



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO
DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA
CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO
DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA
CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

: 
M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 571-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de diciembre de 2024

VISTOS:

El **OFICIO N° 119-2024-D/EPISA/FICP-UANCV** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°550-2024 de fecha 16 de diciembre de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

* Presidente	:	Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
* 1er Miembro	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
* 2do Miembro	:	Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
* Asesor	:	M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	viernes 27 de diciembre de 2024
* HORA	:	08:00 horas
* LUGAR	:	Aula 306 - pabellón de hidráulica

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 550-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de diciembre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 186-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias, **INFORME N° 032-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 416-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **16 de junio de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **12 de diciembre de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 1300-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

C.c.
archivo 2024
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 416-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de junio 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 183-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 013-2023-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 004-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **29 de mayo de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631

cc.
archivo 2023
interesado (a)



DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LA BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

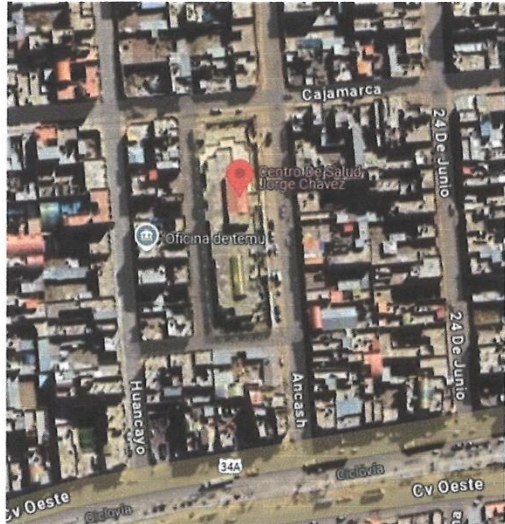
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	dspace.ucacue.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%



Metadatos complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70128937
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-0796-7154
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659



Datos de investigación	
Línea de investigación	SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Lugar: Centro de salud Jorge Chávez</p> <p>Coordenadas: Latitud: -15° 28' 50.7"S Longitud: -70° 08' 22.1"W</p> <p>https://maps.app.goo.gl/SeuB6gE2Hs2r4DJM6</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	mayo 2024 – noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería Ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Otras ingenierías y tecnologías https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.02</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CÉSAR VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DIRECTOR

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza

DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MARBOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO, identificado con DNI Nro. 70128937 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

“ DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA ”

Asesorado por: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

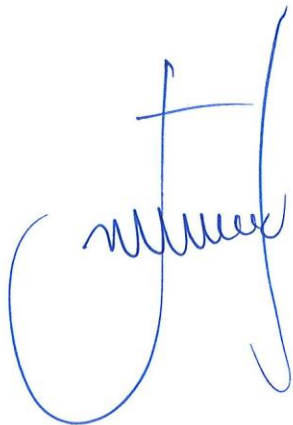
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 11 de abril del 2025



FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi amada madre Natalia que permanentemente me apoyo en todo, a mis hermanas y hermanos que en este camino de aprendizaje estuvieron contribuyéndome y alentándome permanentemente para realizar esta meta. También a mi padre por su respaldo.

Margot S.A.



AGRADECIMIENTO

Mi gran agradecimiento a Dios, que siempre me ha iluminado en todo. A mis preciados familiares, quienes son el soporte fundamental de mi vida. Un agradecimiento especial a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez a la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, y a mis docentes por su aporte en el desarrollo de mis estudios.

Margot S.A.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRAC.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.4.1. Justificación Practica.....	3
1.4.2. Justificación social.....	3



1.4.3.	Justificación Económica	4
1.4.4.	Justificación ambiental	4
1.5.	Hipótesis de la investigación	4
1.5.1.	Hipótesis general	4
1.5.2.	Hipótesis específicas	5
1.6.	Variables	5
1.6.1.	Variable independiente	5
1.6.2.	Variable dependiente	5
1.7.	Operacionalización de variables	5

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de la investigación	7
2.1.1.	Antecedentes Internacionales	7
2.1.2.	Antecedentes nacionales.	9
2.1.3.	Antecedentes regionales	11
2.2.	Marco teórico	12
2.2.1.	El fuego.....	12
2.2.2.	Clasificación de fuegos	13
2.2.3.	Clasificación de riesgos, tipos de fuego.....	14
2.2.4.	Sistema contra incendio	16
2.2.5.	Rociadores.....	17



2.2.6.	Clasificación por temperatura de Activación	18
2.2.7.	Sistema de rociadores	19
2.2.8.	Densidad y área	20
2.3.1.	incendios	29
2.3.2.	Material combustible.....	29
2.3.3.	Presión.....	29
2.3.6.	Norma	30
2.3.7.	Manguera contra incendios	30
2.3.8.	Sistemas secos	31
2.3.9.	Válvula de control	31
2.3.10.	Protección pasiva.....	31
2.3.11.	Protección activa.....	32
2.3.12.	Medidas de extinción de incendios	32
2.3.13.	Software Elite Fire.....	32
2.3.14.	Underwriters Laboratories (UL).	33
2.3.15.	Factory Mutual (FM)	33

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1.	Diseño de investigación	34
3.2.	Tipo de investigación	34
3.3.	Enfoque de la investigación	34



- 3.5. Materiales y equipos 35
- 3.6. Técnicas e instrumentos 35
 - 3.6.1. Técnicas 35
 - 3.6.2. Instrumentos 36
- 3.7. Población y muestra..... 36
 - 3.7.1. Población..... 36
 - 3.7.2. Muestra..... 36
- 3.8. Ubicación del área de investigación 37
- 3.9. Procedimiento para determinar los tipos de riesgos según la NFPA 13 para centro de salud 38
- 3.10. Clasificación de riesgos de acuerdo a la NFPA 13 39
- 3.11. Procesos para diseñar la red de distribución de tuberías del sistema contra incendios..... 40
- 3.12. Procesos para simular el caudal y presión del sistema con el software Elite Fire 43
- 3.13. Procesos para elegir la bomba adecuada para sistema y el volumen de la cisterna 51

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

- 4.1. Resultados 54
 - 4.1.1. Determinación de los tipos de riesgos en el centro de salud. 54
 - 4.1.2. Resultados del diseño de la red de distribución de tuberías del sistema contra incendio..... 63



4.1.2.1. Análisis e interpretación de resultados	63
4.1.2.2. Cálculos hidráulicos (teórico).....	65
4.1.3. Resultados de la simulación del cálculo hidráulico con el software elite fire para determinar el caudal y presión necesaria para el sistema	67
4.1.4. Resultados de la selección de la bomba adecuada para el sistema y el volumen de la cisterna.	69
4.2. Discusiones.....	72
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	75
ANEXOS	85



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables de la investigación.....	6
Tabla 2	Rango de temperatura del cielo raso	19
Tabla 3	Coberturas máximas por rociador	22
Tabla 4	Tuberías de acero SCH 40- Longitudes.....	27
Tabla 5	Establecimiento de salud y sus tipos de protección.....	39
Tabla 6	Clasificación de riesgos NFPA13.....	39
Tabla 7	Información de los nodos y rociadores	40
Tabla 8	Duración de operación de aspersores.	53
Tabla 9	Información de tuberías	63
Tabla 10	Calculo teórico	65
Tabla 11	Discusiones.....	72



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Triangulo de fuego	12
Figura 2 Componentes de un rociador	17
Figura 3 Curvas de densidad y área de ocupación	20
Figura 4 Medida de reducción del área de diseño.....	21
Figura 5 Dimensiones de las tuberías de acero	23
Figura 6 Punto de operación T, punto de operación de una bomba.....	28
Figura 7 Ubicación del distrito de Juliaca	37
Figura 8 Ubicación del centro de salud Jorge Chávez	38
Figura 9 Ingreso de datos al software	44
Figura 10 Definición De Tuberías.....	45
Figura 11 Criterios de calculo.....	46
Figura 12 Datos de entrada del nodo	47
Figura 13 Datos de entrada de tubería.....	48
Figura 14 Datos de salida de agrupaciones generales de nodos.....	49
Figura 15 Datos generales de salida de rociadores	50
Figura 16 Datos totales de salida de tuberías	51
Figura 17 Capacidades de las Bombas Centrífugas contra Incendios	52
Figura 18 Dimensiones mínimas de las tuberías (nominal).....	52
Figura 19 Plano arquitectónico – bloque III – PRIMERA PLANTA.....	55



Figura 20	Plano arquitectónico – bloque II – PRIMERA PLANTA	56
Figura 21	Plano arquitectónico – bloque I – PRIMERA PLANTA	57
Figura 22	Plano arquitectónico – bloque I – SEGUNDA PLANTA.....	59
Figura 23	Plano arquitectónico – bloque II – SEGUNDA PLANTA.....	60
Figura 24	Plano arquitectónico – bloque III – SEGUNDA PLANTA.....	62
Figura 25	Reporte general de resultados del proyecto.....	68
Figura 26	Dimensiones del volumen de la cisterna	71



RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se propuso como objetivo primordial de desarrollar el diseño del sistema contra incendios a base de agua para el centro de salud Jorge Chávez en la ciudad de Juliaca; en donde la metodología se trabajó con las normas y requisitos de seguridad A130 , Asociación Nacional De Proyección Contra Incendios NFPA 13 y 20, ya que estas normas dicta las pautas como una guía contra la prevención de incendios debido a que este centro de salud cuenta con ocupaciones de riesgo ligero con ambientes que presentan riesgo ordinario, por lo cual es necesario proporcionar un grado mínimo de protección para que puedan evacuar a un lugar seguro; se diseñó la red de tuberías en los bloques III y II de la primera planta y el bloque III del segundo nivel, teniendo como resultado de 1207.48 gpm y 152.98 psi, entonces por medio de rociadores se protegerá a cada ambiente, esto sirvió para validar los resultados producidos por el programa de cálculo hidráulico (Elite Fire); como resultado, el sistema requiere un total de 1297.09 gpm de caudal a 151.17 psi de presión, para elegir la bomba contra incendios necesaria para esta instalación se tuvo que redondear a los valores comerciales de 115,29 HP a 1300 gpm y 152 psi. El volumen dimensional del depósito de la cisterna es de 160 m³. Concluyendo que se diseñó el sistema contra incendios a base de agua para centro de salud Jorge Chávez.

Palabras clave: Centro de Salud, protección contra incendio, cálculo hidráulico, red de tuberías, Elite Fire, NFPA.



ABSTRACT

The main objective of this research work was to develop the design of the fire prevention system in the Jorge Chavez health center in the city of Juliaca; For methodology we worked with the standards and safety requirements A130, NFPA 13 and 20, as these standards dictate the guidelines as a guide against fire prevention because this health center has light risk occupations with environments that present ordinary risk, so it is necessary to provide a minimum degree of protection to evacuate to a safe place; the piping network was designed in blocks III and II of the second floor and block III of the second level, resulting in 1207.48 gpm and 152.98 psi, then by means of sprinklers each environment will be protected, this served to validate the results produced by the hydraulic calculation program (Elite Fire); as a result, the system requires a total of 1297.09 gpm of flow at 151.17 psi of pressure, to choose the necessary fire pump for this installation it was necessary to round to the commercial values of 115.29 HP at 1300 gpm and 152 psi. The dimensional volume of the cistern tank is 160 m³. In conclusion, the water-based fire fighting system was designed for the Jorge Chavez health center.

Keywords: health care facility, fire protection, hydraulic calculation, piping network, Elite Fire, NFPA.



INTRODUCCIÓN

Este estudio describe los criterios de protección contra incendios a base de agua para el centro de salud Jorge Chávez de Juliaca. En la mayoría de los casos, el origen de un incendio se desconoce que lo causo, para el cual puede iniciarse y propagarse en cuestión de segundos, pueden perderse vidas humanas y además producirse pérdidas cuantiosas en la infraestructura, los suministros y los equipos del establecimiento de salud.(D'ugard & Díaz, 2023)

En este trabajo se tienen en cuenta la seguridad contra incendios tanto los equipos de protección contra incendios y la prevención de riesgos de incendio, como el tipo de bomba para el suministro, el cálculo de un depósito independiente que sólo se utilizará para el sistema contra incendios y el acatamiento de las exigencias legales. El concepto de seguridad del proyecto se basa en las recomendaciones de los fabricantes, los estándares de diseño, las leyes y normativas de la NFPA y finalmente los conceptos básicos basados al trabajo.(Paytan, 2019)

Se recomiendan soluciones que permitan tanto el control manual como el automatizado de un posible incendio para garantizar un grado suficiente de seguridad en el proyecto. Aplicar medidas preventivas eficaces es el objetivo del proyecto para disminuir los riesgos relacionados con los incendios, así como la preparación para casos de emergencia.

En consecuencia, se propone el estudio, Diseño de un sistema de protección contra incendios a base de agua para el centro de salud Jorge Chávez de la ciudad de Juliaca. Se divide en cuatro capítulos, que se explican a continuación:

El capítulo I identificamos el problema de estudio, en la cual formulamos el problema, la hipótesis y por consiguiente la justificación, y se detalla los objetivos que



se pretenden alcanzar, haciendo hincapié en la importancia de la tesis. En el capítulo II así mismo se aborda en el trabajo, los antecedentes que nos ayudó como guía, el marco teórico y los procesos básicos previamente para pasar al capítulo III, en el que se tratan los aspectos metodológicos de la investigación, como la población y la muestra, los procedimientos, el tratamiento de los datos, los métodos e instrumentos de estudio y el tipo y diseño de la investigación. El capítulo IV se explica los resultados del estudio y cómo se analizaron. Finalmente, se presentan las principales conclusiones y recomendaciones del estudio.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

En la actualidad se han producido graves incendios en instalaciones médicas de todo el mundo. En un hospital de Río de Janeiro murieron 11 personas, cuatro bomberos resultaron lastimados y 90 pacientes tuvieron que ser trasladados inmediatamente. Un cortocircuito en uno de los generadores podría haber causado el problema (El comercio, 2019). Siete recién nacidos perecieron en el incendio de un hospital de Nueva Delhi, Doce bebés se salvaron del centro médico. Según los bomberos de la ciudad, las llamas podrían haber sido provocadas por la explosión de bombonas de gas dentro del establecimiento de salud.(La Vanguardia, 2024). En el Perú, por general los hospitales públicos nacionales que prestan el servicio de salud tienen actualmente una infraestructura inestable que no asegura la vida y la salud de quienes los utilizan. En todo el país, estas calamidades no son desconocidas, por ejemplo: Puente Piedra: un gran incendio afectó al hospital Carlos Lanfranco La Hoz, debido al incendio, las consultas de Rehabilitación, Pediatría, Displasia y Ginecología permanecerán cerradas en la cual ningún paciente o personal de salud ha resultado herido ya que el incendio se inició en el espacio de una oficina de archivos antiguos de historial de salud de los pacientes donde fue afectado una determinada zona de la



infraestructura del centro de salud.(El Comercio, 2023). De igual forma sucedió en la ciudad de Chancay, un incendio y una explosión en el Hospital Regional de Chancay destruyeron salas de cirugía e hirieron a tres personas, provocado por un corto circuito donde el fuego alcanzó el tanque de oxígeno medicinal provocando la explosión. (Infobae, 2023). Los centros de salud se diseñaron sin cumplir los parámetros determinados por las normas nacionales e internacionales. Los servicios de cuidado de la infraestructura de estas instituciones de salud ya deberían haber establecido y comprendido las normas, pero aún falta su aplicación, no hay capacitaciones a técnicos para poner en práctica, si habría garantizaría la fiabilidad de los sistemas de protección contra incendios de los hospitales Los incendios se inician en unos pocos segundos y se descontrolan rápidamente, con la consecuencia de perder vidas humanas o quedar marcadas de por vida, ya que al sufrir graves quemaduras por fuego deja diferentes tipos de lesiones como amputaciones, cicatrices en la piel, etc, y muy aparte la perdida de los equipos costosos, materiales de los ambientes o de cada unidad y la infraestructura del lugar. Además, el Centro de Salud Jorge Chávez carece de un sistema contra incendios a base de agua.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. *Problema general*

¿Cómo proteger contra un incendio al centro de salud Jorge Chávez de la ciudad de Juliaca?

1.2.2. *Problemas específicos*

- ¿Cuáles son los tipos de riesgo según la NFPA 13 para el centro de salud?
- ¿Cuál será el trazado de la red de distribución de tuberías del sistema contra incendios?
- ¿Cómo determinar el caudal y presión del sistema contra incendios?

- ¿Cuál es la bomba adecuada y cuál es el volumen de la cisterna?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. *Objetivo general*

Desarrollar el diseño del sistema de protección contra incendio a base de agua para el centro de salud Jorge Chávez de la ciudad de Juliaca

1.3.2. *Objetivos específicos*

- Determinar los tipos de riesgos según la NFPA 13 para el centro de salud.
- Diseñar la red de distribución de tuberías del sistema contra incendios
- Simular el cálculo hidráulico con el software Elite Fire para determinar el caudal y presión necesaria para el sistema
- Elegir la bomba adecuada para el sistema y el volumen de la cisterna

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. *Justificación Práctica*

En la práctica, se justifica cuando la investigación ayuda a resolver problemas. examinando las ventajas que se obtendrán al abordar el asunto o el tema. ¿Por qué es conveniente hacer la investigación? (D'ugard & Díaz, 2023). Como se dijo anteriormente, esta investigación es práctica porque favorece a la disminución del riesgo de incendio en el establecimiento de salud Jorge Chávez. Además, el diseño del sistema de seguridad o protección contra incendios es conveniente porque se centra en la evaluación del riesgo.

1.4.2. *Justificación social*

En caso de un incendio en el centro de salud Jorge Chávez, la población quedaría desamparados, ya que es una de las seis C. de Salud de Juliaca, que atiende a cientos de pacientes de diversos lugares. Los incendios son poco



frecuentes, pero no nos avisan. Por eso diseñamos un sistema de prevención de incendios para dar seguridad, estar preparados para cualquier situación y responder con prontitud si se produce un incendio.

1.4.3. Justificación Económica

Desde el punto de vista económico, el diseño de un sistema de seguridad contra incendios sería bastante ventajoso, ya que, si se produjera un incendio o un siniestro en el centro de salud, se perdería una importante cantidad de dinero porque el centro de salud cuenta con equipos y materiales caros, además principalmente las vidas humanas que trabajan y visitantes a diario y más que nada los pacientes internados que son los más vulnerables ante cualquier riesgo. Como también la infraestructura estaría dañada y debilitada, no sería confiable la estructura después de un incendio.

1.4.4. Justificación ambiental

En esta tesis, el incendio es un suceso indeseable que puede ocurrir en un edificio hospitalario y que puede provocar la pérdida de la vida de las personas, deterioros en el equipamiento técnico, en la propia infraestructura y en las estructuras cercanas al centro de salud; en consecuencia, el riesgo a un incendio en estas instalaciones debe reducirse, y es fundamental y necesario tener sistemas de prevención de incendios eficientes y eficaces para prevenir de alguna manera las diversas amenazas que existen en cada centro de salud.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

Con el diseño del sistema contra incendios a base de agua, brindaremos mayor protección al establecimiento de salud Jorge Chávez, a los pacientes y al



personal médico, con el objetivo primordial de prevenir desastres y salvar vidas humanas y económicas.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Se encontró varios tipos de riesgos según la NFPA 13 para el centro de salud Jorge Chávez.
- Se logra obtener el diseño de distribución de tuberías del sistema contra incendios
- Con el software Elite Fire se consigue tener el caudal y presión que requiere el sistema contra incendios.
- Se logró seleccionar el tipo de bomba adecuada para sistema y el volumen de la cisterna.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

Riesgo por incendios en el centro de salud Jorge Chávez

1.6.2. Variable dependiente

Diseño del sistema de protección contra incendios a base de agua en la infraestructura del centro de salud

1.7. Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables de la investigación, que muestra las variables independientes y dependientes del estudio, se muestra en la tabla siguiente.



Tabla 1

Operacionalización de variables de la investigación

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE Riesgo por incendios en el centro de salud Jorge Chávez	Riesgo por incendio	Norma	La NFPA 13 Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores Edición 2022:
		Planos arquitectónicos	
DEPENDIENTE Diseño del sistema de protección contra incendios a base de agua en la infraestructura del centro de salud	Procedimiento del cálculo hidráulico	Memoria descriptiva	Norma A 130, 2012 sobre requisitos de seguridad
		Fórmulas para determinar el caudal y presión	La NFPA 13 Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores Edición 2022: NFPA 20 Edición 2022 Norma para la instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra incendio
		Diseño del sistema	Programa de modelamiento Software elite fire



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Carpio, 2023) Desarrollo Utilizando las normas NFPA 13, con el objetivo del estudio de evaluar el sistema de seguridad contra incendios del Hospital Universitario Católico Cuenca, sucursal de Azogues, realizó un análisis del estado actual del sistema de extinción de incendios, se propuso una serie de métodos para la mejora del sistema y se elaboró un diagrama de flujo en el que se indicaban los procedimientos indispensables para emplear adecuadamente las normas de la NFPA y producir un sistema de extinción de incendios eficaz. Para evaluar las necesidades asociadas a los principios hidráulicos. Se utilizaron Visual Basic y el programa Excel para calcular el procedimiento de la adquisición de los resultados necesarios del sistema. Esta aplicación calcula la cifra adecuada de rociadores necesarios en cada zona de estudio, al tiempo que examina los caudales y las presiones necesarias para los conductos de las tuberías, teniendo en cuenta las pérdidas debidas a las conexiones y la longitud, para garantizar un caudal de agua suficiente a través de las tuberías de distribución. Finalmente, el diagrama de flujo fue una parte fundamental para entender cada etapa de diseño del sistema de protección contra incendios y a



su vez desarrollar los resultados, la clasificación de riesgo y la determinación del número y la distancia de ocupación de los aspersores; como siguiente paso es determinar el caudal y la presión en función del tamaño de las tuberías, que deben colocarse de forma que la estructura del edificio soporte el esfuerzo mecánico que provocará el agua.

(García, 2021) En su trabajo de investigación en su objetivo general de diseñar un sistema fijo de protección contra incendios y a la vez elaborar el Plan de Emergencia en caso de producirse el incendios para los tanques estacionarios de GLP de la Planta de Producción de Sales de Potasio de Yacimientos de Lito Bolivianos, teniendo en cuenta las normas actualizadas y con el fin de reducir un acontecimiento sobre un incendios y/o explosiones y proteger todos los trabajadores de la planta; los cálculos hidráulicos donde cumple con todos los requisitos necesarios, así como el cálculo de caudales y presiones para la elección de las bombas, se hicieron con base en las recomendaciones dadas en los Reglamentos Nacionales, Normas INEN y Normas NFPA 13 y 20. Para el sistema contra incendios, se concluyó utilizar las bombas eléctricas y mecánicas (diésel) contra incendios con un caudal de 1500 gpm y 145 psi (313.13 pieTHD). Esta elección se hizo en base de una consideración no únicamente de los cálculos, sino también tomar precauciones en momento de que el sistema de electrificación interconectado deja de operar el sistema en el que la bomba Diesel entraría en funcionamiento.

(Cubillos et al., 2019), En su estudio, propone tres objetivos para crear un programa de mantenimiento preventivo del sistema de rociadores contra incendios de un hospital, entre ellos revisar la normativa vigente y determinar el método más adecuado para implantar un plan de mantenimiento de prevención en una red contra



incendios, Se identificaron y definieron las herramientas y componentes para el sistema de rociadores automáticos para la instalación de red contra incendios. Los diseños de las nuevas infraestructuras deben cumplir y regirse por las normativas actuales, que son la NRS 10, la NFPA 13 y 25 respectivamente, esto permite prevenir peligros a largo y mediano plazo. Las definiciones técnicas y recomendaciones para revisar, llevar a cabo y contrastar el plan de mantenimiento estratégico de la red de incendios, garantizando su correcto desempeño cuando sea necesario en caso de accidente.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

(Relúz, 2022) Desarrollo en su investigación el diseñar un sistema de protección contra incendios para un espacio de 353,64 m² con el fin de garantizar la seguridad del ambiente en el Pabellón A del Centro de Salud de la ciudad de Moncefú-Chiclayo, que es solamente el 7% del establecimiento. Los métodos utilizados se basaron en las normas UNE y NFPA para diagnosticar el sitio que se estudió, que son las zonas de bajo riesgo de nivel 1 del hospital. Asimismo, se instalaron 8 rociadores para operar en caso de siniestro, una cisterna de 30 m³ y el sistema contra incendios del centro tuvo un costo estimado de S/. 91,826.44 soles, incluyendo una bomba eléctrica con capacidad de 36 m³/h y 40 m así como una bomba diesel de respaldo.

(Centeno, 2020), efectuó en su trabajo de investigación con el objetivo de realizar los cálculos hidráulicos para rociadores de acuerdo a NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) 13, 14 y 20 para diseñar el sistema de protección de agua contra incendios para la reducción del riesgo de incendio en una infraestructura hospitalaria de Nivel II-E Hospital Zacarías Correa Valdivia en la región Huancavelica. En el cual indico que, de acuerdo a los cálculos, la bomba para el sistema de



rociadores tiene un caudal de 429.77 GPM, y será necesario seleccionar una bomba con un caudal de 500GPM que se encuentre disponible en el mercado, la cual es una bomba con un caudal mayor que cumpla con todos los requerimientos del sistema.

(Camacho, 2022), presento su monografía técnica con el objetivo de desarrollar el sistema y calcular las medidas de seguridad contra incendios a base de agua para el hospital María Reiche en el distrito de Marcona, provincia de Nasca, y el departamento de Ica. El hospital exige un nivel mínimo para proteger a cada uno de pacientes con problemas de movilidad o que no puedan evacuar a una zona de resguardo durante un incendio. Utilizo bastante información sobre la materia de mecánica de fluidos para concretar estos cálculos, que sirvió para confirmar los resultados conseguidos por el software (Elite Fire) que realiza un cálculo hidráulico; así que el resultado de esta monografía, adquirió para la bomba contra incendios que necesita esta instalación, la demanda del sistema es de 443,22 gpm de caudal a 136,32 psi de presión, lo que se aproxima mucho a los valores comerciales de 500 gpm a 140 psi.

