



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



**EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO
NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. ABNER DAVID QUISPE APAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ
2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO
NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA**

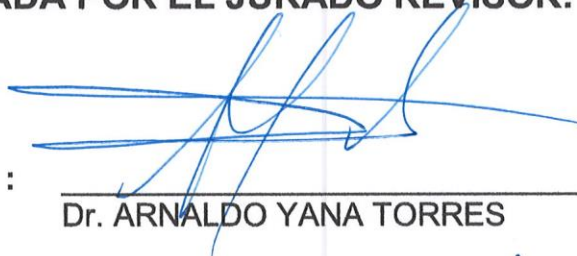
TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ABNER DAVID QUISPE APAZA

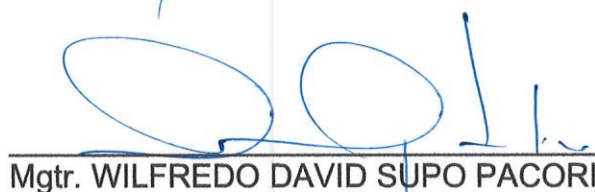
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

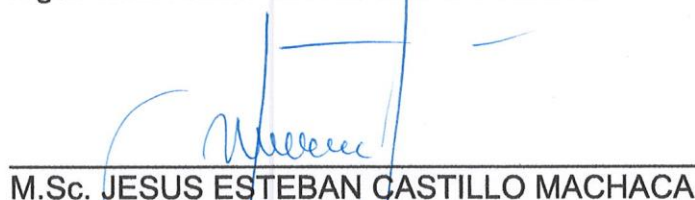
PRESIDENTE


Dr. ARNALDO YANA TORRES

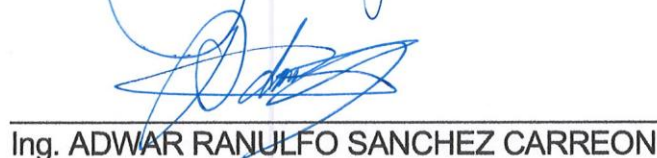
PRIMER MIEMBRO


Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

SEGUNDO MIEMBRO


M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS


Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1378-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 9505 presentado por el (la) Bachiller: **ABNER DAVID QUISPE APAZA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ABNER DAVID QUISPE APAZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, 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 y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **1er Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **ABNER DAVID QUISPE APAZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : martes 04 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 16:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- 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 CIENCIAS PURAS

OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Interesado (a)



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 582-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 4554 por el señor (a): **ABNER DAVID QUISPE APAZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 460- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 018- 2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ABNER DAVID QUISPE APAZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN 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 Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 018- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, 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 y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **ABNER DAVID QUISPE APAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

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.



cc.
Archivo
interesado (a)



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 313-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 2757, presentado el señor (a) **ABNER DAVID QUISPE APAZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 229-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 008 -2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ABNER DAVID QUISPE APAZA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN 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 Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 008 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, 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 y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **ABNER DAVID QUISPE APAZA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

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 C. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

14%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

4

qdoc.tips

Fuente de Internet

1%

5

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ABNER DAVID QUISPE APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73945442
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-2732-0426
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821

Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.500566 Longitud: -70.134663 URL Maps:  https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRR0oFjk&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2025 – Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08
https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES DEL ÁGUILA"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ABNER DAVID QUISPE APAZA, identificado con DNI

Nro. 73945442, 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:

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO

NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

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 13 de Mayo del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

En honor a mi Padre que no está con nosotros,
a mi madre, a mi familia y a Dios mi fuente de
Inspiración y Sabiduría.



AGRADECIMIENTO

A Dios, mi roca eterna, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento en este logro académico. A mis Padres por ser mi refugio, mi motivación y mi hogar. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo Con todo mi amor y gratitud, les dedico este trabajo.



CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
CONTENIDO GENERAL.....	iii
CONTENIDO DE TABLAS	viii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la realidad problemática	18
1.2. Planteamiento del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Justificación	20
1.3.1. Justificación técnica.....	20
1.3.2. Justificación económica.....	21
1.3.3. Justificación social	21
1.3.4. Justificación ambiental.....	21
1.4. Objetivos.....	22
1.4.1. Objetivo general.....	22



1.4.2. Objetivos específicos	22
1.5. Hipótesis	22
1.5.1. Hipótesis general	22
1.5.2. Hipótesis específicas	23
1.6. Variables e indicadores	23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación	25
2.1.1. internacionales.....	25
2.1.2. Nacionales	28
2.1.3. Locales	31
2.2. Marco teórico	32
2.2.1. Tuberías.....	32
2.2.2. Acometida de agua a la red matriz	33
2.2.3. Sistemas de alimentación de agua potable	33
2.2.4. Almacenamiento	40
2.2.5. Instalación de agua fría	41
2.2.6. Instalación de agua caliente	41
2.2.7. Instalaciones pluviales	42
2.2.8. Instalaciones de drenajes	42
2.2.9. Dotación de agua en edificios.....	43
2.2.10. Cálculo de redes interiores	43



2.2.11. Informaciones preliminares.....	44
2.2.12. Método de Hunter	44
2.2.13. Servicio público.....	45
2.2.14. Servicio privado	45
2.2.15. Cálculo de tubería.....	47
2.2.16. Dimensionamiento de los sub-ramales	48
2.2.17. Dimensionamiento de los ramales de alimentación	48
2.2.18. Consumo simultáneo máximo posible	48
2.2.19. Consumo simultáneo máximo probable.....	49
2.2.20. Rozamiento.....	50
2.3. Marco conceptual	51

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	54
3.2. Nivel de investigación	54
3.3. Enfoque de la investigación	55
3.4. Desarrollo de la Investigación.....	55
3.4.1. Principio de operación del sistema hidroneumático	55
3.4.2. Diseño hidráulico	57
3.4.3. Principio de operación y formulación para el dimensionamiento del sistema hidroneumático	58
3.5. Población y muestra	59



3.5.1. Población	59
3.5.2. Muestra.....	60
3.6. Métodos e instrumentos recolección de datos	62
3.6.1. Análisis documental	62
3.7. Descripción general de la instalación	68
3.7.1. Acometida.....	68
3.7.2. Llave de toma	68
3.7.3. Tubo de acometida	69
3.7.4. Llave de corte en el exterior de la propiedad	70
3.7.5. Instalación general del edificio.....	71
3.7.6. Llave de corte general	71
3.7.7. Filtro de la instalación general	73
3.7.8. Armario o arqueta del contador general	73
3.7.9. Tubo de alimentación	74
3.7.10. Tubo de alimentación.....	75
3.8. Esquemas de los tipos de trazados de abastecimiento de agua fría	79
3.8.1. Contador único y montantes múltiples. Tipo A.....	79
3.8.2. Contador único y montante único. Tipo B	80
3.8.3. Contadores divisionarios centralizados. Tipo C	82
3.8.4. Contador divisionario en cada vivienda Tipo D.....	84
3.9. Sistemas de sobreelevación: grupos de presión.	86
3.9.1. Depósito Elevado Abierto	86



3.9.2. Grupo hidroneumático de elevación de presión.....	89
3.9.3. Grupo de presión de accionamiento regulable.	94
3.10. Recolección y procesamiento de datos.....	96

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. Dimensionado del grupo de presión	99
4.1.1. Capacidad del depósito de reserva o de regulación auxiliar	99
4.1.2. Cálculo y elección de las bombas.....	100
4.2. Cálculos realizados para el análisis de datos	107
4.3. Dotación y almacenamiento de agua.....	107
4.3.1. Consumo total diario	107
4.3.2. Tubería de impulsión y de succión	116
4.3.3. Redes de distribución	128
4.4. Análisis de Resultados	133
4.5. Validación de hipótesis.	134
4.5.1. Validación hipótesis general	134
4.5.2. Validación hipótesis Específicas.....	135
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	140
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXOS	144



CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas sistemas directos	34
Tabla 2 Ventajas y desventajas sistemas indirectos.....	37
Tabla 3 Ventajas y desventajas cisterna y equipo de bombeo	38
Tabla 4 Unidades de gasto para el dimensionamiento de tuberías de distribución de agua en edificaciones (aparatos sanitarios de uso privado)	46
Tabla 5 Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios” (aparatos de uso público)	46
Tabla 6 Gastos probables según el método de Hunter para el dimensionamiento de tuberías	47
Tabla 7 Presiones máximas y mínimas	57
Tabla 8 Casas individuales por tipo de vivienda, distrito y provincia, en áreas rurales y urbanas	59
Tabla 9 Rango por niveles de edificios	60
Tabla 10 Dimensiones de la caja de registro o arqueta.....	72
Tabla 11 Consumo total de agua de la edificación	107



CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de abastecimiento directo.....	35
Figura 2 Contenedor superado con alimentación directa	36
Figura 3 Cisterna y equipo de bombeo	38
Figura 4 Mecanismo mixto	39
Figura 5 Equipo hidroneumático.....	56
Figura 6 Elevación de la edificación	62
Figura 7 Sistema de instalación indirecta.....	63
Figura 8 Sótano de la edificación	64
Figura 9 Primer nivel	64
Figura 10 Segundo nivel	65
Figura 11 Tercer nivel	65
Figura 12 Cuarto nivel	66
Figura 13 Quinto nivel	66
Figura 14 Sexto nivel.....	67
Figura 15 Azotea de la edificación	67
Figura 16 Plan de acometida.....	69
Figura 17 Diagrama de realización dispuesta	70
Figura 18 Apertura de corte general situada en la arqueta	72
Figura 19 Embestida y armario de contador único	74
Figura 20 Repartidor principal con contador único	76
Figura 21 Red cerrada o en anillo	77
Figura 22 Red abierta.....	77
Figura 23 Dispensero superior	78



Figura 24 Diagrama de distribución con un solo contador y cantidades múltiples.....	79
Figura 25 Modelo de distribución con un solo contador y cantidades múltiples	80
Figura 26 Distribución con un solo contador y montantes únicos.....	81
Figura 27 Esquema de distribución con contador único y montantes únicos ..	82
Figura 28 Plan de distribución con contadores centralizados que dividen	82
Figura 29 Plan de distribución con contadores centralizados que dividen	83
Figura 30 Diagrama para la distribución con contadores según planta.....	84
Figura 31 Diagrama de administración con contadores por niveles	85
Figura 32 Componentes de un depósito superado.....	86
Figura 33 Componentes de un depósito eminente.....	87
Figura 34 Ilustración en alzado de provisión en un edificio con un depósito que se encuentra sobresaliente	88
Figura 35 Diagrama de un sistema de elevación superior con tres bombas ...	90
Figura 36 Diagrama fundamental del conjunto hidroneumático de presión.....	91
Figura 37 Conjunto de ascenso tradicional	92
Figura 38 Categorías de contenedores a presión	93
Figura 39 Diagrama con los componentes de un grupo de sobre-elevación tradicional.....	93
Figura 40 Diagrama de un conjunto de sobreelevación tradicional con un tanque de presión con membrana.....	94
Figura 41 Conjunto de presión con capacidad de ajuste.....	95
Figura 42 Transformador de frecuencia	95
Figura 43 Transformador de frecuencia	95



Figura 44	Vista frontal de la edificación.....	96
Figura 45	Cisterna de concreto armado	97
Figura 46	Cilindros de agua elevados en la construcción	97
Figura 47	Servicios sanitarios (inodoro) en el edificio	98
Figura 48	Ducha, lavabo e inodoro en el edificio.....	98
Figura 49	Cilindro radial de eje horizontal de gran fuerza	101
Figura 50	Cilindro de múltiples células con eje vertical	101
Figura 51	Curva peculiaridad de bomba	105
Figura 52	Curvas representativas de diversas bombas comerciales	106
Figura 53	Depósito de presión	106
Figura 54	Disminución de la presión en dispositivos de tipo disco.....	112
Figura 55	Longitudes que son comparables con disminuciones a nivel local	115
Figura 56	Disminución de carga en metros por cada 100 metros	116



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar las presiones de diseño mínimas y máximas para un sistema indirecto de abastecimiento de agua potable en edificaciones de más de cuatro pisos en la ciudad de Juliaca, aplicando la Norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El estudio adopta un enfoque evaluativo con diseño transversal, desarrollado mediante la observación, registro y análisis de las variables intervinientes. La población de estudio comprende las edificaciones de más de cuatro pisos en la ciudad de Juliaca, seleccionándose una muestra no probabilística según las características específicas de la investigación. Las variables analizadas incluyen: presión en la red pública, altura estática, pérdidas de carga por fricción en tuberías y accesorios, pérdidas en el medidor, altura disponible, longitud equivalente, velocidad de flujo, pendiente real, consumo de agua del edificio y tipo de uso (privado o público) de los espacios. Los resultados obtenidos demuestran que el sistema indirecto mediante equipo hidroneumático para el suministro de agua potable cumple con los parámetros establecidos en la Norma IS.010, presentando las siguientes características: presiones que varían entre 3.013 m.c.a. y 29.728 m.c.a.; diámetros de tubería comprendidos entre ½" (escenario óptimo) y 1" (escenario crítico); y velocidades de flujo que oscilan entre 1.023 m/s y 2.566 m/s. Se concluye que el sistema indirecto propuesto, compuesto por cisterna, tanque elevado y equipo de bombeo, es capaz de mantener presiones adecuadas en la edificación analizada, cumpliendo con los requisitos de la Norma IS.010 del RNE para consumo simultáneo. Asimismo, se determina que en zonas donde el suministro público de agua es



discontinuo o presenta presión insuficiente, resulta indispensable implementar sistemas de almacenamiento que garanticen el abastecimiento continuo a todas las instalaciones proyectadas. La implementación del equipo hidroneumático con tuberías de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y hasta 1" permitió alcanzar velocidades de flujo de hasta 2.566 m/s, optimizando el funcionamiento del sistema.

Palabra clave: Abastecimiento de agua, presiones, sistema indirecto.



ABSTRACT

The primary objective of this study is to determine the minimum and maximum design pressures for an indirect potable water supply system in buildings with more than four stories in the city of Juliaca, in accordance with Standard IS.010 of the National Building Code (RNE). The study adopts an evaluative approach with a cross-sectional design, developed through the observation, recording, and analysis of the relevant variables. The study population comprises buildings with more than four stories in the city of Juliaca, with a non-probabilistic sample selected based on the specific characteristics of the research. The variables analyzed include: pressure in the public network, static head, friction pressure losses in pipes and fittings, meter losses, available head, equivalent length, flow velocity, actual slope, building water consumption, and type of use (private or public) of the spaces. The results obtained demonstrate that the indirect system using hydropneumatic equipment for the supply of drinking water complies with the parameters established in Standard IS.010, exhibiting the following characteristics: pressures ranging from 3.013 m.w.g. to 29.728 m.w.g.; pipe diameters ranging from ½" (optimal scenario) to 1" (critical scenario); and flow velocities ranging from 1.023 m/s to 2.566 m/s. It is concluded that the proposed indirect system, consisting of a cistern, an elevated tank, and pumping equipment, is capable of maintaining adequate pressures in the analyzed building, complying with the requirements of RNE Standard IS.010 for simultaneous consumption. Likewise, it is determined that in areas where the public water supply is intermittent or has insufficient pressure, it is essential to implement storage systems that guarantee continuous supply to all planned



facilities. The implementation of hydropneumatic equipment with $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", and up to 1" pipes allowed flow rates of up to 2.566 m/s to be achieved, optimizing system performance.

Keyword: Water supply, pressures, indirect system.



INTRODUCCIÓN

Para el progreso de las ciudades es crucial proveer agua potable a los edificios. Para lograrlo, se pueden emplear distintos métodos, incluyendo sistemas directos e indirectos de abastecimiento de agua en una construcción. En nuestro país, el agua ha estado sufriendo un impacto significativo como consecuencia de la sobreexplotación humana, lo que ha llevado a una disminución constante de sus reservas. Es obligatorio tener medidas adecuadas para gestionar el uso del agua, por medio de métodos de planificación regulativas y legislaciones que posibiliten su protección y colocación racional, debido a esta merma hídrica junto con un incremento elevado de la población. Por lo tanto, para lograr un mejor entendimiento de los sistemas a utilizar según la carga estática generada y proporcionar presiones apropiadas para el consumo de la edificación, es fundamental entender el abastecimiento de agua en una construcción.

Seguidamente, se presentan los capítulos que componen el presente estudio, así como las conclusiones, sugerencias y anexos. Se exponen de la forma siguiente: El primer capítulo incluye la enunciación del problema, la definición de los objetivos, la justificación del estudio y las variables independientes y dependientes. El capítulo II establece el marco referencial en el que se indican antecedentes a nivel local, nacional e internacional. Asimismo, se explican los conceptos y el marco teórico que fundamentan la investigación. La metodología de investigación, el procedimiento, la población y la muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados durante el estudio de investigación se exponen en el capítulo III. El capítulo IV se centra en el análisis y la discusión



de los resultados, donde se describe el proceso de elaboración del experimento, así como los cálculos efectuados para responder a los objetivos establecidos y obtener conclusiones.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la realidad problemática

En los años recientes, el progreso económico y comercial en nuestra región ha propiciado que aumente la cantidad de empresarios, entre otros; esto es porque requieren infraestructuras modernas para establecerse y funcionar. Además, el desarrollo inmobiliario ha llevado a la construcción de edificios en Juliaca con el propósito de acoger particularmente a estos inversores y empresarios.

Las construcciones de este tipo se dividen en dos categorías, oficinas o ambientes. La primera es aquella cuya infraestructura completa corresponde a una única compañía, mientras que la segunda, objeto de nuestro estudio, es donde el edificio erigido se arrienda o vende a diversos empresarios o dueños.

Las instalaciones sanitarias interiores son un elemento fundamental de las iniciativas de este tipo, ya que tienen que cubrir adecuadamente la demanda

de los usuarios. La demanda que requieren las instalaciones sanitarias es la suma de las necesidades, y deben ser proyectadas y construidas de la manera más práctica posible para impedir reparaciones continuas e innecesarias, maximizando la conservación mínima.

Al crear y llevar a cabo la construcción de instalaciones sanitarias interiores de manera apropiada y económica, se tiene que buscar la eficacia y funcionalidad de todos los espacios del edificio. Estas deben diseñarse y edificarse conforme a lo señalado en el "Reglamento Nacional de Edificaciones Norma IS-010" y otras normativas, las cuales fijan los requerimientos mínimos que deben ser cumplidos. Estos requisitos aseguran el adecuado trabajo de los servicios sanitarios y los procedimientos contra incendios.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Usando la Norma IS.010, qué parámetros se utilizan para diseñar un sistema indirecto de suministro de agua potable en edificios de más de cuatro pisos en la ciudad de Juliaca?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida se cumplen los parámetros establecidos en la Norma IS.010 del RNE para el abastecimiento de agua potable mediante un sistema indirecto compuesto por cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado?

- b) ¿Qué sistema indirecto es el más adecuado para un edificio que ya existe, con más de cuatro pisos y situado en Juliaca, a fin de mantener presiones apropiadas en la construcción?
- c) ¿Cuáles son las velocidades, presiones y caudales previstos según la demanda en el edificio, considerando el sistema de distribución indirecto del agua potable?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación técnica

El objetivo de esta investigación es ayudar a la ciudad de Juliaca a equipar sus edificios con sistemas de agua potable seguros y eficaces, capaces de resistir las inclemencias del tiempo. Por ello, es importante examinar y evaluar las instalaciones de fontanería de un edificio de nueva construcción situado en la intersección de las calles Jr. Bolívar y Jr. Mariano Núñez. Dada la elevada demanda y la baja presión que caracterizan a las redes públicas de agua de Juliaca, es fundamental evaluar el funcionamiento de estos sistemas.

Por lo tanto, es necesario recopilar todos los datos pertinentes relativos al estado, las condiciones y el funcionamiento del sistema de agua de la infraestructura existente. En caso de que acontecimientos futuros afecten al sistema de agua potable, el objetivo es mejorar, sugerir y ofrecer alternativas. Puede ser necesario revisar el sistema indirecto instalado para suministrar agua a este edificio, así como abordar las presiones en la red de distribución, las ramificaciones y los alimentadores, así como cualquier reducción de carga que pueda producirse.

1.3.2. Justificación económica

En varias ciudades hoy en día se está racionando el suministro de agua potable, y por otro lado, "hay sectores significativos de la comunidad que aun no está incluidos en la red de abastecimiento". Estas situaciones son causadas por la escasez del recurso hídrico, a causa de la insuficiencia de unidades para almacenar agua y, como resultado, una disminución en las horas de servicio. Esto implica realizar inversiones sustanciales para proveer a los servicios interiores dentro de los inmuebles en Juliaca.

1.3.3. Justificación social

Es muy importante realizar un estudio hidráulico apropiado en el mecanismo de bombeo por medio de un estanque hidroneumático para proveer agua potable al inmueble vertical de la ciudad de Juliaca, porque permitirá que el agua esté disponible las 24 horas del día con una presión constante, cumpliendo así con los requerimientos del inmueble.

1.3.4. Justificación ambiental

Es preciso realizar un análisis hidráulico para el sistema de bombeo del edificio situado en el Jr. si se quiere optimizar la calidad ambiental y contar con un tanque hidroneumático que abastezca agua potable. Mariano Núñez de la en Juliaca, debido a que estarían realizando mejoras para ahorrar el recurso del consumo hídrico y así mejorar el efecto en el medioambiente.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

Analizar los parámetros de diseño de un sistema indirecto para proveer agua potable en edificios que tengan más de cuatro plantas en la ciudad de Juliaca, aplicando la norma IS.010.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- a) Evaluar si la construcción satisface los criterios establecidos por la Norma IS.010 del RNE para proporcionar agua para un consumo simultáneo a través de un sistema indirecto que emplea cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado.
- b) Examinar el sistema indirecto ideal para un inmueble de más de cuatro niveles situado en la ciudad de Juliaca con el fin de conservar presiones apropiadas dentro del edificio.
- c) Examinar el sistema de distribución de agua potable en la construcción, teniendo en cuenta los caudales, velocidades y presiones previstas en función de la demanda del edificio.

1.5. Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis general*

Las presiones máximas se lograrán a través de un sistema hidroneumático para el suministro de agua potable, y llegarán hasta 50 m.c.a.; las mínimas oscilarán entre 4 y 5 m.c.a. en las áreas menos ventajosas del edificio.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) En los puntos más desfavorables de la construcción, las presiones mínimas estarán por debajo de 2 m.c.a. y no se ajustará a los estándares que establece la Norma IS.010 del RNE para el consumo simultáneo en el edificio.
- b) En comparación con el sistema indirecto que utiliza cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado, el sistema indirecto que emplea equipo hidroneumático es más eficiente.
- c) Los caudales permanecerán constantes debido a la demanda de construcción, pero las velocidades de operación en función del diámetro establecido disminuirán entre un 10 y un 20%, lo que resultará en presiones más altas en comparación con los demás sistemas.

1.6. Variables e indicadores

Variable independiente: Sistema Indirecto de Suministro de Agua Potable en Edificaciones

Indicador:

Presión disponible en la red de distribución pública.

Altura estática del sistema.

Pérdidas de carga por fricción en tuberías y accesorios.

Pérdidas de carga en el medidor de agua

Variable dependiente: Presiones de diseño mínimas y máximas

Indicador:

- Altura disponible del sistema.
- Longitud equivalente de tuberías.
- Velocidad del flujo de agua.
- Pendiente real de las tuberías.
- Pérdidas de carga totales.

Variable interviniente: Parámetros de diseño Norma IS.010 RNE

Indicador:

- Demanda hídrica de la edificación.
- Tipología de uso de los ambientes.
- Unidades de gasto por aparato sanitario.
- Clasificación de uso: privado o público.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. internacionales

En resumen, la expansión urbana ha aumentado la demanda de agua por parte de los clientes del servicio de abastecimiento (Soriano, 2012). Esta expansión no ha ido acompañada, en muchos casos, de una actualización suficiente de las infraestructuras hidráulicas, debido principalmente a la falta de financiación. Debido a esta circunstancia, la capacidad de la red ha disminuido gradualmente y, como resultado, ahora se utilizan ampliamente depósitos atmosféricos entre la red general y las instalaciones internas de los edificios. Estos depósitos protegen a los usuarios de cortes ficticios del suministro, así como de cambios bruscos en la demanda. A pesar de estas ventajas, almacenar agua en estos depósitos tiene importantes inconvenientes para el sistema, principalmente en lo que se refiere a garantizar la seguridad del agua y otras

cuestiones relacionadas con la reducción de la eficiencia energética del suministro. Estos inconvenientes son tan graves que limitan o incluso eliminan las ventajas de utilizar depósitos. Por lo tanto, es aconsejable pensar en métodos que permitan su eliminación progresiva. En cualquier caso, garantizar la protección y el buen funcionamiento de la red general de suministro es el primer paso para prescindir de los depósitos. En este sentido, se vuelve crucial entender las demandas hidráulicas, ya sean en régimen permanente o transitorio, que la red general de distribución tendrá que enfrentar, y las cuales están relacionadas con los esquemas de suministro más comunes utilizados en la instalación interna. Para proteger la instalación interior y el segmento de la red general que está cerca de ella, es apropiado examinar detenidamente los efectos temporales producidos por este tipo de elementos, con miras a una instalación extendida de grupos de presión en las instalaciones internas. Una vez que se conocen los efectos temporales producidos en la instalación interior, se procede a definir los sistemas y mecanismos para disminuirlos y salvaguardar de manera apropiada la red de suministro frente a cambios de presión excesivos. Es importante tener presente que el deterioro de las tuberías puede suceder no solo por una sola depresión, sino también por la presencia constante y sistemática de depresiones. Es en este contexto que se ha comprobado que la instalación de depósitos presurizados en la aspiración de los grupos de presión y el uso de estos grupos, provistos con un variador de velocidad, posibilitan una protección apropiada para la red. (p. 4)

Según Soriano (2012), la instalación sanitaria interior de una edificación constituye una extensión directa de la red general de distribución del servicio de



agua potable, debiendo considerarse como parte integral del sistema cuyo objetivo final es suministrar el recurso hídrico a los diversos puntos de consumo, garantizando estándares mínimos de calidad en el servicio.

Sin embargo, esta integración no siempre se gestiona adecuadamente. En numerosos casos, la separación de responsabilidades entre los componentes de la red pública y las instalaciones internas genera una desarticulación que dificulta alcanzar un objetivo tan esencial como la optimización de la eficiencia global del sistema (Soriano, 2012).

En consecuencia, teniendo en cuenta los problemas que plantea el uso de componentes aislantes, como los depósitos atmosféricos, en el esquema de conexión de suministro indirecto, esta tesis doctoral ha tratado de comprender mejor la relación entre estas dos instalaciones e investigar las posibles ventajas de una conexión directa entre ellas (Soriano, 2012).

Varios de los estrictos desafíos que enfrenta esta conexión actualmente son la falta de conocimiento sobre las capacidades de la red general, las posibilidades que brinda este esquema o incluso los requisitos relacionados con su operación.

Simultáneamente, la adopción no se ve beneficiada por la normativa vigente en los distintos niveles, principalmente a causa de que es complicado proporcionar garantías de fiabilidad debido al gran número de casos que hay que considerar. "Por otro lado, la integración generalizada de depósitos atmosféricos puede tener un impacto negativo en la calidad del agua suministrada y en la

eficiencia del servicio, mientras que disminuye las solicitudes de la red", Soriano. (2012; p.213)).

2.1.2. Nacionales

Olivarez (2014) expone los conceptos fundamentales para el diseño de instalaciones sanitarias en edificaciones, abarcando sistemas de agua potable, desagüe y agua contra incendios. El autor desarrolla los principios hidráulicos que gobiernan el flujo de fluidos en tuberías, así como las metodologías de cálculo para determinar gradientes hidráulicos, pérdidas de carga y diámetros de tubería, proporcionando un enfoque integral desde la perspectiva de la ingeniería sanitaria. Asimismo, describe los sistemas externos de abastecimiento de agua y evacuación de desagües correspondientes al proyecto analizado. Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua, se optó por un sistema indirecto de presión constante con equipos de bombeo de velocidad variable, considerado uno de los más eficientes y modernos disponibles actualmente. El proceso de diseño contempla diversos aspectos técnicos, tales como: el dimensionamiento de la conexión domiciliaria, el cálculo del volumen de la cisterna, el diseño de la red de distribución interna, la implementación de amortiguadores hidráulicos y la selección adecuada de equipos de bombeo. Respecto al sistema contra incendios, se detallan sus componentes principales: gabinetes, sistemas de rociadores automáticos (sprinklers) e hidrantes, cuya aplicación varía según la altura de la edificación. El cálculo hidráulico de estos sistemas se realiza conforme a las normas NFPA 13, 14 y 20, documentación actualmente exigida por las autoridades municipales para la aprobación de proyectos. El sistema de agua caliente presenta un diseño limitado debido a su uso esporádico por parte

de los ocupantes, implementándose únicamente lo estrictamente necesario mediante redes reducidas y calentadores de baja capacidad. No obstante, se incluye un capítulo dedicado al diseño de la piscina del edificio, la cual cuenta con sistema de recirculación de agua caliente destinado al uso del personal de oficinas, constituyendo además un atractivo comercial del proyecto. Para su diseño se seleccionó el sistema de rebose con tanque de compensación. El sistema de desagüe se estructura en dos modalidades: drenaje por gravedad y drenaje por bombeo. El drenaje gravitacional se aplica en los niveles superiores, adaptándose a los requerimientos específicos de cada oficina según las necesidades del futuro propietario. Por su parte, el drenaje por bombeo se implementa en los servicios higiénicos y desagües ubicados en los sótanos. Ambos sistemas se integran con el sistema de ventilación, analizándose en este capítulo los criterios técnicos considerados para su diseño. Finalmente, el documento presenta conclusiones y recomendaciones sobre el tema, incluyendo en los anexos: catálogos técnicos de equipos de bombeo, especificaciones y dimensiones de la sala de bombas, así como los planos de desarrollo del proyecto del edificio de oficinas Link Tower (p. 4).

Olivarez (2014) concluye que, dada la altura de +63.45 metros del edificio de oficinas, resulta necesario implementar un sistema indirecto de abastecimiento de agua para elevar el suministro hasta dicha cota. La instalación de un tanque elevado resulta inviable tanto por la altura de la edificación como por consideraciones estéticas, dado que el proyecto busca mantener una imagen arquitectónica moderna. Por ello, se optó por un sistema de presurización mediante cisterna con equipos de bombeo. Para la selección del equipamiento

de presurización, se descartó el sistema hidroneumático debido a sus mayores requerimientos de mantenimiento del tanque hidroneumático y su progresiva obsolescencia en el mercado. En su lugar, se eligió un sistema de presión constante con bombas de velocidad variable, el cual ofrece ventajas significativas en términos de eficiencia energética y menor demanda de potencia eléctrica instalada en comparación con los sistemas hidroneumáticos convencionales. El sistema de bombeo está conformado por tres equipos: dos bombas operativas para funcionamiento simultáneo y una bomba de reserva, las cuales operarán de manera alternada. El dimensionamiento del medidor y la línea de alimentación se determinó en función del consumo diario promedio del edificio, y no según la capacidad total de la cisterna, la cual presenta un volumen superior al requerido. Este volumen excedente se completará una vez transcurridas las 12 horas de suministro continuo. La pérdida de carga en el medidor se mantiene por debajo de los límites establecidos por el fabricante. Debido a las características estructurales de la losa (sistema de vigas pretensadas), no es factible empotrar las tuberías en ella, por lo que la red de distribución de agua se instalará mediante sistema suspendido. Cada oficina contará con un medidor horizontal de chorro, considerando que el diámetro mínimo requerido por los aparatos sanitarios con fluxómetro es de 1½", siendo los medidores horizontales los más disponibles en el mercado para este diámetro. Cada batería de servicios higiénicos incorporará amortiguadores mecánicos para mitigar los efectos del golpe de ariete generado por el uso de sanitarios con fluxómetro. Asimismo, debido a la altura dinámica de bombeo, el sistema de presión constante y velocidad variable generará presiones considerablemente elevadas en los niveles inferiores, lo que podría ocasionar

sobrepresiones en las tuberías y daños en grifería, válvulas y conexiones de aparatos sanitarios. Por esta razón, se requiere la instalación de válvulas reductoras de presión en el sistema. Con el objetivo de optimizar el rango de presiones, los servicios higiénicos ubicados en los sótanos 5 al 2 serán abastecidos directamente desde la red pública. Finalmente, se observa que el rendimiento hidráulico del sistema es ligeramente inferior cuando se emplean diámetros comerciales expresados en milímetros, en comparación con los diámetros nominales estándar (p. 213)).

2.1.3. Locales

Cano (2014) lo resume así: Basándose en los criterios establecidos por el Ministerio de Salud del Perú, esta investigación examina la planificación y la evaluación de las instalaciones de atención sanitaria primaria y secundaria en centros de salud clasificados como I-1 a I-4. En la región sur del país, este estudio se lleva a cabo en zonas montañosas y de gran altitud. Así pues, siguiendo una progresión lógica, abordamos los siguientes temas: la clasificación de los centros de salud, los servicios que prestan dichos centros, las instalaciones sanitarias, los cálculos del consumo diario y de la demanda máxima, el suministro de agua, el agua fría, el agua blanda, el agua caliente, el riego, la recirculación de agua caliente, el saneamiento, la ventilación y los sistemas de drenaje de aguas pluviales forman parte del proceso de evaluación. Reuniones excepcionales. Diseño y cálculo de los equipos de la sala de máquinas. Planos y cálculos para el depósito. página 10.

