los tableros de las bombas contra incendios. Este sistema moto generador garantizara como mínimo una operación por un tiempo de una hora. Estará conformado por los siguientes elementos:

- Bombas.
- Tablero de bombas.

Dimensionamiento de las Bombas

La primera consideración al seleccionar el tamaño de las bombas, es el hecho de que una bomba debe ser capaz de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, operando sin el resto de los elementos del sistema (bomba de reserva). Se empleará un arreglo estándar de dos bombas de igual capacidad en paralelo para ser operadas de manera alternante en caso de requerirlo y adicionalmente se sumará al arreglo una bomba jockey.

Cuadro 21. Presiones del sistema

PRESION MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA					
			RUTA 1		
ALTURA ESTÁTICA	[m]	6,55			
	[ft]	21,49			
PÉRDIDAS POR FRICCIÓN TOTALES	[m]	52,63			
	[ft]	172,67			
PRESIÓN MÁX DE OPERACIÓN	[m]	59,18		←	PSI
	[ft]	194			84

Fuente: Peña (2024)

Cuadro 22. Especificaciones de las bombas principales.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DEL SISTEMA NORMALIZADAS SEGÚN LA NFPA		
PRESIÓN	[ft]	194
CAUDAL	[GPM]	100
POTENCIA HIDRAULICA	[HP]	7
TIPO		CENTRIFUGA
CANTIDAD		2
NPSH DISPONIBLE	[ft]	
POTENCIA DEL MOTOR REQUERIDA	[HP]	10
POTENCIA DEL MOTOR COMERCIAL	[HP]	10

Fuente: Peña (2024)

Adicionalmente se colocará una bomba jockey encargado de mantener la presurización en las tuberías, cuya especificación sugiere sea de al menos un 10% del caudal manejado por la bomba principal.

La presión máxima de operación se determina sumando algebraicamente la altura estática del sistema + las pérdidas por fricción totales (en cálculo de las pérdidas por fricción totales ya se incluye la presión residual mínima a considerar en el punto más desfavorable de la red).

La altura estática está referida a la diferencia de cotas entre la descarga de la bomba y el punto. más desfavorable estudiado. en este caso en particular, la ubicación del tanque de reserva y el equipo de bombeo están aproximadamente a 6.55 metros por encima del nivel $\pm 0,00$ de la planta y a su vez de cualquiera de los puntos. críticos analizados, por esta razón al aplicar la teoría de Bernoulli la altura estática reflejada en la tabla está acompañada de un símbolo negativo.

Se estudian dos rutas críticas para analizar el comportamiento del sistema en base a las pérdidas por fricción que se puedan generar en cada ruta, y en base a la variación de la altura estática la cual está directamente relacionada con la ubicación del punto más desfavorable de la ruta estudiada.

Bomba principal

La bomba principal será una bomba horizontal de carcasa partida activada por motor eléctrico, capaz de suministrar la demanda total del sistema, esta bomba debe garantizar que la presión con un caudal cero, no será superior al 140% de la presión nominal, así como tampoco debe disminuir por debajo del 65% de la presión nominal cuando la demanda llegue al 150% del caudal nominal. Estará accionada por un motor de 10 HP y logrará satisfacer la demanda de 100 GPM a 84 PSI.

Bomba jockey

Para acelerar la velocidad de respuesta del sistema a la hora de una emergencia, se instalará la bomba jockey, del tipo centrifuga, la cual poseerá una capacidad de suministro específica a la presión sugerida del sistema (84 PSI). Para el accionamiento de la bomba se utilizará un motor eléctrico de inducción de 1 HP.

Tablero de bombas

Para el accionamiento de las bombas se contará con un tablero de control el cual monitoreará las señales registradas por los presostatos, sensores de flujo, detectores y diferentes elementos que conformen el sistema contra incendios de la planta. La lógica de arranque de las bombas se debe guiar mediante la siguiente lógica. El tablero de control de las bombas también debe supervisar la señal del manóstato a la succión de las bombas, si este indica una señal correspondiente “0” (nivel de reserva del tanque muy bajo), las bombas deben detener su operación. En caso de que la bomba principal no arranque el sistema debe automáticamente iniciar la segunda bomba eléctrica.

4.3.3.5 Sub-Sistema de extintores

El principal propósito del sistema de extinción de incendio es el permitir a las brigadas contra incendio el tener una herramienta eficaz para contener o extinguir un incendio puntual en la edificación, de esta manera se minimiza el daño físico que pueda sufrir los ocupantes y la edificación.

Se instalarán extintores de acuerdo al requerimiento de los diferentes sectores de las edificaciones, Se instalarán extintores de polvo químico seco (PQS) para distintos tipos de fuegos y extintores de CO2 para los cuartos eléctricos. Los mismos estarán colocados en lugares de fácil acceso, siempre visibles, y se ubicarán a una altura de 1,20 metros desde el suelo hasta el nivel

superior del extintor, algunos se colocarán dentro de los gabinetes de manguera o gabinetes individuales.

