

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE INSTALACIONES
SANITARIAS EN UN PROYECTO INMOBILIARIO EN LA CIUDAD DE LIMA**

**Trabajo de investigación para obtener el grado académico de BACHILLER EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA CIVIL**

AUTORES:

Anthony Brian Trejo Ponte

Axel Diego Chacón Pérez

Carlos Fabián Nolasco Granados

Gean Carlo Tacilla Martinez

José Manuel Joaquín Bernabé

ASESOR:

Ing. Gregory Javier Miyelo Naveda Alva

Lima, Julio, 2021

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar las características más importantes para la optimización del costo y rendimiento de la puesta en obra de instalaciones sanitarias de consumo humano que son muy importantes para desarrollar edificaciones seguras y capaces de distribuir eficientemente este recurso a sus usuarios. En primer lugar, se empezó con conocer la definición de los sistemas que hay en el consumo humano, sus características y el tipo de materiales según el reglamento nacional de edificaciones (RNE) y las normas técnicas existentes. Esto está presente en el capítulo 2 que es revisión de literatura para agua fría, caliente y aguas contra incendio (ACI). Luego, se muestran los aspectos más importantes a tomar en cuenta para una buena optimización de las instalaciones sanitarias (agua fría, caliente y ACI) enfocado principalmente en los costos de material o sistemas de abastecimiento en proyectos de Lima Metropolitana. Además, hay una comparación entre cada uno de estos aspectos importantes para una buena toma de decisiones al momento de optimizar los costos. Esto se ve en el capítulo 3 que abarca desarrollo de la investigación. Finalmente, en el capítulo 4, se muestran las conclusiones y recomendaciones para una mejor optimización relacionado principalmente al capítulo 3.

Tabla de contenidos

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Alcance.....	2
1.4. Objetivos.....	2
1.4.1. Objetivo principal	2
1.4.2. Objetivos específicos	2
1.5. Metodología	3
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	4
2.1. Agua fría.....	4
2.1.1. Descripción	4
2.1.2. Sistema de abastecimiento de agua fría	4
2.1.2.1. Sistema de alimentación directa	5
2.1.2.2. Sistema de alimentación indirecta	5
2.1.2.2.1. Sistema de alimentación indirecta con tanque elevado sin bombeo	6
2.1.2.2.2. Sistema de alimentación indirecta con tanque elevado con bombeo	6
2.1.2.2.3. Sistema de alimentación indirecta con equipo hidroneumático	7
2.1.2.2.4. Sistema de alimentación indirecta con presión constante	8
2.1.3. Tuberías	8
2.1.3.1. Policloruro de vinilo (PVC) y Policloruro de vinilo clorado (CPVC)	8
2.1.3.2. Polipropileno (PP-R)	9
2.2. Agua caliente	10
2.2.1. Descripción	10
2.2.2. Sistemas de abastecimiento de agua caliente	11
2.2.2.1. Sistema directo	11
2.2.2.2. Sistema con circulación	11

2.3. Agua contra incendio (ACI)	11
2.3.1. Descripción	11
2.3.2. Componentes del sistema de agua contra incendios (ACI)	12
2.3.2.1. Electrobombas	12
2.3.2.2. Tuberías	13
2.3.2.3. Uniones y accesorios	14
2.3.3. Sistema contra incendio según tipo de edificación	14
CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1. Sistemas de agua fría y caliente	16
3.1.1. Optimización de costos por sistema de abastecimiento	16
3.1.2. Optimización de costos por material	18
3.1.2.1. Redes de agua fría y caliente con tuberías de PVC y CPVC	18
3.1.2.2. Redes de agua fría y caliente con tuberías de polipropileno con llaves de paso con manilla	20
3.1.2.3. Redes de agua fría y caliente con tuberías de polipropileno con válvulas de bola	22
3.2. Sistema de agua contra incendio (ACI).....	22
3.2.1. Material de tubería alternativo	23
3.2.2. Ventajas ante el acero	25
3.2.2.1. Montaje y construcción	25
3.2.2.2. Resistencia a presión	26
3.2.2.3. Sostenibilidad ambiental	26
3.2.2.4. Resistencia a altas temperaturas	27
3.2.2.5. Reducción de costos	28
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
4.1. Conclusiones.....	29
4.2.1. Comparación entre sistemas de abastecimiento	29
4.2.2. Comparación entre tuberías PVC y CPVC con tuberías de polipropileno	29
4.2.3. Sistema de agua contra incendio (ACI)	30

4.2. Recomendaciones	30
4.2.1. Comparación entre sistemas de abastecimiento	30
4.2.2. Comparación entre tuberías PVC y CPVC con tuberías de polipropileno	31
4.2.3. Sistema de agua contra incendio (ACI)	31
CAPÍTULO 5: REFERENCIAS	32



Índice de figuras

Figura 1. Esquema de sistema de alimentación directa.	5
Figura 2. Esquema de sistema de alimentación indirecta con tanque elevado sin bombeo.	6
Figura 3. Esquema de sistema de alimentación indirecta con tanque elevado con bombeo.	7
Figura 4. Esquema de un sistema de alimentación indirecta con equipo hidroneumático.	7
Figura 5. Gráfico de número de bacterias en CPVC respecto a otros materiales	9
Figura 6. Tubería de polipropileno	10
Figura 7. Esquema de sistema de red contra incendio simplificado	12
Figura 8. Red de tubería de agua contra incendios.	13
Figura 9. Brecha de desempeño ambiental	27
Figura 10. Gráfico de barras de costos de instalación de distintos materiales de tuberías	28

Índice de tablas

Tabla 1. Presupuesto de agua fría en semisótano con sistema de presión constante	17
Tabla 2. Presupuesto de agua fría en semisótano con sistema de distribución con bomba y tanque elevado	17
Tabla 3. Presupuesto de redes de alimentación de agua fría con tuberías de PVC	19
Tabla 4. Presupuesto de redes de alimentación de agua caliente con tuberías de CPVC	19
Tabla 5. Presupuesto total de agua fría y caliente utilizando tuberías de PVC y CPVC respectivamente.	20
Tabla 6. Presupuesto de redes de alimentación de agua fría con tuberías de polipropileno con llaves de paso con manilla.	20
Tabla 7. Presupuesto de redes de alimentación de agua caliente con tuberías de polipropileno con llaves de paso con manilla.	21
Tabla 8. Presupuesto total de agua fría y caliente utilizando tuberías de polipropileno con llaves de paso con manillas	21
Tabla 9. Presupuesto total de agua fría y caliente utilizando tuberías de polipropileno con válvulas de bola	22
Tabla 10. Presupuesto de tuberías de rociadores de un centro comercial	25

CAPÍTULO 1: Generalidades

1.1. Introducción

La industria de la construcción mantiene una tendencia al crecimiento; por ello, dicho sector solicita conocer las tendencias de cada especialidad involucrada en las edificaciones para evaluar o reducir los costos en proyectos de edificación. Una de estas especialidades son las instalaciones sanitarias que son parte importante de la vida cotidiana de las personas ya que está involucrada el agua de consumo humano, las aguas servidas y negras en varios proyectos en minería, inmobiliario, hospitales y más. Respecto a los proyectos inmobiliarios, un proyecto multifamiliar necesita fundamentalmente aguas de consumo humano y desagüe junto a ventilación; por lo cual, establecer buenas costumbres en la definición del sistema de abastecimiento, los materiales involucrados en sanitarias y un buen conocimiento o información para tomar la mejor decisión en estos proyectos inmobiliarios, generarán un impacto positivo en el costo o mantenimiento de los sistemas sanitarios.

1.2. Justificación

Las instalaciones sanitarias son fundamentales para abastecer de servicios básicos y brindar seguridad a las personas que operan una edificación multifamiliar; por ello, las redes de instalaciones sanitarias de agua son prioritarias. El aumento de la población limeña en los últimos años produce la construcción de edificios multifamiliares con mayor envergadura de personas, lo que se refleja en mayores consumos de recursos y medidas de contingencia ante un siniestro. La complejidad y densidad de redes, en muchos casos, encarece o retrasa los proyectos de construcción.

Se conoce que la mayoría de constructores y proyectistas limeños tienen mucho o total rechazo a la innovación tanto de materiales como de procesos constructivos; por este motivo, optimizar el costo y rendimiento de la puesta en obra de instalaciones sanitarias es primordial

para desarrollar edificaciones seguras y capaces de distribuir eficientemente el recurso a sus usuarios.

