

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**DISEÑO HIDRÁULICO DE RED DE AGUA PARA OPTIMIZAR EL  
SERVICIO EN EDIFICIOS CONSTRUIDOS POR LA EMPRESA CARAL**

**Línea de investigación institucional:**

Salud y gestión de la salud.

**Línea de investigación del Programa de Estudio:**

Hidráulica y medio ambiente.

**PRESENTADO POR:**

**BACH. SÁNCHEZ HUAYCHO, Octavio**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2019**

## **ASESORES**

---

### **Asesor temático**

Dr. Guido Rubén Benigno Pebe

---

### **Asesor metodológico**

Dr. Apolinar Saldaña Ponte

### **Dedicatoria**

- Dedico mi trabajo de investigación a Dios por llenarme de la luz que necesito para alcanzar mis metas y logros, también a mi familia por su gran apoyo incondicional y por la gran paciencia que me tienen en el transcurso de mis estudios, y espero poder llenarlos de orgullo con mi esfuerzo y mayor desarrollo.

### **Agradecimiento**

- Un gran agradecimiento a nuestra Universidad Peruana los Andes por darme la oportunidad de realizar mis estudios y a sus docentes y catedráticos por darme los conocimientos que me serán de utilidad para el desarrollo de los aprendizajes al ejercer mi profesión en el futuro.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Casio Aurelio Torres López.  
Presidente

---

Jeannelle Sofia Herrera Montes  
Jurado Revisor

---

Christian Mallaupoma Reyes  
Jurado Revisor

---

Anshie Josselyn Wismann Manrique  
Jurado Revisor

---

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.  
Secretario docente

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xiv</b>

### CAPÍTULO I

<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Justificación	19
1.3.1. Práctica o social	19
1.3.2. Metodológica	19
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Espacial	19
1.4.2. Temporal	20
1.4.3. Económica	20
1.5. Limitaciones	20
1.5.1. De información	20
1.5.2. Económica	20
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos	21

### CAPÍTULO II

<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes nacionales	22
2.1.2. Antecedentes internacionales	24
2.2. Marco conceptual	25
2.2.1. Definiciones de diseño hidráulico	25

2.2.2. Sistema a presión constante	35
2.2.3. Aparatos sanitarios presentes en una red	36
2.2.4. Caudal mínimo requerido	37
2.2.5. Presión mínima requerida	37
2.2.6. Demanda del suministro de agua (unidad de consumo)	38
2.2.7. Tubería para la red de suministro de agua potable en una edificación	39
2.2.8. Accesorios de una red de distribución	46
2.2.9. Condiciones generales para diseño hidráulico	49
2.2.10. Sistema de Agua fría	50
2.2.11. Sistema de agua caliente	60
2.2.12. Definición de optimización del servicio	63
2.3. Definición de términos	65
2.4. Hipótesis	66
2.4.1. Hipótesis general	66
2.4.2. Hipótesis específicas	66
2.5. Variables	67
2.5.1. Definición conceptual de la variable	67
2.5.2. Definición operacional de la variable	67
2.5.3. Operacionalización de las variables	68

### **CAPITULO III**

<b>METODOLOGÍA</b>	<b>69</b>
3.1. Método de investigación	69
3.2. Tipo de investigación	69
3.3. Nivel de investigación	69
3.4. Diseño de investigación	70
3.5. Población y muestra	70
3.5.1. Población	70
3.5.2. Muestra	70
3.5.3. Muestreo	70
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	70
3.7. Procesamiento de la información	71

## **CAPÍTULO IV**

<b>RESULTADOS</b>	<b>72</b>
4.1. Sistema de agua fría.	72
4.1.1. Dotación de agua fría	72
4.1.2. Diseño de cisterna de almacenamiento	73
4.1.3. Diseño hidráulico del sistema de agua fría	74
4.1.4. Cálculo del equipo de bombeo	77
4.2. Sistema de agua caliente	81
4.2.1. Dotación para el sistema de agua caliente	81
4.3. Sistema contra incendio	82
4.3.1. Caudal y volumen	83
4.3.2. Sistema de bombeo	83

## **CAPÍTULO V**

<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>89</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>92</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO N° 02: PRUEBA HIDRÁULICA</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO N° 03: COSTOS</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO N° 04: PANEL FOTOGRÁFICO</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO N° 05: PLANOS</b>	<b>105</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gasto-caudal, diámetro y presión mínima requerida de aparatos sanitarios.	37
Tabla 2. Unidades de abastecimiento de consumo.	39
Tabla 3. Clasificación de la tubería según RDE.	41
Tabla 4. Dimensiones de la tubería CPVC	42
Tabla 5. Dimensiones de tubos livianos.	45
Tabla 6. Presiones nominales para tuberías de acueducto en policloruro de vinilo (PVC).	48
Tabla 7. Dimensiones del collar de derivación para tuberías tipo PVC.	49
Tabla 8. Dotaciones comunes.	54
Tabla 9. Dotación en estaciones.	55
Tabla 10. Dotación por unidad de área.	55
Tabla 11. Diámetro y velocidad en la red de distribución.	57
Tabla 12. Diámetro de tubería de rebose.	59
Tabla 13. Dotación de agua caliente para viviendas.	61
Tabla 14. Criterio de cálculo para la capacidad de almacenamiento de agua caliente	62
Tabla 15. Operacionalización de la variable.	68
Tabla 16. Cálculo de la dotación.	72
Tabla 17. Caudal de entrada de la cisterna.	73
Tabla 18. Características de la cisterna.	74
Tabla 19. Cálculo de las unidades Hunter.	74
Tabla 20. Cálculo del caudal de gasto.	75
Tabla 21. Cálculo hidráulico del sistema.	76
Tabla 22. Altura dinámica para el sistema de bombeo.	77
Tabla 23. Datos para la estimación de la potencia de la bomba.	78
Tabla 24. Cálculo de la longitud para la tubería de impulsión.	78
Tabla 25. Cálculo de la longitud para la tubería de succión.	78
Tabla 26. Pérdida de carga en la tubería de succión.	79
Tabla 27. Pérdida de carga en la tubería de impulsión.	79
Tabla 28. Pérdida de carga total.	79

Tabla 29. Cálculo de la altura dinámica total.	80
Tabla 30. Potencia de la bomba.	80
Tabla 31. Resumen de las tuberías de alimentadores.	81
Tabla 32. Dotación para agua caliente.	81
Tabla 33. Capacidad de calentador del sistema caliente.	82
Tabla 34. Selección de sistema contra incendio.	83
Tabla 35. Cálculo del volumen del sistema de bombeo.	83
Tabla 36. Pérdida de carga en salida de sistema contra incendio.	84
Tabla 37. Pérdida de carga en boquilla del sistema contra incendio.	84
Tabla 38. Pérdida de carga en boquilla del sistema contra incendio.	84
Tabla 39. Longitud de tubería de impulsión del sistema contra incendio.	85
Tabla 40. Longitud de tubería de succión del sistema contra incendio.	85
Tabla 41. Perdida de carga del sistema contra incendio debido a los accesorios.	86
Tabla 42. Perdida de carga de la tubería de impulsión del sistema contra incendio.	86
Tabla 43. Perdida de carga de la tubería de succión del sistema contra incendio.	86
Tabla 44. Altura dinámica total del sistema contra incendio.	87
Tabla 45. Potencia de la bomba para el sistema contra incendio.	87
Tabla 46. Datos para el diseño de la bomba Jockey para el sistema contra incendio.	88
Tabla 47. Potencia de la bomba Jockey para el sistema contra incendio.	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del área de estudio.	20
Figura 2. Secuencia de funcionamiento del tanque hidroneumático.	27
Figura 3. Presurizador con bomba periférica (1/2 H. P. o 3/4 H. P.).	31
Figura 4. Bomba jet en acero inoxidable. Tanque horizontal (acero).	32
Figura 5. Bombas jet en hierro gris tanque vertical (fibra de vidrio) y bomba multietapas tanque vertical (acero).	32
Figura 6. Equipo hidroneumático con dos bombas multi etapas con tanque vertical en acero.	35

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿De qué manera el diseño hidráulico de la red de agua influye en el servicio de edificios construidos por la empresa Caral?, el objetivo general fue: Establecer la influencia del diseño hidráulico de red en el servicio de agua en edificios construidos por la empresa Caral y la hipótesis fue: El diseño hidráulico de red mejorará el servicio de agua en edificios construidos por la empresa Caral.

El método de investigación fue el científico, tipo de investigación fue aplicada, con un nivel descriptivo explicativo y un diseño no experimental; la población estuvo conformada por todas las conexiones de red agua que tiene los edificios construidos por la empresa Caral en el año 2019, el tipo de muestreo fue el no aleatorio o intencional, la muestra estuvo conformada por las conexiones de red agua del edificio ubicado en Jr Monte Caoba 539 Santiago de Surco y cuenta con 8 pisos.

La conclusión principal fue, que el diseño hidráulico de red mejoró el servicio de agua en edificios construidos por la empresa Caral, cumpliendo lo estipulado en la IS 0.10 del Reglamento Nacional De Edificaciones.

**Palabras clave:** Diseño hidráulico, red de agua ,edificaciones multifamiliares.

## **ABSTRACT**

The present investigation had as a general problem: How does the hydraulic design of the water network influence the service of buildings built by Caral, the general objective was: To establish the influence of the hydraulic design of the network on the water service in buildings built by Caral and the hypothesis was: The hydraulic design of the network will improve the water service in buildings built by Caral.

The research method was scientific, type of research was applied, with a descriptive level and a non-experimental design; the population will be made up of all the water network connections of the multi-family buildings built by Caral in 2019, the type of sampling was non-random or intentional, the sample was made up of the water network connections of the building located in Jr monte mahogany 539 Santiago de furrow and has 8 floors.

The main conclusion was that the hydraulic design of the network improved the water service in buildings constructed by Caral, complying with IS 0.10 of the National Building Regulations.

Keywords: Hydraulic design, water network, multi-family buildings.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad a nivel internacional se sabe que el agua es uno de los elementos principales para el desarrollo de la vida, es por este motivo que se busca siempre encontrar los medios apropiados para realizar mejor el sistema de red de agua potable y de alcantarillado, ya que se considera en casi todos los países que el acceso al servicio de agua de tipo potable como un derecho fundamental del ser humano, pero que se evidencia que en muchos lugares no se da en la proporción que se debería, o la mala distribución y construcción en edificaciones hace que dichas redes presente algunos tipos de problemas que afectan al buen desarrollo de la vida cotidiana de los ciudadanos.

En el Perú la red de distribución de agua es de suma importancia para el proceso constructivo en las edificaciones en cuanto a las tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde redes principales de servicio hasta la toma domiciliaria o el hidrante. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico y para condiciones extraordinarias como extinguir incendios. La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada. Las conexiones entre todos los componentes de la red de distribución pueden variar, esto hace que la red debe ser adecuada para distribución del agua, en cuanto a su comportamiento y diseño. Siendo la distribución de agua un factor crítico, uno de los principales desafíos es encontrar la red que cumpla con determinadas restricciones de presión y caudal a un costo razonable.

Por lo general las infraestructuras en cuanto a sistemas de red de agua se limitan a la debida capacidad y a los años de servicios que fueron definidas en

el diseño de la construcción siendo muchas veces mal distribuidas o que presentan serios problemas como la falta de presión, o por el deterioro de algunos de los materiales utilizados en la instalación de tuberías. La estructura de este informe está constituido de 5 capítulos, que se describen a continuación:

El Capítulo I, trata sobre el problema de investigación, el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y los objetivos.

El Capítulo II, muestra el marco teórico, los antecedentes de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III, desarrolla la metodología de la investigación, donde se explica el método de investigación, tipo de investigación, nivel, diseño, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV, trata sobre los resultados obtenidos en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V, explica la discusión de resultados obtenidos en la investigación.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Octavio Sánchez Huaycho.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Según lo planteado en cuanto a la importancia del agua potable es de destacar que las nuevas edificaciones tomen en consideración el estructurar adecuadamente los sistemas de agua potable que se distribuirán en los predios a construir ya que una red de distribución de agua es un vasto conjunto de dispuestas tuberías que tiene la función de suministrar el agua a todo el edificio que se estuviese construyendo.

Bajo esta perspectiva la empresa Caral en sus operaciones de construcción de proyectos de edificaciones ha presentado algunos inconvenientes en este aspecto de los sistemas de red de agua, lo que se evidencia a través de constantes reclamos debido a la presión baja del servicio de la distribución de agua que se instalaron, de acuerdo a las especificaciones del reglamento técnico del sector de agua de tipo potable y del saneamiento básico (RAS), el agua llega directamente a los usuarios con presiones inferiores a la mínima siendo un problema que se debe a la



mala estructuración de un diseño de distribución adecuado haciendo muchas veces que la empresa, como empresa del rubro de construcción pierda prestigio o imagen así como reconocimiento a sus futuros clientes, siendo un caso al cual se debe atender para minimizar estos problemas en sus proyectos de edificación, más aún cuando se realizan en viviendas o edificios.

Para poder dar un acercamiento al tema y proponer un diseño de una red de tipo hidráulica más óptimo para la empresa Caral se plantea realizar un análisis general de los beneficios de la hidráulica como opción para mejorar la problemática encontrada siendo una solución adecuada para la empresa en el futuro de sus proyectos de construcción en nuestro país.

La optimización de una red de distribución de agua está determinada por tres fases diferentes como Topológica, el nivel de decisión es estratégico e involucra algunas variables de decisión como conexiones, válvulas, bombas, Diseño de la red, cuyo nivel de decisión es táctico e involucra variables de decisión respecto a los diámetros de las tuberías y la rugosidad, Planificación que involucra el nivel de decisión operacional tomando como variables de decisión el control de válvulas y bombas

En el Perú la red de distribución de agua es de suma importancia para el proceso constructivo en las edificaciones en cuanto a las tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde redes principales de servicio hasta la toma domiciliaria o el hidrante. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico y para condiciones extraordinarias como extinguir incendios. La red debe proporcionar este

servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada. Las conexiones entre todos los componentes de la red de distribución pueden variar, esto hace que la red debe ser adecuada para distribución del agua, en cuanto a su comportamiento y diseño. Siendo la distribución de agua un factor crítico, uno de los principales desafíos es encontrar la red que cumpla con determinadas restricciones de presión y caudal a un costo razonable.

Por lo general las infraestructuras en cuanto a sistemas de red de agua se limitan a la debida capacidad y a los años de servicios que fueron definidas en el diseño de la construcción siendo muchas veces mal distribuidas o que presentan serios problemas como la falta de presión, o por el deterioro de algunos de los materiales utilizados en la instalación de tubería.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera el diseño hidráulico de la red de agua influye en el servicio de edificios construidos por la empresa Caral?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Qué diseño hidráulico presenta la red de agua fría para mejorar el servicio en edificios?
- b) ¿Cuál es el diseño hidráulico de la red de agua caliente para optimizar el servicio en edificios?
- c) ¿Qué diseño hidráulico presenta el sistema contra incendio para optimizar el servicio en edificios?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Práctica o social**

La investigación pretende beneficiar a los propietarios mediante la elaboración del diseño hidráulico de red de agua para optimizar el servicio en edificios construidos por la empresa caral con el fin de mejorar el diseño de conexión de red domiciliaria, con lo que se espera incentivar el desarrollo y por ende una mejora sustancial en la calidad de vida de cada uno de sus habitantes.

#### **1.3.2. Metodológica**

La presente investigación tiene el propósito de poder aportar al conocimiento dado por otras investigaciones sobre el tema, como una buena medida de optimizar la red de agua en la construcción de edificios por medio de un diseño hidráulico cumpliendo las características, parámetros y componentes hidráulicos. Los resultados obtenidos o verificados servirán para poder dejar una propuesta de mejora de diseño hidráulico de red agua en servicios agua en las edificaciones construidas por la empresa Caral, para que puedan ser anexados a las ciencias especializadas, temas de la construcción de edificaciones, ya que por lo general se estaría argumentando que su implementación reducirá los problemas de relacionados a la construcción de redes de agua en edificios por la empresa Caral.

### **1.4. Delimitaciones**

#### **1.4.1. Espacial**

La presente investigación se realizó en el distrito de Santiago de Surco; específicamente en el cruce de las Av. Andrés Tinoco y el Jr. Monte Caoba.



Figura 1. Croquis del área de estudio.

#### **1.4.2. Temporal**

La delimitación temporal correspondió a los meses de enero a junio del 2019.

#### **1.4.3. Económica**

Esta investigación fue financiada con recursos propios no se tuvo financiamiento externo.

### **1.5. Limitaciones**

#### **1.5.1. De información**

En el desarrollo de la presente investigación se tuvo restricciones en la disponibilidad de datos por tratarse de una empresa privada, así como al acceso a informaciones escritas como los planos; las cuales han limitado la profundidad del estudio.

#### **1.5.2. Económica**

La restricción de recursos económicos no me permitió realizar gastos en algunos equipos, análisis, y otros de manera efectiva y holgada.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Establecer la influencia del diseño hidráulico de red en el servicio de agua en edificios construidos por la empresa Caral.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el diseño hidráulico que presenta la red de agua fría para optimizar el servicio en edificios.
- b) Definir el diseño hidráulico de la red de agua caliente para optimizar el servicio en edificios.
- c) Determinar el diseño hidráulico que presenta el sistema contra incendio para optimizar el servicio en edificios.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Bernal & Rengifo (2013) en su trabajo titulado “Diseño hidráulico de la red de agua potable y alcantarillado del sector la estación de la ciudad de Ascope-La Libertad – Perú”, teniendo como objetivo el poder Realizar el diseño de tipo hidráulico de red de agua y alcantarillado del sector La Estación de la Ciudad de Ascope, Trabajo que se realizó por la gran problemática que presentaban los sistemas existentes de agua y de alcantarillado, los cuales fueron instalados con un periodo de más de 32 años y que presentaban problemas de presión. La metodología de estudio fue descriptiva y de diseño experimental, se realizó el respectivo diseño hidráulico de red de agua y de alcantarillado considerando las establecidas normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, obteniendo así una favorable solución con una infraestructura más integral para el proyecto que contempla la mejor instalación de red de distribución con las instalaciones domiciliarias para el sistema e instalación de buzones, instalación de las redes

colectoras, emisoras, y conexiones domiciliarias para el sistema de alcantarillado, concluyendo que es un sistema altamente beneficiosos y que favorece en a la conservación del medio ambiente.

Panebra (2017) en su trabajo de tesis titulado “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y su Influencia en las Condiciones de Salubridad del Agua en el Centro Poblado 28 de Julio, Distrito de Pichanaqui, Junín”, teniendo como su objetivo principal el determinar la influencia en el diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y de las Condiciones de la Salubridad del Agua en el Centro Poblado de la zona de estudio, donde se han evidenciado el origen de enfermedades de tipo hídrico por consumir agua contaminada, debido a que existe un sistema de abastecimiento deficiente construido inicialmente por los pobladores, se plantea la construcción de un sistema hidráulico que solucione no solo los problemas de contaminación sino los problemas generales de abastecimiento. Con una investigación aplicada y no experimental, se llegó a las siguientes conclusiones: que un sistema de abastecimiento hidráulico es una solución a problemas del normal abastecimiento de agua y la contaminación, ya que el anterior sistema fue construido sin las medidas apropiadas de diseño.

Torres (2018) en su tesis titulada “Diseño para el mejoramiento del servicio de agua potable e instalación de unidades básicas de saneamiento en el caserío Picomas, distrito de Cachicadán - provincia de Santiago de Chuco – región La Libertad, Perú”, cuyo objetivo fue el elaborar un diseño para el respectivo mejoramiento del servicio de agua e instalación de las unidades básicas para el saneamiento en el caserío Picomas, cuya metodología fue descriptiva donde se

tomó a la población y muestra en igual número, donde no existe un sistema adecuado de red de abastecimiento de agua, la que requiere de un mejoramiento en su aspecto de infraestructura, donde fue necesario el debido levantamiento de tipo topográfico y el estudio de suelos, para poder comenzar con el diseño de la infraestructura del sistema de potabilización que fue de un sistema hidráulico. Concluyendo que el sistema de abastecimiento mejoro notoriamente, ya que el abastecimiento fue más óptimo y abarco mayor superficie del caserío sin presentar problemas debido a su construcción bajo las normas nacionales y con materiales adecuados.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Rivadeneira (2012) en su tema titulado “Cantidad de agua potable de la red de distribución y su incidencia en la satisfacción de los usuarios de la Ciudad de Palora, Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago Ecuador”, cuya finalidad fue determinar la respectiva incidencia de la cantidad de agua en la red de su distribución de la ciudad de Palora en la satisfacción personal de los usuarios de este servicio, con un estudio de tipo aplicado de diseño no experimental. Concluyendo que el 80% de los encuestados tiene en su servicio un caudal según su apreciación un poco bajo hasta nivel medio, el restante 20% responde que tiene muy elevado caudal en sus viviendas. El 70% tiene entre poco y mediana permanencia del suministro de agua potable durante 24 horas del día. El 30% manifiesta que tiene permanente el servicio de agua. El 76% manifiesta que el agua sube muy poco y medianamente a los pisos más elevados. El restante que es el 24% manifiesta que sube en demasía cantidad de agua



potable. Y el 75% de la población señala que está entre muy poco y muy medianamente satisfecho.