La obra contará con un grupo de extintores, que representan la primera línea de defensa del operador ante situaciones que involucren fuegos en etapa incipiente (conato). En total serán cuatro (04) extintores con su debida identificación.

Los extintores son los aparatos que contienen un agente extinguidor. Representan la primera línea de defensa de un usuario y dentro del sistema de extinción, funcionan para combatir un fuego en etapa incipiente. Para efectos de nuestro caso, en el área de la obra están distribuidos tres (03) para la planta baja, y uno (01) para la planta alta, estos extintores estarán provistos de Gabinete para empotrar C3S. Estos se encuentran representados en los tipos de agente extinguidor: Polvo Químico Seco (PQS), de 10 libras y Dióxido de Carbono (CO₂), de 10 libras.

4.3.4 Cómputos generales del sistema de extinción de incendios

Una vez definidos todos los Sub-Sistemas que convergen en el sistema de extinción de incendios, se realizó una tabla donde resume todos los cómputos métricos de dicho sistema, esto para tener claro la cantidad de material a utilizar.

Tabla 14. Cómputos métricos del sistema de extinción de incendios.

Cómputos métricos del sistema de extinción de incendios		
Elementos y equipos	Unidad	Cantidad
Extintor de CO ₂ 10 libras	Pza.	3
Extintor de PQS 10 libras	Pza.	1
Gabinete para extintor de 10 libras tipo C-3E	Pza.	2
Gabinete para manguera y extintor para empotrar, Medidas 78 x 77.5 x 16 cm	Pza.	2
Manguera de 15 metros con sus acoples de bronce de 1 ½” 65 PSI	Pza.	2
Reducción concéntrica roscada de acero galvanizado ASTM A-53 diámetro 2 ½” a 1 ½”	Unidad	2
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 1 ½”	Unidad	2
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½”	Unidad	7

Tee Roscada de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½”, 2 ½”, 2 ½”	Unidad	1
Válvula de compuerta de diámetro 2 ½”	Unidad	2
Válvula check 2 ½”	Unidad	4
Conexión de siamesa 2 ½”	Unidad	1
Presostato	Unidad	2
Manómetro	Unidad	2
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 2 ½”	Metros	27.6
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 1 ½”	Metros	3
Bomba de carcasa partida mínimo de 10 HP, que pueda manejar 100 GPM a 84 PSI.	Unidad	2
Bomba centrífuga estándar de 1 HP, que pueda manejar 5 GPM a 84 PSI	Unidad	1

Fuente: Peña (2024)

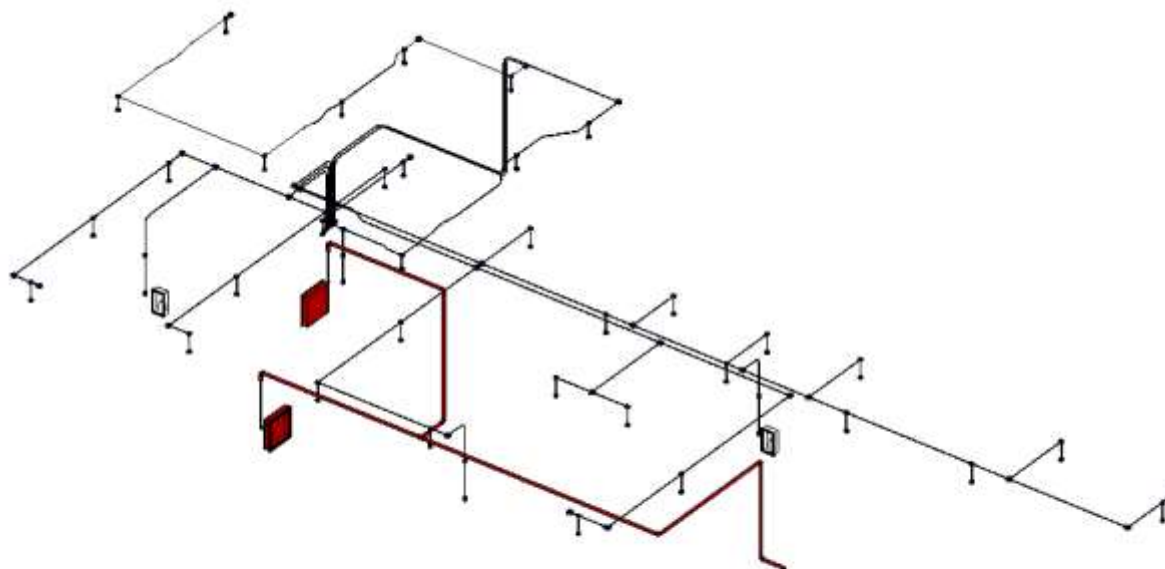


Figura 56. Sistema general contra incendios 1.