1.3. Alcance

El presente estudio se enfocará en investigar los aspectos necesarios para el desempeño de un diseño óptimo de las redes de instalaciones sanitarias para un proyecto inmobiliario, en el cual se incluirán los diversos sistemas de abastecimiento de agua fría y caliente y realizando las comparaciones para su futura elección

Por otro lado, la investigación dará a conocer los estudios de las variantes de los diversos materiales que se emplean en las redes de protección de agua contra incendios. La evaluación de la optimización estará directamente relacionada con aspectos técnicos y económicos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo principal

Describir y presentar los aspectos que son necesarios para optimizar el costo y constructibilidad de las redes sanitarias en un proyecto inmobiliario en Lima, Perú.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar comparaciones entre sistemas o propuestas de redes.
- Elaborar propuestas y comparaciones económicas de sistemas de abastecimiento dependiendo de la magnitud del proyecto
- Proponer materiales alternativos a los convencionales utilizados o proyectados en construcción de edificaciones multifamiliares
- Establecer criterios de buenas costumbres en la proyección de las redes de instalaciones sanitarias y agua contra incendio

1.5. Metodología

La metodología de la presente investigación tendrá un enfoque mixto, ya que se trabajarán tanto con datos cualitativos como cuantitativos. Por un lado, se trabajarán con datos numéricos como costos de los sistemas de agua caliente, agua fría y agua contra incendio; y por otro lado se obtendrán recomendaciones a partir de bibliografía.

Se desarrollará la revisión de la literatura para sustentar los conceptos y del porqué el tema de esta investigación. Además, se identificarán los principales aspectos que intervienen en la optimización, desarrollo y elaboración del diseño de las instalaciones sanitarias peruanas. Estos aspectos serán las nuevas tecnologías, sistemas, materiales, equipamiento e incidencia económica en la implementación de proyectos de viviendas multifamiliares. Se generará un análisis y discusión sobre el uso de materiales y sistemas alternativos a implementar con la finalidad de proponer recomendaciones o alternativas de solución para la optimización del diseño de instalaciones sanitarias.

CAPÍTULO 2: Revisión de la literatura

Las instalaciones sanitarias son una parte esencial de una edificación, pues permiten a los habitantes o trabajadores de la edificación abastecerse de agua. Ortiz (s.f.) define las instalaciones sanitarias como el conjunto de tuberías de abastecimiento y distribución de agua, equipos de tratamiento, válvulas, accesorios, etc. Así como tuberías de desagüe y ventilación, que se encuentran dentro del límite de propiedad del edificio. Por otro lado, para Castillo (2016), las instalaciones sanitarias para las edificaciones son consideradas como simples sistemas conformados por un conjunto de tuberías, accesorios, equipos y otros elementos, que tienen por finalidad conducir fluidos para ser utilizados en las edificaciones y residuos para extraerlos de las mismas.

2.1. Agua fría

2.1.1. Descripción

Se encarga de abastecer de agua fría a toda la edificación. El objetivo del diseño de las redes de distribución de agua fría es garantizar el suministro adecuado, en gasto y en energía, a todos los aparatos sanitarios durante el tiempo de operación de la edificación (García, 2001).

En la presente investigación se buscará optimizar el sistema de agua fría tanto por su sistema de abastecimiento como por el material de sus tuberías.

2.1.2. Sistema de abastecimiento de agua fría

El diseño del sistema de abastecimiento de una edificación dependerá de los siguientes factores:

- Presión de la red pública
- Altura de la edificación
- Presiones de los aparatos sanitarios interiores

Para el abastecimiento de agua en las edificaciones se pueden dar dos formas: directa e indirecta.

2.1.2.1. Sistema de alimentación directa

Ocurre cuando la red pública va directamente a una edificación, sin necesidad de equipos auxiliares. Se utiliza cuando la presión de servicio es igual o superior a la necesaria para la alimentación de cada aparato sanitario de la edificación (Rodríguez, 2005). Este sistema es el más económico; sin embargo, el hecho de no contar con algún tipo de almacenamiento puede ocasionar que el edificio se quede sin agua cuando haya algún corte en la red pública.

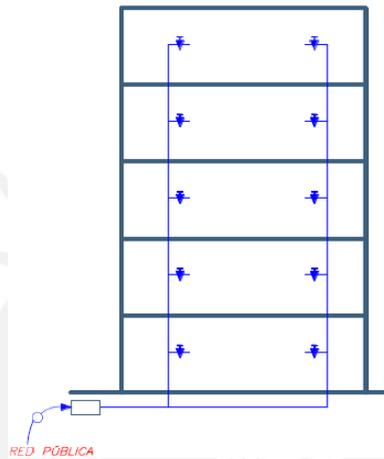


Figura 1. Esquema de sistema de alimentación directa.

Tomado de PUCP (2019) Instalaciones en edificaciones

2.1.2.2. Sistema de alimentación indirecta

Si la red pública no garantiza el caudal y la presión necesaria para que un sistema directo funcione de forma correcta las 24 horas del día, se debe recurrir a otro sistema que permita contar con un servicio eficiente (Castillo, 2016).

Para la utilización de este sistema, el agua debe de haber llegado a un tanque elevado. Este proceso se puede realizar tanto por alimentación directa desde la red pública, como mediante bombas que se encargan de transportar el agua desde una cisterna hasta el tanque elevado.

2.1.2.2.1. Sistema de alimentación indirecta con tanque elevado sin bombeo

Para utilizar este sistema, se debe verificar que la presión de agua que viene de la red pública sea suficiente para llenar el tanque elevado en las horas de menor consumo.

En este caso el agua llega directamente desde la red pública al tanque elevado, para luego ser distribuida hacia todos los aparatos sanitarios de la edificación. Por otro lado, se corre el riesgo de que, al no utilizar una cisterna y una bomba es posible que el tanque se vacíe antes del tiempo estimado.

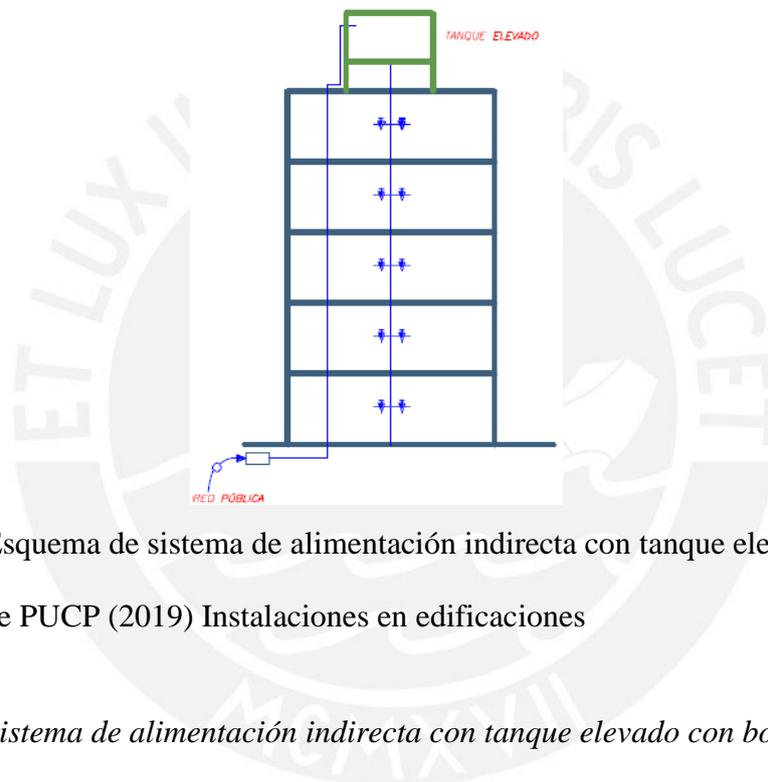


Figura 2. Esquema de sistema de alimentación indirecta con tanque elevado sin bombeo.

Tomado de PUCP (2019) Instalaciones en edificaciones

2.1.2.2.2. Sistema de alimentación indirecta con tanque elevado con bombeo

Ocurre cuando la presión de agua proveniente de la red pública no es suficiente para llenar el tanque elevado.

El agua proveniente de la red pública primero es almacenada en una cisterna y posteriormente es bombeada hacia un tanque elevado desde donde se distribuye el agua hacia todos los aparatos sanitarios de la edificación.

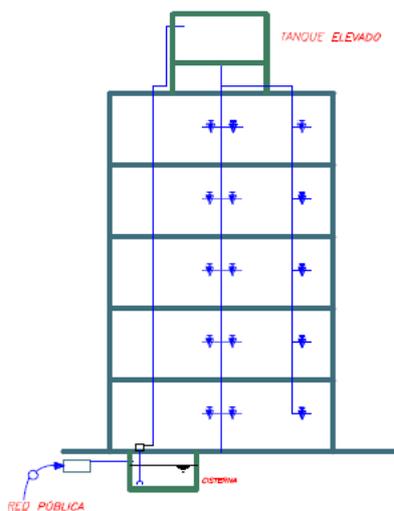


Figura 3. Esquema de sistema de alimentación indirecta con tanque elevado con bombeo.
Tomado de PUCP (2019) Instalaciones en edificaciones

2.1.2.2.3. Sistema de alimentación indirecta con equipo hidroneumático

Es utilizado cuando no se desea utilizar un tanque elevado ya sea por temas estéticos o estructurales, además de no contar con la presión necesaria para abastecer todos los aparatos sanitarios de la edificación.