(Chavez, 2022), en su trabajo de investigación presenta. Las empresas manufactureras o fabricadoras de bolsas de papel que operan y almacenan importantes volúmenes de productos que son inflamables en su transcurso de su actividad, lo que hace necesario el uso de medidas de seguridad contra incendios. El objetivo general de este estudio es de diseñar un sistema de aspersores contra incendios para el depósito general de una empresa de fabricación de bolsas de papel con el fin de reducir el nivel de riesgo de incendio de acuerdo con las directrices de la RNE y la NFPA. La norma RNE detalla el tipo de protección, mientras que la NFPA describe cómo proteger ante un siniestro. Las dimensiones de los montantes,



ramales, equipos y diferentes adjuntos para el diseño se generan ejecutando la simulación de cálculo hidráulico para el sistema de rociadores mediante el software Fluidflow. Los resultados principales del Sistema de bombeo: es de 2000 gpm y 135 psi de capacidad del depósito: 805 m³. Tipos de rociadores: Aspensor ESFR K=25. Donde finalmente, se realizó un estudio económico, que concluyó que el VAN es de 459,87 \$ con una TIR del 7,32%, lo que se traduce en rentabilidad.

2.1.3. Antecedentes regionales

(Alcarraz, 2020), Propuso en su trabajo de investigación como objetivo principal Analizar y realizar el diseño hidráulico eficaz para un sistema de protección contra incendio con enfriamiento y sofocación para tanques verticales de almacenamiento de hidrocarburos líquidos en la planta terminal de Juliaca, Utilizando el modelo de Darwin Designer del software WaterCAD en su edición v8i, que se basa en el principio de "Algoritmos Genéticos (AG)" sobreponiendo al mejoramiento de toda la red de tuberías. Este instrumento actual accedió buscar soluciones ideales que disminuyeran el coste de instalación de la red y, al mismo tiempo, cumplieran la normativa NFPA Asociación Nacional de Protección contra Incendios. Del mismo modo, se creó una guía matemática de la red de tuberías del sistema de prevención de incendios aplicando un software para determinar los diámetros correctos. Posteriormente, se presentaron los resultados de la simulación para los dieciséis diferentes escenarios de incendio en la Planta Terminal de Juliaca (en el orden igual en que se calcularon los diámetros óptimos). En la cual el resultado de presión y caudal van de la mano con los objetivos de esta tesis de investigación, garantizando el buen funcionamiento del sistema de refrigeración o enfriamiento, de espuma o de sofocación, en toda situación de incendio.

2.2. Marco teórico

2.2.1. El fuego

El fuego se crea cuando un oxidante y un combustible sufren una reacción química que libera energía en forma de calor y luz. El fuego requiere tres elementos: El combustible es esencialmente algo que puede quemarse. Puede ser sólido (como la madera o papeles), líquido (como el combustible o el petróleo) o gaseoso (como el gas natural). El aire contiene un 21% de oxígeno, un 78% de nitrógeno y un 1% de otros gases como el argón y el dióxido de carbón, y estos sirven de combustible. El calor, llamado también como energía de activación, es el primer calor introducido en un fuego por una cerilla encendida o un rayo de una tormenta. (Montoya & Roa, 2021)

Figura 1

Triangulo de fuego



Nota. (Montoya & Roa, 2021)



2.2.2. Clasificación de fuegos

a) Fuegos clase A

Se producen en materiales inflamables convencionales como los objetos de maderería, las telas, diferentes tipos de papeles, el caucho y entre otros polímeros. (NFPA 10, 2022).

b) Fuegos clase B.

Los incendios se producen por líquidos o fluidos inflamables, combustibles en forma de líquidos, grasas procedentes del petróleo, brea o betunes, variedad de lubricantes, pinturas fabricadas con aceite, disolventes, sustancias resinosas (lacas), alcoholes y como también gases explosivos. (NFPA 10, 2022).

c) Fuegos clase C.

Son incendios relacionados con equipos eléctricos como cocina, lavadora, celulares, licuadoras, televisores, fotocopiadoras, lamparas, etc. (NFPA 10, 2022).

d) Fuegos clase D

Son fuegos en base a los en metales combustibles como el magnesio que es peligroso porque explotan espontáneamente, el titanio, el circonio, el sodio, el litio y el potasio. (NFPA 10, 2022).

e) Fuegos clase K

Es la combustión de medios de cocción inflamables (grasas vegetales o animales y aceites alimentarios) en aparatos de cocina. (NFPA 10, 2022).



2.2.3. Clasificación de riesgos, tipos de fuego

2.2.3.1. Clasificación de riesgos y riesgos según los contenidos

El riesgo debe ser evaluado por las autoridades competentes con la finalidad del tipo de contenidos, métodos y actividades que puedan llevarse a cabo en el edificio. Si existen distintos grados de riesgo dentro del mismo edificio, los niveles de riesgo más altos predominarán en la clasificación; a menos que las distintas regiones estén compartimentadas o separadas geográficamente, debe consultarse la NFPA 101 en la edición designada por la autoridad capacitado para profundizar en el tema. Según la norma de disposiciones técnicas del cuerpo de bomberos, que se basa en las normas NFPA 1, NFPA 13 y NFPA 101, podemos clasificar los riesgos de la siguiente manera:

2.2.3.2. Riesgo ligero, leve o bajo

Se trata de lugares que contienen muchos materiales de Clase A y/o Clase B y que tienen una mínima inflamabilidad, lo que da lugar a incendios con pequeños índices de liberación de calor. Las oficinas, pequeñas tiendas, iglesias, salas de conferencias, locales de eventos y centrales telefónicas se clasifican como Clase A, mientras que la Clase B comprende cantidades modestas de materiales inflamables que deben de mantenerse en lugares sellados y almacenarse correctamente, como las fotocopiadoras y los departamentos de arte, los distribuidores de papel.

2.2.3.3. Riesgos ordinario o moderado

Cuando hay bastante materiales de Clase A o Clase B en lugares de peligro leve excede lo esperado. Estas ocupaciones incluyen almacenes, salas de ventas o comerciales grandes, salas de exposición de vehículos, aparcamientos, empresas de



fabricación, ubicaciones para talleres de aprendizaje, bibliotecas y almacenes que no estén clasificados como de alto riesgo.

✓ **Grupo 1:**

Espacio con una cantidad limitada de combustible y baja inflamabilidad convencional. La altura de almacenamiento no puede superar los 2,4 metros, y pueden producirse este siniestro con un índice de desprendimiento de calor ponderado.

✓ **Grupo 2:**

Espacio en el que las cantidades de combustible van de ordinarias a extraordinarias y la inflamabilidad es baja. La altura del depósito o almacenamiento de artículos con un índice de desprendimiento de calor templado no puede superar los 3,66 metros, mientras que la altura de almacenamiento de materiales con un índice de desprendimiento de calor prominente no puede superar los 2,4 metros.

2.2.3.4. Riesgo extraordinario o alto

Este riesgo surge en presencia de diferentes materiales de clase A y clase B, que pueden provocar grandes incendios. Almacenes con materiales combustibles a alturas superiores a 4,15 metros en pilas compactas o superiores a 3,05 metros en pilas que tengan áreas libres horizontales, así como regiones donde se ejecuten o hacen actividades de pintura, baños de inmersión, revestimientos que incluyan la manipulación de líquidos inflamables, talleres de carpintería, restauraciones de vehículos, talleres de arreglo de aviones, etc.

✓ **Grupo 1**

Donde los combustibles son abundantes y muy inflamables. Hay polvos peligrosos, pelusas y diferentes materiales, lo que aumenta la posibilidad de incendios que se propagan en una brevedad corta con altas tasas de desprendimiento del fuego, pero con pocas o ninguna sustancia inflamable.

✓ **Grupo 2.**

Cuando el volumen de combustibles o líquidos es de moderado a significativo.(Varela, 2020)

2.2.4. Sistema contra incendio

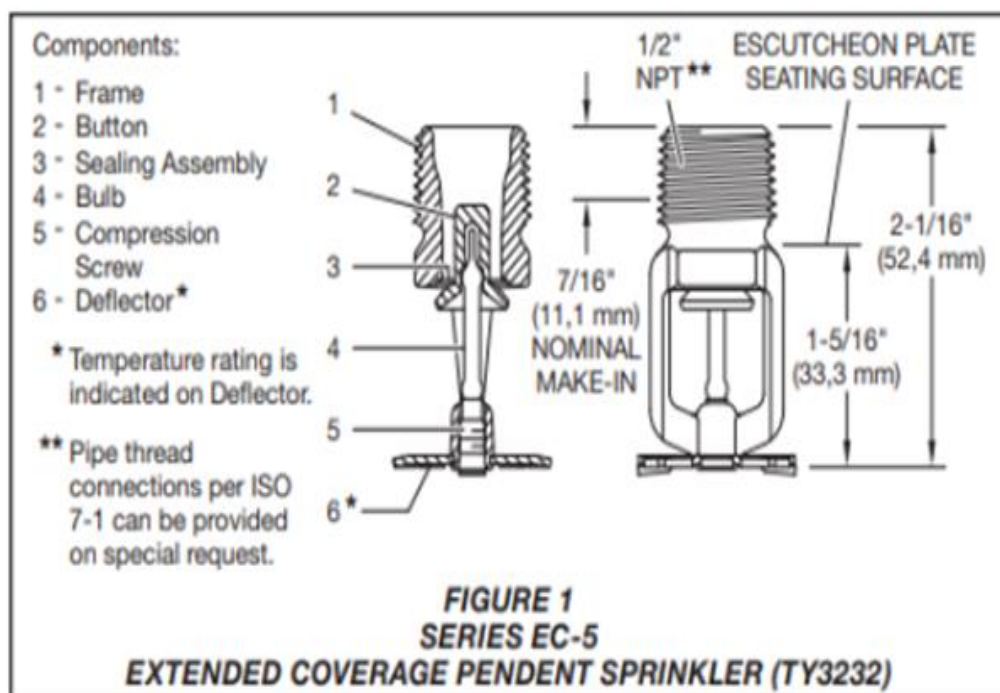
Se puede caracterizar como un conjunto de herramientas utilizadas para defender del fuego a edificios, teatros u otras estructuras destinadas a albergar un gran número de personas. En este momento, las características de estos sistemas se rigen a través de Códigos, Normas como también Decretos Supremos, así como por la autoridad competente. (Relúz, 2022).Son un conjunto de tácticas y equipos destinados a prevenir, resolver y extinguir incendios de manera eficaz y segura. «Los sistemas contra incendios tienen el compromiso de adherirse a las normas y estándares que son establecidos por organizaciones reconocidas internacionalmente como la NFPA, que establece las estipulaciones mínimas para el diseño, instalación y conservación de estos sistemas, garantizando su correcto desempeño en caso de incendio o de cualquier siniestro que ocurriese.(D'ugard & Díaz, 2023)

2.2.5. Rociadores

Estos dispositivos están diseñados específicamente para proyectar agua y distribuirla uniformemente dentro de una superficie base calculada mediante el efecto lluvia. Este dispositivo tiene un efecto termosensible, dependiendo del tipo de aspersor, que se funde cuando alcanza una temperatura significativa, preestablecida por los diseñadores para el espacio y la ubicación, lo que hace que el aspersor libere el agua. Este dispositivo cumple tres funciones principales en un sistema de extinción de incendios: Detecta llamas en el área de aplicación, activa alarmas y las extingue. (Montoya & Roa, 2021).

Figura 2

Componentes de un rociador



Nota. Ficha técnica rociador www.tyco-fire.com



2.2.6. Clasificación por temperatura de Activación

A la hora de seleccionar un rociador adecuado, en este punto es necesario tener en cuenta la temperatura que hay en la zona de trabajo o espacio a proteger, así como su sensibilidad a la temperatura que se activara. Los rociadores vienen con bombillas codificadas por colores, que muestra lo sensible ante la temperatura de activación, es de suma importancia la correcta selección de un rociador para proteger eficientemente; sabemos que la temperatura de trabajo en una oficina y la temperatura del lugar de trabajo en una industria metalúrgica o del hierro son muy distintos, dado que un aspersor con una temperatura de activación estándar lo activará indebidamente, no es posible elegir el mismo tipo de aspersor con diferente sensibilidad a la temperatura de activación en una industria con temperaturas ambiente elevadas. En su lugar, debe instalarse un aspersor con una alta sensibilidad a la temperatura de activación. Por otra parte, no es posible instalar un rociador con una temperatura de activación elevada en una oficina porque, en caso de incendio, tardaría mucho tiempo en activarse. Para elegir el rociador adecuado, el experto proyectista debe determinar primero la temperatura de activación del área que se desea proteger. Y en características de los aspersores en función de la temperatura de activación: Respuesta Estándar: Ampolla de 5 mm; Respuesta inmediata: Ampolla de 3mm. Los rociadores con temperaturas intermedias o altas pueden utilizarse tanto para riesgos normales como altos.(Paytan, 2019)

Tabla 2*Rango de temperatura del cielo raso*

Temperatura Máxima del Cielorraso		Rango de Temperatura		Clasificación de Temperatura	Código de Color	Colores del Bulbo de Vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	135-170	57-77	ordinaria	sin color o de color negro	naranja o rojo
150	66	175-225	79-107	intermedia	blanco	amarillo o verde
225	107	250-300	121-149	alta	azul	azul
300	149	325-375	163-191	extra alta	rojo	morado
375	191	400-475	204-246	muy extra alta	verde	negro
475	246	500-575	260-302	ultra alta	naranja	negro
625	329	650	343	ultra alta	naranja	negro

Nota. Extraído de la Norma para la instalación de Sistemas de rociadores, (NFPA 13, n.d.)

2.2.7. Sistema de rociadores

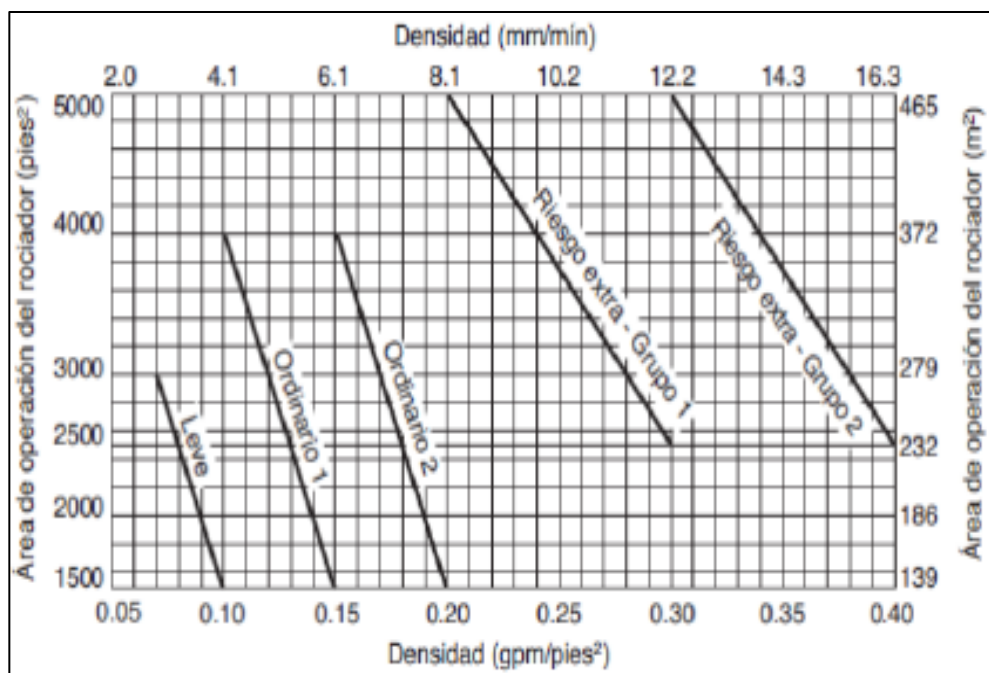
Son aspersores mecánicos que se activan automáticamente y se suministra agua en caso de incendio, lo que permite moderar o apagar definitivamente el fuego hasta que lleguen los bomberos para evitar que el fuego se propague y cause más daños a las edificaciones y las infraestructuras que debilitaría la estructura. Para garantizar un funcionamiento correcto, los rociadores deben estar vinculados a un sistema o red de tuberías de suministro de agua y colocados a una distancia precisa del techo, de acuerdo con la norma. La posición del rociador en el sistema es una de las cosas que hay que tener en cuenta a la hora de seleccionar un rociador adecuado. Aunque existen otros tipos de rociadores que pueden instalarse en diferentes ubicaciones, los más populares para las instalaciones de sistemas de prevención de incendios son los rociadores verticales o colgantes.(NFPA 13, n.d.)

2.2.8. Densidad y área

Dado que la NFPA 13 ofrece dos cifras para diagnosticar a detalle la evaluación de la densidad y el área, como se muestra en la imagen para la ocupación de productos básicos se tiene que determinar de antemano la clasificación del área que se trabajara o tener los planos arquitectonicos para determinar la evaluación correcta del calculo ya sea por ocupación o por producto básico, ya que el suministro de agua a los rociadores está sujeto a ser calculado utilizando las curvas de densidad y área.

Figura 3

Curvas de densidad y área de ocupación



Nota. Extraído de la (NFPA 13, n.d.2022) pág. 191.

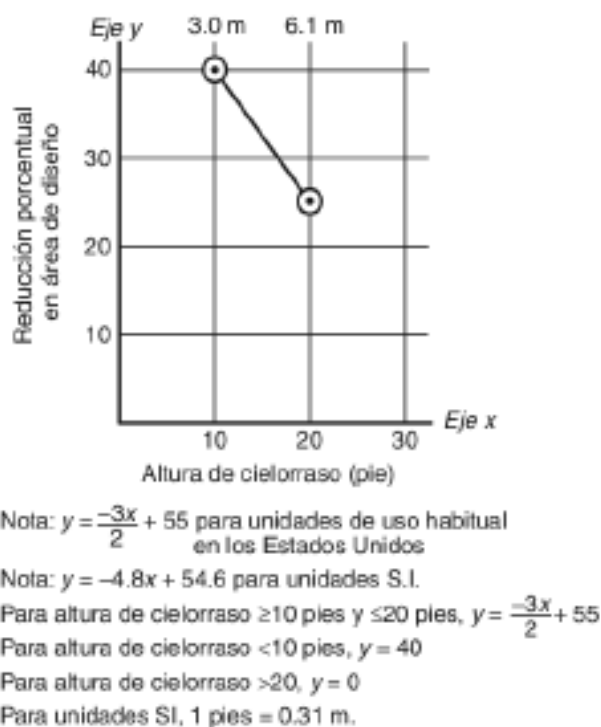
2.2.9. Área de diseño

El área de diseño y el área de funcionamiento son los mismos para los rociadores de respuesta convencional; sin embargo, en las zonas o áreas de diseño

será la disminución del área de trabajo de los rociadores de pronta respuesta que forman parte de un sistema contra incendios teniendo una red de tuberías húmedas o secas, tienen tipos de peligro riesgo ordinario, riesgo extraordinario o riesgo ligero o leve y una altura máxima de 6,1 metros (20 pies) desde el suelo hasta el falso techo. La figura 4 ilustra esta reducción contrastándola con la altura del falso techo. (Camacho, 2022)

Figura 4

Medida de reducción del área de diseño



Nota. Extraído de la (NFPA 13, 2022) Pág. 193

En consecuencia, se utiliza la siguiente formulación del área de diseño:

$$A_d = A_o (100\% - y)$$

2.2.10. Área de cobertura de rociadores

Está definida por:

$$A_s = S * L \quad (1)$$

Donde:

S : Largo de ramales

L : Distancia entre ramales

Para estimar la longitud del ramal o ramales, se consulta la tabla a continuación, que muestra la separación en función de la zona de protección, los peligros que muestra cada sector y la clase de construcción.

Las figuras y tablas que se muestran a continuación sirven de ayuda para la correcta selección de materiales, ubicaciones y parámetros fundamentales para el diseño inicial del sistema de prevención de incendios.

Tabla 3

Coberturas máximas por rociador

Clases de Ocupación	Cobertura máxima para los rociadores
Riesgo leve	225 ft ² (20.9m ²)
Riesgo ordinario	130 ft ² (12m ²)
	130 ft ² (12m ²) ^a
Riesgo extra	100 ft ² (9.3m ²) ^b

Nota: La descripción de la tabla nos indica que "a" son para rociadores de valores inferiores de densidades de 0,25 gpm/ft²; "b" son para densidades superiores a 0,25 gpm/ft². Extraído de la *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores* (NFPA 13, n.d.)

A cedula conveniente para la tubería depende de las carencias específicas de instalación y más en particular en la aplicación en la que se utilizara. El grosor de la pared de un tubo viene determinado por su forma, que se representa con el símbolo C. Es importante tener en cuenta que cuanto más gruesa sea la pared del tubo, mayor será el C. Los C más populares son 40 y 80, que se manipulan para conducir agua y en situaciones de mayor presión.

Figura 5

Dimensiones de las tuberías de acero

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

Nota. Tomado de (NFPA 20, 2022)

2.2.11. Cisternas

El cálculo de la cisterna se basará en el almacenamiento de agua. El volumen de la cisterna se calcula utilizando el caudal nominal y el tiempo de almacenamiento de agua; véase en la tabla la duración dependiente de la operación.



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

En la que:

Q = gal/min

T = min

2.2.12. *Temperatura del agua*

La temperatura del agua que circula por las tuberías que vinculan los aspersores o los rociadores no puede exceder los 120 °F (49 °C); cuando la temperatura del agua del aspersor supere los 49°C (120°F), deberán instalarse mecanismos de control. Los rociadores con un valor de temperatura intermedio o superior a 100 °F deben instalarse con precaución. Se debe tener precaución cuando los valores de temperatura mínima prohíben temperaturas inferiores a 40 °F o 4 °C. (NFPA 20, 2022)

2.2.13. *calculo hidráulico*

2.2.13.1. *caudal requerido para el área de diseño*

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

En la cual:

Q_{\min} = caudal mínimo para cada aspersor (gpm)

Dd = densidad de descarga (gpm/pie²)

As = área de cobertura (pies 2)

2.2.13.2. *Total de rociadores*

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

Donde:



Q_r : flujo total (gpm)

N° rociadores: número de rociadores

2.2.13.3. Presión requerida

El factor K, véase el Tab. 3, es necesario para distinguir el valor de K, y la fórmula para calcular la presión es a continuación:

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

Donde:

Q_{min} : flujo mínimo por aspersor (gpm)

K: factor de cantidad para el caudal de agua (gpm/(psi)^{1/2})

2.2.13.4. El caudal del último aspersor del ramal

Para calcular este número, es necesario determinar la superficie de cobertura y la densidad de aplicación de los aspersores, tal como se indica en la fórmula siguiente:

$$q_r = (A_c) (\text{Densidad } r) \quad (6)$$

Se requiere el caudal de descarga del rociador; esta fórmula calcula el caudal producido por el aspersor según a su presión de funcionamiento y del factor K.

$$q_r = K\sqrt{P} \quad (7)$$

2.2.13.5. Pérdida de fricción

La fórmula de Hazen Williams es la utilizada por la NFPA para medir la pérdida por fricción de las tuberías.



$$P_f = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}} L \quad (8)$$

Donde:

P_f: pérdida de presión por fricción (psi)

Q: caudal de agua (gpm)

C: coeficiente de Hazen Williams

d : diámetro interior de la tubería (in)

L : longitud de la tubería (ft)

2.2.13.6. pérdida de carga localizada

Según (Çengel, Cimbala, 2010) la pérdida resultante de la separación y mezcla de flujos al utilizar diversos accesorios y válvulas para un sistema de tuberías también se conoce como pérdida mínima o de fondo.

$$h_{local} = K_L \frac{V^2}{2g} \quad (9)$$

Donde:

V: Velocidad de agua

g: Gravedad

K_L: Coeficiente de pérdida de carga. El accesorio o la válvula que atraviesa el fluido determina el coeficiente.

2.2.13.7. Longitud equivalente

Según (Çengel, Yunus. Cimbala, 2010) es la longitud de un racor o válvula de sustitución que produce de igual forma la pérdida de carga que el racor o válvula original. Por lo tanto la longitud o la distancia equivalente viene determinada por el

diámetro y el tipo de racor o válvula que se va a cambiar; esta valoración se exponen en esta tabla:

Tabla 4*Tuberías de acero SCH 40- Longitudes*

Accesorios y válvulas	Longitudes Equivalentes							
	1	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6
Codo a 45°	1	1	2	2	3	3	4	7
Codo estándar a 90°	2	3	4	5	6	7	10	14
Tee o cruz (giro de flujo de 90°)	5	6	8	10	12	15	20	30
Válvula mariposa	-	-	-	6	7	10	12	10
Válvula compuerta	-	-	-	1	1	1	2	3
Retención tipo charnela	5	7	9	11	14	16	22	32

Nota. Extraído de (NFPA 20, 2022)

2.2.13.8. Cálculo de presiones residuales

Para el tema de presión residual se consiguen por medio de la fórmula de la energía

$$P_{est,1} + P_{din,1} + P_{e,1} + P_{bomba,u} = P_{ext,2} + P_{din,2} + P_{e,2} + P_L \quad (10)$$

Esta ecuación se puede calcularse a partir de las presiones residuales, vendría a ser la suma de presiones estáticas y dinámica, de ahí que la ecuación se represente de la siguiente manera:

$$P_1 + P_{bomba,u} = P_2 + P_{e,2} + P_L \quad (11)$$

2.2.13.9. Cálculo de la bomba

Dividiendo la fuerza bruta del motor, se determina la potencia útil de otros motores de bombas contra incendios y se utiliza para determinar sus potencias nominales. Según el fabricante, la reserva de potencia, el desgaste, las tolerancias y los complementos representan aproximadamente el 20% de la potencia bruta del

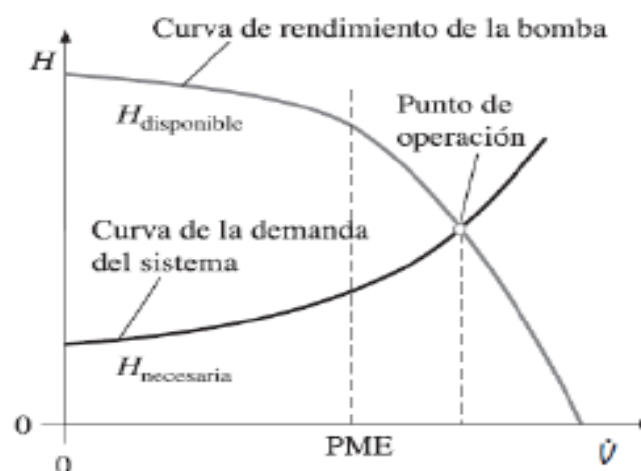
motor. Las curvas de prueba proporcionadas por el fabricante del motor se basan en presiones barométricas estándar a nivel del mar y 15,5°C (60°F). Por cada 1000 pies de altitud, la potencia utilizable de un motor de bomba contra incendios debe disminuir un 5% para los motores de gasolina y un 3% para los motores diesel. Un 1% por cada 10°F por encima de 60°C y un 18% por cada 10°C por encima de 15°C.