Fuente: Peña (2024)

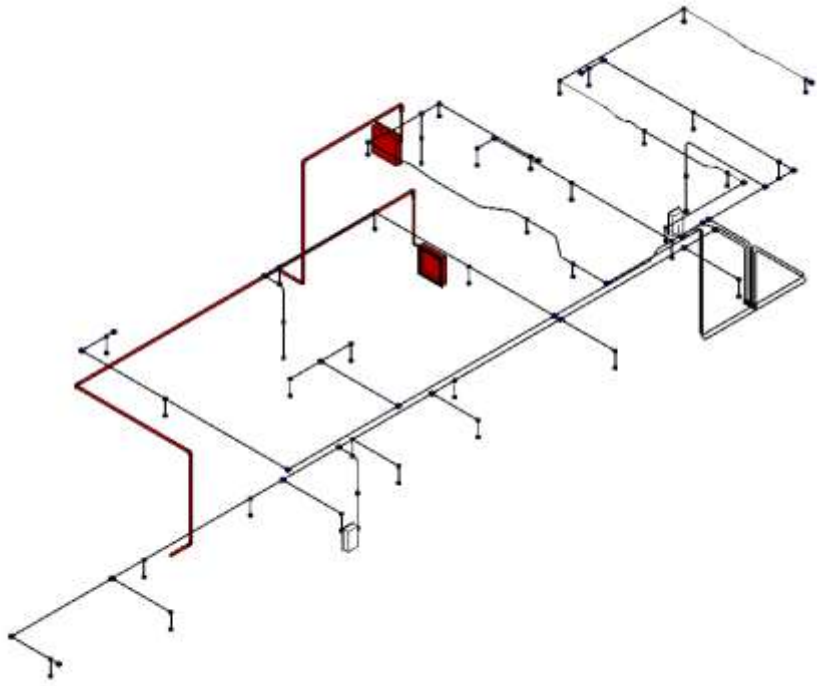


Figura 57. Sistema general contra incendios 2.

Fuente: Peña (2024)

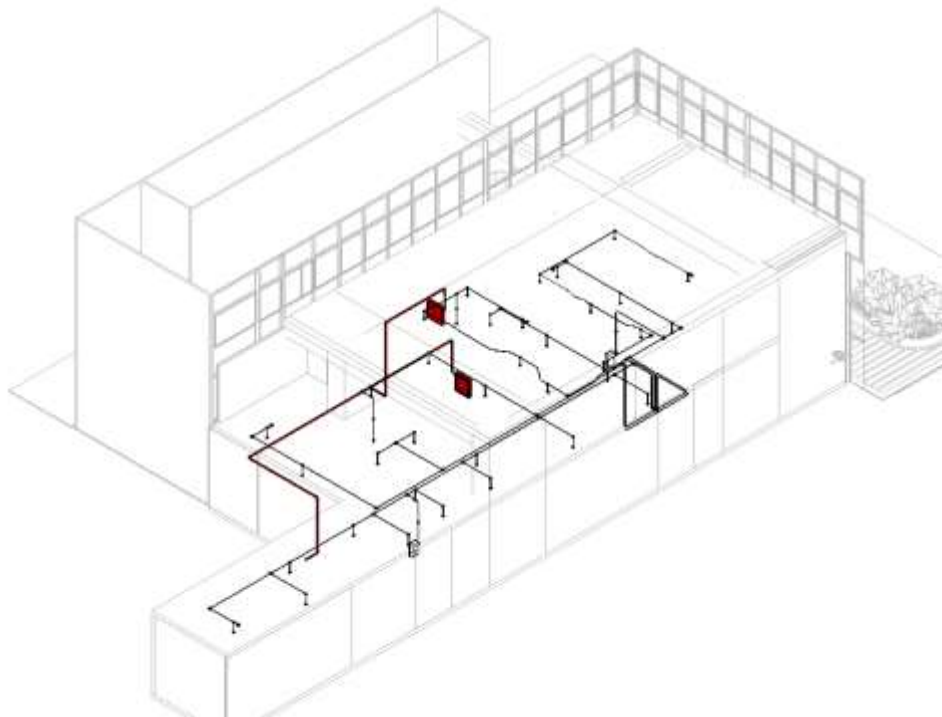


Figura 58. Sistema general contra incendios 3.

Fuente: Peña (2024)

4.4 Evaluación de la viabilidad técnica-ambiental y económica del proyecto

4.4.1 Viabilidad Técnica

La viabilidad técnica de un proyecto se refiere a la capacidad y factibilidad de implementar una solución específica de manera exitosa y efectiva. Implica evaluar si los recursos técnicos, como la tecnología disponible, el conocimiento y la infraestructura, son adecuados para llevar a cabo un proyecto o desarrollo tecnológico.