Cano (2014) llega a la conclusión de que el Análisis y diseño de instalaciones sanitarias y especiales para lugares de gran altitud y mesetas altas

en el sur de Perú puede mejorar las circunstancias de los centros de salud de categoría I-4 que ha propuesto el MINSA. Al analizar y diseñar infraestructuras hidrosanitarias para regiones de gran altitud y mesetas altas en la parte sur del país, se debe tener en cuenta la temperatura. Al analizar y diseñar instalaciones únicas para las regiones de gran altitud y meseta del sur del país, se debe tener en cuenta la temperatura. (página 208)

Cano (2014) sugiere que, debido a los diversos especialistas que participan en sus distintos ámbitos, es necesaria la coordinación con los campos pertinentes para elaborar proyectos de implementación o investigación para los centros de salud de categoría I4 previstos por el MINSA. Incorporar la temperatura de las regiones de gran altitud y meseta alta del sur del país en la planificación y el análisis de las infraestructuras de agua y saneamiento. Es fundamental seleccionar el sistema de agua caliente adecuado, ya que determinará el tipo de maquinaria especializada que se utilizará en la sala de máquinas para instalaciones únicas (página 208).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Tuberías

Según Carrasco (2004), la medida exacta del diámetro efectivo de una tubería es su diámetro interior cuando se trata de cuestiones hidráulicas. Es habitual utilizar el diámetro nominal —que coincide con el diámetro interior— en el caso de tuberías de pared delgada, ya que el diámetro exterior depende del espesor de la pared en tuberías de diámetro muy pequeño. Por lo tanto, los 25 mm mencionados en el contexto de las tuberías se refieren al diámetro interior,

y el diámetro exterior, ligeramente mayor, vendrá determinado por el espesor de la pared. Se trate de una tubería que se va a instalar en una pared, un panel o un conducto, esta es una consideración fundamental.

Las tuberías pueden clasificarse en:

- Hierro, Acero, Hormigón, Asbesto – cemento, Cerámica, Cobre, Plástico, PVC.

2.2.2. Acometida de agua a la red matriz

Carrasco (2004) sostiene: Normalmente, el organismo correspondiente se ocupa de la conexión a la tubería principal y de poner en marcha la tubería de conexión, lo que corre a cargo del dueño del edificio. Cuando el proveedor instala el tubo de comunicación con la autorización de la autoridad local, por lo general realiza la conexión a la tubería principal, también a costa del dueño. Antes de que una tubería subterránea entre en operación, la autoridad local tiene el deber de revisarla.

2.2.3. Sistemas de alimentación de agua potable

Carrasco (2004) afirma: Entre los múltiples sistemas de alimentación, nombramos tres de los más relevantes: los directos, los indirectos y los mixtos. De acuerdo con lo que dispongan las autoridades pertinentes. (p. 61).

2.2.3.1. Sistemas directos

De acuerdo con Carrasco (2004), en los sistemas de abastecimiento directo, el agua fría proveniente de la red pública alimenta directamente todos los aparatos sanitarios e instalaciones. Para el sistema de agua caliente,

habitualmente se requiere una cisterna de almacenamiento; no obstante, cuando se utilizan calentadores instantáneos eléctricos o a gas que se conectan directamente a la tubería matriz, la cisterna resulta innecesaria, simplificando así la configuración del sistema.

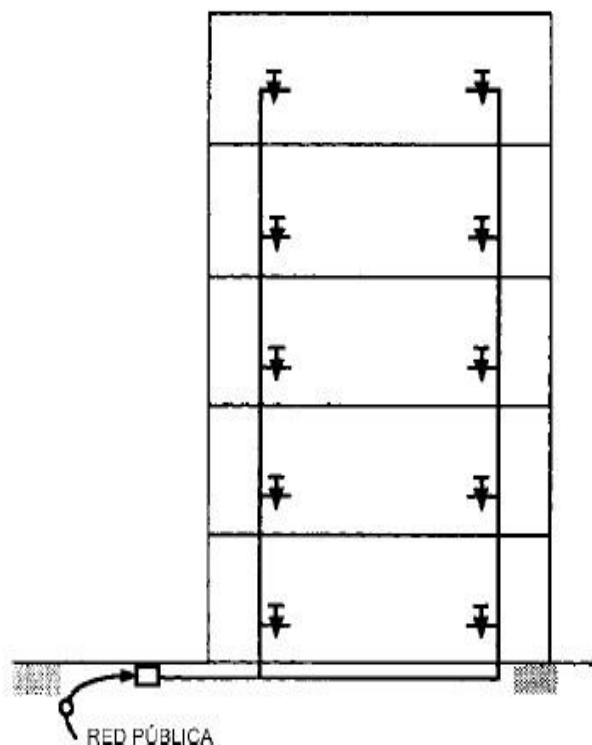
Adicionalmente, "este sistema se justifica cuando la red pública posee la capacidad de abastecer todos los puntos de consumo de forma continua durante todo el día, suministrando directamente a la totalidad de la instalación interna. En la figura siguiente se presenta un ejemplo de instalación directa" (Carrasco, 2004).

Tabla 1

Ventajas y desventajas sistemas directos

Ventajas	Desventajas
- Menor riesgo de contaminación: Al no existir almacenamiento intermedio, se reduce el peligro de contaminación del agua de abastecimiento interno. - Economía del sistema: Los sistemas directos son económicos para instalaciones de pequeña y mediana envergadura. - Medición precisa: Posibilidad de medir los caudales de consumo con mayor exactitud y control.	- Ausencia de almacenamiento: No hay reserva de agua en caso de interrupción o paralización del suministro de la red pública. - Limitación por altura: Abastecen únicamente edificios de baja altura (generalmente de 2 a 3 pisos). - Diámetros grandes requeridos: Necesidad de diámetros de tubería considerablemente grandes para instalaciones de mayor demanda. - Variaciones de presión: Las fluctuaciones horarias de presión en la red pública afectan el abastecimiento en los puntos de consumo más elevados.

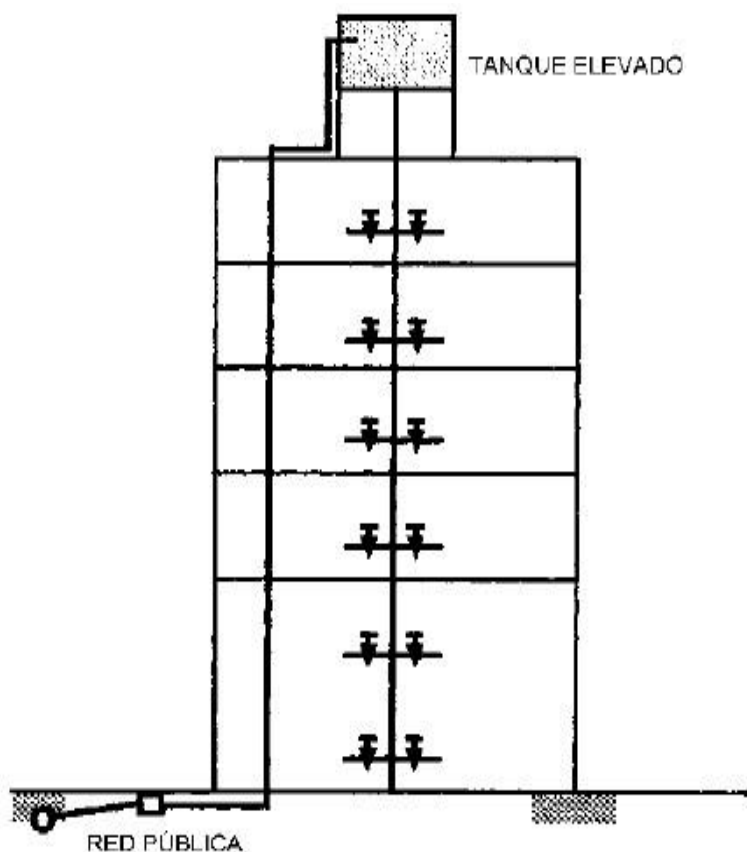
Nota: (Carrasco, 2024)

Figura 1*Sistema de abastecimiento directo**Nota:* (Carrasco, 2024)**a) Tanque elevado por alimentación directa**

Dada la situación actual, suele haber suficiente presión en la red pública de agua para llenar el depósito elevado durante unas horas, ya sea de día o de noche, y a partir de ahí el agua se suministra a la red interna por gravedad, afirma Carrasco (2004). Según Carrasco (2004), este sistema presenta algunos inconvenientes. Uno de ellos es que no requiere equipos de bombeo. Por otro lado, existe la posibilidad de que el depósito elevado no sea suficiente en los casos en que la demanda real sea superior a la prevista. Además, existe la posibilidad de que el depósito se vacíe antes del tiempo calculado si se producen fluctuaciones de presión en la red pública.

Figura 2

Contenedor superado con alimentación directa



Nota: (Blasco, 1995)

2.2.3.2. Sistemas indirectos

Carrasco (2004, p. 65) señala que es necesario disponer de un depósito de almacenamiento in situ, como una cisterna o un depósito elevado, cuando la presión del agua de la red pública es demasiado baja para llegar a los grifos y sanitarios de las plantas superiores. Estos depósitos recogen el agua de la red pública y la distribuyen al resto de la instalación, ya sea por gravedad o mediante sistemas hidráulicos.

Tabla 2

Ventajas y desventajas sistemas indirectos

Ventajas	Desventajas
- Reserva de agua: Existe almacenamiento de agua para el caso de interrupción del servicio público. - Presión constante: Presión constante y razonable en cualquier punto de la red interior. - Eliminación de sifonajes: Elimina los sifonajes por la separación de la red interna de la externa mediante conexiones domiciliarias independientes. - Presiones estables en agua caliente: Las presiones en las redes de agua caliente son más constantes.	- Mayor riesgo de contaminación: Mayores posibilidades de contaminación del agua dentro del edificio por almacenamiento. - Requieren equipamiento: Necesitan equipo de bombeo para el funcionamiento del sistema. - Mayor costo: Mayor costo de construcción y mantenimiento de reservorios (cisternas y tanques).

Nota: (Blasco, 1995)

a. Cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado

Carrasco (2004) establece: En este proceso, el agua fluye desde la red pública hasta la cisterna y luego se transporta al tanque submarino a través de un equipo de bombeo. A partir de ahí, la red interna de agua se nutre mediante la gravedad. Este mecanismo es adecuado si el diseño del tanque elevado y de la cisterna es conveniente. (p. 65)

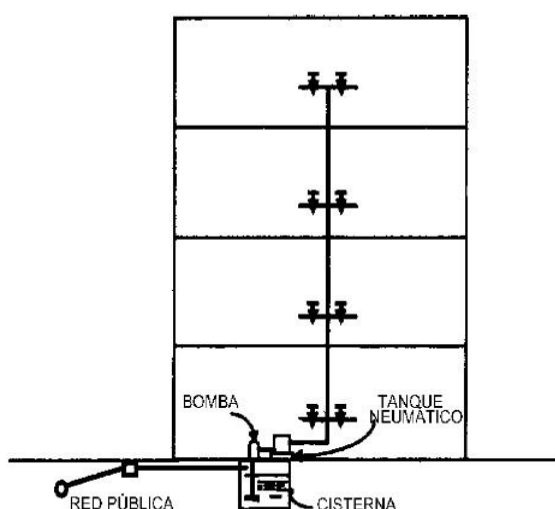
b. Cisterna y equipo de bombeo

"Para que la presión se mantenga en todo el sistema de instalaciones extensas sin reservorio elevado, la red de agua se une a una cisterna. Desde ahí, a través de una bomba y un tanque hidroneumático, se puede mantener la presión. Este mecanismo puede implementarse con bombas de rapidez variable o estable sobre la cisterna, utilizando equipos de control", según Carrasco (2004).

A la hora de determinar el trazado de las tuberías de la red de distribución, este enfoque es intercambiable con el sistema directo para su aplicación en la construcción de la red de fontanería interior. Se desaconseja el uso del sistema hidroneumático en edificios de gran altura debido a su elevado coste. Página 66 de Carrasco (2004)).

Figura 3

Cisterna y equipo de bombeo



Nota: (Blasco, 1995)

Tabla 3

Ventajas y desventajas cisterna y equipo de bombeo

Ventajas	Desventajas
- Presión adecuada: Presión adecuada en todos los puntos de consumo. - Fácil instalación: Facilidad en el proceso de instalación del sistema. - Sistema económico: Sistema económico en lo referente a tuberías que resultan ser de menores longitudes y diámetros. - Evita tanques elevados: Elimina la necesidad de construir tanques elevados en la edificación.	- Dependencia eléctrica: En caso de corte de corriente, el sistema hidroneumático seguirá funcionando durante un breve periodo de tiempo antes de apagarse.

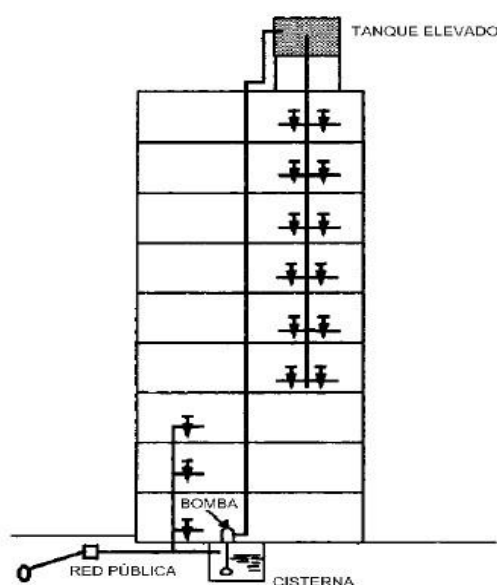
Nota: (Blasco, 1995)

2.2.3.3. Sistema mixto

Carrasco (2004) establece: Los estratos o pisos inferiores pueden ser alimentados directamente y los más altos indirectamente, si las tensiones en la red pública lo permiten. "Es muy común que, cuando no se puede proporcionar la altura necesaria al tanque elevado en los sistemas que son alimentados por gravedad, las presiones alcanzadas para los grados más altos no sean suficientes para la operación adecuada de los equipos sanitarios. En estas situaciones, se requiere un equipo de bombeo para atender los dos o tres niveles finales como un sistema independiente; sin embargo, es indispensable que ambos sistemas estén conectados entre sí en caso de que haya interrupciones eléctricas o se necesite arreglar el hidroneumático. El sistema también se utiliza en ocasiones para las situaciones de redes contra incendios que se alimentan desde el tanque elevado. (p. 67).

Figura 4

Mecanismo mixto



Nota: (Blasco, 1995)

2.2.4. Almacenamiento

"López (2006, p. 23) afirma que "es necesario almacenar agua en un tanque durante los periodos de menor demanda para poder usarla cuando la comunidad necesite una gran cantidad de líquido, ya que la captación no permanece constantemente y la cantidad requerida por la comunidad nunca".

Según López (2006, p. 23), los tanques de almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua cumplen funciones esenciales que se detallan a continuación:

- "Acumular agua en los períodos donde el suministro al tanque supera el consumo y, cuando la demanda excede el suministro, proveer el caudal almacenado necesario para compensar el déficit" (Corcho & Duque, 2005, p. 351).
- Asimismo, permiten "mantener las presiones de servicio requeridas en la red de distribución" (Corcho & Duque, 2005).
- Igualmente, "mantener un volumen de reserva para atender situaciones de emergencia, como incendios o interrupciones del servicio causadas por fallas en la bocatoma, aducción, desarenador o conducción" (Corcho & Duque, 2005).

Arocha (1980, p. 77) afirma que "los tanques de almacenamiento desempeñan un rol fundamental en el diseño de los sistemas de distribución de agua, tanto desde la perspectiva económica como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en la garantía de un servicio eficiente".

2.2.5. Instalación de agua fría

Se define como el sistema mediante el cual el agua procedente de una fuente externa se distribuye dentro de un edificio para su uso. El término «agua fría» se utiliza únicamente para diferenciarla del agua caliente. Las distintas partes del edificio reciben agua y cuentan con sistemas de fontanería independientes que se adaptan a sus respectivos fines. El suministro de agua se ramifica en múltiples conductos que la transportan a diversos aparatos y accesorios: el fregadero de la cocina, el lavabo de la lavandería, la ducha y el lavabo para la higiene personal, y la cisterna del inodoro para la descarga (Arocha S., 1980, p. 85).

"En la estructura, junto con las cañerías y los dispositivos de uso, se encuentran distintos tipos de grifos y llaves que posibilitan cerrar el flujo del agua o dejarlo correr libremente, ya sea a lo largo de toda la instalación, en una parte específica o en un aparato concreto" (Arocha S., 1980, p. 95).

2.2.6. Instalación de agua caliente

Según Carrasco Flores (2004), se considera suministro de agua caliente el agua calentada a una temperatura superior a la normal o ambiente, sin llegar al punto de ebullición. Esto mejora el nivel de confort en el interior del edificio.

El agua fría, aunque se caliente hasta alcanzar su temperatura interna, puede no ser adecuada para su uso en todos los climas o para todas las aplicaciones en todo momento. También creo que es estupendo disponer de agua caliente siempre que la necesite o la desee (Carrasco Flores, 2004).

En la misma línea, incluyen una red de tuberías que suministran agua caliente a diversos accesorios, como grifos y llaves. El agua para el suministro de agua caliente del edificio puede llegar a través de un sistema externo de calentamiento y distribución, pero lo más habitual es que se instale un calentador de agua in situ para calentar el agua del sistema de agua fría (Carrasco Flores, 2004)).

2.2.7. Instalaciones pluviales

De acuerdo con Arocha (1980), el sistema de drenaje pluvial de una edificación tiene como propósito evacuar rápidamente el agua de lluvia de techos y balcones, evitando su acumulación y los problemas de humedad y filtraciones que esta podría ocasionar.

El autor indica que, al igual que el sistema de drenaje sanitario, el drenaje pluvial recolecta las aguas de lluvia de techos y balcones de cada piso mediante tuberías horizontales; luego, estas son conducidas verticalmente hasta el nivel previamente establecido, donde inician un nuevo recorrido horizontal hasta conectarse con la red de alcantarillado municipal (Arocha, 1980).

2.2.8. Instalaciones de drenajes

Los sistemas de drenaje o alcantarillado, que forman parte integrante de los sistemas hidráulicos de los edificios, tienen por objeto recoger el agua usada y contaminada de todos los dispositivos que la utilizan y conducirla, bien a la red de alcantarillado, si existe, bien a una fosa séptica, en caso de que no exista dicha red (Arocha S., 1980).

"La colocación de drenajes se compone de varios tubos que comienzan en los conductos de desagüe de los dispositivos de consumo y terminan en un conducto general de desagüe del edificio o albañal. Según Arocha (1983), "la disposición de desagüe puede tener diferentes configuraciones dependiendo del sistema de construcción utilizado, así como de las prácticas y costumbres locales o las normas que deben cumplirse en la construcción".

No obstante, en diferentes casos están diseñados de manera que los olores desagradables y gases provenientes del alcantarillado no puedan penetrar en el edificio.

2.2.9. Dotación de agua en edificios

"En las áreas sanitarias internas de edificios, la provisión de agua es muy importante porque permite saber si la fuente de suministro tiene capacidad suficiente y calcular los volúmenes de los tanques para almacenar (cisterna y tanque elevado) en función del sistema de reparto elegido" (Vierendel, 2009).

"Al igual que en cualquier sistema de abastecimiento de agua, la cantidad de agua suministrada a los inmuebles es muy variable y está sujeta a diversos factores. Entre ellos se encuentran el uso del edificio, la superficie, las costumbres y hábitos de quienes lo ocupan, el empleo de medidores, las demandas profesionales y el mecanismo de distribución que se haya escogido" (Vierendel, 2009).

2.2.10. Cálculo de redes interiores

Estas redes hidráulicas en un inmueble están concebidas de tal manera que el desempeño de todos los dispositivos sanitarios sea adecuado.

"Es importante considerar que el volumen de agua fría y caliente consumido cambia de acuerdo con la clase de edificio, la finalidad para la que se usa y el momento del día. El mecanismo debe satisfacer los requerimientos de capacidad en todos sus componentes: bombas, tuberías, equipos de calentamiento y tanques de guardado", a fin de cubrir las demandas más altas sin descuidar la economía de las instalaciones (Carrasco Flores, 2004).

2.2.11. Informaciones preliminares.

Se calculará la presión imperceptible del agua en las redes públicas de agua potable del área donde se edificará el edificio, con el propósito de seleccionar el método para abastecerla, que puede ser a través de cisterna y tanque elevado, directamente o mediante equipos hidroneumáticos (de bombeo a presión). Si se escoge el método de alimentación directa, el diámetro del tubo está condicionado por la presión mínima de los tubos de entrada y comercialización.

2.2.12. Método de Hunter

Como parte de este proceso, se asignan a cada elemento sanitario individual o grupo de elementos sanitarios unos valores de «unidades de caudal» o «pesos» establecidos empíricamente. Según MONTAÑA OLIVARES y RUIZ BABATIVA (2018), el caudal unitario asociado a la descarga de un inodoro estándar con un sifón de 1 ½ pulgadas de diámetro es de un pie cúbico por minuto (7,48 g.p.m. o 0,47 l.p.s.).

Según este método, los accesorios sanitarios de uso intermitente y teniendo en cuenta que, a medida que aumenta el número de accesorios,

disminuye la cantidad de uso simultáneo son consideraciones necesarias. A la hora de determinar la demanda máxima de agua de una estructura o de una zona concreta dentro de ella, es importante tener en cuenta si los accesorios en cuestión son públicos o privados (Camargo, 2015).

"Es evidente señalar que el gasto obtenido por este método tiene una cierta posibilidad de no ser superado; esta situación puede ocurrir, pero es muy poco frecuente" (Camargo, 2015).

2.2.13. Servicio público

Durante la instalación de los accesorios de fontanería en los baños públicos, el mayor consumo de estos elementos se produce cuando el baño está a plena capacidad. En este caso, obtenemos la cantidad total multiplicando el peso correspondiente de la Tabla I por la evaluación de cada accesorio. A continuación, podemos calcular la demanda simultánea máxima en litros por segundo trasladando el caudal total a la Tabla III. En 2018, Montaña Olivares y Ruiz Babatavya publicaron.

2.2.14. Servicio privado

Se emplea de manera privada o más limitada, considerando específicamente la utilización de los servicios, y se multiplica por su "peso" que está en la tabla II. La tabla III recibe el total de unidades compradas, que se utiliza para calcular la demanda máxima en simultáneo.

Si hay instalaciones que necesitan agua de manera ininterrumpida y definida, el consumo de estas se calcula al sumar la máxima demanda sincrónica

establecida a la del uso continuo, como es el caso de la climatización o el riego de jardines.

Tabla 4

Unidades de gasto para el dimensionamiento de tuberías de distribución de agua en edificaciones (aparatos sanitarios de uso privado)

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	1,5	1,5	-
Inodoro	Con tanque.	3	3	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	6	6	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	3	3	-
Bidé		1	0,75	0,75
Lavatorio		1	0,75	0,75
Lavadero		3	2	2
Ducha		2	1,5	1,5
Tina		2	1,5	1,5
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por m)	3	3	-

Nota: CAPECO (2015)

Tabla 5

Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios” (aparatos de uso público)

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	2,5	2,5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	-
Bebedero	Simple.	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Nota: CAPECO (2015)

Tabla 6

Gastos probables según el método de Hunter para el dimensionamiento de tuberías

N° DE UN	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA
3	0.12	-
4	0.16	-
5	0.23	0.90
6	0.25	0.94
7	0.28	0.97
8	0.29	1.00
9	0.32	1.03
10	0.43	1.06
12	0.38	1.12
14	0.42	1.17
16	0.46	1.22
18	0.50	1.27
20	0.54	1.33
22	0.58	1.37
24	0.61	1.42
26	0.67	1.45
28	0.71	1.51
30	0.75	1.55
32	0.79	1.59
34	0.82	1.63

N° DE UN	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA
36	0.85	1.67
38	0.88	1.70
40	0.91	1.74
42	0.95	1.78
44	1.00	1.82
46	1.03	1.84
48	1.09	1.92
50	1.13	1.97
55	1.19	2.04
60	1.25	2.11
65	1.31	2.17
70	1.36	2.23
75	1.41	2.29
80	1.45	2.35
85	1.50	2.40
90	1.56	2.45
95	0.62	2.50
100	1.67	2.55
110	1.75	2.60
120	1.83	2.72

N° DE UN	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA
130	1.91	2.80
140	1.98	2.85
150	2.06	2.95
160	2.14	3.04
170	2.22	3.12
180	2.29	3.20
190	2.37	3.25
200	2.45	3.36
210	2.53	3.44
220	2.60	3.51
230	2.65	3.58
240	2.75	3.65
250	2.84	3.71
260	2.91	3.79
270	2.99	3.87
280	3.07	3.94
290	3.15	4.04
300	3.32	4.12
320	3.37	4.24
340	3.52	4.35

N° DE UN	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA
380	3.67	4.46
390	3.83	4.60
400	3.97	4.72
420	4.12	4.84
440	4.27	4.96
460	4.42	5.08
480	4.57	5.20
500	4.71	5.31
550	5.02	5.57
600	5.34	5.83
650	5.85	6.09
700	5.95	6.35
750	6.20	6.61
800	6.60	6.84
850	6.91	7.11
900	7.22	7.36
950	7.53	7.61
1000	7.85	7.85
1100	8.27	-
1200	8.70	-

Nota: CAPECO (2015)

2.2.15. Cálculo de tubería

Dado que en los sistemas de agua fría suele haber más de un tipo de red, definimos varios términos clave para asegurarnos de que todos estamos en sintonía cuando hablamos de las condiciones de cálculo. Por ello, ofrecemos las siguientes definiciones:

- Subramales: los pequeños tramos de tubería que conectan los ramales con los grifos y sanitarios del sistema de fontanería.

- Secciones: tuberías que parten de la línea principal y transportan agua a un único aparato, un aseo o una red de accesorios en un edificio.
- Una tubería de suministro es un tipo de conducto de distribución de agua que no es ni una tubería principal ni una tubería de presión.

Las subramificaciones, las ramificaciones y las tuberías de suministro son los primeros elementos que deben calcularse al diseñar redes de distribución de agua (Carrasco Flores, 2004)).

2.2.16. Dimensionamiento de los sub-ramales

Las pruebas exhaustivas realizadas con diferentes accesorios de fontanería determinan los valores concretos según los cuales se dimensiona cada ramal; estos valores se aplican a un único dispositivo de fontanería. «Los diámetros de los ramales suelen figurar en los catálogos de los fabricantes de equipos. Esto resulta especialmente útil cuando se trata de equipos especializados, como los que se encuentran en cocinas, laboratorios y lavanderías», afirmó (Soza Rodríguez, 2007)).

2.2.17. Dimensionamiento de los ramales de alimentación

Existen dos métodos para analizar el suministro de agua que pueden utilizarse para diseñar una derivación (RODRÍGUEZ SOZA, 2007):

2.2.18. Consumo simultáneo máximo posible

Según Arocha S. (1980), el caudal total al final de la ramificación es igual a la suma de los caudales en cada una de las subramificaciones, ya que «todos

los puntos de consumo a los que da servicio la ramificación se utilizan simultáneamente». Las escuelas y las bases militares son dos ejemplos de lugares en los que se espera que las personas respeten horarios estrictos al utilizar los aseos públicos, incluidas las duchas, los lavabos, los inodoros y los urinarios. Dado que este criterio requerirá tuberías de mayor diámetro, supone una desventaja significativa en términos de costes (p. 59).

Todas las demás salidas se miden en relación con un tubo de $\frac{1}{2}$ pulgada, que sirve de referencia o unidad para definir el diámetro. La derivación de cada sección debe tener una sección transversal hidráulicamente comparable a la suma de las secciones transversales de las subderivaciones y del conducto principal.

2.2.19. Consumo simultáneo máximo probable

La hipótesis subyacente es que hay una baja probabilidad de que todos los dispositivos de una rama determinada funcionen al mismo tiempo, y una probabilidad aún menor de que el número de dispositivos aumente, por lo que el modelo predice (Moya).

Si pensamos en un cuarto de baño completo con lavabo, bidé, inodoro, ducha y bañera, es lógico suponer que no todas estas instalaciones se utilizarán al mismo tiempo. La posibilidad de utilizar dos elementos a la vez es algo que hay que tener en cuenta. «Hemos elaborado una serie de valores para estimar el número de elementos que funcionan simultáneamente basándonos en la probabilidad y en una amplia experiencia» (Carrasco Flores, 2004)).

2.2.20. Rozamiento

Es fundamental tener en cuenta las pérdidas de presión por fricción en el interior de las tuberías a la hora de determinar el diámetro de estas, debido al considerable impacto que dichas pérdidas tienen en el caudal. Esta pérdida de presión por fricción se calcula mediante la siguiente fórmula: (Gay, Fawcett, McGuinness y Stein, 1990, p.). 38).

$$h_f = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

Donde:

- h_f = pérdida de carga por fricción (m).
- f = factor de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional).
- L = longitud de la tubería (m).
- V = velocidad media del flujo (m/s).
- D = diámetro interior de la tubería (m).
- g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

Dado que los edificios suelen contar con numerosas instalaciones de fontanería, no todas las cuales se utilizan al mismo tiempo, esta idea se refiere al uso simultáneo de los elementos o accesorios. Según Enríquez (2006), en la página 134, al calcular los caudales que se producen simultáneamente en las tuberías de suministro, debe tenerse en cuenta el impacto probabilístico del uso.

2.3. Marco conceptual

1. Aguas de respiración. Esta agua cumple todos los criterios para el consumo humano en cuanto a sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas. De conformidad con el R.S. 17.12.1946, «Reglamento sobre los requisitos oficiales para el agua potable», el R.N.C. la define como agua.
2. Carga estática o presión estática. La carga estática, también denominada presión estática, se define como la presión generada por efecto de la gravedad entre dos puntos de un sistema hidráulico o tubería llena de agua. Su magnitud queda determinada por la diferencia de nivel existente entre el punto superior, en contacto con la atmósfera, y el extremo inferior del sistema, bajo la condición de que no exista flujo en circulación (Arocha S., 1980).
3. Carga dinámica o presión dinámica. Se define como la diferencia entre la presión estática disponible y las pérdidas de carga que se generan en el tramo analizado cuando se presenta la condición de caudal máximo (Arocha S., 1980).
4. Conexión cruzada. Dos sistemas de tuberías interconectadas, uno que contiene agua potable y otro que contiene agua de calidad incierta; la dirección del flujo y la diferencia de presión entre ambos sistemas determinan el flujo de un sistema al otro.
5. Golpe de ariete. Los cambios bruscos en el caudal pueden deberse a un pico de presión anómalo que ejerce presión sobre las paredes

de las tuberías de agua o sobre las válvulas de cierre, como las compuertas o las válvulas de retención.

6. Interruptor a flotador. Dispositivo que utiliza las variaciones del nivel de líquido en un depósito o tanque para regular el funcionamiento de equipos mecánicos, como una bomba (Carrasco Flores, 2004).
7. Interruptor de aire o Brecha de aire. Espacio libre. La altura a la que deben situarse los accesorios, como grifos y caños, para evitar contaminar el suministro de agua por desbordamiento (Carrasco Flores, 2004)).
8. Instalación interior. El sistema de fontanería de un edificio incluye todas las tuberías, accesorios y aparatos que suministran agua a la estructura, así como sus sistemas de desagüe y ventilación.
9. Sistema de alimentación directa. Corresponde a aquellos sistemas en los cuales el agua es conducida directamente hacia los puntos de consumo (aparatos sanitarios) mediante la presión proporcionada por la red pública de distribución (sin almacenamiento intermedio).
10. Sistema de alimentación indirecta. Cuando la presión de la red pública de agua no llega directamente, el agua se distribuye a los puntos de consumo, como los grifos.

11. Sistema mixto de alimentación. Transporte de mercancías desde los productores hasta los consumidores a través de canales tanto directos como indirectos.
12. Sistema neumático. Método de suministro en el que un dispositivo hidroneumático genera presión y la conduce directamente a los puntos de consumo (Carrasco Flores, 2004)).
13. Tubería de succión. Conducto que transporta el fluido desde su punto de origen hasta la entrada de la bomba.
14. Tubería de distribución. Red de tuberías, que incluye las tuberías principales y las ramificaciones, que distribuye el agua a los distintos grifos y puntos de consumo de un edificio.
15. Tubería de aducción. Sistema de tuberías, compuesto por tuberías principales y ramales, que lleva el agua a todos los grifos y accesorios de un edificio.
16. Unión siamesa o conexión siamesa. Como parte integrante del sistema de extinción de incendios, un dispositivo de acoplamiento conecta el suministro de agua exterior con el interior del edificio.
17. Válvula de seguridad. Comprende de dispositivo o accesorio que permitirá independizar parte de un sistema de redes de agua potable.



CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

No Experimental. La presente investigación se caracteriza por ser de tipo no experimental, dado que se fundamenta en la observación, registro y análisis de las variables de estudio sin manipulación deliberada de las mismas. El desarrollo del trabajo se sustenta en el análisis conceptual, contextual y categorial del sistema interior de abastecimiento de agua en edificaciones, mediante un enfoque descriptivo e interpretativo de las variables intervinientes.

3.2. Nivel de investigación

Explicativo. El alcance explicativo de la investigación se orienta a determinar las presiones de diseño mínimas y máximas en sistemas indirectos de abastecimiento de agua potable, así como a establecer su influencia en el suministro hídrico de edificaciones. La metodología empleada incorpora técnicas

estadísticas que facilitan la recolección de datos y el análisis de las relaciones causales entre las variables estudiadas.

Las causas de las presiones de servicio en los edificios y su influencia en el suministro interno de agua potable pueden clasificarse, según la teoría de la investigación, como pertenecientes al nivel explicativo de este estudio.

El sistema de suministro de agua indirecto del edificio servirá como variable independiente en este estudio, mientras que las presiones de diseño mínima y máxima servirán como variables dependientes. Esto se debe a que las variables del estudio explicativo son únicas.

3.3. Enfoque de la investigación

Cuantitativa. Ya que el análisis y la cuantificación de los datos constituyen la base del estudio de estos, se pueden calcular resultados numéricos teniendo en cuenta las variables que intervienen.