2.2.13.10. Curva y caudal de la bomba

Esta curva se establece mediante los parámetros de diseño y rendimiento de la bomba del fabricante; el punto de funcionamiento de la bomba viene determinado por la demanda del sistema. El caudal del sistema de los cálculos hidráulicos debe redondearse a los caudales comerciales normalizados disponibles en el mercado mundial, que se muestran a continuación.

Figura 6

Punto de operación T, punto de operación de una bomba



Nota. Tomado de (Çengel, y.Cimbala, 2010)

El punto de funcionamiento es la presión y el caudal a los que funciona la bomba para satisfacer las necesidades de presión y caudal del sistema.



2.3. Marco conceptual

2.3.1. incendios

La Coordinación Nacional de Protección Civil sostiene para que se origine un incendio deben coexistir tres componentes: combustible, productos químicos altamente oxidantes y energía de activación, lo que se denomina triángulo del fuego. El fuego puede iniciarse como resultado de diversos sucesos ordinarios; algunos son involuntarios, como la caída de un rayo sobre material combustible o la explosión de una tubería de gas, mientras que otros son intencionados, como encender una cerilla. (Intriago & Rodríguez, 2022).

2.3.2. Material combustible

Antes de que un material combustible pueda inflamarse o propagar el fuego, debe ser calentado hasta su temperatura de ignición por una fuente de ignición (calor). (Chamorro, 2023).

2.3.3. Presión

Es una magnitud física escalar simbolizada por las letras P. Describe una fuerza con actividad continua y la superficie sobre la que actúa. El sistema inglés, que utiliza libras por pulgada cuadrada, es el más manejado en el mercado nacional. En un sistema de supresión por agua, se emplea un manómetro en la descarga y un vacuómetro/manómetro en la aspiración de la bomba. Los manómetros se colocan estratégicamente en todo el sistema para verificar la presión del mismo. (Varela, 2020).



2.3.4. Bomba contra incendio

Equipo que desplaza el agua por un sistema de tuberías mediante un sistema hidráulico, diseñado y seleccionado para satisfacer la demanda máxima de agua del sistema de lucha contra incendios (caudal y presión). (Chamorro, 2023).

2.3.5. Bomba jockey

La función principal de este tipo de bomba es garantizar que se mantenga constantemente el nivel de presión establecido, como se indica en el diseño del sistema de extinción de incendios, y así suministrar el caudal suficiente para llenar las tuberías en un tiempo determinado.

2.3.6. Norma

Documento acreditado con un formato amplio apropiado para su referencia obligatoria en otra norma o código o para su promulgación como legislación, y cuyo texto principal incluye únicamente los elementos obligatorios, utilizando el término “deberá” para expresar las obligaciones. Las cláusulas no obligatorias no deben considerarse parte de los requisitos de una norma; en su lugar, van en un apéndice, anexo, nota a pie de página o letra pequeña. (Chacón & Cordova, 2021).

2.3.7. Manguera contra incendios

Los bomberos utilizan esta manguera, un tipo de tubo flexible, para transportar agua a presión desde el suministro de agua hasta el lugar de descarga. Debe ser flexible, tener una cubierta exterior resistente y un revestimiento interior liso e impermeable. Dependiendo del uso al que se destinen, las mangueras contra incendios pueden construirse de diversas formas, como con doble revestimiento, con

revestimiento simple, con revestimiento simple de caucho y de caucho duro, que puede no ser flexible. (Montoya & Roa, 2021).

2.3.8. Sistemas secos

Las tuberías de este tipo de sistema están llenas de nitrógeno o aire a presión en lugar de agua. Todo este aire comprimido o nitrógeno escapa a través de un rociador abierto cuando éste se abre por el calor producido por un incendio. Cuando la presión de la tubería disminuye, la válvula del sistema seco se abre para permitir que el agua salga por el aspersor abierto. Gracias a este método, se evita que el agua de la red de tuberías se congele en lugares con temperaturas excepcionalmente bajas.

2.3.9. Válvula de control

Una válvula de control de agua en los sistemas de rociadores permite a una persona designada cortar el suministro de agua para el mantenimiento y la supervisión continua del caudal, la presión y la temperatura.

2.3.10. Protección pasiva

Son acciones realizadas para mitigar los deterioros causados por una ignición que ya ha comenzado. Sus objetivos principales son evitar que el humo y los incendios se propaguen por todo el edificio y facilitar una evacuación del personal eficaz y bien organizada. Estos procedimientos contienen, por ejemplo, lo siguiente: compuertas de conductos de aire, revestimientos estructurales (para esparcir el periodo antes de un posible derrumbé debido a la deformación térmica), puertas cortafuegos, Los espacios y calidades de las rutas de evacuación están reguladas por

las distintas normas. Señalización y luces de emergencia, delimitación de secciones de incendio, etc. (Laura, 2023).

2.3.11. Protección activa

Se trata de medidas de precaución destinadas a garantizar que cualquier conato de incendio sea sofocado lo antes posible, evitando que se propague por todo el edificio. Se habla de dos tipos de medidas.

2.3.12. Medidas de extinción de incendios

Pueden ser automáticos o manuales: Extintores, Columna Seca, Hidrantes, Extintores Equipados (BIE), manuales; Automáticos, estos equipados con sistemas de numerosos productos y accesorios para la cese por dióxido de carbono, entre otros, actualmente en desuso.(Laura, 2023).

2.3.13. Software Elite Fire

Fire realiza rápidamente todos los cálculos hidráulicos exigidos por la (NFPA 13). Fire también predice los requerimientos de altura para los aspersores, genera dimensiones óptimas de tuberías y ejecuta instantáneamente un análisis de picos. Fire consigue gestionar todas las formas de sistemas de rociadores (árboles, rejillas, bucles e híbridos) con 1000 o más rociadores y tuberías. Se pueden evaluar contadores, desconectores, válvulas de control de alarmas y tuberías verticales.

Con la ayuda de todos los componentes de la tubería, Fire determina el caudal de agua en GPM y la velocidad, el caudal en GPM y la presión residual en el arranque de cada aspersor, las pérdidas de presión sufridas en cada segmento de la tubería como resultado de la fricción y la variación de la elevación, la presión de demanda



máxima del sistema y los GPM totales de agua que necesita el sistema. La estructura del informe pretende ayudar tanto a los diseñadores como a los revisores de planos.(Elite Software Development, Inc., n.d.)

2.3.14. Underwriters Laboratories (UL).

Una empresa mundial de seguridad y certificación de productos, esta empresa certifica una amplia gama de productos. Esta empresa verifica que, en el caso de los artículos de defensa contra incendios, la funcionalidad de tuberías, accesorios y equipos cumpla los requisitos específicos establecidos que garantizan su correcto funcionamiento durante un incendio.

2.3.15. Factory Mutual (FM)

Es proveedor de seguros que se comercializa a sí mismo ofreciendo planes de seguros «a prueba de fallos». Para ello cuenta con un sistema de acreditación (Compliance Certifications), cuyo objetivo último es reducir los riesgos derivados de diversos peligros, entre ellos los incendios. Hay que dejar claro que, aunque un producto tenga la certificación «UL» contra incendios y pueda utilizarse en sistemas conformes con la NFPA (National Fire Protection Association), debe sustituirse por una alternativa certificada por otra empresa, (FM) esta empresa va a certificar la instalación.



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de investigación

El diseño del presente trabajo de investigación es no experimental, Según (Escudero & Cortez, 2018), Este tipo de estudio examina los objetos en su estado y contexto actuales, porque para observar el impacto en otros factores, no cambiaremos a propósito las variables independientes.

3.2. Tipo de investigación

El diseño del sistema de agua contra incendios del centro de salud se basa en conocimientos de ingeniería adquiridos a lo largo de la formación universitaria y evaluados de forma práctica en laboratorios y simuladores, lo que hace que este estudio de investigación sea de tipo aplicativo.

3.3. Enfoque de la investigación

Según (Escudero & Cortez, 2018) el enfoque para esta investigación es cuantitativo, por lo cual se establecen teorías y preguntas básicas de investigación, a partir de las cuales se elaboran hipótesis y teorías. Se emplean diseños de investigación adecuados para ponerlas a prueba. Se evalúan las variables dentro de un entorno específico, se evalúa las medidas, tiene en cuenta el contexto.



3.4. Alcance o nivel.

Con el objetivo de describir un hecho o evento para su posterior examen a través de la recopilación de datos y mediciones, el nivel de investigación es descriptivo_ (Hernández et al, 2006) Dado que se establecerá una descripción de los peligros actuales en este edificio para futuras investigaciones y diseño del sistema de protección contra incendios, esto es pertinente para el tipo de trabajo que debe realizarse.

3.5. Materiales y equipos

Materiales

- Plano arquitectónico
- Calculadora
- Escritorio de gabinete

3.6. Técnicas e instrumentos

3.6.1. Técnicas

(Hernandez & Fernandez, 2014) La creación de una estrategia de procedimiento detallada que guíe sus esfuerzos de recopilación de datos hacia un objetivo específico forma parte del proceso de recopilación de datos.

La observación es el enfoque relacionado que se utiliza para complementar los datos de la investigación.:

- Análisis documental
- Revisión bibliográfica



3.6.2. Instrumentos

Mientras que, (Rosario & Camacho, 2013) El investigador utiliza herramientas físicas o virtuales para recoger información que permita medir una o varias variables, según la definición entonces tenemos.

- La ubicación geográfica
- Estudio de las normas nacionales e internacionales que se aplicaran al sistema contra incendios
- Recolección de datos.
- Estudio de riesgos
- Inspección visual
- Programas de simulaciones (AutoCAD, Revit)
- Programa de cálculo (software ELITE FIRE)

3.7. Población y muestra

3.7.1. Población

Una población es un grupo de personas o elementos con cualidades similares. (Hernandez & Fernandez, 2014)

La población del estudio está constituida por los centros de salud de Juliaca del mismo tipo o categoría.

3.7.2. Muestra

Según, (Rosario & Camacho, 2013), subraya que la muestra es una parte de una población que se considera representativa de la misma.

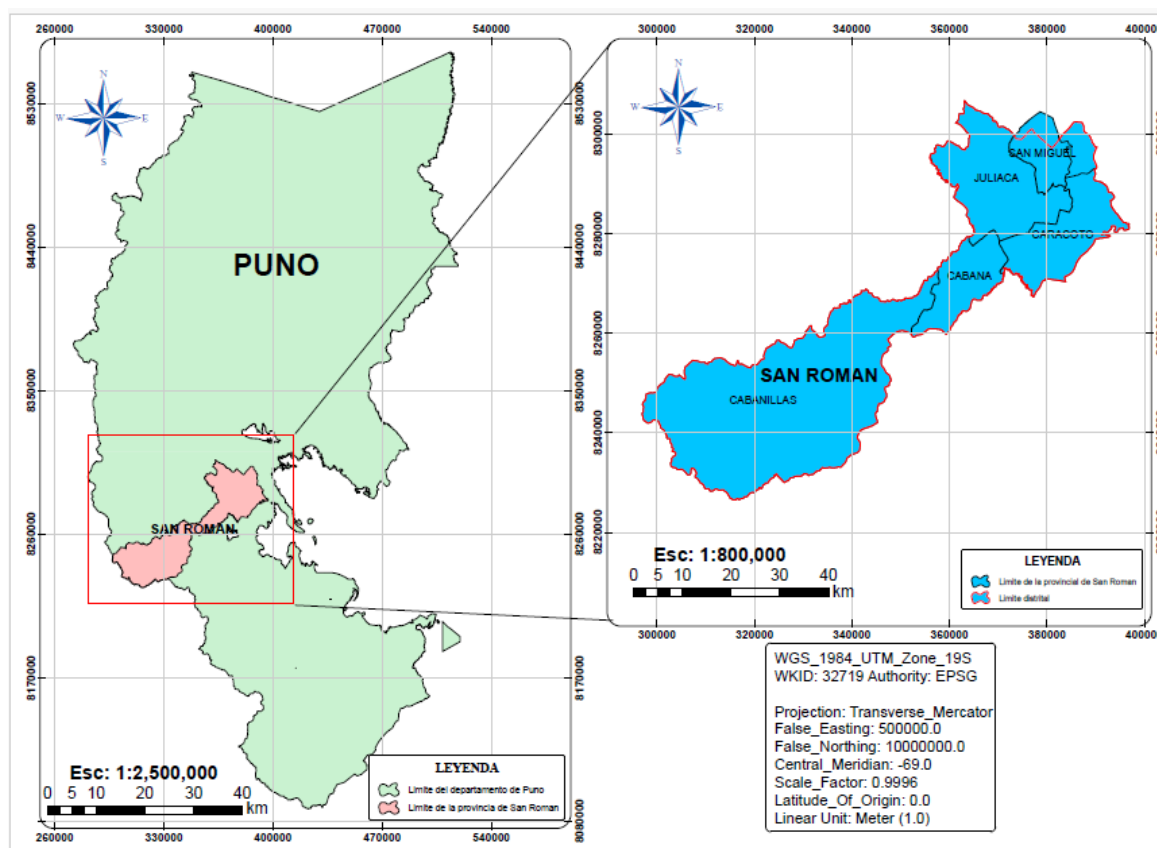
Y como muestra se tomó el centro de salud Jorge Chávez

3.8. Ubicación del área de investigación

El Centro de Salud Jorge Chávez de Juliaca ofrece servicios médicos. El centro de salud abre de lunes a viernes y ofrece una amplia gama de servicios médicos, como consultas generales, atención prenatal, pediatría, odontología y farmacia. La institución también alberga un laboratorio para pruebas médicas básicas. El centro de salud Jorge Chávez se encuentra en el distrito de Juliaca, con dirección en la calle Ancash N° 179 en la provincia de San Román en el departamento de Puno. El centro de salud está clasificado como I-4 (agrupación de centros de salud y centros médicos con camas de internamiento) y es administrado por la DISA Dirección de Salud.

Figura 7

Ubicación del distrito de Juliaca



Nota. Extraído del programa ArcGIS

Figura 8*Ubicación del centro de salud Jorge Chávez*

Nota. Adaptado de Google earth

3.9. Procedimiento para determinar los tipos de riesgos según la NFPA 13 para centro de salud

Para determinar este propósito, se llevó a cabo una investigación de zonificación en todas las regiones del segundo piso y del segundo nivel. De acuerdo con el estudio, se identificó cada zona y se describió cada uso específico para identificar los riesgos de incendio. El capítulo VII, artículo 81 de la norma A.130 sobre REQUISITOS DE SEGURIDAD, que se añadió en 2012, establece que los edificios sanitarios deben cumplir unas normas mínimas de seguridad que se aplican a todas las zonas internas del edificio, incluidas la cafetería, la tienda de regalos, la sala de reuniones y/o las zonas auxiliares, de conformidad con el Reglamento Nacional de Edificación RNE de 2006.

Tabla 5

Establecimiento de salud y sus tipos de protección

TIPO DE EDIFICACIÓN	Señalización e Iluminación de Emergencia	Extintores Portátiles	Sistemas de Rociadores	Sistema Contra Incendios	Detección y Alarmas Contra Incendios
Hospital (400 camas o Mas)	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Hospital (150 o 399 Camas)	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Hospital (50 a 149 Camas)	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Hospital (Menos de 50)	Obligatorio	Obligatorio	-	Obligatorio (1)	Obligatorio
Centros de Salud	Obligatorio	Obligatorio	-	Obligatorio (1)	Obligatorio (2)
Puesto de Salud	Obligatorio	Obligatorio	-	-	-
Centro Hemodador	Obligatorio	Obligatorio	-	-	-

Nota: (1) Obligatorio cuando el edificio tiene 2 niveles o más, (2) obligatorio cuando la edificación tiene 2 o más niveles. Extraído de RNE (Norma A.130,2012)

3.10. Clasificación de riesgos de acuerdo a la NFPA 13

Después de seleccionar los ambientes más críticos del edificio, es necesario conocer las características relevantes para establecer la clase de riesgo que atendería el sistema de rociadores, utilizando la categorización de riesgo conforme a la NFPA13, que se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 6

Clasificación de riesgos NFPA13

CLASIFICACIÓN DE RIESGO SEGÚN LA NFPA 13.	
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
RIESGO LEVE	Refugios para animales; iglesias; clubes; Aleros y voladizos, si son de construcciones combustibles, sin materiales combustibles debajo; Ocupaciones educacionales; Hospitales , incluidos hospitales para animales e instalaciones veterinarias; Ocupaciones institucionales; Criaderos de perros; Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados; Museos; Hogares de cuidados intermedios o casas de convalecencia; Oficinas , incluidas las de procesamiento de datos; Ocupaciones residenciales; Áreas de asientos de restaurantes ; Teatros y auditorios .
RIESGO ORDINARIO (GRUPO I)	Estacionamientos y salas de exhibición de automóviles; Panaderías; Fábricas de bebidas; Enlatadoras; Fabricación y procesamiento de productos lácteos; Plantas electrónicas; Fabricación de vidrio y productos de vidrio; Lavanderías; Áreas de servicio de restaurantes

Nota. Adaptado de (NFPA 13, n.d.)

3.11. Procesos para diseñar la red de distribución de tuberías del sistema contra incendios

El cálculo de diseño se realizó utilizando el programa AutoCAD. Solamente las áreas con riesgo de incendio fueron prediseñadas con todas las especificaciones señaladas en la norma NFPA 13, y la red de rociadores fue diseñada con base en los accesorios y medidas que se realizaron. El recuento de nodos para nuestra red se calculó utilizando las fórmulas 1 y 2 para el cálculo del área específica, así como el área de aseguramiento de los rociadores. En la tabla siguiente se indica el número de aspersores necesarios para la zona de riesgo.

De acuerdo al plano arquitectónico se tubo lo siguiente, tanto en la primera planta y segunda planta solo se trabajó con un total de 7007 ft², las zonas con mayor riesgo a posibles escenarios a incendios (se especifica más en los resultados del primer objetivo) son los bloques III y II de la primera planta y el bloque III del segundo nivel, entonces:

Para hallar el número de rociadores utilizamos la fórmula 4.

$$N^{\circ} = \frac{7007 ft^2}{225 ft^2} = 31 \text{ rociadores}$$

Tabla 7

Información de los nodos y rociadores

N° Nodos	N° Rociadores	Elevación (Ft)	Factor de Descarga (K)	N° Nodos	N° Rociadores	Elevación (Ft)	Factor de Descarga (K)
10	rociador	7.9	5.6	290		7.9	
20	rociador	7.9	5.6	300		7.9	
30	rociador	7.9	5.6	310	rociador	15.9	5.6
40	rociador	7.9	5.6	320	rociador	15.9	5.6
50	rociador	7.9	5.6	330	rociador	15.9	5.6
60		7.9		340		15.9	



70		7.9		350	rociador	15.9	5.6
80	rociador	7.9	5.6	360		15.9	
90	rociador	7.9		370		15.9	
100	rociador	7.9	5.6	380		15.9	
110	rociador	7.9	5.6	390		7.9	
120		7.9		400		7.9	
130	rociador	7.9	5.6	410	rociador	7.9	
140		7.9		420	rociador	7.9	5.6
150	rociador	7.9		430		7.9	
160	rociador	7.9	5.6	440	rociador	7.9	5.6
170		7.9		450	rociador	7.9	
180	rociador	7.9	5.6	460		7.9	5.6
190		7.9		470	rociador	7.9	5.6
200	rociador	7.9	5.6	480		7.9	
210		7.9		490	rociador	7.9	5.6
220		7.9		500		7.9	
230	rociador	7.9	5.6	510	rociador	7.9	5.6
240	rociador	7.9	5.6	520		7.9	
250	rociador	7.9	5.6	530	rociador	7.9	5.6
260		7.9		540	rociador	7.9	5.6
270	rociador	7.9	5.6	550		7.9	
280		7.9		560		7.9	
				570		7.9	

Basándose en los cálculos de presión y caudal de la red de aspersores y en el diseño del programa AutoCAD, los aspersores están separados 150 ft². En la tabla 9 se indica que el nodo viene a ser aspersor, y se puede utilizar la fórmula 6 para obtener el caudal.

Nodo 10

$$Q_{10} = (150 \text{ ft}^2) (0.10 \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2}) = 15 \text{ gpm}$$

Con este caudal, la presión del aspersor se calcula con la fórmula 5

$$P_{10} = \left(\frac{14.8 \text{ gpm}}{5.6 \text{ gpm/psi}^{1/2}} \right)^2 = 7 \text{ psi}$$

La tubería 10 - 20



El caudal de descarga del aspersor y el caudal de la tubería deben coincidir.

$$Q_{10-20} = 15.00 \text{ gpm}$$

El diseño del programa AutoCAD determina la longitud equivalente de los accesorios en función del diámetro de la tubería.

$$L_{10.20} = 15.40 \text{ ft}$$

A continuación, se utiliza la fórmula 8 para determinar la pérdida de presión.

$$P_{f10-20} = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}} L = \left(\frac{4.52(15)^{1.85}}{(100)^{1.85}(1.049)^{4.87}} (15.40) \right) = 1.649 \text{ psi}$$

Entonces la presión del nodo 30 se obtiene de la fórmula 11:

$$P_{20} = P_{10} + P_{f10-20} + P_{e10-20} = 7.0 \text{ psi} + 1.649 \text{ psi} + 0 = 8.65 \text{ psi}$$

Nodo 20

Se realizó ajuste de caudales de la tubería de 20-30

$$Q_{final} = Q_{inicial} \sqrt{\frac{P_{final}}{P_{inicial}}} = 15 \sqrt{\frac{8.65 \text{ psi}}{7 \text{ psi}}} = Q_{final20-30} = 16.67 \text{ gpm}$$

A continuación, se utiliza la tabla 6 para calcular la longitud equivalente de los accesorios para el diámetro de la tubería.

$$L_{eq} = (1)(5 \text{ ft}) = 5 \text{ ft}$$

A continuación, se determina la longitud total comparable mediante:

$$L_{30-30} = L_{tub} + L_{eq} = 12.4 + 5 = 17.40 \text{ ft}$$

La pérdida de carga ajustada en la tubería se calcula mediante la fórmula 8:

$$P_{f20-30} = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}} L = \left(\frac{4.52(16.674)^{1.85}}{(100)^{1.85}(1.049)^{4.87}} (17.40) \right) = 2.27 \text{ psi}$$

Entonces calculamos la presión del nodo 20 - 30

$$P_{20} = P_{30} + P_{f10-20} + P_{e20-30} = 7 \text{ psi} + 2.27 = 9.27 \text{ psi}$$

Seguimos calculando el nodo 30 – 40 caudales:

$$Q_{final} = Q_{inicial} \sqrt{\frac{P_{final}}{P_{inicial}}} = 16.67 \sqrt{\frac{9.27 \text{ psi}}{7 \text{ psi}}} = Q_{final20-30} = 19.19 \text{ gpm}$$

Con el caudal obtenido asumiremos la presión del rociador

$$P_{30} = \left(\frac{19.19 \text{ gpm}}{5.6 \text{ gpm/psi}^{1/2}} \right)^2 = 16.01 \text{ psi}$$

De tal manera se trabajó y se calculó con todos los nodos hasta el nodo número 570, con un total de 57 nodos y con la ayuda del programa Excel porque con todos los nodos, datos y formulas se organizó mejor en este programa, facilitando los resultados para llegar a los resultados esperados.

3.12. Procesos para simular el caudal y presión del sistema con el software

Elite Fire

El software nos ayudó a determinar el caudal y presión por nodo de la red de rociadores de las cuales se realizó una vez obtenido el diseño se subirá al software cada tramo como se muestra en las imágenes.

El software instalado es la versión 6.02.37 [7/21/2022] Elite Fire, que es un programa desarrollado específicamente para el cálculo de rociadores, en la imagen se muestra el inicio del programa.

Figura 9

Ingreso de datos al software

Nota. Extraído del software elite fire

Seguidamente la imagen muestra la ventana para colocar los datos del proyecto, como también el título del proyecto, y datos iniciales que se obtuvo mediante las fórmulas 1 y 2 durante el estudio de los planos arquitectónicos se tendrá los datos iniciales como el tipo de riesgo, el área total hacia el diseño de la red tuberías, el tipo de sistema de rociador y finalmente el modelo de la tubería que se utilizará para el diseño.

Figura 10

Definición De Tuberías

Pipe Data		Global Editor				Tree Builder			Grid Builder		
Add Pipe	Delete Pipe	Sort Pipe	Clear Pipe	Mark Inflow Node	Unmark Inflow Node	CPLD					
Beg End	Mat Loss psi	Dia inch Len ft	KFact K Dflt=0	Sprk Elev ft	Press Est psi	Sprk Area ft ²	Area Grp	NSprk Flow gpm	Std Fit NStd ft	Eq Len ft P Type	Status
[] []	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	[]	0.0	Active
[] []	[]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	0.0	0	[]
[] []	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	[]	0.0	Active
[] []	[]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	0.0	0	[]
[] []	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	[]	0.0	Active
[] []	[]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	0.0	0	[]
[] []	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	[]	0.0	Active
[] []	[]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	0.0	0	[]
[] []	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	[]	0.0	Active
[] []	[]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	[]	0.0	0.0	0	[]

Nota. Extraído del software elite fire

La siguiente imagen se muestra la captura del modelamiento, el cuadro para definir tuberías de las cuales se componen por un nodo inicial y final, colocando el tipo de tubería que se utilizará, el diámetro de la tubería, elevación de los rociadores en pies , área de cobertura de los rociadores en pies que llega a proteger ante un incidente de fuego a las edificaciones, así mismo ingresando el número de accesorios donde finalmente calcula por cada tramo hasta llegar a los resultados esperados.