Guayasamin & Villacreses (2014) en su tesis titulada “Estudio y diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para las localidades de Nitón y Chiquicha, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Ecuador”, cuyo objetivo fue el diseñar un debido sistema de abastecimiento de agua por gravedad con un adecuado sistema de red hidráulico en la zona de estudio, donde se realizó un diseño de captación a gravedad del abastecimiento de agua en la localidad, donde concluyeron que el caudal que existente en el lugar cumplió con el agua requerida para para mejorar la debida calidad de vida, ya que el sector no contaba con el servicio básico puesto que debían caminar varias horas para poder llegar al canal de riego Pachanlica y así recoger agua de la lluvia que en el mejor de los casos es almacenada en tanques con material de cemento, por ello es que el índice de las enfermedades parasitarias y la mortalidad infantil eran latentes; la problemática principal era para las poblaciones que debido a la altura en que se encuentran era muy difícil llevar el agua hacia estos lugares y con el diseño de la red hidráulica solucionaron el inconveniente por gravedad.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Definiciones de diseño hidráulico**

#### **Tipos de edificación**

En general, la normatividad no hace mayor referencia en cuanto a tipificarlas edificaciones, salvo para evaluar el caudal de consumo diario o determinar las

instalaciones mínimas de fontanería. Sin embargo, es un parámetro muy importante en el pre dimensionamiento y el cálculo de una red de distribución. La experiencia de diferentes autores permite clasificar las edificaciones de la siguiente forma:

– **Viviendas multifamiliares**

“Edificaciones que pueden tener desde dos hasta veinte pisos, diseñadas de tal forma que se componen de uno hasta cuatro apartamentos por piso. Para edificios de menos de cuatro pisos el suministro puede ser directo si la presión de la red es suficiente. Según la norma, para edificaciones mayores se requiere un tanque de reserva, por lo cual el suministro requiere sistemas indirectos” (Ramirez, 2018).

– **Viviendas unifamiliares**

“La vivienda unifamiliar es una construcción destinada a una sola familia. De este modo, las viviendas unifamiliares se diferencian de las viviendas colectivas, donde suele desarrollarse la propiedad horizontal” (Ramirez, 2018).

**Tipos de abastecimiento de una red**

El tipo de abastecimiento de una red lo determinan las condiciones particulares de la edificación que se va a diseñar, la presión mínima de servicio requerida, el gasto medio y la continuidad del servicio. En general, la norma colombiana RNE2006\_IS\_010 no es muy específica en cuanto a los tipos de suministro; sin embargo, la experiencia de diferentes autores reseña los siguientes dos tipos de suministro:

– **Abastecimiento directo**

“Este tipo de abastecimiento está fundamentado en la conexión directa desde el medidor hasta la red interior que alimenta los aparatos sanitarios, sin considerar ninguna conexión adicional para el almacenamiento o bombeo del agua. Para instalar este tipo de suministro es necesario que la edificación sea de poca altura y que la red principal disponga de una presión que supla los requerimientos de diseño” (MVCS, 2006).

– **Abastecimiento indirecto**

Para su funcionamiento el suministro indirecto requiere equipos auxiliares que proporcionen los requerimientos de almacenamiento y abastecimiento de la edificación, la Norma Peruana es específica con respecto a los equipos de bombeo, su cálculo y diseño (MVCS, 2006).

– **Sistema hidroneumático**

Este sistema se basa en el principio de compresibilidad o elasticidad volumétrica del aire cuando se somete a presión.

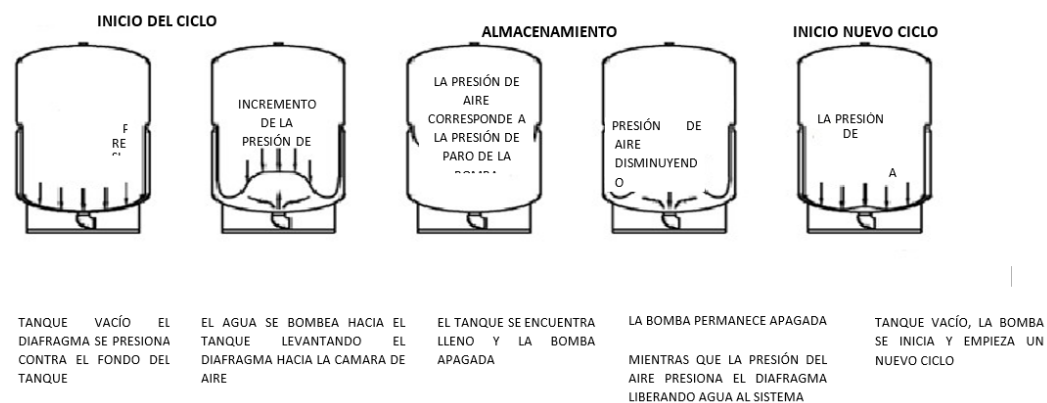


Figura 2. Secuencia de funcionamiento del tanque hidroneumático.

Fuente: Manual equipo hidroneumático Hidrostral-Champion.

“Un sistema hidroneumático funciona con el agua que se suministra desde la acometida pública u otra fuente, la cual se retiene en un tanque de almacenamiento, de donde a través de un sistema de bombeo se impulsa a un

recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red), que posee volúmenes variables de agua y aire. Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel del agua, comprimiendo el aire contenido en el interior y aumentando la presión de éste, hasta un nivel y presión determinados. En este punto el tanque está en capacidad de abastecer la red. Cuando los niveles de presión bajan debido a la pérdida de agua en el interior del recipiente generada por el consumo, se acciona el mando de encendido de la bomba y ésta comienza a impulsar el agua al interior del recipiente” (Ramirez, 2018). En la Figura 2 se presenta la secuencia del funcionamiento en un tanque hidroneumático.

Los sistemas hidroneumáticos se pueden dividir en dos tipos: los de tanque horizontal y los de tanque vertical. El criterio de elección es la capacidad de almacenamiento y distribución.

El sistema hidroneumático deber estar construido y dotado de los componentes que se indican a continuación:

- a) Un tanque de presión, que consta, entre otros, de un orificio de entrada y otro de salida para el agua (en éste se debe mantener un sello de agua para evitar la entrada de aire en la red de distribución) y uno para la inyección de aire en caso de que este falte.
- b) Un número de bombas acorde con las exigencias de la red (una o dos para viviendas unifamiliares y dos o más para edificaciones mayores).
- c) Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema en caso de que falte el agua, cualquiera que fuere el suministro.
- d) Llaves de purga en las tuberías de drenaje.

- e) Válvula de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al tanque hidroneumático.
- f) Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.
- g) Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático, y entre éste y el sistema de distribución.
- h) Manómetro. (\*)
- i) Válvula de seguridad.
- j) Dispositivo para control automático de la relación aire/agua. (\*)
- k) Interruptores de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima, arranque aditivo de la bomba en turno y control del compresor. (\*)
- l) Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión, para la indicación visual de la relación aire/ agua.
- m) Tablero de potencia y control de los motores.
- n) Dispositivo de drenaje del tanque hidroneumático, con su correspondiente llave de paso. (\*)
- o) Compresor otro mecanismo que reponga el aire perdido en el tanque hidroneumático.
- p) Filtro para aire en el compresor o equipo de inyección.

Cabe resaltar que para sistemas instalados en viviendas unifamiliares y bifamiliares, los requerimientos señalados en los incisos h, j, k y n pueden suprimirse (Rodriguez & Hizo, 2011).

### **Tipos de sistemas hidroneumáticos**

En el mercado existen diferentes tipos de sistemas hidroneumáticos que responden a las necesidades técnicas de diseño. A continuación, se describen los más comunes:

a) **Presurizador o hidrocell.** - Consiste en un sistema de presurización completo, en forma de paquete, que proporciona agua a presión constante en toda la red hidráulica de la casa. Las principales características del presurizador o hidrocell son las siguientes:

- Por su diseño al tener el presurizador unido a la descarga, el recorrido de aspiración es mínimo y es posible reducir pérdidas de carga.
- No necesita tanque ni equipo de control como interruptor de presión y manómetro, el control de encendido y apagado se realiza debido a su tarjeta electrónica.
- Tiene bajo consumo.
- Opera automáticamente Es fácil de instalar, ya que se suministra completamente armado y probado, sólo requiere de alimentación eléctrica, conectar la succión del equipo a la fuente de alimentación de agua y a la descarga de la red de la tubería.
- Tiene un rango de suministro de 1 a 3 baños completos (incluyendo cocina y una lavadora), trabajando la instalación al 100%, con tubería de 1/2" de diámetro.



Figura 3. Presurizador con bomba periférica (1/2 H. P. o 3/4 H. P.).

Fuente: Argueta (2011).

- b) **Hidroneumáticos simples.** Es un sistema hidroneumático (agua-aire) completo, en forma de paquete, que proporciona agua a presión en toda la red hidráulica de la residencia. Requiere suministro de electricidad, se debe conectar la succión de la bomba al depósito de agua y descarga del equipo a la tubería. Está diseñado para uso residencial y comercial. Está fabricado con el criterio de alta calidad para lograr una excelente operación durante muchos años sin problemas de mantenimiento.



Figura 4. Bomba jet en acero inoxidable. Tanque horizontal (acero).  
Fuente: Argueta (2011).



Figura 5. Bombas jet en hierro gris tanque vertical (fibra de vidrio) y bomba multietapas tanque vertical (acero).  
Fuente: Argueta (2011).



Las principales características de los hidroneumáticos simples son las siguientes:

- Son fáciles de instalar, ya que se suministran completamente armados y probados, sólo requiere alimentación eléctrica y conectar la succión del equipo a la fuente de agua y a la descarga de la red de tuberías.
- Bomba periférica tipo jet (hierro gris o acero inoxidable) o bomba multietapas.
- Bomba en capacidades de 1/2 H. P. hasta 1.0 H. P.
- Tanque en acero con membrana (modelos de 19 a 60 lts) o diafragma en fibra de vidrio con membrana intercambiable.
- Bajo consumo de energía.
- Rango de suministro de 1 a 5 baños completos (incluyendo cuarto de servicio y cocina), trabajando la instalación al 100%, con tubería de 1/2" de diámetro.

c) **Hidroneumáticos múltiples.** - Funcionan igual que los sistemas hidroneumáticos simples, con la diferencia de que utilizan dos o más bombas para generar la presión en el tanque, debido a que se utilizan en estructuras que requieren una mayor presión para alcanzar los niveles más altos o para uso de maquinaria industrial, que requiere más presión de lo normal. Están fabricados para durar muchos años sin problemas de mantenimiento. Las principales características de los hidroneumáticos múltiples son las siguientes:

- Son fáciles de instalar, ya que se suministran completamente armados y probados, sólo requieren alimentación eléctrica y

conectar la succión del equipo a la fuente de agua y a la descarga de la red de tuberías.

- Banco de dos a cuatro bombas multi etapas, verticales u horizontales (velocidad variable a partir de tres bombas.
- Tablero de encendido simultáneo con protección contra sobre corriente, luces piloto, activación manual o automática. En caso de que la demanda sea mayor al flujo de una sola bomba el sistema lo detecta y hace funcionar el número de bombas requerido para mantener una presión constante en toda la línea
- Tubo concentrador de flujo, con unión removible para fácil mantenimiento.
- Tanque precargado (en acero o fibra de vidrio), adecuado a la demanda.
- Base en hierro para fijar las bombas y el tablero de encendido simultáneo, esto facilita su instalación y mantenimiento (Argueta, 2011).



Figura 6. Equipo hidroneumático con dos bombas multi etapas con tanque vertical en acero.  
Fuente: Argueta (2011).

### **2.2.2. Sistema a presión constante**

Este sistema suministra agua a una red de consumo mediante unidades de bombeo que trabajan directamente contra una red, se basa en el principio de que “la presión ejercida sobre la superficie de un flujo se transmite con igual intensidad en todas las direcciones”, del físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662).

Los componentes básicos de un sistema a presión son los siguientes:

- Unidad de bombeo.
- Tuberías succión, descarga y conducción.
- Válvulas.
- Sistema eléctrico de potencia y control.
- Protecciones contra golpe de ariete.
- Equipos consumidores.

Los sistemas de bombeo a presión constante se dividen en dos grupos:

#### **Sistema de bombeo contra red a velocidad fija**

Son aquellos en donde dos o más bombas trabajan en paralelo a una velocidad invariable para cubrir demandas de consumo instantáneo de la red. Este sistema se puede convertir a uno de presión constante cuando se requiere una presión uniforme, con la ayuda de válvulas reguladoras (Argueta, 2011).

### **Sistema de bombeo contra red a velocidad variable**

Son aquellos sistemas en los cuales la unidad de bombeo varía su velocidad de funcionamiento en razón al caudal de demanda de la red, mediante el cambio de velocidad en el impulsor de la bomba. En la práctica, los sistemas de velocidad variable se justifican sólo en redes con amplios rangos de fluctuación de caudal y valores de fricción altos (Rodríguez & Hizo, 2011).

### **2.2.3. Aparatos sanitarios presentes en una red**

Los aparatos sanitarios son elementos que se utilizan para la higiene personal o doméstica y la evacuación de líquidos y/o sólidos, que generalmente se instalan de forma fija como parte integral de los acabados en una edificación.

Entre los aparatos sanitarios más comunes tenemos:

- Plato de duchas y tinas.
- Lavamanos.
- Lavaplatos.
- Inodoros.
- Orinal y bidets.
- Fregadero.
- Bebederos.
- Calentadores.

Estos elementos requieren una conexión directa a la red de agua potable para asegurar su buen funcionamiento. El diseño debe garantizar en cada aparato el caudal y la presión mínima requeridos.

#### 2.2.4. Caudal mínimo requerido

El caudal mínimo requerido en el diseño de la red de distribución de agua en una edificación es el caudal que requiere cada aparato para su correcto funcionamiento. La suma de estos caudales es el caudal máximo posible que se puede presentar en una red de distribución (Quiroz, 2018).

#### 2.2.5. Presión mínima requerida

La presión mínima requerida en cada aparato es aquella que permite su óptimo funcionamiento. El diseño y construcción de la red debe garantizar este valor en cada uno de los aparatos, justo en el punto de conexión, que generalmente es la salida del tubo en el muro donde va empotrado el aparato. La Norma RNE2006\_IS\_010 establece la presión mínima en metros columna de agua de algunos elementos. En la siguiente tabla se amplía la información contenida en esta norma, incluyendo otros elementos.

Tabla 1. Gasto-caudal, diámetro y presión mínima requerida de aparatos sanitarios.

Aparato sanitario o salida	Q min (lt/sg)	Diámetro mínimo (pulg)	Presión mínima (m.c.a.)
Bañera	0.3	$\frac{3}{4}$	2
Bebedero	0.1	$\frac{1}{2}$	2.5
Bidet	0.1	$\frac{1}{2}$	3
Calentador eléctrico	0.3	$\frac{3}{4}$	2
Ducha	0.2	$\frac{1}{2}$	1.5
Inodoro de tanque	0.15	$\frac{1}{2}$	2
Inodoro de fluxómetro	1, 2, 2.5	1, $1 \frac{1}{4}$ , $1 \frac{1}{2}$	7 a 14
Lavadero	0.2, 0.3	$\frac{1}{2}$	2
Lavaescobas	0.3	$\frac{1}{2}$	2
Lavamanos	0.19	$\frac{1}{2}$	2
Lavaplatos	0.2, 0.3	$\frac{1}{2}$	2
Manguera jardín $\frac{1}{2}$	0.25	$\frac{1}{2}$	10
Manguera jardín $\frac{3}{4}$	0.3	$\frac{3}{4}$	10

Orinar sencillo	0.15	$\frac{1}{2}$	2
Orinar fluxómetro muro	1 a 2	$\frac{3}{4}$	5 a 10
Orinar fluxómetro pedestal	1 a 2.5	1 $\frac{1}{4}$ ,	7 a 14
Surtidor grama	0.2	$\frac{1}{2}$	10
Vertedero	0.2	$\frac{1}{2}$	2
Hidrante gabinete muro	3.2	1 $\frac{1}{2}$	45
Boquilla $\frac{1}{2}$ a $\frac{5}{8}$	2.2	1 $\frac{1}{2}$	22
Hidrante gabinete muro	16	2 $\frac{1}{2}$	45
Boquilla 1 a $\frac{1}{8}$	14	2 $\frac{1}{2}$	35

Fuente: MVCS (2006).

### 2.2.6. Demanda del suministro de agua (unidad de consumo)

La Norma RNE2006\_IS\_010, establece que para estimar la demanda del suministro de agua de los diferentes aparatos sanitarios se utilizan las unidades de consumo, las cuales se relacionan en la siguiente tabla y se explican a continuación:

La unidad de consumo promedio, es el gasto normal o promedio demandado por un lavamanos (de tipo privado) en condiciones de funcionamiento normal.

El valor normal de un lavamanos, que se toma como unidad, es entonces el valor medio entre el gasto mínimo y el gasto máximo estimado por el método de Hunter original.

Así, para un lavamos privado se tiene:

- Gasto mínimo: 0.19 lt/sg.
- Gasto máximo: 0.47 lt/sg.

El gasto promedio es 0.33 lt/sg, es decir, la unidad de abasto para este método modificado.

En este caso, el factor multiplicador de los gastos mínimos es aproximadamente 1.5, es decir, el gasto promedio equivale a un incremento del 50% del gasto mínimo (Quiroz, 2018).

Tabla 2. Unidades de abastecimiento de consumo.

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de consumo
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Fluxómetro de F = 2,5 cm	10
Orinal	Público	Fluxómetro de F = 2,0 cm	5
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Tina	Público	Válvula mezcladora	4
Ducha	Público	Válvula mezcladora	4
Fregadero de servicio	Público	Llave	2
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidé	Privado	Válvula mezcladora	2
Tina	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	2
	Público	Llave	4
Lavaplatos eléctricos	Privado	Llave	3
	Público	Llave	6

Fuente: MVCS (2006).

### 2.2.7. Tubería para la red de suministro de agua potable en una edificación

En el diseño y construcción de redes de suministro en una edificación se utilizan básicamente dos tipos de tubería, las de PVC/CPVC y las de hierro galvanizado.

### **Tubería PVC**

PVC es la denominación con la que se conoce el policloro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (también conocido como cloruro de vinilo). Sus componentes derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrógeno y carbono.

En su estado original, el PVC es un polvo amorfo y blanquecino. La resina resultante de la mencionada polimerización es un plástico que puede emplearse de múltiples maneras, ya que permite producir objetos flexibles o rígidos.

El descubrimiento del PVC se remonta a la primera mitad del siglo XIX e involucra a dos personas. En primer lugar, a Henri Víctor Regnault, quien en 1835 dio con cloruro de vinilo mientras aplicaba una solución alcohólica al dicloretano; además, descubrió el policloruro de vinilo al exponer el monómero directamente a la luz solar. A pesar de ello no fue consciente de lo que había hallado en su laboratorio y fue necesario el trabajo de Eugen Baumann, casi cuatro décadas más tarde, para crear los primeros productos plásticos (Quiroz, 2018).

Por sus múltiples ventajas, actualmente el PVC es el material más empleado en el diseño e instalación de las tuberías de distribución de agua potable en una edificación. La tubería empleada debe cumplir con la norma NTC 382 “Tubos de policloruro de vinilo (PVC) clasificados según la presión (serie RDE)”, ver tabla



5. NTC 1339 Accesorios de policloruro de vinilo (PVC) Schedule 40 y NTC 576 para la soldadura.

Tabla 3. Clasificación de la tubería según RDE.

Tipo de tubería	Diámetro nominal		Peso g/m	Diámetro exterior		Espesor de pared mínimo		Diámetro interior promedio mm
	mm	pulg		mm	pulg	mm	pulg	
RDE 9 PVC Presión de Trabajo a 23 °C: 500 PSI	21	1/2	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.6
RDE 11 PVC Presión de Trabajo a 23 °C: 400 PSI	26	3/4	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81
RDE 13.5 PVC Presión de Trabajo a 23 °C: 315 PSI	21	1/2	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18
	33	1	364	33.4	1.31	2.46	0.09	28.48
RDE 21 PVC Presión de Trabajo a 23 °C: 200 PSI	26	3/4	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63
	33	1	252	33.4	1.31	1.6	0.06	30.2
	42	1 1/4	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14
	48	1 1/2	514	48.3	1.9	2.29	0.09	43.68
	60	2	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58
	73	2 1/2	1185	73	2.87	3.48	0.14	66.07
	88	3	1761	88.9	3.5	4.24	0.17	80.42
	114	4	2904	114.3	4.5	5.44	0.21	103.42
RDE 26 PVC Presión de Trabajo a 23 °C: 160 PSI	168	6	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22
	60	2	655	60.3	2.37	2.31	0.09	55.7
	73	2 1/2	964	73	2.87	2.79	0.11	67.45
	88	3	1438	88.9	3.5	3.43	0.13	82.04
RDE 32.5 PVC Presión de Trabajo a 23 °C: 125 PSI	114	4	2376	114.3	4.5	4.39	0.17	105.52
	168	6	4759	168.3	6.62	6.48	0.25	155.32
RDE 41 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 100 PSI	88	3	1157	88.9	3.5	2.74	0.11	83.42
	114	4	1904	114.3	4.5	3.51	0.14	107.28
RDE 41 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 100 PSI	114	4	1535	114.3	4.5	2.79	0.11	108.72

Fuente: PAVCO (2011).

De igual forma se debe tener en cuenta que todo material en contacto con el agua debe cumplir con los requisitos de la norma ANSI/NSF 61 “Drinking water system components-health effects”.4.9 Tubería de policloruro de vinilo (PVC).

## Tubería CPVC

Tabla 4. Dimensiones de la tubería CPVC

Tipo de tubería	Diámetro nominal		Diámetro externo	Diámetro interno	Espesor
	mm	pulg	mm	mm	mm
RDE 11 CPVC Presión de trabajo a 82 °C: 125 PSI	13	½	15.9	12.4	1.75
	19	¾	22.2	18.2	2
	25	1	28.6	23.4	2.6
	32	1 ¼	34.9	28.6	3.15
	38	1 ½	41.3	33.7	3.8

Fuente: PAVCO (2011).

La tubería CPVC “Está fabricada con resina de policloruro de vinilo clorado (CPVC) y se emplea para sistemas de agua caliente, fría y helada. También se utiliza en sistemas de calentamiento central en edificios de altura y construcción en general por ser de alta presión y alto impacto. Trabaja a 125 PSI a 82°C en forma continua. Debe cumplir la norma colombiana NTC 1062 (Soto, 2010).