Un estudio de viabilidad técnica ayuda a resolver tres aspectos determinantes:

- Si el proyecto es viable o no.
- En caso de que sea posible, qué cambios deben realizarse para completar el proyecto con éxito.
- Si el lugar, los equipos, los materiales y la mano de obra serán suficientes para culminar y poner en marcha el proyecto de manera exitosa y rentable.

Desde una perspectiva técnica, este proyecto es factible debido a la disponibilidad de recursos tecnológicos avanzados que permiten abordar de manera integral todas las demandas de diseño inherentes al mismo. Estos recursos pueden incluir hardware de alto rendimiento, software especializado y plataformas de desarrollo robustas.

Además, se posee la competencia técnica esencial para garantizar una implementación exitosa del proyecto. Este conocimiento técnico abarca una comprensión profunda de los principios de ingeniería contra incendios.

4.4.2 Viabilidad Ambiental

La viabilidad ambiental se refiere a la evaluación del impacto que un proyecto o producto puede tener sobre el medio ambiente. Este proceso es necesario para determinar si un sistema puede vivir, desarrollarse o germinar dentro de un ordenamiento determinado, es decir, si es sostenible desde el punto de vista ecológico.

Desde una perspectiva ambiental, este proyecto se considera viable debido a varias razones clave. En primer lugar, se dispone de un espacio físico adecuado que cumple con todos los requisitos necesarios para operar como un centro de urgencias eficiente. Este espacio ha sido diseñado y seleccionado con cuidado, teniendo en cuenta factores como la accesibilidad, la seguridad y la capacidad para adaptarse a las necesidades cambiantes de un centro de urgencias.

Además, se ha propuesto un sistema de detección y extinción de incendios para ser instalado en el centro. Este sistema no es un añadido aleatorio, sino que ha sido cuidadosamente pensado y diseñado para ser altamente eficaz en caso de incendio u otras emergencias similares. La eficacia de este sistema no sólo se refiere a su capacidad para detectar y extinguir incendios rápidamente, sino también a su capacidad para hacerlo de una manera que limite el impacto medioambiental.

El sistema está diseñado para minimizar la cantidad de agua y otros recursos utilizados en la extinción de incendios, reduciendo así el desperdicio. Además, se ha tenido en cuenta la prevención de la contaminación del aire y del agua durante su diseño. Por ejemplo, el sistema puede incluir características como la filtración de agua para evitar que los productos químicos de extinción de incendios contaminen el suministro de agua local.

4.4.3 Viabilidad Económica

Para evaluar la viabilidad económica del proyecto se solicitó una realización una comparación entre 3 cotizaciones distintas de 3 ferreterías conocidas en la ciudad de Caracas, Venezuela. La cotización se realiza con los cálculos extraídos a lo largo de la investigación (ver tabla 15):

Tabla 15. Cálculos métricos generales del proyecto

Cálculos métricos generales del proyecto		
Equipos y elementos	Unidad	Cantidad
Central de incendios para 8 zonas (z8) Marca Sovica	Pza.	1
Extintor de CO2 10 libras	Pza.	3
Extintor de PQS 10 libras	Pza.	1
Gabinete para extintor de 10 libras tipo C-3E	Pza.	1
Gabinete para manguera y extintor para empotrar, Medidas 78 x 77.5 x 16 cm	Pza.	2
Manguera de 15 metros con sus acoples de bronce de 1 ½” 65 PSI	Pza.	2
Detector térmico. Modelo 601-S	Pza.	15
Detector de humo iónico. Modelo 1800-S	Pza.	20
Estación manual. Modelo Em-4	Pza.	4
Difusor de sonido con luz estroboscópica. Modelo Siren 8-T	Pza.	4

Tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½” pieza de 3 metros	Pza.	58
Tubería flexible corrugada de hierro de diámetro ½”	Metros	17
Conexión terminal para tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½”	Pza.	165
Unión para tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½”	Pza.	10
Cajetín octogonal 4”x4” EMT salidas ½”, con tapa	Pza.	75
Cajetín rectangular 4”x4” EMT salidas ½”, con tapa	Pza.	36
Cajetín rectangular 4”x2” EMT salidas ½”, con tapa	Pza.	12
Cable #18 THW AWG PVC 105°c 600v. Color negro	Metros	190
Cable #18 THW AWG PVC 105°c 600v. Color rojo	Metros	190
Cable #16 THW AWG PVC 105°c 600v. Color negro	Metros	170
Cable #16 THW AWG PVC 105°c 600v. Color rojo	Metros	170
Reducción concéntrica roscada de acero galvanizado ASTM A-53 diámetro 2 ½” a 1 ½”	Unidad	2
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 1 ½”	Unidad	2
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½”	Unidad	7
Tee Roscada de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½”, 2 ½”, 2 ½”	Unidad	1
Válvula de compuerta de diámetro 2 ½”	Unidad	2
Válvula check 2 ½”	Unidad	4
Conexión de siamesa 2 ½”	Unidad	1
Presostato	Unidad	2
Manómetro	Unidad	2
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 2 ½”	Metros	27.6
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 1 ½”	Metros	3
Bomba de carcasa partida mínimo de 10 HP, que pueda manejar 100 GPM a 84 PSI.	Unidad	2