Figura 11

Criterios de calculo

Calculation

Calculation Comment:

Calculation Mode

Demand

Minimum Residual Pressure At HMD Sprinkler Node psi 0

Minimum Desired Density gpm/ft² 0.0

Supply

Residual Pressure At Inflow Node Number psi Required

Options

Use Automatic Peaking Calculation Use Residual Pressure Estimates

Ignore Pump Boost In Calculation And Show Pump Curve

Imbalance

Converge to 0.01 flow imbalance (may slow calculations)

Maximum Nodal Pressure psi

Average Nodal Pressure psi

Oscillation Damping Factor

Initial Damping Factor: 0

Minimum Damping Factor: 0

Calculate Display

Nota. adaptado del software elite fire

En esta imagen es el paso final para calcular la toda red, los criterios de cálculo, finalmente se muestra el reporte detallado. Bajo este proceso así se desarrolló el proyecto.

Para ello, aprovechamos las ventajas que ofrece esta aplicación de cálculo hidráulico, ya que los datos introducidos mediante la ecuación de Hazen-Williams y las iteraciones nos proporcionaron las cifras de presión y caudal requeridas por el sistema.

Se registro los datos obtenidos por los planos diseñados en AutoCAD indicando los nodos, tuberías y el área, La salida del software se muestra en las posteriores imágenes.

Figura 12

Datos de entrada del nodo

Fire Sprinkler Input Data						
Node Input Data						
Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
10	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	7.00 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
20	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	8.61 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
30	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	15.90 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
40	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	35.67 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
50	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	84.16 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
60	No Discharge ---	0.000	N/A 0.0	85.09 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
70	No Discharge ---	0.000	N/A 0.0	86.73 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
80	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	29.67 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
90	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	35.80 ---	7.90 0.0	0.00 0.00

Nota. Extraído del software elite fire

Este reporte se ha extraído del informe del programa Elite Fire. Esta sección del informe muestra los datos de entrada necesarios del software, así como:

El número de nodo: es el número que concedemos a cada nodo, el nodo puede ser un aspersor que descarga del caudal para el sistema; en cuanto al factor K para los rociadores: este valor del factor K viene por el rociador propuesto en nuestro caso se trabajó con 5.6 ft; seguidamente la presión de la red: La

presión a la que funcionará el aspersor; Elevación del nodo: Elevación relativa al nivel de referencia en el diseño se trabajó con 7.9 ft y 15.8 ft; Sin rociadores, el caudal es 0 porque la descarga de caudal es generada únicamente por los rociadores. Grupo de áreas: Cuando es necesario trabajar en sectores con los mismos parámetros, no se consideró en este trabajo.

Figura 13

Datos de entrada de tubería

Fire Sprinkler Input Data									
Pipe Input Data									
Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
570	560	SCHED 40 STEEL, DRY	6.000	0	C	0.80	22.80	23.60	100
560	550	SCHED 40 STEEL, DRY	6.000	0	E	7.90	9.90	17.80	100
550	400	SCHED 40 STEEL, DRY	6.000	0	E	4.00	9.90	13.90	100
400	540	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0		2.30	0.00	2.30	100
540	530	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	T	9.80	7.10	16.90	100
530	520	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	T	5.60	7.10	12.70	100
520	510	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	E	9.80	3.50	13.30	100
510	500	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	T	7.50	7.10	14.60	100
500	490	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	T	6.00	7.10	13.10	100
490	480	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	T	21.00	3.50	24.50	100
480	470	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	5.00	1.40	6.40	100
500	460	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	T	15.00	7.10	22.10	100
460	450	SCHED 40 STEEL, DRY	1.500	0	T	3.00	5.60	8.60	100
450	440	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0		14.00	0.00	14.00	100

Nota. Obtenido del software ELITE FIRE

Esta imagen se ha obtenido a partir del informe que se hizo por el programa Elite Fire, se puede ver la información de ingresada al software, tales como:

El primer nodo es donde comienza la tubería, y concluye en el último nodo.

Descripción de las tuberías: Especifica el tipo de tubería y si el sistema trabajara

húmedo o seco, a la vez el diámetro de la tubería se denomina diámetro nominal, seguidamente los datos sobre los accesorios: en este caso se insertan los accesorios del segmento de tubería, también la longitud de los accesorios: resulta que los accesorios tienen la misma longitud. La longitud nominal más la longitud de los accesorios es igual a la longitud total, y por último el coeficiente Hazen-Williams es el factor C

Figura 14

Datos de salida de agrupaciones generales de nodos

Fire Sprinkler Output Data									
Overall Node Groupings Output Data									
Pipe Segment Beg. Node	End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)	
10	20	0	-14.82	14.82	0.00	0.00	7.00		
20	10	0	14.82	16.43	0.00	0.00	8.61	0.00000	
20	30	0	-31.25						
30	20	0	31.25	22.33	0.00	0.00	15.90	0.00000	
30	40	0	-53.58						
40	30	0	53.58	33.44	0.00	0.00	35.67	-0.00002	
40	50	0	-87.03						
50	40	0	87.03	51.37	0.00	0.00	84.16	0.00025	
50	60	0	-138.40						
60	50	0	138.40	0.00	0.00	0.00	85.09	0.00000	
60	70	0	-138.40						
70	60	0	138.40	0.00	0.00	0.00	86.73	0.00000	
70	220	0	-340.13						
70	140	0	201.73						
80	90	0	-30.50	30.50	0.00	0.00	29.67	-0.00005	
90	80	0	30.50	33.51	0.00	0.00	35.80	-0.00006	
90	100	0	-64.01						

Nota. Sustraído del software elite fire

Esta figura procede de un informe emitido por Elite Fire Software. la ilustración a continuación muestra los próximos números de salida: El caudal acumulado en el segmento de tubería se denomina caudal de tubería. Caudal del aspensor en el nodo inicial se refiere al caudal liberado para el nodo del aspensor. El caudal no

procedente de los aspersores (salida y entrada) se refiere a los caudales medidos fuera de la red de aspersores y armarios. Después, la presión en el nodo del aspersor o rociador viene definida por la presión residual en el primer nodo. Caudal inestable en el nodo inicial: diferencia entre el caudal de la tubería y el caudal del aspersor dentro del recorrido de la tubería; para que el resultado del caudal sea correcto, esta diferencia debe ser lo más cercana posible a cero.

Figura 15

Datos generales de salida de rociadores

Fire Sprinkler Output Data							
Overall Sprinkler Output Data							
Flowing Sprinkler Node No.	Area Group Code	Sprinkler KFactor (K)	Sprinkler Elevation (feet)	Residual Pressure (psi)	Flowing Area (ft²)	Flowing Density (gpm/ft²)	Sprinkler Discharge (gpm)
10		5.60	7.90	7.00	22.00	0.673	14.82
Sub Totals For Non-Group					22.00	0.673	14.82
20		5.60	7.90	8.61	22.00	0.747	16.43
Sub Totals For Non-Group					22.00	0.747	16.43
30		5.60	7.90	15.90	22.00	1.015	22.33
Sub Totals For Non-Group					22.00	1.015	22.33
40		5.60	7.90	35.67	22.00	1.520	33.44
Sub Totals For Non-Group					22.00	1.520	33.44
50		5.60	7.90	84.16	22.00	2.335	51.37
Sub Totals For Non-Group					22.00	2.335	51.37
80		5.60	7.90	29.67	27.00	1.130	30.50
Sub Totals For Non-Group					27.00	1.130	30.50
90		5.60	7.90	35.80	27.00	1.241	33.51
Sub Totals For Non-Group					27.00	1.241	33.51
100		5.60	7.90	63.27	25.00	1.782	44.54
Sub Totals For Non-Group					25.00	1.782	44.54
110		5.60	7.90	63.09	225.00	0.198	44.48
Sub Totals For Non-Group					225.00	0.198	44.48
130		5.60	7.90	75.63	24.00	2.029	48.70
Sub Totals For Non-Group					24.00	2.029	48.70
150		5.60	7.90	12.13	21.00	0.929	19.50

Nota. Extraído del software elite fire

La imagen se ha generado a partir del informe suministrado por el programa Elite Fire, esta imagen muestra los datos de salida de la siguiente manera: Área de caudal: es el espacio protegido por el aspersor o rociador; en cuanto a la densidad de caudal: La cantidad de caudal que el aspersor libera por unidad de superficie; ahora para la descarga del aspersor: es la velocidad a la que el aspersor libera agua.

Figura 16

Datos totales de salida de tuberías

Fire Sprinkler Output Data									
Overall Pipe Output Data									
Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
20	5.60	7.90	16.43	8.61	1.00	14.82	0.10471	14.00	1.613
10	5.60	7.90	14.82	7.00	1.049	14.82	E	1.40	0.000
SCHED 40 STEEL_DRY					100	5.50	0	15.40	1.613
30	5.60	7.90	22.33	15.90	1.00	16.43	0.41654	14.00	7.289
20	5.60	7.90	16.43	8.61	1.049	31.25	T	3.50	0.000
SCHED 40 STEEL_DRY					100	11.60	0	17.50	7.289
40	5.60	7.90	33.44	35.67	1.00	22.33	1.12950	14.00	19.766
30	5.60	7.90	22.33	15.90	1.049	53.58	T	3.50	0.000
SCHED 40 STEEL_DRY					100	19.89	0	17.50	19.766
50	5.60	7.90	51.37	84.16	1.00	33.44	2.77069	14.00	48.487
40	5.60	7.90	33.44	35.67	1.049	87.03	T	3.50	0.000
SCHED 40 STEEL_DRY					100	32.31	0	17.50	48.487
60	0.00	7.90	0.00	85.09	2.50	51.37	0.10115	5.00	0.931
50	5.60	7.90	51.37	84.16	2.469	138.40	E	4.20	0.000
SCHED 40 STEEL_DRY					100	9.27	0	9.20	0.931
70	0.00	7.90	0.00	86.73	3.00	0.00	0.03512	36.00	1.640
60	0.00	7.90	0.00	85.09	3.068	138.40	T	10.70	0.000
SCHED 40 STEEL_DRY					100	6.01	0	46.70	1.640
70	0.00	7.90	0.00	86.73	2.50	0.00	0.20311	7.00	3.148
140	0.00	7.90	0.00	83.58	2.469	201.73	T	8.50	0.000
SCHED 40 STEEL_DRY					100	13.52	0	15.50	3.148

Nota. Extraído del software elite fire

A partir de los datos de diseño, éste es el informe recibido del software. La presión que se acumula en un nodo se conoce como presión residual; PE: vendría ser la pérdida de presión inducida por la elevación; PF: es la pérdida por fricción; y finalmente PT: viene a ser la suma de las pérdidas por elevación y fricción

3.13. Procesos para elegir la bomba adecuada para sistema y el volumen de la cisterna

3.13.1. Caudal de selección de la bomba

Para representar los caudales comerciales que se encuentran en el mercado mundial recomendadas por la NFPA 20, UL o FM, el caudal del sistema que se deriva de cálculos hidráulicos debe redondearse. La tabla que viene a continuación se muestra estos caudales normalizados por la NFPA 20.

Figura 17

Capacidades de las Bombas Centrífugas contra Incendios

gpm	L./min	gpm	L./min
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

Nota. Obtenido de la", (NFPA 20, 2022)

Con el fin de garantizar que los sistemas funcionen eficazmente y la norma NFPA 20 establece directrices para la selección e instalación de bombas con el objetivo de proporcionar un suministro de agua suficiente y fiable en caso de incendio. Esto ayuda a preservar tanto la vida como la propiedad.

Figura 18

Dimensiones mínimas de las tuberías (nominal).

Pump Rating (gpm)	Minimum Pipe Sizes (Nominal) (in.)							
	Suction ^{a,b,c}	Discharge ^a	Relief Valve	Relief Valve Discharge	Meter Device	Number and Size of		Hose Header Supply
						Hose Valves	Nonthreaded Connections	
25	1	1	¾	1	1½	1-1½	1-2½	1
50	1½	1½	1¼	1½	2	1-1½	1-2½	1½
100	2	2	1½	2	2½	1-2½	1-2½	2½
150	2½	2½	2	2½	3	1-2½	1-2½	2½
200	3	3	2	2½	3	1-2½	1-2½	2½
250	3½	3	2	2½	3½	1-2½	1-2½	3
300	4	4	2½	3½	3½	1-2½	1-2½	3
400	4	4	3	5	4	2-2½	1-5	4
450	5	5	3	5	4	2-2½	1-5	4
500	5	5	3	5	5	2-2½	1-5	4
750	6	6	4	6	5	3-2½	1-5	6
1000	8	6	4	8	6	4-2½	1-5	6
1250	8	8	6	8	6	6-2½	1-5	8
1500	8	8	6	8	8	6-2½	1-5	8
2000	10	10	6	10	8	6-2½	2-5 ^d	8
2500	10	10	6	10	8	8-2½	2-5 ^d	10
3000	12	12	8	12	8	12-2½	2-5 ^d	10
3500	12	12	8	12	10	12-2½	3-5 ^d	12
4000	14	12	8	14	10	16-2½	3-5 ^d	12
4500	16	14	8	14	10	16-2½	3-5 ^d	12
5000	16	14	8	14	10	20-2½	3-5 ^d	12

Nota. Adaptado de (NFPA 20, 2022) para la selección de la bomba en el mercado

3.13.2. Procedimiento para desarrollar el volumen Cisterna almacenamiento

En cumplimiento de la norma NFPA 13, que especifica las normas mínimas para el diseño y la instalación de sistemas de protección contra incendios por rociadores, se ponen en función de la zona de operaciones.

Tabla 8

Duración de operación de aspersores.

Clasificación de la actividad	Presión residual necesidad	Caudal aceptable en la base de la tubería vertical de alimentación		Duración
	psi	gpm	gpm	
riesgo ligero	15	500	750	30 - 60
riesgo ordinario (grupo 1)	1	700	1000	60 - 90
riesgo ordinario (grupo 2)		700	1000	60 - 90
riesgo ordinario (grupo 3)	los debe determinar la autoridad competente			60 - 120

Nota. Sustraído de (NFPA 13, 2022.)

Utilizando la siguiente formula:

$$V_{cis} = caudal * tiempo \quad (12)$$

Donde:

V_{cis} : Volumen de la cisterna



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

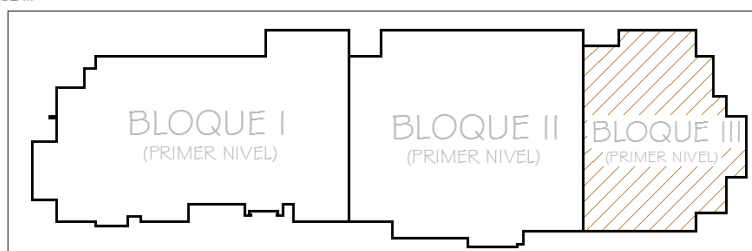
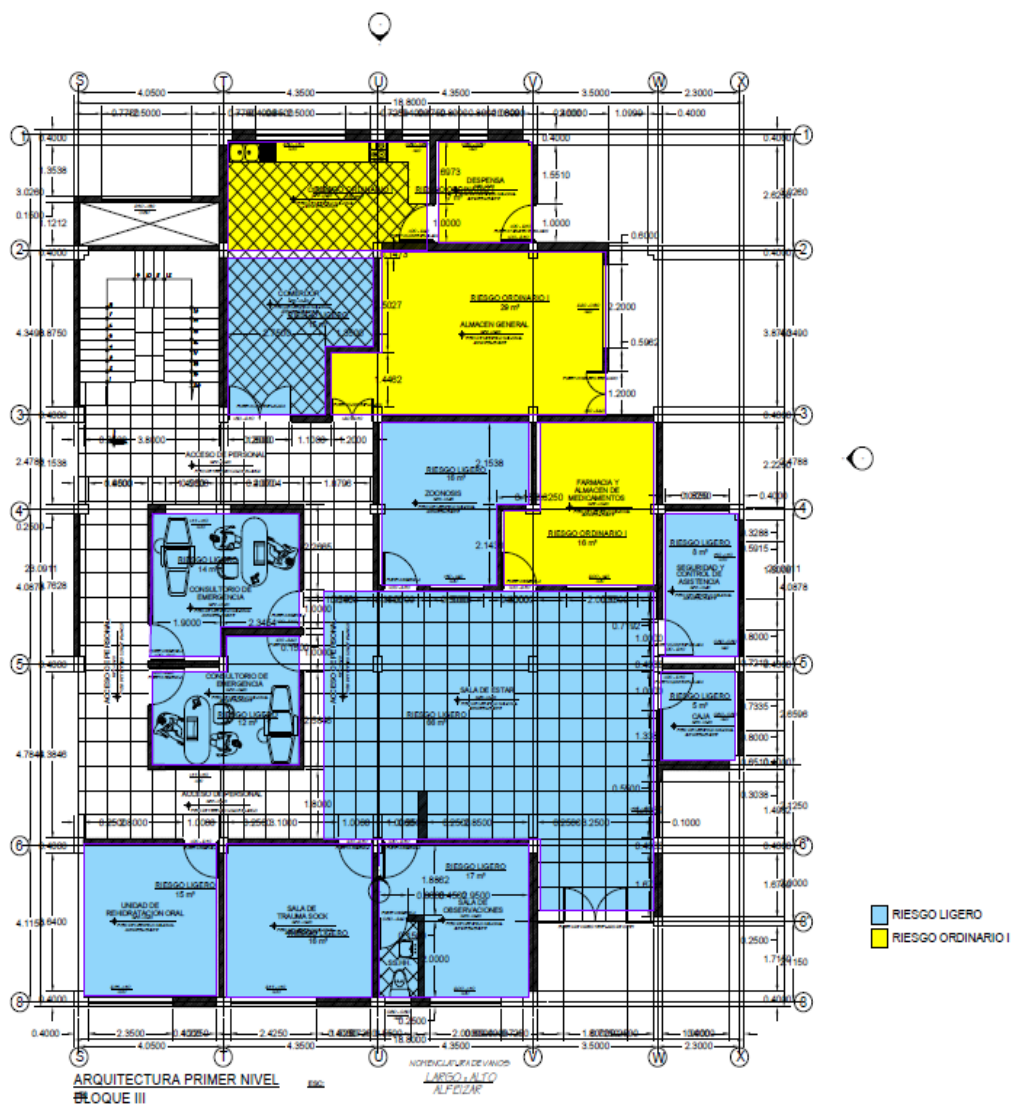
4.1.1. Determinación de los tipos de riesgos según la NFPA 13 en el centro de salud.

Como se puede observar en la Tabla 8, que muestra que el tipo de edificio para instalaciones sanitarias requiere un sistema de protección contra incendios, se debe diseñar el sistema contra incendios con red de rociadores en todos los niveles de la infraestructura y también es necesario clasificar los riesgos. Se ha tenido en cuenta el Reglamento Nacional de Edificación (RNE), que indica el tipo de protección contra incendios en función del tipo de edificio a proteger.

En relación al objetivo específico 1; Determinar los tipos de riesgos de incendios para el centro de salud, se realizó la clasificación con el programa Revit, así mismo los planos arquitectónicos están determinados por bloque para la mejor visualización de los detalles de los planos.

Figura 19

Plano arquitectónico – bloque III – PRIMERA PLANTA



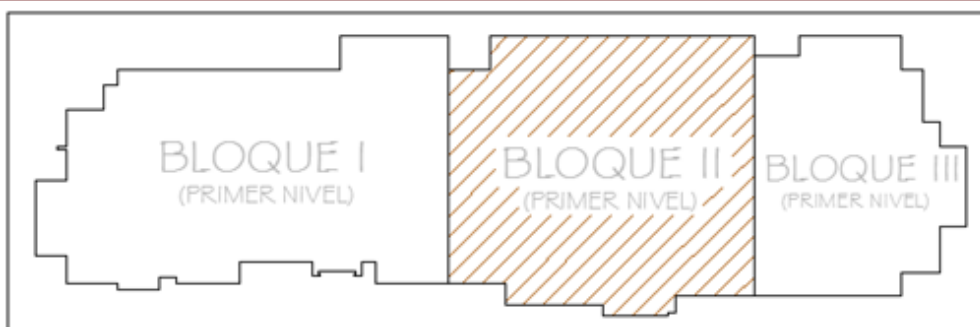
La siguiente figura muestra la clasificación de riesgos del bloque III primera planta del centro de salud, dando como resultado que zonas de color celeste son de riesgo LIGERO según la clasificación de la norma, el área del comedor, zoonosis, consultorio de emergencia, la sala de estar, sala de trauma shock, unidad de rehidratación oral, sala de observación, seguridad y control de asistencia y caja.

Ahora para las áreas de la cocina, despensa, almacén general, farmacia y almacén de medicamentos corresponden a ser riesgo ORDINARIO I que están sombreadas de color amarillo indicando áreas a mayor riesgo de incendio.

Figura 20

Plano arquitectónico – bloque II – PRIMERA PLANTA

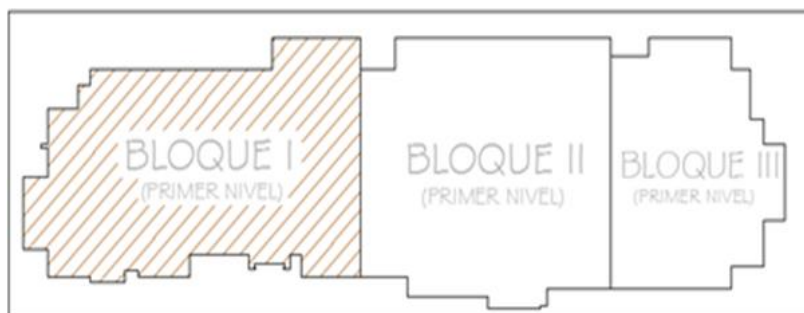




Esta figura muestra el plano arquitectónico del bloque II de la primera planta, resulta que todas las áreas sombreadas con el color celeste la sala de cesarías y quirófano, vestuario damas, vestuario varones, área de parto, atención al recién nacido, preparación y dilatación, la sala de neonatología, estar de las enfermeras, tóxico, sala de cunas, internamiento de obstetricia, internamiento de pediatría, internamiento varones y damas; indica que son zonas de riesgo LIGERO según la calificación de riesgos por la norma NFPA 13. Entonces es necesario conformar y diseñar en esta zona la red de rociadores por la dificultad de la movilización, tales como el área de internamiento.

Figura 21

Plano arquitectónico – bloque I – PRIMERA PLANTA





Los resultados del bloque I – primera planta del centro de salud, muestra que el área de farmacia y almacén de medicamentos son clasificación de riesgos ORDINARIO I, la zona de color amarillo la única área.

Seguidamente en el plano se muestra los resultados obtenidos mediante el programa Revit para la categorización de riesgos en los ambientes del centro de salud que están sombreadas de color celeste.

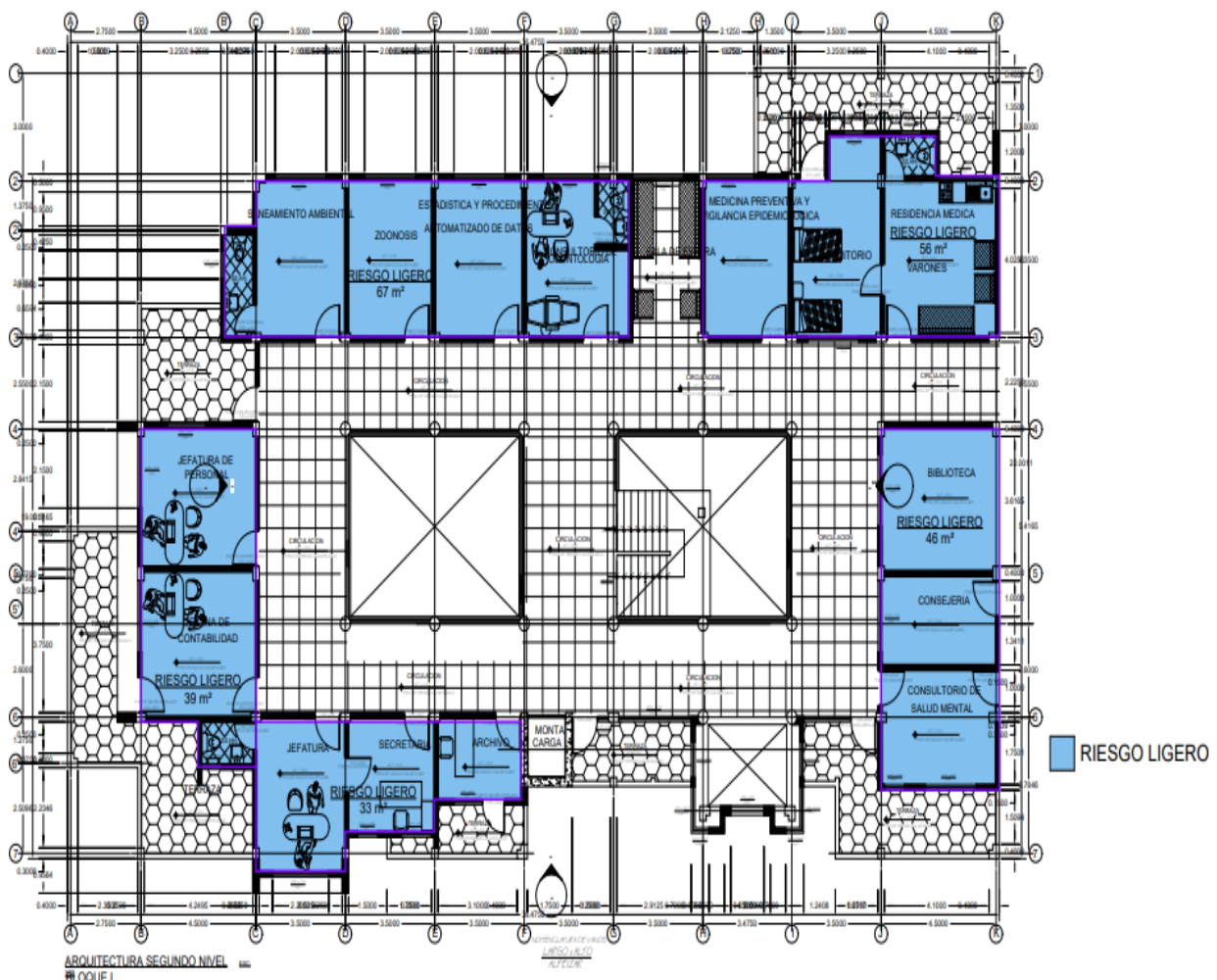
Son los ambientes de laboratorio, la oficina de recepción de muestras, la zona de toma de muestras deposito, ecografía, vestidor, cuarto oscuro, la zona rayos x, cuarto de disparó, oficina de archivos de placas, consultorio de gineco obstetricia, consultorio mujer, consultorio medicina general, consultorio niños, consultorio

pediátrico, cuarto de inyectables e inmunizaciones, consultorio tópico, oficina de seguros y seguro social, consultorio de psico profilaxis, consultorio de triaje, oficina de historia de archivos clínicos.