### Características de la tubería PVC/CPVC

Estas dos tuberías, por ser elaboradas con base en los mismos polímeros, tienen características similares, las cuales se describen a continuación:

**Fácil instalación:** Son tuberías ligeras en peso (aproximadamente la mitad del peso del aluminio y una sexta parte del peso del acero). Las paredes interiores son lisas y sin costuras. No se requieren herramientas especiales para su instalación, la cual se puede hacer utilizando uno de los siguientes métodos:

- Soldada.
- Roscada.
- Bridada.
- Junta ranurada (Roll Grooved).
- Espigo-campana (Push-On).

## **Tubería de polietileno**

Es un producto plástico, incoloro, traslúcido, termoplástico, graso al tacto y blando en pequeños espesores, siempre flexible, inodoro, no tóxico, que se descompone a una temperatura alrededor de los 300°C y menos denso que el agua.

Las características del polietileno varían según el procedimiento empleado para su producción. Se obtiene por la polimerización del gas etileno,  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ , producto resultante del craqueo de la nafta del petróleo.

Inicialmente se consiguió al someter el etileno a altas presiones, entre 1.000 y 1.500 atmósferas, y temperaturas entre 80 y 300°C, resultando el polietileno denominado de alta presión o baja densidad (PEBD, PE32 o s/CEN PE40).

Últimamente se ha profundizado en su investigación, adicionando determinados polímeros, lo cual ha permitido obtener polietilenos de características físicas y mecánicas más elevadas, denominándose polietileno de 3ª generación.

Las tuberías de polietileno presentan ventajas singulares frente a las fabricadas con materiales tradicionales. Sus principales características son:

**Aislante térmico:** Disminuye el peligro de helada de los líquidos en las canalizaciones. En caso de helarse el agua en su interior, el aumento de volumen provoca un incremento de su diámetro, sin llegar a romperse, recuperando su diámetro original después del deshielo.

**Uniones:** De rápida y fácil ejecución, que garantizan la estanquidad de la conducción.

**Resistencia química:** Son resistentes a la mayor parte de agentes químicos, tales como álcalis, aceites, alcoholes, detergentes, lejías, etc., excepto disolventes. No obstante, en aplicaciones para la conducción de estos agentes se debe comprobar su comportamiento en las Normas UNE 53.390 y 53.405.

**Bajo factor de fricción:** Las paredes del tubo pueden considerarse hidráulicamente lisas y ofrecen una resistencia mínima a la circulación del fluido, produciendo pérdidas de carga inferiores a las tuberías de materiales tradicionales.

**Bajo valor de su módulo elástico:** Logran valores de celeridad bajos, que reducen las sobrepresiones por golpes de ariete en comparación con otros materiales.

**Durables:** Su vida útil es superior a los 50 años, con un coeficiente residual de seguridad al alcanzar este tiempo.

**Flexibles:** Permiten sensibles variaciones de dirección con curvaturas en frío sin necesidad de accesorios, adaptándose a trazados sinuosos. Pueden fabricarse en bobinas con diámetros de hasta 90 mm para grandes longitudes.

**Ligeras:** Son fáciles de transportar y montar, lo que se traduce en economía de medios para su instalación.

En Colombia la tubería de polietileno está regulada en la Norma NTC 4585 (Antecedente ISO 4427) - Tubos de polietileno para distribución de agua. Especificaciones. Serie métrica. La Sedapal acepta tubería tipo polietileno para acometidas domiciliarias para diámetros reales entre 13 mm (1/2") y 25.4 mm (1"), para presiones nominales de 1.103 kPa (160 psi), que cumplan con los

requisitos de la Norma Peruanas RNE “Plásticos. Tubos tipo CTS de polietileno (PE)”.

### **Tubería de hierro galvanizado**

El galvanizado es un proceso que permite recubrir piezas con otro metal para que las proteja de la oxidación, la corrosión, la humedad y otros agentes externos.

El más común consiste en depositar una capa de zinc (Zn) sobre hierro (Fe), ya que, al ser el zinc más oxidable, menos noble que el hierro y generar un óxido estable, lo protege de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire.

Se emplea en tuberías para la conducción de agua cuya temperatura no sobrepase los 60 °C, ya que entonces se invierte la polaridad del zinc respecto del acero (Soto, 2010).

La Norma Peruanas RNE “Tubos livianos de acero soldados, negros y galvanizados para conducción de fluidos a baja presión” establece los requisitos técnicos que deben cumplir los tubos livianos de acero negros y galvanizados por inmersión en caliente, soldados por resistencia eléctrica y con o sin rosca en diámetros nominales de DN 8 (NPS ¼) a DN 100 (NPS 4). Los tubos ordenados bajo esta norma se destinan para la conducción de fluidos a baja presión (menor a 20,7 bar (300 psi)), tales como agua y aire.

Tabla 5. Dimensiones de tubos livianos.

Diámetro nominal NPS	Diámetro exterior (pulg)	Espesor de pared (pulg)	Peso de tubo de 6 m	
			Negro	Galvanizado con rosca (kg)
¼	0.53	0.07	3.072	3.204
3/8	0.666	0.07	3.98	4.158
½	0.815	0.08	5.609	5.831

$\frac{3}{4}$	1.028	0.08	7.235	7.528
1	1.315	0.098	11.378	11.756
1 $\frac{1}{4}$	1.663	0.098	14.632	15.127
1 $\frac{1}{2}$	1.9	0.105	17.91	18.551
2	2.36	0.116	24.833	25.551
2 $\frac{1}{2}$	2.85	0.133	34.473	35.346
3	3.474	0.133	42.391	43.474
4	4.468	0.15	61.79	63.197

Fuente: MVCS (2006).

### **2.2.8. Accesorios de una red de distribución**

Los accesorios utilizados en la red de distribución interna de una edificación son los elementos que permiten conectar la tubería dependiendo de la trayectoria diseñada, darle dirección, conexión y continuidad al sistema. Básicamente los accesorios están hechos del mismo material de la tubería y con las mismas características. Estos elementos son los que generan las pérdidas localizadas, las cuales se deben considerar en el cálculo de la red.

En la instalación de la tubería y los accesorios es importante considerar el tipo de unión que se va a emplear. Según el diámetro y uso de la tubería, las uniones más comunes son:

#### **Unión soldada**

Esta unión se caracteriza por utilizar un tipo de solución que posee las mismas características de resistencia a presión y resistencia química de la tubería empleada. Actúa uniendo la tubería y/o los accesorios, generando la hermeticidad de la conexión. La solución se debe seleccionar dependiendo del material de la tubería y las especificaciones del fabricante.

La norma IS.010 acepta tuberías de policloruro de vinilo (PVC) con unión soldada, para uso en acometidas domiciliarias y derivaciones, en diámetros

reales entre 25 mm (1") y 102 mm (4"), para presiones nominales de acuerdo con los valores que se encuentran especificados en la tabla 8 y que cumplan con los requisitos de la Norma NTC 382 "Plásticos. Tubos de Poli (cloruro de vinilo) (PVC), clasificados según la presión (Serie RDE)". Todo material en contacto con el agua debe cumplir con los requisitos de la Norma ANSI/NSF 61 "Drinking water system components-health effects".

### **Unión mecánica**

La unión mecánica se compone primordialmente de una campana con una ranura rectangular sobre la cual se asienta un anillo de caucho, que está diseñado para trabajar a compresión, incorporando un sello hidráulico. De esta manera, a mayor presión el anillo se hace más estrecho, mejorando así el sello hidráulico. El otro extremo que se va a unir debe entrar a presión. Para diámetros más pequeños la unión es roscada, con un elemento hembra que tiene ranuras hundidas y un elemento macho con ranuras salientes, que se acoplan perfectamente mientras se enroscan los elementos.

La Norma Peruanas RNE acepta tuberías de policloruro de vinilo (PVC) con unión mecánica, para uso en acometidas domiciliarias, derivaciones y redes externas, en diámetros reales entre 60 mm (2") y 500 mm (20"), para presiones nominales de acuerdo con los valores que se encuentran especificados en la tabla 6 y que cumplan con los requisitos de la Norma Peruanas RNE "Plásticos. Tubos de Poli (cloruro de vinilo) (PVC), clasificados según la presión (Serie RDE)".

Tabla 6. Presiones nominales para tuberías de acueducto en policloruro de vinilo (PVC).

Relación dimensional estándar (RDE)	Presión nominal KPa (psi)
13,5	2.172 (315)
17	1.724 (250)
21	1.379 (200)
26	1.103 (160)

Fuente: PAVCO (2011).

### **Dispositivos de control**

Los dispositivos de control en una red de agua potable sirven para controlar los caudales, el flujo del agua, la cantidad, el sentido y el manejo que se le va a dar, también se les puede considerar así a los dispositivos de medida de consumo. La norma es muy clara en cuanto a los dispositivos mínimos que se deben instalar, el tipo, la ubicación y los materiales de los cuales deben estar fabricados.

A continuación, se describen los dispositivos de control más usados en una red de suministro de agua potable en una edificación y la normatividad que los rige.

#### **Silla o collar de derivación**

La función de este dispositivo es derivar el agua de la red principal a la acometida domiciliaria. Generalmente se fabrican en PVC o hierro galvanizado, se utiliza en tuberías de diámetros pequeños, cuenta con un sistema de fijación especial y, además, posee sellos elásticos para su hermeticidad con la tubería.

En la siguiente tabla se presentan las dimensiones del collar de derivación para PVC, de acuerdo con el diámetro del tubo y su salida correspondiente.



Tabla 7. Dimensiones del collar de derivación para tuberías tipo PVC.

Diámetro nominal (Pulg)	Ancho del collar (mm)	Perímetro del collar (mm)	Diámetro de la salida (Pulg)
2	50,40	102,40	1/2
2	50,40	102,40	3/4
2 1/2	50,40	115,00	1/2
2 1/2	50,40	115,00	3/4
3	60,30	131,40	1/2
3	60,30	131,40	3/4
4	60,30	156,80	1/2
4	60,30	156,80	3/4
6	69,90	210,30	1/2
6	69,90	210,30	3/4
8	87,31	279,20	1

Fuente: PAVCO (2011).

La Norma IS.010 de la Norma Peruanas RNE establece que “las derivaciones para acometidas se deben realizar únicamente en tuberías con diámetros iguales o menores de 12 pulgadas. Los accesorios para derivación de acometida permiten conducir o desviar el agua a una acometida específica para una edificación, se adhieren al contorno o perímetro en un punto determinado de la tubería sin causar deformaciones en el tubo. Los accesorios que componen este sistema deben quedar lo suficientemente fijos para mantener la presión y evitar fugas de agua que lo deterioren”.

### 2.2.9. Condiciones generales para diseño hidráulico

Según el MVCS (2006) debe considerarse lo siguiente:

- a) El diseño de las instalaciones sanitarias de una edificación debe ser realizado y autorizada por un ingeniero sanitario en coordinación con el proyectista de arquitectura, para que considere oportunamente las condiciones más adecuadas de ubicación de los servicios sanitarios, ductos y todos aquellos elementos que determinan el recorrido de las tuberías, así como el dimensionamiento y ubicación de tanques de almacenamiento de agua, entre otros.

- b) Las instalaciones sanitarias deben ubicarse en coordinación con el responsable del diseño de estructuras, de tal manera que no comprometan sus elementos estructurales, en su montaje y durante su vida útil.
- c) Los aparatos sanitarios deberán instalarse considerando los espacios mínimos necesarios para su uso, limpieza, mantenimiento e inspección.
- d) Toda edificación estará dotada de servicios sanitarios con el número y tipo de aparatos sanitarios que se establecen en cada una de las Normas del presente Reglamento.
- e) En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado.

#### **2.2.10. Sistema de Agua fría**

Según el MVCS (2006) debe considerarse lo siguiente:

- a) El sistema de abastecimiento de agua de una edificación comprende las instalaciones interiores desde el medidor o dispositivo regulador o de control, sin incluirlo, hasta cada uno de los puntos de consumo.
- b) El sistema de abastecimiento de agua fría para una edificación deberá ser diseñado, tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales el sistema de abastecimiento público preste servicio.
- c) Las instalaciones de agua fría deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven su calidad y garanticen su cantidad y presión de servicio en los puntos de consumo.
- d) Todo sistema de alimentación y distribución de agua no se permitirán conexiones cruzadas.
- e) En toda nueva edificación de uso múltiple o mixto: viviendas, oficinas, comercio u otros similares, la instalación sanitaria para agua fría se diseñará obligatoriamente para posibilitar la colocación de medidores internos de consumo para cada unidad de uso independiente, además del medidor general de consumo de la conexión domiciliaria, ubicado en el interior del predio.

- f) En general, los medidores internos deben ser ubicados en forma conveniente y de manera tal que estén adecuadamente protegidos, en un espacio impermeable de dimensiones suficientes para su instalación o remoción en caso de ser necesario. De fácil acceso para eventuales labores de verificación, mantenimiento y lectura.
- g) En caso que exista suficiente presión en la red pública externa dependiendo del número de niveles de la edificación, los medidores de consumo podrán ser instalados en un banco de medidores, preferentemente al ingreso de la edificación, desde el cual se instalarán las tuberías de alimentación para unidad de uso.
- h) En caso de que el diseño de la instalación sanitaria interior del edificio se realice con un sistema de presión con cisterna y tanque elevado o se use un sistema de presión con tanque hidroneumático, los medidores de consumo podrán ser ubicados en espacios especiales diseñados para tal fin dentro de la edificación.
- i) Se podrá considerar la lectura centralizada remota, desde un panel ubicado convenientemente y de fácil acceso en el primer piso. En este caso además lo indicado en el inciso f) del presente artículo, deberá preverse un espacio para el panel de lectura remota y ductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores.
- j) Las instalaciones de lectura remota se ciñeran a las exigencias de las normas internacionales en tanto se emitan normas nacionales correspondientes, o en su defecto, siguiendo las especificaciones técnicas de los proveedores.
- k) Las edificaciones destinadas a la industria, en caso de que la entidad prestadora de servicio no disponga de infraestructura local, podrán disponer de un abastecimiento de agua para fines industriales exclusivamente, siempre que:
  - Dicho abastecimiento tenga redes separadas sin conexión alguna con el sistema de agua para consumo humano, debidamente diferenciadas; y

- Se advierta a los usuarios mediante avisos claramente marcados y distribuidos en lugares visibles y adecuados. Los letreros legibles dirán: *Peligro agua no apta para consumo humano.*
- l) No se permitirá la conexión directa desde la red pública de agua, a través de bombas u otros aparatos mecánicos de elevación.
- m) El sistema de alimentación y distribución de agua de una edificación estará dotado de válvulas de interrupción, como mínimo en los siguientes puntos:
  - Inmediatamente después de la caja del medidor de la conexión domiciliaria y del medidor general.
  - En cada piso, alimentador o sección de la red de distribución interior.
  - En cada servicio sanitario, con más de tres aparatos.
  - En edificaciones de uso público masivo, se colocará una llave de ángulo en la tubería de abasto de cada inodoro o lavatorio.

### **Dotaciones**

Las dotaciones diarias mínimas de agua para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardines u otros fines, serán los que se indican a continuación:

- a) La dotación de agua para viviendas estará de acuerdo con el número de habitantes a razón de 150 litros por habitante por día.
- b) La dotación de agua para riego de jardines será de 5 litros por m<sup>2</sup> de jardín por día.
- c) La dotación de agua para estacionamientos será de 2 litros por m<sup>2</sup> por día.
- d) La dotación de agua para oficinas será de 20 litros por habitante por día.
- e) La dotación de agua para tiendas será de 6 litros por habitante por día.
- f) La dotación de agua para hospitales y centros de salud será de 800 litros por cama por día.

- g) La dotación de agua para asilos y orfanatos será de 300 litros por huésped por día.
- h) La dotación de agua para educación primaria será de 20 litros por alumno por día.
- i) La dotación de agua para educación secundaria y superior será de 25 litros por alumno por día.
- j) La dotación de agua para salas de exposiciones será de 10 litros por asistente por día.
- k) La dotación de agua para restaurantes estará en función al número de asientos, siendo que será de 50 litros por día por asiento.
- l) En establecimientos donde también se elaboren alimentos para ser consumidos fuera el local, se calculará para ese fin una dotación de 10 litros por cubierto preparado.
- m) La dotación de agua para locales de entretenimiento será de 6 litros por asiento por día.
- n) La dotación de agua para estadios será de 15 litros por asiento por día.
- o) Los establecimientos de hospedaje deberán tener una dotación de agua de 300 litros por huésped por día
- p) La dotación de agua para cárceles y cuarteles será de 150 litros por interno por día.
- q) La dotación de agua para industrias con necesidades de aseo será de 100 litros por trabajador por día.
- r) La dotación de agua para otras industrias será de 30 litros por trabajador por día.
- s) Las dotaciones de agua para piscinas y natatorios de recirculación y de flujo constante o continuo, según la siguiente Tabla:

Tabla 8. Dotaciones comunes.

1. De recirculación	Dotación
Con recirculación de las aguas de rebose.	10 L/d por m <sup>2</sup> de proyección horizontal de la Piscina.
Sin recirculación de las aguas de rebose.	25 L/d por m <sup>2</sup> de proyección horizontal de la Piscina.
2. De flujo constante	Dotación
Públicas.	125 L/h por m <sup>3</sup>
Semi-públicas (clubes, hoteles, colegios, etc.)	80 L/h por m <sup>3</sup>
Privada o residenciales.	40 L/h por m <sup>3</sup>

Fuente: MVCS (2006).

La dotación de agua requerida para los aparatos sanitarios en los vestuarios y cuartos de aseo anexos a la piscina, se calculará adicionalmente a razón de 30 L/d por m<sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos que contemplen otras actividades recreacionales, se aumentará proporcionalmente esta dotación.

- a) La dotación de agua para depósitos de materiales, equipos y artículos manufacturados, se calculará a razón de 0,50 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local y por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.
- b) Para oficinas anexas, el consumo de las mismas se calculará adicionalmente de acuerdo a lo estipulado en esta Norma para cada caso, considerándose una dotación mínima de 500 L/d.
- c) La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 L/d por m<sup>2</sup> de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 L /d.
- d) La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescada y similar serán de 15 L/d por m<sup>2</sup> de área del local.

La dotación de agua para locales anexos al mercado, con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes y comercios, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

- a) El agua para consumo industrial deberá calcularse de acuerdo con la naturaleza de la industria y su proceso de manufactura. En los locales

industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria, será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

La dotación de agua para las oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos, tales como comercios, restaurantes, y riego de áreas verdes, etc. se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

- b) La dotación de agua para las estaciones de servicio, estaciones de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, según la siguiente Tabla:

Tabla 9. Dotación en estaciones.

Estaciones y Parques de Estacionamientos	Dotaciones
Lavado automático.	12 800 L/d por unidad de lavado
Lavado no automático.	8000 L/d por unidad de lavado
Estación de gasolina.	30 L/d por surtidor.0
Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta.	2 L por m 2 de área.

Fuente: MVCS (2006).

El agua necesaria para oficinas y venta de repuestos, riego de áreas verdes y servicios anexos, tales como restaurantes y fuentes de soda, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.cc) La dotación de agua para bares, fuentes de soda, cafeterías y similares, según la siguiente Tabla:

Tabla 10. Dotación por unidad de área.

Área de locales, m2	Dotación diaria
Hasta 30	1500 L
De 31 a 60	60 L/m2
De 61 a 100	50 L/m2
Mayor de 100	40 L/m2

Fuente: MVCS (2006).

- c) La dotación de agua para áreas verdes será de 2 L/d por m<sup>2</sup>. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

### **Red de distribución**

- a) Los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con el método Hunter (Método de Gastos Probables), salvo aquellos establecimientos en donde se demande un uso simultáneo, que se determinará por el método de consumo por aparato sanitario. Para dispositivos, aparatos o equipos especiales, se seguirá la recomendación de los fabricantes.
- b) Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular tuberías de distribución, siempre que sea debidamente fundamentado.
- c) La presión estática máxima no debe ser superior a 50 m (0.490 MPa) de columna de agua.
- d) La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de 2 m (0,020 MPa) salvo aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas o equipos especiales en los que la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes.
- e) Cuando las tuberías de distribución de agua para consumo humano, vayan enterradas deberán alejarse lo más posible de los desagües; por ningún motivo esta distancia será menor de 0,50 m medida horizontal, ni menos de 0,15 m por encima del desagüe. Cuando las tuberías de agua para consumo humano crucen redes de aguas residuales, deberán colocarse siempre por encima de éstos y a una distancia vertical no menor de 0,15 m. Las medidas se tomarán entre tangentes exteriores más próximas.
- 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:



Tabla 11. Diámetro y velocidad en la red de distribución.

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

Fuente: MVCS (2006).

- a) Las tuberías de agua fría deberán ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la edificación, debiendo evitarse cualquier daño o disminución de la resistencia de los elementos estructurales.
- b) Las tuberías verticales deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos deberán ser tales que permitan su instalación, revisión, reparación, remoción y mantenimiento.
- c) Se podrá ubicar en el mismo ducto la tubería de agua fría y agua caliente siempre que exista una separación mínima de 0,15 m entre sus generatrices más próximas.
- d) Se permitirá la ubicación de alimentadores de agua y montantes de aguas residuales o de lluvia, en un mismo ducto vertical o espacios, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.
- e) Las tuberías colgadas o adosadas deberán fijarse a la estructura evitando que se produzcan esfuerzos secundarios en las tuberías.

Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas de dimensiones tales que permitan su protección y fácil instalación.