3.4. Desarrollo de la Investigación

3.4.1. Principio de operación del sistema hidroneumático

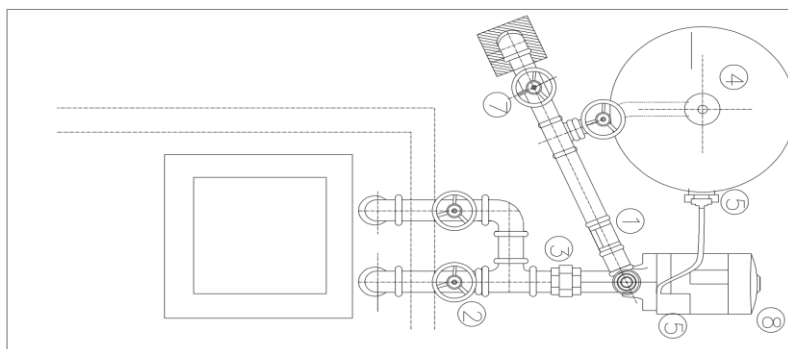
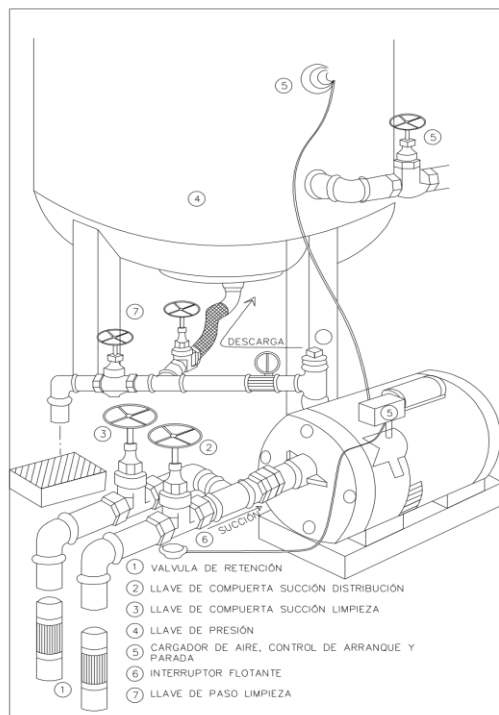
Si se abre la llave de salida de comercialización, el aire comprimido empujará el agua hacia afuera y el tanque proveerá de agua a la casa. Cuando el agua sale, la presión disminuye gradualmente y el aire se expande.

"En el momento en que el agua llega a su nivel más bajo, un adecuado dispositivo de control activa la bomba que suministrará agua al tanque; esto hará que el nivel del agua se eleve hasta llegar al máximo, y en ese momento, la

bomba se apaga. Rodríguez (2001) sugiere que el número de arranques y paradas de la bomba oscile entre 4 y 6 por hora.

Figura 5

Equipo hidroneumático



Nota: (Rodríguez, 2001)

La diferencia de presión mínima necesaria entre el punto más alto y el más bajo del sistema es de 14 metros, y la presión mínima en el depósito debe ser siempre de 7 metros.

3.4.2. Diseño hidráulico

Se utilizará la siguiente ecuación para calcular la potencia de la bomba: Q

$$HP_{(Bomba)} = \frac{Q \times H}{45}$$

Donde:

Q = Capacidad de la bomba (l/s) - Caudal volumétrico

H = Carga de la bomba (m) - Altura manométrica total

45 = Constante que incorpora conversiones de unidades y eficiencia

La energía de arranque puede ser calculada usando la siguiente ecuación:

$$HP_{(Motor)} = 1.44 * HP_{(Bomba)}$$

El volumen del tanque depende de la presión mínima y máxima total, además de la cantidad de veces que se detiene y enciende la bomba (4, 5 y/o 6).

Tabla 7

Presiones máximas y mínimas

PRESIÓN (H)		FACTOR MULTIPLICADOR		
Presión mínima	Presión máxima	4 arranques	5 arranques	6 arranques
12	26	640	510	430
14	28	680	540	460
16	30	700	560	480
18	32	740	600	500
20	34	780	620	520
22	36	800	640	540
24	38	825	670	560
26	40	900	720	600

El volumen del tanque de presión es igual a:

$$V_{TP} = Q * FM$$

Una forma de calcular el volumen del depósito consiste en multiplicar el caudal de la bomba, expresado en litros por segundo, por un factor que se elige en función del número de arranques por hora. Los volúmenes habituales de los depósitos a presión para uso doméstico oscilan entre 160 y 450 litros.

3.4.3. Principio de operación y formulación para el dimensionamiento del sistema hidroneumático

El agua será empujada por el aire comprimido cuando se abra la válvula de paso "S" o escape de reparto, y el tanque de presión suministrará agua a la obra.

Cuando el agua sale, la presión disminuye de manera gradual y el aire se expande. Cuando el agua alcanza su mínimo, el control I activa la bomba para enviar agua al tanque, lo que provoca que el nivel ascienda hasta llegar al máximo; en ese instante, la bomba se apaga.

"Se sugiere un rango de 4 a 6 arranques y paradas por hora para la bomba. Además, el equipo de bombeo tiene que ser instalado en los inmuebles de manera doble" (Arocha S., 1980).

En todo momento, la presión dentro del depósito de presión debe ser de 7,00 metros en su punto más bajo, y debe haber un diferencial mínimo de 14 metros entre ambos.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

De acuerdo con el censo de la población y la vivienda realizado por el INEI, en Juliaca hoy en día se observa que aproximadamente el 0.84% del total de viviendas son para departamentos en edificios, lo que equivale a 688 inmuebles de más de cuatro niveles.

En Juliaca, de acuerdo a los datos del censo de 2017, hay 81.857 casas particulares. El porcentaje más alto de este total se encuentra en las viviendas independientes, con un 97.12% (79 mil 501); luego están los apartamentos en edificios, 0.84% (688); las residencias en quinta, con un 0.22% (177); las casas de vecindad, con un 0.733% (598); y las chozas o cabañas, que tienen un 0.51% (414). 0.07% (55) y locales que no son para la habitación de seres humanos, 0.52% (424).

Tabla 8

Casas individuales por tipo de vivienda, distrito y provincia, en áreas rurales y urbanas

Provincia, distrito y tipo de vivienda	Total	Área	
		Urbana	Rural
DISTRITO JULIACA	81 857	73 976	7 881
Casa independiente	79 501	72 035	7 466
Departamento en edificio	688	688	-
Vivienda en quinta	177	177	-
Vivienda en casa de vecindad	598	598	-
Chozo o cabaña	414	-	414
Vivienda improvisada	424	424	-
Local no dest. para hab. humana	55	54	1

Nota: Tomado del INEI

Además, la verificación in situ ha revelado que, del 0,84 %, lo que equivale a 688 unidades en edificios de más de cuatro plantas, se da la siguiente situación:

Tabla 9

Rango por niveles de edificios

EDIFICIOS	CANTIDAD
Iguales y mayores a 8 niveles	5
Entre 4 a 7 niveles	663

3.5.2. Muestra

Dado que esta muestra contiene menos de medio millón de componentes, podemos afirmar que la población objeto de estudio es limitada. Comenzamos señalando que nuestra muestra es representativa, ya que todos los elementos comparten las mismas características y propiedades, al seleccionar la muestra para nuestra investigación a partir de una población de 688 estructuras.

Aplicaremos esta fórmula a un subconjunto de una población que se considera finita (es decir, que tiene menos de 500 000 elementos).

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

Donde:

- σ = nivel de confianza
- N = universo o población
- p = probabilidad a favor

- q = probabilidad en contra
- e = error de estimación
- n = número de elementos

Datos:

- $\sigma = 1.96$; igual a 95% de los casos
- $N = 668$
- $p = 20.0\%$
- $q = 80.0\%$
- $e = 5.0\%$
- n = número de elementos

$$n = \frac{1.96^2 * 668 * 0.20 * 0.80}{0.05^2(668 - 1) + 1.96^2 * 0.20 * 0.80} = \frac{410.59}{2.282} = 179.92$$

Por lo tanto, para un universo de 668 edificios de más de 4 niveles, se cuenta con una muestra representativa de aproximadamente 180 edificios. Sin embargo, dado que solo hemos encontrado cinco edificios que tengan ocho o más niveles, nuestra muestra representativa es:

$$n = \frac{5 * 179.92}{668} = 1.347 \cong 1 \text{ edificio}$$

Con el fin de analizar el sistema de suministro de agua del edificio, este proyecto de investigación ha elegido como caso de estudio un edificio de nueve plantas situado en la intersección de las calles Bolívar y Mariano Núñez.

3.6. Métodos e instrumentos recolección de datos

3.6.1. *Análisis documental*

El objetivo de esta investigación es analizar documentos utilizando tres métodos principales:

1. Una lista de los mejores libros, artículos y otras fuentes sobre la instalación de sistemas de abastecimiento de agua potable.
2. Una lista de libros y otras fuentes que pueden resultar útiles para recopilar información sobre los principios y las teorías en los que se basa un sistema de fontanería interior.
3. Los estudios que se publican de forma electromagnética analizan los puntos siguientes: los materiales empleados, las técnicas de edificación, ornamentación y conservación, así como la información sobre autoría y procedencia.

Figura 6

Elevación de la edificación

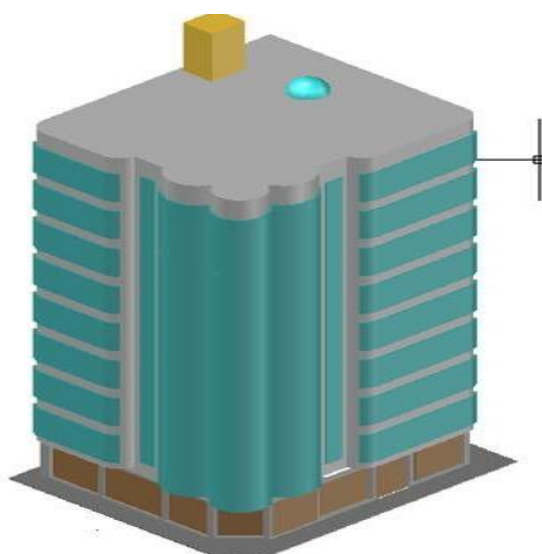


Figura 7

Sistema de instalación indirecta

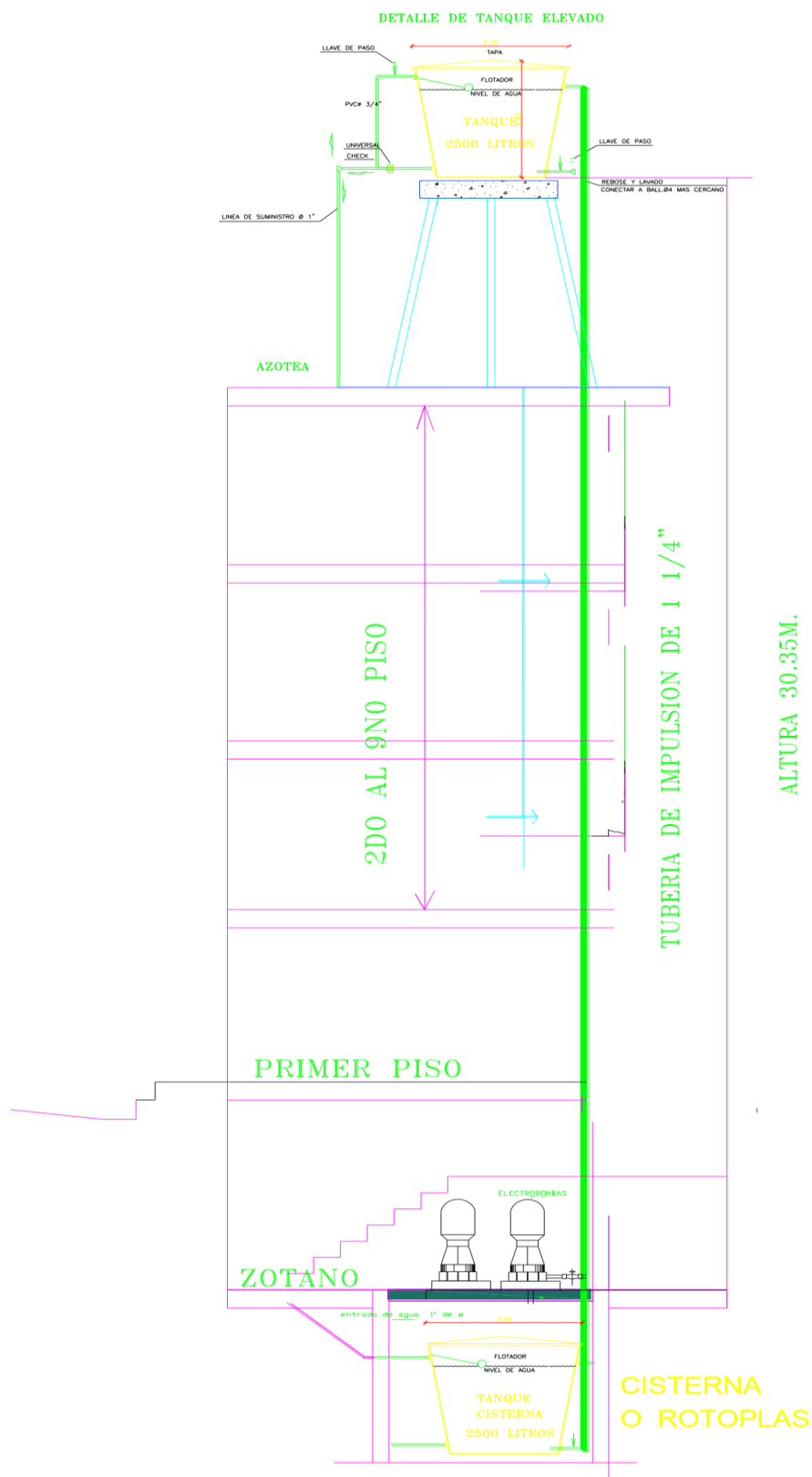


Figura 8

Sótano de la edificación

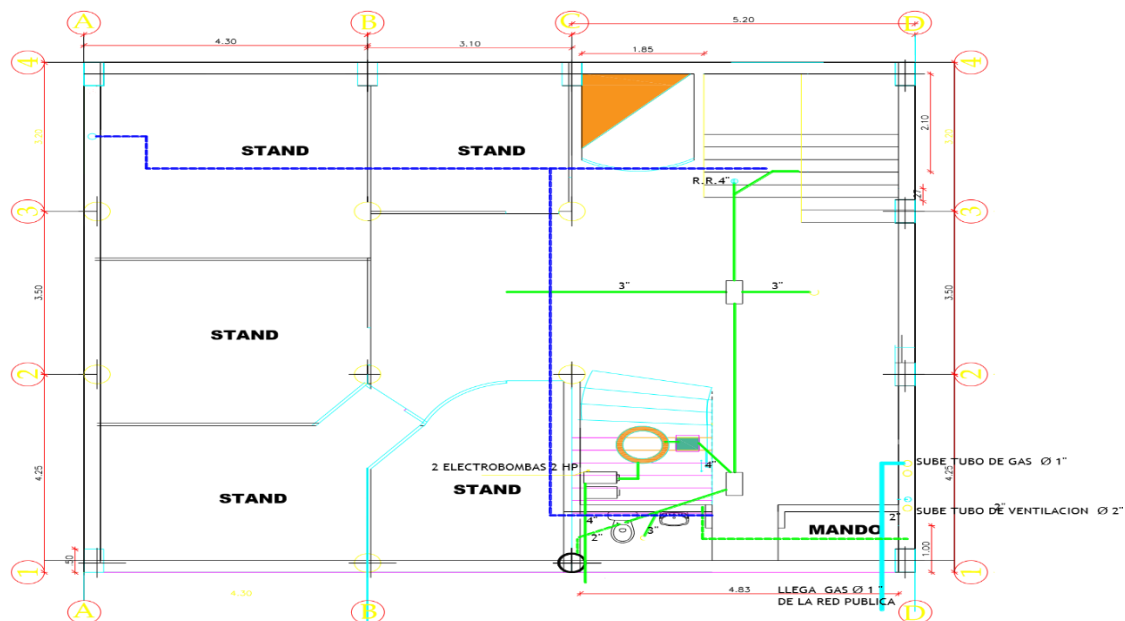


Figura 9

Primer nivel

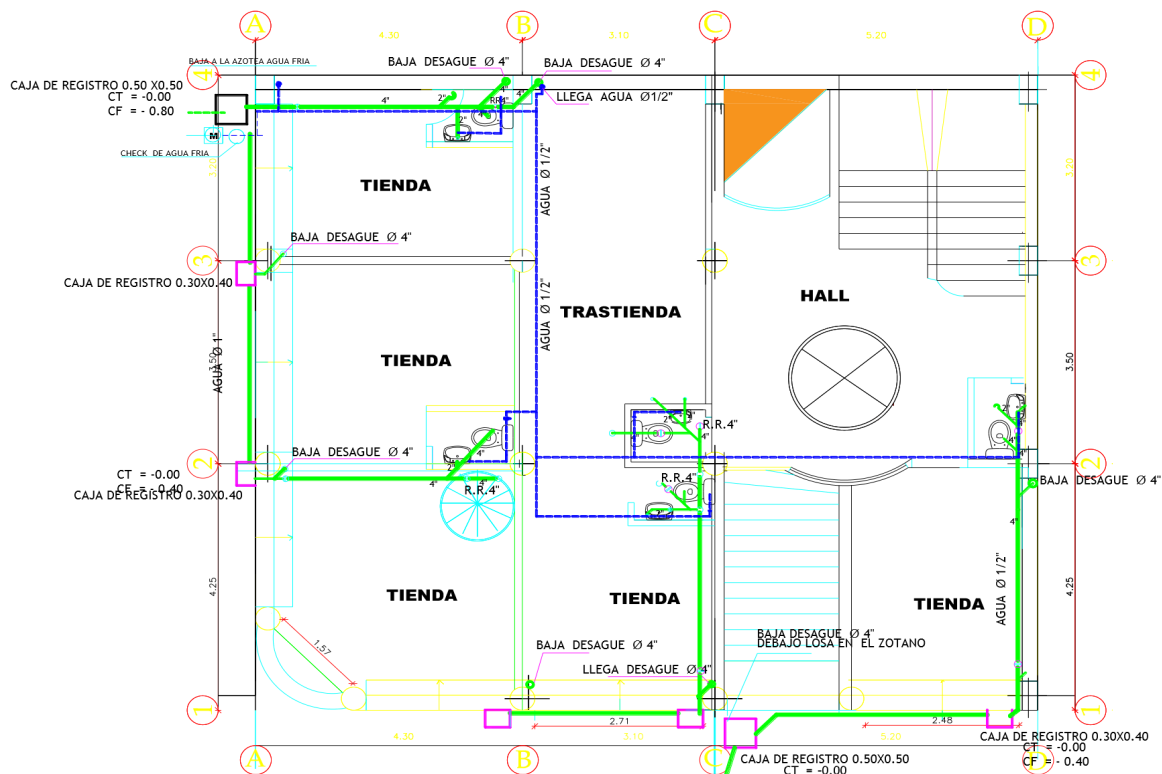


Figura 10

Segundo nivel

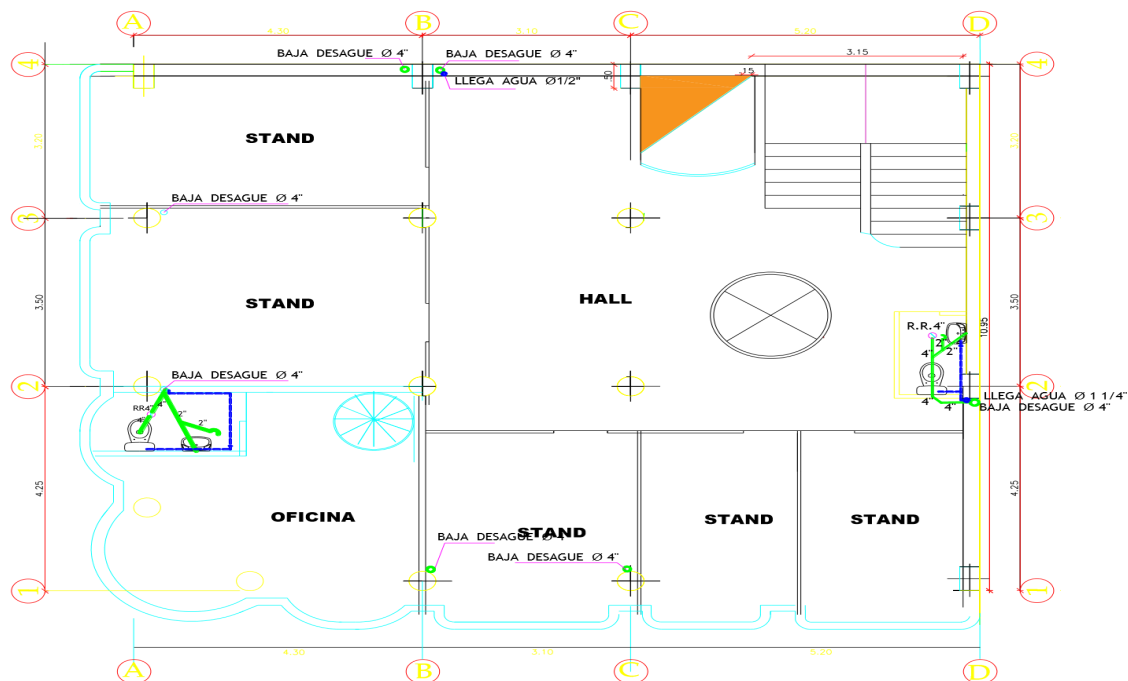


Figura 11

Tercer nivel

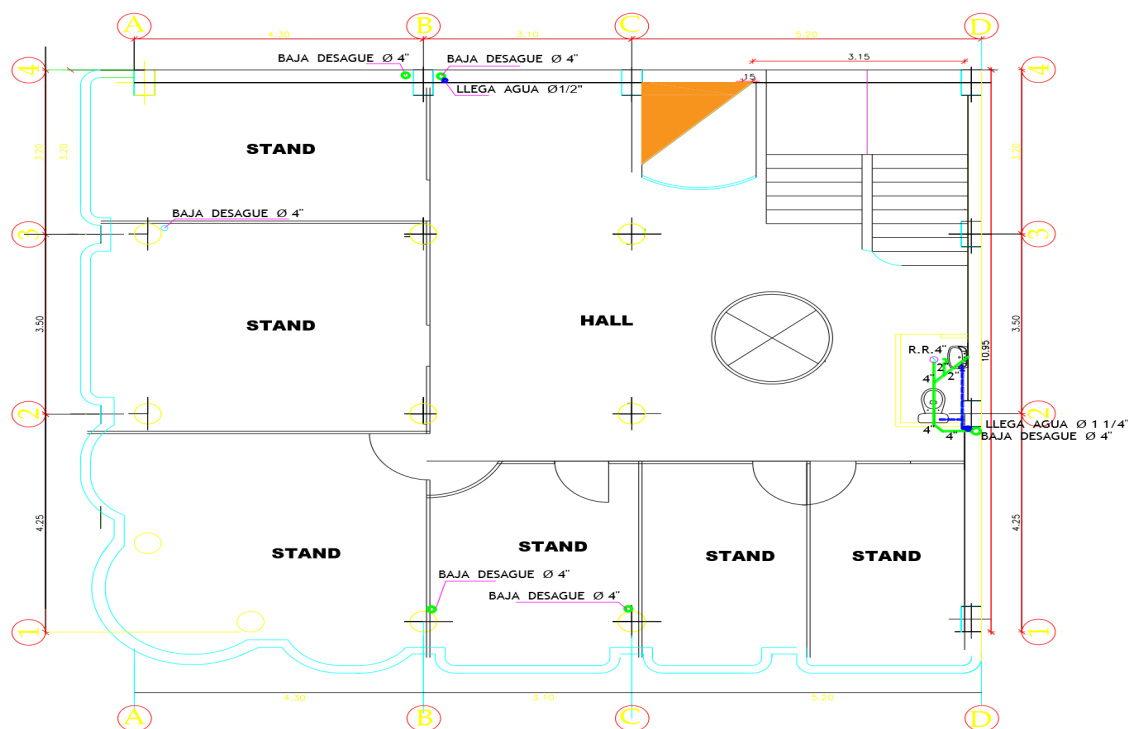


Figura 12

Cuarto nivel

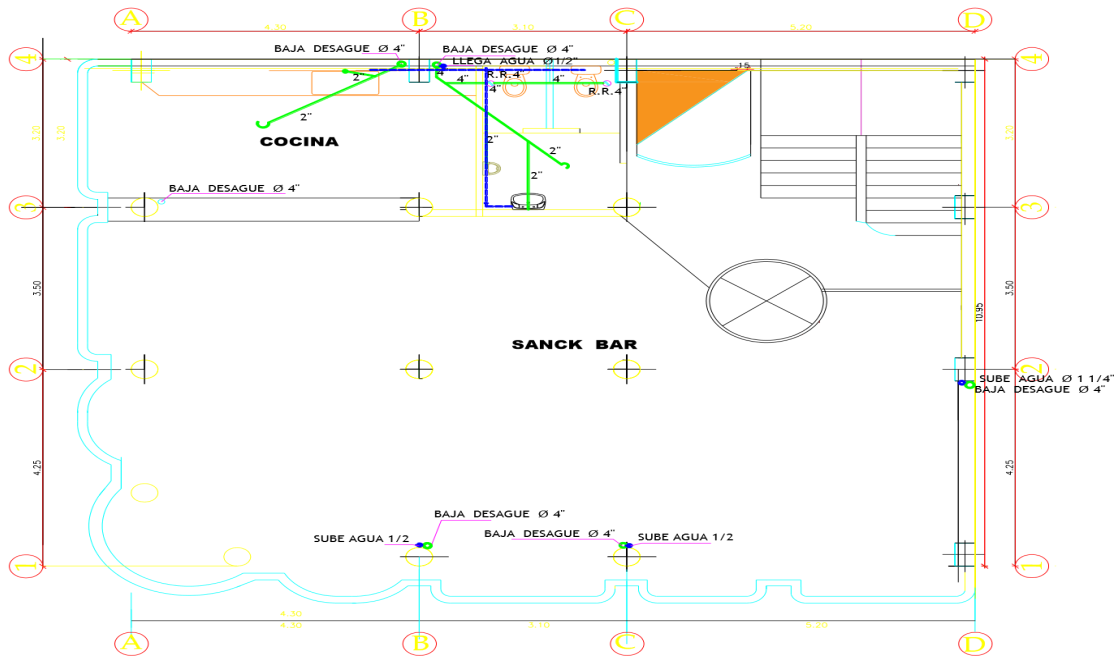


Figura 13

Quinto nivel

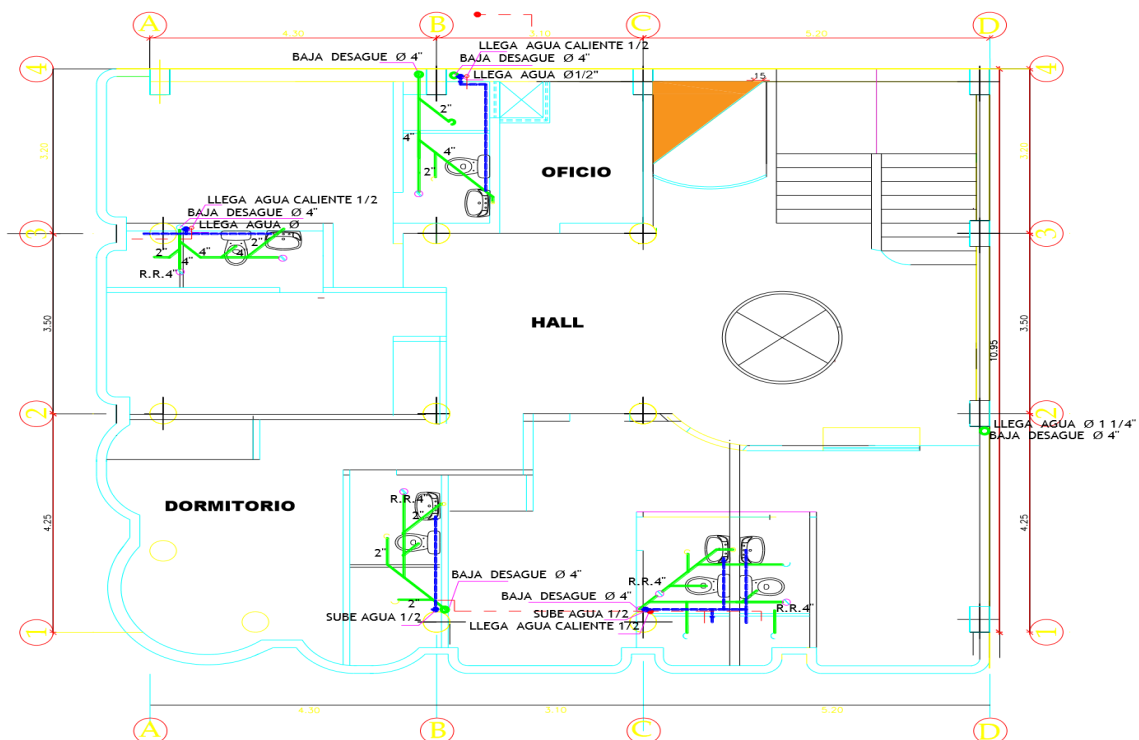


Figura 14

Sexto nivel

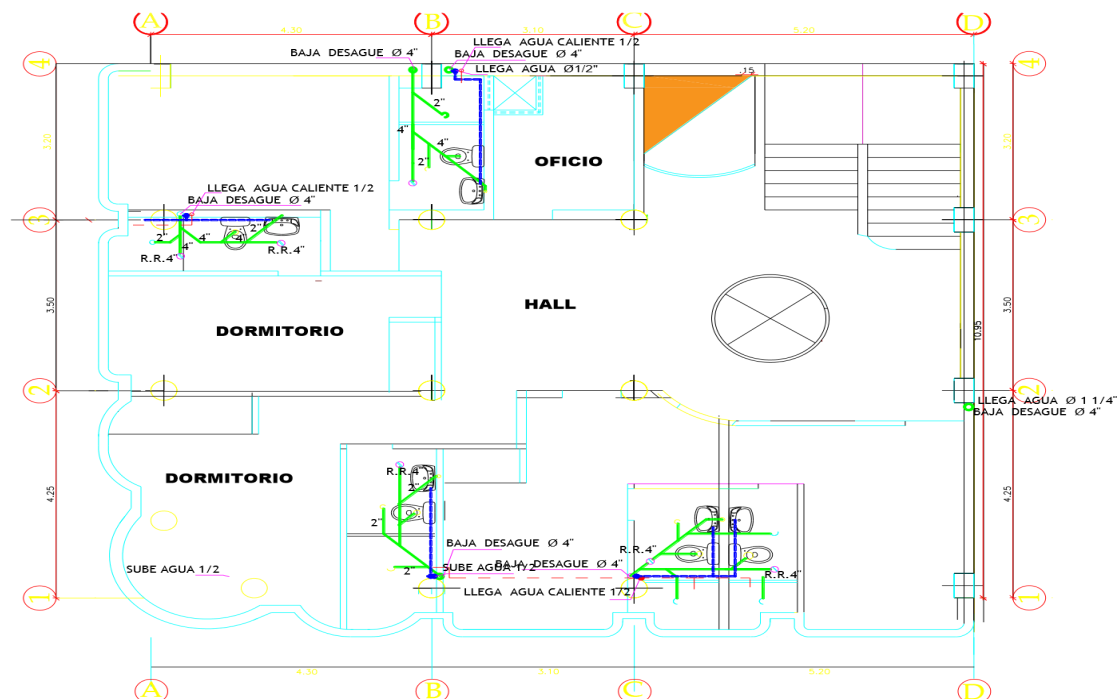
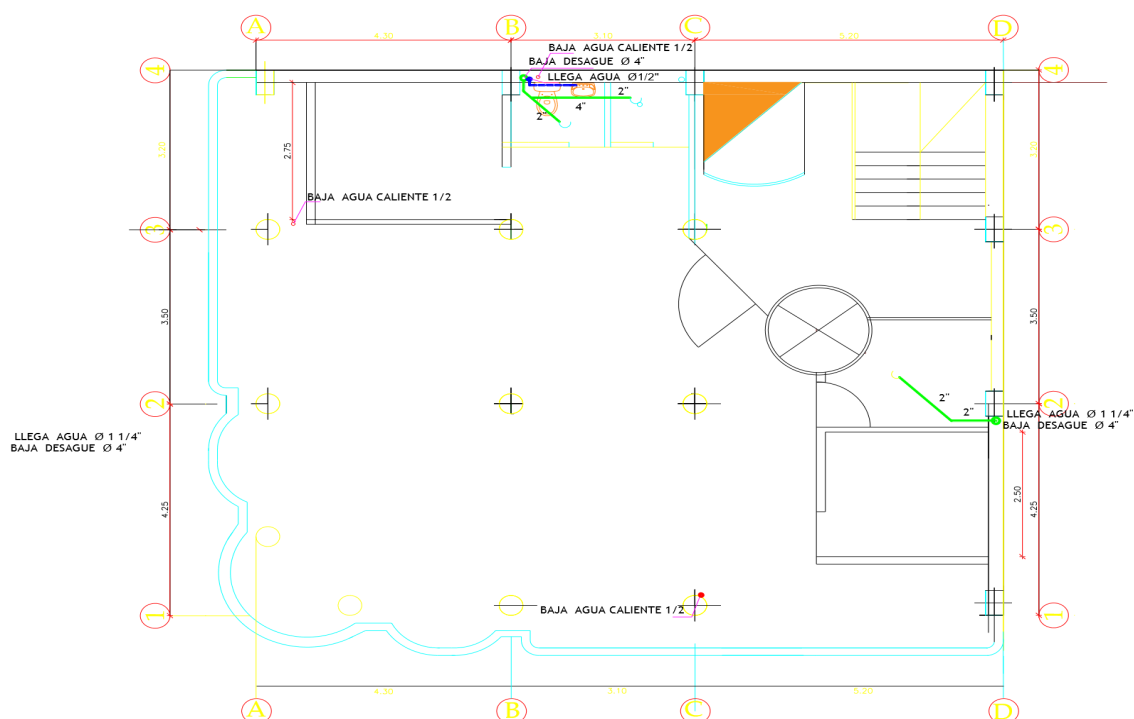


Figura 15

Azotea de la edificación



3.7. Descripción general de la instalación

El abastecimiento de agua en la construcción se basará en el tipo de conteo que se realice, que incluye lo siguiente:

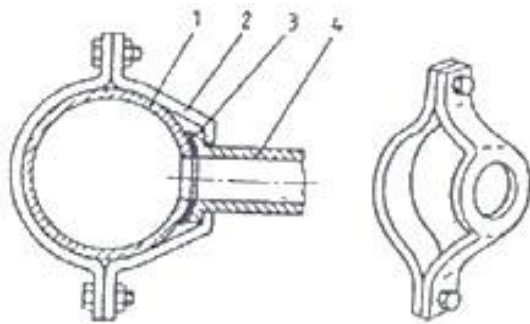
- Los componentes de una red de suministro interior se organizan de la siguiente manera: la acometida, que constituye el punto de conexión entre la red pública y el edificio.
- La instalación general, encargada de conducir el fluido desde la acometida hasta los distintos puntos de distribución.
- La derivación colectiva, presente cuando el sistema opera mediante un contador único o genera.
- La instalación particular, aplicable en aquellos casos donde se emplean contadores múltiples o divisionarios para la medición individualizada del consumo.