Se tiene un resultado de riesgo LIGERO según la clasificación de riesgos de la norma NFPA 13, Norma para la instalación de sistemas de rociadores de la tabla 7.

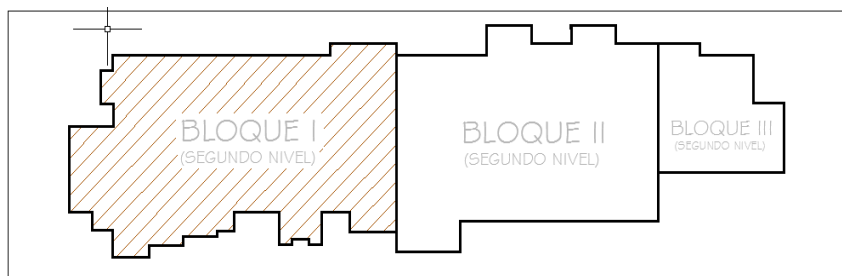
Figura 22

Plano arquitectónico – bloque I – SEGUNDA PLANTA



ARQUITECTURA SEGUNDO NIVEL
BLOQUE I

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
ALFONSO

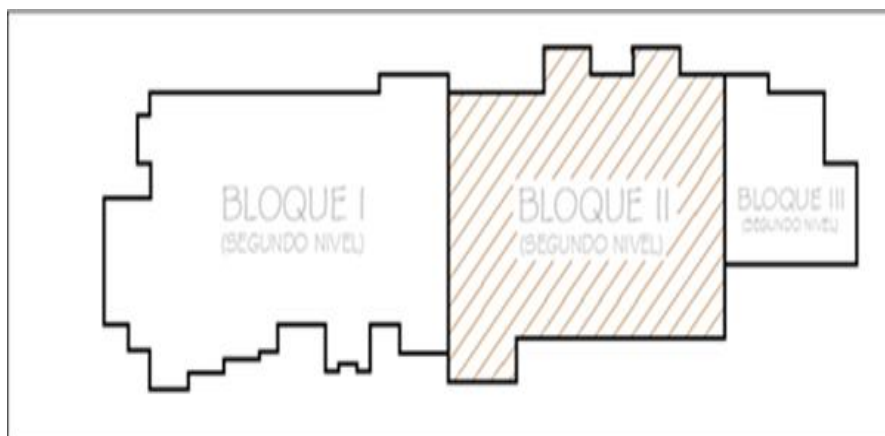


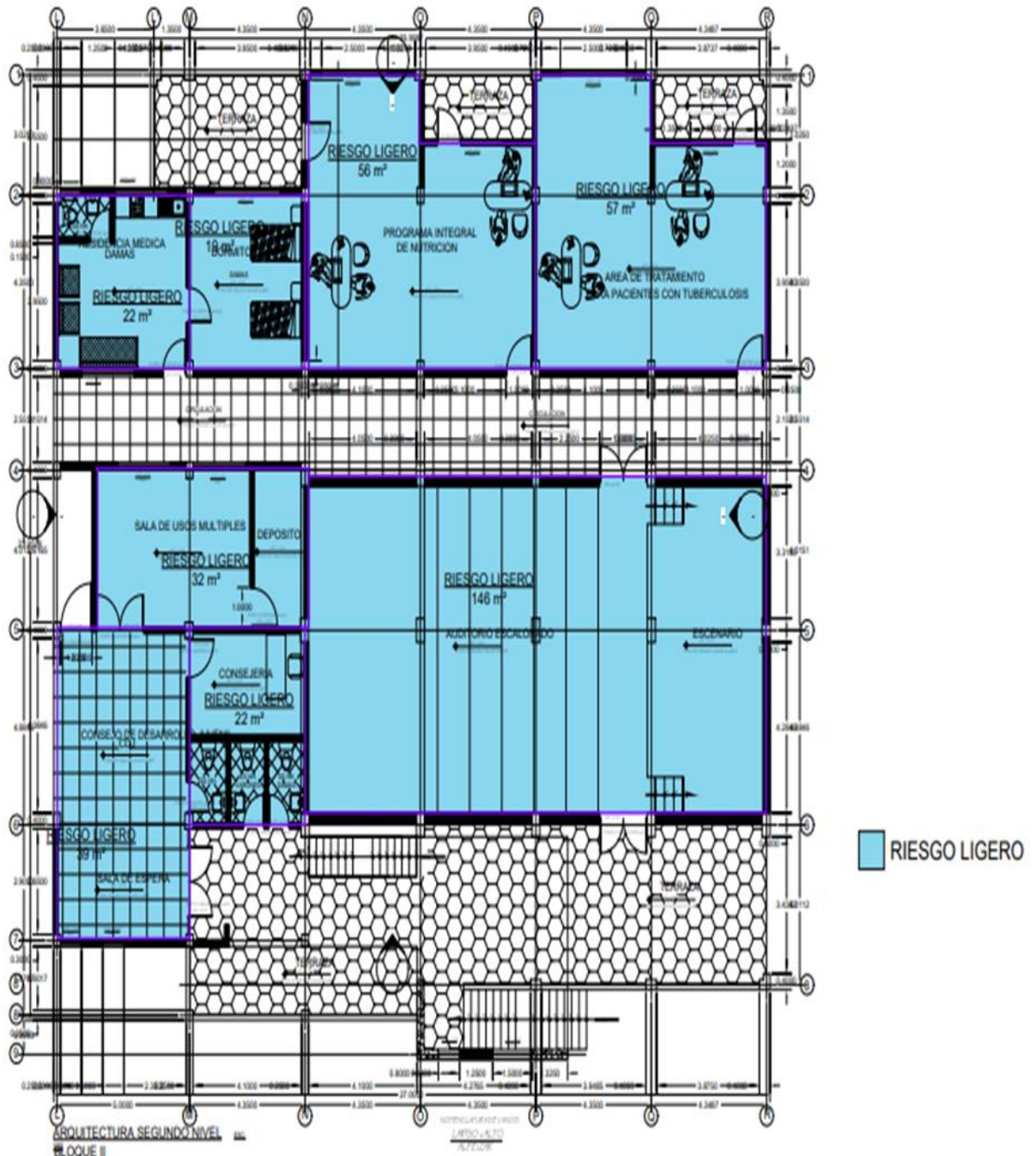
El segundo nivel o el segundo piso del bloque I se muestra en la siguiente figura, donde nos indica tomando como referencia la norma NFPA 13 que el área de residencia médica, medicina preventiva y vigilancia epidemiológica, el consultorio de odontología, biblioteca, consejería, el consultorio de salud mental, cuarto de archivos, secretaria, jefatura, contabilidad, jefatura del personal, saneamiento ambiental, zoonosis y la oficina de estadística y procedimiento automatizado de datos en conclusión todo el bloque I son de clasificación de riesgo LIGERO, representando el color celeste, es decir todo el bloque I tienen menor riesgo a un escenario de incendio.

Entonces se evaluará si es necesario el sistema de aspersores en esta área.

Figura 23

Plano arquitectónico – bloque II – SEGUNDA PLANTA



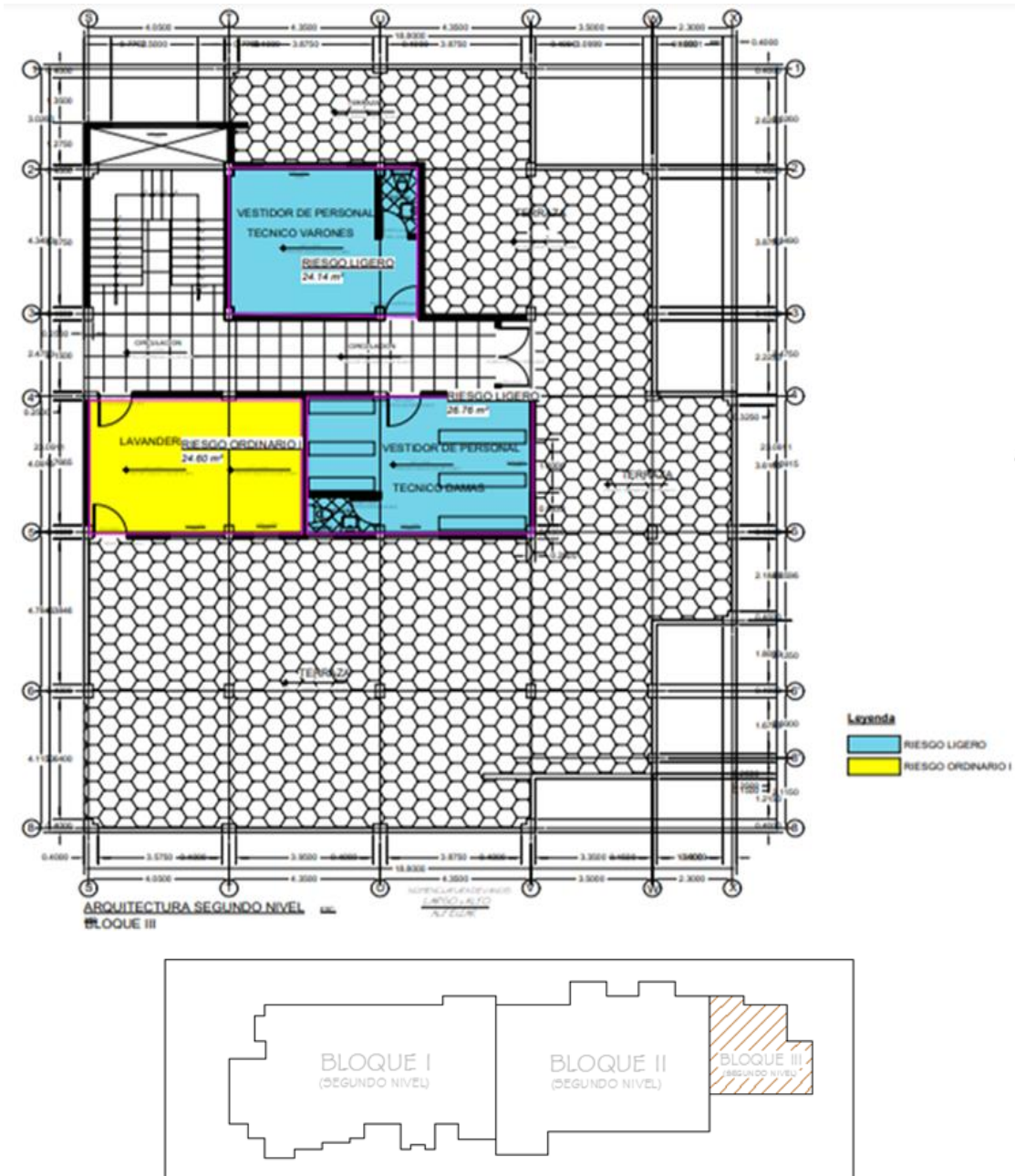


En la figura muestra el plano del segundo nivel del bloque II, indicando que, en las áreas de auditorio, la oficina de programa integral de nutrición, residencia medica damas, consejo de desarrollo y sala de usos múltiples

Teniendo como resultados son de clasificación según la norma es de riesgo LIGERO, representando con el color celeste, en la cual nos indica un índice menor a producirse un incendio.

Figura 24

Plano arquitectónico – bloque III – SEGUNDA PLANTA



La figura muestra el plano del segundo nivel del bloque III, según la clasificación de la norma NFPA que el área de lavandería mostrándose de color amarillo tiene

un riesgo ORDINARIO I, la zona de vestidor de personal técnico de varones y damas representando con el color celeste son de RIESGO LIGERO.

4.1.2. Resultados del diseño de la red de distribución de tuberías del sistema contra incendio

4.1.2.1. Análisis e interpretación de resultados

Para el cálculo de la red de rociadores se tomó en cuenta los resultados del capítulo anterior y el objetivo 1 donde muestra que la primera planta del bloque III y II, la segunda planta del bloque III, fueron las áreas que se calculó la red de rociadores ya que se evaluaron con escenarios de incendio, entonces en base a las áreas definidas para diseño se concluye en la tabla.

Tabla 9

Información de tuberías

N°	DIÁMETRO NOMINAL	LONGITUD (FT)	VÁLVULAS	ACCESORIOS	
			VÁLVULA CHECK	TEE	CODO
10-20	1.00	14.00			1.00
20-30	1.00	14.00		1.00	
40-30	1.00	14.00		1.00	
40-50	1.00	14.00		1.00	
60-50	2.50	5.00			1.00
70-60	3.00	36.00		1.00	
80-90	1.00	14.00			1.00
100-90	1.00	14.00		1.00	
120-100	1.50	14.00		1.00	
120-110	1.00	8.00		1.00	1.00
140-120	2.00	28.00		1.00	
140-130	1.00	7.00			1.00
70-140	2.50	7.00		1.00	
220-70	3.00	5.00		1.00	
170-150	1.00	15.00			1.00
170-160	1.00	14.00		1.00	1.00
190-170	1.00	23.00		1.00	
190-180	1.00	2.00			1.00
200-190	1.00	26.00		1.00	
210-200	2.00	13.00		1.00	1.00



220-210	2.50	15.00		
280-220	3.00	6.00		
260-230	1.00	15.00		1.00
260-240	1.00	2.00	1.00	
260-250	1.00	14.00		1.00
290-260	2.00	14.00	1.00	
280-270	1.00	2.00		1.00
290-280	3.00	7.00	1.00	
300-290	3.00	22.00	1.00	
340-310	1.00	22.00		1.00
330-320	1.00	9.80		1.00
340-330	1.00	4.30	1.00	
360-340	2.00	14.00	1.00	
360-350	1.00	1.30		1.00
370-360	2.00	10.40	1.00	1.00
380-370	2.00	14.00		1.00
390-380	3.00	7.70		1.00
300-390	3.00	7.00		
400-300	3.00	16.00	1.00	
420-410	1.00	15.00		1.00
430-420	1.50	2.30	1.00	1.00
460-430	2.00	14.00	1.00	
450-440	1.00	14.00		
460-450	1.50	3.00	1.00	
500-460	2.00	15.00	1.00	
480-470	1.00	5.00		1.00
490-480	1.00	21.00	1.00	
500-490	2.00	6.00	1.00	
510-500	2.00	7.50	1.00	
520-510	2.00	9.80		1.00
530-520	2.00	5.60	1.00	
540-530	2.00	9.80	1.00	
400-540	2.00	2.30		
550-400	6.00	4.00		1.00
560-550	6.00	7.90		1.00
570-560	6.00	0.80	1.00	

La tabla muestra la información necesaria del diámetro nominal, longitud en ft, accesorios que llevan cada nodo y tramo de la red de rociadores se enumera de acuerdo a los planos de la isometría a detalle.

4.1.2.2. Cálculos hidráulicos (teórico)

En esta tabla se resume todos los cálculos que se realizó de cada nodo, tuberías, accesorios. Toda la información del capítulo preliminar se recopila en esta tabla.:

Tabla 10

Calculo teórico

NODOS		TIPO	CAUDAL ROCIADOR (GPM)	CAUDAL EN TUBERÍA(GPM)	VELOCIDAD EN TUBERÍA (FT/S)	LONGITUD EQUIVALENTE (FT)	LONGITUD TOTAL (FT)	PRESIÓN EN ROCIADOR (PSI)	PÉRDIDA DE PRESIÓN (PSI)
INICIO	FIN								
10	20	rociador	15	15	5.5	1.40	14	7	1.613
20	30	rociador	16.67	16.67	11.6	3.50	14	9.27	7.289
30	40	rociador	19.19	19.19	19.89	3.50	14	16.01	19.766
40	50	rociador	33.26	33.26	32.31	3.50	14	36.32	48.487
50	60	rociador	51.19	51.19	9.27	4.20	5	85.01	0.931
60	70		0.00	135.31	6.01	10.70	36	86.24	1.640
90	80	rociador	30.32	30.32	13.52	8.50	14	87.04	3.140
100	90	rociador	33.33	33.33	11.32	1.40	14	30.13	6.134
120	100	rociador	44.36	44.36	23.76	3.50	14	36.74	27.467
120	110	rociador	44.30	44.30	17.11	5.60	8	64.89	10.148
140	120		0.00	152.31	16.51	4.90	28	64.01	10.325
140	130	rociador	48.52	48.52	14.63	7.10	7	74.85	10.160
70	140		0.00	200.83	18.08	1.40	7	76.04	7.951
220	70		0.00	336.14	7.18	1.40	5	84.63	2.810
150	170	rociador	19.32	19.32	7.07	4.90	15	13.80	3.152
170	160	rociador	19.05	19.05	14.25	3.50	14	12.74	16.154
170	190		0.00	38.37	11.31	1.40	23	15.41	1.351
190	180	rociador	30.36	30.36	25.56	3.50	2	30.02	53.002
200	190	rociador	51.17	51.17	11.49	10.60	26	32.74	4.371
210	200		0.00	119.67	14.76	10.70	13	85.08	2.910
220	210		0.00	119.67	8.06	00.01	15	89.74	1.169
220	280		0.00	455.81	18.23	1.40	6	90.54	15.765
230	260	rociador	48.93	48.93	19.36	3.50	15	77.91	5.911
240	260	rociador	51.98	51.98	18.33	1.40	2	87.95	14.949
250	260	rociador	49.19	49.19	19.98	00.01	14	78.72	1.947
260	290		0.00	150.11	19.49	1.40	14	93.41	3.698
270	280	rociador	52.32	52.32	14.40	7.10	2	92.69	5.932
280	290		0.00	508.13	22.26	10.70	7	88.01	7.014
290	300		0.00	658.24	28.79	10.70	22	92.48	20.868
340	310	rociador	47.23	47.23	8.35	0	22	99.73	0.452
330	320	rociador	43.51	43.51	16.22	1.40	9.8	120.08	8.675
340	330	rociador	46.52	46.52	17.60	1.40	4.3	70.57	21.076



360	340		0.00	137.26	33.56	3.50	14	93.46	23.189
360	350	rociador	54.30	54.30	13.18	7.10	1.3	95.71	5.032
370	360		0.00	191.56	20.22	1.40	10.4	98.59	3.145
380	370		0.00	191.56	18.39	10.60	14	108.12	9.275
390	380		0.00	191.56	18.39	3.50	7.7	115.76	7.729
300	390		0.00	191.56	8.35	4.90	7	120.37	4.234
400	300		0.00	849.80	37.14	10.70	16	147.85	27.286
420	410	rociador	49.21	40.21	42.19	0	15	53.83	4.724
430	420	rociador	44.28	44.28	15.00	1.40	2.3	64.51	10.987
460	430		0.00	84.49	13.37	8.40	14	67.19	3.513
450	440	rociador	41.59	41.59	15.51	0	14	56.77	9.979
460	450	rociador	45.18	45.18	8.11	7.10	3	66.64	2.052
500	460		0.00	171.77	13.73	5.60	15	69.17	2.966
480	470	rociador	40.89	40.89	15.25	1.40	5	54.81	4.420
490	480	rociador	48.36	48.36	16.45	3.50	21	59.57	16.922
480	490		0.00	89.25	8.57	7.10	6	76.63	7.942
490	500		0.00	89.25	25.02	7.10	7.5	77.46	1.409
520	510	rociador	52.33	52.33	30.04	7.10	9.8	88.9	11.398
530	520	rociador	60.24	60.24	30.04	3.50	5.6	103.54	14.566
540	530		0.00	291.07	35.81	7.10	9.8	117.17	13.908
400	540	rociador	66.56	66.56	14.40	7.10	2.3	143.90	25.628
550	400		0.00	357.63	14.40	9.9	4	148.18	1.110
550	560		0.00	1207.43	14.40	9.9	7.9	150.65	1.421
570	560		0.00	1207.43	14.40	22.80	0.8	152.98	1.884

De este cuadro de cálculo teórico, se logra observar el resumen y resultados de la red de rociadores de cada nodos y tramos, caudales, velocidades y caudales de las tuberías, longitud total de cada tramo, perdidas de presión y finalmente las presiones de los rociadores para la activación de los 31 rociadores hidráulicamente para el bloque III y II de la primera planta, también el área del bloque III de la segunda planta.

Teniendo estos resultados por el trazado de 56 nodos, son las áreas más desfavorables de la infraestructura.

Entonces los resultados mediante las iteraciones de fórmulas se tiene un caudal de 1207.43 GPM y con una presión 152.98 PSI para el sistema de rociadores contra incendios a base de agua.

4.1.3. Resultados de la simulación del cálculo hidráulico con el software elite fire para determinar el caudal y presión necesaria para el sistema

En los anexos de adjunta el informe que resulto atreves del software teniendo como datos el área de 7007 ft², con sistema de rociador tipo seco este sistema

Es recomendado para lugares de bajas temperaturas ya que en la ciudad de Juliaca en tiempos de estiaje llegan las temperaturas muy bajas que podría llegar a congelar las tuberías si se diseñaría con sistema de rociador tipo húmedo ya que consiste que las tuberías estén llenas de agua entonces no es recomendable para las zonas que tienen el clima con bajas temperaturas de acuerdo a las recomendaciones de la norma NFPA 13,

Entonces teniendo ya definida la tubería de modelo TYCO – SCHEP 40 STEEL tuberías de hierro fundido fabricadas específicamente para sistemas contra incendios, para el cual son 56 tuberías definidas para el sistema. Finalmente se muestra el reporte de la simulación dada mediante el software ELITE FIRE se muestra los resultados de caudal y presión en la siguiente imagen

Figura 25

Reporte general de resultados del proyecto

General Project Data Report			
General Data			
Project Title:	Centro de Salud Jorge Chavez	Project File Name:	SOTOMAYOR..fw
Designed By:	Margot Maria Sotomayor Araujo	Date:	7/07/2024
Code Reference:	NFPA	Approving Agency:	
Client Name:	DISA Dirección de Salud Puno	Phone:	
Address:	Jr. Ancash N° 179	City, State Zip Code:	01
Company Name:	Margot Maria	Representative:	Margot
Company Address:		City And State:	
Phone:			
Building Name:	DISA Dirección de Salud Puno	Building Owner:	
Contact at Building:		Phone at Building:	
Address Of Building:		City, State Zip Code:	
Project Data			
Description Of Hazard:	Light Hazard	Sprinkler System Type:	Dry
Design Area Of Water Application:	7007 ft ²	Maximum Area Per Sprinkler:	225 ft ²
Default Sprinkler K-Factor:	5.80 K	Default Pipe Material:	
Inside Hose Stream Allowance:	0.00 gpm	Outside Hose Stream Allowance:	0.00 gpm
In Rack Sprinkler Allowance:	0.00 gpm		
Sprinkler Specifications			
Make:		Model:	TYCO
Size:	1/2	Temperature Rating:	65 F
Water Supply Test Data			
Source Of Information:		Date Of Test:	
Test Hydrant ID:			
Hydrant Elevation:	158 ft	Static Pressure:	0.00 psi
Test Flow Rate:	0.00 gpm	Test Residual Pressure:	0.00 psi
Calculated System Flow Rate:	1297.09 gpm	Calculated Inflow Residual Pressure:	151.17 psi
Calculation Project Data			
Calculation Mode:	Demand		
HMD Minimum Residual Pressure:	7.00 psi	Minimum Desired Flow Density:	0.10 gpm/ft ²
Number Of Active Nodes:	57		
Number Of Active Pipes:	56	Number Of Inactive Pipes:	0
Number Of Active Sprinklers:	31	Number Of Inactive Sprinklers:	0

Nota. Sustraído del software elite fire

Para el informe completo de los resultados del software elite fire se muestra los anexos con los todos los detalles.



Seguidamente los resultados del caudal total del sistema son de 1297.09 GPM y con una presión residual de entrada de 151.017 PSI. Con una presión mínima residual de 7 PSI, con 57 nodos activos y con una densidad de flujo mínima de 10 gpm/ft².

Por lo siguiente se hizo una comparación de los resultados tanto de los cálculos teóricos y cálculos de software elite fire. Teniendo como porcentaje de error del caudal y presión de 0.07 %, 0.03% respectivamente.

Los resultados de cálculos teóricos son: $Q_1 = 1207.48$ gpm con una presión $P_1 =$ de 152.98 psi

Los resultados de cálculo del software son $Q_2 = 1297.09$ gpm con una presión $P_2 =$ de 151.17 psi

Los resultados conseguidos anteriormente por los ambos métodos son muy similares en la cual se trabajará para la selección la bomba contra el incendio. Los valores que tenemos se redondean para encontrar en el mercado de la industria

4.1.4. Resultados de la selección de la bomba adecuada para el sistema y el volumen de la cisterna.

Por medio de los resultados de cada área en posible riesgo de incendio, se llevó a cabo la selección de la bomba, teniendo en cuenta el escenario más desfavorable, por cual resultó ser los bloques II y III de la primera planta y el bloque III del segundo nivel con un caudal del sistema con 1300 gpm y una presión del sistema de 152 psi y con una bomba de carcasa dividida con diseños que ahorran espacio para simplificar el diseño de la sala de bombas. La bomba contra incendios de la serie 8200 el modelo, está diseñada para proporcionar agua a tuberías verticales,



rociadores, las bridas de succión y descarga están en una línea central común para una fácil instalación. Los impulsores están equilibrados dinámicamente para reducir la vibración y el posible desgaste. Cumple con las normas NFPA 20, UL, FM. Los detalles de la bomba principal se muestran en los anexos

Detalles técnicos para la bomba principal (motor eléctrico o Diesel)

- Qbombeo: 1300 GPM (98.45 l/s)
- HDT: 152 PSI (107.01 MCA)
- Potencia del motor: 115.29 HP

Para el cálculo del volumen de la cisterna se trabajó con la fórmula 12 y con los datos de la tabla 11, según la norma para áreas de riesgo LIGERO el tiempo para descarga de los rociadores al momento del incendio es de 30 min.

$$V_{cis} = caudal * tiempo$$

$$\text{Volumen} = 1300 \text{ gal/min} * 30 \text{ min}$$

Entonces:

$$\text{El volumen} = 39000 \text{ galones} (147.63 \text{ m}^3)$$

Reservar agua para el sistema contra incendios de necesita 147.63 m^3

Por consiguiente, hallamos el volumen de la cisterna

$$V_{cisterna} = \text{ancho} * \text{largo} * \text{altura}: 10 \text{ m} * 8 \text{ m} * 2 \text{ m}$$

$$V_{cisterna} = 160 \text{ m}^3$$

Figura 26

Dimensiones del volumen de la cisterna



En la figura se muestra las dimensiones en el cual se construirá el volumen de la cisterna según la (NFPA 20, 2019) norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios nos indica que los tanques o cisternas son diseñados únicamente para uso del sistema contra incendios.