### **Almacenamiento y regulación**

- a) Los depósitos de agua deberán ser diseñados y construidos en forma tal que preserven la calidad del agua.
- b) Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar

- provisto de depósitos de almacenamiento que permitan el suministro de agua en forma adecuada a todos los aparatos sanitarios e instalaciones previstas. Tales depósitos podrán instalarse en la parte baja (cisternas) en pisos intermedios o sobre la edificación (tanque elevado) siempre que cumplan con lo estipulado en el presente artículo.
- c) Cuando sólo exista tanque elevado, su capacidad será cuando menos igual al consumo diario, con un mínimo de 1000 L.
  - d) Cuando sólo exista cisterna, su capacidad será cuando menos igual al consumo diario, con un mínimo de 1000 L.
  - e) Cuando fuere necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las  $\frac{3}{4}$  partes del consumo diario y la del segundo no menor de  $\frac{1}{3}$  de dicho consumo; cada uno de ellos con un mínimo de 1000 L.
  - f) En caso de utilizar sistemas hidroneumáticos, el volumen mínimo de la cisterna será igual al consumo diario con un volumen mínimo de 1000L
  - g) Los depósitos de almacenamiento deberán ser construidos de material resistente e impermeable y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.
  - h) Las cisternas deberán ubicarse a una distancia mínima de 2m de muros medianeros y desagües. En caso de no poder cumplir con la distancia mínima, se diseñará un sistema de protección que evite la posible contaminación del agua de la cisterna.
  - i) La distancia vertical entre el techo del depósito y el eje del tubo de entrada de agua, dependerá del diámetro de este y de los dispositivos de control, no pudiendo ser menor de 0,20 m.
  - j) La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y entrada de agua será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menor de 0,15 m.
  - k) La distancia vertical entre los ejes del tubo de rebose y el máximo nivel de agua será igual al diámetro de aquel y nunca inferior a 0,10 m.

- l) El agua proveniente del rebose de los depósitos, deberá disponerse en forma indirecta, mediante brecha de aire de 0,05 m de altura mínima sobre el piso, techo u otro sitio de descarga.
- m) EL diámetro del tubo de rebose, se calculará hidráulicamente, no debiendo ser menor que lo indicado en la siguiente Tabla:

Tabla 12. Diámetro de tubería de rebose.

Capacidad del depósito (L)	Diámetro del tubo de rebose
Hasta 5000	50 mm (2")
5001 a 6000	65 mm (2 ½")
6001 a 12000	75 mm (3")
12001 a 20000	90 mm (3 ½")
20001 a 30000	100 mm (4")
Mayor de 30000	150 mm (6")

Fuente: MVCS (2006).

### Elevación

- Los equipos de bombeo de los sistemas de abastecimiento de agua que se instalen dentro de las edificaciones deberán ubicarse en ambientes que satisfagan, entre otros los siguientes requisitos:
- Altura mínima: 1,60 m.
- Espacio libre alrededor del equipo suficiente para su fácil operación, reparación y mantenimiento.
- Piso impermeable con pendiente no menor del 2% hacia desagües previstos.
- Ventilación adecuada.
- Los equipos que se instalen en el exterior, deberán ser protegidos adecuadamente contra la intemperie.
- Los equipos de bombeo deberán ubicarse sobre estructuras de concreto, adecuadamente proyectadas para absorber las vibraciones.
- En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de interrupción. En la tubería de succión con presión positiva se instalará una válvula de interrupción. En el caso que la tubería de succión no trabaje bajo carga positiva, deberá instalarse una válvula de retención.

- Salvo en el caso de viviendas unifamiliares, el sistema de bombeo deberá contar como mínimo con dos equipos de bombeo de funcionamiento alternado.
- La capacidad de cada equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en dos horas. Si el equipo es doble cada bomba podrá tener la mitad de la capacidad necesaria, siempre que puedan funcionar ambas bombas simultáneamente en forma automática, cuando lo exija la demanda.
- Los diámetros de las tuberías de impulsión, se determinarán en función del caudal de bombeo.
- EL sistema hidroneumático deberá estar dotado de los dispositivos mínimos adecuados para su correcto funcionamiento:
  - Cisterna
  - Electrobombas
  - Tanque de presión
  - Interruptor de presión para arranque y parada a presión mínima y máxima.
  - Manómetro.
  - Válvula de seguridad.
  - Válvulas de interrupción que permitan la operación y mantenimiento del equipo.
  - Dispositivo de drenaje del tanque con su respectiva válvula.
  - Compresor o un dispositivo automático cargador de aire de capacidad adecuada.
  - El volumen del tanque de presión se calculará en función del caudal, de las presiones máxima y mínima y las características de funcionamiento.

#### **2.2.11. Sistema de agua caliente**

- Las instalaciones de agua caliente de una edificación, deberán satisfacer las necesidades de consumo y seguridad contra accidentes. Se deberá

considerar un espacio independiente y seguro para el equipo de producción de agua caliente.

- Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de presión de los sistemas de producción de agua caliente. Dichos dispositivos se ubicarán en los equipos de producción, o en las tuberías de agua fría o caliente próximas a él, siempre que no existan válvulas entre los dispositivos y el equipo; y se graduarán de tal modo que puedan operar a una presión de 10% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema.
- Deberá instalarse una válvula de retención en la tubería de abastecimiento de agua fría. Dicha válvula no podrá ser colocada entre el equipo de producción de agua caliente y el dispositivo para controlar el exceso de presión.
- Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de temperatura en los sistemas de producción de agua caliente.
- Los escapes de vapor o agua caliente, provenientes de los dispositivos de seguridad y control, deberán disponerse en forma indirecta al sistema de drenaje, ubicando los sitios de descarga en lugares que no causen accidentes.

### **Dotaciones**

La dotación de agua caliente será la que se establece a continuación.

- a) Residencias unifamiliares y multifamiliares.

Tabla 13. Dotación de agua caliente para viviendas.

Número de dormitorios Por vivienda	Dotación diaria en litros
1	120
2	250
3	390
4	420
5	450

Fuente: MVCS (2006).

## Distribución

- b) La distribución de agua caliente desde el equipo de producción a los aparatos sanitarios o puntos requeridos, se puede realizar con o sin retorno de agua caliente.
- c) El sistema sin retorno se permitirá solamente en instalaciones con calentadores individuales.
- d) El sistema con retorno deberá utilizarse en aquellos edificios donde se instalen equipos centrales de producción de agua caliente.
- e) Las tuberías de alimentación de agua caliente se calcularán de acuerdo con lo establecido en el artículo 6° de la presente norma.

## Equipos de producción de agua caliente

Para el cálculo de la capacidad del equipo de producción de agua caliente, así como para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento, se utilizarán las relaciones que se indican a continuación, en base a la dotación de agua caliente diaria asignada, según la siguiente Tabla:

Tabla 14. Criterio de cálculo para la capacidad de almacenamiento de agua caliente

Tipo de edificio	Capacidad del tanque de almacenamiento en relación con dotación diaria en litros.	Capacidad horaria del equipo de producción de agua caliente, en relación con la dotación diaria en litros.
Residencias unifamiliares y multifamiliares.	1/5	1/7
Hoteles, apart-hoteles, albergues.	1/7	1/10
Restaurantes	1/5	1/10
Gimnasios.	2/5	1/7
Hospitales y clínicas, consultorios y similares.	2/5	1/6

Fuente: MVCS (2006).

Las capacidades del equipo de producción de agua caliente y del tanque de almacenamiento, podrán también determinarse en base a los gastos por aparatos sanitarios.

### **2.2.12. Definición de optimización del servicio**

Según Sánchez, Berenguer, & Gonzáles (2005) señalan que la debida calidad de un servicio es medida en el grado en que un servicio logra satisfacer o excede a las propias expectativas de los clientes.

Basado en esta perspectiva, Sánchez, Berenguer, & Gonzáles (2005) señala que la debida satisfacción de un consumidor es el carácter mayormente favorable de la propia evaluación subjetiva de una persona, basado de los resultados y de las experiencias asociadas con la compra o con la utilización de algún producto o uso de un servicio.

#### **Satisfacción del cliente**

Para Sánchez, Berenguer, & Gonzáles (2005) la satisfacción del cliente viene a ser la pieza clave de los procesos de intercambio entre el mercado y las empresas partiendo de las políticas de marketing y considera al grado de aceptación por parte del usuario como el factor que determine el éxito empresarial (p.41)

Esto quiere decir que si un cliente recibe un buen producto o servicio por parte de una empresa de la mejor manera posible, sin intervención de ningún inconveniente hará que el usuario se sienta satisfecho con la adquisición, sea por la calidad del producto o servicio o por la atención recibida tomándose como un punto beneficioso para la empresa que comercializadora.

Vavra (2002) la define como “El agrado que experimenta el cliente después de haber consumido un determinado producto o servicio”.

Para Sánchez, Berenguer, & Gonzáles (2005) La satisfacción del cliente esta relacionada a las personas que adquirieron algun productos o servicios por los medios económicos y la satisfacción del cliente viene a ser un proximo resultado dentro de la actividad de la comercialización para lo cual se necesita de cumplir con las fases del comportamiento de la compra. En el presente se aprecia que no bastara con lograr el agrao de los compradores, sino que también es indispensable poder encantarlos y hasta llegar a sorprenderlos.

### **Definición de calidad**

El termino calidad es una actividad básica y fundamental para toda empresa puesto que es la que se tomara como el sello que ofrece la empresa como garantía a sus clientes de los productos o servicios que ofrece, es el medio por el cual se podrá medir y obtener mejores resultados y es uno de los componentes que busca el consumidor en lo que desea adquirir.

Para Israel (2011) la Calidad viene a ser una estrategia de tipo competitiva, y por ella la competitividad de una empresa se refleja a su entorno en cuando sus productos de tipo finales o también los servicios que brinda se convierten en una buena inversión para sus usuarios, el cliente no deja que el producto o servicio porque tiene un valor para él, esto quiere decir, que tiene aptitud para el uso. (p. 9).

### **La calidad del servicio**

En base a diversos estudios, se puede observar los factores más destacados que participan o tienen alguna influencia en la calidad en los



servicios que se puedan brindar. Es así que las diversas investigaciones revisadas sobre la calidad en el servicio, según señalan (Israel, 2011).

“Los clientes tienden a no percibir a la calidad como aquel concepto de una sola dimensión, es por decir que las apropiadas valoraciones que tienen los clientes sobre la calidad están basadas de acuerdo a la percepción debido a algunos factores”. (p. 103).

### **2.3. Definición de términos**

#### **Agua potable**

Es considerada agua de tipo potable cuando el usuario al beber agua no presente algún tipo de riesgo para su propia salud. Además no debe de contener algunas sustancias o también microorganismos generadores de enfermedades o en el peor de los casos perjudicar la salud, por ello es muy necesario el tratar el agua de una forma debida y los lugares de los depósitos o del almacenamiento debendes estar en las mejores condiciones de limpieza y estar listas para el consumo; y si no es necesario que el agua sea tratada, la entidad que les brinda el servicio a una, debe de certificar que este servicio sesa de calidad y que siempre cumpla con los parámetros límites permisibles (Ramirez, 2018).

#### **Sistema de Agua:**

Se le puede considerar sistema, a un conjunto de las tareas a realizar y a los materiales que se van a utilizar para la correcta ejecución de diferentes componentes que comprende tal sistema como: la captación, la conducción, la impulsión, la planta de tratamiento, el almacenamiento, la aducción y la distribución.

Según Rivadeneira (2012) señala que permitiendo así que de esta manera una determinada comunidad pueda contar con dicho recurso de la manera suficiente y con la mejor y mayor calidad, para poder satisfacer sus diversas actividades de tipo diarias (p.19).

### **Sistema por gravedad**

En el sistema el agua cae desde una fuente de cota superior hacia una población que se encuentra a punto de cota inferior. En el cual el líquido fluye por medio de los conductos (tuberías) establecidos, para poder abastecer a los pobladores en los puntos más alejados.

Para Rivadeneira (2012) la energía que es empleada para su respectivo movimiento, es la energía potencial que tiene el agua por la existente diferencia de las cotas (p. 19).

### **Sistema por bombeo:**

La ubicación de la fuente de la captación se encuentra en las cotas inferiores de la población que será beneficiada, obligando el traslado del líquido por intermedio de un sistema de bombeo hacia los tanques (reservorio) que se encuentran ubicados en las cotas más elevadas del lugar que se requiera abastecer (Quiroz, 2018).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El diseño hidráulico de red mejorará el servicio de agua en los edificios construidos por la empresa Caral.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) El diseño hidráulico de la red de agua fría mejora el servicio en edificios construidos por la empresa Caral, es aquel que cuenta con una cisterna, sistema de bombeo y redes de distribución.
- b) El diseño hidráulico de la red de agua caliente en edificios construidos por la empresa Caral, es aquel que cuenta con un sistema de calefacción de agua.
- c) El diseño hidráulico presenta el sistema contra incendio construidos por la empresa Caral, es aquel que cuenta con un sistema de gabinetes contra incendios abastecidos por un sistema de bombeo y una cisterna.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

**Variable independiente (x): Diseño Hidráulico de Red de agua.** - Es el conjunto de diversas instalaciones que disponen las empresas e abastecimiento para poder transportar desde un punto a otros de captación y de tratamiento hasta que llega al suministro del cliente en las mejores condiciones para cubrir su satisfacción por el servicio.

**Variable dependiente (x): Servicio de agua.** - Se convierte en una de las metas de toda organización y mayormente de las que brindan algún tipo de servicio, ya que una de las mayores exigencias de los consumidores es conseguir una impecable prestación de los servicios, con la finalidad de alcanzar que el usuario sienta algún tipo de placer y confort por el servicio recibido.

### **2.5.2. Definición operacional de la variable**

La mejora en el servicio de agua (variable dependiente) está en función del diseño hidráulico de red de agua (variable independiente) por lo que existe una relación causal entre estas variables y por lo tanto se establece la siguiente relación

$$y = f(x)$$

**Variable independiente (x): Diseño Hidráulico de Red de agua.** – El diseño hidráulico de la red de agua en viviendas multifamiliares es aquel que considera el cálculo del sistema de agua fría, caliente y contra incendio con la finalidad de optimizar el servicio.

**Variable dependiente (y): Servicio de agua.** - Se medirá en función a la satisfacción del usuario.

### 2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 15. Operacionalización de la variable.

Variable	Dimensión	Indicador
<b>Independiente:</b> Diseño Hidráulico de Red de agua	Sistema de agua fría	Dotación de agua fría Diámetro de tuberías Volumen de cisterna Potencia de bomba
	Sistema de agua caliente	Dotación de agua caliente Volumen de calentador
	Sistema contra incendio	Características del sistema contra incendio Presión Caudal Diámetro de tubería de impulsión Diámetro de tubería de succión Potencia de bomba
<b>Dependiente:</b> Servicio de agua	Calidad de servicio de agua	Cumplimiento de la norma IS 0.10.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

Se utilizó como método general el método científico, pues se cuenta con una serie de pasos sistematizados, que busca la comprensión general para entender el comportamiento específico, esto a fin de acercarse a la verdad.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue la aplicada porque resuelve un caso de funcionamiento hidráulico del sistema red de conexiones agua en edificaciones multifamiliares construidas por la empresa Caral. Se aprecia los conocimientos teóricos a la solución de un problema real.

#### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue el descriptivo - explicativo, debido a que además de establecer las características del fenómeno estudiado, mencionando sus principales propiedades del fenómeno estudiado, se buscará establecer las causas y efectos entre las variables estudiadas.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño fue el no experimental de corte transversal, debido a que en la presente investigación no existió manipulación de las variables, además que la toma de información se realizó en un solo momento, para posteriormente establecer proyecciones.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población estuvo conformada por todas las conexiones de red agua que tiene los edificios construidos por la empresa Caral en el año 2019.

#### **3.5.2. Muestreo**

El muestreo es no aleatorio o intencional para mejor disponibilidad del investigador.

#### **3.5.3. Muestra**

La muestra estuvo conformada por los tipos de conexiones de red agua que tienen los edificios construidos por la empresa Caral en el año 2019.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para el análisis de datos se hizo uso de softwares especializados como Microsoft Excel, con las cuales se pudo establecer y obtener cuadros y gráficos de interpretación de resultados. Además, para complementar el trabajo se ha aplicado programas como el AutoCAD 2019 con los que se han elaborado planos que esquematizaron los diseños presentados en la presente investigación.

### **3.7. Procesamiento de la información**

La recolección de datos se realizó con el diseño de red agua en el servicio de agua en la edificación multifamiliar por empresa Caral tomando datos de funcionamiento y capacidad de envío de agua potable para su distribución

La información se registró mediante reportes, los cuales indicaron la información para cada dimensión del estudio. Los reportes se consolidaron digitalmente para tener una estadísticas.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Sistema de agua fría.

##### 4.1.1. Dotación de agua fría

La dotación de la edificación se estimó en función a lo estipulado en el reglamento nacional de edificaciones; los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 16. Cálculo de la dotación.

Zonas de consumo de agua	Área (m <sup>2</sup> )/N° Dep.	Dotación (l/día)	Dotación total (l/día)
Primer piso			
Depósito	48.00	0.50	24.00
Estacionamiento	169.00	2.00	338.00
Áreas verdes	8.00	2.00	16.00
Segundo y cuarto piso			
Departamento C/01 dormitorios	2.00	500.00	1000.00
Departamento C/02 dormitorios	2.00	850.00	1700.00
Tercer y quinto piso			
Departamento C/01 dormitorios	2.00	500.00	1000.00
Departamento C/02 dormitorios	2.00	850.00	1700.00
Sexto piso			



Departamento C/01 dormitorios	2.00	500.00	1000.00
Séptimo piso			
Departamento C/01 dormitorios	2.00	500.00	1000.00
Octavo piso			
Departamento C/01 dormitorios	2.00	500.00	1000.00
Azotea			
Áreas verdes	48.50	2.00	97.00
Dotación diaria (m <sup>3</sup> )			8.88

La Tabla 16 muestra la dotación total para el sistema de agua fría, la cual es de 8.88 m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2. Diseño de cisterna de almacenamiento

La dotación de agua por día es de 8.88 m<sup>3</sup>, el cual debería ser el volumen de la cisterna, sin embargo, por razones constructivas el volumen de cisterna que se considerará es de 9.00 m<sup>3</sup>.

#### Cálculo del caudal de entrada

El caudal de entrada a la cisterna se determinó considerando un periodo de tiempo de llenado de 4 horas. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 17. Caudal de entrada de la cisterna.

$Q = Vol/t$	
Vol (m3):	9.00
t (s):	14400.00
Q (l/s):	0.625

La tabla anterior muestra el resultado del caudal de entrada a la cisterna, el cual es de 0.625 l/s.

## Características de la cisterna

Para una mejor comprensión de los valores obtenidos, a continuación, se detallan un resumen de las principales características de la cisterna.

Tabla 18. Características de la cisterna.

Características	
Volumen (m <sup>3</sup> ):	9
Caudal (m <sup>3</sup> /s):	0.000625
Diámetro (pulg):	3/4
Área (m <sup>2</sup> ):	0.000285
Tiempo (h)	4
Tiempo (s)	14400.00
Velocidad (m/s)	2.193

En la tabla anterior se muestran las características de la cisterna de la que se puede interpretar que, para una tubería  $\frac{3}{4}$  de pulgada de diámetro que transporta un caudal de 0.625 l/s el tiempo llenado será de 4 horas con una velocidad de 2.30 m/s; la cual está dentro de lo que la normativa exige.

### 4.1.3. Diseño hidráulico del sistema de agua fría

#### Cálculo de la máxima demanda simultánea

Para un adecuado diseño del sistema hidráulico se ha considerado el método Hunter establecido por la IS 0.10 del reglamento nacional de edificaciones.

Tabla 19. Cálculo de las unidades Hunter.

Aparato sanitario	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	Az	Total	Unidad de gasto	Unidad de gasto total
Inodoro	1	4	4	4	4	4	4	4	1	30	3	90
Lavatorio	1	4	4	4	4	4	4	4	1	30	1	30
Ducha	-	4	4	4	4	4	4	4	1	29	2	58
Lavadora	-	2	2	2	2	2	2	2	0	14	3	42
Lavadero p/ropa	-	2	2	2	2	2	2	2	0	14	3	42
Lavadero p/cocina	-	2	2	2	2	2	2	2	1	15	3	45
Unidades de gasto total de edificio												307

La Tabla 19 muestra la cantidad de unidades Hunter del proyecto el cual es de 307.

Tabla 20. Cálculo del caudal de gasto.

$$\frac{UH(320) - UH(300)}{UH(307) - UH(300)} = \frac{3.37 - 3.32}{X - 3.32}$$

UH (300)	3.32
UH (320)	3.37
UH (307)	3.33

Para determinar el valor del caudal necesario para las 307 unidades Hunter, se ha realizado una interpolación entre las unidades próximas al valor estimado anteriormente.

De la interpolación anterior se ha obtenido que el caudal necesario para determinar la máxima demanda simultánea es de 3.33 l/s.

### **Cálculo hidráulico del sistema de agua**

Para el diseño del sistema hidráulico se ha considerado los principios de básicos de la hidráulica en tuberías, por lo que se han diseñado el diámetro de las tuberías considerando un caudal de acuerdo a los determinados por las unidades Hunter, con una presión mínima de 2 m.c.a en la última salida; considerando además las pérdidas primarias por longitud de tubería y pérdidas secundarias debido a los accesorios.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 21. Cálculo hidráulico del sistema.

Tramo	U.H.	Q (lps)	Diámetro (pulg)	V (m/s)	Longitud equivalente por accesorios					Long.Tub (m)	S	Diferencia de cotas		Presión		Presión (PSI)	
					Codo	hf	Tee	hf	Válvula			hf	Inicio	Final	Inicio	Final	Final
Ducha - A	2	0.08	0.5	0.63	3	0.46					3.2	0.0443	23.1	21.1	2	4.2	5.98
A - B	5	0.23	0.5	1.82			1	0.754			0.5	0.3135	21.1	21.1	4.2	4.6	6.54
B - C	6	0.25	0.75	0.88	7	0.61	1	1.37	1	2.43	3.83	0.0508	21.1	21.1	4.6	5.2	7.4
C - D	9	0.32	0.75	1.12	1	0.61	1	1.37			2.87	0.0802	21.1	21.1	5.2	5.59	7.95
D - 8vo piso	45	1.02	1	2.01			1	1.74	1	3.56	2.75	0.169	21.1	18.35	5.59	9.7	13.8
8vo - 7mo piso	81	1.46	1	2.88			1	1.74			2.6	0.3284	18.35	15.75	9.7	13.73	19.52
7mo - 6to piso	117	1.81	1.5	1.59			1	2.74			2.6	0.0679	15.75	13.15	13.73	16.69	23.74
6to - 5to piso	153	2.08	1.5	1.82			1	2.74			2.6	0.0878	13.15	10.55	16.69	19.76	28.1
5to - 4to piso	189	2.37	1.5	2.08			1	2.74			2.6	0.1118	10.55	7.95	19.76	22.95	32.65
4to - 3er piso	225	2.63	1.5	2.31			1	2.74			2.6	0.1356	7.95	5.35	22.95	26.28	37.38
3er - 2do piso	261	2.91	2	1.44			1	3.42			2.6	0.0403	5.35	2.75	26.28	29.12	41.42
2do - 1er piso	297	3.27	2	1.61			1	3.42			2.6	0.05	2.75	0.15	29.12	32.02	45.55
1er - EQ bombeo	307	3.33	2	1.64			1	3.42			5.8	0.0517	0.15	-2.65	32.02	35.3	50.21

#### 4.1.4. Cálculo del equipo de bombeo

##### Caudal de bombeo

En función de las unidades Hunter, se ha podido determinar que el caudal de bombeo sea de 3.33 l/s.

$$Q_{m\text{ds}} = Q_b = 3.3 \text{ l/s}$$

Cabe resaltar que este caudal es el mínimo necesario que deben bombear el sistema.