3.7.1. Acometida

Acometida es el tramo de tubería que vincula la red de distribución exterior con la instalación interior general de un edificio (Vierendel, 2009).

3.7.2. Llave de toma

Localizado sobre el conducto de la red de distribución, posibilita que la acometida se desplace. Al abrirse, la tubería queda totalmente libre; al cerrarse, basta con girar la llave un cuarto de vuelta

Figura 16*Plan de acometida*

- 1) Tubería de la red de distribución.
- 2) Brida de collar.
- 3) Junta de estanqueidad.
- 4) Tubo de acometida.

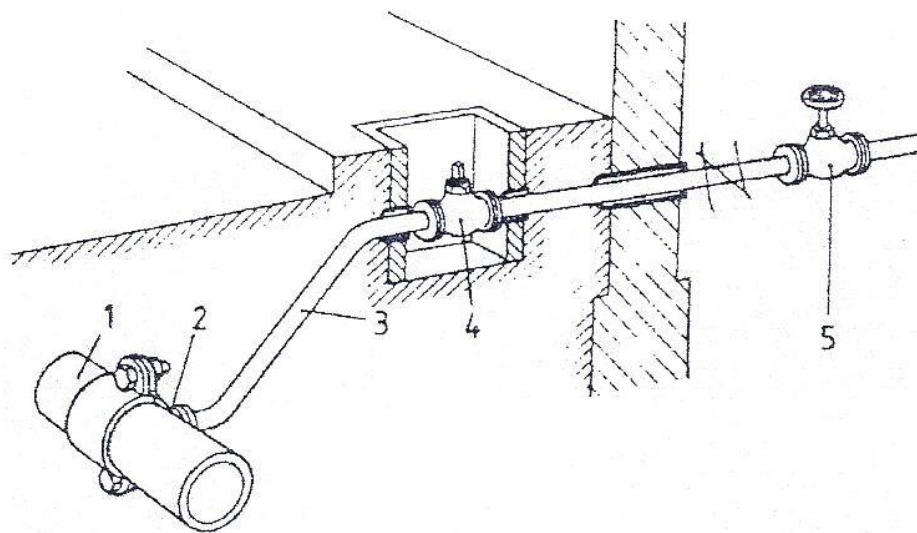
3.7.3. Tubo de acometida

Enlaza la llave de corte general que está dentro de la propiedad con la llave de toma. "Pasará a través de un agujero hecho por el abonado o propietario en la pared de cerramiento del edificio, permitiendo que el tubo se mantenga suelto y pueda dilatarse libremente" (Carrasco Flores, 2004).

Según Carrasco Flores (2004), el manguito de penetración en pared está compuesto por un conducto de fibrocemento fijado con mortero de cal. Este componente garantiza que haya al menos 10 mm de espacio entre el interior del contratubo y la tubería de suministro, lo cual es necesario para una separación adecuada.

Figura 17

Diagrama de realización dispuesta



- (1) Tubería de la red pública
- (2) Punto de toma de acometida
- (3) Tubo de acometida
- (4) Llave de corte exterior
- (5) Llave de corte general

3.7.4. Llave de corte en el exterior de la propiedad

Dicho elemento se encuentra emplazado en la vía pública, en las inmediaciones del edificio, alojado en una arqueta de mampostería de ladrillo sobre la acera; su acceso queda restringido exclusivamente al proveedor del servicio, quedando expresamente prohibida su manipulación por parte de los propietarios o cualquier tercero. Al respecto, Vierendel (2009) señala que, cuando la ejecución se realice en zonas rurales o a partir de una captación

privada en ausencia de red general de abastecimiento de agua, los equipos a instalar son los siguientes:

- Válvula de fondo con filtro de retención.
- Sistema de bombeo destinado a la circulación y transporte del agua.
- Válvulas de control, seccionamiento y corte general del flujo.

3.7.5. Instalación general del edificio

Si existe un sistema de suministro, esto dependerá del sistema de abastecimiento de agua del edificio:

- Contador único o contador general.
- Con contadores múltiples o divisonal

3.7.6. Llave de corte general

"Percibida antes como llave de paso interior o llave general, se utiliza para cortar el abastecimiento de agua a la vivienda partiendo de su interior". (Arocha, 1980).

Situado dentro del edificio, junto al umbral de la entrada, en el punto donde confluyen las tuberías de servicio y suministro. Instálelo en una caja de servicios de fácil acceso y asegúrese de que se encuentre en un lugar visible en todo momento. Instalado dentro de la caja del contador o de la caja de servicios, este dispositivo debe situarse antes de cualquier válvula de cierre principal del edificio, en concreto de cualquier válvula de distribución universal.

Rodríguez (2001) establece que, cuando la instalación cuenta con contadores divisionarios, la llave de corte general se aloja en el interior de una arqueta cuyas paredes interiores se encuentran enfoscadas y bruñidas, y que dispone de un sistema de desagüe en la solera con la finalidad de facilitar la evacuación del agua en caso de producirse una fuga.

Figura 18

Apertura de corte general situada en la arqueta

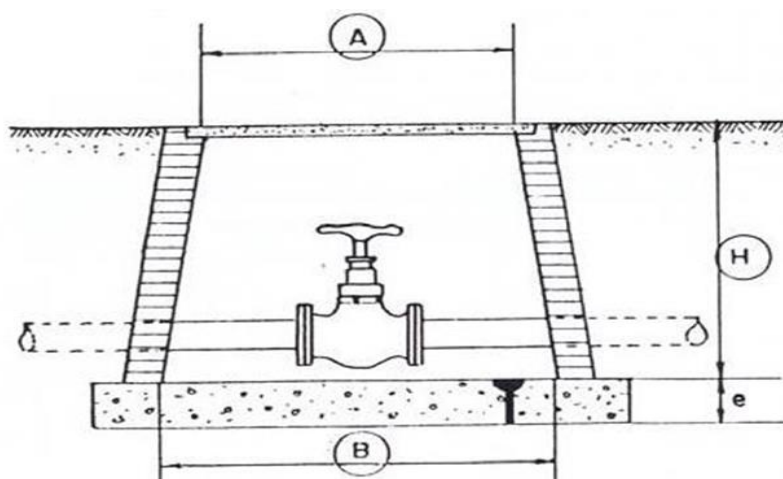


Tabla 10

Dimensiones de la caja de registro o arqueta

Diámetro del ramal de acometida (mm)	Dimensión A (m)	Dimensión B (m)	Altura H (m)
30	0.4 × 0.4	0.5 × 0.5	0.4
40	0.4 × 0.4	0.5 × 0.5	0.4
60	0.6 × 0.6	0.75 × 0.75	0.4
80	0.6 × 0.6	0.75 × 0.75	0.7
100	0.9 × 0.9	0.9 × 0.9	0.8
150	0.9 × 0.9	0.9 × 0.9	0.9
200	0.9 × 0.9	0.9 × 0.9	1.0

Nota: Tomado del RNE

3.7.7. Filtro de la instalación general

Montaña Olivares y Ruiz Babativa (2018) señalan que este dispositivo cumple una doble función protectora: por un lado, resguarda el sistema frente a residuos hídricos con capacidad corrosiva, y por otro, previene el deterioro oxidativo de las tuberías ocasionado por aguas que transportan partículas de arena y limo en suspensión. En cuanto a su ubicación, debe instalarse en un punto posterior a la llave de corte general, pero anterior al contador general o a la batería de contadores.

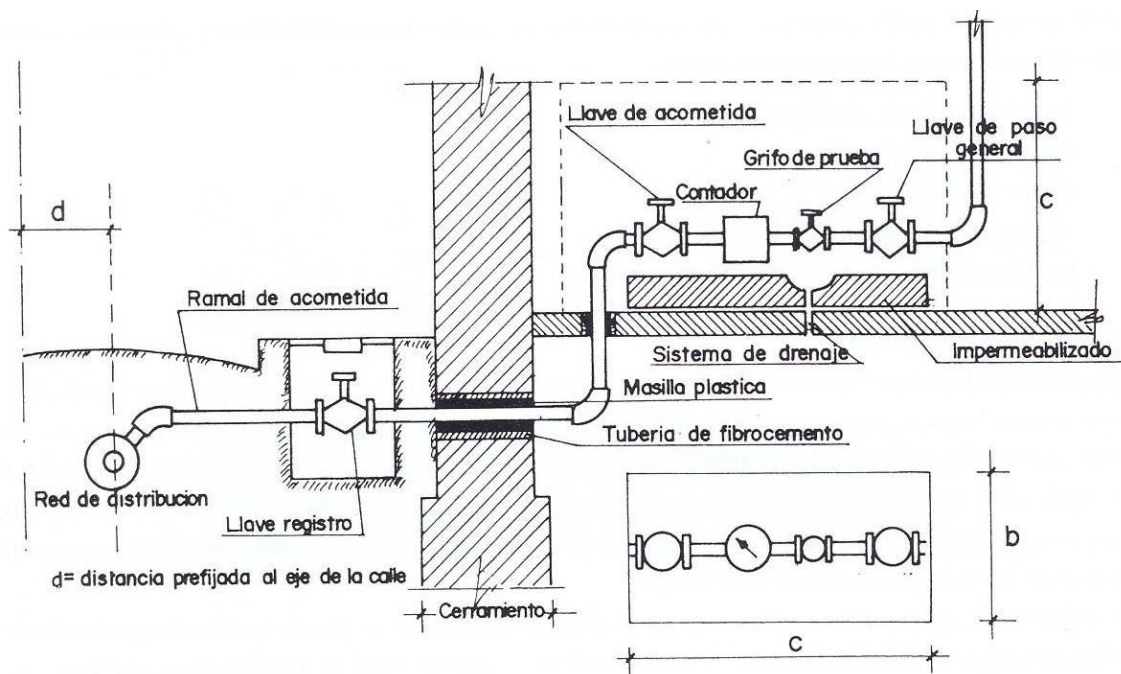
Si es necesario, situados en la parte inferior o en el armario del contador general. Más adelante se abordarán los filtros.

3.7.8. Armario o arqueta del contador general

Se trata de una cámara que el propietario o el inquilino ha construido con fines de protección. A falta de un contador principal o de un sistema de suministro con un único contador, esto no se llevará a cabo (Cisneros, 2010).

En él se albergarán:

- Válvula de cierre principal de la instalación
- Elemento filtrante del sistema
- Medidor general de caudal
- Toma o accesorio de verificación y ensayo
- Válvula antirretorno
- Válvula de distribución de salida.

Figura 19*Embestida y armario de contador único*

3.7.9. Tubo de alimentación

El conducto de alimentación es el cable que conecta el interruptor general del edificio con el cuadro de distribución principal o la batería, según la configuración elegida. A este respecto, Carrasco Flores (2004) señala que, cuando la instalación incorpora elementos de regulación y control de la presión, como válvulas reductoras de presión o equipos de rebose, dicho conducto terminará su recorrido en dichos dispositivos.

Por su parte, la distribución interior discurre a través de las zonas comunes del inmueble y, conforme indica Carrasco Flores (2004), se materializa mediante una tubería que puede disponerse suspendida del forjado o anclada a los paramentos verticales por medio de abrazaderas, garantizando así su correcta fijación y estabilidad a lo largo de todo su trazado.

"En un conducto de fábrica hecho de ladrillo, que está relleno con árido tino, cuyo caso deberá registrarse como mínimo al principio y al final del segmento para la supervisión y verificación de eventuales fugas, o en los giros de dirección" (Carrasco Flores, 2004).

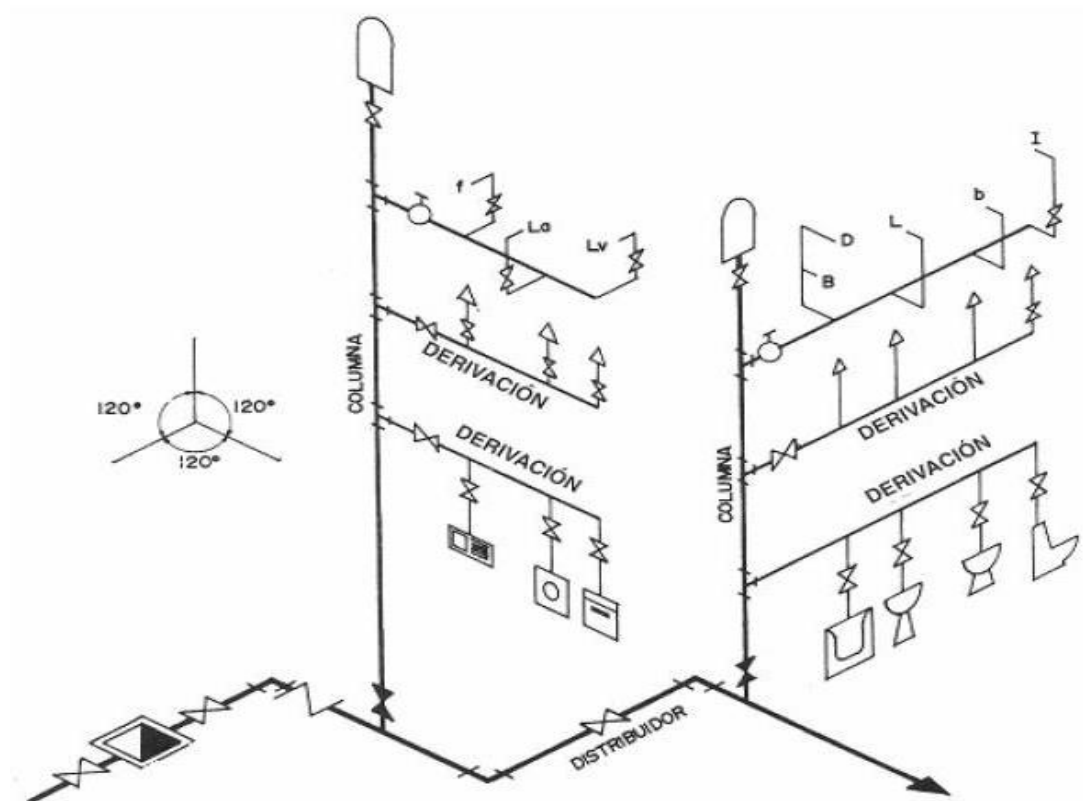
3.7.10. *Tubo de alimentación*

El distribuidor principal constituye la tubería encargada de enlazar los mecanismos de regulación de presión con las derivaciones o montantes del sistema. En relación con su instalación, Arocha S. (1983) establece que su trazado debe discurrir por las zonas comunes del edificio y que, en los casos en que se encuentre empotrado, resulta indispensable la incorporación de registros que permitan su inspección periódica y el control de posibles fugas, siguiendo los mismos criterios aplicados al tubo de abastecimiento.

Se pueden definir dos tipos de entregas, dependiendo de si la red urbana es capaz o no de brindar las características imprescindibles para la distribución:

- Distribución Inferior: Se pueden definir dos tipos de entregas, dependiendo de si la red urbana es capaz o no de brindar las características imprescindibles para la distribución:

Figura 20

Repartidor principal con contador único

- Abierta: "El sistema tiene la ventaja de ser simple y económico, aunque es menos seguro porque si hay una avería en la cabeza, toda la instalación se queda sin agua."
- En cuanto a la distribución en anillo, Arocha S. (1980) explica que este sistema se caracteriza porque el distribuidor forma un circuito cerrado, lo que garantiza la continuidad del suministro interno ante cualquier fallo puntual en otro sector de la red. Su aplicación está orientada principalmente a edificios de uso sanitario; no obstante, presenta como desventajas un mayor costo de ejecución y una demanda más elevada de espacio en planta.

Figura 21

Red cerrada o en anillo

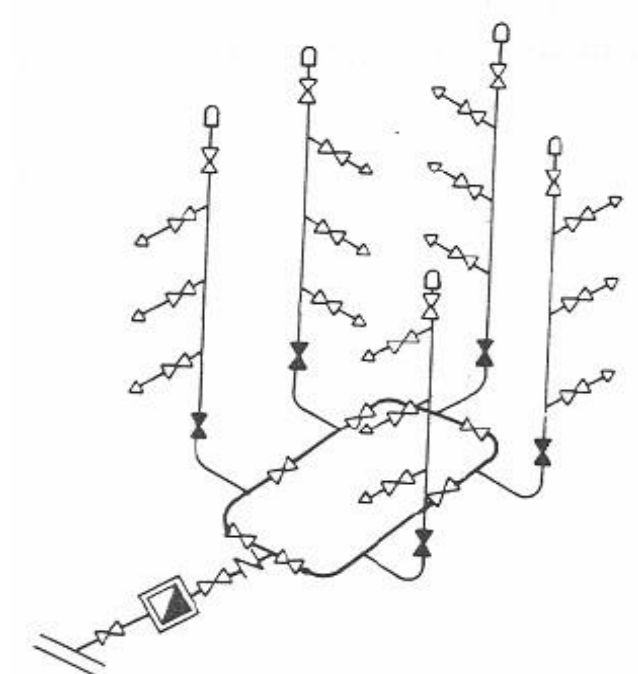
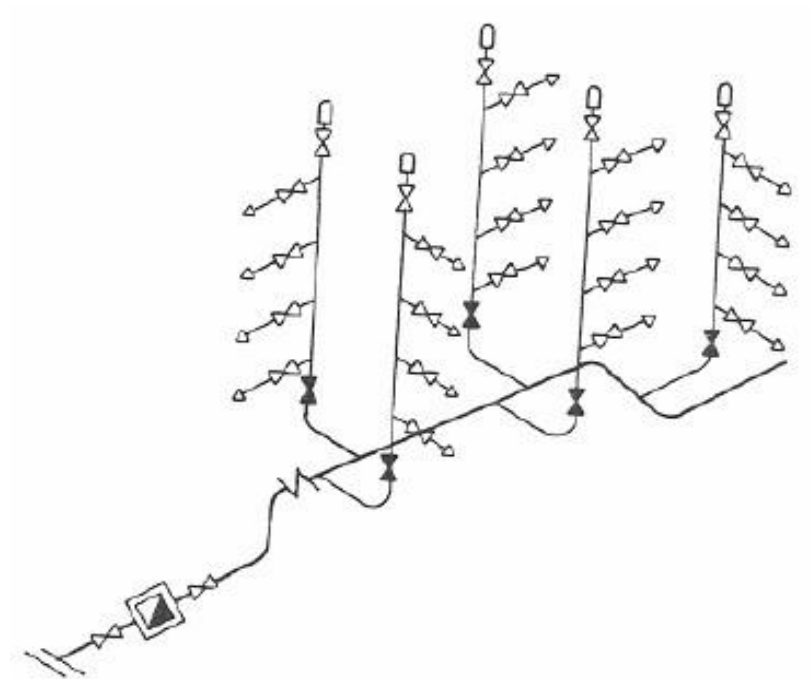


Figura 22

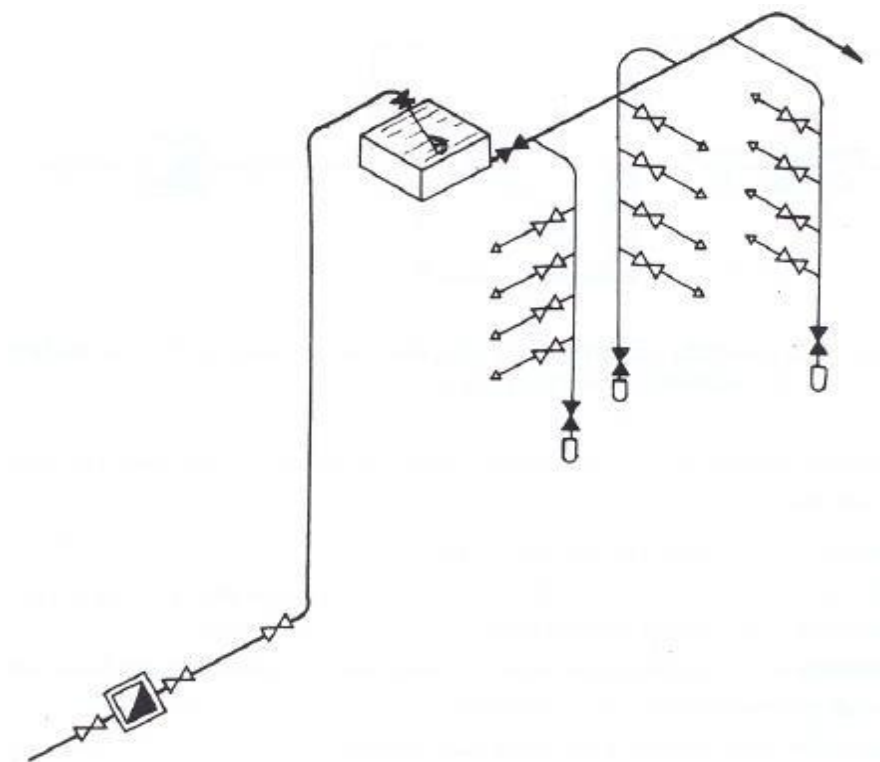
Red abierta



- Distribución Superior: La distribución superior resulta adecuada en edificios de gran altura o en aquellas zonas donde la presión de acometida no alcanza los niveles requeridos. Camargo (2015) describe que, bajo este esquema, el agua es elevada hacia un depósito ubicado en la cubierta del edificio mediante un sistema de impulsión externo. El distribuidor principal se sitúa en la parte más alta de la edificación y, aprovechando la fuerza de la gravedad, abastece y da servicio a las columnas descendentes, asegurando así un suministro constante hacia los puntos de consumo inferiores.

Figura 23

Dispensero superior



3.8. Esquemas de los tipos de trazados de abastecimiento de agua fría

La disposición de agua fría para su uso en aseos y cocinas, desde la provisión interna del inmueble hasta los equipos que la consumen, es lo que se conoce como estructuras de agua fría.

3.8.1. Contador único y montantes múltiples. Tipo A

Aplicación de estructuras de un solo abonado que son extensas en planta (que tienen un amplio crecimiento longitudinalmente). "Se compone de varias torres independientes que se originan en una planta común a todas, como los colegios, hoteles u oficinas. En este diseño, la presión en la planta baja es alta y se instalan válvulas reductoras; en las plantas intermedias hay suficiente presión; y en las plantas superiores no se presenta suficiente presión, pero se mejora con sistemas de presión" (Vierendel, 2009).

Figura 24

Diagrama de distribución con un solo contador y cantidades múltiples

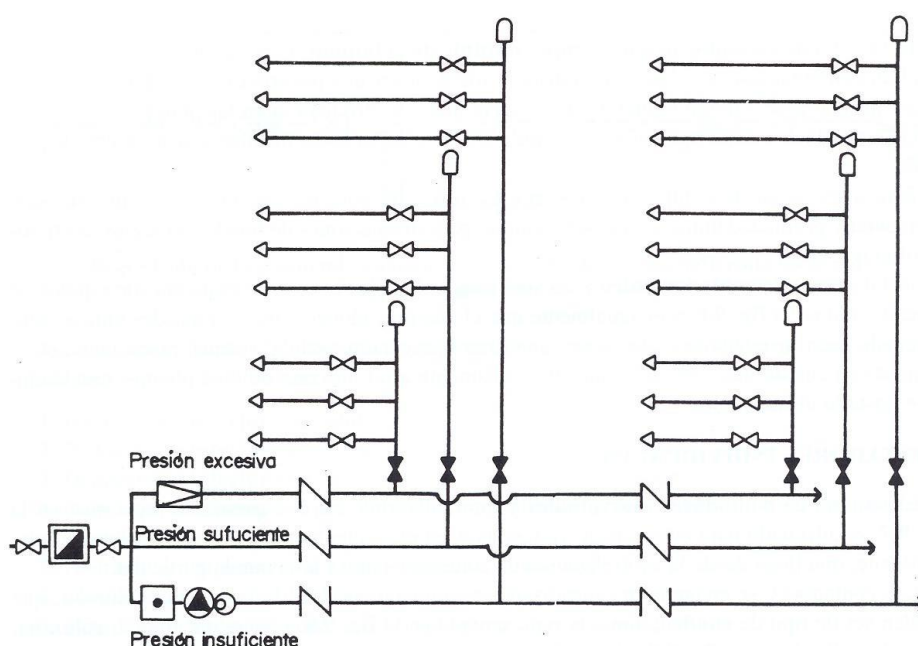
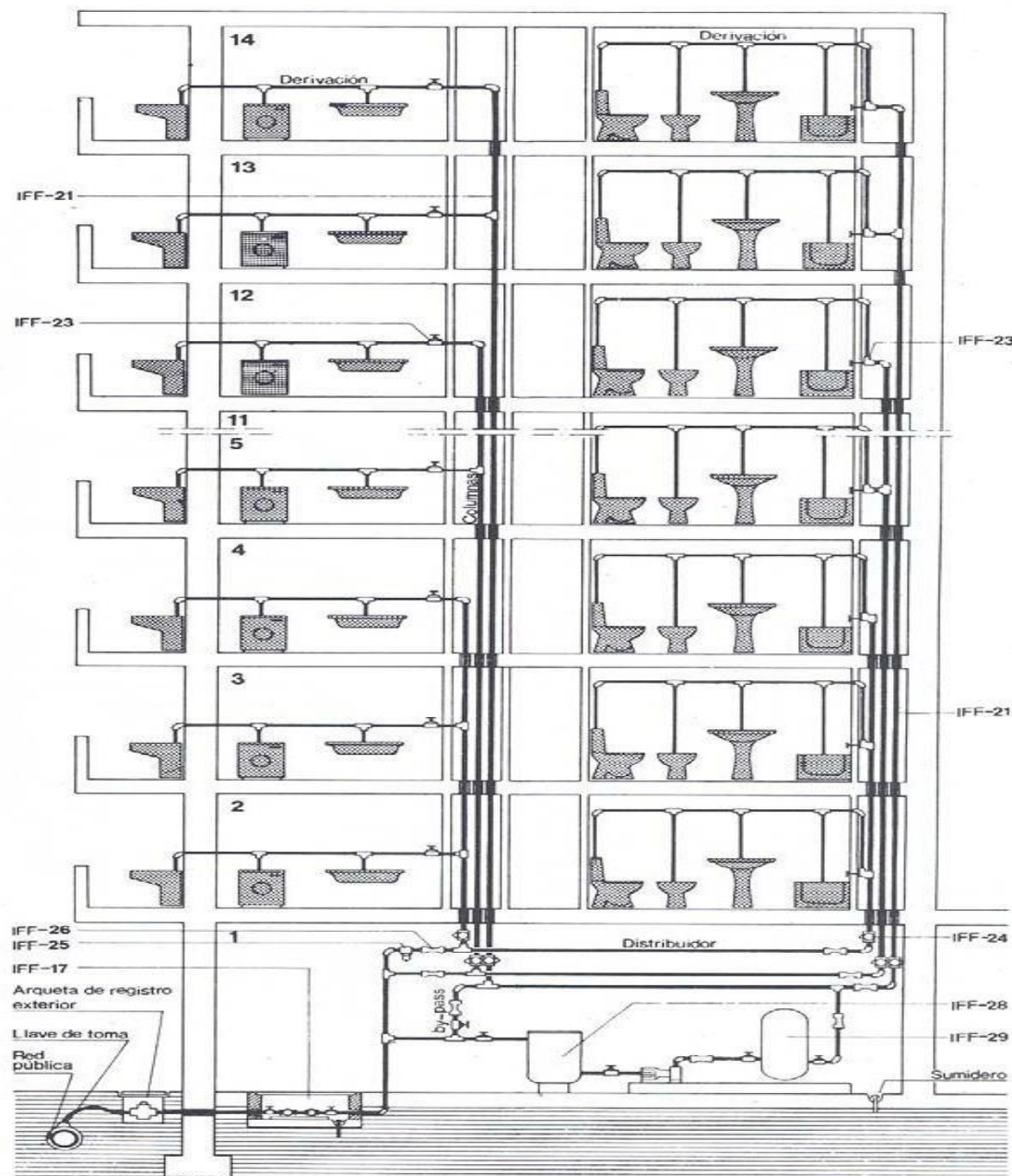


Figura 25

Modelo de distribución con un solo contador y cantidades múltiples



3.8.2. Contador único y montante único. Tipo B

Este esquema parte de una configuración uniforme; sin embargo, a medida que la altura del edificio se incrementa, los dispositivos de regulación basados en presión pueden presentar un comportamiento variable, resultando

insuficientes, adecuados o excesivos en función de las condiciones específicas de cada tramo de la instalación.

Figura 26

Distribución con un solo contador y montantes únicos

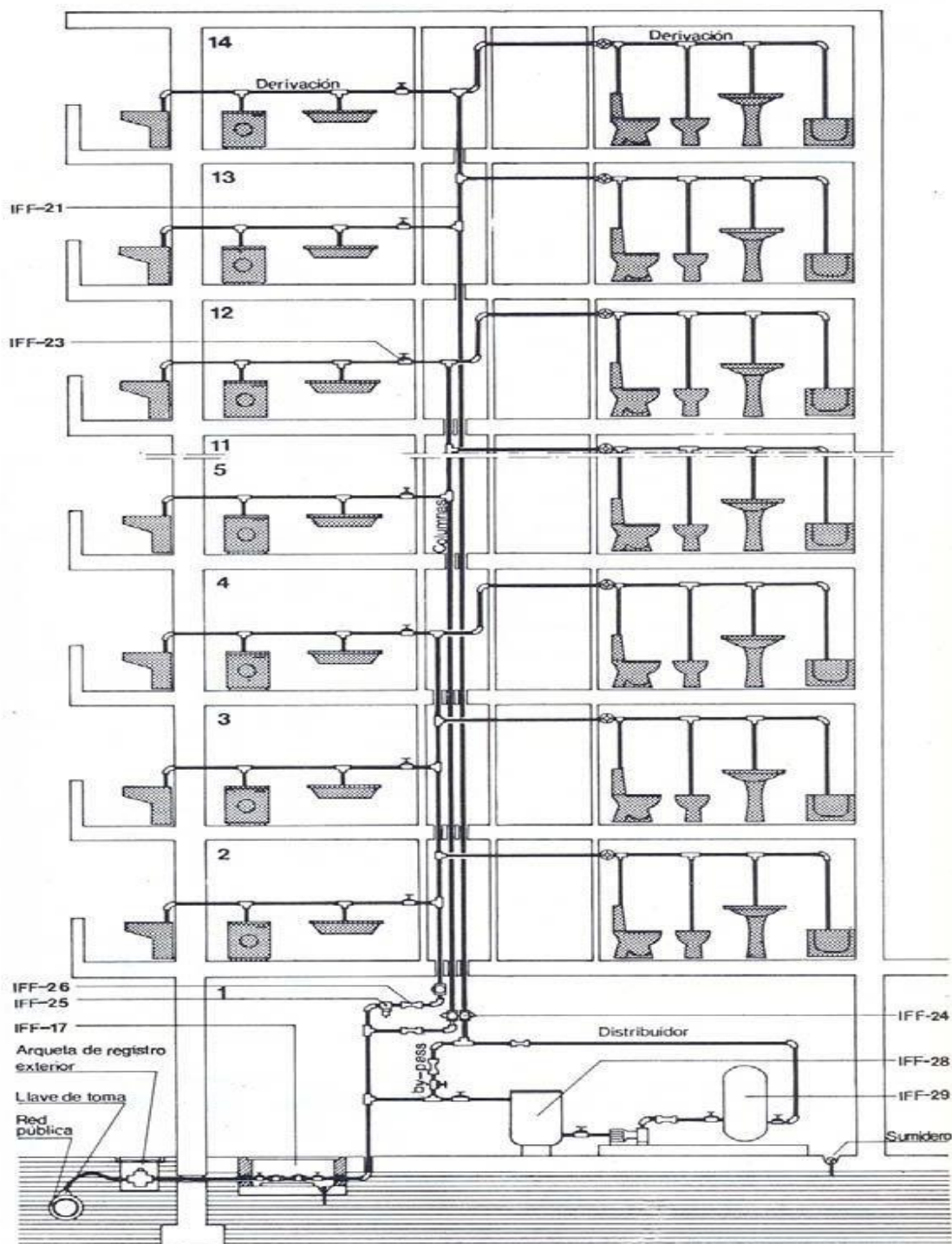
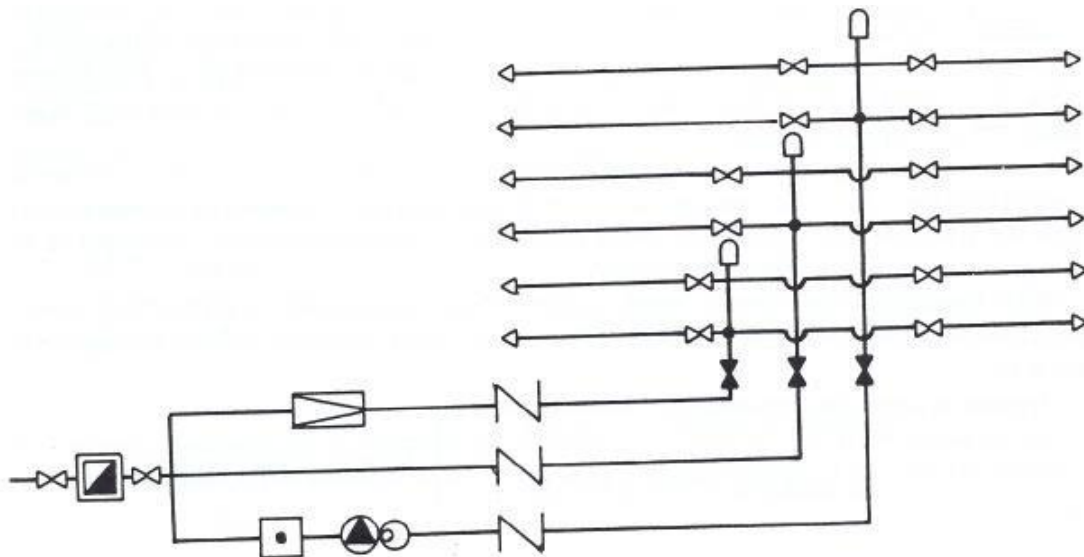


Figura 27

Esquema de distribución con contador único y montantes únicos



3.8.3. Contadores divisionarios centralizados. Tipo C

Estas casas contarán con un contador individual para cada abonado, además de un monto separado desde la centralización hasta el hogar.