Se define como la alimentación a los puntos de consumo directamente desde la cisterna, con presión dada por un equipo hidroneumático (Ortiz, s.f.).

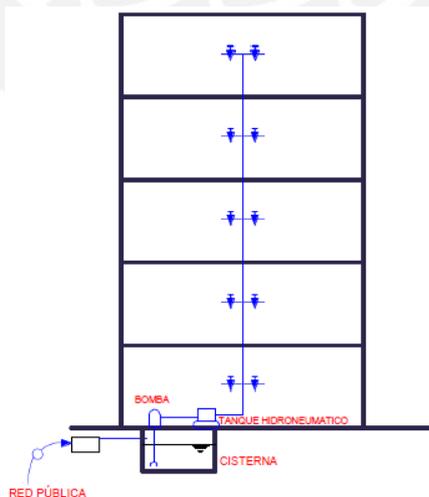


Figura 4. Esquema de un sistema de alimentación indirecta con equipo hidroneumático.
Tomado de PUCP (2019) Instalaciones en edificaciones

2.1.2.2.4. Sistema de alimentación indirecta con presión constante

De acuerdo a Rodríguez (2005), este sistema se basa en bombear agua directamente a la red interior, de acuerdo con los cambios en las demandas, sin caídas en la presión de los aparatos sanitarios.

Para este sistema es necesario bombear el agua de abajo hacia arriba, desde una cisterna, evitando la presencia de tanques elevados. El agua es suministrada a toda la red con una o varias bombas, que succionan el agua de la cisterna, repartiéndose según las necesidades de los aparatos sanitarios.

2.1.3. Tuberías

Castillo (2016), las define como conductos circulares que transportan agua y cuyo diámetro es calculado mediante normas establecidas. Se utilizan diferentes materiales para su fabricación siendo los más comunes el PVC, polipropileno, cobre y otros, cada uno con su coeficiente de rugosidad y su tipo de unión.

2.1.3.1. Policloruro de vinilo (PVC) y Policloruro de vinilo clorado (CPVC)

Es el material más utilizado en las instalaciones sanitarias debido a sus facilidades de construcción, ventajas y propiedades en su uso y mantenimiento. De acuerdo a Rodríguez (2005), sus propiedades más importantes son:

- Resistencia a la corrosión: Es capaz de resistir la acción de productos químicos usados para limpieza o para destapar cañerías.
- Paredes lisas: Se reducen las pérdidas de energía debidas a la fricción, dándole al material una vida útil más larga y eficiente.
- Resistencia mecánica: Puede soportar presiones considerablemente altas.
- Peso: Comparadas con las tuberías metálicas o las de asbesto-cemento, las tuberías PVC y CPVC son mucho más livianas y manejables, facilitando la instalación y almacenamiento.

- Temperatura: En las tuberías CPVC se evitan las pérdidas de calor al transportar el agua caliente, dándole eficiencia al sistema.
- Las tuberías de CPVC según FlowGuard, permite un fluido sin tantas bacterias.

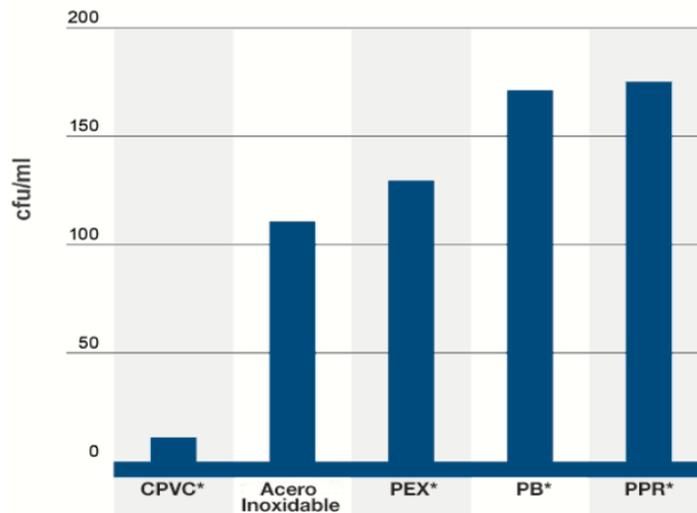


Figura 5. Gráfico de número de bacterias en CPVC respecto a otros materiales

Tomado de FlowGuard (2020) Tubería de CPVC

2.1.3.2. *Polipropileno (PP-R)*

El polipropileno es un material polímero que posee ciertas características y distintas aplicaciones en las industrias; sin embargo, hay una en la cual destaca y lo convierte en el material más idóneo para las instalaciones de las redes sanitarias. Estas son las tuberías de polipropileno o también llamadas tuberías PP-R. Entre las principales ventajas de este material destacan las siguientes.

- No transmite olor o sabor al fluido que se traslada mediante este material.
- Son resistentes a la presión y a la temperatura
- Es muy resistente a la corrosión (corrosión casi nula)
- Las uniones entre las distintas tuberías se realizan por conexiones de termofusión

El proceso de instalación de las conexiones con el uso de este tipo de tuberías es un poco distinto frente a otros tipos de materiales, pues, como se mencionó anteriormente, se realiza

por termofusión; es decir, se realiza una serie de procedimientos para llevarlo a cabo lo cual se detalla de la siguiente forma según Aquatherm.

- 1) Se debe realizar el corte de la distancia del tubo a realizar con ayuda de unas tijeras o cortadores de tuberías apropiadas.
- 2) Se debe marcar la conexión que se realizará en la tubería.
- 3) Se introduce la tubería a una matriz para iniciar el proceso de termofusión.
- 4) Al extraer la tubería de la matriz, se debe realizar rápidamente la conexión entre tuberías.



Figura 6. Tubería de polipropileno

Tomado de Aquatherm, “Sistema de tuberías de polipropileno (PP-R)”

2.2. Agua caliente

2.2.1. Descripción

El agua caliente suele ser necesaria en la higiene corporal, el lavado de utensilios y otras actividades, por lo que en la mayoría de las edificaciones es necesario considerar un sistema de suministro de agua caliente.

De acuerdo con Castillo (2016). Los calentadores de agua pueden ser del tipo instantáneo o con almacenamiento, ya sea utilizando energía eléctrica a través de una resistencia o utilizando un combustible (gas, petróleo, vapor, kerosene) a través de un quemador.

2.2.2. Sistemas de abastecimiento de agua caliente

Existen dos tipos de sistemas de alimentación de agua caliente.

2.2.2.1 *Sistema directo*

Se utiliza cuando el sistema de suministro de agua caliente el número de puntos de suministro por calentador es limitado, y la distancia entre la fuente de agua caliente y los puntos de salida no permite gran pérdida de calor.

2.2.2.2 *Sistema con circulación*

Se utiliza cuando una edificación requiere de un suministro de agua caliente muy eficiente con determinadas características, como una gran cantidad de aparatos sanitarios que requieren agua caliente o distancias largas entre el equipo de producción de agua caliente y los servicios

El sistema consiste en un equipo de producción de agua caliente, una red de distribución de agua caliente, un sistema de retorno de agua caliente y un equipo o bomba de retorno. El sistema es regulado con temperatura de salida del calentador, temperatura de llegada a las salidas de suministro, temperatura de arranque y parada del retorno.

2.3 Agua contra incendio (ACI)

2.3.1 Descripción

La red de sistema de agua contra incendio (ACI) se define como un conjunto de equipamientos o partes dentro de la edificación con la finalidad de proteger los bienes materiales y vidas humanas; esto se basa en que existe una inseguridad latente debido a los siniestros que pueden llegar a ocurrir ante un fenómeno natural no esperado.

Dentro de la norma técnica peruana A.130 se definen algunos sistemas integrados en las redes de agua contra incendio como los alimentadores, gabinetes para uso de los residentes, salida para uso del cuerpo de bomberos, rociadores, entre otros; dentro de esta, se detallan los requerimientos necesarios para su proyección y construcción de la estructura. La norma técnica

de edificaciones no presenta un capítulo específico con la metodología de diseño de los sistemas de protección contra los incendios; sin embargo, existen manuales o normas internacionales como la NFPA (*National Fire Protection Association*) que asegura un correcto diseño y construcción de los sistemas contra incendios.