##### Altura dinámica (HDT)

La altura dinámica es la distancia mínima que la bomba debe impulsar el agua para llegar a satisfacer a todos los puntos de demanda.

Tabla 22. Altura dinámica para el sistema de bombeo.

$H_{dt} = H_g + H_f + P_s$	
Hg (m):	23.75
Hf (m):	2.22
Ps (m):	2
Hdt (m):	27.97

De acuerdo a la tabla anterior la altura dinámica es de 27.97m; esta es la distancia que debe de impulsar la bomba cisterna.

##### Potencia de la electrobomba

Para la estimación de la potencia de la electrobomba será necesario considerar los valores como el diámetro de la tubería de impulsión, el diámetro de la tubería de succión y el caudal de salida; las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23. Datos para la estimación de la potencia de la bomba.

Datos:	
Q (l/s):	3.33
Ø Impulsión (pulg):	2
Ø Succión (pulg):	2.5

Para determinar la potencia de la bomba, es necesario estimar la longitud de la tubería de impulsión la cual es de 41.71, tal como se muestra en la Tabla 24

Tabla 24. Cálculo de la longitud para la tubería de impulsión.

Ø Impulsión 2 1/2"			
Accesorio	Cantidad	Long. Equivalente	Total (m)
Válvula check	1	3.213	3.213
Válvula compuerta	1	0.328	0.328
Codo 1 1/2 x 90°	3	1.554	4.662
Longitud total por accesorios			8.2
Longitud de tubería			33.51
Longitud total de impulsión			41.71

La Tabla 25 muestra el cálculo de la longitud total de succión el cual es de 3.76 m.

Tabla 25. Cálculo de la longitud para la tubería de succión.

Ø Succión 2 1/2"			
Accesorios	Cantidad	Long. Equivalente	Total (m)
Codo 2"x90°	1	1.756	1.76
Longitud total por accesorios			1.76
Longitud de tubería			2
Longitud total de succión			3.76

Para determinar las perdidas es necesario determinar el caudal y el diámetro de la tubería de succión. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 26. Pérdida de carga en la tubería de succión.

Pérdida de carga de succión y gradiente hidráulica	
Q (lps):	3.33
Ø (pulg):	2 1/2
C:	150
$S = \frac{\left( Q / 0.000426 * C * \phi^{2.63} \right)^{1/0.54}}{1000}$	
S (m/m):	0.0174
Long. Succión (m):	3.756
Hf (m):	0.0653544

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería de impulsión ha sido necesario determinar el caudal su diámetro. El resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 27. Pérdida de carga en la tubería de impulsión.

Pérdida de carga de impulsión y gradiente hidráulica	
Q (lps):	3.33
Ø (pulg):	2
C:	150
$S = \frac{\left( Q / 0.000426 * C * \phi^{2.63} \right)^{1/0.54}}{1000}$	
S (m/m):	0.0517
Long. Impulsión (m):	41.713
Hf (m):	2.1565621

Con los valores de las pérdidas por succión e impulsión se ha podido establecer la pérdida total en el sistema, el cual es de 2.22 m y se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 28. Pérdida de carga total.

Pérdida de carga total	
<i>Ht = Hf succión + Hf impulsión</i>	
Ht (m):	2.2219165

Finalmente se estableció la altura dinámica total considerando la altura estática y las pérdidas en cada tubería del sistema de agua fría; tal como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29. Cálculo de la altura dinámica total.

Altura dinámica	
$H.D.T = Ht + Hg + P$	
Nivel de succión de cisterna (m)	-2.65
Nivel de ingreso al punto más desfavorable (m):	21.1
Diferencia de altura total (m):	23.75
P (m):	2
H.D.T (m):	27.9719165

Con base a los resultados obtenidos se puede determinar la potencia de la bomba, la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 30. Potencia de la bomba.

$H.P = \frac{(Qb * Hdt)}{n * 75}$	
Qb (l/s):	3.33
Hdt (m):	27.97
n (%):	60
H.P. (hp):	2.06978

De la Tabla 30 se puede mencionar que la potencia de la bomba necesaria es de 2.06 hp, sin embargo al no ser comercial este deberá ser de 2.50 hp; además que deben ser 02 unidades para el desarrollo de limpieza en el sistema.

### **Tuberías de impulsión y succión**

De acuerdo al anexo N°05 de la norma IS 0.10 del reglamento nacional de edificaciones y para un caudal de bombeo  $Qb=3.33$  l/s se requiere:

Diámetro de tubería de impulsión: 2 “.

Diámetro de tubería de succión: 2 ½”.



## Cálculo de alimentadores de agua

Los alimentadores de tubería para cada piso, fueron estimados en la Tabla 21. Sin embargo, para un mejor entendimiento se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 31. Resumen de las tuberías de alimentadores.

Niveles	U.H. (Galería A)	Ø Alimentador
Azotea	9	3/4"
8 <sup>vo</sup> piso	51	1"
7 <sup>mo</sup> piso	93	1"
6 <sup>to</sup> piso	135	1 1/2"
5 <sup>to</sup> piso	177	1 1/2"
4 <sup>to</sup> piso	219	1 1/2"
3 <sup>er</sup> piso	261	2"
2 <sup>do</sup> piso	303	2"
1 <sup>er</sup> piso	307	2"

### 4.2. Sistema de agua caliente

Otro aspecto no muy tomado en cuenta dentro de sistemas familiares es el sistema de agua caliente, debido a que en la actualidad existen artefactos complementarios que calientan el agua, sin embargo, su duración es corta.

#### 4.2.1. Dotación para el sistema de agua caliente

El punto de partida para el diseño del sistema de agua caliente es la estimación de la dotación que se da por cada ambiente considerado en las viviendas, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 32. Dotación para agua caliente.

Ambientes	Nº departamentos	Dotación (l/día)	Dotación total (l/día)
Segundo y cuarto piso			
Departamento c/01 dormitorio	2	120	240
Departamento c/02 dormitorios	2	250	500
Tercer y quinto piso			

Departamento c/01 dormitorio	2	120	240
Departamento c/02 dormitorios	2	250	500
Sexto piso			
Departamento c/01 dormitorio	2	120	240
Séptimo piso			
Departamento c/01 dormitorio	2	120	240
Octavo piso			
Departamento c/01 dormitorio	2	120	240

Finalmente, para establecer la capacidad del calentador de agua se considera lo estimado en la siguiente tabla.

Tabla 33. Capacidad de calentador del sistema caliente.

Departamento	Dotación diaria en litros	Capacidad de almacenamiento diaria en litros	Capacidad de almacenamiento comercial
01 dormitorio	120	1/5 Dot.=24	50 L
02 dormitorios	250	1/5 Dot.=50	50L

Según la Tabla 33, cada departamento poseerá un calentador en base al número de dormitorios, tal como manda la norma IS 0.10 – Ítem N°3 – Sub título N°3.2 DOTACIONES – 3.4 EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE.

#### 4.3. Sistema contra incendio

El último aspecto para el óptimo diseño del sistema hidráulico de viviendas multifamiliares es el sistema contra incendio; siendo este en segundo grado de prioridad con respecto al sistema de agua fría.

Para la presente investigación se ha evaluado y definido el tipo de riesgo en las diversas partes de este proyecto; es así que se ha establecido que la edificación por sus características arquitectónicas, de mobiliario y equipamiento requieren un sistema de gabinetes de agua contra incendio.

### 4.3.1. Caudal y volumen

Para establecer la cantidad de volumen y caudal necesario, se consideró algunas características importantes del sistema elegido (ver Tabla 34).

Tabla 34. Selección de sistema contra incendio.

Clasificación	Manguera interiores (gpm)	Total combinada de manguera int y ext (gpm)	Tiempo duración (min)
Riesgo leve	0 - 50 o 100	100	30
Riesgo ordinario	0 - 50 o 100	250	60 - 90
Riesgo extra	0 - 50 o 100	500	90 - 120

Como se observa en la tabla anterior el sistema de gabinetes contra incendio requiere una cantidad de 100 g.p.m., durante un tiempo de 30 min; sin embargo, al ser una edificación de más de 15 m de altura la norma establece que el sistema debe tener un almacenamiento de 25 m<sup>3</sup> como mínimo. En este sentido el volumen de almacenamiento será de 25 m<sup>3</sup> con un tiempo de bombeo de 60 minutos.

Tabla 35. Cálculo del volumen del sistema de bombeo.

Piso	Cantidad	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1 <sup>er</sup> piso	1	22.71	
2 <sup>do</sup> piso	1	22.71	
3 <sup>er</sup> piso	1	22.71	
4 <sup>to</sup> piso	1	22.71	
5 <sup>to</sup> piso	1	22.71	
6 <sup>to</sup> piso	1	22.71	22.71
7 <sup>mo</sup> piso	1	22.71	
8 <sup>vo</sup> piso	1	22.71	
Azotea	1	22.71	
Máxima		22.71	

### 4.3.2. Sistema de bombeo

Debido a la gran altura del edificio fue necesario considerar un sistema de abastecimiento especial que parte de una cisterna ubicado debajo del estacionamiento; los cálculos realizados se muestran en las siguientes tablas:

## Perdida de gradiente en gabinete

Tabla 36. Pérdida de carga en salida de sistema contra incendio.

Perdida de carga por manguera	
Q (lps):	3
Ø (pulg):	1 1/2
C:	100
$S = \frac{\left( Q / 0.000426 * C * \phi^{2.63} \right)^{1/0.54}}{1000}$	
S (m/m):	0.366487
Long. Succión (m):	30
Hf (m):	10.99461

La Tabla 36, muestra el valor de las pérdidas que se darán en la manguera del gabinete.

Tabla 37. Pérdida de carga en boquilla del sistema contra incendio.

Perdida de carga por boquilla	
$H2 = \frac{0.40 * V^2}{Cv * 2G}$	
Cv:	0.82
V (m/s):	2.90
G(m <sup>2</sup> /s)	9.8
H2 (m/m):	0.366487

La Tabla 37, muestra la cantidad de columnas de agua que se perderá debido a la boquilla del sistema contra incendio en el gabinete.

## Perdida de gradiente en tuberías

Para determinar las perdidas en las tuberías se considerará los parámetros establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 38. Pérdida de carga en boquilla del sistema contra incendio.

Perdida de carga por tubería y accesorios	
Q (lps):	15
Ø Impulsión (pulg):	4
Ø Succión (pulg):	6

Para determinar la pérdida que se da en el sistema fue necesario establecer la longitud real de la tubería de impulsión, la cual es de 86.924 m (ver Tabla 39).

Tabla 39. Longitud de tubería de impulsión del sistema contra incendio.

Ø Impulsión 4"			
Accesorio	Cantidad	Long. Equivalente	Total (m)
Válvula check	1	8.45	8.45
Válvula compuerta	1	0.86	0.86
Codo 4"x90°	2	2.727	5.454
Tee 4"	5	8.182	40.91
Longitud total por accesorios			55.674
Longitud de tubería			31.25
Longitud total de impulsión			86.924

Además de determinar la longitud total de impulsión, fue necesario establecer la longitud total de la tubería de succión el cual fue de 7.386 m y se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 40. Longitud de tubería de succión del sistema contra incendio.

Ø Impulsión 6"			
Accesorio	Cantidad	Long. Equivalente	Total (m)
Codo 2"x90°	1	4.091	4.091
Válvula compuerta	1	1.295	1.295
Longitud total por accesorios			5.386
Longitud de tubería			2
Longitud total succión			7.386

Con el valor de la longitud de la tubería de impulsión, se ha determinado su pérdida total debido a los accesorios y tubería contra incendio.

Para el correcto diseño del sistema de bombeo se ha determinado la pérdida por los accesorios que presenta, esto muestra que por cada accesorio presente se perderá 0.21 m.c.a.

Tabla 41. Perdida de carga del sistema contra incendio debido a los accesorios.

Perdida de carga de impulsión	
Q (lps):	15
Ø (pulg):	4
C:	100
$S = \frac{\left(Q/0.000426 * C * \phi^{2.63}\right)^{1/0.54}}{1000}$	
S (m/m):	0.060789
$Hf = SxL$	
H1 (m):	10.99
$H2 = \frac{0.40 * V^2}{Cv * 2G}$	
Cv:	0.82
V (m/s):	2.9
G (m/s <sup>2</sup> ):	9.8
H2 (m/m):	0.209308

Para determinar la perdida primaria en la tubería de impulsión, fue necesario calcular las distancias del sistema, en este sentido, el valor de las perdidas por fricción en la tubería es de 5.28 m.c.a.

Tabla 42. Perdida de carga de la tubería de impulsión del sistema contra incendio.

Perdida de carga de impulsión	
Q (lps):	15
Ø (pulg):	4
C:	100
S (m/m):	0.060789
Long. impulsión (m):	86.924
Hf impulsión (m):	5.283987

De manera similar a lo anterior, se ha estimado que la perdida de carga en la tubería de impulsión es de 0.05 m.c.a.

Tabla 43. Perdida de carga de la tubería de succión del sistema contra incendio.

Perdida de carga de succión	
Q (lps):	15
Ø (pulg):	6
C:	100
S (m/m):	0.008437
Long. impulsión (m):	7.386
Hf impulsión (m):	0.05139
$H3 = Hf \text{ succión} + Hf \text{ impulsión}$	

H3 (m):

5.335377

Finalmente en la Tabla 43, también se puede observar el valor de la pérdida primaria total en el sistema contra incendio.

Tabla 44. Altura dinámica total del sistema contra incendio.

Altura dinámica total	
$HDT = Ht + Hf + P$	
P (m):	45
Nivel de succión de cisterna (m):	-2.65
Nivel de última salida (m):	22.6
Ht (m):	86.79

La altura dinámica para este sistema se muestra en la tabla anterior; de la cual podemos mencionar que para un edificio de 8 pisos es necesario suplir la deficiencia de 86.79 m.c.a.; es decir, esta es la altura con la que se debe diseñar la potencia de la bomba.

### Diseño de la potencia de la bomba

Para el diseño de la potencia de la bomba fue necesario considerar el caudal, la altura dinámica y la eficiencia, tal como se muestra a continuación

Tabla 45. Potencia de la bomba para el sistema contra incendio.

Potencia de la bomba	
$HP = \frac{Q * HDT}{60\% * 75}$	
Q (lps):	15
HDT (m):	86.79
e (%):	60
HP (hp):	28.93
HP (hp):	32

La tabla anterior muestra la potencia de la bomba centrífuga para el sistema contra incendio, el cual es de 28.93 hp sin embargo, debido a que no es una potencia comercial se deberá considerar de 32 hp.

Tabla 46. Datos para el diseño de la bomba Jockey para el sistema contra incendio.

Cálculo para bomba Jockey	
Q=5% Qb (lps):	0.75
HDT=110%HDTb (m):	95.47

Un aspecto importante que complementa el sistema contra incendio es la bomba Jockey la cual evita la puesta en marcha de bombas principales en caso de demanda de la red y mantiene las presiones estables para facilitar el trabajo de extinción del fuego. Para el diseño de la bomba Jockey es necesario considerar lo estipulado en la Tabla 46.

Tabla 47. Potencia de la bomba Jockey para el sistema contra incendio.

Potencia de la bomba	
$P = \frac{Q * HDT}{n * e}$	
P (hp):	1.75

La potencia de la bomba Jockey estimada en función a la fórmula de la Tabla 47 es de 1.75 hp, esta asegurará un adecuado comportamiento del sistema contra incendio.



## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El diseño hidráulico del sistema de agua para viviendas multifamiliares es un aspecto importante, pues es la encargada de suministrar el agua en todos los hogares, concordando así con lo que menciona Bernal & Rengifo (2013) por tal razón el diseño hidráulico se componen de un adecuado diseño del sistema de agua fría, agua caliente y sistema contra incendio.

Con respecto al sistema de agua fría, esta inicia con la estimación de la cantidad necesaria de agua para almacenar y distribuir en toda la edificación, por lo que se estimó la dotación diaria (ver Tabla 16), la cual es de  $8.88 \text{ m}^3/\text{día}$ ; sin embargo por motivos constructivos se consideró de  $9 \text{ m}^3$ , esto cumple con lo estipulado en la norma IS 0.10 del reglamento nacional de edificaciones, pues menciona que si solo existe cisterna, el volumen será la dotación diaria o un mínimo de 1000 l.

Otro aspecto importante en el sistema de agua fría es el cálculo de los diámetros de tuberías o de los alimentadores de la red de abastecimiento, para tal fin se ha utilizado el método Hunter para establecer el caudal de diseño.

El valor estimado de las unidades Hunter es de 307 (ver Tabla 19), con esta se pudo estimar que el caudal necesario para satisfacer la máxima demanda probable en la edificación es de 3.33 l/s.

Con el valor del caudal mencionado se pudo determinar los principales parámetros que el MVCS (2006) exige, en especial la velocidad mínima y la presión final en cada punto de salida del sistema.

Como parte final para el abastecimiento del agua fría desde la cisterna hasta los puntos de salida, fue necesario la consideración de un sistema de bombeo hidroneumático con la capacidad de abastecer continuamente a todo el sistema. El cálculo realizado muestra que para impulsar una altura dinámica de 27.97 m se necesita una bomba con una potencia de 2.50 hp con una tubería de impulsión de 2" (ver Tabla 29 y Tabla 30); además para cumplir con lo que el MVCS (2006) estipula es necesario que al momento de la construcción se considere dos equipos de bombeos, previendo futuros mantenimientos del sistema.

El diseño del sistema de agua caliente en una edificación resulta muchas veces complementaria o de poca importancia, debido principalmente a que en la actualidad existen artefactos alternativos para el calentamiento del agua; esto coincide con lo que establece Rivadeneira (2012), sin embargo a pesar de su facilidad de uso muchos presentan fallas en cortos periodos de tiempo; es por ello que la planificación de este sistema desde el inicio de su construcción es mejor.

En tal sentido el diseño del sistema de agua caliente inicia con la dotación que debería de tener los artefactos calentadores de agua; Según la Tabla 33 se ha establecido que el volumen del calentador para las viviendas con uno y dos

departamentos deben ser de 50 L; mientras que el diámetro de tubería de  $\frac{3}{4}$ " de un material resistente al calor como las tuberías CPVC.

El último aspecto importante para el óptimo diseño hidráulico es el sistema de agua contra incendio. Para la determinación del caudal y el volumen necesario se deben verificar las especificaciones técnicas del sistema que se elige. En tal sentido y de acuerdo a la envergadura del proyecto se han colocado el sistema contra incendio por gabinetes, cuyas especificaciones se muestran en la Tabla 34; de esta también se puede obtener que el volumen requerido es de  $22.71 \text{ m}^3$ , sin embargo el MVCS (2006), recomienda un volumen mínimo de  $25 \text{ m}^3$ , razón por la cual se asume este valor.

Una parte complementaria y de suma importancia para el sistema contra incendio es el bombeo que se debe dar desde la cisterna; en este punto se debe recalcar que para la presente investigación se ha considera una cisterna diferente para el sistema de agua fría y el de contra incendio. En este sentido y de acuerdo a la Tabla 44 y Tabla 45 se requiere una bomba con una potencia de 32 hp para llegar a una altura dinámica de 86.79 m.c.a.

Otro aspecto importante en adecuado funcionamiento del sistema de bombeo, es considerar una bomba Jockey, con la finalidad de asegurar un adecuado comportamiento en la probable ocurrencia de un incendio cuya potencia y características se muestran en la Tabla 47.

## CONCLUSIONES

1. El diseño hidráulico de red mejoró el servicio de agua en edificios construidos por la empresa Caral, cumpliendo lo estipulado en la IS 0.10 del Reglamento Nacional De Edificaciones.
2. El diseño hidráulico del sistema de agua fría consta de una cisterna de 9 m<sup>3</sup>, impulsadas mediante dos bombas de 2.50 hp a una altura dinámica de 27.97 m.c.a.; mientras que las redes o alentadores del sistema son: del primer piso al tercer piso una tubería de 2", del cuarto piso a sexto piso de 1 ½", del séptimo al octavo piso de 1" y en la azotea de ¾".
3. El sistema de agua caliente consta de un total de dieciséis (16) calentadores eléctricos ubicados en duchas y lavatorios. Cada calentador tendrá una capacidad de 50 litros y abastecerá a viviendas de 01 y 02 habitaciones. Con respecto al diseño de la tubería este se consideró de ¾" los cuales fueron plasmados en los planos.
4. El sistema contra incendio fue establecido en función a sus características arquitectónicas, de mobiliario y equipamiento; por lo que se escogió el sistema húmedo mediante gabinetes presurizado; este comprende además un almacenamiento de 25 m<sup>3</sup>, así como una electrobomba con una potencia de 32 hp capaz de impulsar un caudal de 15 l/s a una altura dinámica de 86.79 m. Como apoyo al sistema de bombeo principal (para mantener la presión del sistema) se consideró bombas de presión tipo "Jockey" para un caudal de 0.75l/s, una altura dinámica de 95.47 m y con una potencia de 1.75 hp. Con respecto a las tuberías de succión e impulsión estas serán de

diámetro de 6" y 4" respectivamente, las cuales tendrán como terminaciones los gabinetes contra incendio que poseen mangueras de diámetro de 40mm (1 ½").