Figura 28

Plan de distribución con contadores centralizados que dividen

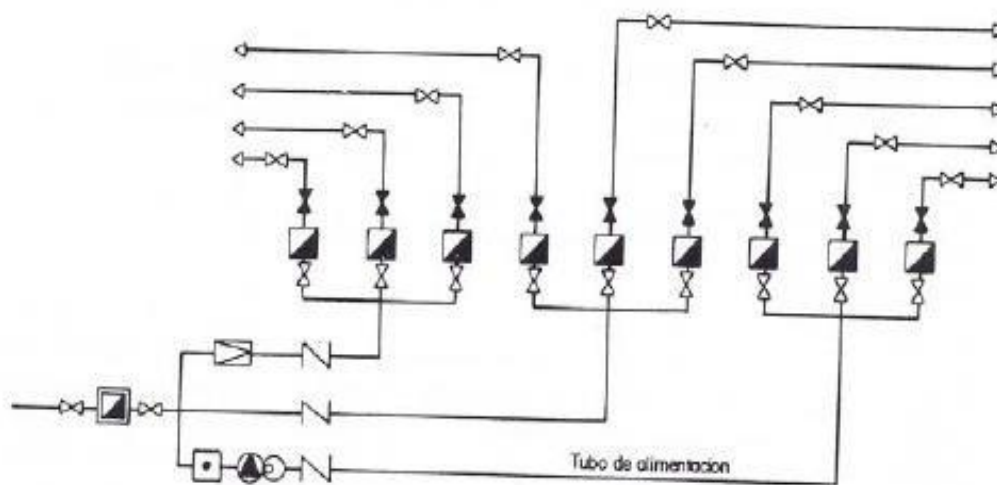
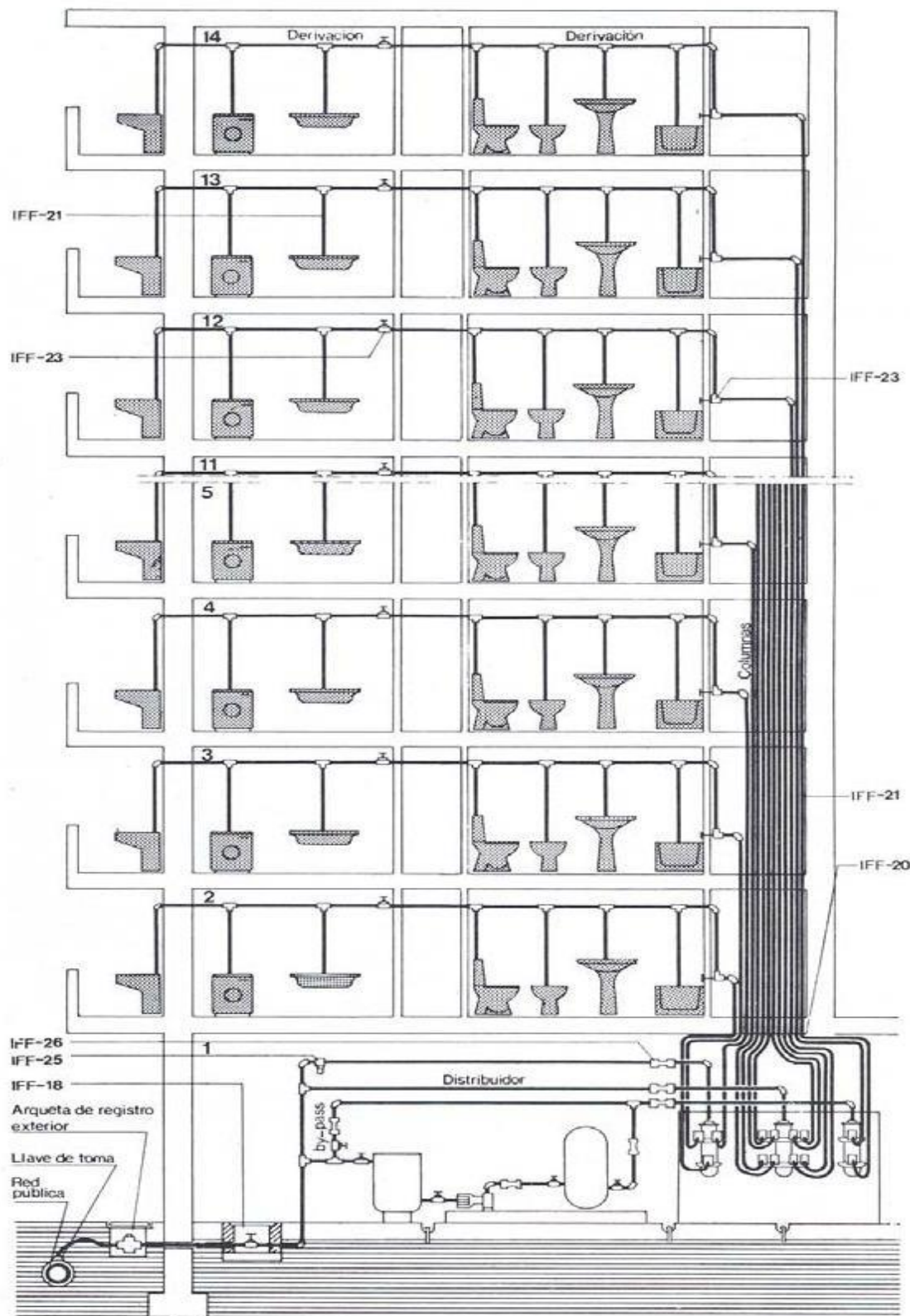


Figura 29

Plan de distribución con contadores centralizados que dividen



3.8.4. Contador divisionario en cada vivienda Tipo D

Mejor y más barato que el primero, este sistema permite que la red de agua funcione de forma más eficiente; de todos modos, la lectura de contadores es una pesadilla para la empresa de servicios públicos. Por lo general, en los planos de los edificios hay muy poco espacio para las tuberías. Para dar servicio a más de 20 plantas se necesitará más dinero. Pervierel (2009)).

Figura 30

Diagrama para la distribución con contadores según planta

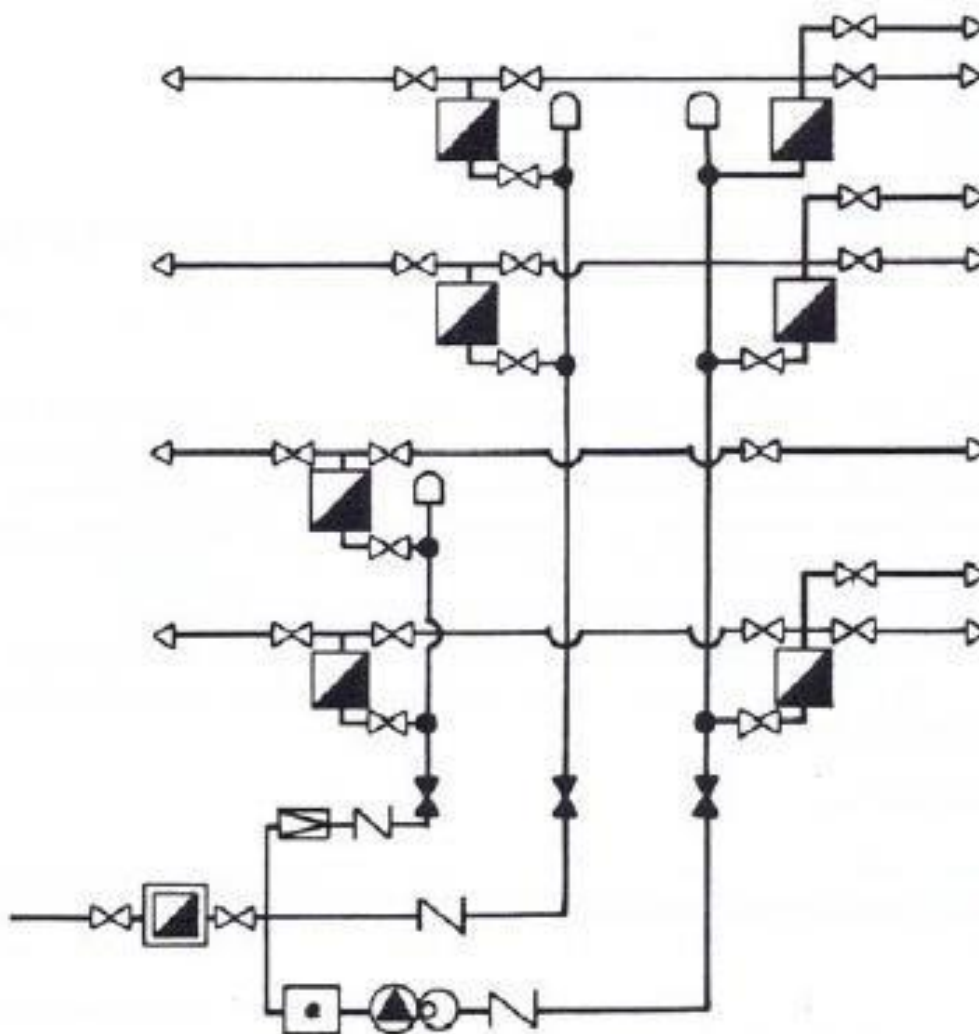
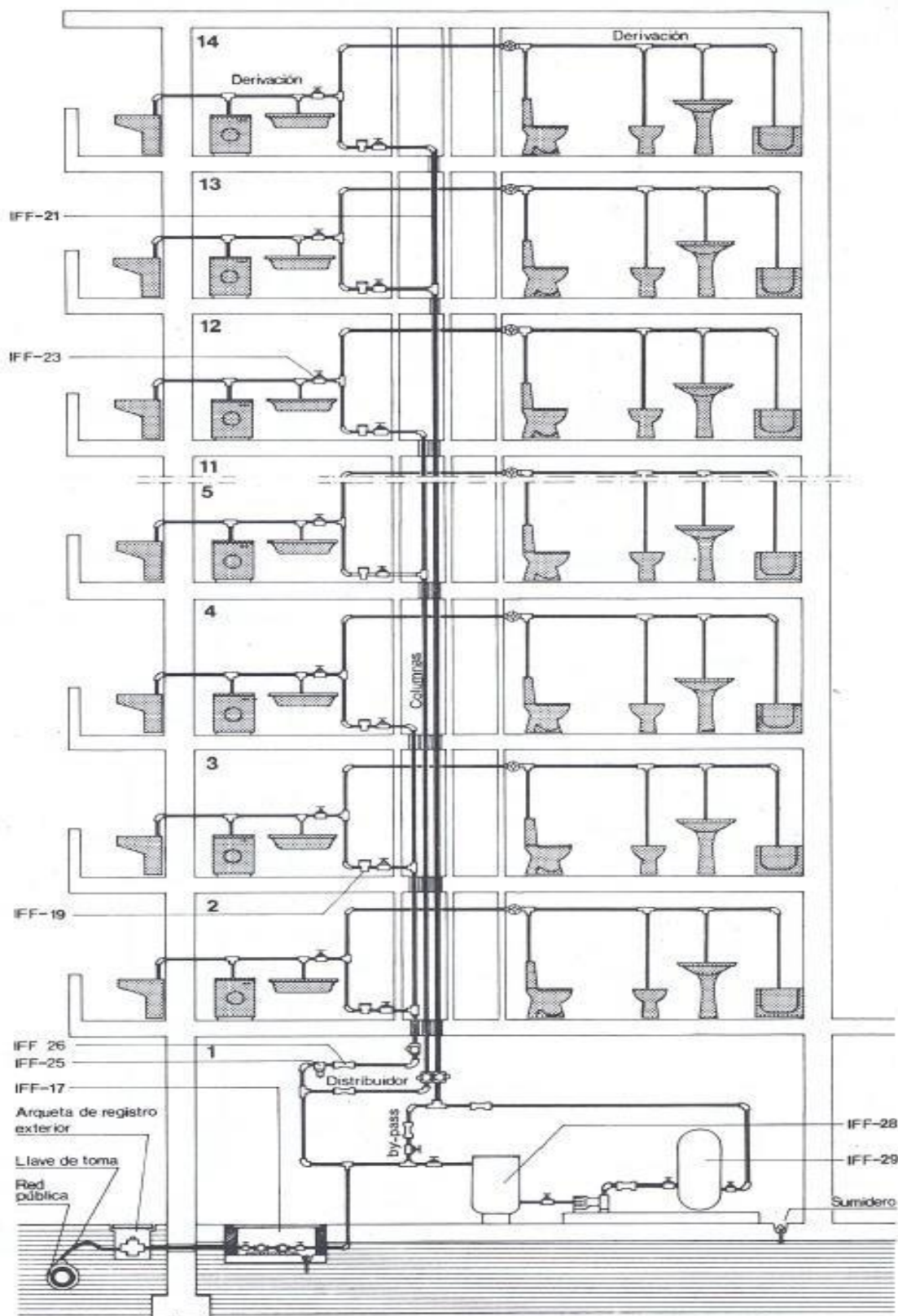


Figura 31

Diagrama de administración con contadores por niveles



3.9. Sistemas de sobreelevación: grupos de presión.

La insuficiencia de las acometidas o el suministro de seducciones personales (pozos) crea la necesidad de implementar una disposición para elevar el agua mediante:

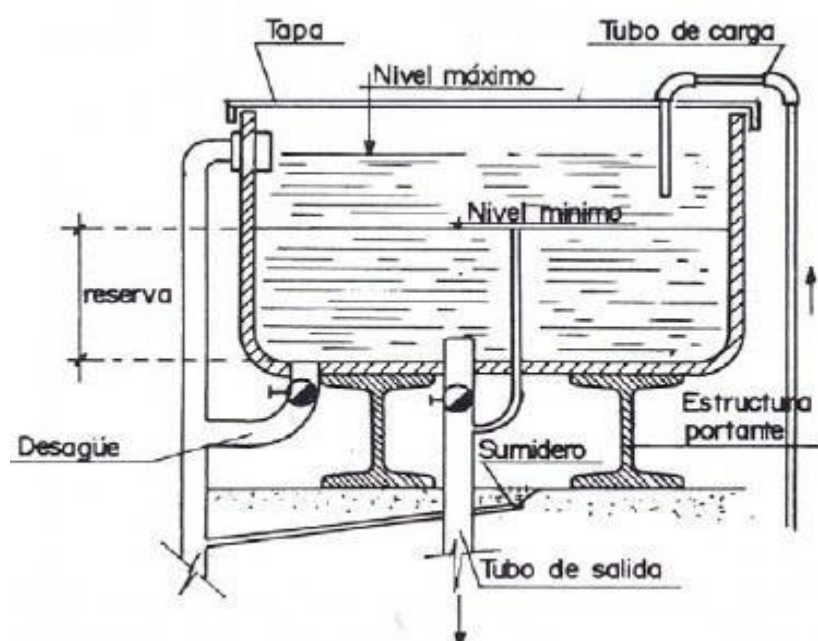
- a) Depósito abierto de gran magnitud.
- b) Conjunto de tensión hidroneumático.
- c) Conjunto de presión con dirección regulable.

3.9.1. Depósito Elevado Abierto

Según (Vierendel, 2009), "el sistema de bombeo hasta la cota más alta a servir, seguido de una disposición de mayor nivel que permite que el agua fluya a los puntos de consumo por gravedad, no es común actualmente".

Figura 32

Componentes de un depósito superado



Estos, que se instalarán sobre la primera toma de agua, pueden ser prefabricados (de fibrocemento, metal, resina reforzada con fibra de vidrio, etc.) o contruidos con chapa de acero u hormigón. «Dado que es importante recordar que un metro cúbico de agua equivale a una tonelada» (Vierendel, 2009), la construcción de estos depósitos requiere elementos de soporte estructural.

Figura 33

Componentes de un depósito eminente

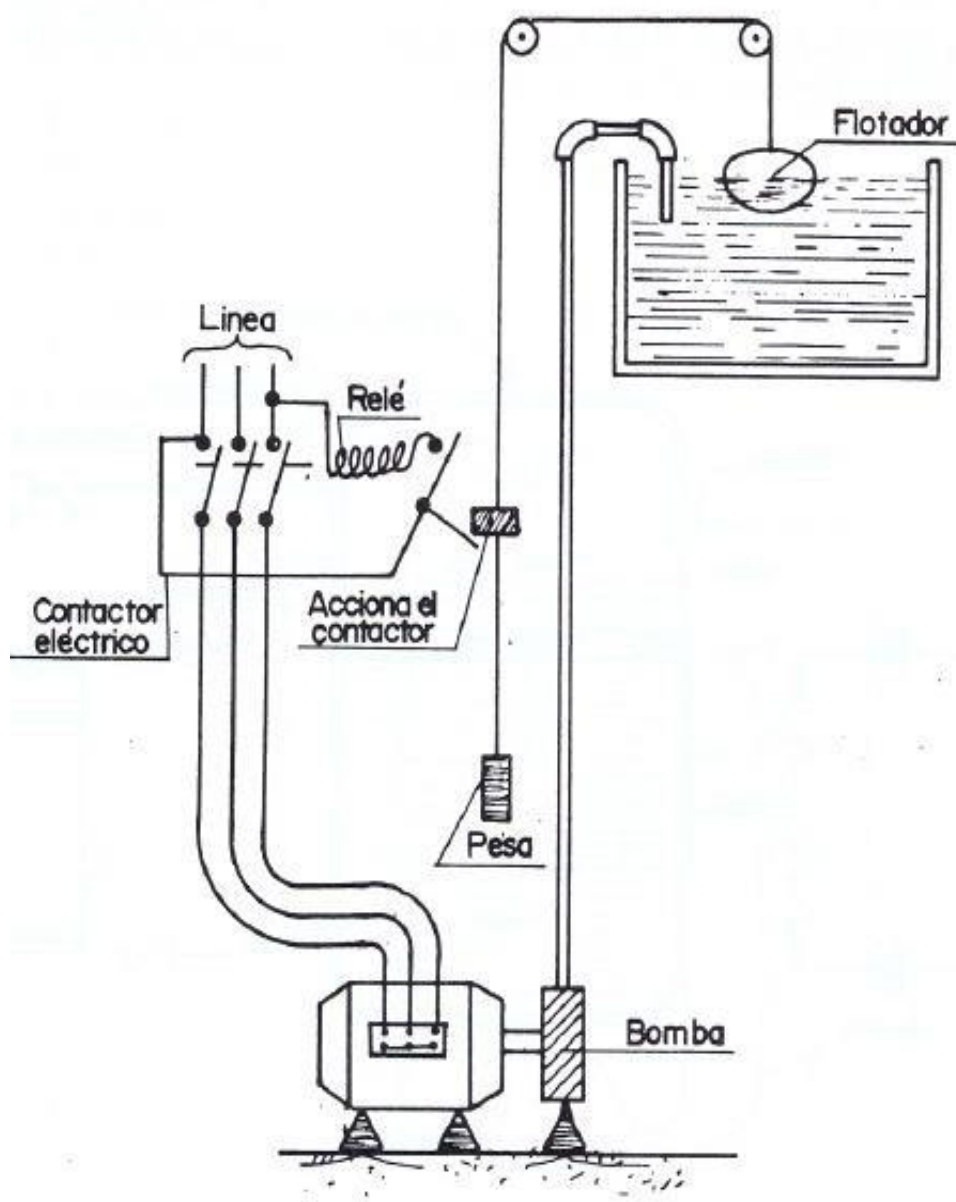
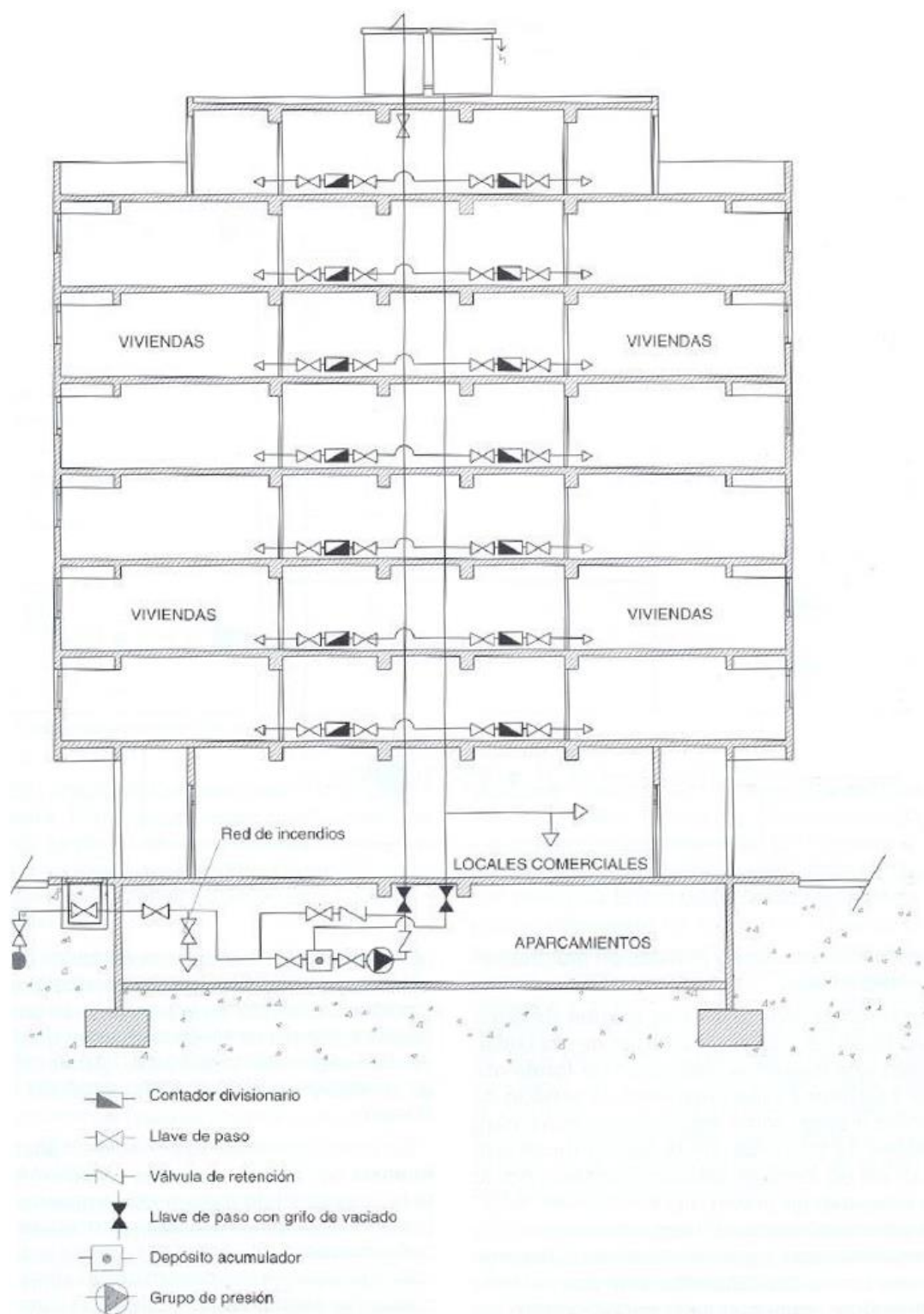


Figura 34

Ilustración en alzado de provisión en un edificio con un depósito que se encuentra sobresaliente



Las tuberías que confluyen en dicho elemento deberán disponerse de manera ordenada y funcional, de modo que su configuración responda de forma óptima a la función que cada una desempeña dentro del sistema:

- Tubo de carga: Este se introducirá dentro del tanque para prevenir que el agua caiga de manera ruidosa.
- Rebosadero: debe ser más ancho que el tubo de carga.
- Desagüe: existirá a nivel del fondo, con el objetivo de que se lleve consigo todas las precipitaciones cuando sea limpiado.
- Tubo de salida: se colocará más elevado que el echar a fondo con el fin de impedir la remoción de sedimentos.

3.9.2. Grupo hidroneumático de elevación de presión

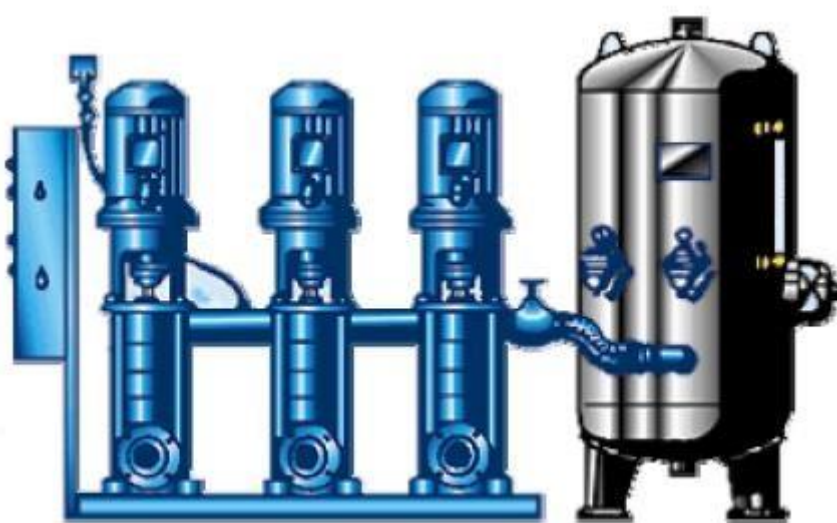
Este procedimiento garantiza el servicio hasta la cota más elevada, permitiendo distribuciones de menor nivel en este supuesto, las cuales incluirán como elementos fundamentales:

- a. Depósito de reserva o auxiliar para alimentos, que impida que el equipo de bombeo tome agua directamente del tubo de alimentación.
- b. Equipo de bombeo que incluye, al menos, dos bombas con el mismo rendimiento y que funcionan de manera alternada, instaladas en paralelo.
- c. "depósitos de presión, vinculados a dispositivos adecuados para medir los parámetros de presión del equipo, con el propósito de

una puesta en marcha y parada inconscientes". Además, son conocidos como autoclaves. Incorporarán un termostato con interruptor que regulará el encendido o apagado del dispositivo de bombeo en función del término de presión.

Figura 35

Diagrama de un sistema de elevación superior con tres bombas



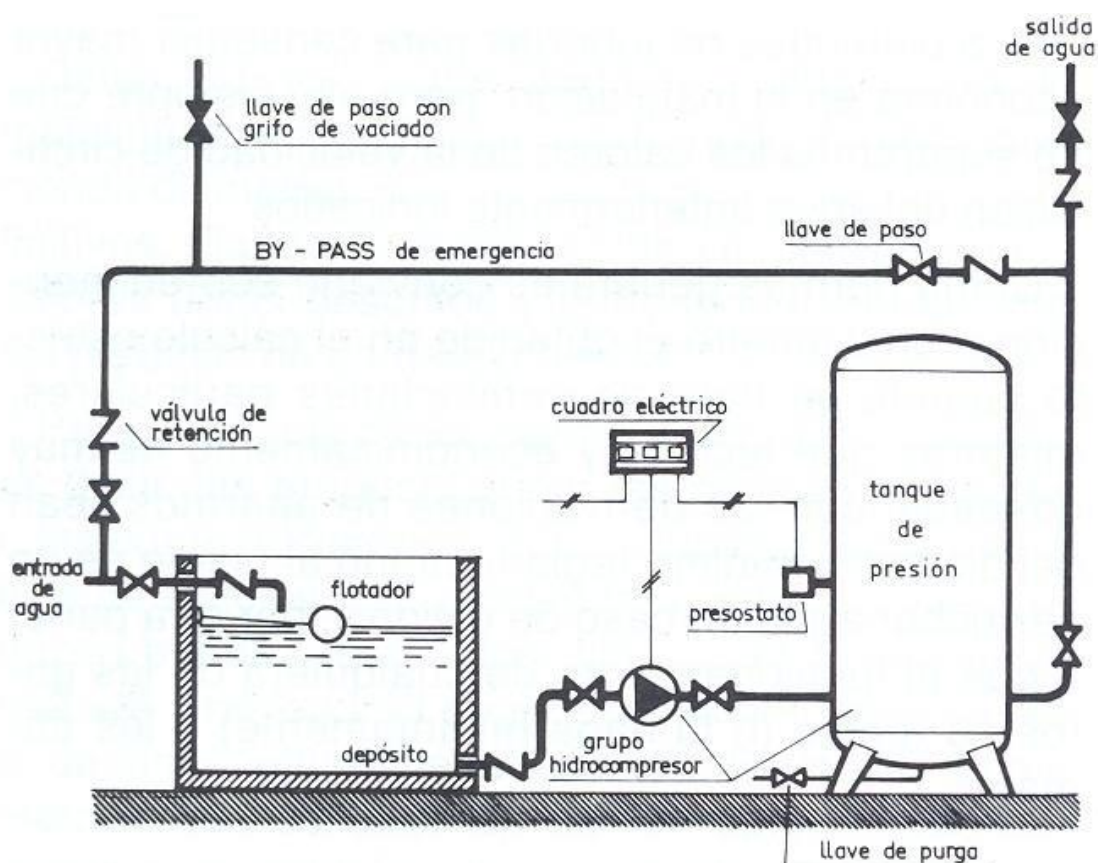
Como la escapatoria de agua está clausurada y las bombas se encuentran en funcionamiento, el tanque se va repleto de agua, lo que provoca que el aire en su interior se comprima. En este punto, si la bomba sigue marchando, la presión irá creciendo porque el volumen se va reduciendo y el aire estará cada vez más reducido hasta llegar a la presión máxima (P_{max}). Cuando esto ocurra, el presostato (interruptor de presión) interrumpirá el abastecimiento eléctrico a las bombas y estas dejarán de funcionar.

Situaciones en las que el dispendio en los grifos del servicio está asegurado y la presión es constante. Si el nivel comienza a descender, se mantiene hasta llegar al valor P_{min} ; en el momento en que esto ocurre, el

presostato vuelve a activar las bombas y se repite el ciclo. Por lo tanto, el sistema hidroneumático utilizará o reservará el rango de presión comprendido entre los niveles mínimo y máximo.

Figura 36

Diagrama fundamental del conjunto hidroneumático de presión



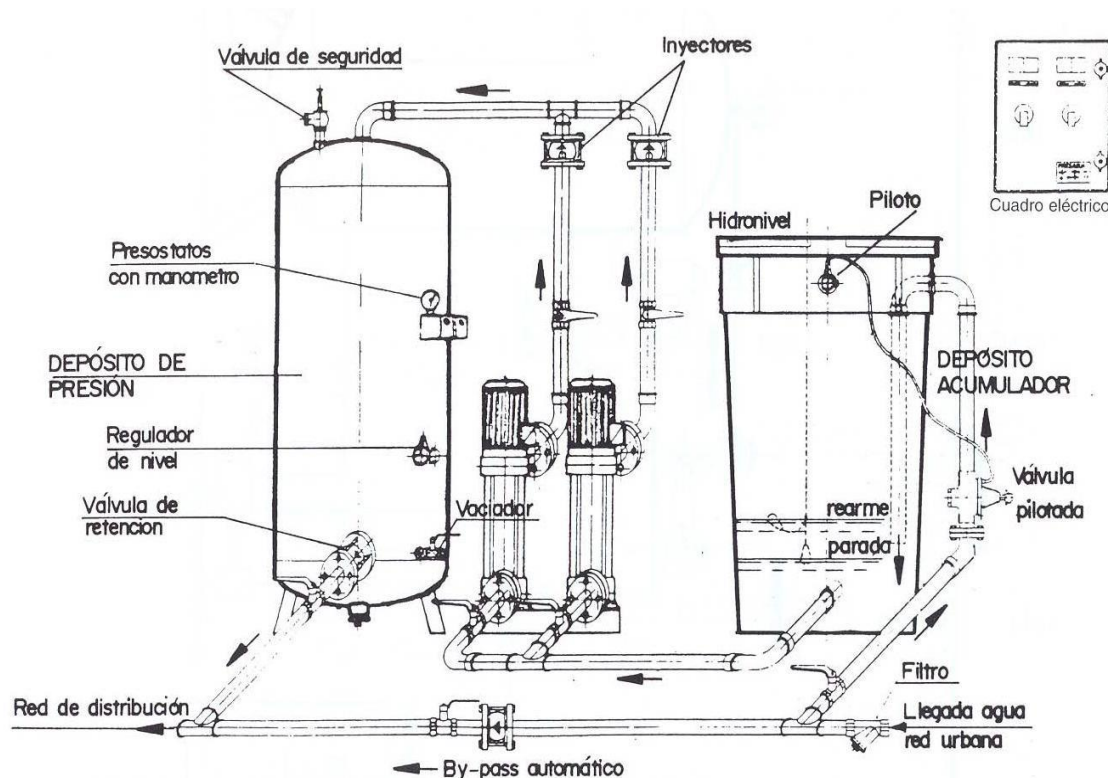
En las fases posteriores, que se destacan, se instala un equipo de presión hidroneumático:

- El agua proporcionada no está expuesta a la contaminación del medio ambiente, porque existe un almacén cerrado.
- La presión es posible adaptarla en cada paso específico, estableciendo su valor de antemano para garantizarlo.

- La ubicación del grupo (usualmente en la planta baja o en sótanos) no supone ningún inconveniente y no genera problemas de sobrecarga estructural del edificio.
- Posibilita la ejecución de cualquier comercialización, sin que la presión constituya un condicionante.
- Los dispositivos de tuberías son más pequeñas por lo que no requieren tubos adicionales.

Figura 37

Conjunto de ascenso tradicional



"Se instalará un by-pass que garantiza el funcionamiento de la instalación y evita que el conjunto hidroneumático trabaje innecesariamente" (Carrasco Flores, 2004). El tanque de presión puede clasificarse en tres clases:

- A. Que no exista una reducción suplementaria del aire dentro del tanque, es decir, que no haya un dispositivo de compresión.
- B. Que haya un compresor que eleve la presión interna del tanque y, en consecuencia, reduzca su volumen.