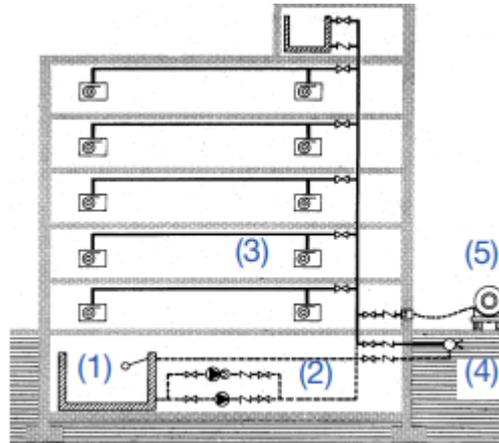


Figura 7. Esquema de sistema de red contra incendio simplificado

Tomado de “Sistema de agua contra incendios” de Ministerio de Consumo, Sanidad, y Bienestar Social (España)

2.3.2 Componentes del sistema de agua contra incendios (ACI)

2.3.2.1. *Electrobombas*

Las bombas contra incendio tienen el objetivo o labor de abastecer de agua a la edificación en caso de un siniestro hasta su finalización o destrucción del equipo mismo. Con la finalidad de asegurar el correcto desempeño y confiabilidad de calidad, éstas deben ser diseñadas y fabricadas bajo los lineamientos de la norma NFPA 20 como lo indica la norma NTE A130 artículo 102 inciso d, listadas por UL (Underwriters Laboratories) y aprobadas por FM (Factory Mutual). En ello, se establece que la bomba deberá ser capaz de soportar agentes corrosivos o abrasantes para obtener el correcto funcionamiento en el bombeo de agua hacia el apagado del incendio. Dentro del sistema de bombas común en edificaciones multifamiliares se cuenta con una bomba principal y una electrobomba jockey; ambas se deberán considerar

características como caudal, altura dinámica total, diámetro de succión y expulsión, caballaje y tipo de motor. Estos valores deberán ser calculados mediante los procedimientos y diseños estipulados en la norma NFPA 20.

2.3.2.2. *Tuberías*

El material de tubería aérea más utilizados en el ámbito nacional y permitido por norma son las tuberías de acero de carbono sin costura Schedule 40 debido a su alta resistencia a presiones altas y durabilidad; estas deben ser fabricados, según la norma NFPA, bajo los lineamientos de las normas ASTM A795, ANSI/ASTM A.53M ANSI/ ASME B36.10M y ASTM A135 (Liban, 2021). Por otro lado, dentro de la normativa peruana se exige otro tipo de material para las tuberías enterradas o empotradas, que es un material más resistente a la corrosión y alta resistencia al calor; estos pueden ser el Polietileno de Alta densidad (HDPE), Policloruro de Vinilo (PVC), polietileno (PE) y policloruro de vinilo clorado (CPVC). Todos los tipos de tuberías plásticas deben ser listados; es decir, que hayan sido sometidos a las exigencias más rigurosas en temas de calidad y rendimiento para cumplir su propósito de manera óptima.



Figura 8. Red de tubería de agua contra incendios.

Tomado de aconstructoras.com (s.f.) Red contra incendio, suministro e instalación de tubería en acero galvanizado.

2.3.2.3. Uniones y accesorios

Todas las uniones y accesorios utilizados, como las bombas y tuberías, deben ser listadas y cumplir con las normativas siguientes:

ASTM A126: Material de hierro fundido

ANSI/ASME B16.4: Accesorios roscados clase 125 y 250

ANSI/ASME B16.1 Brindas y accesorios

ASTM A197: Hierro maleable

ANSI/ASME B16.3: Accesorios roscados clase 150

ASME/ANSI B16.9: Accesorios soldables

NFPA 13

Dentro de los diferentes tipos de accesorios encontramos a las uniones, reducciones, adaptadores, uniones roscadas, uniones por ranura mecánica, entre otros. Cada una de estas, según la norma NFPA 14, tienen limitaciones en su uso y recomendaciones para su uso adecuado; el uso de uno u otro accesorio en su mayoría dependerá del diámetro de la tubería y el material de la tubería.

2.3.3. Sistema contra incendio según tipo de edificación

La normativa peruana exige una protección contra siniestros de incendio según distintas características como el número de niveles, área techada, uso de edificación, riesgo entre otros. En rasgos generales, los números de pisos proporcionan al proyectista y constructor el esquema total del sistema de protección a utilizar. La norma NTE. A.130 en el capítulo V propone una diferenciación según lo antes mencionado.

Artículo 67: De 5 a 10 pisos, este tipo de edificación deberá contar con una red de agua contra incendio, extintores portátiles, gabinetes, salidas válvulas de 65 mm en cada nivel dentro de las escaleras de emergencia; en caso se presente estacionamientos con áreas techadas mayores a 750 m² se deberá exigir rociadores automáticos. En ambos casos, con o sin

estacionamientos subterráneos, se deberá colocar un sistema de detección y alarma de incendios con proveedores e instaladores certificados.

Artículo 69: De 10 a 20 pisos, estos tipos de edificaciones deberán contar una red de agua contra incendio presurizada en una tubería de diámetro no menor de 4" con válvulas angulares de 2" 1/2 y un gabinete que llegue a cubrir toda la superficie del nivel colocado en todos los pisos. Además, se deberá contar con una bomba de arranque automatizado con la característica de satisfacer caudales de 250 gpm con una presión de 60 psi en el punto más desfavorable. La reserva de esta no podrá ser menor que 28m³ y deberá ser dimensionada de acuerdo a la demanda máxima requerida. Por otro lado, será necesario la instalación de estaciones manuales y sirenas estroboscópicas como sistema de alarma.

Artículo 70: De 20 a más pisos, este tipo de edificio multifamiliar deberá contar lo mismo que una edificación mayor a 10 niveles con la diferencia de que deberá contar con rociadores en todos sus pisos. Todo el sistema debe seguir los lineamientos de la norma NFPA 13

CAPÍTULO 3: Desarrollo de la investigación

3.1. Sistemas de agua fría y caliente

3.1.1. Optimización de costos por sistema de abastecimiento

Para la distribución de agua fría se debe elegir un sistema de alimentación, como se mencionó en capítulos anteriores, la elección del sistema dependerá de la presión disponible con la que se cuente en la red pública. En el caso de una edificación de varios pisos como un edificio multifamiliar es muy difícil emplear un sistema de alimentación directa, es por ello que se debe elegir algún otro tipo de sistema de alimentación mencionada en el anterior capítulo. De acuerdo al sistema elegido se obtendrán distintos presupuestos, en consecuencia, se puede evaluar cuál de ellos provocará beneficios económicos.

De acuerdo a una investigación realizada por Quiroz (2018), para el diseño de instalaciones sanitarias de un edificio multifamiliar de 6 pisos en la ciudad de Lima. Se obtuvo que el presupuesto para un sistema de alimentación indirecto con cisterna y tanque elevado era de S/.210 000.00, mientras que para un sistema de presión constante el presupuesto era de S/. 202 000.00. Con ello se puede afirmar que utilizando un sistema de distribución de presión constante se puede obtener un ligero ahorro.

A continuación, se muestran las tablas de presupuestos de agua fría en el semisótano, que es donde se da la variación de presupuesto de las redes de distribución de agua para los dos sistemas de alimentación analizados.

Tabla 1. *Presupuesto de agua fría en semisótano con sistema de presión constante*

SISTEMA DE AGUA FRÍA				
REDES EMPOTRADAS				
Tubería PVC C-10 de 1/2"	m	44.66	9.60	428.74
Tubería PVC C-10 de 3/4"	m	17.65	10.61	187.27
Tubería PVC C-10 de 2"	m	8.57	28.88	247.50
REDES ADOSADAS				
Tubería PVC C-10 de 2"	m	17.95	28.88	518.40
SALIDAS				
Salida de grifo de riego	pto	5.00	38.89	194.45
VÁLVULAS y GRIFOS				
Grifo de riego de 1/2"	und	5.00	95.50	477.50
Válvula esférica de bronce de 3/4"	und	5.00	92.55	462.75
Válvula esférica de bronce de 3/4"	und	1.00	92.55	92.55
MEDIDORES DE CAUDAL				
Medidores de agua de 3/4" inc. 2 valv. CIM 14 Racord de Bronce y accesorios marca ZENNER.	und	1.00	490.00	490.00
PRUEBA HIDROSTÁTICA				
PRUEBA HIDRÁULICA DE AGUA FRÍA	und	1.00	2,250.00	2,250.00
EQUIPAMIENTO				
EQUIPO DE PRESIÓN CONSTANTE				
EQUIPO DE BOMBAS Marca: PENTAX Modelo : U9-350/4T Caudal : 3.98 LPS Altura: 22.33 MTS Potencia : 2.00 HP Tensión Trifásica : 220V	und	3	5236.14	15708.42

Nota. Tomado de “Diseño de instalaciones sanitarias para el costo óptimo de un proyecto de edificación multifamiliar-Cercado del Callao”, por Quiroz, 2018.