4.2. Discusiones

Tabla 11.

Discusiones

Objetivos	Antecedentes Patrón	Resultados	Norma
Determinar los tipos de riesgos en el centro de salud.	(Centeno, 2020) menciona en su estudio que en la identificación de tipo de riesgos en los ambientes con las departamentos administrativos y salas de estar son de riesgo ligero, sin embargo en su identificación de ambientes también encontró el tipo de riesgo ordinario I en el edificio como áreas de lavandería y el área de cocina.	De acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a lo tipos de riesgos en centro salud Jorge Chávez de la ciudad de Juliaca se encontró dos tipos de como riesgo ligero que son las áreas de oficinas consultorios, auditorio, sala de rayos x, odontología, sala de internamiento entre otros y riesgo ordinario se encontró en la cocina, lavandería, almacén general y almacén de medicamentos tanto en la primera planta como en la segunda planta respectivamente.	NFPA 13 norma para la instalacion de sistemas de rociadores , brinda, recomienda y aconseja la clasificacion de riesgos : riesgo ligero, riesgo ordinario, riesgo extrta
Diseñar la red de distribución de tuberías del sistema contra incendios	(Carpio, 2023) menciona que en su trabajo de investigación el cálculo hidráulico son similares, cabe indicar que el calculo de Carpio se obtuvo mediante el Excel introduciendo tramos de la opción A y B, teniendo resultados similares de 300 gpm y 106 psi para la opción A en cuanto a la opción B de 300 gpm y 129 psi.	los cálculos hidráulicos teóricos que se trabajó mediante las fórmulas llevados al Excel para la corrida de los nodos del 10 al número de nodo 570 teniendo como resultado 1207.48 gpm, una presión de 152.98 psi	NFPA 13 norma para la instalacion de sistemas de rociadoresnosefrece los requisitos generales en tuberias ,suministros de agua, requisitos para la instalacion de rociadores coj una serie de iteraciones
Simular el cálculo hidráulico con el software elite fire para determinar el caudal y presión necesaria para el sistema	(Camacho, 2022), .menciona que en su estudio el método de los resultados son similares con el software elite fire teniendo como resultado de 443.22 gpm y una presión de 136.32. psi que son diseñados únicamente para las áreas más propensas a sufrir un trágico incendio	La simulación del software elite fire se tuvo un resultado de 1297.09 gpm y 151.17 psi para las áreas más vulnerables y según su clasificación de riesgos lo cual nos reporta un informe del programa con todos los detalles del cálculo respectivamente	NFPA 13 norma para la instalacion de sistemas de rociadoresnosefrece los requisitos generales en tuberias ,suministros de agua, requisitos para la instalacion de rociadores coj una serie de iteraciones
Elegir la bomba adecuada para el sistema y el volumen de la cisterna	(Centeno, 2020) en su tesis para la selección de la bomba tiene como resultados como bomba principal de 500gpm con HDT de 165 psi con un motor de potencia de 91 hp	la selección de la bomba contra incendio de es 1300 gpm y una presión del sistema de 152 psi y potencia de la bomba de la bomba de 115.29 hp, y para el dimensionamiento de la cisterna se diseñó 160m ³	NFPA 20 norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios nos ayuda y recomienda tomar las especificaciones de las diferentes tablas para la buena selección



CONCLUSIONES

- Primero:** Se determinó el tipo de riesgos para el centro de salud Jorge Chávez, se muestra que la generalidad de este entorno, el establecimiento de salud nos dice que sus ocupaciones son de riesgo ligero en casi todas las áreas; también en cierto modo, hubo ambientes que expresan un riesgo mayor (riesgo ordinario), entonces a pesar de ser pocos, fue crucial el cálculo de demanda del sistema.
- Segundo:** Como segunda conclusión se diseñó la red de tuberías de un posible escenario de un incendio con el propósito de resguardar a cada área mediante rociadores, teniendo con cálculos teóricos 1207.48 gpm y una presión de 152.98 psi.
- Tercero:** La simulación del software Elite Fire indica que el sistema tiene un caudal mínimo de 1297,09 gpm y una presión de 151,17 psi para funcionar según lo previsto...
- Cuarto:** Se eligió la bomba antiincendios y lo señalado en la NFPA 20; teniendo un punto de elección de 1300 gpm de caudal a 153 psi de presión con potencia de la bomba de 115.29 HP y volumen de dimensionamientos de la cisterna se determinó 160m³



RECOMENDACIONES

- Primero:** Se recomienda a futuros estudiantes a utilizar programas de reconocimiento de los tipos de riegos según a la NFPA 13, para obtener un buen diseño del sistema contra incendios a cada ambiente o piso de una edificación.
- Segundo:** Una vez conseguido este método de diseño de este trabajo, recomienda utilizar otros softwares como FluitFlow para el cálculo hidráulico y mejorar esta investigación
- Tercero:** Se sugiere que todos los estudiantes o tesis futuros se mantengan al día sobre cualquier modificación de esta norma de la NFPA ya que esta norma internacional siempre está actualizando cada uno o dos años, para garantizar al momento de los métodos de diseño o softwares no haya problemas con el cálculo del sistema contra incendios.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

A.130, N. tecnica. (2012). *Requisitos de seguridad*. 320482–320493. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/01_A/017-2012-A130.pdf

Alcarraz, L. (2020). “ *Análisis y diseño hidráulico optimizado de un sistema de protección contra incendio por enfriamiento y sofocación para tanques verticales de almacenamiento de hidrocarburos líquidos en la planta terminal Juliaca.*”

Camacho Balabarca, M. 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*. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/19083>

Carpio, A. (2023). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS DEL HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO CATÓLICO DE CUENCA SEDE AZOGUES, CONFORME LA NORMATIVA NFPA.*

Çengel, Yunus. Cimbala, J. (2010). *Mecánica de Fluidos. Fundamentos y aplicaciones.*

Centeno, A. (2020). *Diseño Del Sistema De Protección De Agua Contra Incendios, Para La Reducción De Riesgo En Una Infraestructura Hospitalaria Nivel li-E "*. Universidad de Huanuco.

Chacón, G., & Cordova, A. (2021). “PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO DE SALUD TIPO C LASSO, DE LA DIRECCIÓN DISTRITAL 05D01 LATACUNGA SALUD, BAJO LA NORMA NFPA” [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI]. In *Repositorio Uta*.



<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>

Chamorro, E. (2023). "DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA EL NUEVO DESODORIZADOR DE ACEITE EN LA PLANTA CALLAO DE LA EMPRESA ALICORP S.A.A." In *[Tesis Maestría] Universidad Nacional del Callao*.

<https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7914/TESIS-RODAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chavez, L. (2022). *Diseño de un sistema de rociadores contra incendios para el almacén general de una planta manufacturera de bolsas de papel*.

Cubillos, O., Junco, K., & Montoya, A. (2019). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de rociadores contra incendio, en una edificación hospitalaria* [Universidad - Escuela Colombiana de Carreras Industriales].

https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/01/2019.01.23_PLAN-NACIONAL-DE-CANCER_web.pdf

D'ugard, B., & Díaz, K. (2023). Diseño de un sistema para reducir el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables de capacidad de 250 m³ en la planta de SEFREL Ingenieros - Lima. In *[Tesis Maestría] Universidad Nacional del Callao*.

<https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7914/TESIS-RODAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

El Comercio. (2023). *Puente Piedra: un incendio de grandes proporciones afectó hospital Carlos Lanfranco La Hoz*. <https://elcomercio.pe/lima/accidentes/puente-piedra-reportan-incendio-de-grandes-proporciones-en-hospital-video-bomberos-hospital-carlos-lanfranco-la-hoz-ultimas-noticia/>



EL COMERCIO. (2019). "Al menos 11 muertos en incendio en un hospital de Río de Janeiro." <https://www.elcomercio.com/actualidad/mundo/11-muertos-incendio-hospital-rio.html>

Elite Software Development, Inc. (n.d.). *elite_fire_info* @ www.elitesoft.com.
https://www.elitesoft.com/web/fire/elite_fire_info.html

Escudero, C., & Cortez, L. (2018). Técnica y métodos cualitativos para la investigación científica. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 104.

García, E. (2021). Diseño del sistema de protección contra incendios y elaboración del plan de emergencia para el área de tanques estacionarios de GLP de la planta de producción de sales de potasio de yacimientos de litio bolivianos. In *Universidad Mayor de San Andrés* (Vol. 5, Issue 48).

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25934/T-2902.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernandez, R., Collado, C., & Baptisa, P. (2006). *Metodología de la Investigación*.
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.Hernandez,FernandezyBaptista-MetodologíaInvestigacionCientifica6taed.pdf>

Hernandez, R., & Fernandez, C. (2014). *Metodología de la investigación*.
<https://www.semanticscholar.org/reader/3e42246ee04eeab4fcef7b4bd80c13c59bc21292>

Infobae. (2023). *Incendio y explosión en Hospital regional de Chancay destruye salas de operaciones y deja tres heridos*.

<https://www.infobae.com/peru/2023/05/25/chancay-se-reporta-un-incendio-significativo-en-el-hospital-regional/>



Intriago, J., & Rodríguez, C. (2022). *"DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LA EMPRESA ECUAQUÍMICA PORTOVIEJO"* [UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO].

<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c4e60b44-7852-4752-ba9c-0c983f602edd/content>

La Vanguardia. (2024). *elevan-siete-bebes-muertos-incendio-hospital-nueva-delhi* @ www.lavanguardia.com.

<https://www.lavanguardia.com/internacional/20240526/9677605/elevan-siete-bebes-muertos-incendio-hospital-nueva-delhi.html>

Laura, J. (2023). *DISEÑO HIDRÁULICO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS MEDIANTE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA EL "SÓTANO DE CABLES" EN LA REFINERÍA DE TALARA – PETROPERÚ* [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ].

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8881/TESIS - JUAN LAURA Rev.1 FINAL _removed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Montoya, D., & Roa, E. (2021). *DISEÑO DETALLADO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA SEDE CARRERA 13* [UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA]. In *Fisheries Research*.

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo de Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GUIA-METODOLOGICA-EF.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2013.04.005%0Ahttps://doi.org/10.1038/s41598->



NFPA 10. (2022). *Norma para Extintores Portátiles contra Incendios.*

<https://link.nfpa.org/free-access/publications/10-es/2022>

NFPA 13. (n.d.). *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, 13 @*

www.nfpa.org. <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-13-standard-development/13>

NFPA 20. (2019). *Norma para a Instalación de Bombas estacionarias para*

Proteccion contra Incendios. <https://link.nfpa.org/free-access/publications/20-es/2019>

NFPA 20. (2022). 2022 @ link.nfpa.org NORMA PARA LA INSTALACIÓN DE

BOMBAS ESTACIONARIAS DE PRETECCION CONTRA INCENDIOS.

<https://link.nfpa.org/free-access/publications/13-es/2022>

Paytan, L. (2019). "DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO CON ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA LA EMPRESA TARRILLO BARBA S.A. LIMA - PERÚ" [UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR].

https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/383/1/Paytan_Lindo_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf

Relúz, J. (2022). "Diseño de sistema contra incendios para la seguridad del ambiente del pabellón A del Centro de Salud De La Ciudad De Monsefú-Chiclayo." In *Universidad Cesar Vallejo.*

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_R-S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rosario, Mi., & Camacho, C. (2013). *Apuntes de Metodologia de la Investigacion.*

https://www.academia.edu/85619790/Libro_MIGUEL_ROSARIO



Varela, V. (2020). *Diseño de un sistema de supresión contra incendio a base de agua para el supermercado Molina de San Ramón de Alajuela con un área de 2622 metros cuadrados, diseñado de acuerdo con las Normas NFPA.*

https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/241/1/TFG_Ulatina_Victor_Varela_Zuñiga.pdf



ANEXOS

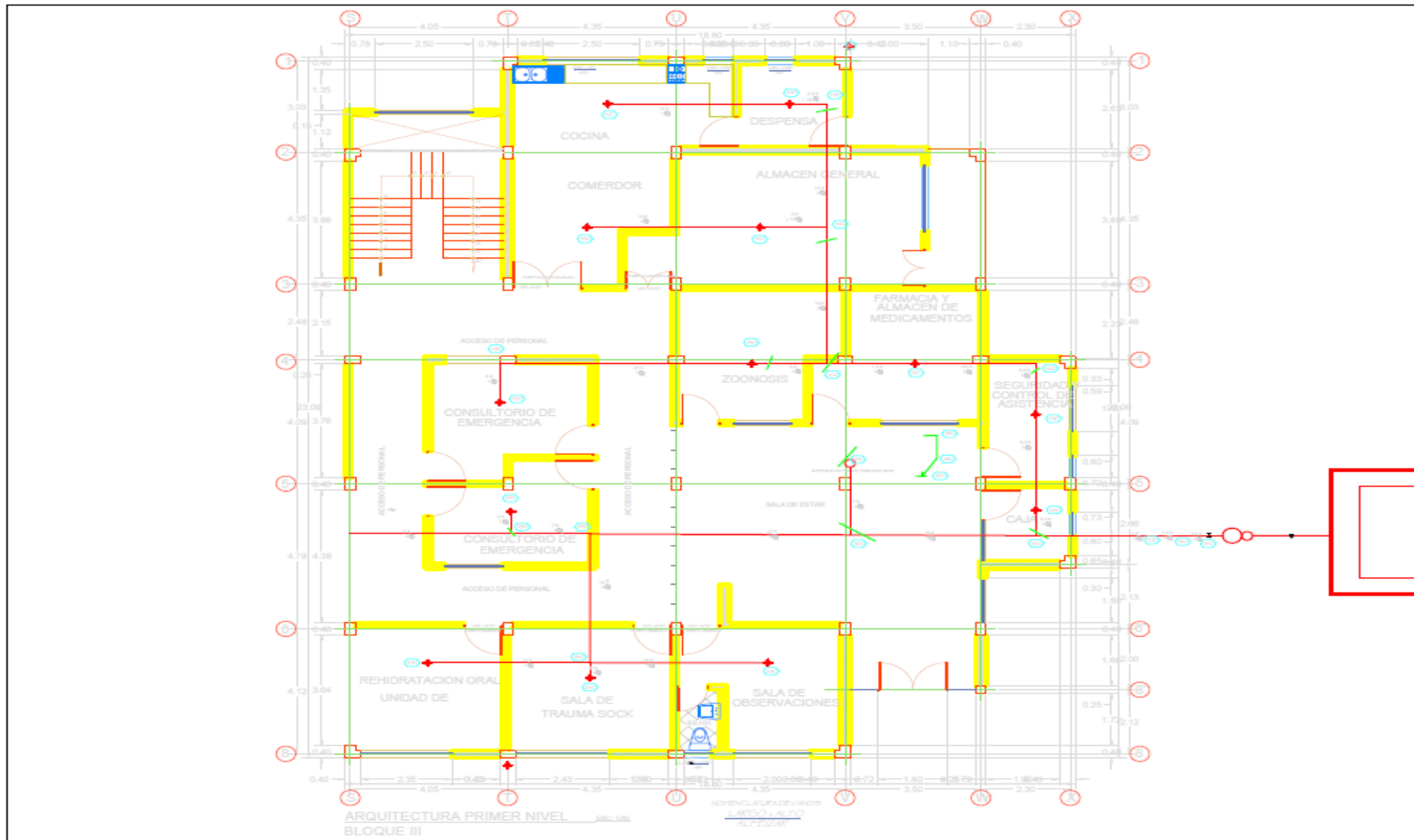


Anexo 1 Matriz de consistencia

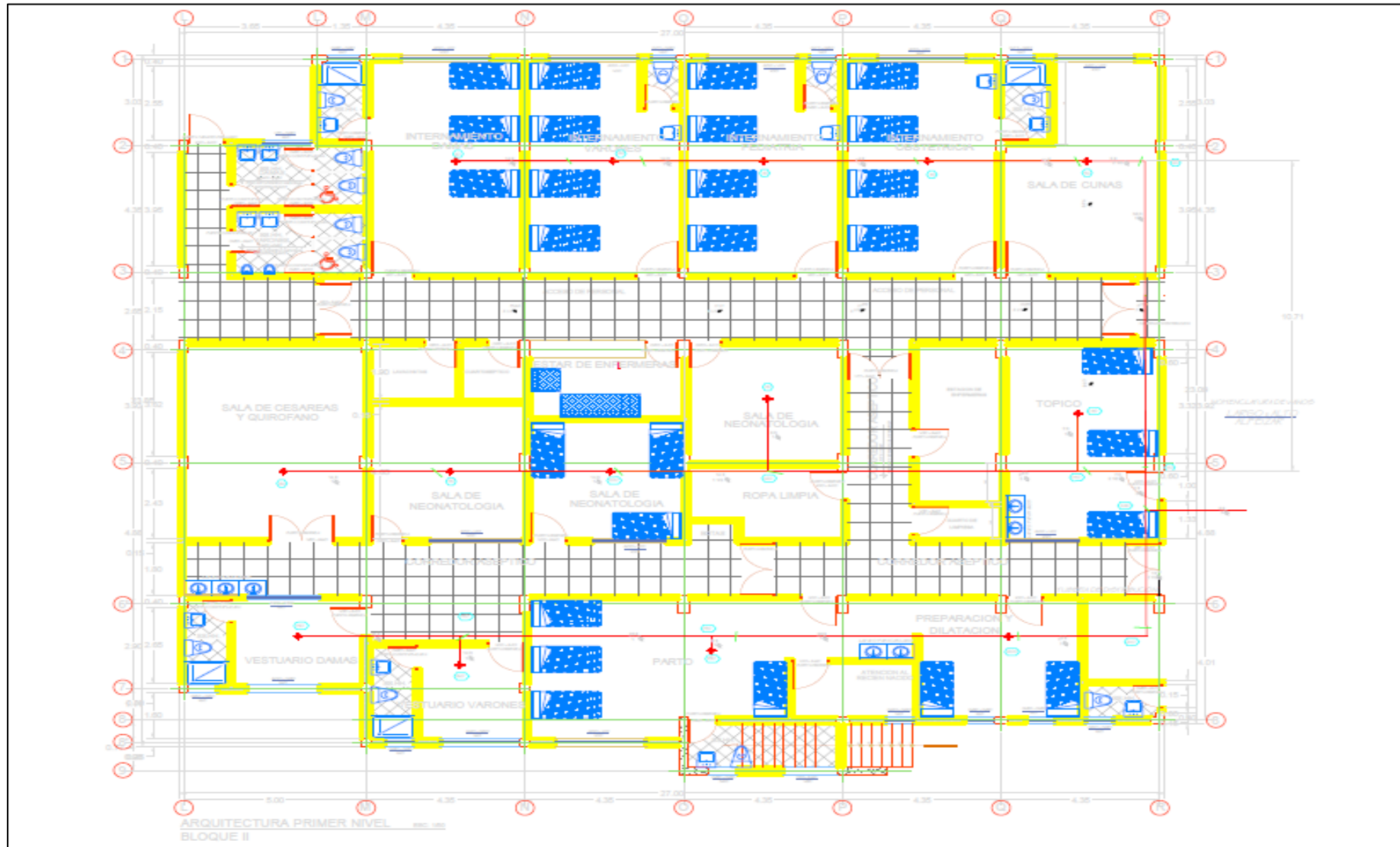
Título: DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES DIMENSIONES Y	INSTRUMENTOS
<p>Problema General ¿Cómo proteger contra un incendio el centro de salud Jorge Chávez de la ciudad de Juliaca?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los tipos de riesgo según la NFPA 13 para el centro de salud? - ¿Cuál será el trazado de la red de distribución de tuberías del sistema contra incendios? ¿Cómo determinar el caudal y presión del sistema contra incendios? ¿Cuál es la bomba adecuada y cuál es el volumen de la cisterna? 	<p>Objetivo General Desarrollar el diseño del sistema de protección contra incendio a base de agua para el centro de salud Jorge Chávez de la ciudad de Juliaca</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar los tipos de riesgos según la NFPA 13 para el centro de salud. Diseñar la red de distribución de tuberías del sistema contra incendios Simular el cálculo hidráulico con el software elite fire para determinar el caudal y presión necesaria para el sistema Elegir la bomba adecuada para el sistema y el volumen de la cisterna. 	<p>Hipótesis General Con el diseño de sistema contra incendios a base de agua daremos más seguridad al centro de salud Jorge Chávez, a los pacientes y personal médico dando como primordial reducir cualquier catástrofe y poder salvaguardar vidas humanas y económicas</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Se encontró varios tipos de riesgos según la NFPA 13 para el centro de salud Jorge Chávez. Se logra obtener el diseño de distribución de tuberías del sistema contra incendios Con el software elite fire se consigue tener el caudal y presión que requiere el sistema contra incendios. Se logró seleccionar el tipo de bomba adecuada para sistema y el volumen de la cisterna. 	<p>Variables Independientes Riesgo por incendios en el centro de salud Jorge Chávez</p> <p>Variables Dependientes Diseño del sistema de protección contra incendios a base de agua en la infraestructura del centro de salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> Memoria descriptiva NFPA 13 Edición 2022: Norma para la instalación de Sistemas de Rociadores NFPA 20 Edición 2022: Norma para la instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra incendio Norma técnica A130, 2012 requisitos de seguridad <p>METODOLOGÍA</p> <p>Enfoque: cuantitativo Alcance: Descriptivo</p>

Anexo 2 Diseño del sistema contra incendios a base de agua en el programa AutoCAD – BLOQUE III, primer nivel.

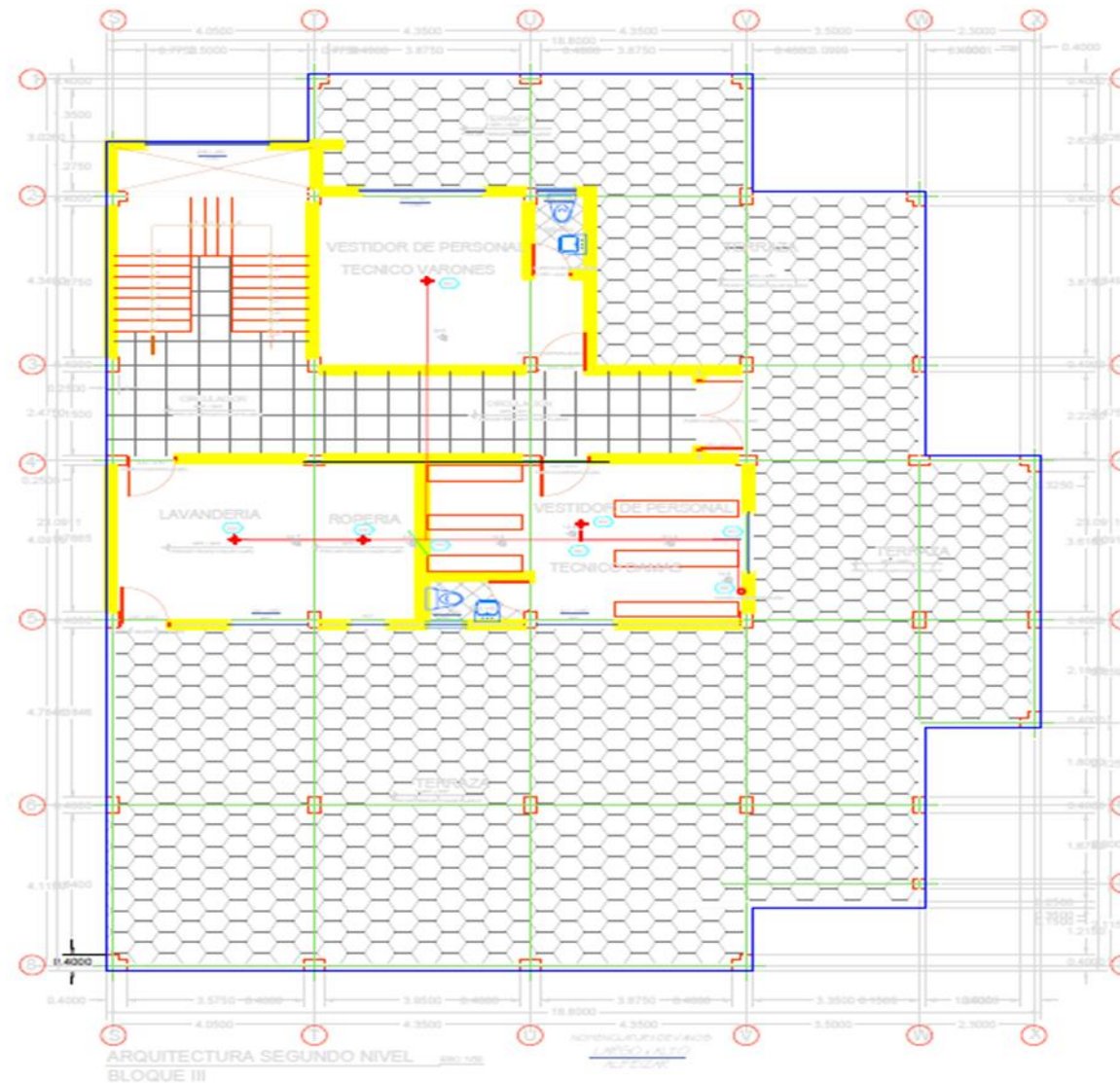


Anexo 3 Diseño del sistema contra incendios a base de agua en el programa AutoCAD – BLOQUE II, primer nivel