Figura 38

Categorías de contenedores a presión

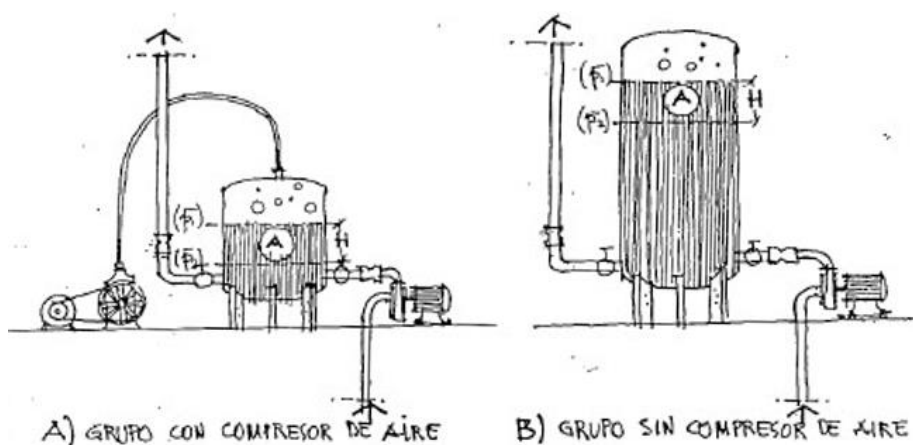
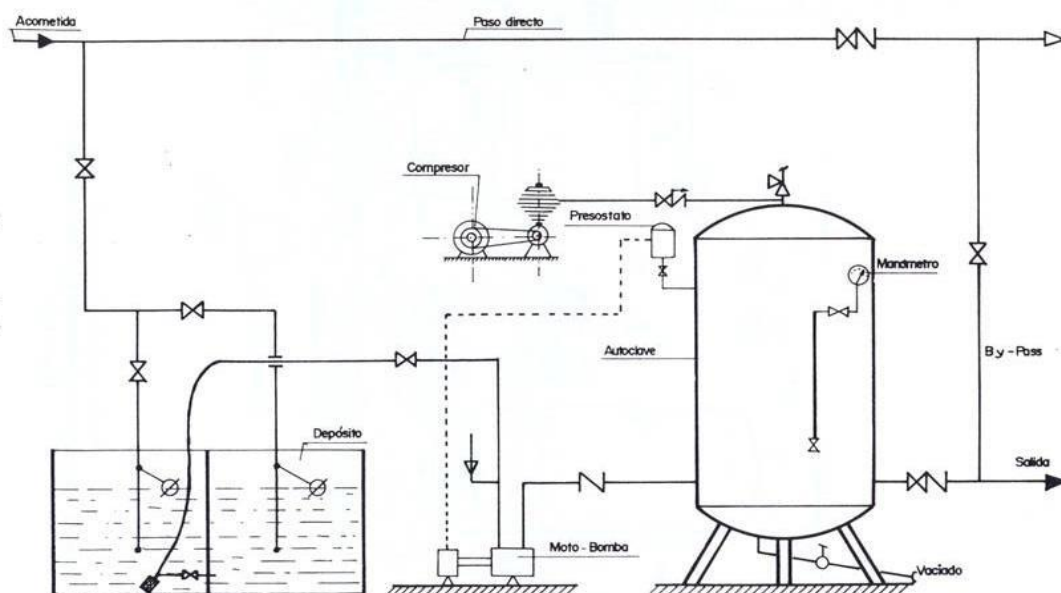


Figura 39

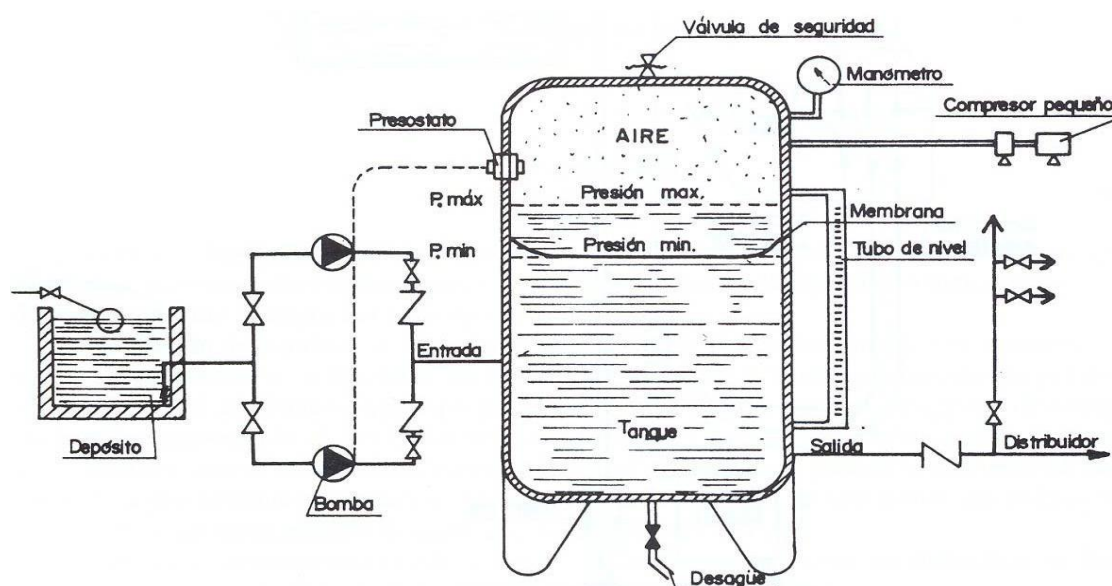
Diagrama con los componentes de un grupo de sobre-elevación tradicional



- C. Que exista una presión suplementaria y, adicionalmente, una membrana interna que divida el aire del agua es algo exigido después de las modificaciones que se han hecho en el reglamento.

Figura 40

Diagrama de un conjunto de sobreelevación tradicional con un tanque de presión con membrana.



3.9.3. Grupo de presión de accionamiento regulable.

Métodos que se conocen como de caudal variable: "no requerirán el depósito auxiliar de alimentación y tendrán un variador de frecuencia que activará las bombas para mantener la presión de salida invariable, sin importar el caudal accesible o requerido" (Vierendel, 2009).

Equipados con un aparato que: "detenga el funcionamiento de la bomba y cierre la aspiración cuando haya depresión en el conducto de alimentación, así como un depósito que proteja contra las tensiones excesivas provocadas por golpe de ariete" (Carrasco Flores, 2004).

Figura 41

Conjunto de presión con capacidad de ajuste



Figura 42

Transformador de frecuencia



Figura 43

Transformador de frecuencia



3.10. Recolección y procesamiento de datos

Se obtuvo datos en el lugar, tomando las medidas del edificio y centrándose en los servicios sanitarios, la cocina, el patio-lavandería y cualquier área con un punto de salida de agua. Los resultados recolectados fueron procesados con el software AutoCad, lo que posibilitó calcular las tuberías necesarias para la instalación del edificio.

Figura 44

Vista frontal de la edificación

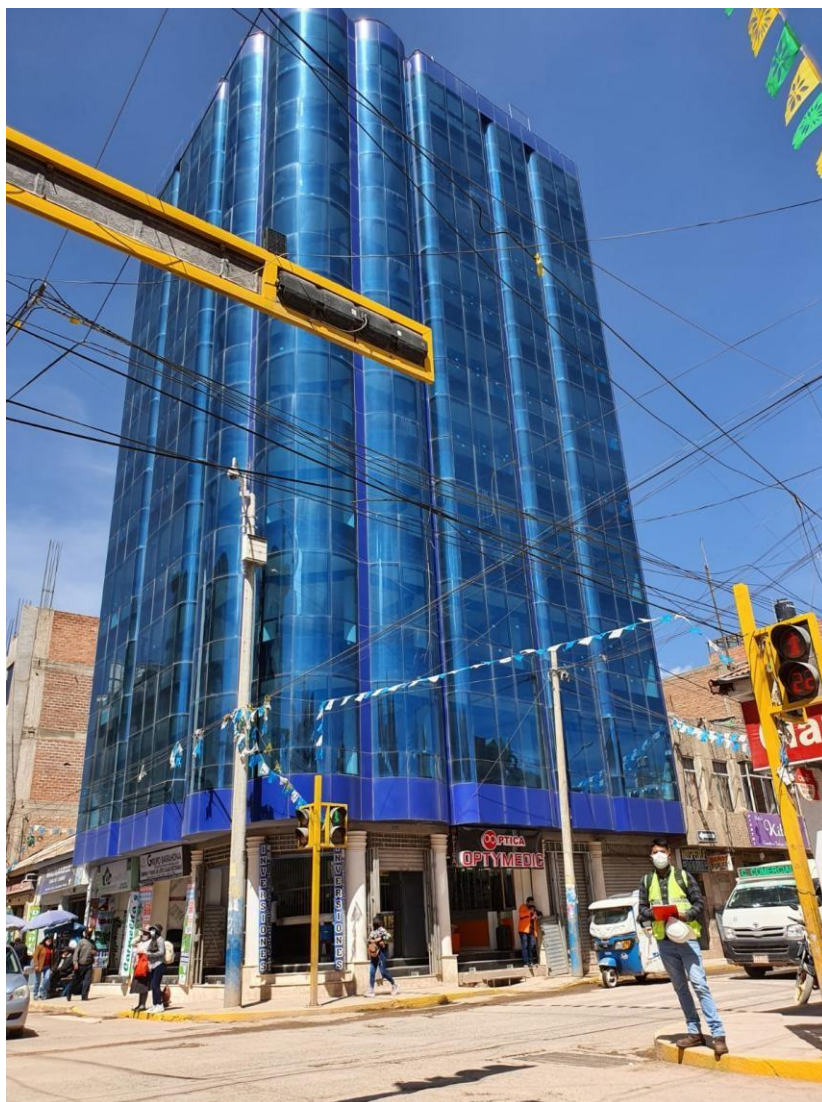


Figura 45

Cisterna de concreto armado



Figura 46

Cilindros de agua elevados en la construcción



Figura 47

Servicios sanitarios (inodoro) en el edificio



Figura 48

Ducha, lavabo e inodoro en el edificio





CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. Dimensionado del grupo de presión

Las medidas de tensión hidráulica necesarias para un conjunto hidroneumático de tensión, el cual se empleará mayoritariamente en las instalaciones que proveen agua.

Los siguientes factores determinarán:

- a. Potencial del almacén de reserva o de regulación adicional.
- b. La altura de la bomba en términos manométricos y su potencia.
- c. Capacidad del depósito de presión.

4.1.1. Capacidad del depósito de reserva o de regulación auxiliar

La expresión que se usará para calcular el volumen del depósito, tomando como base la duración estimada de uso, es la siguiente:

$$V = Q * t * 60 \text{ (litros)}$$

Donde:

- V: el volumen del depósito en litros.
- Q: el caudal máximo simultáneo (m³/s).
- t: el tiempo estimado (de 15 a 20 minutos).

El volumen en litros se utiliza para determinar la capacidad del depósito de reserva, que equivale a entre media hora y una hora al caudal máximo. «En algunos casos, esto podría resultar excesivo, ya que un depósito de 6.000 litros no sería lo ideal para zonas pequeñas, dado un caudal de 100 l/min» (Carrasco Flores, 2004)).

No obstante, si tomamos en cuenta 15 minutos, poseeríamos un almacén de 1500 l, lo cual es apropiado. La dificultad radica en que las interrupciones de la red son muy extensas y continuas.

Considerando que el depósito de reserva se instalará en las instalaciones, aun cuando no requiera un equipo de prominencia, pues asegura, como se mencionó anteriormente, la unión del servicio.

Estos almacenes se construyen con plásticos o resinas de fibra de vidrio, lo que les proporciona una amplia variedad y escasas dificultades fructuosas.

4.1.2. Cálculo y elección de las bombas

De forma indicativa se va a ver en el siguiente esquema los tipos de bombas que pueden existir, aunque en nuestro caso no vamos a profundizar en ello.

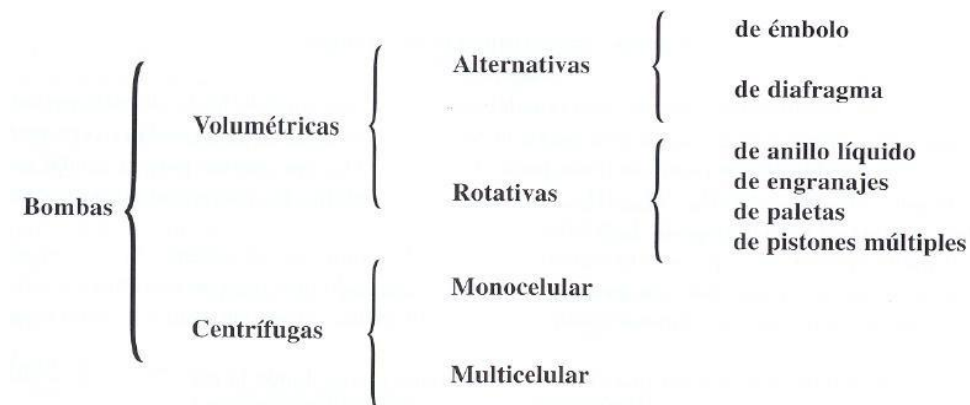


Figura 49

Cilindro radial de eje horizontal de gran fuerza

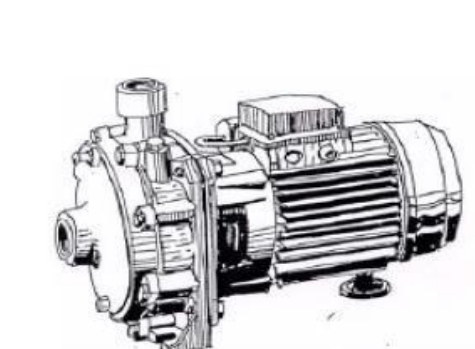
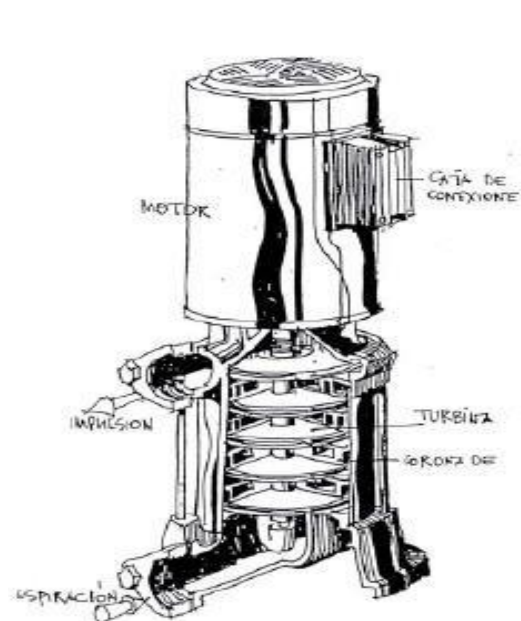


Figura 50

Cilindro de múltiples células con eje vertical



El cálculo de las bombas se lleva a cabo basado en el caudal de las presiones mínimas y máximas correspondientes a la puesta en marcha y la interrupción de la bomba o las bombas.

Es imprescindible que dos bombas trabajen en paralelo y de manera alternada, pues esto garantiza el suministro de la instalación y mejora su mantenimiento. Esto se debe a que no será una sola bomba la que padezca interminablemente los arranques y estancadas repentinas; por tanto, no sería indispensable incluir también una bomba de reserva (Vierendel, 2009).

Los siguientes datos se utilizarán para determinar la cantidad de bombas que se instalarán en un grupo convencional, exceptuando las de discreción:

- Dos equipos de bombeo cuando el caudal demandado no supere los 10 dm³/s
- Tres equipos de bombeo para demandas hídricas de hasta 30 dm³/s
- Cuatro equipos de bombeo en sistemas con caudales que excedan los 30 dm³/s.

4.1.2.1. Caudal

Se determinan en función del uso y las demandas de la instalación, lo que establece el máximo simultáneo de uso.

4.1.2.2. Presiones

La presión mínima o de arranque (P_b) representa la suma de los componentes que se enumeran a continuación: disminución de carga del circuito

(Pc), altura geométrica (Hg), nivel geométrico de aspiración (Ha) y presión remanente en el grifo, llave o fluxor (Pr). Sin embargo, si la bomba se encuentra encima o debajo del recipiente, es preciso tomar en cuenta esa altura de aspiración. En síntesis, la Pmin será:

$$P_{min} = P_b \geq 1.20H + P_r$$

El 20% de la altura geométrica de la instalación se puede utilizar como cálculo para calcular la disminución de carga del circuito (Pc).

Se establecerá un valor que limite el número de arranques y paradas del grupo a la presión máxima (Pa), de modo que su vida útil se prolongue al máximo posible (Vierendel, 2009). Por encima de la presión reducida, este valor se situará entre 2 y 3 bares.

4.1.2.3. Potencia

Con el fin de calcular la potencia de la bomba, se utiliza la fórmula para determinar la altura manométrica máxima.

La fórmula que aparece en la imagen es la fórmula clásica de potencia de una bomba hidráulica expresada en Caballos de Vapor (C.V.), ampliamente utilizada en instalaciones de abastecimiento de agua. Su forma completa y correcta es:

$$P = \frac{Q \times H_m}{\gamma \times \eta \times 75} \quad (\text{C.V.})$$

Donde el denominador incluye el peso específico del agua (γ), el rendimiento y el factor de conversión 75 (equivalencia entre $\text{kgf}\cdot\text{m/s}$ y C.V.).

Esta expresión establece que la potencia absorbida es el producto del caudal por la altura manométrica, de modo que cuanto mayor sea la eficiencia de la bomba, menor será la potencia demandada al motor. Benoit

Las variables de la fórmula son:

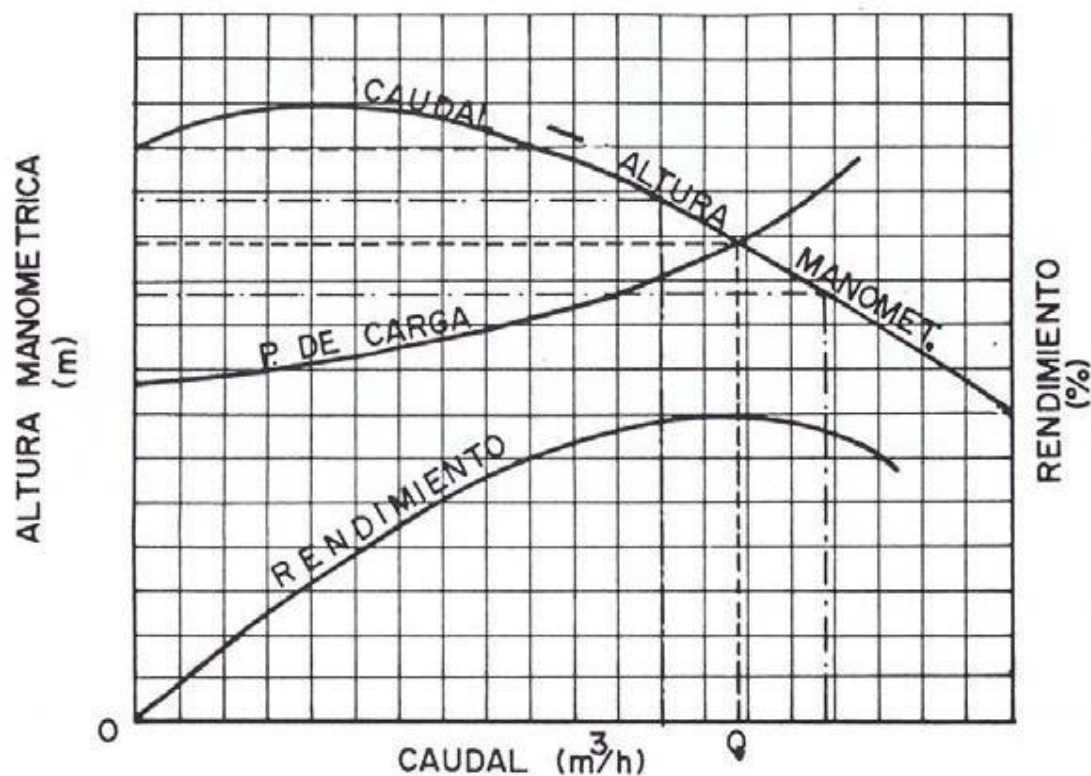
- P = potencia en Caballos de Vapor (C.V.).
- Q = caudal en l/min.
- H_m = altura manométrica o presión máxima en metros de columna de agua (m.c.a.).
- γ = peso específico del fluido (para agua = 1).
- η = rendimiento de la bomba (adimensional).
- 75 = factor de conversión (1 C.V. = 75 kgf·m/s).

Para contratiempos y excesos en línea, se modifica el valor teórico al valor comercial instantáneo que sea un 20% más alto.

La bomba apropiada para cada subida depende de su curva característica, la cual debe brindar un rendimiento óptimo y el caudal que se requiere. La curva característica de la bomba indica su desempeño óptimo, que se expresa como el consumo más bajo de energía y la eficiencia más alto.

La curva de desempeño comienza en cero (sin caudal) y va creciendo. "hasta llegar a un valor que coincide con el caudal nominal de la bomba, decreciendo para caudales más altos".

Figura 51

Curva peculiaridad de bomba

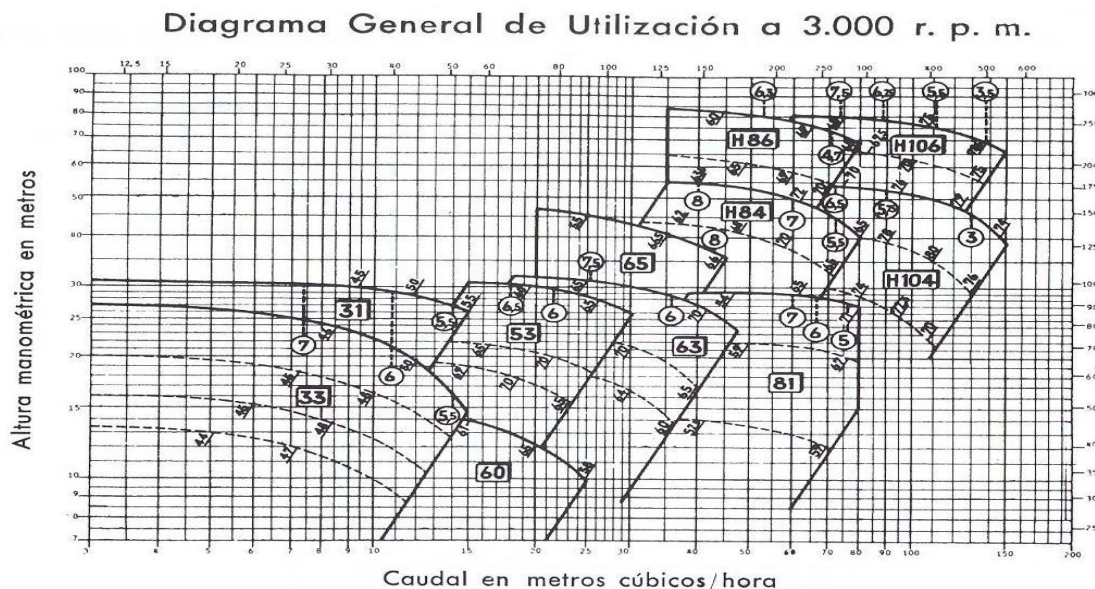
La curva caudal-altura manométrica, que es una parte de la altura H_0 y toma en cuenta el caudal cero (0), abarca un área ($H_0 - H_m - H_i$) donde cada altura corresponde a dos caudales; esta zona se considera como la región inestable de la bomba. "El punto idóneo es aquel que coincide con el beneficio máximo.

A), este aspecto no siempre coincide con lo que requerimos, ya que establece unos márgenes mínimos y máximos para los valores de caudal y altura manométrica" (Vierendel, 2009).

"La bomba ideal debe contar con una curva casi plana, en la que la tensión inicial sea muy parecida a la altura máxima, lo cual disminuirá el área de fricción" (Vierendel, 2009).

Figura 52

Curvas representativas de diversas bombas comerciales

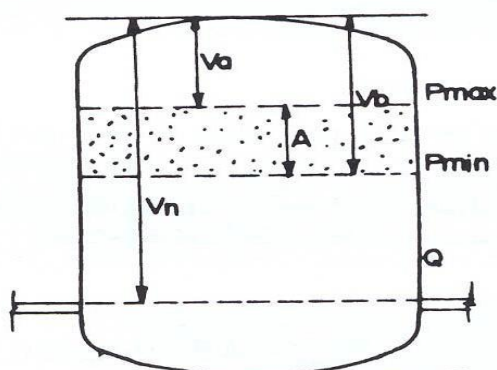


4.1.2.4. Capacidad del tanque de presión

El número de ciclos de bombeo por hora (que suele fijarse entre 4 y 6 ciclos) y los voltajes mínimo y máximo de la red eléctrica son los dos factores principales que influyen en ello, de forma similar a cómo se determina la bomba (Vierendel, 2009)).

Figura 53

Depósito de presión



La fórmula utilizada es:

$$V_n = P_b * (V_a/P_a) \text{ (litros)}$$

Donde:

- V_n es el volumen efectivo del depósito de membrana;
- P_b representa la presión absoluta mínima;
- V_a es el reducido volumen de agua;
- P_a es la máxima presión completa.

4.2. Cálculos realizados para el análisis de datos

Con los resultados siguientes, estimamos el radio de influencia, la permeabilidad (conductividad hidráulica) y comprobamos el nivel del agua en el pozo:

4.3. Dotación y almacenamiento de agua

4.3.1. Consumo total diario

Tabla 11

Consumo total de agua de la edificación

Nivel	Uso del Espacio	Unidad de Medida	Consumo Unitario Diario	Cantidad	Demanda Hidrica Total
SUBCONJUNTO 1: USO COMERCIAL					
Sotano	Tiendas comerciales (Stand)	lt/m2/dia	6.00	41.72	250.32
1er Nivel	Tiendas comerciales	lt/m2/dia	6.00	47.80	286.80
Subtotal Uso Comercial (lt/dia):					537.12
SUBCONJUNTO 2: USO ADMINISTRATIVO (OFICINAS)					

Nivel	Uso del Espacio	Unidad de Medida	Consumo Unitario Diario	Cantidad	Demanda Hidrica Total
2do Nivel	Oficinas	lt/m2/dia	6.0	48.70	292.20
3er Nivel	Oficinas	lt/m2/dia	6.0	48.70	292.20
Subtotal Uso Administrativo (lt/dia):					584.40
SUBCONJUNTO 3: USO GASTRONOMICO (RESTAURANTE)					
4to Nivel	Restaurante	lt/m2/dia	<=100:50, >100:40	95.64	4825.60
Subtotal Uso Gastronomico (lt/dia):					4,825.60
SUBCONJUNTO 4: USO RESIDENCIAL (VIVIENDA MULTIFAMILIAR)					
5to Nivel	Vivienda multifamiliar	lt/dorm/dia	1500.0	1.00	1500.0
6to Nivel	Vivienda multifamiliar	lt/dorm/dia	1500.0	1.00	1500.0
7mo Nivel	Vivienda multifamiliar	lt/dorm/dia	1500.0	1.00	1500.0
8vo Nivel	Vivienda multifamiliar	lt/dorm/dia	1500.0	1.00	1500.0
9no Nivel	Vivienda multifamiliar	lt/dorm/dia	1500.0	1.00	1500.0
Subtotal Uso Residencial (lt/dia):					7,500.0
VOLUMEN TOTAL DE AGUA REQUERIDO EN LA EDIFICACION (lt/dia)					13,447.12

4.3.1.1. Volumen a almacenar

- Tanque cisterna

$$V = \frac{3}{4} \cdot V \dot{\text{dot}}_{\text{dotacion}}$$

$$V = 10.0853 \text{ m}^3$$

- Tanque elevado

$$V = \frac{1}{3} \cdot V \dot{\text{dot}}_{\text{dotacion}}$$

$$V = 4.4824 \text{ m}^3$$

4.3.1.2. Dimensionamiento de los tanques

– Tanque cisterna

$$h = 1.60 \text{ m}$$

$$A = \frac{\text{Vol.}}{h}$$

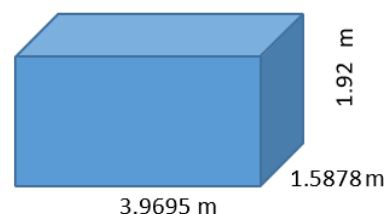
$$\text{Área de la base: } A = 6.3033 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensiones: } 3.9695 \text{ m} \times 1.5878 \text{ m} \times 1.92 \text{ m}$$

$$\text{Altura del tanque: } H = 1.20h$$

$$H = 1.9200 \text{ m}$$

$$\text{Altura de referencia: } h = 1.40 \text{ m}$$



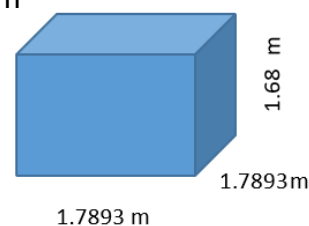
– Tanque elevado

$$\text{Área de la base: } A = 3.2017 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensiones: } 1.7893 \text{ m} \times 1.7893 \text{ m} \times 1.68 \text{ m}$$

$$\text{Altura del tanque: } H = 1.20h$$

$$H = 1.6800 \text{ m}$$



– Tubería de alimentación

Parámetro	Símbolo	Valor
Presión en la red pública	P_R	18.000 lb/pulg ²
Presión mínima de agua a la salida de la cisterna	P_S	2.000 m
Desnivel entre la red pública y el punto de entrega	H_T	1.150 m
Longitud de la línea de servicio	L_TUB	8.600 m
Tiempo de llenado del tanque cisterna	T	4.000 horas
Consumo total en la edificación	Dot.	13447.120 lt/día



Volumen del tanque cisterna VOL 10.085 m³

– **Accesorios a utilizar**

1.00 Válvula de retención

1.00 Válvula de compuerta

4.3.1.3. Gasto de entrada

Fórmula:

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

Cálculo del caudal:

$$Q = 0.700 \text{ lt/seg}$$

Conversión de unidades:

Factor de conversión:

$$1 \text{ lt/seg} = 15.8504 \text{ gpm}$$

Caudal en galones por minuto:

$$Q = 0.700 \text{ lt/seg} \times 15.8504 = 11.095 \text{ gpm}$$

4.3.1.4. Carga disponible

Fórmula:

$$H = P_R - P_S - H_T$$

Donde:

H = Carga disponible

P_R = Presión en la red pública

P_S = Presión mínima de agua a la salida de la cisterna

P_T = Desnivel entre la red pública y el punto de entrega

Factor de conversión:

$$1 \text{ metro de agua} = 1.4223 \text{ libras/pulg}^2$$

En libras por pulgada cuadrada:

$$H = 13.52 \text{ libras/pulg}$$

En metros de agua:

$$H = 13.52 \div 1.4223 = 9.506 \text{ metros de agua}$$

4.3.1.5. Selección del medidor

Criterio de diseño:

$$H_M = 0.5H$$

50% de la carga disponible

Cálculo de la pérdida admisible en el medidor:

$$H_m = 0.5 \times 13.52 = 6.76 \text{ libras/pulg}^2$$

Diámetro (")

Pérdida de carga

Diámetro(m)

5/8	10.5 libras/pulg. ²	7.15 m	0.0159
3/4	3.8 libras/pulg. ²	2.66 m	0.0191
1	1.7 libras/pulg. ²	1.18 m	0.0254

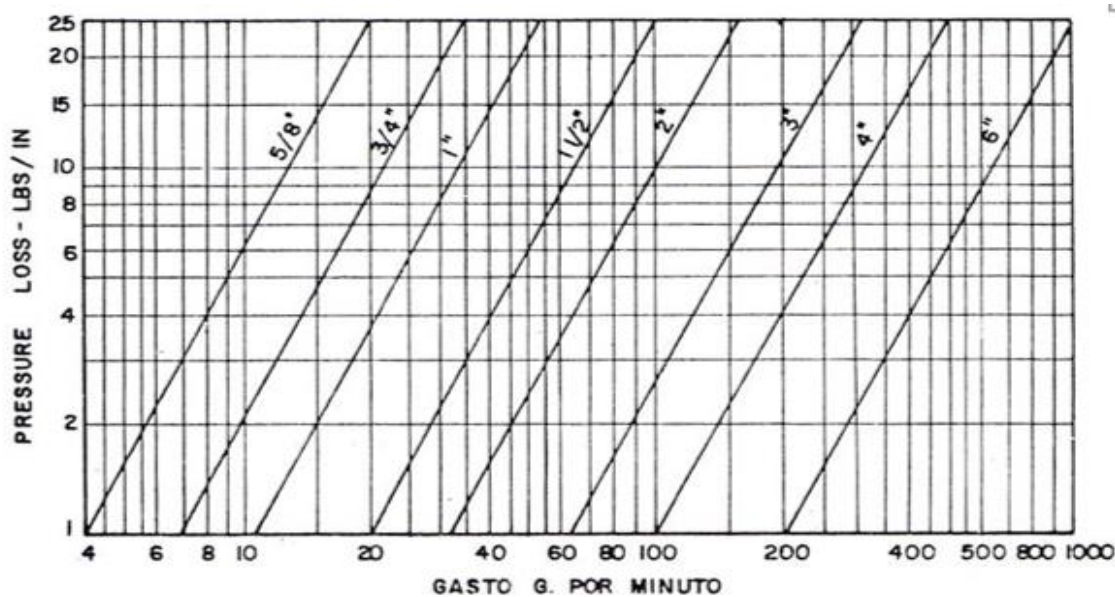
Medidor seleccionado:

$$D_M = 5/8"$$

$$H_M = 10.5 \text{ libras/pulg}^2$$

Figura 54

Disminución de la presión en dispositivos de tipo disco



4.3.1.6. Diámetro de la tubería

Nueva carga disponible

$$H = 3.02 \text{ libras/pulg.}^2$$

$$H = 2.1233 \text{ metros de agua}$$

Longitudes equivalentes para una tubería de 3/4"

Cant.	Descrip.	Le (m)	Parcial (m)
1	Vál. de retención	1.60	1.60
1	Vál. de compuerta	0.10	0.10
			0.00
			0.00
TOTAL		Le =	1.70 metros

Longitud total:

$$T = T_B + L_e$$

Donde:

T = Longitud total equivalente

T_B = Longitud real de la tubería

L_e = Longitud equivalente de accesorios

Cálculo:

$$L_t = 10.3000 \text{ metros}$$

Disminución de carga en la tubería

Datos para el cálculo:

Caudal:

$$Q = 0.7000 \text{ lt/seg}$$

$$Q = 2.52 \text{ m}^3/\text{h}$$

Diámetro de tubería:

$$D = 3/4"$$

Según el Diagrama 02 (del diagrama de pérdidas):

$$P_c \text{ m/100m} = 0.11 \text{ m/m}$$

Valor del diagrama = 11

Pérdida de carga final

Fórmula:

$$P = L_T \times P_{cm/100m}$$

Donde:

P = Pérdida de carga total (m)

L_T = Longitud total de tubería (m)

$P_c \text{ m/100m}$ = Pérdida de carga por cada 100 metros (m/m)

Cálculo:

$$P_{CF} = 10.3000 \times 0.11 = 1.1330 \text{ metros}$$

$$P_{CF} = 1.1330 \text{ metros}$$

Verificación de la carga disponible

Criterio de diseño:

La cantidad de la disminución de carga final tiene que ser inferior a la carga accesible.