Tabla 2. *Presupuesto de agua fría en semisótano con sistema de distribución con bomba y tanque elevado*

SISTEMA DE AGUA FRÍA				
REDES EMPOTRADAS				
Tubería PVC C-10 de 1/2"	m	44.66	9.6	428.74
Tubería PVC C-10 de 3/4"	m	17.65	10.61	187.27
Tubería PVC C-10 de 2"	m	8.57	28.88	247.50
REDES ADOSADAS				
Tubería PVC C-10 de 2"	m	27.95	28.88	807.20
SALIDAS				
Salida de grifo de riego	pto	5	38.89	194.45
VÁLVULAS y GRIFOS				
Grifo de riego de 1/2"	und	5	95.5	477.50
Válvula esférica de bronce de 3/4"	und	5	92.55	462.75
Válvula esférica de bronce de 3/4"	und	1	92.55	92.55
MEDIDORES DE CAUDAL				
Medidores de agua de 3/4" inc. 2 valv. CIM 14 Racord de Bronce y accesorios marca ZENNER.	und	1	490	490.00
PRUEBA HIDROSTÁTICA				
Prueba hidráulica de agua fría	und	1	2250	2250.00
EQUIPO DE BOMBAS PARA ACD				
Marca: PENTAX Modelo : U9-350/4T Caudal : 3.91 LPS Altura: 28.83 MTS Potencia : 3.00 HP Tensión Trifásica : 220V	und	2.00	6204.23	12408.46
TANQUE CISTERNA PREFABRICADA				
Marca: Rotoplas Material: Polietileno Altural: 3.21 MTS Diámetro: 2.20 MTS	glb	1.00	7338.00	7338.00

Nota. Tomado de “Diseño de instalaciones sanitarias para el costo óptimo de un proyecto de edificación multifamiliar-Cercado del Callao”, por Quiroz, 2018.

De las tablas presentadas se puede evidenciar que la que la variación del costo se da entre el equipo de presión constante y entre la bomba y tanque elevado.

3.1.2. Optimización de costos por material

Con lo explicado en el capítulo anterior, lo más común en el país es utilizar tuberías de PVC y CPVC para la red de distribución de agua fría y caliente respectivamente; sin embargo, también existen otras opciones de materiales como el uso de tuberías de Polipropileno. Este tipo de material es utilizado en menor medida, pero su implementación puede conllevar a algunos beneficios económicos tanto en la etapa de diseño como durante la operación.

En una investigación realizada por Fabián (2013), realizó comparaciones de presupuestos entre las redes de distribución de agua fría y caliente para un edificio multifamiliar de 5 pisos, utilizando tuberías PVC y CPVC con tuberías de polipropileno. Para ello se hicieron dos comparaciones, la red de distribución de agua de materiales convencionales con la red de polipropileno utilizando llaves de paso con manillas, por otro lado, la misma red de distribución de agua con tuberías de PVC y CPVC con la red de polipropileno, pero esta vez utilizando válvulas de bola. La comparación está en que cuando se utilicen las llaves de paso con manillas no se necesitan realizar nichos y en el caso que se utilicen válvulas de bola si será necesario realizarlos, causando variaciones en el presupuesto.

Las comparaciones realizadas se pueden observar en las siguientes tablas:

3.1.2.1. *Redes de agua fría y caliente con tuberías de PVC y CPVC*

Tabla 3. Presupuesto de redes de alimentación de agua fría con tuberías de PVC

PVC			
EDIFICIO TÍPICO 5 PISOS 20 DEPARTAMENTOS			
Instalaciones Sanitarias Interiores Agua Fría			
Cantidad	Descripción	V. Unit.	Total
361	TUBO 3/4" PVC C-10	1.27	458.47
168	TUBO 1/2" PVC C-10	0.99	166.32
326	CODO 90X3/4"	0.83	270.58
166	CODO 90X1/2"	0.56	92.96
84	CODO 90X1/2" FG	0.69	57.96
84	ADAPTADOR 1/2"	0.28	23.52
20	CODO F° G° 3/4" X 90°	0.97	19.40
20	ADAPTADOR PVC CL-10 MACHO Ø 3/4"	0.42	8.31
20	TEE PVC CL-10 Ø 3/4" X 3/4" ROSCADO	2.52	50.40
40	ADAPTADOR PVC CL-10 MACHO Ø 3/4"	0.42	16.63
20	TEE 3/4" PVC	1.14	22.80
20	TEE 1/2" PVC	0.72	14.40
4	TEE 3/4" PVC	1.14	4.56
4	REDUCCION 3/4" X 1/2"	0.39	1.56
40	TEE 3/4" PVC	1.14	45.60
40	REDUCCION 3/4" X 1/2"	0.39	15.60
20	TEE 3/4" PVC	1.14	22.80
40	REDUCCION 3/4" X 1/2"	0.39	15.60
60	LLAVE ESFERICA 3/4"	16.44	986.40
120	UNION UNIVERSAL 3/4" FG	3.60	432.00
120	ADAPTADOR 3/4"	0.42	50.40
44	LLAVE ESFERICA 1/2"	10.62	467.28
88	UNION UNIVERSAL 1/2" FG	2.91	256.08
88	ADAPTADOR 1/2"	0.28	24.64
20	ADAPTADOR 3/4"	0.42	8.40
20	ADAPTADOR 1/2"	0.28	5.60
24	UNION 1/2" PVC	0.39	9.36
60	UNION 3/4" PVC	0.57	34.20
60	PEGAMENTO	12.82	769.20
12	LIMPIADOR PVC TUBERIAS	15.93	191.16
60	ADEX	3.80	228.00
450	CINTA TEFLON	0.69	310.50
40	HOJA DE SIERRA	3.11	124.40
Total			S/. 5,205.09

Nota. Tomado de “Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional y el sistema de termofusión”, por Fabián, 2013.

Tabla 4. Presupuesto de redes de alimentación de agua caliente con tuberías de CPVC

SANITARIA / AGUA CALIENTE CPVC			
CONDominio PUENTE PIEDRA			
Instalaciones Sanitarias Interiores Agua Caliente			
Cantidad	Descripción	V. Unit.	Total
319	TUBO 1/2" CPVC	3.69	1,177.11
300	CODO 90X1/2" CPVC	0.37	111.00
100	CODO 90X1/2" FG	2.28	228.00
100	ADAPTADOR 1/2" CPVC	0.39	39.00
20	TEE Ø 1/2" X 1/2" F° G°	1.59	31.80
20	ADAPTADOR CPVC MACHO Ø 1/2"	0.39	7.80
60	TEE CPVC Ø 1/2" X 1/2"	0.57	34.20
80	LLAVE ESFERICA 1/2"	10.62	849.60
160	UNION UNIVERSAL 1/2" CPVC	3.63	580.80
160	ADAPTADOR 1/2" CPVC	0.39	62.40
40	ADAPTADOR 1/2" CPVC	0.39	15.60
60	UNION 1/2" CPVC	0.92	55.20
30	PEGAMENTO	24.16	724.80
10	LIMPIADOR PVC TUBERIAS	15.93	159.30
20	ADEX	3.80	76.00
300	CINTA TEFLON	0.69	207.00
40	HOJA DE SIERRA	3.11	124.40
Total			S/. 4,484.01

Nota. Tomado de “Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional y el sistema de termofusión”, por Fabián, 2013.

Se obtienen los presupuestos utilizando tuberías de PVC y CPVC

Tabla 5. Presupuesto total de agua fría y caliente utilizando tuberías de PVC y CPVC respectivamente.

	TOTAL MATERIAL AF		S/.	5,205.09
	TOTAL MATERIAL AC		S/.	4,484.01
	TOTAL PARCIAL		S/.	9,689.10
184	CAJUELAS O NICHOS	30.00	S/.	5,520.00
TOTAL			S/.	15,209.10

Nota. Tomado de “Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional y el sistema de termofusión”, por Fabián, 2013.

3.1.2.2. Redes de agua fría y caliente con tuberías de polipropileno con llaves de paso con manilla

Tabla 6. Presupuesto de redes de alimentación de agua fría con tuberías de Polipropileno con llaves de paso con manilla.

POLIPROPILENO			
EDIFICIO TÍPICO 5 PISOS 20 DEPARTAMENTOS			
Instalaciones Sanitarias Interiores Agua Fría			
Cantidad	Descripción	V. Unit.	Total
361	TB 25mm R3 PN-10	4.56	1,646.16
168	TB 20mm R3 PN-10	2.94	493.92
326	CODO 25x90 FUSION PP R-3	1.12	365.12
166	CODO 20x90 FUSION PP R-3	0.87	144.42
84	CODO 20x1/2 HI R.MET R-3	5.54	465.36
20	CODO 25x1/2 HI R.MET R-3	7.28	145.60
20	TEE 25x1/2 HI R.MET R-3	7.32	146.40
20	TEE 25x25 FUSION PP R-3	1.41	28.20
20	TEE 20x20 FUSION PP R-3	1.09	21.80
4	TEE RED.25X25X20 FUS.PP R-3	2.61	10.44
40	TEE RED.25x20x25 FUS.PP R-3	1.52	60.80
20	TEE RED.25x20x20 FUS.PP R-3	1.61	32.20
60	LL.PASO 25m/m MET.MANILLA AZUL FUS. R-3	23.64	1,418.40
44	LL.PASO 20m/m MET.MANILLA AZUL FUS. R-3	21.65	952.60
20	UNION FUSION HE 25X3/4 R-3	2.08	41.60
20	UNION FUSION HE 20X1/2 R-3	1.25	25.00
24	COPLA 20 FUSION PP R-3	0.71	17.04
60	COPLA 25 FUSION PP R-3	0.88	52.80
2	MAQ.FUSIOTHERM 800W C/CAJA	412.44	824.88
Total			S/. 6,892.74