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los ejecutores de proyectos, realizar pruebas hidráulicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los sistemas considerados.
2. Se recomienda que para el diseño de las redes de distribución del sistema de agua fría la presión estática máxima debe ser de 50 m.c.a.; mientras que la mínima es de 2 m.c.a.
3. Se recomienda que las tuberías de las instalaciones de agua deben ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural, por lo que para tuberías verticales deben preverse ductos especiales.
4. Se recomienda que los equipos de bombeo diseñados se ubiquen sobre estructuras de concreto, para absorber vibraciones que se produzcan.
5. Se recomienda a los proyectistas considerar dos sistemas de almacenamiento por separado para el sistema de agua fría y el de contra incendio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Argueta, E. (2011). *Implementación de sistemas hidroneumáticos residenciales, ventajas y desventajas*. Universidad San Carlos de Guatemala. Retrieved from [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3217\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3217_C.pdf)
2. Bernal, J. P., & Rengifo, J. C. (2013). Diseño hidráulico de la red de agua potable y alcantarillado del sector la estación de la ciudad de Ascope-La Libertad. Perú.
3. Guayasamin, R., & Villacreses, R. (2014). *Estudio y diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para las localidades de Nitón y Chiquicha, Ambato*. Universidad Técnica de Ambato.
4. Israel, G. (2011). *Calidad en la gestión de Servicios* (1ª. Ed.). Venezuela: Fondo Editorial Biblioteca Universidad Rafael Urdaneta.
5. MVCS. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima - Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
6. Panebra, M. (2017). Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y su Influencia en las Condiciones de Salubridad del Agua en el Centro Poblado 28 de Julio, Distrito de Pichanaqui, Junín. Perú.
7. PAVCO. (2011). *Manual técnico tubosistemas presión PVC*. Colombia. Retrieved from [file:///C:/Users/HP/Downloads/Manual-Tuberria-PVC\\_Presion.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Manual-Tuberria-PVC_Presion.pdf)
8. Quiroz, J. (2018). *Diseño de instalaciones sanitarias para el costo óptimo de un proyecto de edificación multifamiliar-Cercado del Callao, 2018*. Universidad César Vallejo.

9. Ramirez, C. (2018). *Diseño de instalaciones sanitarias para generar la salubridad necesaria en un edificio de 5 pisos, San Borja-2018*. Univerisdad César Vallejo.
10. Rivadeneira, J. (2012). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del barrio "La Campiña" Cantón Quito, provincia de Pichincha*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
11. Rivadeneira, V. (2012). Cantidad de agua potable de la red de distribución y su incidencia en la satisfacción de los usuarios de la Ciudad de Palora, Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago - Ecuador. Ecuador.
12. Rodriguez, Á., & Hizo, M. (2011). *Instalaciones sanitarias para la institución educativa Mariscal Oscar R. Benavides – Iquitos – Maynas – Loreto*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
13. Sánchez, G., Berenguer, M., & Gonzáles, M. (2005). Encuentro de servicio, valor percibido y satisfacción del cliente en la relación entre empresas. México: Cuadernos de Estudios Empresariales.
14. Soto, J. (2010). *Evaluación de los problemas post-construcción para mejorar el desempeño de las instalaciones sanitarias en edificaciones multifamiliares*. Universidad Nacional de Ingeniería.
15. Torres, E. (2018). Diseño para el mejoramiento del servicio de agua potable e instalación de unidades básicas de saneamiento en el caserío Picomas, distrito de Cachicadán - provincia de Santiago de chuco – región La Libertad. Perú.
16. Vavra, T. (2002). *Cómo medir la satisfacción del cliente según la ISO 9001:2000*. Madrid: Fundación Confemetal.



## **ANEXOS**

**ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

### Matriz de consistencia

<b>Tesis: Diseño hidráulico de red de agua para optimizar el servicio en edificios construidos por la empresa Caral</b>						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general:</b> ¿De qué manera el diseño hidráulico de la red de agua influye en el servicio de edificios construidos por la empresa Caral?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿Qué diseño hidráulico presenta la red de agua fría para mejorar el servicio en edificios? b) ¿Cuál es el diseño hidráulico de la red de agua caliente para optimizar el servicio en edificios? c) ¿Qué diseño hidráulico presenta el sistema contra incendio para optimizar el servicio en edificios ?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Establecer la influencia del diseño hidráulico de red en el servicio de agua en edificios construidos por la empresa Caral.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Determinar el diseño hidráulico que presenta la red de agua fría para optimizar el servicio en edificios. b) Definir el diseño hidráulico de la red de agua caliente para optimizar el servicio en edificios. c) Determinar el diseño hidráulico que presenta el sistema contra incendio para optimizar el servicio en edificios.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El diseño hidráulico de red mejorará el servicio de agua en edificios construidos por la empresa Caral.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) El diseño hidráulico de la red de agua fría en edificios construidos por la empresa Caral, es aquel que cuenta con una cisterna, sistema de bombeo y redes de distribución . b) El diseño hidráulico de la red de agua caliente en edificios construidos por la empresa Caral, es aquel que cuenta con un sistema de calefacción de agua. c) El diseño hidráulico presenta el sistema contra incendio construidos por la empresa Caral, es aquel que cuenta con un sistema de gabinetes contra incendios abastecidos por un sistema de bombeo y una cisterna.</p>	<p><b>Independiente</b> : Diseño Hidráulico de Red de agua .</p> <p><b>Dependiente:</b> Servicio de agua.</p>	<p>- Sistema de agua fría.</p> <p>- Sistema de agua caliente.</p> <p>- Sistema contra incendio.</p> <p>- Calidad de servicios agua</p>	<p>-Dotación de agua fría</p> <p>- Diámetro de tuberías</p> <p>- Volumen de cisterna</p> <p>- Potencia de bomba.</p> <p>-Dotación de agua caliente</p> <p>-Volumen de calentador</p> <p>- Características del sistema contra incendio</p> <p>- Presión</p> <p>- Caudal</p> <p>- Diámetro de tubería de impulsión</p> <p>- Diámetro de tubería de succión</p> <p>- Cumplimiento de la norma IS 0.10.</p>	<p><b>Método general:</b> Método científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo - explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> No experimental.</p> <p><b>Población:</b> La población estuvo conformada por todas las conexiones de red agua que tienen los edificios construidos por la empresa Caral en el año 2019.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra estuvo conformada por los tipos de conexiones de red agua que tienen los edificios construidos por la empresa Caral en el año 2019.</p>

## **ANEXO N° 02: PRUEBA HIDRÁULICA**

**PROTOCOLO DE PRUEBA Y OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE PRESION**

**CONSTANTE**

**Obra :** **VIVIENDA MULTIFAMILIAR "MURALES AZCONA"** Ubicado en **Jiron Monte Caoba N° 539; Distrito de Santiago de Surco – Provincia y Departamento de Lima.**

**Contratante :** **CARAL S.A.**

**Contratista :** **INKAMAQ PERU S.A.**

En Miraflores, a los 24 días del mes de Febrero del año 2019, estando representados el contratante y el contratista; se realiza el protocolo de prueba y operatividad DEL SISTEMA DE PRESION CONSTANTE, cuyos detalles se describen a continuación:

- Suministro e instalación de 03 bombas marca ESPA, Modelo VE-121-3, de 7.5 HP.
- Suministro e instalación de 01 Tanque Hidroneumatico de 100 Litros.
- Suministro e instalación de 01 Tablero De presión constante para 03 bombas de 7.5 hp; con 03 Variadores de Velocidad marca WEG.
- Suministro e instalación de accesorios necesarios para el normal funcionamiento.

**INSPECCION MECANICA/ELECTRICA**

ACTIVIDADES	RESULTADO
Se procede a revisar la instalacion en general	OPTIMO
Se revisa el anclaje de las bombas	OPTIMO
Se revisa el estado de las válvulas, tanto la apertura y cerrado	OPTIMO

**OPERATIVIDAD DEL SISTEMA**

ACTIVIDADES	RESULTADO
El sistema Funciona en el Modo Manual	OPTIMO
El sistema Funciona en el Modo Automatico	OPTIMO
El sistema Entrega una presión de trabajo de	70 PSI

# INKAMAQ PERU S.A.

## FIRE PROTECTION

---

Luego de realizar las pruebas, EL CONTRATANTE recibe la instalación a plena satisfacción con lo contratado.

Se expide el presente certificado, para los fines convenientes del interesado.

Atentamente,



Edgardo Lozano Pinedo  
Gerente General

**PROTOCOLO DE PRUEBA HIDROSTATICA Y DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA  
CONTRA INCENDIOS**

**OBRA** : **“MURALES AZCONA”, Ubicado en el Jr. Monte Caoba 539  
Distrito de Santiago de Surco – Provincia y Departamento de Lima.**

**SEÑORES** : **CARAL S. A.**

**Contratista** : **INKAMAQ PERU S.A.**

**BASE LEGAL:**

- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma A-130
- Estándar para la Inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de agua contra Incendio NFPA 25.

En San Miguel a los 28 Días del mes de Febrero del año 2019 se realiza el presente informe, para verificar el estado operativo de la red contraincendios y las condiciones de presión/caudal del sistema de bombeo que protege al Edificio Multifamiliar.

**DETALLES DEL PROTOCOLO:**

Se otorga el presente Protocolo de Prueba Hidrostática y de operatividad del sistema contraincendios que comprende las siguientes instalaciones:

- Bomba principal Contra Incendios.
- Bomba Jockey.
- Tablero controlador eléctrico ACI.
- Instalación general del sistema contraincendios.

DATOS GENERALES DEL USUARIO	
RAZON SOCIAL	SERVIPRO S.R.L.
Uso	Edificio Multifamiliar de viviendas
Ubicación	Distrito de San Miguel – Provincia y Departamento de Lima
Dirección	Jr. José Antonio de la Sucre N° 763 - 765

DATOS GENERALES DEL SISTEMA DE EXTINCION (Red Contraincendios)	
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	
Cisterna	90.00 M³ Limpia y Clara
Aspecto Exterior de la cisterna	Sin filtraciones ni manchas de humedad
Temperatura del agua	Temperatura ambiente
Válvula de sectorización Cisterna	Operativa, normalmente Abierta

# INKAMAQ PERU S.A.

## FIRE PROTECTION

EQUIPO DE BOMBEO	
Fecha de Instalación	Agosto 2018
Fecha de servicio de prueba	Septiembre 2018
Próximo servicio de mantenimiento	Marzo 2019
Montaje principal	4" SCH – 40
Electrobomba principal:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca : Hidrostal</li> <li>• Modelo : 65-250</li> <li>• Motor : Weg-W22 Carcasa 63-132</li> <li>• Potencia : 40 HP; 220V; 60 Hz; 3540 rpm</li> </ul>
Caudal / HDT	369 GPM@86.53 MCA
Electrobomba Jockey	Marca PENTAX U5V-350/7T de 3.5 HP
Tablero de control /220V-60 Hz/ 40 HP	Arranque Estrella Triangulo de transición abierta
Accesorios de Instalación:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Succión : Válvula OS&amp;Y de 4" UL/FM N/A</li> <li>• Descarga: Válvula Check de 4" UL/FM. Válvula mariposa de 4" UL/FM N/A</li> <li>• Retorno: Válvula mariposa de 4" UL/FM N/C Válvula de Recirculación de 3/4</li> <li>• 02 Presostatos de automatización</li> <li>• 02 Manómetros Viking UL/FM</li> <li>• Accesorios de bomba jockey: Válvula esférica de succión, válvula check de descarga, válvula esférica de descarga</li> </ul>

RED CONTRAINCENDIOS	
Válvula Siamesa y válvula ckeck de 4" / UL /	01
Montante SCH-40 – escalera	De 4"
Montante SCH-40 – rociadores y gabinetes	De 4"
Condición de las montantes	Húmeda en uso
01 Manómetro al final de cada montante	Viking 0-300 PSI / UL
01 Purga de aire automática al final de montante	Marca Watts
Montante Para Red de rociadores SCH-40	De 4"
Estación de control de rociadores monitoreadas	02
Accesorios de cada estación de control de rociadores:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 Válvula mariposa supervisada.</li> <li>• Detector de flujo supervisado.</li> <li>• Válvula de prueba y drenaje con visor.</li> <li>• Manómetro Viking 0-300 PSI</li> </ul>
119 Rociadores Up Right (hacia arriba)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca; DC- Tyco</li> <li>• Respuesta; estándar</li> <li>• Factor K = 5.6</li> <li>• Temperatura de apertura 68°C</li> </ul>
11 Gabinetes contraincendios Tipo II Sótanos hasta el piso 07	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11 Válvulas angulares de 1 ½" restrictores de presión (Giacomini A156) / UL/FM</li> <li>• 11 Manguera de 1 ½" x 30 Mts.</li> <li>• 11 Pitón de Policarbonato Chorro/Niebla UL/F</li> </ul>
11 Tomas de Bomberos Sótanos hasta el piso 07	Válvula angular de 2 ½" / Giacomini/ Con su respectivo tapón



**INSPECCION Y PRUEBAS REALIZADAS**

SISTEMA CONTRAINCENDIOS – CUARTO DE BOMBAS	
La Bomba Jockey se enciende cuando el manómetro marca	110 PSI
La Bomba Jockey se apaga cuando el manómetro marca	130 PSI
La Bomba principal se enciende cuando el manómetro marca	90 PSI

PRUEBAS DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE BOMBEO	
01 Válvula de abastecimiento	Totalmente abiertos
Arranque manual	Totalmente operativo
Arranque automático	Operativo en uso

PARAMETROS DE OPERACION – BOMBA PRINCIPAL	
Presión de Trabajo	125 PSI
Apertura de válvula de recirculación	150 PSI

PARAMETROS DE OPERACION – BOMBA JOCKEY	
Presión de Trabajo	125 PSI
Apertura de válvula de recirculación	160 PSI

PRUEBA REALIZADA EN EL SOTANO CON 01 MANGUERA CONTRAINCENDIOS	
Presión de Trabajo – Bomba principal	125 PSI
Válvula utilizada – Restrictora de presión	125 PSI

PRUEBA REALIZADA EN EL SOTANO CON LA APERTURA DE 01 ROCIADOR	
Presión de Trabajo – Bomba principal	125 PSI
Presión en la red de rociadores del sótano	125 PSI

REVISION DE TUBERIA EN GENERAL	
Tubería SCH – 40 sin costura	100 %
Tratamiento :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Granillado 100% según norma SSPC – SP5; Granilla esférica S 230.</li> <li>Aplicación de base esmalte y acabado rojo bermellón – Ral 3000</li> </ul>

**CONCLUSIONES:**

- LA INSTALACION DE LAS BOMBAS DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS CUMPLEN CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMATIVIDAD VIGENTE Y SE ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO DE OPERATIVIDAD.
- LAS MANGUERAS Y PITONES CONTRA INCENDIOS SE ENCUENTRAN EN CONDICIONES OPERATIVAS.

# INKAMAQ PERU S.A.

## FIRE PROTECTION

---

- LAS TUBERIAS EXPUESTAS NO MUESTRAN FUGAS NI AVERIAS.
- LOS RANGOS DE PRESION Y CAUDAL CUMPLEN CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE.

### RECOMENDACIONES:

- Cumplir con la inspección diaria – Se adjunta formato.
- Cumplir con las pruebas semanales; ya que según la NFPA 25, artículo 8.3, indica que debe realizarse una prueba semanal y la bomba principal debe funcionar un mínimo de 10 minutos – Se adjunta formato.
- Programar un mantenimiento anual completo del sistema contraincendios.

Se expide el presente certificado, para los fines convenientes del interesado.

Atentamente,



Edgardo Lozano Pinedo  
Gerente General

**ANEXO N° 03: COSTOS**

## PRESUPUESTO SANITARIO

OBRA: VIVIENDA MULTIFAMILIAR "MURALES AZCONA"  
 CLIENTE : SATURNO 21 SAC  
 FECHA: sábado, 1 de Junio de 2019

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN PARTIDA CLIENTE	UND	METRADO	C.U. S/	PARCIAL S/
<b>01</b>		<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
<b>05.02</b>		<b>SISTEMA DE AGUA FRÍA</b>				
<b>05.02.01</b>		<b>SALIDAS DE AGUA FRÍA</b>				
05.02.01.01		SALIDA DE AGUA FRÍA, TUBERÍA PPR CLASE 10, Y ACC. PPR CLASE 20, Ø 1/2"	pto	123.00	56.84	6,991.32
05.02.01.02		SALIDA DE AGUA FRÍA, TUBERÍA PPR CLASE 10, Y ACC. PPR CLASE 20, Ø 1"	pto	1.00	80.12	80.12
05.02.01.03		SALIDA DE AGUA FRÍA, TUBERÍA PPR CLASE 10, Y ACC. PPR CLASE 20, Ø 1.1/4"	pto	24.00	85.13	2,043.01
<b>05.02.02</b>		<b>ACOMETIDA DE AGUA FRÍA A CISTERNA (INC. ACC., SOPORTERÍA, PRUEBA, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN)</b>				
05.02.02.01		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-10, DIN8077 DIN8078, Ø 2"	m	22.00	39.35	865.63
<b>05.02.03</b>		<b>REDES DE ALIMENTACIÓN DE AGUA FRÍA (INC. ACC., SOPORTERÍA, PRUEBA, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN)</b>				
05.02.03.01		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, ADOSADA, ACERO AL CARBONO, ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 3/4"	m	12.00	14.84	178.10
05.02.03.02		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, ADOSADA, ACERO AL CARBONO, ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 1"	m	50.00	19.03	951.40
05.02.03.03		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, ADOSADA, ACERO AL CARBONO, ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 1.1/2"	m	410.00	33.78	13,849.67
05.02.03.04		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, ADOSADA, PPR-100, TIPO 3 PN-10, DIN8077 DIN8078, Ø 2"	m	195.00	46.95	9,155.07
05.02.03.05		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, ADOSADA, ACERO AL CARBONO, ASTM A-53, GRADO B SCH-41, Ø 2.1/2"	m	24.00	65.10	1,562.30
<b>05.02.04</b>		<b>REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA (INC. ACC., SOPORTERÍA, PRUEBA, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN)</b>				
05.02.04.01		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-10, DIN8077 DIN8078, Ø 1/2"	m	420.00	14.48	6,082.15
05.02.04.02		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-10, DIN8077 DIN8078, Ø 3/4"	m	908.00	14.84	13,476.38
05.02.04.03		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-10, DIN8077 DIN8078, Ø 1"	m	21.00	19.03	399.59
05.02.04.04		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-10, DIN8077 DIN8078, Ø 1.1/4"	m	42.00	25.04	1,051.55
05.02.04.05		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-10, DIN8077 DIN8078, Ø 1.1/2"	m	100.00	33.78	3,377.97
05.02.04.06		TUBERÍA DE AGUA FRÍA, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-10, DIN8077 DIN8078, Ø 2"	m	158.00	46.95	7,417.95
<b>05.02.05</b>		<b>VÁLVULAS DE CORTE (INC. NIPLS Y UNIONES UNIVERSALES)</b>				
05.02.05.01		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 1/2"	und	27.00	44.10	1,190.70
05.02.05.02		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 3/4"	und	152.00	47.04	7,150.08
05.02.05.03		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 1"	und	2.00	63.70	127.40
05.02.05.04		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 1.1/4"	und	7.00	73.50	514.50
05.02.05.05		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 1.1/2"	und	16.00	96.04	1,536.64
05.02.05.06		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 2"	und	4.00	260.38	1,041.53
<b>05.02.06</b>		<b>ALMACENAMIENTO DE AGUA-CUARTO DE BOMBA DE LA CISTERNA (SEGÚN DISEÑO EN PLANO)</b>				
05.02.06.01	EB-01 ZONA ALTA	SUM., INSTAL. Y PRUEBA DE EQUIPO DE BOMBEO DE VELOC. VARIABLE Y PRESIÓN CTE. ZA : 02 ELECTROBOMBAS DE QB=8.06L/SG, HDT=108.18MCA, C/U, (INC. INSTAL. ELÉCTRICA), SEGÚN DETALLE EN PLANO.	glb	1.00	51,450.00	51,450.00
05.02.06.02	EB-02 ZONA BAJA	SUM., INSTAL. Y PRUEBA DE EQUIPO DE BOMBEO DE VELOC. VARIABLE Y PRESIÓN CTE. ZB : 02 ELECTROBOMBAS DE QB=7.15L/SG, HDT=71.4MCA, C/U, (INC. INSTAL. ELÉCTRICA), SEGÚN DETALLE EN PLANO.	glb	1.00	45,080.00	45,080.00
<b>05.02.07</b>		<b>OTRAS INSTALACIONES</b>				
05.02.07.01		VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 3/4", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	60.00	1,269.83	76,189.68
05.02.07.02		VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 1", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	21.00	1,764.00	37,044.00
05.02.07.03		VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 1.1/2", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und			
05.02.07.04		VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 2", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	4.00	4,039.00	16,156.01
05.02.07.05		VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 2 1/2", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und			
05.02.07.06		AMORTIGUADOR DE GOLPE DE ARIETE, P/APARATOS SANITARIOS C/FLUXÓMETRO, CONEXIÓN DE Ø 1",	und	14.00	299.94	4,199.18
05.02.07.07		CONEXIÓN DOMICILIARIA, MEDIDOR CLASE "C" Ø1,1/ 2", INC. CAJA, VÁLVULA Y ACC., SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und			
<b>05.02.08</b>		<b>VARIOS</b>				
05.02.08.01		IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN, P/TUB. DE AGUA FRÍA, DE Ø 1/2" A 1.1/2",	m	1.00	784.00	784.00
05.02.08.02		IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN, P/TUB. DE AGUA FRÍA, DE Ø 2" A 3",	m	1.00	784.00	784.00
<b>05.03</b>		<b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE</b>				
<b>05.03.01</b>		<b>SALIDA DE AGUA CALIENTE</b>				
05.03.01.01		SALIDA DE AGUA CALIENTE, TUBERÍA PPR CLASE 16, Y ACC. PPR CLASE 20, Ø 1/2"	pto	324.00	66.64	21,591.36
<b>05.03.02</b>		<b>REDES DE ALIMENTACIÓN DE AGUA CALIENTE (INC. ACC., SOPORTERÍA, PRUEBA, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN)</b>				
05.03.02.01	Ac. Inox -R	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, ADOSADA, ACERO AL CARBONO, ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 3/4" (retorno)	m	108.00	77.45	8,364.91