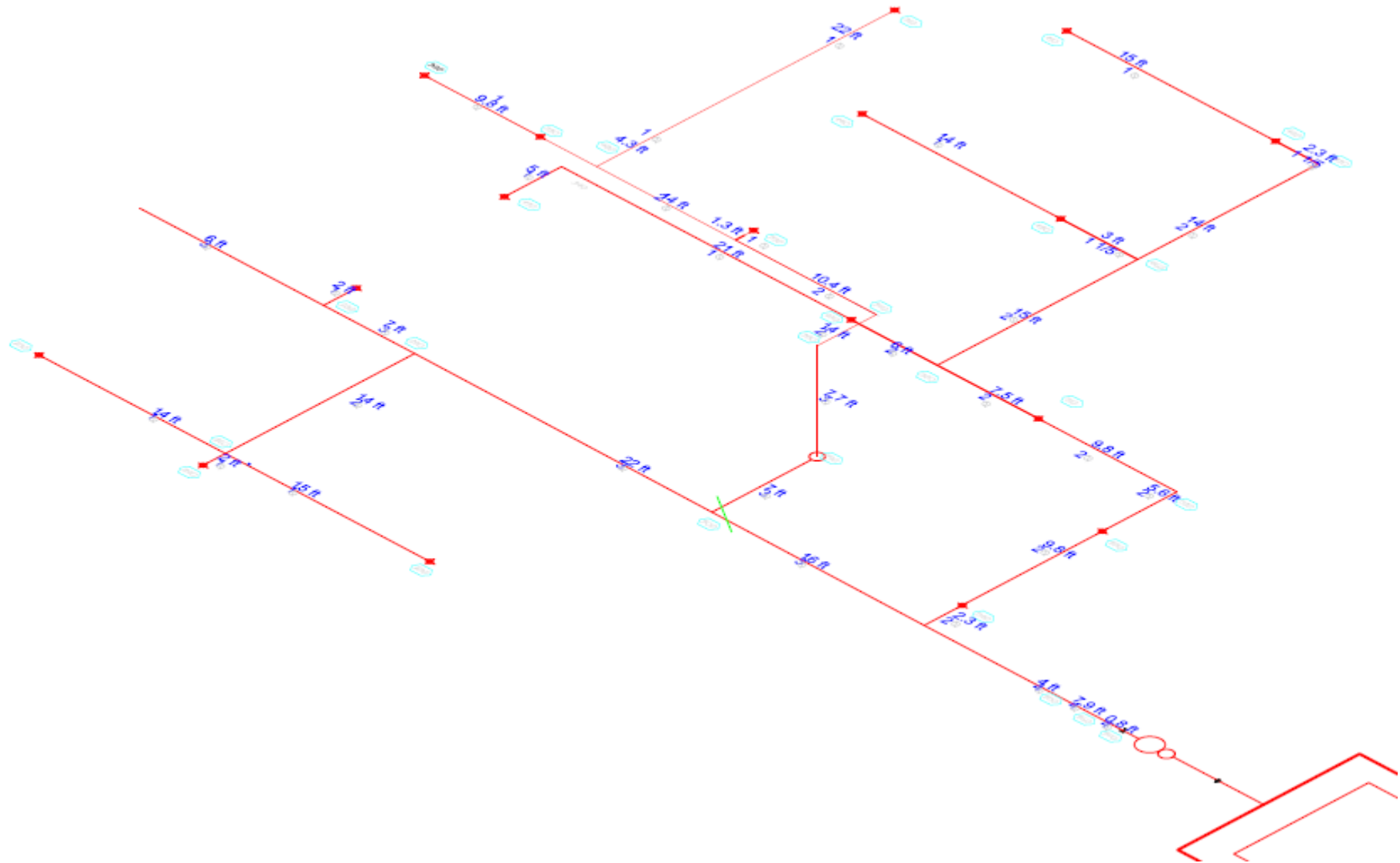


Anexo 4 Diseño del sistema contra incendios a base de agua en el programa AutoCAD – BLOQUE III, segundo nivel



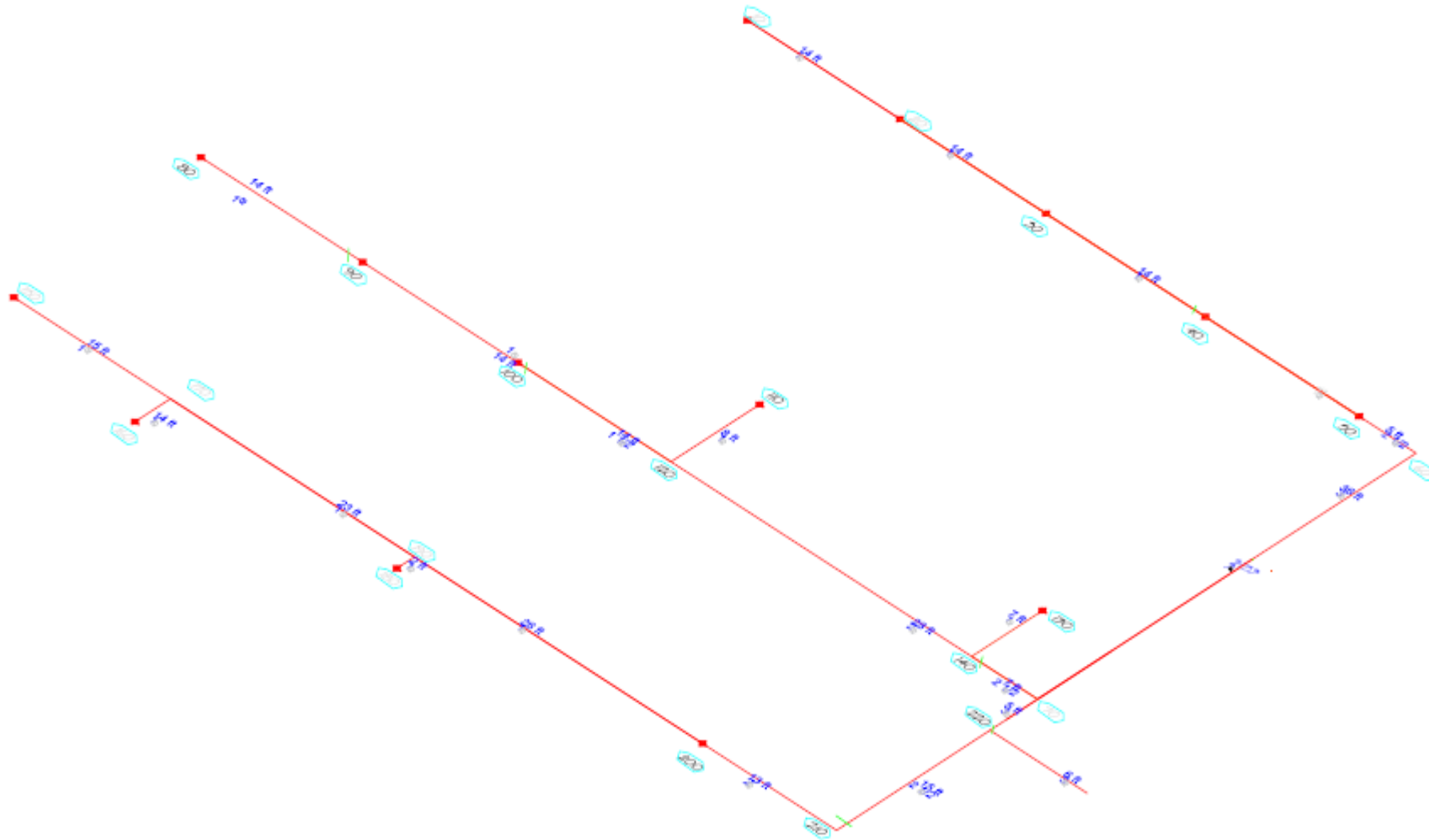


Anexo 5 Plano de la isometría del bloque III primero y segunda planta





Anexo 6 Plano de la isometría del bloque II del primer nivel





Anexo 7. Reporte del software Elite Fire

CENTRO DE SALUD JORGE CHAVEZ
Fire Sprinkler Reports

for


DISA Dirección de Salud Puno
Jr. Ancash N° 179
01

Prepared By:

Margot María Sotomayor Araujo
Margot María

7/07/2024



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program		Elite Software Development, Inc.	
pReJkEr		Centro de Salud Jorge Chavez	
Hell		Page 2	
			
General Project Data Report			
General Data			
Project Title:	Centro de Salud Jorge Chavez	Project File Name:	SOTOMAYOR..fw
Designed By:	Margot Maria Sotomayor Araujo	Date:	7/07/2024
Code Reference:	NFPA	Approving Agency:	
Client Name:	DISA Dirección de Salud Puno	Phone:	
Address:	Jr. Ancash N° 179	City, State Zip Code:	01
Company Name:	Margot Maria	Representative:	Margot
Company Address:		City And State:	
Phone:			
Building Name:	DISA Dirección de Salud Puno	Building Owner:	
Contact at Building:		Phone at Building:	
Address Of Building:		City, State Zip Code:	
Project Data			
Description Of Hazard:	Light Hazard	Sprinkler System Type:	Dry
Design Area Of Water Application:	7007 ft ²	Maximum Area Per Sprinkler:	225 ft ²
Default Sprinkler K-Factor:	5.60 K	Default Pipe Material:	
Inside Hose Stream Allowance:	0.00 gpm	Outside Hose Stream Allowance:	0.00 gpm
In Rack Sprinkler Allowance:	0.00 gpm		
Sprinkler Specifications			
Make:		Model:	TYCO
Size:	1/2	Temperature Rating:	65 F
Water Supply Test Data			
Source Of Information:		Date Of Test:	
Test Hydrant ID:			
Hydrant Elevation:	158 ft	Static Pressure:	0.00 psi
Test Flow Rate:	0.00 gpm	Test Residual Pressure:	0.00 psi
Calculated System Flow Rate:	1297.09 gpm	Calculated Inflow Residual Pressure:	151.17 psi
Calculation Project Data			
Calculation Mode:	Demand	Minimum Desired Flow Density:	0.10 gpm/ft ²
HMD Minimum Residual Pressure:	7.00 psi	Number Of Inactive Pipes:	0
Number Of Active Nodes:	57	Number Of Inactive Sprinklers:	0
Number Of Active Pipes:	56		
Number Of Active Sprinklers:	31		



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program		Elite Software Development, Inc.				
pReJkEr		Centro de Salud Jorge Chavez				
Hell		Page 3				
Fire Sprinkler Input Data						
Node Input Data						
Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
10	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	7.00 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
20	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	8.61 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
30	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	15.90 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
40	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	35.67 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
50	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	84.16 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
60	No Discharge ---	0.000	N/A 0.0	85.09 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
70	No Discharge ---	0.000	N/A 0.0	86.73 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
80	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	29.67 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
90	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	35.80 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
100	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	63.27 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
110	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	63.09 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
120	No Discharge ---	0.000	N/A 0.0	73.42 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
130	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	75.63 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
140	No Discharge ---	0.000	N/A 0.0	83.58 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
150	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	12.13 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
160	Sprinkler ---	0.000	5.60 0.0	11.79 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
170	No Discharge ---	0.000	N/A 0.0	14.94 ---	7.90 0.0	0.00 0.00



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program		Elite Software Development, Inc.				
pReJkEr		Centro de Salud Jorge Chavez				
Hall		Page 4				
Fire Sprinkler Input Data						
Node Input Data (cont'd)						
Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
180	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	29.74 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
190	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	31.09 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
200	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	84.10 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
210	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	88.47 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
220	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	89.64 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
230	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	76.90 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
240	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	86.75 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
250	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	77.72 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
260	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	92.67 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
270	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	87.89 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
280	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	91.58 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
290	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	98.60 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
300	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	119.47 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
310	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	71.67 ---	15.80 0.0	0.00 0.00
320	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	60.88 ---	15.80 0.0	0.00 0.00
330	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	69.55 ---	15.80 0.0	0.00 0.00
340	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	92.74 ---	15.80 0.0	0.00 0.00

Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program			Elite Software Development, Inc.			
pReJkEr			Centro de Salud Jorge Chavez			
Hall			Page 5			
Fire Sprinkler Input Data						
Node Input Data (cont'd)						
Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
350	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	94.63 ---	15.80 0.0	0.00 0.00
360	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	97.78 ---	15.80 0.0	0.00 0.00
370	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	107.05 ---	15.80 0.0	0.00 0.00
380	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	114.78 ---	15.80 0.0	0.00 0.00
390	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	119.01 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
400	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	146.75 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
410	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	52.03 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
420	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	63.02 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
430	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	66.53 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
440	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	55.64 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
450	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	65.62 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
460	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	68.59 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
470	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	53.78 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
480	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	58.20 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
490	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	75.12 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
500	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	76.53 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
510	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	87.93 ---	7.90 0.0	0.00 0.00



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program
pReJkEr
Hall



Elite Software Development, Inc.
Centro de Salud Jorge Chavez
Page 6

Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data (cont'd)

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
520	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	102.49 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
530	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	116.40 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
540	Sprinkler ---	--- 0.000	5.60 0.0	142.03 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
550	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	147.86 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
560	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	149.28 ---	7.90 0.0	0.00 0.00
570	No Discharge ---	--- 0.000	N/A 0.0	151.17 ---	7.90 0.0	0.00 0.00



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program
pReJkEr
Hell



Elite Software Development, Inc.
Centro de Salud Jorge Chavez
Page 7

Fire Sprinkler Input Data


Pipe Input Data

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
570	560	SCHED 40 STEEL,DRY	6.000	0	C	0.80	22.80	23.60	100
560	550	SCHED 40 STEEL,DRY	6.000	0	E	7.90	9.90	17.80	100
550	400	SCHED 40 STEEL,DRY	6.000	0	E	4.00	9.90	13.90	100
400	540	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0		2.30	0.00	2.30	100
540	530	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	T	9.80	7.10	16.90	100
530	520	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	T	5.60	7.10	12.70	100
520	510	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	E	9.80	3.50	13.30	100
510	500	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	T	7.50	7.10	14.60	100
500	490	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	T	6.00	7.10	13.10	100
490	480	SCHED 40 STEEL,DRY	1.000	0	T	21.00	3.50	24.50	100
480	470	SCHED 40 STEEL,DRY	1.000	0	E	5.00	1.40	6.40	100
500	460	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	T	15.00	7.10	22.10	100
460	450	SCHED 40 STEEL,DRY	1.500	0	T	3.00	5.60	8.60	100
450	440	SCHED 40 STEEL,DRY	1.000	0		14.00	0.00	14.00	100
460	430	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	T	14.00	7.10	21.10	100
430	420	SCHED 40 STEEL,DRY	1.500	0	ET	2.30	8.40	10.70	100
420	410	SCHED 40 STEEL,DRY	1.000	0	E	15.00	1.40	16.40	100
400	300	SCHED 40 STEEL,DRY	3.000	0	T	16.00	10.70	26.70	100
300	390	SCHED 40 STEEL,DRY	3.000	0		7.00	0.00	7.00	100
390	380	SCHED 40 STEEL,DRY	3.000	0	E	7.70	4.90	12.60	100
380	370	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	E	14.00	3.50	17.50	100
370	360	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	ET	10.40	10.60	21.00	100
360	350	SCHED 40 STEEL,DRY	1.000	0	E	1.30	1.40	2.70	100
360	340	SCHED 40 STEEL,DRY	2.000	0	T	14.00	7.10	21.10	100
340	330	SCHED 40 STEEL,DRY	1.000	0	T	4.30	3.50	7.80	100
330	320	SCHED 40 STEEL,DRY	1.000	0	E	9.80	1.40	11.20	100



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program						Elite Software Development, Inc.			
pReJkEr						Centro de Salud Jorge Chavez			
Hell						Page 8			
Fire Sprinkler Input Data									
Pipe Input Data (cont'd)									
Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
340	310	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	22.00	1.40	23.40	100
300	290	SCHED 40 STEEL, DRY	3.000	0	T	22.00	10.70	32.70	100
290	280	SCHED 40 STEEL, DRY	3.000	0	T	7.00	10.70	17.70	100
280	270	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	2.00	1.40	3.40	100
290	260	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	T	14.00	7.10	21.10	100
260	250	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	14.00	1.40	15.40	100
260	240	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	T	2.00	3.50	5.50	100
260	230	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	15.00	1.40	16.40	100
280	220	SCHED 40 STEEL, DRY	3.000	0		6.00	0.00	6.00	100
220	210	SCHED 40 STEEL, DRY	2.500	0		15.00	0.00	15.00	100
210	200	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	ET	13.00	10.60	23.60	100
200	190	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	T	26.00	3.50	29.50	100
190	180	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	2.00	1.40	3.40	100
190	170	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	T	23.00	3.50	26.50	100
170	160	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	ET	14.00	4.90	18.90	100
170	150	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	15.00	1.40	16.40	100
220	70	SCHED 40 STEEL, DRY	3.000	0	T	5.00	10.70	15.70	100
70	140	SCHED 40 STEEL, DRY	2.500	0	T	7.00	8.50	15.50	100
140	130	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	7.00	1.40	8.40	100
140	120	SCHED 40 STEEL, DRY	2.000	0	T	28.00	7.10	35.10	100
120	110	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	ET	8.00	4.90	12.90	100
120	100	SCHED 40 STEEL, DRY	1.500	0	T	14.00	5.60	19.60	100
100	90	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	T	14.00	3.50	17.50	100
90	80	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	14.00	1.40	15.40	100
70	60	SCHED 40 STEEL, DRY	3.000	0	T	36.00	10.70	46.70	100
60	50	SCHED 40 STEEL, DRY	2.500	0	E	5.00	4.20	9.20	100



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program									
pReJkEr Hall					Elite Software Development, Inc. Centro de Salud Jorge Chavez Page 9				
Fire Sprinkler Input Data									
Pipe Input Data (cont'd)									
Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
50	40	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	T	14.00	3.50	17.50	100
40	30	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	T	14.00	3.50	17.50	100
30	20	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	T	14.00	3.50	17.50	100
20	10	SCHED 40 STEEL, DRY	1.000	0	E	14.00	1.40	15.40	100

Fitting Legend: F = 45 Degree Elbow, E = 90 Degree Elbow, L = Long Turn Elbow, T = Tee or Cross, B = Butterfly Valve, G = Gate Valve, C = Check Valve



Pipe Segment				Pipe	Sprinkler Flow	Non-Sprinkler Flow	Beg. Node	Imbalance
Beg. Node	End. Node	Type Group	Flow Rate (gpm)	At Beg. Node (gpm)	Out (+) (gpm)	In (-) (gpm)	Residual Pressure (psi)	Flow At Beg. Node (gpm)
10	20	0	-14.82	14.82	0.00	0.00	7.00	
20	10	0	14.82	16.43	0.00	0.00	8.61	0.00000
20	30	0	-31.25					
30	20	0	31.25	22.33	0.00	0.00	15.90	0.00000
30	40	0	-53.58					
40	30	0	53.58	33.44	0.00	0.00	35.67	-0.00002
40	50	0	-87.03					
50	40	0	87.03	51.37	0.00	0.00	84.16	0.00025
50	60	0	-138.40					
60	50	0	138.40	0.00	0.00	0.00	85.09	0.00000
60	70	0	-138.40					
70	60	0	138.40	0.00	0.00	0.00	86.73	0.00000
70	220	0	-340.13					
70	140	0	201.73					
80	90	0	-30.50	30.50	0.00	0.00	29.67	-0.00005
90	80	0	30.50	33.51	0.00	0.00	35.80	-0.00006
90	100	0	-64.01					
100	90	0	64.01	44.54	0.00	0.00	63.27	-0.00001
100	120	0	-108.55					
110	120	0	-44.48	44.48	0.00	0.00	63.09	-0.00005
120	100	0	108.55	0.00	0.00	0.00	73.42	0.00000
120	110	0	44.48					
120	140	0	-153.04					
130	140	0	-48.70	48.70	0.00	0.00	75.63	-0.00002
140	70	0	-201.73	0.00	0.00	0.00	83.58	0.00000
140	120	0	153.04					
140	130	0	48.70					
150	170	0	-19.34	19.50	0.00	0.00	12.13	0.16779
160	170	0	-19.06	19.23	0.00	0.00	11.79	0.17133
170	150	0	19.34	0.00	0.00	0.00	14.94	0.00000
170	160	0	19.06					
170	190	0	-38.39					
180	190	0	-30.47	30.54	0.00	0.00	29.74	0.07196



Pipe Segment				Pipe	Sprinkler Flow	Non-Sprinkler Flow	Beg. Node	Imbalance
Beg. Node	End. Node	Type Group	Flow Rate (gpm)	At Beg. Node (gpm)	Out (+) (gpm)	In (-) (gpm)	Residual Pressure (psi)	Flow At Beg. Node (gpm)
190	170	0	38.39	0.00	0.00	0.00	31.09	0.00002
190	180	0	30.47					
190	200	0	-68.86					
200	190	0	68.86	51.35	0.00	0.00	84.10	0.00259
200	210	0	-120.21					
210	200	0	120.21	0.00	0.00	0.00	88.47	0.00000
210	220	0	-120.21					
220	70	0	340.13	0.00	0.00	0.00	89.64	-0.00002
220	210	0	120.21					
220	280	0	-460.35					
230	260	0	-49.11	49.11	0.00	0.00	76.90	-0.00108
240	260	0	-52.16	52.16	0.00	0.00	86.75	-0.00085
250	260	0	-49.37	49.37	0.00	0.00	77.72	-0.00106
260	230	0	49.11	0.00	0.00	0.00	92.67	0.00000
260	240	0	52.16					
260	250	0	49.37					
260	290	0	-150.64					
270	280	0	-52.50	52.50	0.00	0.00	87.89	-0.00003
280	220	0	460.35	0.00	0.00	0.00	91.58	0.00000
280	270	0	52.50					
280	290	0	-512.85					
290	260	0	150.64	0.00	0.00	0.00	98.60	0.00000
290	280	0	512.85					
290	300	0	-663.48					
300	290	0	663.48	0.00	0.00	0.00	119.47	0.00000
300	400	0	-855.78					
300	390	0	192.29					
310	340	0	-47.41	47.41	0.00	0.00	71.67	-0.00331
320	330	0	-43.70	43.69	0.00	0.00	60.88	-0.00382
330	320	0	43.70	46.70	0.00	0.00	69.55	-0.00337
330	340	0	-90.41					
340	310	0	47.41	0.00	0.00	0.00	92.74	0.00000
340	330	0	90.41					
340	360	0	-137.82					
350	360	0	-54.48	54.48	0.00	0.00	94.63	-0.00229



Pipe Segment				Pipe	Sprinkler Flow	Non-Sprinkler Flow	Beg. Node	Imbalance
Beg. Node	End. Node	Type Group	Flow Rate (gpm)	At Beg. Node (gpm)	Out (+) (gpm)	In (-) (gpm)	Residual Pressure (psi)	Flow At Beg. Node (gpm)
360	340	0	137.82	0.00	0.00	0.00	97.78	0.00000
360	350	0	54.48					
360	370	0	-192.29					
370	360	0	192.29	0.00	0.00	0.00	107.05	0.00000
370	380	0	-192.29					
380	370	0	192.29	0.00	0.00	0.00	114.78	0.00000
380	390	0	-192.29					
390	300	0	-192.29	0.00	0.00	0.00	119.01	0.00000
390	380	0	192.29					
400	300	0	855.78	0.00	0.00	0.00	146.75	0.00000
400	550	0	-1297.09					
400	540	0	441.31					
410	420	0	-40.40	40.39	0.00	0.00	52.03	-0.00822
420	410	0	40.40	44.46	0.00	0.00	63.02	-0.00710
420	430	0	-84.87					
430	420	0	84.87	0.00	0.00	0.00	66.53	0.00000
430	460	0	-84.87					
440	450	0	-41.78	41.77	0.00	0.00	55.64	-0.00779
450	440	0	41.78	45.36	0.00	0.00	65.62	-0.00887
450	460	0	-87.15					
460	430	0	84.87	0.00	0.00	0.00	68.59	0.00000
460	450	0	87.15					
460	500	0	-172.02					
470	480	0	-41.07	41.07	0.00	0.00	53.78	-0.00805
480	470	0	41.07	0.00	0.00	0.00	58.20	0.00000
480	490	0	-41.07					
490	480	0	41.07	48.54	0.00	0.00	75.12	-0.00608
490	500	0	-89.62					
500	460	0	172.02	0.00	0.00	0.00	76.53	0.00000
500	490	0	89.62					
500	510	0	-281.63					
510	500	0	281.63	52.51	0.00	0.00	87.93	0.00511
510	520	0	-314.15					
520	510	0	314.15	0.00	0.00	0.00	102.49	0.00000
520	530	0	-314.15					



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program
pRaJkEr
Hall



Elite Software Development, Inc.
Centro de Salud Jorge Chavez
Página 13

Fire Sprinkler Output Data

Overall Node Groupings Output Data (cont'd)

Pipe Segment Beg. Node	Pipe Segment End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	Non-Sprinkler Flow In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
530	520	0	314.15	60.42	0.00	0.00	116.40	0.00325
530	540	0	-374.57					
540	400	0	-441.31	66.74	0.00	0.00	142.03	0.00162
540	530	0	374.57					
550	400	0	1297.09	0.00	0.00	0.00	147.86	0.00000
550	560	0	-1297.09					
560	550	0	1297.09	0.00	0.00	0.00	149.28	0.00000
560	570	0	-1297.09					
570	560	0	1297.09	0.00	0.00	-1297.09	151.17	