Nota. Tomado de “Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional y el sistema de termofusión”, por Fabián, 2013

Tabla 7. *Presupuesto de redes de alimentación de agua caliente con tuberías de Polipropileno con llaves de paso con manilla.*

SANITARIA / AGUA CALIENTE PP-R			
CONDOMINIO PUENTE PIEDRA			
Instalaciones Sanitarias Interiores Agua Caliente			
Cantidad	Descripción	V. Unit.	Total
319	TB 16mm R3 PN-16	3.70	1,180.30
300	CODO 16x90 FUSION PP R-3	0.62	186.00
100	CODO 16x1/2 HI R.MET R-3	4.91	491.00
20	TEE 16x1/2 HI R.MET R-3	5.79	115.80
60	TEE 16x16 FUSION PP R-3	0.88	52.80
80	LL.PASO 16m/m MET.MANILLA ROJA FUS. R-3	20.29	1,623.20
40	UNION FUSION HE 16X1/2 R-3	1.20	48.00
60	COPLA 16 FUSION PP R-3	0.57	34.20
		Total	S/. 3,731.30

Nota. Tomado de “Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional y el sistema de termofusión”, por Fabián, 2013

Tabla 8. *Presupuesto total de agua fría y caliente utilizando tuberías de polipropileno con llaves de paso con manillas*

	TOTAL MATERIAL AF		S/. 6,892.74
	TOTAL MATERIAL AC		S/. 3,731.30
	TOTAL PARCIAL		S/. 10,624.04
0	CAJUELAS O NICHOS	30.00	0.00
TOTAL			S/. 10,624.04

Nota. Tomado de “Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional y el sistema de termofusión”, por Fabián, 2013

De los presupuestos obtenidos se puede apreciar que, utilizando tuberías de polipropileno con llaves de paso con manilla, hay una reducción de presupuesto aproximado de S/. 5 000. 00 respecto a las redes de PVC y CPVC a partir de la no utilización de nichos para válvulas.

Por otro lado, también se cuenta con el presupuesto de las redes de agua utilizando tuberías de polipropileno, pero esta vez implementando válvulas de bola.

3.1.2.3. *Redes de agua fría y caliente con tuberías de polipropileno con válvulas de bola*

Se cuenta con el presupuesto final de las redes de agua fría y caliente con tuberías de polipropileno con válvulas de bola

Tabla 9. *Presupuesto total de agua fría y caliente utilizando tuberías de polipropileno con válvulas de bola*

	TOTAL MATERIAL AF		S/.	9,367.50
	TOTAL MATERIAL AC		S/.	4,626.50
	TOTAL PARCIAL		S/.	13,994.00
184	CAJUELAS O NICHOS	20.00	S/.	3,680.00
TOTAL			S/.	17,674.00

Nota. Tomado de “Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional y el sistema de termofusión”, por Fabián, 2013

De los presupuestos obtenidos se puede apreciar que, utilizando tuberías de polipropileno con válvulas de bola, hay un aumento de presupuesto aproximado de S/. 2 000. 00 respecto a las redes de PVC y CPVC a partir de la utilización de nichos para válvulas.

3.2. **Sistema de agua contra incendio (ACI)**

A lo largo de la historia, los sistemas contra incendio han cambiado constantemente a medida que nuevas tecnologías se desarrollan; además del aprendizaje del error en distintas infraestructuras, las normas se actualizaron con la finalidad de salvaguardar la vida de las personas y sus activos. Todo elemento del sistema contra incendio mejoró con el tiempo, ya que las empresas proveedoras cada año fueron exigidas de mejores calidades y estándares de seguridad; dentro de estas tenemos a las bombas, tuberías, aspersores, accesorios, alarmas, sirenas, entre otros. Por un lado, el elemento con mayores investigaciones e innovaciones son las tuberías utilizadas en las redes de agua contra incendios. En los proyectos inmobiliarios multifamiliares, el material más utilizado o proyectado por los especialistas es el acero de

carbono con cedula 40; este, según la normativa peruana, es el único material que se puede utilizar para tuberías áreas húmedas de las redes contra incendio. La utilización de este material radica en su resistencia a altas temperaturas producida por los incendios y la alta capacidad de presión admisible dentro de ella; sin embargo, es un material muy complicado de ensamblar, transportar y proteger ante la corrosión. Por esta razón, se presentarán tuberías de distintos materiales de fabricación que ayudarían, en caso de su uso, a aumentar la constructibilidad de las obras inmobiliarias, siendo estas aprobadas o listadas por la normativa internacional NFPA para su uso en los sistemas de agua contra incendio.

3.2.1. Material de tubería alternativo

Según Jussef Liban, gerente general de GRUPO 3S SAC, existen diversos mitos sobre la selección del material de la tubería contra incendio lo que encarece la implementación del sistema de protección contra los siniestros. Uno de estos argumentos menciona que la mejor tubería es la que resiste mayores presiones, la que más espesor tenga y la que más resista al fuego, siendo la que encaja en los 3 casos antes mencionados las tuberías de acero *schedule 40* que suelen ser las especificadas por los diseñadores de redes contra incendio a la mayoría de las edificaciones multifamiliares.

De esta manera, por las razones previamente expuestas, se presentarán las características y propiedades de dos materiales de tuberías a base de plástico utilizados en los sistemas contra incendios. Para esto se ha utilizado fuentes propias de los fabricantes y externos que ayudarán a ilustrar los beneficios que brindan en contraste con utilizar redes de acero, así como las mejoras que presenta en implementar estos materiales el sistema de protección en la actualidad.

Por un lado, el CPVC es un termoplástico cuyas siglas refieren a policloruro de vinilo clorado. Según uno de los fabricantes más comerciales, Durman by Aliaxis, el CPVC es un homopolímero de PVC que ha sido reaccionado al cloro y con ayuda de calor y rayos ultravioleta se forma una resina de CPVC con una alta concentración de cloro mayor al PVC;

después con la resina de CPVC y aditivos se llega al producto final del CPVC con todas las características físicas, químicas y mecánicas que le corresponde (Corzan, 2021). Este termoplástico tiene distintos usos en la industria como procesamiento químico, tratamiento de aguas residuales, transporte de agentes químicos o minerales, generación de energía, entre otros; sin embargo, su uso más comercial radica en los sistemas de rociadores contra incendio para proyectos multifamiliares. Es de vital importancia que este material se encuentre listado y certificado con FM y UL y que sea aceptado por la norma NFPA 13. Actualmente existe un fabricante reconocido de estas tuberías con presencia en diversos países de Latinoamérica incluido Perú; este es BlazeMaster de Durman.

Por otro lado, el polipropileno copolímero *random* es una tubería con capas intermedias de fibras de vidrio fabricada mediante proceso de extrusión múltiple elaboradas para resistir la reacción del fuego e implementarlas en el sistema de protección contra incendios. Las tuberías de este material tienen la ventaja de que sus uniones se realizan por medio de fusión, lo cual permite una firme unión sin necesidad de adhesivo u otro accesorio de conexión. La utilización de las tuberías de polipropileno copolímero *random* son muy eficientes al momento de realizar las conexiones con la boca de incendios equipadas (BIEs) y al implementar rociadores automáticos; además, posee una resistencia a los agentes químicos tanto en las tuberías y accesorios como en la transición del sistema siendo útil en edificaciones con riesgos leves y moderados.

De lo argumentado en párrafos anteriores sobre el uso de tuberías hechas de materiales alternativos, se puede identificar diversos puntos a favor sobre su utilidad en los sistemas de protección contra incendios. Se dará a conocer beneficios en su uso y mención de sus altas características para un posible reemplazo de las tuberías de acero.

El uso de las tuberías CPVC expuestas se encuentra restringido para el uso en el sistema de aspersores de agua contra incendio. Si bien la normativa peruana no admite dicho material para esa función, esta es aceptada por la normativa NFPA 13 y se encuentra listado.

Tabla 10. *Presupuesto de tuberías de rociadores de un centro comercial*

Proyecto: CENTRO COMERCIAL OPEN PLAZA PIMAVERA						
Estructura de Costos - Edificación		Und	Cant.	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
D4010	Sprinklers					527,989.83
D401001	Sprinklers					
	Rociador early supression fast response					
D40100101	K=17, up righth	und	0.00			
D40100102	Rociador cobertura extendida	und	0.00			
D40100103	Rociador "recessed" K=5.6 respuesta rapida	und	248.00	52.81	13,096.88	
D401002	Tuberías					
D40100201	Tubería de acero SCH40 ASTM A53 de 1"	und	331.00	213.52	70,675.12	
D40100202	Tubería de acero SCH40 ASTM A53 de 1 1/4"	und	72.00	235.49	16,955.28	
D40100203	Tubería de acero SCH40 ASTM A53 de 1 1/2"	und	81.00	296.47	24,014.07	
D40100204	Tubería de acero SCH40 ASTM A53 de 2"	und	238.00	309.83	73,739.54	
D40100205	Tubería de acero SCH40 ASTM A53 de 2 1/2"	und	198.00	397.88	78,780.24	
D40100206	Tubería de acero SCH40 ASTM A53 de 3"	und	192.00	483.81	92,891.52	
D40100207	Tubería de acero SCH40 ASTM A53 de 4"	und	246.00	616.67	151,700.82	

Nota. Tomado de "Diseño de sistema de protección contra incendio con agua para el Centro Comercial Open Plaza Primavera", por Alcarraz, 2014

Como se puede observar en la *Tabla 10*, en el caso de un centro comercial el costo de la instalación de sistema de rociadores aumenta comparado a la de una edificación. En Lima, se construyen edificaciones multifamiliares de mayor envergadura a medida que pasa el tiempo, lo que se refleja en la obligación por norma peruana de utilizar el sistema en cuestión.