H>P

Verificación:

H (metros) Comparación P (metros)

2.1233 > 1.1330

Cumple: 2.1233 > 1.1330

Figura 55

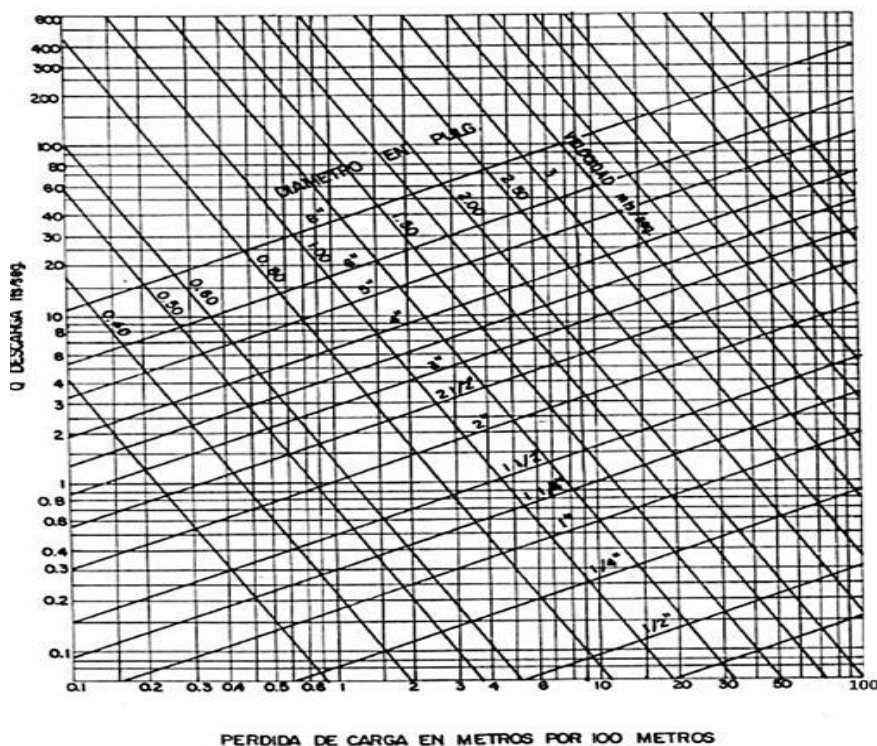
Longitudes que son comparables con disminuciones a nivel local

DIAMETRO D mm pulg.	Codo 90° Radio largo	Codo 90° Radio medio	Codo 90° Radio corto	Codo 45°	Curva 90° R/D = 1	Curva 90° R/D = 1	Curva 45°	Entrada normal	Entrada de Borda	Válvula de compuerta abierta	Válvula tipo globo abier- ta	Válvula de ángulo abierta	Té paso directo	Té salida lateral	Té salida bilateral	Válvula de pie	Salida de Tubería	Válvula de retención tipo liviana	Válvula de retención tipo pesado
13 1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19 3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25 1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32 1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38 1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50 2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63 2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75 3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100 4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125 5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150 6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200 8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250 10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300 12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350 14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

* Los valores indicados para válvulas tipo globo se aplican también a llaves para regaderas y válvulas o llaves de descarga.

Figura 56

Disminución de carga en metros por cada 100 metros



4.3.2. Tubería de impulsión y de succión

Parámetro	Símbolo	Valor
Tiem. de almacenamiento	T	2 horas
Long. de la tubería de impulsión	L	15.80 m
Viscosidad (agua)	μ	1.42E-06
Rugos. (tubería de PVC)	ϵ	0.0015 mm = 0.00015 cm
Volumen a almacenar	Vol.	4482.40 litros
Altura estática	H	14.40 m
Aceler. de la gravedad	g	9.81 m/sg ²

4.3.2.1. Caudal de la tubería

Fórmula:

Donde:

- Q = Caudal de bombeo (lt/seg o m^3 /seg)
- Vol. = Volumen a almacenar (litros o m^3)
- t = Tiempo de llenado (segundos)

Cálculo del caudal:

Conversión del tiempo:

$$T = 2.00 \text{ horas} \times 3600 \text{ seg/hora} = 7200 \text{ segundos}$$

Caudal en litros por segundo:

$$Q = \frac{4482.40 \text{ litros}}{7200 \text{ seg}} = 0.623 \text{ lt/seg}$$

$$Q = 0.623 \text{ lt/seg}$$

Caudal en metros cúbicos por segundo:

$$Q = \frac{0.623}{1000} = 0.000623 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 0.0006230 \text{ m}^3/\text{seg}$$

4.3.2.2. Tanteo del diámetro de la tubería

ANEXO N° 5	
DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN EN FUNCIÓN DEL GASTO DE BOMBEO	
Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0,50	20 (3/4")
Hasta 1,00	25 (1")
Hasta 1,60	32 (1 1/4")
Hasta 3,00	40 (1 1/2")
Hasta 5,00	50 (2")
Hasta 8,00	65 (2 1/2")
Hasta 15,00	75 (3")
Hasta 25,00	100 (4")

Para un caudal de $Q = 0.6230 \text{ lt/seg}$



Como $0.50 < 0.623 < 1.00$, entonces:

$$D = 3/4" \text{ (según tabla)}$$

Pero para mayor seguridad y menor pérdida de carga, se selecciona:

$$D = 1"$$

Conversiones del diámetro:

$$\text{Diámetro nominal: } D = 1"$$

Conversión a centímetros:

$$D = 1" \times 2.54 \frac{cm}{in} = 2.54 \text{ cm}$$

Conversión a metros:

$$D = \frac{2.54}{100} = 0.0254 \text{ m}$$

Diámetro seleccionado (3/4"):

Según el documento, se seleccionó:

$$D = 3/4"$$

Conversiones:

$$D = 0.75" \times 2.54 = 1.905 \text{ cm}$$

$$D = 0.01905 \text{ m}$$

Equivalencia de medidas

Factor de conversión:

$$1" = 2.54 \text{ cm}$$

4.3.2.3. Velocidad de flujo

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$V = 2.1858 \text{ m/seg}$$

f) Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0,60 m/s y la velocidad máxima, según la siguiente tabla.

Diámetro(mm)	Velocidad máxima(m/s)
15 (1/2")	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 1/4")	2,85
40 y mayores (1 1/2" y mayores).	3,00

Verificación de la velocidad:

- Diámetro seleccionado: $D = 3/4"$ (20 mm)
- Velocidad calculada: $V = 2.1858 \text{ m/seg}$
- Velocidad máxima permitida: $V_{\text{máx}} = 2.20 \text{ m/seg}$
- Verificación: $2.1858 < 2.20$

4.3.2.4. Evaluación del diámetro económico de la tubería

$$H_f \leq 0.15H$$

Donde:

- H_f = Pérdida de carga por fricción (m)
- H = Altura estática de bombeo (m)

Cálculo de la pérdida admisible:

Altura estática: $H_s = 14.40$ m (dato anterior)

Pérdida máxima admisible:

$$H_f = 0.15 \times H = 0.15 \times 14.40 = 2.1600 \text{ m}$$

$$H_s = 2.1600 \text{ m}$$

Número de reynolds (Re)

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Donde:

- Re = Número de Reynolds (adimensional)
- V = Velocidad del flujo (m/s)
- D = Diámetro de la tubería (m)
- ν = Viscosidad cinemática del agua (m²/s)

Cálculo:

Datos:

- V = 2.1858 m/seg
- D = 0.01905 m
- $\nu = 1.42 \times 10^{-6}$ m²/s (dato anterior)

$$Re = \frac{2.1858 \times 0.01905}{1.42 \times 10^{-6}} = \frac{0.04164}{1.42 \times 10^{-6}} = 29,324$$

$$Re = 2.93E+04 = 29,324$$

Interpretación:

Como $Re > 4000$, el flujo es TURBULENTO

Rugosidad relativa

Fórmula:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{\text{Rugosidad absoluta}}{\text{Diámetro}}$$

Cálculo:

Datos:

$$\varepsilon = 0.0015 \text{ mm} = 0.0000015 \text{ m (rugosidad PVC)}$$

$$D = 0.01905 \text{ m}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0000015}{0.01905} = 0.0000787 \approx 0.000079$$

$$\varepsilon/D = 0.000079$$

Pérdida de carga por fricción

Fórmula de Darcy-Weisbach:

$$H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

– H_f = Pérdida de carga por fricción (m)



- f = Factor de fricción de Darcy (adimensional)
- L = Longitud de la tubería (m)
- D = Diámetro de la tubería (m)
- V = Velocidad del flujo (m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)

Cálculo del factor de fricción (f):

Para flujo turbulento en tubería lisa (PVC), usando la ecuación de Colebrook-White o diagrama de Moody:

Con:

$$Re = 29,324$$

$$\varepsilon/D = 0.000079$$

Se obtiene aproximadamente: $f \approx 0.0235$

Cálculo de la pérdida de carga:

Datos:

- $f = 0.0235$
- $L = 15.80 \text{ m}$
- $D = 0.01905 \text{ m}$
- $V = 2.1858 \text{ m/seg}$
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$$H_f = 0.0235 \times \frac{15.80}{0.01905} \times \frac{(2.1858)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_f = 0.0235 \times 829.4 \times \frac{4.777}{19.62}$$

$$H_f = 0.0235 \times 829.4 \times 0.2435 = 4.807 \text{ m}$$

$$H_f = 4.807 \text{ m}$$

Verificación del criterio de diseño

Criterio:

$$H \leq 0.15H$$

Comparación:

H_f (calculado) Comparación $0.15H$ (admisible)

4.807 m > 2.16 m

Equipo de bombeo

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Pérd. de carga por fricción (en impulsión)	H_f	4.8070	m
Pérd. de carga por fricción (en succión)	H_s	0	m
Altura estática	H	14.40	m
Caudal en la tubería	Q	0.0006230	m ³ /seg
Velocidad de flujo	V	2.18580	m/seg
Peso específico del agua	W	1000.0	kg/m ³
Aceleración de la gravedad	g	9.81	m/sg ²
Constante de rendimiento de la bomba	N_b	0.65	-

4.3.2.5. Sumatoria de pérdidas de carga locales

$$H_m = k \times \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- H_m = Pérdida de carga en accesorios (m)
- k = Coeficiente de pérdida del accesorio (adimensional)
- V = Velocidad del flujo (m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

Accesorio	Cantidad	k (unitario)	Sub total k
Válvula de compuerta abierta	1	0.20	0.20
Válvula de pie	1	1.75	1.75
Válvula de retención	2	2.50	5.00
Tee paso directo	1	0.60	0.60
Salida de conducto	1	1.00	1.00
Codo de 90°	5	0.90	4.50
Total Suma k:			13.05

Cálculo de la pérdida en accesorios:

Datos:

- $\Sigma k = 13.05$
- $V = 2.1858$ m/seg
- $g = 9.81$ m/s^2

$$H_m = 13.05 \times \frac{(2.1858)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_m = 13.05 \times \frac{4.7777}{19.62}$$

$$H_m = 13.05 \times 0.2435 = 3.1778 \text{ m}$$

$$H_m = 3.1778 \text{ m}$$

4.3.2.6. Altura dinámica

$$H_d = H + H_f + H_m + H_s$$

Donde:

- H_d = Altura dinámica total (m)
- H = Altura estática (m)
- H_f = Pérdida por fricción en impulsión (m)
- H_m = Pérdida en accesorios (m)
- H_s = Pérdida por fricción en succión (m)

Cálculo:

Datos:

- $H = 14.40 \text{ m}$
- $H_f = 4.8070 \text{ m}$
- $H_m = 3.1778 \text{ m}$
- $H_s = 0.00 \text{ m}$

$$H_d = 14.40 + 4.8070 + 3.1778 + 0.00$$

$$H_d = 22.3848$$

4.3.2.7. Potencia requerida

$$P = \frac{Q \times H_d \times \gamma}{75 \times N_b}$$

Donde:

- P = Potencia requerida (HP)
- Q = Caudal (m³/seg)
- H_d = Altura dinámica (m)
- γ = Peso específico del agua (kg/m³)
- N_b = Eficiencia de la bomba (adimensional)
- 75 = Factor de conversión (kg·m/s por HP)

Cálculo:

Datos:

- Q = 0.000623 m³/seg
- H_d = 22.3848 m
- γ = 1000 kg/m³
- N_b = 0.65
- Factor = 75

$$P = \frac{0.000623 \times 22.3848 \times 1000}{75 \times 0.65}$$

$$P = \frac{13.9457}{48.75}$$

$$P=0.2861 \text{ HP}$$

4.3.2.8. Potencia de diseño

$$P_d = 1.5 \times P$$

Donde:

- P_d = Potencia de diseño (HP)
- P = Potencia requerida calculada (HP)
- 1.5 = Factor de seguridad

Cálculo:

Datos:

- $P = 0.2861 \text{ HP}$ (potencia calculada anteriormente)
- Factor de seguridad = 1.5

$$P_d = 1.5 \times 0.2861 = 0.4292 \text{ HP}$$

$$P_d = 0.4292 \text{ HP}$$

4.3.2.9. Adopción del equipo de bombeo

Selección:

- 02 Bombas de 0.5 HP cada una



Configuración del sistema:

Sistema de bombeo redundante:

- Bomba principal: 0.5 HP (operación normal)
- Bomba de respaldo: 0.5 HP (stand-by)

Modos de operación:

Modo 1: Operación normal

- 1 bomba operando
- 1 bomba en stand-by

Modo 2: Mantenimiento

- Bomba en mantenimiento: fuera de servicio
- Bomba de respaldo: operando

Modo 3: Emergencia/Alta demanda

- 2 bombas operando simultáneamente
- Caudal duplicado (temporal)

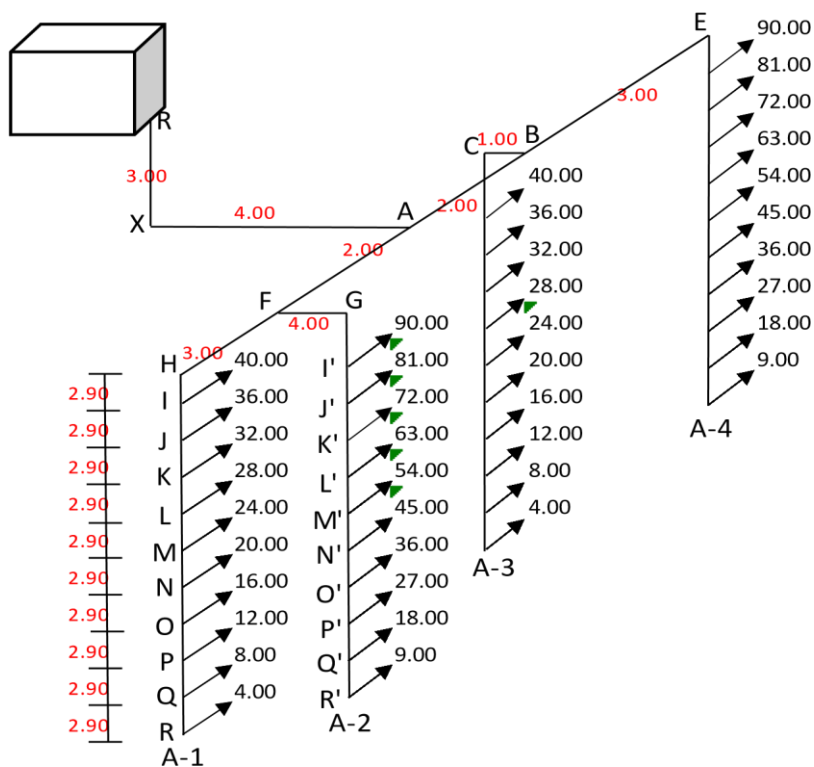
4.3.3. Redes de distribución

4.3.3.1. Gastos acumulados

Alimentador	Unidades Hunter (U.H.)
1	40.00
2	90.00
3	40.00
4	90.00

TOTAL

260 U.H.



4.3.3.2. Altura disponible y longitud equivalente

$$H_D = (H_e + H_p) - P_{min}$$

Donde:

- H_D = Altura disponible (m)
- H_e = Altura estática del tanque elevado (m)
- H_p = Altura piezométrica (m)
- P_{min} = Presión mínima requerida en el punto más desfavorable (m)

Resultado:

$$H_D = 2.90 \text{ metros}$$

Longitud equivalente

Fórmula:

$$L_{eq} = 1.20 \times (L_r + C + C + L_a)$$

Donde:

- L_{eq} = Longitud equivalente total (m)
- L_r = Longitud real de tubería (m)
- C = Longitud equivalente de conexiones y accesorios (m)
- 1.20 = Factor de mayoración (20% adicional)

Resultado:

$$L_{eq} = 19.08 \text{ metros}$$

4.3.3.3. Diámetro

Diámetro seleccionado:

$$D = 1 \frac{1}{2}''$$

$$D = 0.0381 \text{ m} = 38.1 \text{ mm}$$

Verificación de la velocidad:

Fórmula:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Donde:

- V = Velocidad del flujo (m/seg)
- Q = Caudal (m³/seg)
- D = Diámetro de la tubería (m)

Cálculo:

Para el alimentador con mayor caudal (90 U.H.):

$$Q = 0.134 \text{ lt/seg} = 0.000134 \text{ m}^3/\text{seg} \text{ (calculado anteriormente)}$$

$$V = 2.5524 \text{ m/seg}$$

4.3.3.4. Pendiente real

$$r_a = 10.62 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85}$$

Donde:

- r_a = Pérdida de carga unitaria (m/m)
- C = Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams
- D = Diámetro interno (m)
- Q = Caudal (m³/seg)

Resultado:

$$S_{\text{real}} = 0.1633 \text{ m/m}$$

Esto significa que hay una pérdida de carga de 0.1633 metros por cada metro de tubería.

4.3.3.5. Pérdida de carga por fricción y la presión final para cada tramo

$$H_f = r_a \times L$$

Donde:

- H_f = Pérdida de carga por fricción (m)
- r_a = Pérdida unitaria (m/m)
- L = Longitud del tramo (m)

Cálculo para la longitud equivalente:

$$H_f = 0.1633 \times 19.08 = 3.116 \text{ m}$$

$$H_f = 3.116 \text{ m}$$

Presión final

Fórmula:

$$P_f = P_i - H_f$$

Donde:

- P_f = Presión final en el punto (m)
- P_i = Presión inicial en el punto (m)
- H_f = Pérdida de carga por fricción (m)

Cálculo:

Datos:

- $P_i = H_D = 2.90$ m (altura disponible)
- $H_f = 3.116$ m

$$P_f = 2.90 - 3.116 = -0.216 \text{ m}$$

TRAMO	U.H	Q (lts/seg)	D (m)	V (m/seg)	L (m)	L _e (m)	S _{real}	H _f	P _i	P _f	D (")
RX	260	2.91	0.04	2.566	3.0	3.60	0.165	0.594	3.00	2.4060	1 1/2
XA	260	2.91	0.04	2.566	4.0	5.00	0.165	0.825	3.00	1.5810	1 1/2
AF	130	1.91	0.03	2.375	2.0	2.40	0.175	0.420	3.00	1.1610	1 1/4
FH	40	0.91	0.03	1.854	3.0	3.60	0.148	0.533	3.00	0.6280	1
HI	40	0.91	0.03	1.854	2.90	3.48	0.148	0.515	5.90	3.0130	1
IJ	36	0.85	0.03	1.732	2.90	3.48	0.130	0.452	8.80	5.4610	1
JK	32	0.79	0.03	1.609	2.90	3.48	0.114	0.397	11.70	10.709	1
KL	28	0.71	0.03	1.446	2.90	3.48	0.093	0.324	14.60	13.285	1
LM	24	0.61	0.02	2.151	2.90	3.48	0.268	0.933	17.50	15.252	3/4
MN	20	0.54	0.02	1.905	2.90	3.48	0.214	0.745	20.40	17.407	3/4
NO	16	0.46	0.02	1.622	2.90	3.48	0.159	0.553	23.30	22.153	3/4
OP	12	0.38	0.02	1.340	2.90	3.48	0.112	0.390	26.20	24.663	3/4
PQ	8	0.29	0.02	1.023	2.90	3.48	0.068	0.237	29.10	27.326	3/4
QR	4	0.16	0.01	1.205	2.90	3.48	0.143	0.498	32.00	29.728	1/2

4.4. Análisis de Resultados

Tras llevar a cabo las automatizaciones pertinentes y examinar los hallazgos, se llega a la conclusión siguiente:

- La ligereza de flujo en las tuberías supera el mínimo definido por el RNE (0.60 m/s) y fluctúa entre 1.023 m/s y 2.566 m/s, lo cual está inferior del valor que Hazen-Williams indica para poder aplicar su ecuación (3.0 m/s). Por lo tanto, efectuado el diseño pertinente, nos encontramos dentro de los límites permisibles establecidos por la norma.

- Se ha usado el método de "Hunter" para calcular los flujos que pasarán por las tuberías del edificio, el cual consiste en tomar un porcentaje (60%) del resultado del gasto probable, dado que, en naciones latinoamericanas y otras en vías de desarrollo, solo consumimos una fracción. La hoja electrónica proporciona opulencias que van comenzando en 0.16 l/s incluso 2.91 l/s, los cuales serán esgrimidos al interior del edificio.
- De acuerdo al cálculo, se han conseguido diámetros baratos dentro del edificio, desde $\frac{1}{2}$ " en los niveles más bajos hasta 1 $\frac{1}{2}$ " en los más altos, asegurando de esta manera presiones apropiadas dentro del inmueble.
- Las presiones medidas están tanto por encima como por debajo de lo que estipula la norma. Como resultado, se tiene una presión mínima de 3.013 mca en el punto menos beneficioso, que es superior a 2.0 mca, y una máxima de 29.728 mca, que es inferior a 50 mca, conforme a lo que establece la norma. Esto aseguraría que el sistema del suministro de agua para una construcción opere eficientemente.

4.5. Validación de hipótesis.

4.5.1. Validación hipótesis general

Las presiones reducidas de diseño oscilarán entre 4 y 5 m.c.a. en las áreas menos favorables del edificio, mientras que las máximas llegarán a los 50 m.c.a., por medio de la implementación de un sistema hidroneumático para

proveer agua potable. En este estudio se registraron presiones mínimas de hasta 3.013 m.c.a. y máximas de hasta 29.7828 m.c.a.; por lo tanto, estimamos nula la hipótesis actual debido a que los hallazgos difieren significativamente.

4.5.2. Validación hipótesis Específicas

- a. La presión mínima en los puntos más desfavorables de la edificación será inferior a 2 m.c.a. y no se ajustará a los parámetros determinados por la Norma IS.010 del RNE para un consumo simultáneo en el edificio. Es importante señalar que, de acuerdo con las cifras obtenidas, la presión mínima es de 3.013 m.c.a., lo cual supera el mínimo fijado por el RNE. Al termino se estima una hipótesis nula.
- b. El método indirecto que hace uso de un equipo hidroneumático es preferible al sistema indirecto que emplea cisterna, tanque superado y equipo de bombeo. Los datos recolectados indican que, optimizando las velocidades de flujo, los diámetros de las tuberías y las presiones de diseño en la mayoría de los componentes hidráulicos, se optimiza el rendimiento del sistema. Por lo tanto, podemos determinar que la hipótesis propuesta se confirma.
- c. Las velocidades de trabajo con respecto al diámetro implementado disminuirán entre un 10 y un 20%, mientras que los caudales se sostendrán debido a la demanda de construcción, lo que resultará en presiones más altas en comparación con otros sistemas. Los caudales permanecen estables debido a la utilización de los



espacios de la edificación, como se puede ver en la hoja de cálculo con los hallazgos, Si analizamos los diámetros que se toman en cuenta para diseñar la red de abastecimiento de la edificación, se ha utilizado un diámetro de $\frac{1}{2}$ " a todos los niveles. En la evaluación llevada a cabo en este estudio, los diámetros varían desde $\frac{1}{2}$ " hasta $1 \frac{1}{2}$ ", lo cual aseguraría una presión óptima en todo el mecanismo de abastecimiento de agua potable. La técnica de fluidos nos enseña que al incrementar el diámetro del tubo disminuye la velocidad y aumenta la presión del mismo; por lo tanto, si tomamos en cuenta las prontitudes calculadas en la estructuración, podemos considerar esta hipótesis como permitida.

CONCLUSIONES

Primera: Las presiones de creación son mínimas y máximas de la instalación indirecta por medio de un mecanismo hidroneumático para proveer agua potable a la edificación situada en el Jr. Esquina de Mariano Núñez con el Jr. Las presiones dentro de Juliaca según la Norma IS.010 son: 3.013 m.c.a. para el punto más adverso (HI) y 29.728 mc.a. para el punto más favorable (QR), las velocidades de desplazamiento oscilan entre 1.023 m/s y 2.566 m/s, es decir, superan el mínimo fijado en la norma RNE IS.010 de 0.60 m/s y no llegan a los 3.00 m/s, lo cual permite utilizar la ecuación de Hazen-Williams. En cuanto a los diámetros, se consideran desde $\frac{1}{2}$ " hasta 1". Las pérdidas de carga están entre 0.237 m y 0.933 m; esta disminución de presión es despreciable y se reduce con la elección del diámetro adecuado para la tubería adecuada.

Segunda: De acuerdo con la norma IS.010 del RNE, "para el suministro de agua para una utilización simultánea a través de un mecanismo indirecto que utiliza cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado, el análisis actual se basa en dicho estudio llevada a cabo". A partir de esto, podemos llegar a la próxima conclusión:

- Para los edificios nuevos de uso mixto o múltiple, como viviendas, oficinas, comercio y otros análogos, se debe diseñar la edificación sanitaria del agua fría de tal forma que permita instalar dispositivos internos de consumo para cada casa individual de uso. Esto es sin contar un dispositivo general de la conexión domiciliaria, que estará situado dentro del terreno. NO CUMPLE.

- Como mínimo, el sistema de disposición y abastecimiento de agua de un edificio contará con válvulas de desconexión en los siguientes lugares: Se instalará un dispositivo en la tubería de abastecimiento de cada lavatorio o inodoro, justo tras la caja del medidor de vinculación domiciliaria y el dispositivo general; en todos los niveles, alimentadores o partes de la red interior de distribución; y en construcciones públicas con gran afluencia. SI ES CUMPLIDO.
- Se distribuyeron las asignaciones mínimas diarias de agua para fines domésticos, comerciales, industriales, riego de jardines y otros usos conforme a la Norma IS.010 del RNE. SI ES CUMPLIDO.
- La presión paralizada máxima no puede exceder los 50 m. de columna de agua (0,490 MPa). SI ES CUMPLIDO.
- La presión más baja de salida de los dispositivos higiénicos será 2 metros de columna de agua (0,020 MPa), a menos que sean aquellos que tienen válvulas automáticas, semiautomáticas o equipos especializados; en esos casos, la presión estará determinada por las sugerencias del fabricante. SI ES CUMPLIDO.

Tercera: Para que el edificio en estudio conserve presiones apropiadas, de acuerdo con la Norma IS.010 del RNE, se puede afirmar que todo edificio situado en áreas donde la disponibilidad de agua pública no sea constante o no tenga adecuada presión, tiene que tener necesariamente tanques de guardado



para un suministro óptimo a todas las subestructuras presentidas. Estos almacenes serán capaces de ser instalados en la parte baja (cisternas), en pisos intermedios o se ubicarán por encima de la construcción (tanque elevado). Es pertinente señalar que el sistema indirecto implementado en la construcción estudiada es adecuado, debido a que en la ciudad de Juliaca se tiene una presión media de 7.00 m.c.a. y una permanencia promedio del servicio de agua potable de 6.5 horas al día.

Cuarta: Se incrementó la velocidad de flujo a 2.566 m/s, utilizando un equipo hidroneumático, cifra que supera ampliamente la mínima indicada en el RNE. Esto supone disminuir el diámetro de las tuberías, hasta conseguir en los lugares más críticos tuberías de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ", y un máximo de 1" en los sitios más desfavorables. Esta situación es diferente a lo especificado en la construcción, donde todos los diámetros eran de $1\frac{1}{4}$ ". Como resultado, se han producido caudales más altos y presiones menores, teniendo en cuenta que no se modifica la demanda del edificio.

RECOMENDACIONES

Primera: Se recomienda que otros estudios vean el diseño de distribución de agua potable para un edificio utilizando un sistema mixto. Esto con el objetivo de maximizar la utilización del suministro de agua proporcionado por la red pública, lo cual requeriría una disminución de los gastos durante la construcción.

Segunda: Se sugiere a otros autores que realicen investigaciones acerca de la sistematización, implementación y diseño de consumos sincrónicos en edificios para mecanismos indirectos, siguiendo la Norma IS.010 del RNE con el objetivo de abastecer agua potable.

Tercera: Se sugiere que se realicen otros estudios que examinen la mejora del suministro de agua potable en un edificio, considerando el indicador de calidad del agua potable, por lo que en Juliaca se produce con frecuencia el uso alternativo del agua subterránea en construcciones.

Cuarta: Se aconseja a otros autores explorar los temas relacionados con las presiones hidráulicas en una construcción, considerando la estructura hidráulica con el fin de minimizar las pérdidas de carga localizadas y continuas. De este modo, se verá afectada tanto la velocidad como el caudal en las tuberías.

BIBLIOGRAFÍA

Arocha, S. (1980). *Abastecimiento de Agua Teoría y Diseño*. Caracas - Venezuela: Ediciones Vega s.r.l.

Arocha, S. (1983). *Abastecimiento de Agua*. España: Ediciones Vega SRL.

Braja M., D. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico: Cengage Learning Editores S.A.

Calsín, K. V. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el Sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). (2015). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú: CAPECO.

Camargo, D. (2015). *Diseño de un sistema para la obtención de suelos con cámara horizontal, orientado a pruebas de laboratorio*. tesis de pregrado, Bogotá. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2932/4/TESIS%20DIANA%20CAMARGO.pdf>

Carrasco Flores, R. F. (2004). *Instalaciones sanitarias domiciliarias industriales e ingeniería de medio ambiente*. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.

Ciren-Corfo (Centro de Información de Recursos Naturales - Corporación de Fomento a la Producción). (1999). *Estudio Agrológico VIII Región del Bío Bío*. Argentina: Ciren-Corfo.

Cisneros, R. (2010). *Apuntes de la materia de Riego y Drenaje*. San Luis de Potosí, Bolivia: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Corcho, F. H., & Duque, J. I. (2005). *Acueductos Teoría y Diseño*. Medellín - Colombia: Sello Editorial Universidad de Medellín.



Enríquez, G. (2006). *Cálculo de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias Residenciales y Comerciales*. México: Editorial Limusa S.A.

Espinoza, D. A. (2008). *Proyecto Dotacion de Agua de Pozo para Consumo*

Aplicado a la Comunidad Manuel Caniulaf en el Sector de Moltrohue

Comuna de Nueva Imperial Novena Región. Universidad Austral de Chile, Valdivia - Chile.

Espinoza, M. E., & Santaria, K. A. (2016). *Análisis comparativo entre los sistemas de Galerías Filtrantes y Pozos Profundos en la Etapa de captación y conducción para el Mejoramiento del Abastecimiento de Agua Potable en el Distritode Ica, Sector N°4: Santa Maria. Lima: Universidad Peruana Ciencias Aplicadas. Obtenido de Biblioteca. usac:*

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3583_C.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2009). *Permeabilidad del suelo*. Lima: Colección FAO capacitación.

Gay, C., Fawcett, C., McGuinness, W., & Stein, B. (1990). *Instalaciones en los Edificios*. México: Ediciones G. Gili, S.A. de C.V.

Hernandez, J. L. (2016). *Scrib. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/340470216/Hidraulica-Experimental>*

Hernandez, S., Fernandez, C., & Baptista, L. (2010). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Mc GRAU HILL.

Jiménez, D. E. (2012). *Academia. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de https://www.academia.edu/30088322/Apuntesdeabastecimientodeagua_POTABLE*

Jimeno Blasco, E. (1995). *Instalaciones Sanitarias en Edificaciones*. Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.



Juárez, B., & Rico, R. (2005). *Mecánica de Suelos I, Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Mexico: Limusa S.A.

López, R. (1997). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*.

Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

López, R. A. (2006). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*.

Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Montenegro, E. A. (2013). *Estudio de Aguas Subterráneas en Zonas 10 y 14 de la Ciudad de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Moya, P. J. (s.f.). *Abastecimiento de Agua potable y Alcantarillado*. Obtenido de [https://es.scribd.com/document/345914866/ABASTECIMIENTO-](https://es.scribd.com/document/345914866/ABASTECIMIENTO-DE-)

AGUA-POTABLE-Y-ALCANTARILLADO-Moya-pdf

Robertson, P. K. (2010). *Estimating in-situ Soil Permeability from CPT & CPTu*. California, Estados Unidos: California State Polytechnic University Pomona, CA.

RODRÍGUEZ SOZA, L. C. (2007). *GUÍA PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS*. Guatemala.

Rodriguez, P. (2001). *Abastecimiento de Agua*. Oaxaca- Mexico.

Universidad Cooperativa de Colombia. (2019). Recuperado el 15 de mayo de 2019, de <https://www.ucc.edu.co/apa/ibague/Paginas/laboratorio-dehidraulica.aspx>

Vásquez, A. (2000). *Manejo de cuencas alto andinas*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Vierendel. (2009). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*.