Bomba centrífuga estándar de 1 HP, que pueda manejar 5 GPM a 84 PSI	Unidad	1
---	--------	---

Fuente: Peña (2024)

Una vez se tiene definido todos los equipos y elementos que serán utilizados en la protección del Centro de Urgencias Grupo Nueve Once, se solicita a 3 diferentes ferreterías de la ciudad de Caracas una cotización para tener un estimado real del costo total del sistema, incluyendo el sistema de detección y extinción de incendios.

La primera cotización evaluada se realiza a la “Ferretería 1”, ubicada al Este de la ciudad de Caracas, que cuenta con todos los equipos y elementos solicitados en stock y de entrega inmediata. (Ver tabla 16).

Tabla 16. Cotización suministrada por “Ferretería 1”

FERRETERIA 1				
Equipos y elementos	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Central de incendios para 8 zonas (z8) Marca Sovica	Pza.	1,00	350,00	350,00
Extintor de CO2 10 libras	Pza.	3,00	210,00	630,00
Extintor de PQS 10 libras	Pza.	1,00	35,00	35,00
Gabinete para extintor de 10 libras tipo C-3E	Pza.	1,00	50,00	50,00
Gabinete para manguera y extintor para empotrar, Medidas 78 x 77.5 x 16 cm	Pza.	2,00	90,00	180,00
Manguera de 15 metros con sus acoples de bronce de 1 ½” 65 PSI	Pza.	2,00	120,00	240,00
Detector térmico. Modelo 601-S	Pza.	15,00	23,00	345,00
Detector de humo iónico. Modelo 1800-S	Pza.	20,00	24,00	480,00
Estación manual. Modelo Em-4	Pza.	4,00	38,00	152,00
Difusor de sonido con luz estroboscópica. Modelo Siren 8-T	Pza.	4,00	60,00	240,00
Tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½” de 3 metros de largo	Pza.	58,00	4,50	261,00
Tubería flexible corrugada de hierro de diámetro ½”	Metros	17,00	2,00	34,00
Conexión terminal para tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½” pack de 5 unidades	Pza.	33,00	8,00	264,00
Unión para tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½” pack de 6 unidades	Pza.	2,00	3,00	6,00
Cajetín octogonal 4”x4” EMT salidas ½”, con tapa pack de 3 unidades	Pza.	25,00	7,00	175,00
Cajetín rectangular 4”x4” EMT salidas ½”, con tapa	Pza.	36,00	2,00	72,00
Cajetín rectangular 4”x2” EMT salidas ½”, con tapa	Pza.	12,00	2,00	24,00
Cable #18 THW AWG PVC 105°c 600v. Color negro. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	10,00	40,00
Cable #18 THW AWG PVC 105°c 600v. Color rojo. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	10,00	40,00
Cable #16 THW AWG PVC 105°c 600v. Color negro. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	20,00	80,00
Cable #16 THW AWG PVC 105°c 600v. Color rojo. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	20,00	80,00
Reducción concéntrica roscada de acero galvanizado ASTM A-53 diámetro 2 ½” a 1 ½”	Unidad	2,00	8,00	16,00
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 1 ½”	Unidad	2,00	4,00	8,00
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½”	Unidad	7,00	6,00	42,00
Tee Roscada de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½”, 2 ½”, 2 ½”	Unidad	1,00	12,00	12,00
Válvula de compuerta de diámetro 2 ½”	Unidad	2,00	60,00	120,00
Válvula check 2 ½”	Unidad	4,00	54,00	216,00
Conexión de siamesa 2 ½”	Unidad	1,00	130,00	130,00
Presostato	Unidad	2,00	20,00	40,00
Manómetro	Unidad	2,00	35,00	70,00
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 2 ½” 6 metros de largo	Pza.	5,00	40,00	200,00
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 1 ½” 6 metros de largo	Pza.	1,00	36,00	36,00
Bomba de carcasa partida mínimo de 10 HP, que pueda manejar 100 GPM a 84 PSI.	Unidad	2,00	3.780,00	7.560,00
Bomba centrífuga estándar de 1 HP, que pueda manejar 5 GPM a 84 PSI	Unidad	1,00	600,00	600,00
TOTAL				12.828,00

Fuente: Ferretería 1

La cotización presentada por la ferretería 1 da un total de 12.828,00 dólares americanos. (Ver tabla 16).