3.2.2. Ventajas ante el acero

3.2.2.1. *Montaje y construcción*

Los nuevos proyectos inmobiliarios en Lima solicitan, a medida que avanzan los años, materiales más fáciles de instalar, que brinde soluciones rápidas a incompatibilidades presentadas en obra y más seguras de utilizar; en estas épocas de pandemia, la cantidad de trabajadores a tener en planta es un factor importante con la finalidad de evitar contagios. En este aspecto, las tuberías termoplásticas CPVC de *BlazeMaster* u otros fabricantes listados para

uso contra incendio superan al acero convencional. Según el fabricante “*BlazeMaster*”, estas tuberías pesan aproximadamente una octava parte a las de acero de similar diámetro; esta diferencia física de ambos materiales se refleja en la cantidad personal requerido para la instalación, rapidez de instalación, facilidad de transporte, número de soportes o gotas a instalar, entre otros. Por otro lado, las tuberías termoplásticas resaltan por su facilidad de corte y correcciones comparado con el acero; mientras que el acero requiere altas temperaturas y personal calificado, el CPVC o *RedPipe* son de fácil de cortar con simples herramientas. Además, las uniones con accesorios u otras tuberías se pueden realizar con un solvente de cemento o termofusión respectivamente, lo que brinda un sellado mejor a la de los acoples mecánicos utilizados necesariamente en el acero.

3.2.2.2. Resistencia a presión

Las tuberías al carbono cédula 40 para redes contra incendio, según diversos proveedores, tiene resistencia como mínimo en sus menores diámetros de 700 psi; sin embargo, los rociadores estándares en el mercado en promedio trabajan a presiones como máximo 175 psi. (PRADA, 2019). Este es un dato para tomar en cuenta, ya que cuál sería la razón para solicitar una tubería que resiste presiones exageradamente mayores a los que será solicitado; es como colocar más acero a una viga que no la necesita. Para esto, las tuberías previamente presentadas tienen una presión de trabajo similar a los de los rociadores; de esta manera, se optimizan las propiedades físicas y químicas de los materiales a utilizar.

3.2.2.3. Sostenibilidad ambiental

Uno de los argumentos más comentados y actualmente más conocido es el hecho que para obtener los materiales de construcción involucra el incremento de emisión de carbono al medio ambiente. En definición, para extraer la materia prima con la que se fabrica los materiales de construcción como el concreto, acero, madera, albañilería y plástico incluye un incremento de gases de efecto invernadero, con lo que se traduce en poseer una alta huella de

carbono. Sin embargo, con el avance de la tecnología, se ha podido reducir este incremento y obtener los materiales de una manera más eficiente reduciendo el impacto ambiental que estos ocasionan en el pasado. Con la innovación de las tuberías de CPVC y de polipropileno se obtiene esta reducción de desempeño ambiental, además que reduce varios factores en comparación a las tuberías de acero que al no haber cambios en su fabricación continua con el mismo nivel de huella de carbono.

En la *Figura 9*. se muestra los diversos factores en la cual con la tecnología de elaboración de las tuberías mencionadas tiene un impacto positivo en el medio ambiente.

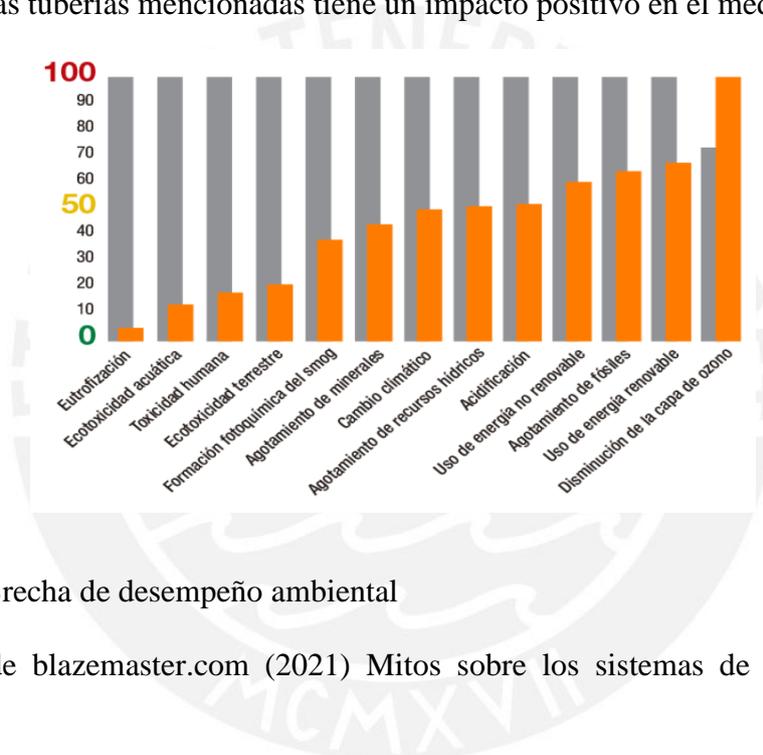


Figura 9. Brecha de desempeño ambiental

Tomado de blazemaster.com (2021) Mitos sobre los sistemas de protección contra incendios.

3.2.2.4. *Resistencia a altas temperaturas*

Es ampliamente conocido las propiedades caloríficas del acero y su alta resistencia a altas temperaturas producidas por las llamas del fuego sin sufrir daños. Esta es una característica necesaria para satisfacer los requerimientos mínimos en el escenario de un incendio; gracias a la composición de los materiales plásticos listados para tuberías contra incendio, estas fueron diseñadas para soportar temperaturas similares alrededor y por un tiempo prolongado para asegurar su función. Tanto el CPVC “*BlazeMaster*”, como el *Red Pipe* de Aquatherm

obtuvieron la clasificación más alta de resistencia al fuego de materiales no metálicos según estándares internacionales; en estos ensayos se analiza el comportamiento en el fuego, la generación de humo y la liberación de gotas flameantes. Ambos materiales obtuvieron la clasificación Bs1d0 (Knurek, 2021).

3.2.2.5. Reducción de costos

Los materiales termoplásticos para uso contra incendio presentan un ahorro significativo comparado con el típico acero al carbón especificado por los proyectistas. Este costo menor se basa en distintos motivos como el ahorro en mano de obra, el aumento de productividad, ahorro en alquiler de maquinaria, menor precio por metro lineal al del acero, menor cantidad de accesorios requeridos, entre otros. Se estima, según los fabricantes, que se produce un ahorro del 30% aproximadamente del costo del sistema convencional. Otro factor importante en la reducción de costos es que el material de plástico no requiere de mantenimiento por agentes corrosivos a comparación del acero que requiere procedimientos y tratamientos continuos a lo largo de su vida útil.

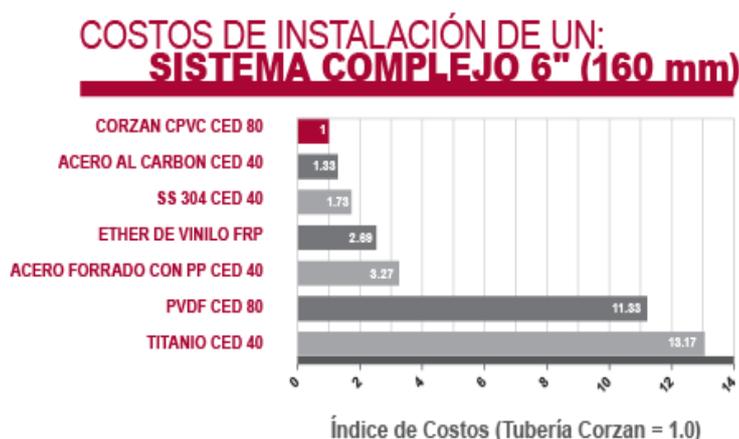


Figura 10. Gráfico de barras de costos de instalación de distintos materiales de tuberías

Tomado de corzan.com (2021) ¿Qué material ofrece la mayor durabilidad a largo plazo en el uso de tuberías industriales?