ANEXOS



ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

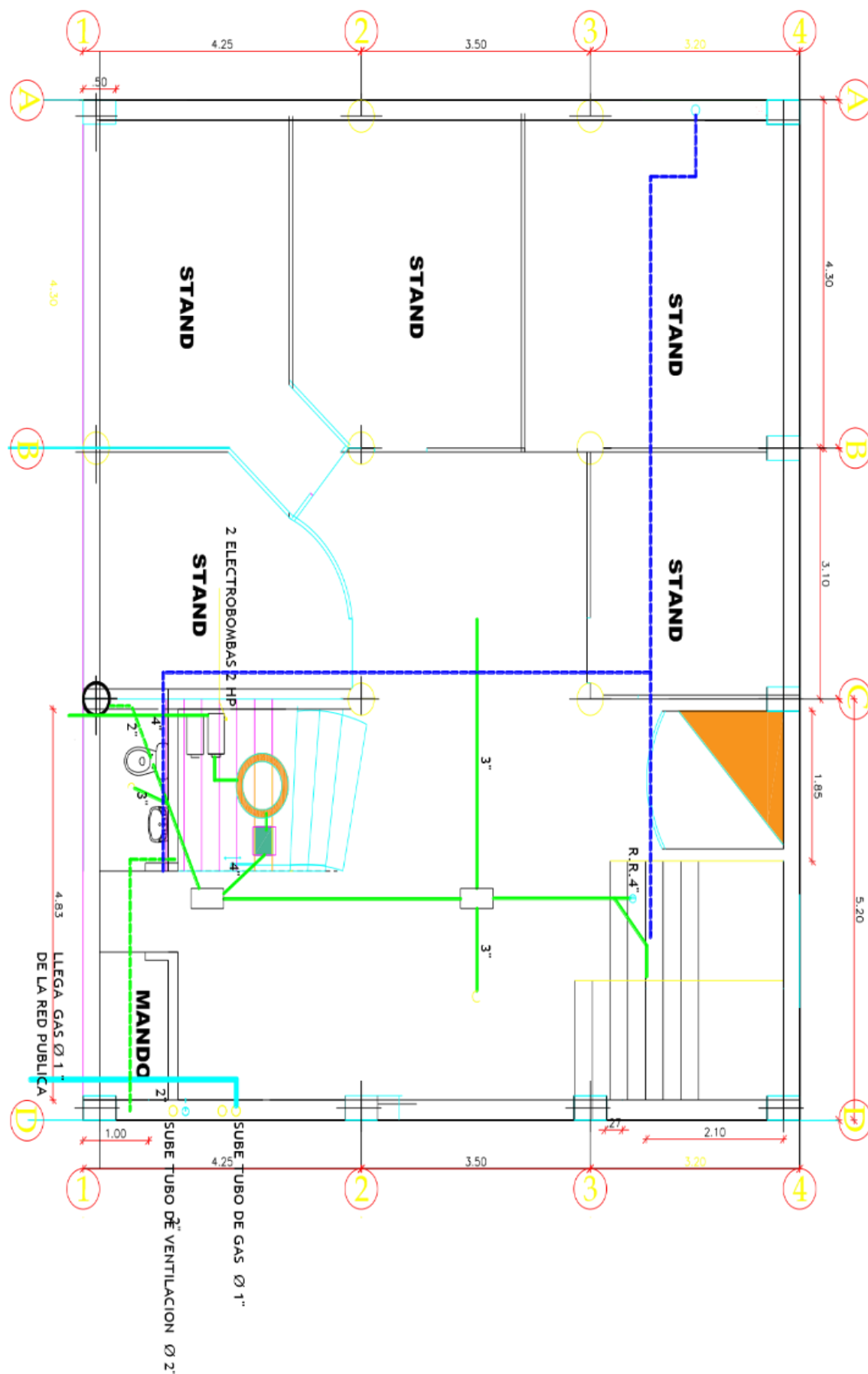


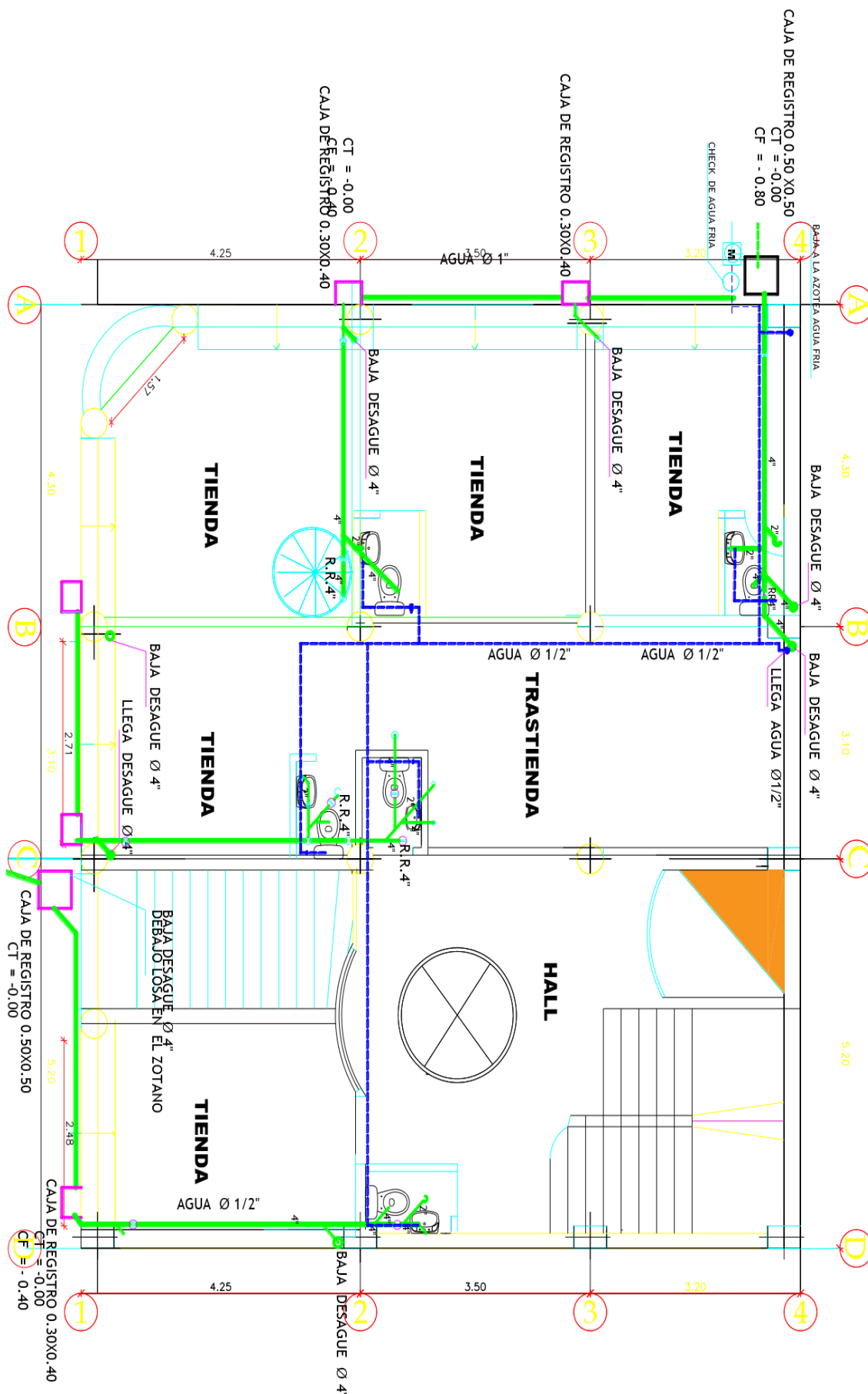
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Método y Técnicas
Problema General: ¿Usando la Norma IS.010, qué parámetros se utilizan para diseñar un sistema indirecto de suministro de agua potable en edificios de más de cuatro pisos en la ciudad de Juliaca?	Objetivo General: Analizar los parámetros de diseño de un sistema indirecto para proveer agua potable en edificios que tengan más de cuatro plantas en la ciudad de Juliaca, aplicando la norma IS.010.	Hipótesis General: Las presiones máximas se lograrán a través de un sistema hidroneumático para el suministro de agua potable, y llegarán hasta 50 m.c.a.; las mínimas oscilarán entre 4 y 5 m.c.a. en las áreas menos ventajosas del edificio.	Variable Independiente Sistema Indirecto de Suministro de Agua Potable en Edificaciones	Presión disponible en la red de distribución pública. Altura estática del sistema. Pérdidas de carga por fricción en tuberías y accesorios. Pérdidas de carga en el medidor de agua	Enfoque de investigación: Cuantitativo Nivel y tipo de investigación: Según el estudio de la investigación es de nivel explicativo de tipo no experimental. Población: De acuerdo con el censo de la población y la vivienda realizado por el INEI, en Juliaca hoy en día se observa que aproximadamente el 0.84% del total de viviendas son para departamentos en edificios, lo que equivale a 688 inmuebles de más de cuatro niveles. Muestra: Edificación de 6 niveles.
Problemas Específicos: ¿En qué medida se cumplen los parámetros establecidos en la Norma IS.010 del RNE para el abastecimiento de agua potable mediante un sistema indirecto compuesto por cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado? ¿Qué sistema indirecto es el más adecuado para un edificio que ya existe, con más de cuatro pisos y situado en Juliaca, a fin de mantener presiones apropiadas en la construcción? ¿Cuáles son las velocidades, presiones y caudales previstos según la demanda en el edificio, considerando el sistema de distribución indirecto del agua potable?	Objetivos Específicos: Evaluar si la construcción satisface los criterios establecidos por la Norma IS.010 del RNE para proporcionar agua para un consumo simultáneo a través de un sistema indirecto que emplea cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado. Examinar el sistema indirecto ideal para un inmueble de más de cuatro niveles situado en la ciudad de Juliaca con el fin de conservar presiones apropiadas dentro del edificio. Examinar el sistema de distribución de agua potable en la construcción, teniendo en cuenta los caudales, velocidades y presiones previstas en función de la demanda del edificio.	Hipótesis Específicos: a) En los puntos más desfavorables de la construcción, las presiones mínimas estarán por debajo de 2 m.c.a. y no se ajustará a los estándares que establece la Norma IS.010 del RNE para el consumo simultáneo en el edificio. b) En comparación con el sistema indirecto que utiliza cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado, el sistema indirecto que emplea equipo hidroneumático es más eficiente. c) Los caudales permanecerán constantes debido a la demanda de construcción, pero las velocidades de operación en función del diámetro establecido disminuirán entre un 10 y un 20%, lo que resultará en presiones más altas en comparación con los demás sistemas.	Variable Dependiente Presiones de diseño mínimas y máximas Variable interviniente Parámetros de diseño Norma IS.010 RNE	Altura disponible del sistema. Longitud equivalente de tuberías. Velocidad del flujo de agua. Pendiente real de las tuberías. Pérdidas de carga totales Demanda hídrica de la edificación. Tipología de uso de los ambientes. Unidades de gasto por aparato sanitario. Clasificación de uso: privado o público.	

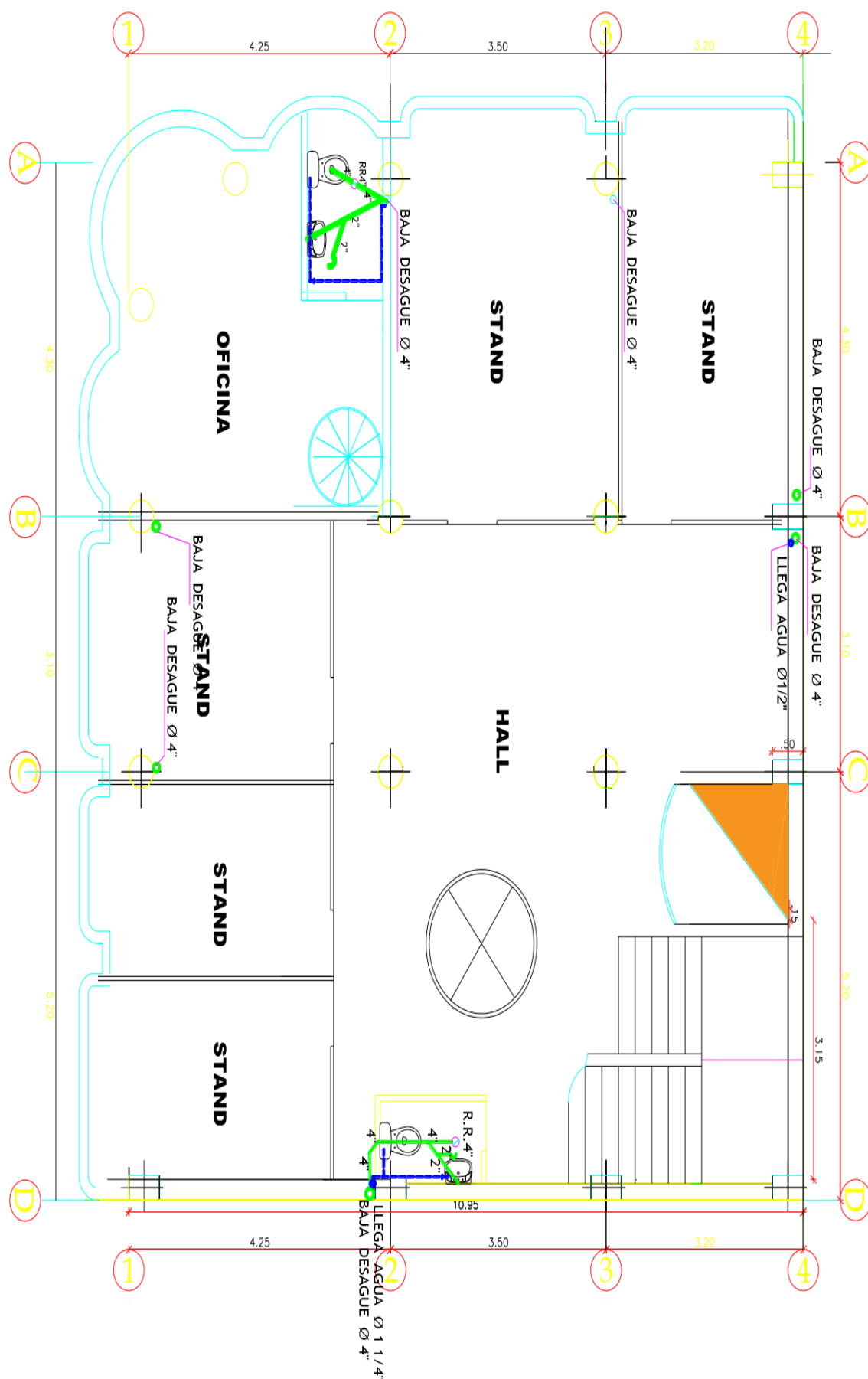


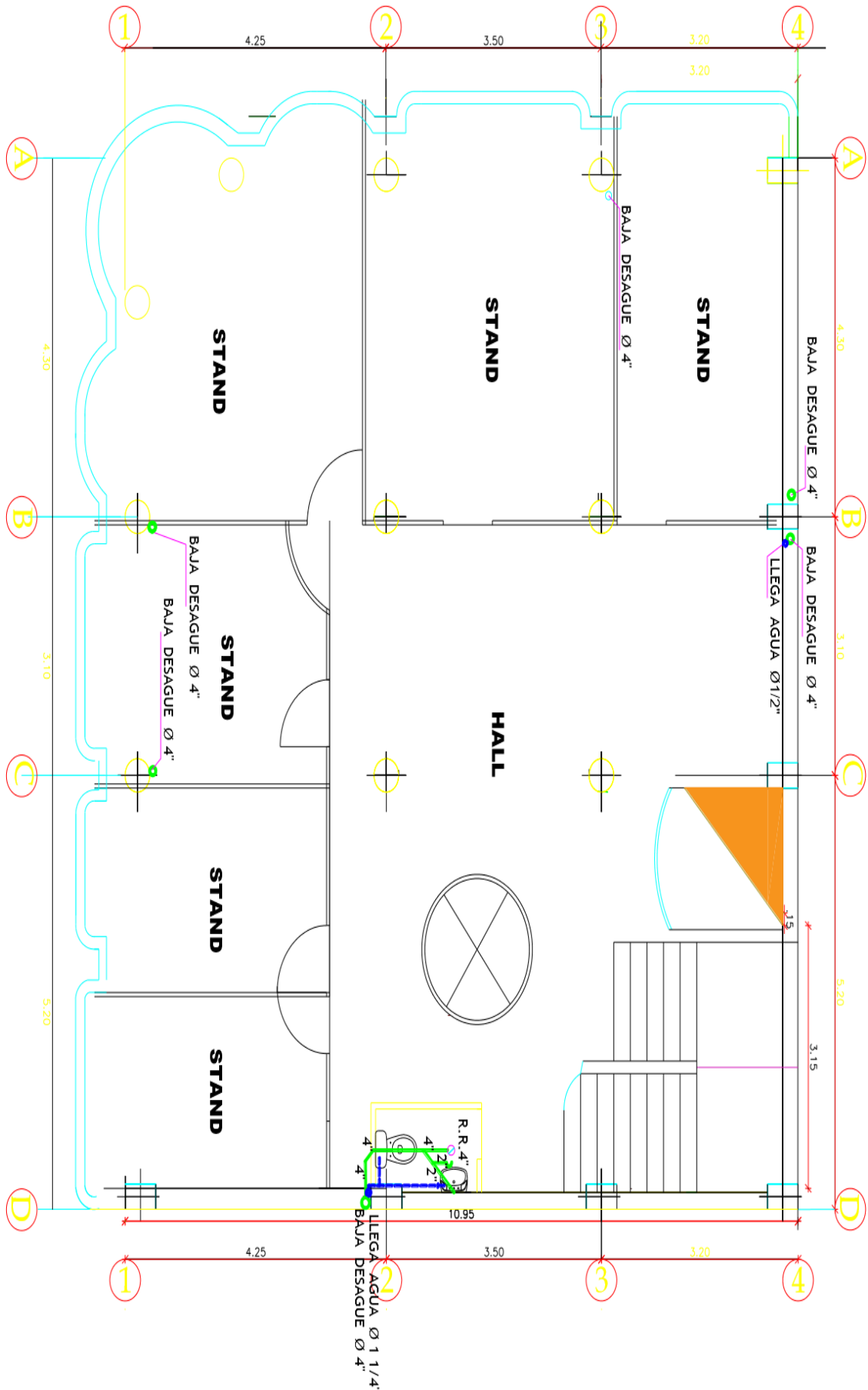
ANEXO 02

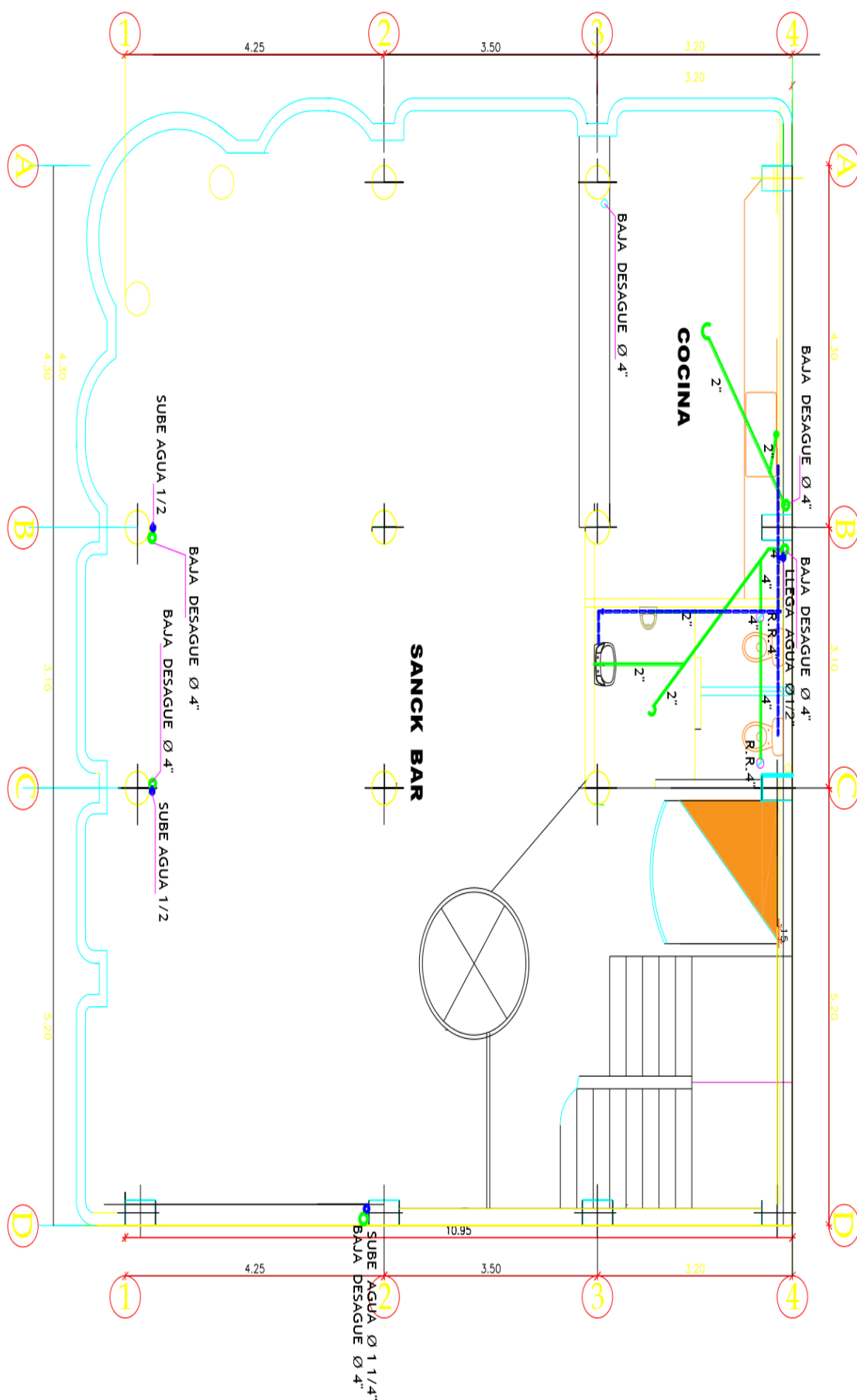
PLANOS

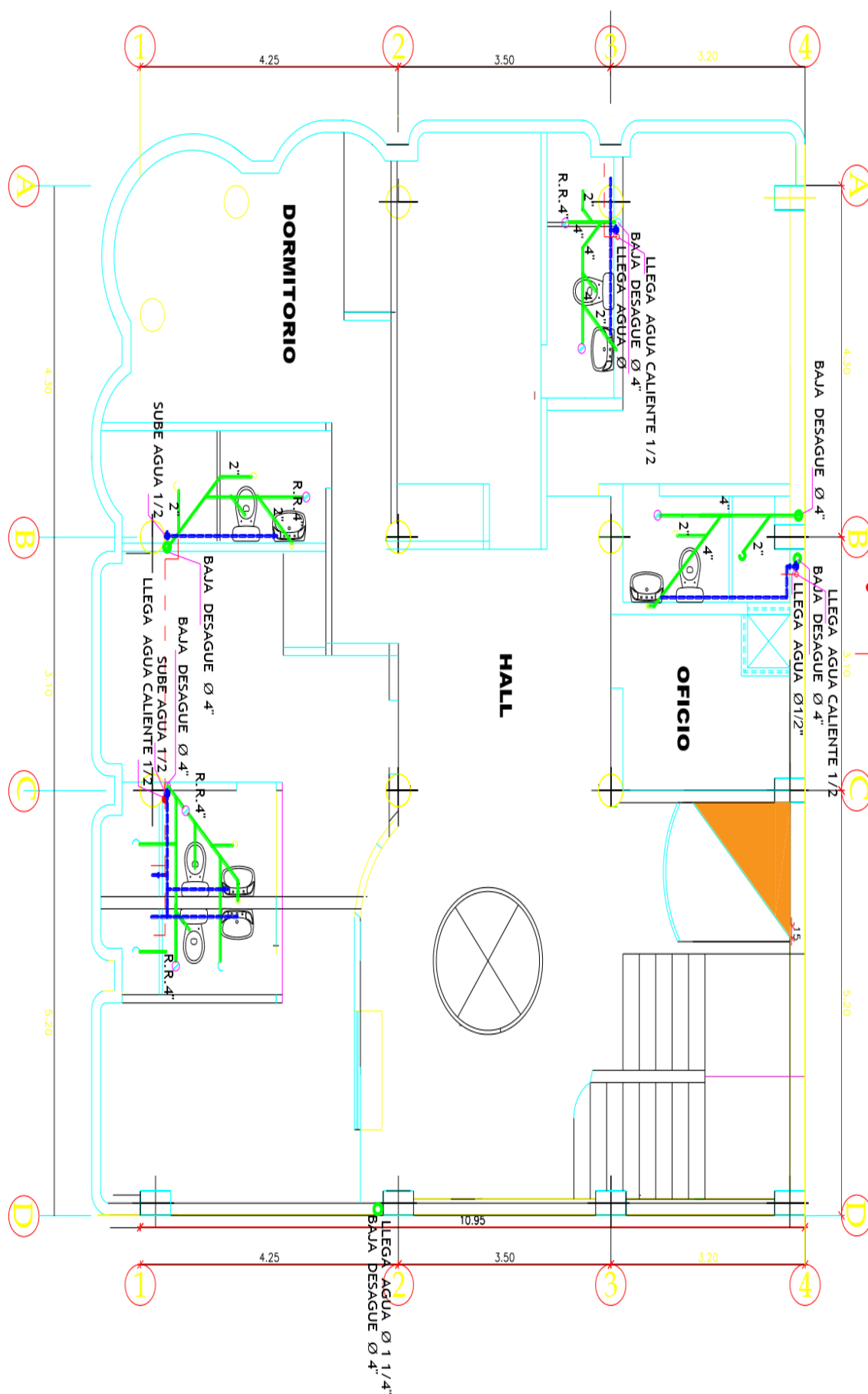


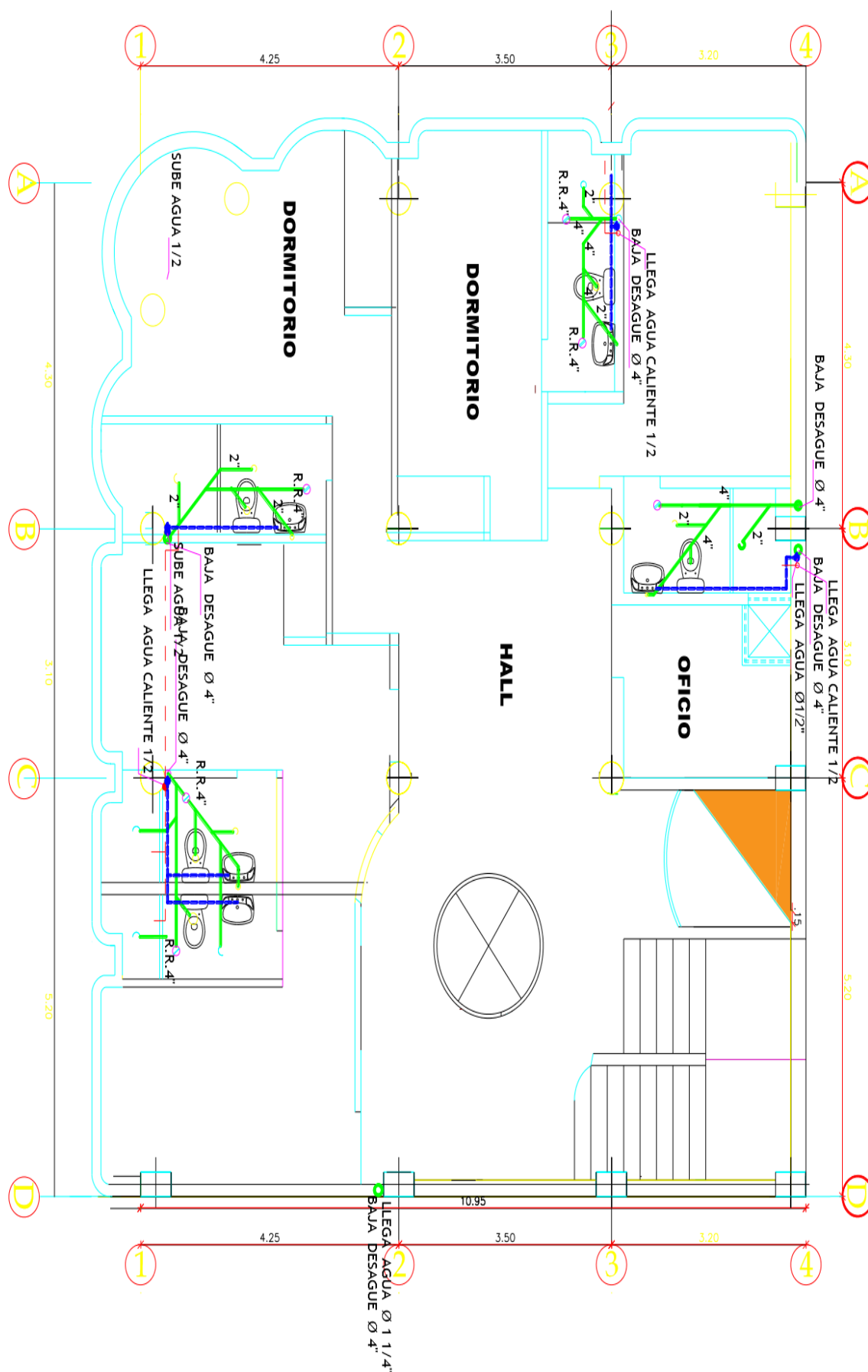


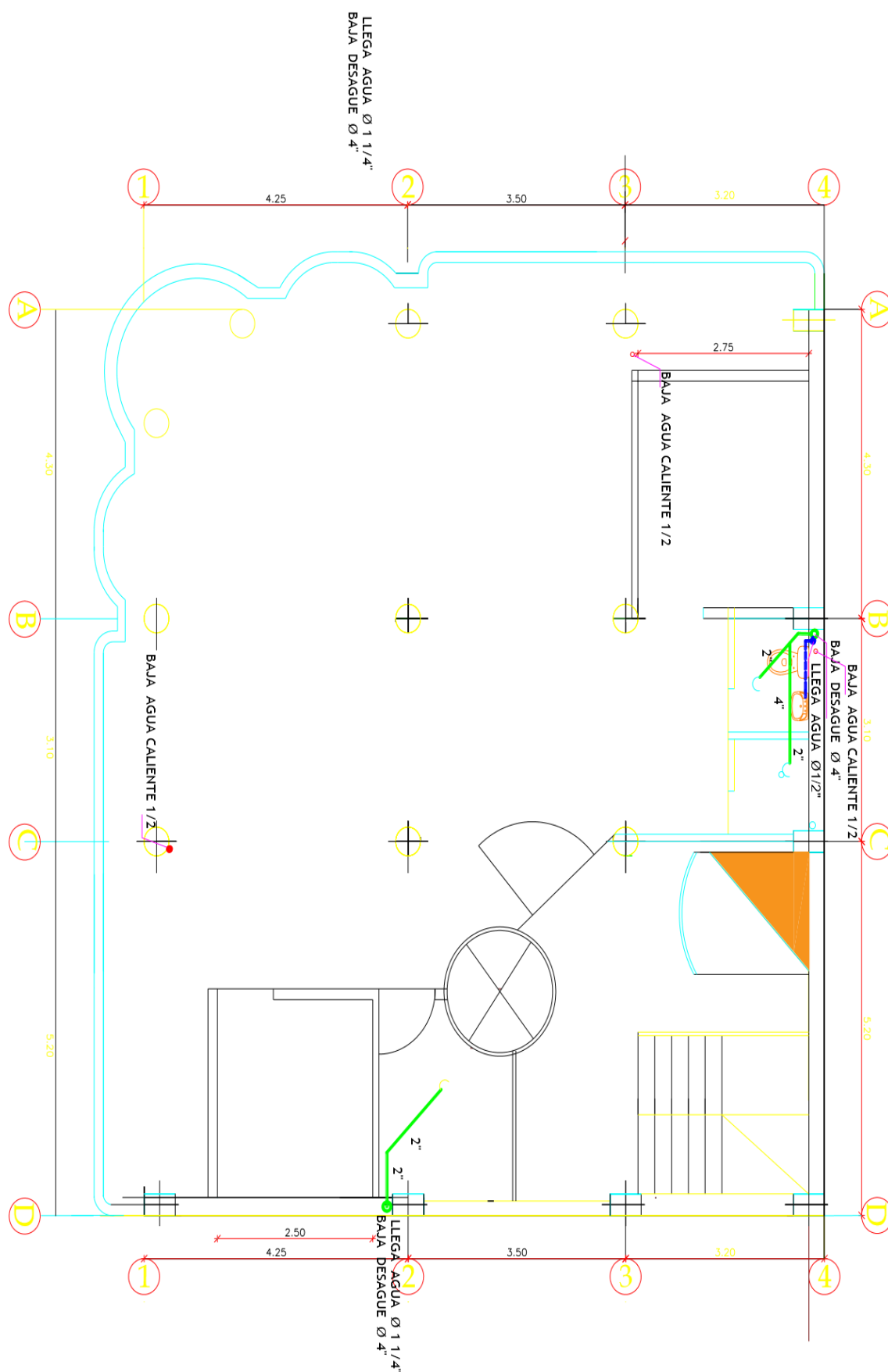














VALIDACION DE INSTRUMENTO

TÍTULO: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	ALEX DANIEL HANCCO MAMANI
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	ABNER DAVID QUISPE APAZA

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
19. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					89 %
20. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					97%
21. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					81%
22. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					88%
23. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95%
24. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					89%
25. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					83%
26. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					85%
27. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

89.44%

Alex Daniel Hanco Mamani
 INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 243246



VALIDACION DE INSTRUMENTO

TÍTULO: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	ERIKA YESABELLA USCAMAYTA PARICELA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	ABNER DAVID QUISPE APAZA

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
10. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					88 %
11. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					89 %
12. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					89 %
13. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					93 %
14. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95 %
15. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					96 %
16. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					84 %
17. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					96 %
18. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					85 %

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

90.56%



Erika Yesabella Uscamayta Paricela
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Reg. CIP. 269742



VALIDACION DE INSTRUMENTO

TÍTULO: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	JHON ALEXANDER TICONA TICONA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. CIVIL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	ABNER DAVID QUISPE APAZA

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					89 %
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					97 %
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99 %
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					88 %
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95 %
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					96 %
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					95 %
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					96 %
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					84 %

III. OPINION DE APPLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

93.22%






ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 13-05-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ABNER DAVID QUISPE APAZA

Dirección: AV. LEONIDAS HALLASI 391 CINC. CANCELLANI

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73945442

Teléfono: 973524498 email: abnerdqa7364@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐

Tesis ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional ☐

Trabajo Académico ☐

Título: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INDIRECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EDIFICACIONES MAYORES A CUATRO NIVELES EN LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Abastecimiento de agua, presiones, sistema indirecto.

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

1, 2

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

13 de mayo del 2026

Fecha