La segunda cotización evaluada corresponde a la “Ferretería 2” ubicada al Norte de la ciudad de Caracas, cuenta con todos los equipos y elementos solicitados en stock y de entrega inmediata.

Tabla 17. Cotización suministrada por “Ferretería 2”

FERRETERIA 2				
Equipos y elementos	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Central de incendios para 8 zonas (z8) Marca Sovica	Pza.	1,00	355,00	355,00
Extintor de CO2 10 libras	Pza.	3,00	208,00	624,00
Extintor de PQS 10 libras	Pza.	1,00	34,00	34,00
Gabinete para extintor de 10 libras tipo C-3E	Pza.	1,00	59,00	59,00
Gabinete para manguera y extintor para empotrar, Medidas 78 x 77.5 x 16 cm	Pza.	2,00	100,00	200,00
Manguera de 15 metros con sus acoples de bronce de 1 ½" 65 PSI	Pza.	2,00	125,00	250,00
Detector térmico. Modelo 601-S	Pza.	15,00	22,00	330,00
Detector de humo iónico. Modelo 1800-S	Pza.	20,00	23,00	460,00
Estación manual. Modelo Em-4	Pza.	4,00	38,00	152,00
Difusor de sonido con luz estroboscópica. Modelo Siren 8-T	Pza.	4,00	50,00	200,00
Tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½" de 3 metros de largo	Pza.	58,00	4,70	272,60
Tubería flexible corrugada de hierro de diámetro ½"	Metros	17,00	2,70	45,90
Conexión terminal para tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½" pack de 5 unidades	Pza.	33,00	6,80	224,40
Unión para tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½" pack de 6 unidades	Pza.	2,00	4,00	8,00
Cajetín octogonal 4"x4" EMT salidas ½", con tapa pack de 3 unidades	Pza.	25,00	9,00	225,00
Cajetín rectangular 4"x4" EMT salidas ½", con tapa	Pza.	36,00	1,80	64,80
Cajetín rectangular 4"x2" EMT salidas ½", con tapa	Pza.	12,00	2,30	27,60
Cable #18 THW AWG PVC 105°C 600v. Color negro. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	11,00	44,00
Cable #18 THW AWG PVC 105°C 600v. Color rojo. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	11,00	44,00
Cable #16 THW AWG PVC 105°C 600v. Color negro. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	18,00	72,00
Cable #16 THW AWG PVC 105°C 600v. Color rojo. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	18,00	72,00
Reducción concéntrica roscada de acero galvanizado ASTM A-53 diámetro 2 ½" a 1 ½"	Unidad	2,00	8,00	16,00
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 1 ½"	Unidad	2,00	4,00	8,00
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½"	Unidad	7,00	6,00	42,00
Tee Roscada de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½", 2 ½", 2 ½"	Unidad	1,00	12,00	12,00
Válvula de compuerta de diámetro 2 ½"	Unidad	2,00	55,00	110,00
Válvula check 2 ½"	Unidad	4,00	56,00	224,00
Conexión de siamesa 2 ½"	Unidad	1,00	120,00	120,00
Presostato	Unidad	2,00	20,00	40,00
Manómetro	Unidad	2,00	35,00	70,00
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 2 ½" 6 metros de largo	Pza.	5,00	40,00	200,00
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 1 ½" 6 metros de largo	Pza.	1,00	36,00	36,00
Bomba de carcasa partida mínimo de 10 HP, que pueda manejar 100 GPM a 84 PSI.	Unidad	2,00	5.150,00	10.300,00
Bomba centrífuga estándar de 1 HP, que pueda manejar 5 GPM a 84 PSI	Unidad	1,00	545,00	545,00
TOTAL				15.487,30

Fuente: Ferretería 2

La cotización presentada por la ferretería 2 nos da un total de 15.487,30 dólares americanos. (Ver tabla 17). Considerablemente más costoso que la cotización presentada por la ferretería 1.

La tercera cotización evaluada corresponde a la “Ferretería 2” ubicada al sureste de la ciudad de Caracas, cuenta con todos los equipos y elementos solicitados en stock y de entrega inmediata.