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program
pReJkEr
Hell



Elite Software Development, Inc.
Centro de Salud Jorge Chavez
Page 14

Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
20	5.60	7.90	16.43	8.61	1.00	14.82	0.10471	14.00	1.613
10	5.60	7.90	14.82	7.00	1.049	14.82	E	1.40	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	5.50	0	15.40	1.613
30	5.60	7.90	22.33	15.90	1.00	16.43	0.41654	14.00	7.289
20	5.60	7.90	16.43	8.61	1.049	31.25	T	3.50	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	11.60	0	17.50	7.289
40	5.60	7.90	33.44	35.67	1.00	22.33	1.12950	14.00	19.766
30	5.60	7.90	22.33	15.90	1.049	53.58	T	3.50	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	19.89	0	17.50	19.766
50	5.60	7.90	51.37	84.16	1.00	33.44	2.77069	14.00	48.487
40	5.60	7.90	33.44	35.67	1.049	87.03	T	3.50	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	32.31	0	17.50	48.487
60	0.00	7.90	0.00	85.09	2.50	51.37	0.10115	5.00	0.931
50	5.60	7.90	51.37	84.16	2.469	138.40	E	4.20	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	9.27	0	9.20	0.931
70	0.00	7.90	0.00	86.73	3.00	0.00	0.03512	36.00	1.640
60	0.00	7.90	0.00	85.09	3.068	138.40	T	10.70	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	6.01	0	46.70	1.640
70	0.00	7.90	0.00	86.73	2.50	0.00	0.20311	7.00	3.148
140	0.00	7.90	0.00	83.58	2.469	201.73	T	8.50	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	13.52	0	15.50	3.148
90	5.60	7.90	33.51	35.80	1.00	30.50	0.39828	14.00	6.134
80	5.60	7.90	30.50	29.67	1.049	30.50	E	1.40	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	11.32	0	15.40	6.134
100	5.60	7.90	44.54	63.27	1.00	33.51	1.56955	14.00	27.467
90	5.60	7.90	33.51	35.80	1.049	64.01	T	3.50	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	23.76	0	17.50	27.467
120	0.00	7.90	0.00	73.42	1.50	44.54	0.51775	14.00	10.148
100	5.60	7.90	44.54	63.27	1.610	108.55	T	5.60	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	17.11	0	19.60	10.148
120	0.00	7.90	0.00	73.42	1.00	44.48	0.80042	8.00	10.325
110	5.60	7.90	44.48	63.09	1.049	44.48	ET	4.90	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	16.51	0	12.90	10.325
140	0.00	7.90	0.00	83.58	2.00	0.00	0.28947	28.00	10.160
120	0.00	7.90	0.00	73.42	2.067	153.04	T	7.10	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	14.63	0	35.10	10.160



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program						Elite Software Development, Inc.			
pReJkEr						Centro de Salud Jorge Chavez			
Hell						Page 15			
Fire Sprinkler Output Data									
Overall Pipe Output Data (cont'd)									
Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
140	0.00	7.90	0.00	83.58	1.00	48.70	0.94850	7.00	7.951
130	5.60	7.90	48.70	75.63	1.049	48.70	E	1.40	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	18.08	0	8.40	7.951
170	0.00	7.90	0.00	14.94	1.00	19.50	0.17137	15.00	2.810
150	5.60	7.90	19.50	12.13	1.049	19.34	E	1.40	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	7.18	0	16.40	2.810
170	0.00	7.90	0.00	14.94	1.00	19.23	0.16880	14.00	3.152
180	5.60	7.90	19.23	11.79	1.049	19.06	ET	4.90	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	7.07	0	18.90	3.152
190	0.00	7.90	0.00	31.09	1.00	0.00	0.60958	23.00	16.154
170	0.00	7.90	0.00	14.94	1.049	38.39	T	3.50	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	14.25	0	26.50	16.154
190	0.00	7.90	0.00	31.09	1.00	30.54	0.39747	2.00	1.351
180	5.60	7.90	30.54	29.74	1.049	30.47	E	1.40	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	11.31	0	3.40	1.351
200	5.60	7.90	51.35	84.10	1.00	0.00	1.79867	26.00	53.002
190	0.00	7.90	0.00	31.09	1.049	68.86	T	3.50	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	25.56	0	29.50	53.002
210	0.00	7.90	0.00	88.47	2.00	51.35	0.18519	13.00	4.371
200	5.60	7.90	51.35	84.10	2.087	120.21	ET	10.60	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	11.49	0	23.60	4.371
220	0.00	7.90	0.00	89.64	3.00	0.00	0.18538	5.00	2.910
70	0.00	7.90	0.00	86.73	3.068	340.13	T	10.70	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	14.76	0	15.70	2.910
220	0.00	7.90	0.00	89.64	2.50	0.00	0.07794	15.00	1.189
210	0.00	7.90	0.00	88.47	2.489	120.21	----	0.00	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	8.06	0	15.00	1.189
260	0.00	7.90	0.00	92.67	1.00	49.11	0.96127	15.00	15.765
230	5.60	7.90	49.11	76.90	1.049	49.11	E	1.40	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	18.23	0	16.40	15.765
260	0.00	7.90	0.00	92.67	1.00	52.16	1.07469	2.00	5.911
240	5.60	7.90	52.16	86.75	1.049	52.16	T	3.50	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	19.36	0	5.50	5.911
260	0.00	7.90	0.00	92.67	1.00	49.37	0.97071	14.00	14.949
250	5.60	7.90	49.37	77.72	1.049	49.37	E	1.40	0.000
	SCHED 40 STEEL, DRY				100	18.33	0	15.40	14.949



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program						Elite Software Development, Inc.			
pReJkEr						Centro de Salud Jorge Chavez			
Heli						Página 16			
Fire Sprinkler Output Data									
Overall Pipe Output Data (cont'd)									
Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
280	0.00	7.90	0.00	91.58	3.00	0.00	0.32451	6.00	1.947
220	0.00	7.90	0.00	89.64	3.068	460.35	----	0.00	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	19.98	0	6.00	1.947
280	0.00	7.90	0.00	91.58	1.00	52.50	1.08761	2.00	3.698
270	5.60	7.90	52.50	87.89	1.049	52.50	E	1.40	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	19.49	0	3.40	3.698
290	0.00	7.90	0.00	98.60	2.00	0.00	0.28114	14.00	5.932
280	0.00	7.90	0.00	92.67	2.067	150.64	T	7.10	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	14.40	0	21.10	5.932
290	0.00	7.90	0.00	98.60	3.00	0.00	0.39628	7.00	7.014
280	0.00	7.90	0.00	91.58	3.068	512.85	T	10.70	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	22.26	0	17.70	7.014
300	0.00	7.90	0.00	119.47	3.00	0.00	0.63816	22.00	20.868
290	0.00	7.90	0.00	98.60	3.068	663.48	T	10.70	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	28.79	0	32.70	20.868
300	0.00	7.90	0.00	119.47	3.00	0.00	0.06454	7.00	0.452
390	0.00	7.90	0.00	119.01	3.068	192.29	----	0.00	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	8.35	0	7.00	0.452
330	5.60	15.80	46.70	69.55	1.00	43.69	0.77454	9.80	8.675
320	5.60	15.80	43.69	60.88	1.049	43.70	E	1.40	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	16.22	0	11.20	8.675
340	0.00	15.80	0.00	92.74	1.00	47.41	0.90069	22.00	21.076
310	5.60	15.80	47.41	71.67	1.049	47.41	E	1.40	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	17.60	0	23.40	21.076
340	0.00	15.80	0.00	92.74	1.00	46.70	2.97298	4.30	23.189
330	5.60	15.80	46.70	69.55	1.049	90.41	T	3.50	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	33.56	0	7.80	23.189
360	0.00	15.80	0.00	97.78	2.00	0.00	0.23847	14.00	5.032
340	0.00	15.80	0.00	92.74	2.067	137.82	T	7.10	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	13.18	0	21.10	5.032
360	0.00	15.80	0.00	97.78	1.00	54.48	1.16471	1.30	3.145
350	5.60	15.80	54.48	94.63	1.049	54.48	E	1.40	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	20.22	0	2.70	3.145
370	0.00	15.80	0.00	107.05	2.00	0.00	0.44166	10.40	9.275
360	0.00	15.80	0.00	97.78	2.067	192.29	ET	10.60	0.000
SCHED 40 STEEL, DRY					100	18.39	0	21.00	9.275



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program						Elite Software Development, Inc.			
pReJkEr						Centro de Salud Jorge Chavez			
Hall						Page 17			
Fire Sprinkler Output Data									
Overall Pipe Output Data (cont'd)									
Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
380	0.00	15.80	0.00	114.78	2.00	0.00	0.44186	14.00	7.729
370	0.00	15.80	0.00	107.05	2.067	192.29	E	3.50	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	18.39	0	17.50	7.729
390	0.00	7.90	0.00	119.01	3.00	0.00	0.06454	7.70	0.813
380	0.00	15.80	0.00	114.78	3.068	192.29	E	4.90	3.421
SCHED 40 STEEL,DRY					100	8.35	0	12.60	4.234
400	0.00	7.90	0.00	146.75	3.00	0.00	1.02195	16.00	27.286
300	0.00	7.90	0.00	119.47	3.068	855.78	T	10.70	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	37.14	0	26.70	27.286
400	0.00	7.90	0.00	146.75	2.00	66.74	2.05386	2.30	4.724
540	5.60	7.90	66.74	142.03	2.067	441.31	---	0.00	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	42.19	0	2.30	4.724
420	5.60	7.90	44.46	63.02	1.00	40.39	0.66997	15.00	10.987
410	5.60	7.90	40.39	52.03	1.049	40.40	E	1.40	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	15.00	0	16.40	10.987
430	0.00	7.90	0.00	66.53	1.50	44.46	0.32834	2.30	3.513
420	5.60	7.90	44.46	63.02	1.610	84.87	ET	8.40	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	13.37	0	10.70	3.513
450	5.60	7.90	45.36	65.62	1.00	41.77	0.71280	14.00	9.979
440	5.60	7.90	41.77	55.64	1.049	41.78	---	0.00	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	15.51	0	14.00	9.979
460	0.00	7.90	0.00	68.59	2.00	0.00	0.09724	14.00	2.052
430	0.00	7.90	0.00	66.53	2.067	84.87	T	7.10	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	8.11	0	21.10	2.052
460	0.00	7.90	0.00	68.59	1.50	45.36	0.34487	3.00	2.966
450	5.60	7.90	45.36	65.62	1.610	87.15	T	5.60	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	13.73	0	8.60	2.966
480	0.00	7.90	0.00	58.20	1.00	41.07	0.69070	5.00	4.420
470	5.60	7.90	41.07	53.78	1.049	41.07	E	1.40	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	15.25	0	6.40	4.420
490	5.60	7.90	48.54	75.12	1.00	0.00	0.69070	21.00	16.922
480	0.00	7.90	0.00	58.20	1.049	41.07	T	3.50	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	15.25	0	24.50	16.922
500	0.00	7.90	0.00	76.53	2.00	0.00	0.35937	15.00	7.942
460	0.00	7.90	0.00	68.59	2.067	172.02	T	7.10	0.000
SCHED 40 STEEL,DRY					100	16.45	0	22.10	7.942



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program						Elite Software Development, Inc.				
pRajkEr						Centro de Salud Jorge Chavez				
Hall						Page 18				
Fire Sprinkler Output Data										
Overall Pipe Output Data (cont'd)										
Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)	
500	0.00	7.90	0.00	76.53	2.00	48.54	0.10755	6.00	1.409	
490	5.60	7.90	48.54	75.12	2.067	89.82	T	7.10	0.000	
SCHED 40 STEEL, DRY					100	8.57	0	13.10	1.409	
510	5.60	7.90	52.51	87.93	2.00	0.00	0.78072	7.50	11.398	
500	0.00	7.90	0.00	76.53	2.067	261.63	T	7.10	0.000	
SCHED 40 STEEL, DRY					100	25.02	0	14.60	11.398	
520	0.00	7.90	0.00	102.49	2.00	52.51	1.09515	9.80	14.566	
510	5.60	7.90	52.51	87.93	2.067	314.15	E	3.50	0.000	
SCHED 40 STEEL, DRY					100	30.04	0	13.30	14.566	
530	5.60	7.90	60.42	116.40	2.00	0.00	1.09515	5.60	13.908	
520	0.00	7.90	0.00	102.49	2.067	314.15	T	7.10	0.000	
SCHED 40 STEEL, DRY					100	30.04	0	12.70	13.908	
540	5.60	7.90	66.74	142.03	2.00	60.42	1.51642	9.80	25.628	
530	5.60	7.90	60.42	116.40	2.067	374.57	T	7.10	0.000	
SCHED 40 STEEL, DRY					100	35.81	0	16.90	25.628	
550	0.00	7.90	0.00	147.86	6.00	0.00	0.07983	4.00	1.110	
400	0.00	7.90	0.00	146.75	6.065	1297.09	E	9.90	0.000	
SCHED 40 STEEL, DRY					100	14.40	0	13.90	1.110	
560	0.00	7.90	0.00	149.28	6.00	0.00	0.07983	7.90	1.421	
550	0.00	7.90	0.00	147.86	6.065	1297.09	E	9.90	0.000	
SCHED 40 STEEL, DRY					100	14.40	0	17.80	1.421	
570	0.00	7.90	0.00	151.17	6.00	0.00	0.07983	0.80	1.884	
560	0.00	7.90	0.00	149.28	6.065	1297.09	C	22.80	0.000	
SCHED 40 STEEL, DRY					100	14.40	0	23.60	1.884	

Fitting Legend: F = 45 Degree Elbow, E = 90 Degree Elbow, L = Long Turn Elbow, T = Tee or Cross, B = Butterfly Valve, G = Gate Valve, C = Check Valve



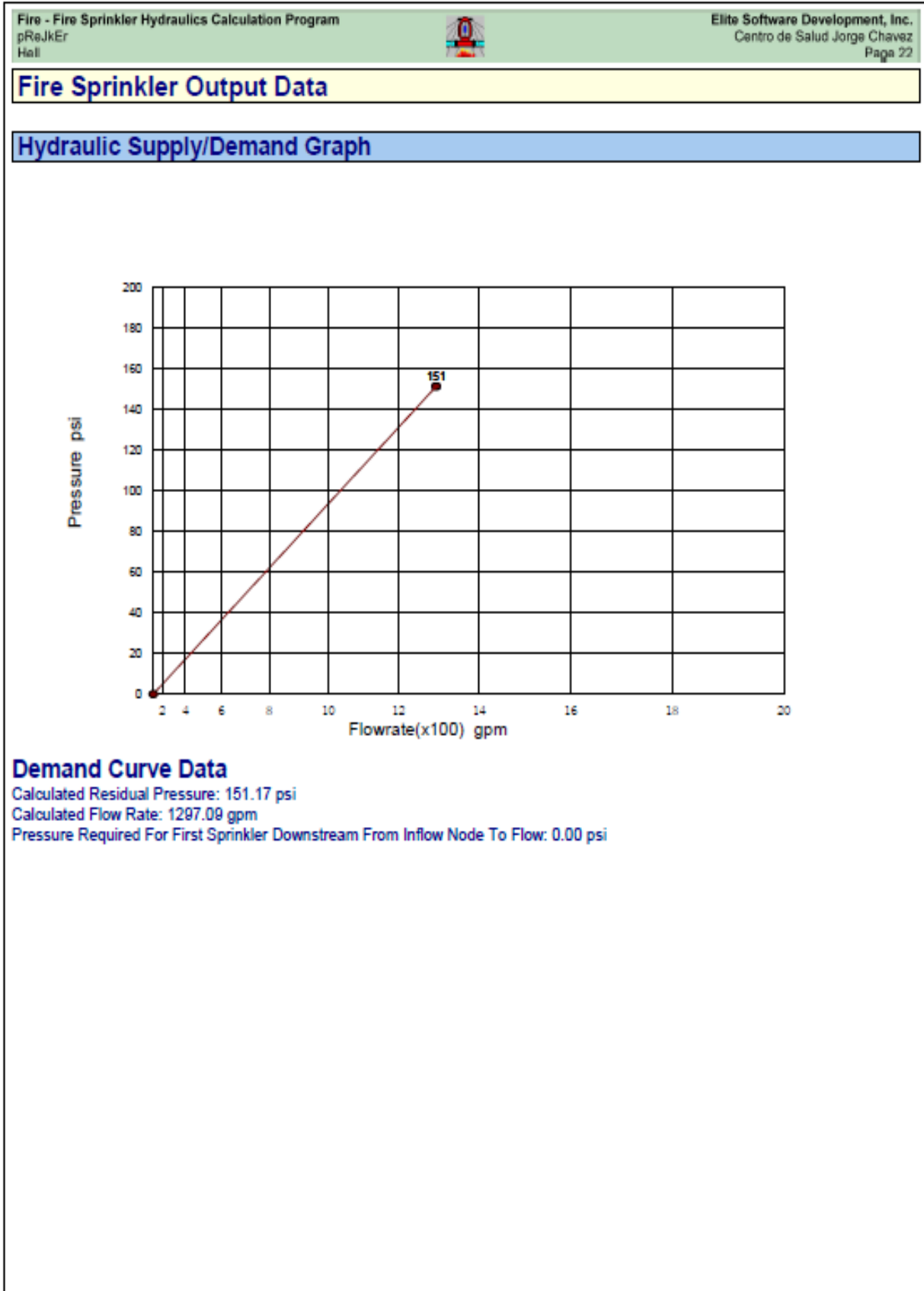
Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program		Elite Software Development, Inc.					
pReJkEr		Centro de Salud Jorge Chavez					
Hell		Page 19					
Fire Sprinkler Output Data							
Overall Sprinkler Output Data							
Flowing Sprinkler Node No.	Area Group Code	Sprinkler KFactor (K)	Sprinkler Elevation (feet)	Residual Pressure (psi)	Flowing Area (ft ²)	Flowing Density (gpm/ft ²)	Sprinkler Discharge (gpm)
10		5.60	7.90	7.00	22.00	0.673	14.82
Sub Totals For Non-Group					22.00	0.673	14.82
20		5.60	7.90	8.61	22.00	0.747	16.43
Sub Totals For Non-Group					22.00	0.747	16.43
30		5.60	7.90	15.90	22.00	1.015	22.33
Sub Totals For Non-Group					22.00	1.015	22.33
40		5.60	7.90	35.67	22.00	1.520	33.44
Sub Totals For Non-Group					22.00	1.520	33.44
50		5.60	7.90	84.16	22.00	2.335	51.37
Sub Totals For Non-Group					22.00	2.335	51.37
80		5.60	7.90	29.67	27.00	1.130	30.50
Sub Totals For Non-Group					27.00	1.130	30.50
90		5.60	7.90	35.80	27.00	1.241	33.51
Sub Totals For Non-Group					27.00	1.241	33.51
100		5.60	7.90	63.27	25.00	1.782	44.54
Sub Totals For Non-Group					25.00	1.782	44.54
110		5.60	7.90	63.09	225.00	0.198	44.48
Sub Totals For Non-Group					225.00	0.198	44.48
130		5.60	7.90	75.63	24.00	2.029	48.70
Sub Totals For Non-Group					24.00	2.029	48.70
150		5.60	7.90	12.13	21.00	0.929	19.50
Sub Totals For Non-Group					21.00	0.929	19.50
160		5.60	7.90	11.79	25.00	0.769	19.23
Sub Totals For Non-Group					25.00	0.769	19.23
180		5.60	7.90	29.74	225.00	0.136	30.54
Sub Totals For Non-Group					225.00	0.136	30.54
200		5.60	7.90	84.10	225.00	0.228	51.35
Sub Totals For Non-Group					225.00	0.228	51.35
230		5.60	7.90	76.90	25.00	1.964	49.11
Sub Totals For Non-Group					25.00	1.964	49.11
240		5.60	7.90	86.75	28.00	1.863	52.16
Sub Totals For Non-Group					28.00	1.863	52.16
250		5.60	7.90	77.72	225.00	0.219	49.37
Sub Totals For Non-Group					225.00	0.219	49.37



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program					Elite Software Development, Inc.		
pReJkEr					Centro de Salud Jorge Chavez		
Hell					Page 20		
Fire Sprinkler Output Data							
Overall Sprinkler Output Data (cont'd)							
Flowing Sprinkler Node No.	Area Group Code	Sprinkler KFactor (K)	Sprinkler Elevation (feet)	Residual Pressure (psi)	Flowing Area (ft ²)	Flowing Density (gpm/ft ²)	Sprinkler Discharge (gpm)
270		5.60	7.90	87.89	25.00	2.100	52.50
Sub Totals For Non-Group					25.00	2.100	52.50
310		5.60	15.80	71.67	225.00	0.211	47.41
Sub Totals For Non-Group					225.00	0.211	47.41
320		5.60	15.80	60.88	225.00	0.194	43.69
Sub Totals For Non-Group					225.00	0.194	43.69
330		5.60	15.80	69.55	225.00	0.208	46.70
Sub Totals For Non-Group					225.00	0.208	46.70
350		5.60	15.80	94.63	25.00	2.179	54.48
Sub Totals For Non-Group					25.00	2.179	54.48
410		5.60	7.90	52.03	25.00	1.616	40.39
Sub Totals For Non-Group					25.00	1.616	40.39
420		5.60	7.90	63.02	25.00	1.778	44.46
Sub Totals For Non-Group					25.00	1.778	44.46
440		5.60	7.90	55.64	26.00	1.607	41.77
Sub Totals For Non-Group					26.00	1.607	41.77
450		5.60	7.90	65.62	26.00	1.745	45.36
Sub Totals For Non-Group					26.00	1.745	45.36
470		5.60	7.90	53.78	25.00	1.643	41.07
Sub Totals For Non-Group					25.00	1.643	41.07
490		5.60	7.90	75.12	25.00	1.941	48.54
Sub Totals For Non-Group					25.00	1.941	48.54
510		5.60	7.90	87.93	26.00	2.020	52.51
Sub Totals For Non-Group					26.00	2.020	52.51
530		5.60	7.90	116.40	23.00	2.627	60.42
Sub Totals For Non-Group					23.00	2.627	60.42
540		5.60	7.90	142.03	24.00	2.781	66.74
Sub Totals For Non-Group					24.00	2.781	66.74
Totals For All Groups					2162.00	0.600	1297.43



Fire - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program		Elite Software Development, Inc.	
pReJkEr		Centro de Salud Jorge Chavez	
Hall		Page 21	
Fire Sprinkler Output Summary			
Hydraulically Most Demanding Sprinkler Node			
HMD Sprinkler Node Number:	10		
HMD Actual Residual Pressure:	7.00	psi	
HMD Actual GPM:	14.82	gpm	
Sprinkler Summary			
Sprinkler System Type:	Dry		
Specified Area Of Application:	7007.00	ft ²	
Adjusted Area Of Application:	9109.10	ft ²	
Minimum Desired Density:	0.100	gpm/ft ²	
Application Average Density:	0.185	gpm/ft ²	
Application Adjusted Density (not required by NFPA 13):	0.142	gpm/ft ²	
Application Average Area Per Sprinkler:	228.03	ft ²	
Adjusted Area Per Sprinkler (not required by NFPA 13):	293.84	ft ²	
Sprinkler Flow:	1297.43	gpm	
Average Sprinkler Flow:	41.85	gpm	
Flow Velocity And Imbalance Summary			
Maximum Flow Velocity (In Pipe 400 - 540)	42.19	ft/sec	
Maximum Velocity Pressure (In Pipe 400 - 540)	11.98	psi	
Allowable Maximum Nodal Pressure Imbalance:	1.0000	psi	
Actual Maximum Nodal Pressure Imbalance:	0.2091	psi	
Actual Average Nodal Pressure Imbalance:	0.0222	psi	
Actual Maximum Nodal Flow Imbalance:	0.1713	gpm	
Actual Average Nodal Flow Imbalance:	0.0085	gpm	
Overall Network Summary			
Number Of Unique Pipe Sections:	56		
Number Of Flowing Sprinklers:	31		
Pipe System Water Volume:	110.94	gal	
Sprinkler Flow:	1297.43	gpm	
Non-Sprinkler Flow:	0.00	gpm	
Minimum Required Residual Pressure At System Inflow Node:	151.17	psi	
Demand Flow At System Inflow Node:	1297.09	gpm	



Anexo 8. Especificaciones de la bomba principal



PERFORMANCE CURVES

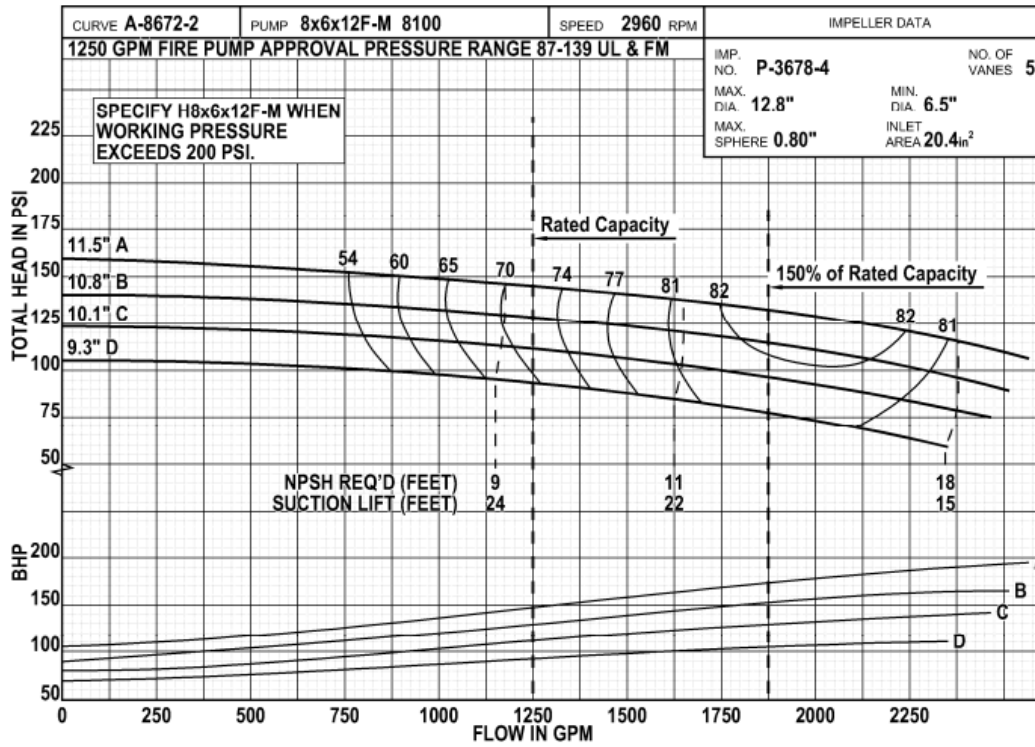
FP 2.0

a xylem brand

1250 GPM

OCTOBER 2012

SUPERSEDES ALL PREVIOUS ISSUES





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 11-04-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MARGOT MARIA SOTOMAYOR ARAUJO

Dirección: AV. CIRCUNVALACION 1790

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70128937

Teléfono: 999606939 email: margot.araujo1196@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL CENTRO DE SALUD JORGE CHÁVEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, CALCULO HIDRAULICO, NFPA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

11-04-2025

Fecha