## PRESUPUESTO SANITARIO

OBRA: VIVIENDA MULTIFAMILIAR "MURALES AZCONA"  
 CLIENTE : SATURNO 21 SAC  
 FECHA: sábado, 1 de Junio de 2019

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN PARTIDA CLIENTE	UND	METRADO	C.U. S/	PARCIAL S/
05.03.02.02	Ac. Inox	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, ADOSADA, ACERO AL CARBONO , ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 1"	m	130.00	110.51	14,366.90
<b>05.03.03</b>		<b>REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DE RETORNO DE AGUA CALIENTE (INC. ACC., SOPORTERÍA, PRUEBA, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN)</b>				
05.03.03.01	PPR	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 1/2"	m	650.00	40.06	26,038.30
05.03.03.02	PPR	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 3/4"	m	395.00	36.05	14,240.95
05.03.03.03	PPR	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 1"	m	47.00	45.07	2,118.12
05.03.03.04	Ac. Inox	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, ADOSADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 1.1/2"	m	375.00	146.92	55,095.23
05.03.03.05	Ac. Inox	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 2"	m	28.00	202.76	5,677.40
05.03.03.06		TUBERÍA DE AGUA CALIENTE (RAC), COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 1 1/2"	m	38.00	59.09	2,245.30
<b>05.03.04</b>		<b>VÁLVULAS DE CORTE (INC. NIPLS Y UNIONES UNIVERSALES)</b>				
05.03.04.01		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 1/2"	und	11.00	44.10	485.10
05.03.04.02		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 3/4"	und	152.00	47.04	7,150.08
05.03.04.03		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 1 1/2"	und	10.00	73.50	735.00
05.03.04.04		VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 2"	und	1.00	96.04	96.04
<b>05.03.05</b>		<b>EQUIPOS - SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE</b>				
05.03.05.01	EB-06	CALENTADOR 1: SUM., INSTAL. Y PRUEBA DE EQUIPO DE BOMBEO : 02 ELECTROBOMBAS DE QB=1,33L/SG, HDT=15MCA, C/U, (INC. INSTAL. ELÉCTRICA), SEGÚN DETALLE EN PLANO.	glb	1.00	19,600.00	19,600.00
05.03.05.02	EB-07	CALENTADOR 2: SUM., INSTAL. Y PRUEBA DE EQUIPO DE BOMBEO : 02 ELECTROBOMBAS DE QB=1,33L/SG, HDT=15MCA, C/U, (INC. INSTAL. ELÉCTRICA), SEGÚN DETALLE EN PLANO.	glb	1.00	19,600.00	19,600.00
05.03.05.03	EB-09	RETORNO DE AGUA CALIENTE ZA: SUM., INSTAL. Y PRUEBA DE EQUIPO DE BOMBEO : 02 ELECTROBOMBAS DE QB=0,45L/SG, HDT=21,01MCA, C/U, (INC. INSTAL. ELÉCTRICA), SEGÚN DETALLE EN PLANO.	glb	1.00	19,600.00	19,600.00
05.03.05.04	EB-08	RETORNO DE AGUA CALIENTE ZB: SUM., INSTAL. Y PRUEBA DE EQUIPO DE BOMBEO : 02 ELECTROBOMBAS DE QB=0,41L/SG, HDT=51,15MCA, C/U, (INC. INSTAL. ELÉCTRICA), SEGÚN DETALLE EN PLANO.	glb	1.00	24,500.00	24,500.00
05.03.05.06		SUM. E INSTAL. DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA CALIENTE:, 02 CALENTADOR DE AGUA DE Q=4,8M3/H Y 02 TANQUE DE ALMAC. DE 6,86M3, SEGÚN DETALLE EN PLANO.	glb	1.00	258,104.56	258,104.56
<b>05.03.06</b>		<b>EQUIPOS - PISCINA TEMPERADA</b>				
05.03.06.01	PISCINA	SUM., INSTAL. Y PRUEBA DE EQUIPO DE BOMBEO : , 02 ELECTROBOMBAS CON TRAMPA DE PELOS QB=2L/SG, HDT=32,2MCA, C/U, (INC. INSTAL. ELÉCTRICA),	glb	1.00	7,717.20	7,717.20
05.03.06.02		SUM. E INSTAL. DE EQUIPOS: 01 FILTRO DE ARENA, 01 CLORINADOR Y 01 CALENTADOR DE AGUA, SEGÚN DETALLE EN PLANO., SEGÚN DETALLE EN PLANO.	glb	1.00	25,131.12	25,131.12
<b>05.03.07</b>		<b>OTRAS INSTALACIONES</b>				
05.03.07.01		VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 3/4", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	66.00	2,081.52	137,380.32
05.03.07.02		VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 1", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	27.00	3,372.68	91,062.35
05.03.07.03		VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 2", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	2.00	4,179.21	8,358.42
05.03.07.04		JUNTA DE DILATACIÓN, P/TUB. DE AGUA CALIENTE, DE Ø 3/4", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	190.00	199.29	37,865.70
05.03.07.05		JUNTA DE DILATACIÓN, P/TUB. DE AGUA CALIENTE, DE Ø 1", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	190.00	280.41	53,278.37
05.03.07.06		JUNTA DE DILATACIÓN, P/TUB. DE AGUA CALIENTE, DE Ø 1 1/2", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	268.00	320.47	85,886.34
05.03.07.07		CONTROL DE TEMP. Y RETORO DE AGUA CALIENTE, INC. VÁLV.(CORTE Y REGULACIÓN DE TEMP.), TUB. Y ACC., DE 1,1/2", SEGÚN	und			
<b>05.03.08</b>		<b>VARIOS</b>				
05.03.08.01		IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN, P/TUB. DE AGUA CALIENTE, DE Ø 1/2" A 1.1/2"	m	1.00	784.00	784.00
05.03.08.02		IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN, P/TUB. DE AGUA CALIENTE, DE Ø 2" A 3"	m	1.00	784.00	784.00
<b>05.03.09</b>		<b>SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA CALIENTE</b>				
05.03.09.01		Valvula de 3/4"	und			
05.03.09.02		Valvula de 1"	und			
<b>05.10</b>		<b>OTROS</b>				
<b>05.10.01</b>		<b>LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE CISTERNAS</b>				
05.10.01.01		Cisterna N°3 Agua Blanda Volumen= 35.5 m3	glb	1.00	686.00	686.00
05.10.01.02		Cisterna N°4 Agua Blanda Volumen= 30.5 m3	glb	1.00	686.00	686.00
05.10.01.03		Cisterna Agua Contra Incendio Volumen= 127 m3	glb	1.00	1,940.40	1,940.40
05.10.01.04		Cisterna N°1 Agua Municipal Volumen= 56 m3	glb	1.00	882.00	882.00
05.10.01.05		Cisterna N°1 de Agua Filtrada Volumen= 56 m3	glb	1.00	882.00	882.00
		<b>VARIOS</b>				
		TRAZO Y REPLANTEO	m	53.00	3.28	174.10
		EXCAVACION DE ZANJA	m	32.00	29.80	953.72
		PROTECCION Y RELLENO DE ZANJA CON COMPACTADOR MANUAL	m	19.00	57.69	1,096.20

## PRESUPUESTO SANITARIO

**OBRA:** VIVIENDA MULTIFAMILIAR "MURALES AZCONA"  
**CLIENTE :** SATURNO 21 SAC  
**FECHA:** sábado, 1 de Junio de 2019

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN PARTIDA CLIENTE	UND	METRADO	C.U. S/	PARCIAL S/
	RELLENO Y COMPACTACION DE AFIRMADO (BASE)	m3	32.00	73.50	2,352.00
	ELIMINACIÓN DE DESMONTE INC. EXTRACCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS DEMOLIDOS	m3	42.00	29.77	1,250.50
	<b>AGUA FRIA</b>			-	
AF	TUBERÍA DE AGUA FRÍA, ADOSADA, ACERO AL CARBONO , ASTM A-53, GRADO B SCH-41, Ø 3"	m	58.00	73.50	4,263.00
AF	TUBERÍA DE AGUA FRÍA, ADOSADA, ACERO AL CARBONO , ASTM A-53, GRADO B SCH-41, Ø 4"	m	42.00	83.30	3,498.60
AF	TUBERÍA DE INGRESO A CISTERNA, HDPE, PE 100, PN 10, Ø2" ENTERRADO	m	18.00	39.20	705.60
AF	TUBERÍA DE INGRESO A CISTERNA, HDPE, PE 100, PN 10, Ø2" ADOSADO	m	15.00	53.90	808.50
AF	TUBERÍA DE INGRESO A CISTERNA, HDPE, PE 100, PN 10, Ø2" COLGADO	m	16.00	53.90	862.40

## PRESUPUESTO SANITARIO

OBRA: VIVIENDA MULTIFAMILIAR "MURALES AZCONA"  
 CLIENTE : SATURNO 21 SAC  
 FECHA: sábado, 1 de Junio de 2019

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN PARTIDA CLIENTE	UND	METRADO	C.U. S/	PARCIAL S/
AF	SALIDA AGUA FRIA PPR PN -10 DE 3/4"	pto	150.00	55.59	8,338.77
AF	VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 3"	und	1.00	313.60	313.60
AF	VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 4"	und	1.00	470.40	470.40
AF	BRIDAS ROMPEAGUA 2" (SCH-40 GALVANIZADO)	und	8.00	294.00	2,352.00
AF	BRIDAS ROMPEAGUA 3" (SCH-40 GALVANIZADO)	und	3.00	519.40	1,558.20
AF	BRIDAS ROMPEAGUA 4" (SCH-40 GALVANIZADO)	und	9.00	686.00	6,174.00
AF	BRIDAS ROMPEAGUA 6" (SCH-40 GALVANIZADO)	und	8.00	833.00	6,664.00
AF	VALVULA CONTROL DE INGRESO A CISTERNA 2"	und	4.00	441.98	1,767.92
AF	VALVULA CONTROL DE INGRESO A CISTERNA 3"	und	1.00	637.98	637.98
AF	VALVULA FLOTADORA DE Ø 2" (DE BRONCE)	und	4.00	539.00	2,156.00
AF	VALVULA FLOTADORA DE Ø 3" (DE BRONCE)	und	1.00	1,646.40	1,646.40
AF	PRUEBA HIDRAULICA	glb	1.00	17,640.00	17,640.00
	PRUEBA HIDRAULICA (AGUA BLANDA)	und	1.00	6,141.03	6,141.03
	<b>AGUA CALIENTE</b>			-	
AC. Inox	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 1"	m	21.00	110.14	2,313.03
AC. Inox	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 2 1/2"	m	75.00	267.54	20,065.50
AC. Inox	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, PPR-100, TIPO 3 PN-16, DIN8077-DIN8078, Ø 3"	m	8.00	324.14	2,593.08
AC. Inox -R	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, ADOSADA, ACERO AL CARBONO , ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 1/2" (retorno)	m	488.00	72.03	35,150.64
AC. Inox -R	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, ACERO AL CARBONO , ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 1" (retorno)	m	70.00	110.14	7,710.09
AC. Inox -R	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, ACERO AL CARBONO , ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 3/4" (retorno)	m	40.00	77.45	3,098.11
AC. Inox -R	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE, COLGADA, ACERO AL CARBONO , ASTM A-53, GRADO B SCH-40, Ø 1/2" (retorno)	m	52.00	72.03	3,745.56
AC	VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 1"	und	7.00	63.70	445.90
AC	MEZCLADORA TERMOSTATICA 2 1/2"	und	1.00	22,050.00	22,050.00
	VALVULA DE BOLA DE 32MM (AC)	und	1.00	95.81	95.81
AC	VÁLVULA ESFÉRICA, BRONCE, CLASE 150 LB, Ø 2 1/2"	und	1.00	313.60	313.60
AC	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, INC. VÁLV., TUB. Y ACC., DE 2 1/2", SEGÚN DETALLE EN PLANO.	und	1.00	5,390.00	5,390.00
	BATERIA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y SECTORIZACION (RAC)	und	17.00	1,500.00	25,500.00
	JUNTAS DE EXPANSION DE 1/2" (AC)	und	18.00	199.29	3,587.28
	JUNTAS DE EXPANSION DE 2" (AC)	und	31.00	784.00	24,304.00
	JUNTAS DE EXPANSION DE 2" (RAC)	und	8.00	784.00	6,272.00
	PRUEBA HIDRAULICA (RAC)	glb	1.00	2,924.30	2,924.30
	PRUEBA HIDRAULICA (AC)	glb	1.00	8,334.26	8,334.26

<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>S/. 1,509,381.47</b>
<b>IGV (18%)</b>	<b>S/. 271,688.66</b>
<b>UTILIDAD (10%)</b>	<b>S/. 150,938.15</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 1,932,008.28</b>

**ANEXO N° 04: PANEL FOTOGRÁFICO**





Fotografía 1. Visualización del sistema de bombeo ya ejecutado.



Fotografía 2. Instalación de accesorios del sistema de bombeo.



Fotografía 3. Ingeniero responsable de las instalaciones sanitarias e hidráulicas del edificio "Murales Azcona".



Fotografía 4. Encargo de la programación del PCL para el control de la prueba hidráulica.

# Anexo N° 2 .DIAMETRO Y ACCESORIOS DE TUBOS AGUA



Productos de la Línea Agua Fría

## SIMPLE PRESIÓN

Tubos: NTP: 299.002 Conexiones: NTP: 390.019

TUBOS PARA LA INSTALACIÓN DE FLUIDOS A PRESIÓN CON EMPALME ESPIGA CAMPANA CLASE 5.0 (0.5 Mpa) (7.5 Lbs/Pulg.)



TUBOS PARA LA INSTALACIÓN DE FLUIDOS A PRESIÓN CON EMPALME ESPIGA CAMPANA CLASE 7.5 (0.75 Mpa) (10.5 Lbs/Pulg.)

TUBOS PARA LA INSTALACIÓN DE FLUIDOS A PRESIÓN CON EMPALME ESPIGA CAMPANA CLASE 10 (1.0 Mpa) (15.0 Lbs/Pulg.)

TUBOS PARA LA INSTALACIÓN DE FLUIDOS A PRESIÓN CON EMPALME ESPIGA CAMPANA CLASE 15 (1.5 Mpa) (22.5 Lbs/Pulg.)

Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud mínima del tubo (mm)	Longitud mínima de empalme (mm)	Longitud mínima de empalme (mm)	Peso Ref. (kg)
2"	60.0	56.4	1.8	5.00	45.00	60	2.46
2 1/2"	75.0	70.5	2.2	5.00	66.27	70	4.48
3"	114.0	108.4	2.8	5.00	85.50	90	7.22
4"	168.0	153.00	4.1	5.00	126.00	140	13.00

Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud mínima del tubo (mm)	Longitud mínima de empalme (mm)	Longitud mínima de empalme (mm)	Peso Ref. (kg)
1 1/4"	42.0	38.40	1.8	5.00	31.50	40	1.08
1 1/2"	51.0	47.40	2.0	5.00	37.50	45	1.35
2"	60.0	55.60	2.2	5.00	45.00	60	2.04
2 1/2"	75.0	69.80	2.6	5.00	54.75	65	4.24
3"	102.0	95.40	3.3	5.00	76.50	80	6.12
4"	134.0	125.00	4.1	5.00	105.00	100	10.40
6"	180.0	153.00	6.1	5.00	136.00	140	22.87

Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud mínima del tubo (mm)	Longitud mínima de empalme (mm)	Longitud mínima de empalme (mm)	Peso Ref. (kg)
1 1/2"	42.0	38.40	1.8	5.00	31.50	40	1.08
2"	60.0	55.60	2.2	5.00	45.00	60	2.04
2 1/2"	75.0	69.80	2.6	5.00	54.75	65	4.24
3"	102.0	95.40	3.3	5.00	76.50	80	6.12
4"	134.0	125.00	4.1	5.00	105.00	100	10.40
6"	180.0	153.00	6.1	5.00	136.00	140	22.87

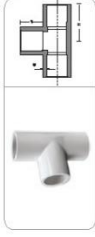
Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Espesor (mm)	Longitud mínima del tubo (mm)	Longitud mínima de empalme (mm)	Longitud mínima de empalme (mm)	Peso Ref. (kg)
1 1/4"	42.0	38.40	1.8	5.00	31.50	40	1.08
1 1/2"	51.0	47.40	2.0	5.00	37.50	45	1.35
2"	60.0	55.60	2.2	5.00	45.00	60	2.04
2 1/2"	75.0	69.80	2.6	5.00	54.75	65	4.24
3"	102.0	95.40	3.3	5.00	76.50	80	6.12
4"	134.0	125.00	4.1	5.00	105.00	100	10.40
6"	180.0	153.00	6.1	5.00	136.00	140	22.87

(\*) Conexiones Normas de Chile  
Tubo Galva Construcción



Productos de la Línea Agua Fría

## TEES SIMPLE PRESIÓN



Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	Espesor (mm)	R1	Medidas (mm)	Peso Ref. (kg)
1/2"	21.0	4.40	39	24	3.2
3/4"	26.5	4.65	49	30	4.4
1"	33.0	4.90	59	36	6.0
1 1/4"	42.0	5.20	60	43	7.8
1 1/2"	48.0	5.50	60	45	10.5
2"	60.0	6.00	70	49	13.7

## UNIONES SIMPLE PRESIÓN



Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Medidas (mm)	Peso Ref. (kg)
1/2"	21.0	2.6	68	16
3/4"	26.5	2.8	83	23
1"	33.0	3.4	102	37
1 1/4"	42.0	3.8	112	47
1 1/2"	48.0	4.0	143	61
2"	60.0	5.0	159	79
2 1/2"	75.0	5.5	199	109
3"	90.0	6.0	229	149
4"	114.0	6.4	259	209
6"	168.0	11.7	332	310

## UNIÓN UNIVERSAL SIMPLE PRESIÓN



Diámetro Nominal (pulg.)	A (mm)	B (mm)	D (pulg.)
1/2"	53.00	48.00	1.5"
3/4"	55.30	52.20	1.6"
1"	58.00	61.00	1"

## TAPONES MACHO SIMPLE PRESIÓN



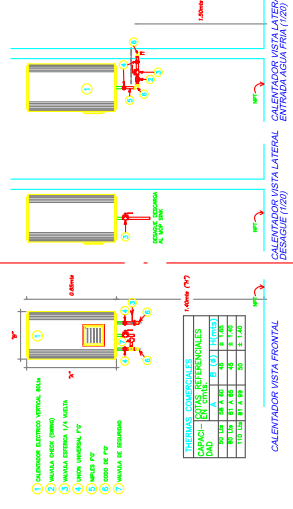
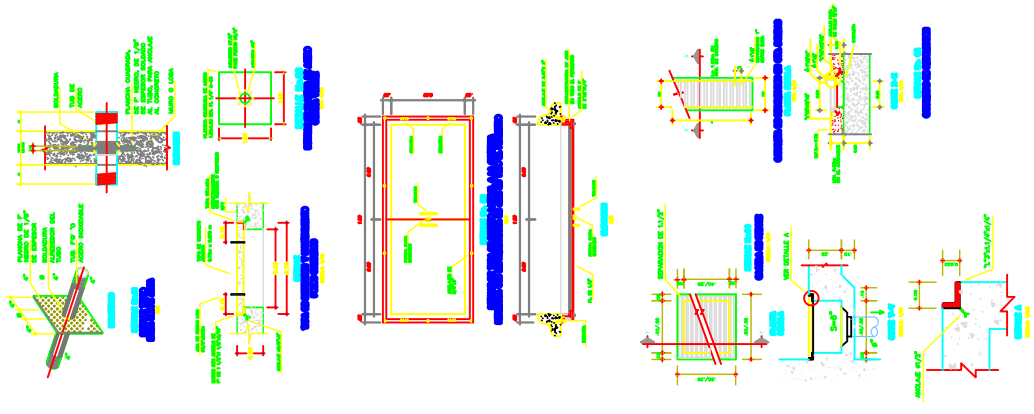
Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Medidas (mm)	Peso Ref. (kg)
1/2"	21.0	1.25	33	2.4
3/4"	26.5	1.35	35	3.3
1"	33.0	1.50	40	4.0
1 1/4"	42.0	1.65	45	5.0
1 1/2"	48.0	1.80	45	7.0

(\*) Conexiones Normas de Chile

**ANEXO N° 05: PLANOS**







**LEYENDA RED DE AGUA**

SÍMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	MEDIDOR DE AGUA
	CUBRIMIENTO DE AGUA FRÍA DE PVC - CLASE 10
	TUBERÍA DE AGUA FRÍA DE CPVC - CLASE 10
	CODO DE 90°
	CODO DE 90° SUBE
	CODO DE 90° BAJA
	TEE
	UNION UNIVERSAL
	VALVULA DE GLOBO
	CALENTADOR ELECTRICO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
	CRUCE DE TUBERÍA SIN CONEXIÓN
	GRIFO - JARRINERO CON VALVULA
	AGUA CALIENTE
	AGUA FRÍA