Tabla 18. Cotización suministrada por “Ferretería 3”

FERRETERIA 3				
Equipos y elementos	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Central de incendios para 8 zonas (z8) Marca Sovica	Pza.	1,00	350,00	350,00
Extintor de CO2 10 libras	Pza.	3,00	210,00	630,00
Extintor de PQS 10 libras	Pza.	1,00	35,00	35,00
Gabinete para extintor de 10 libras tipo C-3E	Pza.	1,00	60,00	60,00
Gabinete para manguera y extintor para empotrar, Medidas 78 x 77.5 x 16 cm	Pza.	2,00	105,00	210,00
Manguera de 15 metros con sus acoples de bronce de 1 ½” 65 PSI	Pza.	2,00	123,00	246,00
Detector térmico. Modelo 601-S	Pza.	15,00	23,00	345,00
Detector de humo iónico. Modelo 1800-S	Pza.	20,00	25,00	500,00
Estación manual. Modelo Em-4	Pza.	4,00	39,00	156,00
Difusor de sonido con luz estroboscópica. Modelo Siren 8-T	Pza.	4,00	46,00	184,00
Tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½” de 3 metros de largo	Pza.	58,00	5,00	290,00
Tubería flexible corrugada de hierro de diámetro ½”	Metros	17,00	3,00	51,00
Conexión terminal para tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½” pack de 5 unidades	Pza.	33,00	6,00	198,00
Unión para tubería metálica galvanizada liviana EMT de diámetro ½” pack de 6 unidades	Pza.	2,00	5,00	10,00
Cajetín octogonal 4”x4” EMT salidas ½”, con tapa pack de 3 unidades	Pza.	25,00	8,00	200,00
Cajetín rectangular 4”x4” EMT salidas ½”, con tapa	Pza.	36,00	2,00	72,00
Cajetín rectangular 4”x2” EMT salidas ½”, con tapa	Pza.	12,00	2,00	24,00
Cable #18 THW AWG PVC 105°c 600v. Color negro. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	9,00	36,00
Cable #18 THW AWG PVC 105°c 600v. Color rojo. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	9,00	36,00
Cable #16 THW AWG PVC 105°c 600v. Color negro. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	15,00	60,00
Cable #16 THW AWG PVC 105°c 600v. Color rojo. Bobina de 50 metros	Pza.	4,00	15,00	60,00
Reducción concéntrica roscada de acero galvanizado ASTM A-53 diámetro 2 ½” a 1 ½”	Unidad	2,00	7,00	14,00
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 1 ½”	Unidad	2,00	5,00	10,00
Codo 90° Roscado de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½”	Unidad	7,00	6,00	42,00
Tee Roscada de acero galvanizado ASTM A-53 de diámetro 2 ½”, 2 ½”, 2 ½”	Unidad	1,00	12,00	12,00
Válvula de compuerta de diámetro 2 ½”	Unidad	2,00	55,00	110,00
Válvula check 2 ½”	Unidad	4,00	50,00	200,00
Conexión de siamesa 2 ½”	Unidad	1,00	160,00	160,00
Presostato	Unidad	2,00	35,00	70,00
Manómetro	Unidad	2,00	40,00	80,00
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 2 ½” 6 metros de largo	Pza.	5,00	45,00	225,00
Tubería de acero galvanizado ASTM A-53 de 1 ½” 6 metros de largo	Pza.	1,00	40,00	40,00
Bomba de carcasa partida mínimo de 10 HP, que pueda manejar 100 GPM a 84 PSI.	Unidad	2,00	4.800,00	9.600,00
Bomba centrífuga estándar de 1 HP, que pueda manejar 5 GPM a 84 PSI	Unidad	1,00	700,00	700,00
TOTAL				15.016,00

Fuente: Ferretería 3

La cotización presentada por la ferretería 1 nos da un total de 15.016,00 dólares americanos. (Ver tabla 18). Un poco más económico que la cotización presentada por la ferretería 2.

Haciendo una comparación entre las cotizaciones evaluadas, se concluye que se debe manejar un presupuesto aproximado de entre 12.828,00 y 15.487,30 dólares para realizar de manera satisfactoria la compra de todos los elementos y equipos requeridos para la implementación del sistema contra incendios completo en el Centro de Urgencias Grupo Nueve Once de la ciudad de Caracas.

CONCLUSIONES

El sistema está diseñado para detectar signos de incendio en sus etapas iniciales. Esto incluye la detección de humo, calor o llamas. La identificación temprana es crucial para minimizar el daño, ya que es una respuesta rápida antes de que el incendio pueda propagarse. Al detectar y responder a los incendios rápidamente, el sistema ayuda a minimizar el daño potencial. Esto salva vidas y protege propiedades.

La aplicación de la metodología BIM permitió que el desarrollo del proyecto fuera sistemático y estructurado, asegurando que todas las necesidades y requisitos fueran considerados y abordados de manera eficiente. Desde el diseño inicial hasta la construcción y el mantenimiento, se planifica, y se ejecuta de manera ordenada y coherente. Esto ayudó a evitar errores y omisiones, y aseguro que el proyecto se desarrolle de manera eficiente.

Al tener un modelo digital 3D del edificio, se pudo identificar y resolver problemas potenciales antes de que se conviertan en problemas reales. Además, el modelo 3D permitió una mejor coordinación entre las diferentes partes interesadas del proyecto, lo que redujo el tiempo de desarrollo y diseño del sistema contra incendios.