CAPÍTULO 4: Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

4.1.1 Comparación entre sistemas de abastecimiento

- La reducción del presupuesto utilizando el sistema de presión constante se debe principalmente a la cantidad de tuberías, accesorios y equipos de bombeo si es que se llegara a utilizar el sistema con cisterna y tanque elevado, considerando que este es un sistema poco utilizado en la actualidad.
- Se puede pensar que el utilizar un sistema no tan común en edificaciones peruanas como el de presión constante, puede resultar obtener un mayor costo; sin embargo, se demuestra que no.

4.1.2 Comparación entre tuberías PVC y CPVC con tuberías de polipropileno

- Si se utilizan llaves de paso con manillas en la red de tuberías de Polipropileno, se producirá un ahorro considerable respecto a la misma red, pero con tuberías de PVC y CPVC, ello se debe a que no se requerirá la construcción de nichos en donde se deben encontrar las válvulas si es que se llegara a utilizar algún tipo distinto a las llaves de paso.
- Si se utilizan válvulas de bola en la red de tuberías de Polipropileno, se producirá un ligero aumento de presupuesto respecto a la misma red, pero con tuberías de PVC y CPVC, esto debido a que se deben construir nichos en las paredes para que se puedan ubicar las válvulas.
- Al no utilizar nichos en el caso que se utilicen llaves de paso, se puede reducir los tiempos de construcción al momento de la colocación de tuberías.
- Se pueden obtener buenos beneficios económicos reemplazando las tuberías de PVC por las de polipropileno, pero se debe considerar tener la información necesaria para poder emplear dichas tuberías correctamente.

4.1.3 Sistema de agua contra incendio (ACI)

- Se debe tener presente realizar diseños de instalaciones sanitarias con nuevas metodologías basados en recientes ensayos hechos por las principales instituciones.
- A partir de las investigaciones realizadas, se puede concluir que utilizando materiales alternativos al acero se puede optimizar la red de protección contra incendios de manera que se reduzcan costos.
- Se concluye que la instalación de tuberías de CPVC o Polipropileno, en comparación con las tuberías de acero, cuentan con una mayor facilidad en el transporte, colocación y mantenimiento; de esta manera, los costos son optimizados al elegir estos materiales alternativos para diversas edificaciones multifamiliares.
- A la hora de utilizar los materiales alternativos al acero brindado por los diversos proveedores se obtiene una variedad de metodologías para la distribución de las tuberías, así como un aumento de los distintos dispositivos a utilizar como rociadores y diversas entradas o bocas contra incendios equipadas en la red.
- Las tuberías para su uso en las redes de sistema de protección de agua contra incendio, así como los implementos y accesorios en la red, cuentan con respaldo de organismos e instituciones internacional tales como NFPA (*National Fire Protection Association*), UL (*Underwriters Laboratories*), ASTM (*American Society of Testing and Materials*).

4.2. Recomendaciones

4.2.1. Comparación entre sistemas de abastecimiento

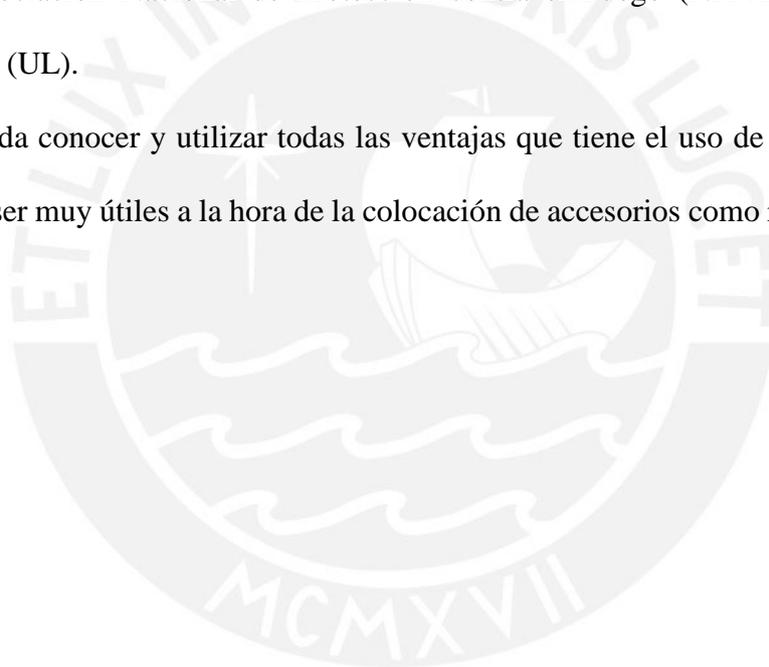
- El caso analizado en la presente investigación es para un edificio de cinco pisos, sería conveniente realizar estudios de comparación entre sistemas para edificios con cantidades de pisos mucho mayores.
- Sería conveniente realizar algún estudio similar para el mismo edificio, pero utilizando el sistema de alimentación inferior con sistema hidroneumático.

4.2.2. Comparación entre tuberías PVC y CPVC con tuberías de polipropileno

- Se recomienda analizar las pérdidas de presión de agua en las tuberías cuando se utilicen tuberías de polipropileno con la llave de paso, ya que se puede estar ahorrando en costos, pero reduciendo las presiones a las salidas de los aparatos sanitarios.

4.2.3. Sistema de agua contra incendio (ACI)

- Se recomienda una futura evaluación por parte de la Norma Técnica de Edificaciones (NTE) de las tuberías de CPVC o Polipropileno, ya que estas han sido ensayadas en diversas investigaciones; además aceptadas y certificadas por instituciones internacionales como la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) y Underwriters Laboratories (UL).
- Se recomienda conocer y utilizar todas las ventajas que tiene el uso de estas tuberías, ya que pueden ser muy útiles a la hora de la colocación de accesorios como rociadores y Bies.



CAPÍTULO 5: Referencias

- Abi-Roud, J. L. (2019, 25 marzo). Mitos y realidades en tuberías para uso contra incendios. grupo3s. Recuperado de <https://grupo3s.pe/wp-content/uploads/2019/03/25-Mitos-y-Realidades-en-Tuber%C3%ADas-para-Uso-Contra-Incendios.pdf>
- Alcarraz, E.(2014). Diseño de sistema de protección contra incendios con agua para el Centro Comercial Open Plaza. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Blazemaster. <https://www.blazemaster.com/blog-sp/6-mitos-sobre-sistemas-de-proteccion-contra-incendios-de-cpvc>
- Bolognesi M.(2016). Especificaciones técnicas del proyecto “ Edificio Multifamiliar Bolognes. Sistema de agua contra incendio.
- Castillo, L. (2016). Instalaciones Sanitarias de Edificaciones: Diseño. Lima: Macro.
- Caloryfrio, I. A. (2020, 3 marzo). Instalaciones contra incendios: tipos de tuberías y materiales. caloryfrio.com. Recuperado de <https://www.caloryfrio.com/sanitarios/tuberias-accesorios/instalaciones-contra-incendios-tipos-tuberias-materiales.html>
- DAS, Environmental Experts (2021). Optimización de plantas de tratamiento de aguas residuales ya existentes. Recuperado de <https://www.das-ee.com/es/tratamiento-de-efluentes/optimizacion-de-plantas/>
- DIGESA (2011) Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Ministerio de Salud. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Durman. (2021) Tuberías de CPVC Blaze Masters <https://www.durman.com.co/uploads/documents/carta/5892416a54ce7.pdf>
- Fabián, C. Y. (2013). Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional (tuberías PVC) y el sistema de termofusión (tuberías de Polipropileno) en instalaciones

- de agua potable para edificaciones en la región de Lima (Tesis de pregrado).
Recuperada de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1145/1/fabian_jc.pdf
- García, J. (2001). Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios. Yucatán: Universidad Autónoma del Estado de Yucatán.
- Knurek, M. (2021). 6 mitos sobre los sistemas de protección contra incendios CPVC.
- Solorio, J. (2021). 8 razones para usar CPVC en plantas de procesamiento de aguas. Corzan.
<https://www.corzan.com/blog-sp/razones-elegir-cpvc-para-tratamiento-de-aguas>
- Leon, J.(2019). Nuevas tecnologías en tuberías para protección contra incendios. Aranci Colombia.
https://issuu.com/anraci/docs/nuevas_tecnologias_de_tuberias_en_s
- Masters,M.A (2008). Introducción a la Ingeniería Medioambiental. Madrid, España.
PEARSON Education
- México, B. (2021). 8 razones para elegir el CPVC BlazeMaster® sobre el acero. Blazemaster.
<https://www.blazemaster.com/blog-sp/razones-para-elegir-cpvc-blazemaster-sobre-acero>
- Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento. (2006). Instalaciones Sanitarias para edificaciones.(Norma IS.010).
<https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Ortiz, J. (s.f.). Instalaciones Sanitarias. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Quiroz, J. A. (2018). Diseño de instalaciones sanitarias para el costo óptimo de un proyecto de edificación multifamiliar-Cercado del Callao (Tesis de pregrado). Recuperada de
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35276>
- Rodríguez, H. (2005). Diseños Hidráulicos, Sanitarios y de Gas en Edificaciones. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.