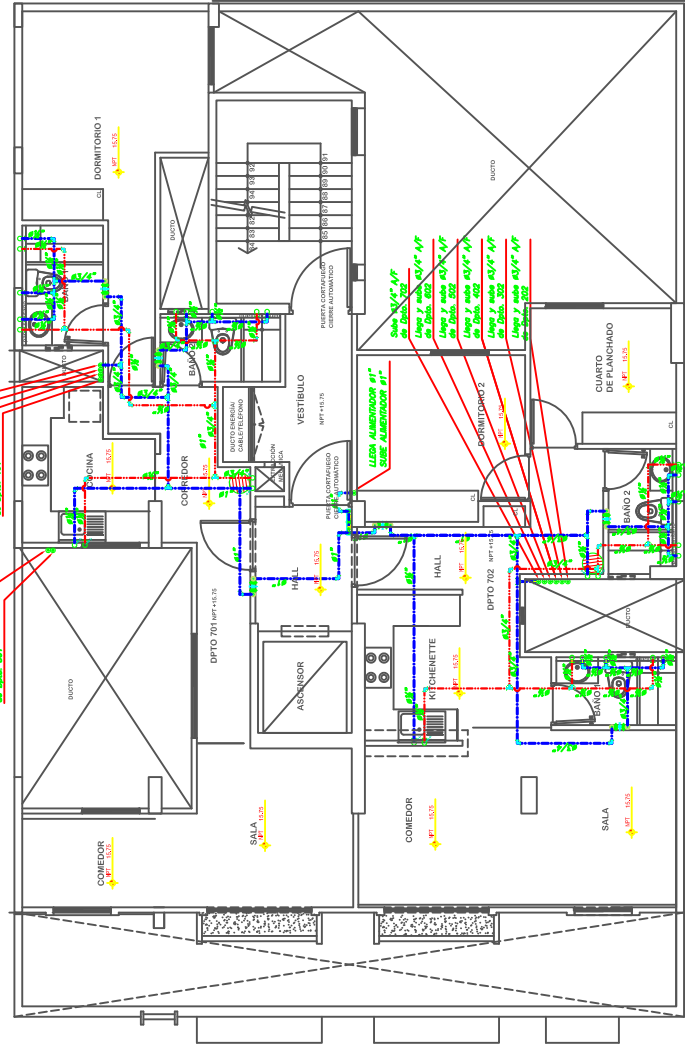


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
UPLA  
HIDRÁULICO

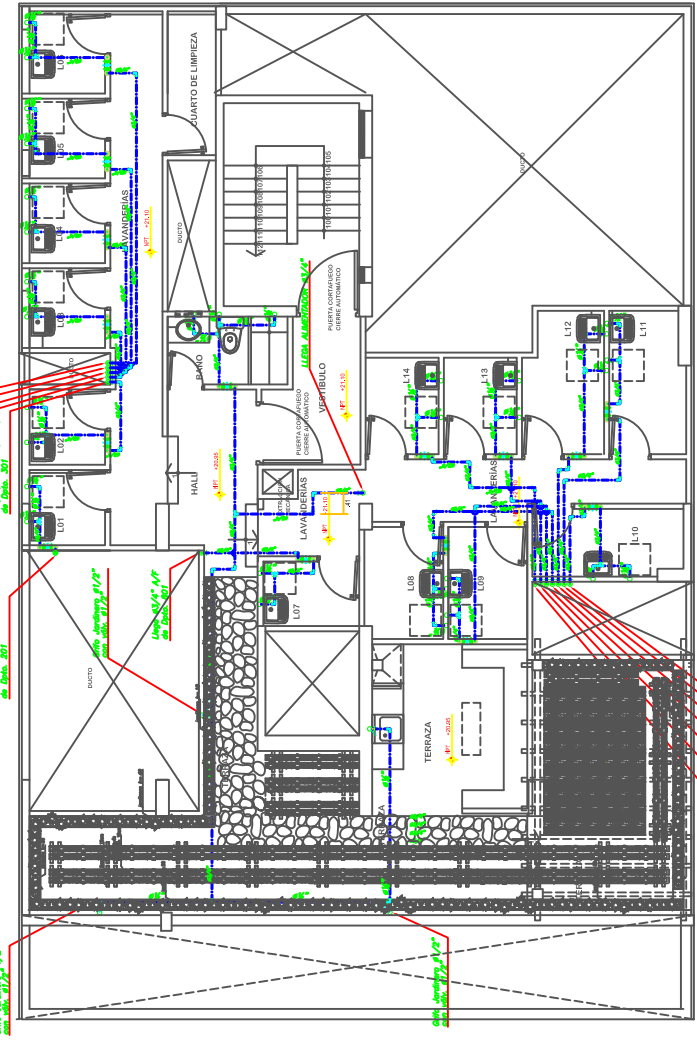
PLANO Instalaciones Sanitarias - Agua fría y caliente  
LUGAR Jr. Monte Caoba 539 Indicada  
DIBUJO .....  
FECHA Junio - 2019

IS - 02

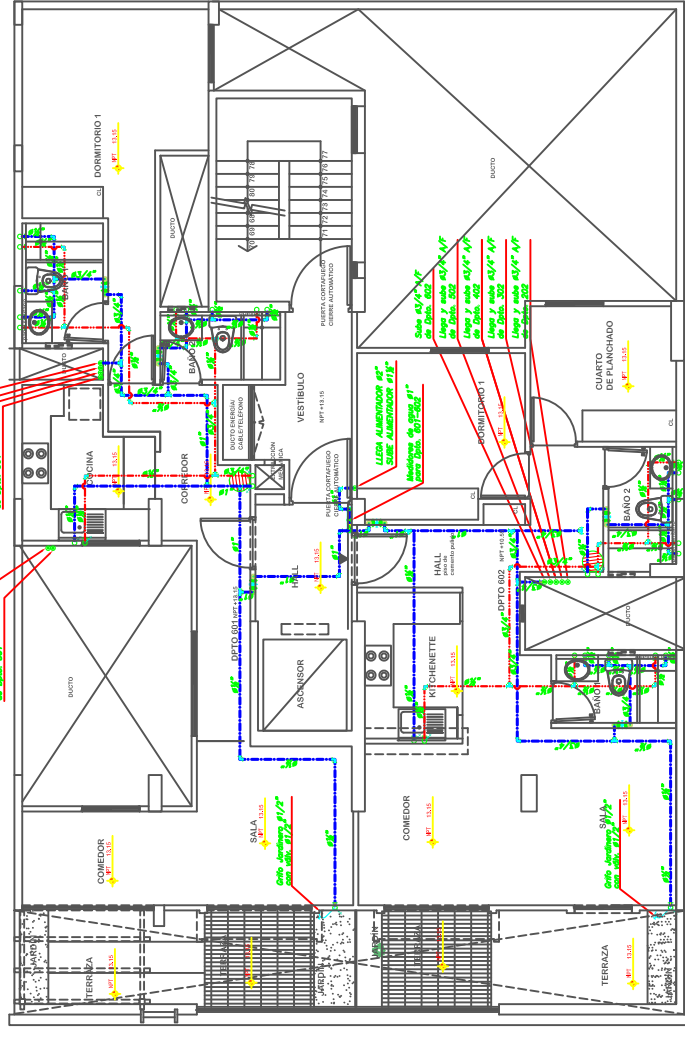
TESIS: Diseño hidráulico de red de agua para optimizar el servicio en edificios construidos por la empresa Caral



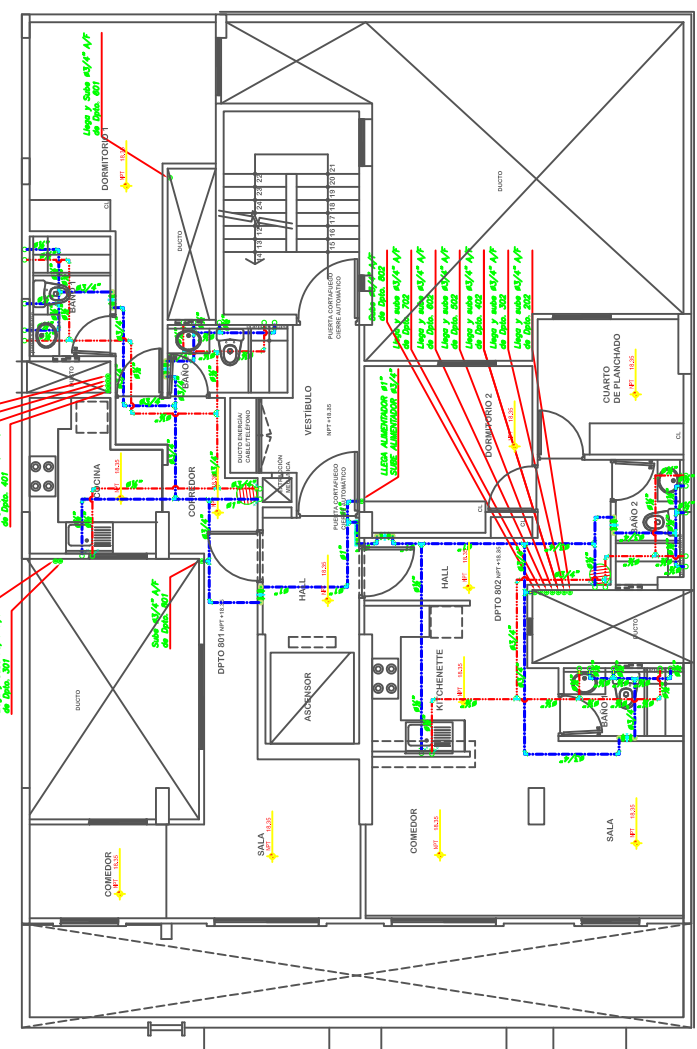
PLANTA 07  
escala 1/50



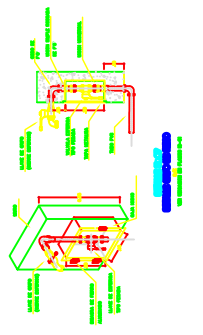
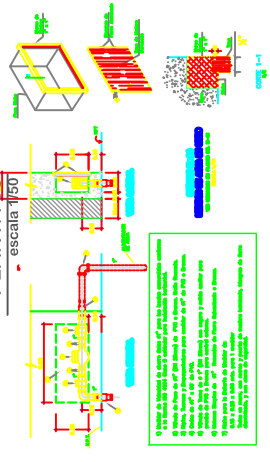
PLANTA AZOTEA  
escala 1/50



PLANTA 06  
escala 1/50



PLANTA 08  
escala 1/50



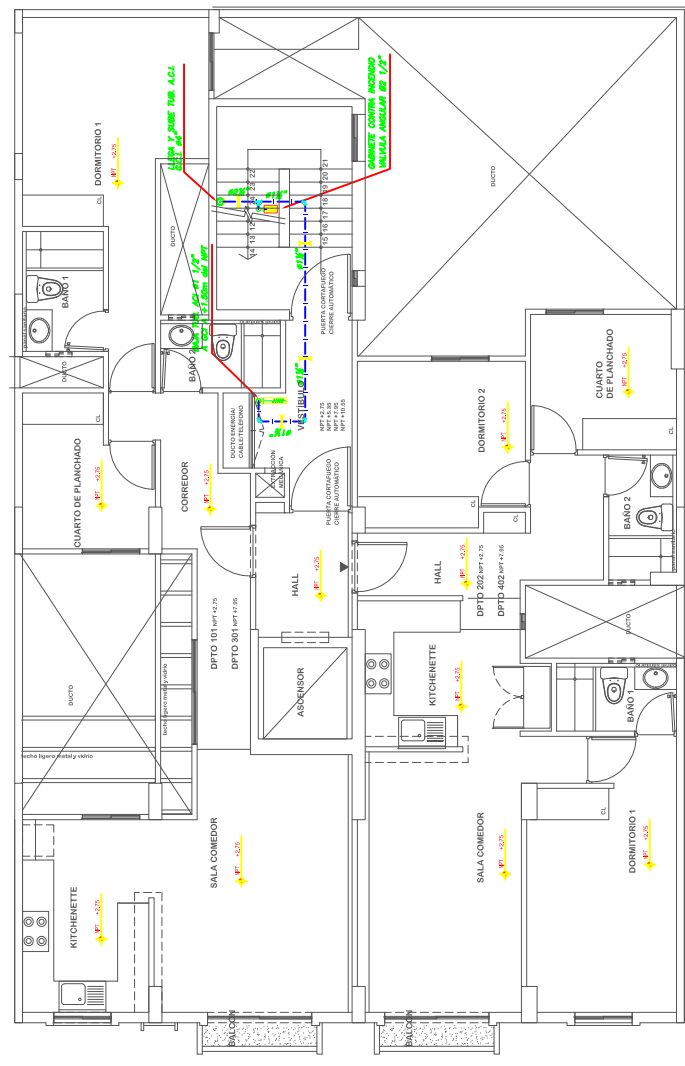
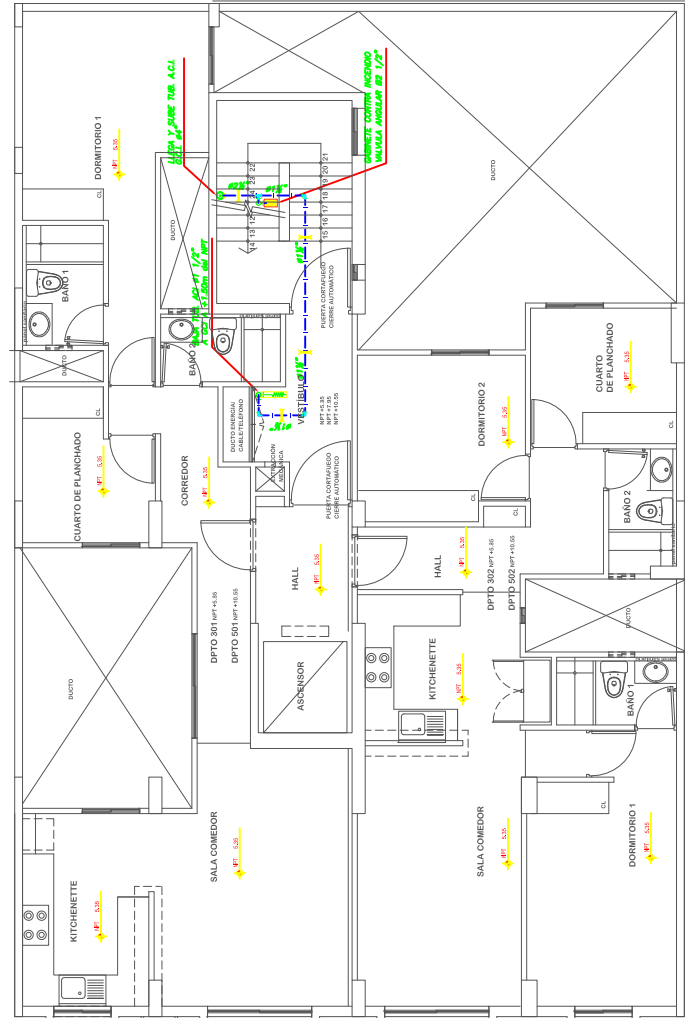




TESIS: Diseño hidráulico de red de agua para optimizar el servicio en edificios construidos por la empresa Caral	
PLANO	Sistema contra incendio
LUGAR Jr. Monte Caoba 539	ESCALA Indicada
DIBUJO	FECHA Junio - 2019
LÁMINA <b>ACI - 01</b>	

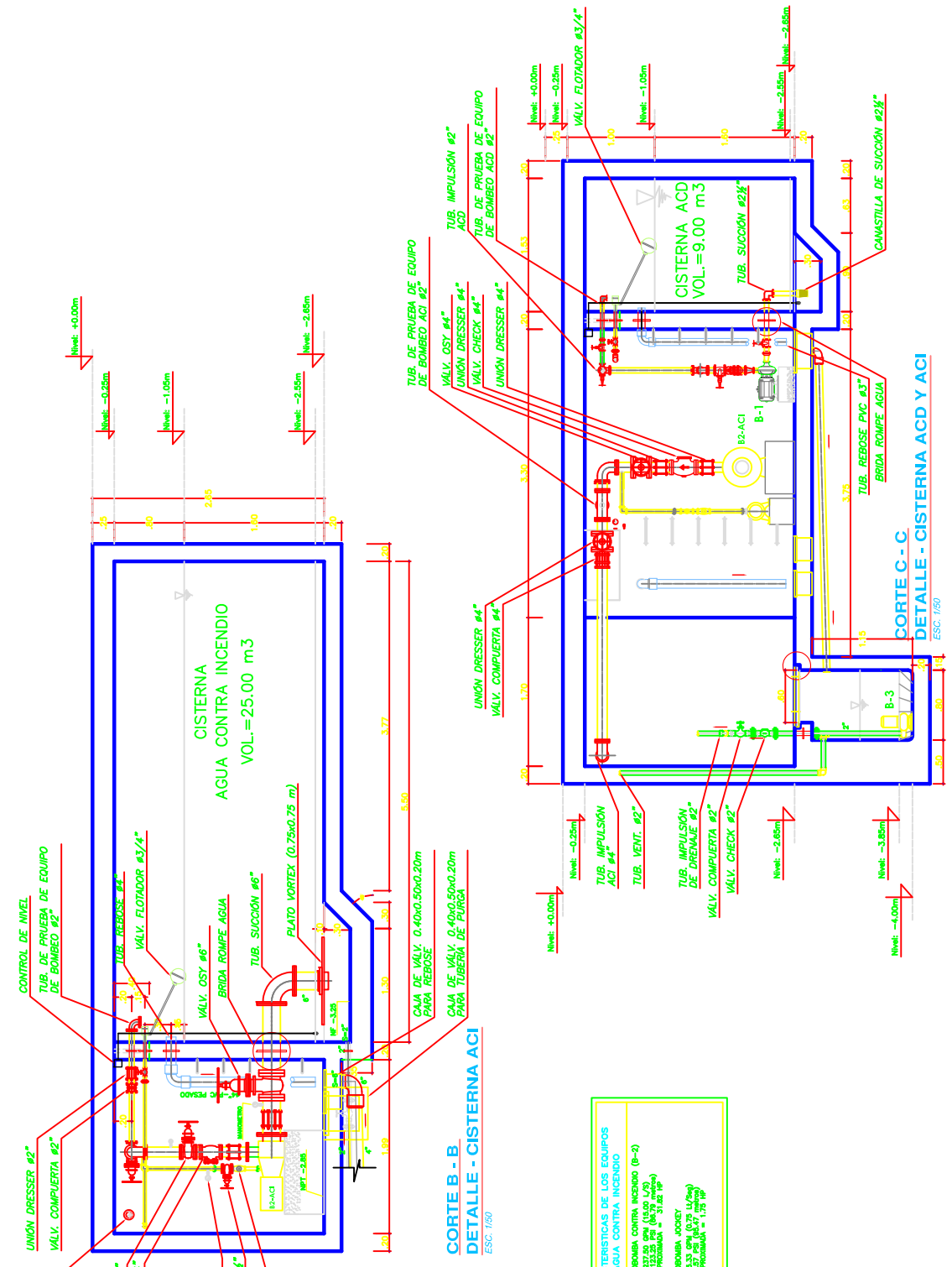
PLANTA TÍPICA 03 - 05  
escala 1/50

PLANTA TÍPICA 02 - 04  
escala 1/50



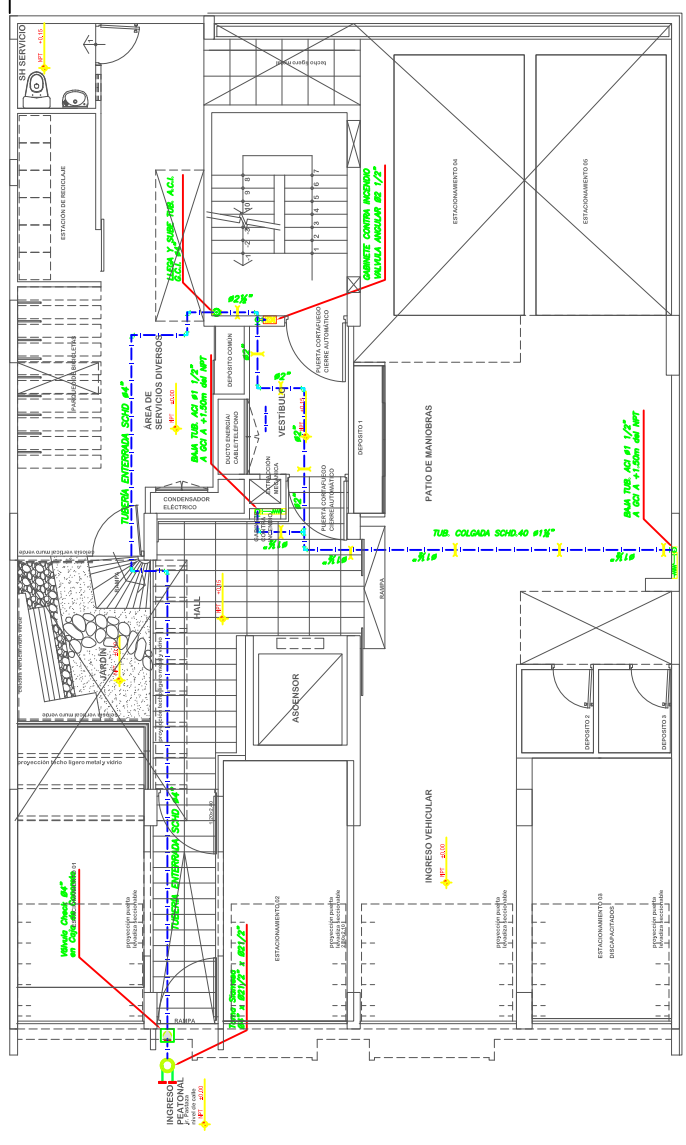
**LEYENDA**

	LINEA DE AGUA CONTRA INCENDIO
	SOPORTE CON ABRAZADERA
	GABINETE CONTRA INCENDIO
	CODO DE 90°
	TEE
	COLGADOR
	CODO QUE SUBE
	CODO QUE BAJA



**CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS AGUA CONTRA INCENDIO (B-2)**

- ELECTROIMPULSOR AGUA CONTRA INCENDIO (B-2)  
CARGA = 237.50 mca (ALSO L/2)  
POTENCIA NOMINAL = 31.02 HP
- ELECTROIMPULSOR ACD  
CARGA = 133.00 mca (ALSO L/2)  
POTENCIA NOMINAL = 1.75 HP



PLANTA PRIMERA  
escala 1/50



VALVULA SUMERSA TIPO LOSTE  
4 x 2 (1/2 x 2 1/2)