Una vez se realizó el análisis de las áreas del proyecto, se logró determinar que se podría prescindir de una configuración de rociadores para el sistema de extinción de incendios, lo cual permitió reducir costos de manera significativa en cuanto a tubería y configuración de la bomba. Aunque la premisa principal del sistema contra incendios es proteger y salvaguardar la integridad física del personal y de las personas atendidas dentro del recinto, es importante reconocer que prescindir de un sistema de rociadores, al no ser necesario para cumplir con las exigencias normadas, fue un punto clave en el desarrollo de este trabajo de grado.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuros trabajos van en función de aprender la herramienta Revit, ya que el uso y despliegue de esta mejora significativamente la experiencia de realizar un diseño de un sistema contra incendios. Facilita enormemente el plan de trabajo que se tiene a la hora de desarrollar tanto el sistema de detección, como el de extinción. Mejora los tiempos de diseño, se tiene una mejor visualización del trabajo realizado y arroja productos como cómputos o planos de manera orgánica y eficaz.

Así mismo se recomienda realizar una inspección apropiada del recinto donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto, ya que de esta manera se puede tener constancia propia de lo que se encontrará en el área, tanto medidas reales, como evidencia fotográfica, porque en muchas ocasiones los planos suministrados por el cliente no cuentan con dichas medidas reales, o no se cuenta con planos actualizados de lo existente (ASBUILT).

Por último, se recomienda realizar un análisis profundo de las áreas del recinto, principalmente a las áreas críticas donde se conserve material combustible, es crítico determinar los espacios que se manejan, el flujo de trabajo y la cantidad de personal y/o personas que se encuentren dentro y fuera del recinto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012), El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Sexta edición.
- Cabrera, Daniel H. (Coord.) (2019), Cosas confusas: comprender las tecnologías y la comunicación. Tirant Humanidades, Valencia, España.
- Figueredo O., González Y., Martínez E., Moreno J., Jiménez E. Y Weffer E. (2020), Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajos de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros de la Universidad José Antonio Páez, Valencia, Carabobo, Venezuela.
- Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2014) Metodología de la Investigación, McGraw-Hill, 6 edición, México.
- Martínez A. Sabrina D. (2019). Diseño de un sistema automático de detección y extinción de incendios para el almacén de materiales de una empresa petrolera de la región Zuliana. Universidad del Zulia. Zulia, Venezuela.
- Peraza D. Rafael A. (2015). Diseño de un sistema de protección contra incendios para una sala de computación. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela.
- Dordelly Z. Omar E. (2014). Diseño de un sistema de protección contra incendios para la dirección de tecnología, información y comunicación de la Universidad Central de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Marchan G. Roberto J. (2013). Propuesta para la implementación de sistemas de prevención y protección contra incendios en las instalaciones del centro local metropolitano de la Universidad Nacional Abierta. Universidad Nacional Abierta. Caracas, Venezuela.
- Camacho L. Miguel E. (2022). Diseño del sistema de protección contra incendio a base de agua para el Hospital María Reiche del distrito de Marcona, provincia de Nasca, departamento de Ica. Universidad de San Marcos. Lima, Perú
- COVENIN 187 Definición y clasificación de los colores y señales de seguridad.
- COVENIN 200 Código Eléctrico Nacional.

COVENIN 758 Estación Manual de Alarma.

COVENIN 810 Guía Instructiva sobre Medio de Escape.

COVENIN 823 Guía Instructiva sobre los Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios.

COVENIN 1041 Tablero Central de Control para Sistemas de Detección y Alarma de Incendio.

COVENIN 1176 Detectores: Generalidades.

COVENIN 1377 Componentes del Sistema Automático de Detección de Incendios.

COVENIN 1472 Lámparas de Emergencia Auto contenidas

COVENIN 1040 Extintores Portátiles, Generalidades.

COVENIN 1331 Norma Venezolana Extinción De Incendios En Edificaciones. Sistema Fijo De Extinción Con Agua Con Medio De Impulsión Propio.

PDVSA IR-01 “Sistema de Detección y Alarma de Incendio”.

Villanueva Muñoz, J.L. (1983). “NTP: 36 Riesgo Intrínseco de Incendio (I y II)”. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Palella y Martins (2012) Metodología de la investigación Cuantitativa, 3ra Edición, FEDUPEL, Caracas distrito capital, Venezuela.

NFPA 72 National Fire Alarm Code.

NFPA 10-2023 Standard for Portable Fire Extinguishers.

NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection

NFPA 25 Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection System

BSPP. (2013). Le Feu et les Incendies. Paris, Francia

ANB. (2012). Taller Fuego Básico. Chile

