



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

**“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE RED DOMICILIARIA
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN VIVIENDAS EN
SERIE OPTIMIZANDO RECURSOS, EN LA PROVINCIA DE
CURICÓ”**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CONSTRUCTOR

PROFESOR GUÍA: JAIME SUAREZ MATTA.

SERGIO ANTONIO CABELLO VIDAL.

CURICÓ – CHILE

2018

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Curicó, 2019

AGRADECIMEINTOS

Agradezco el apoyo de mi familia que siempre confiaron en mí, me brindaron apoyo y estuvieron siempre a mi lado, y de mi profesor guía que junto a el fue posible la presente memoria.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

DEDICATORIA.

Dedico la presente memoria a mi padre e hija.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

INDÍCE

	Página
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	8
2. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	9
2.1. Introducción.....	9
2.2. Objetivos.....	10
2.2.1. Objetivo general.....	10
2.2.2. Objetivos específicos.....	10
3. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
3.1. Historia de las redes domiciliarias de agua potable y alcantarillado.....	11
3.2. Normativa sanitaria.....	13
3.2.1. Reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado (RIDAA).....	13
3.2.1.1. Definiciones según RIDAA.....	13
3.2.1.2. Primera parte: Disposiciones generales.....	16
3.2.1.3. Segunda parte: De las normas técnicas.....	17
3.2.1.4. Diseño y cálculo de las instalaciones domiciliarias de agua potable.....	19
3.2.1.5. Diseño y cálculo de instalaciones domiciliarias de alcantarillado.....	20
3.2.1.6. Cálculos y condiciones básicas de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado.....	21
3.2.1.7. Descargas, ventilación y descompresión de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado.....	22
3.2.1.8. Construcción de las instalaciones domiciliarias de agua potable y de alcantarillado.....	24
3.2.1.9. Construcción y prueba de la instalación domiciliar de agua potable.....	24
3.2.1.10. Construcción y prueba de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado.....	25
3.2.2. Normativa chilena.....	26
3.2.2.1. Norma chilena 2485.....	26
3.2.2.2. Norma chilena 691.....	27
3.3. Red domiciliar de agua potable y alcantarillado.....	28
3.3.1. Red domiciliar de agua potable.....	28
3.3.1.1. Distribución domiciliar de agua potable.....	28
3.3.1.2. Unidades sanitarias de una vivienda.....	30
3.3.2. Red domiciliar de alcantarillado.....	30
4. CAPÍTULO III: MATERIALES UTILIZABLES EN EL SECTOR SANITARIO.....	34

4.1.	Materiales utilizables en la red domiciliaria de alcantarillado.....	35
4.1.1.	Tubería de PVC-Gris rígido, línea sanitaria.....	35
4.1.2.	Tubería de PVC-Gris rígido, línea sanitaria.....	36
4.2.	Materiales utilizables en la red domiciliaria de agua potable.	37
4.2.1.	Tuberías polietileno reticulado (PEX).....	37
4.2.2.	Tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE).	39
4.2.3.	Tuberías de polipropileno copolimero random (PPR).	41
4.2.4.	Tuberías de cloruro de polivinilo (PVC).....	42
4.2.5.	Tuberías de cloruro de polivinilo clorado (CPVC).	43
4.2.6.	Tuberías de cobre (CU).	44
4.2.7.	Tubería multicapa (PEX-AL-PEX).....	45
5.	CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.	46
5.1.	Reglamentación y normativa vigente.....	46
5.2.	Datos conocidos.	46
5.3.	Tuberías a estudiar.	47
5.4.	Estudio técnico.	47
5.4.1.	Estudio técnico red domiciliaria de alcantarillado.	47
5.4.2.	Estudio técnico red domiciliaria de agua potable.....	48
5.5.	Estudio económico.....	52
5.5.1.	Red sanitaria.....	52
5.5.2.	Red de agua potable.	52
5.6.	Análisis de resultados.....	52
6.	CAPÍTULO V: ESTUDIO TÉCNICO.....	53
6.1.	Estudio técnico red de agua potable.....	53
6.1.1.	Estudio técnico de red de agua potable fría.....	53
6.1.1.1.	Trazado de la red domiciliaria de agua potable fría.	53
6.1.1.2.	El medidor de agua potable.....	55
6.1.1.2.1.	Cálculo del diámetro del medidor.	55
6.1.1.3.	Datos red agua fría.	56
6.1.1.4.	Cálculo de la pérdida de carga en cañerías.....	57
6.1.1.4.1.	Gasto instalado (Qi).	57
6.1.1.4.2.	Cálculo del caudal máximo probable (QMP).....	59
6.1.1.4.3.	Cálculo de la velocidad (V).	60
6.1.1.4.4.	Cálculo pérdida de carga en el medidor (J MAP).	61
6.1.1.4.5.	Cálculo de la pérdida de carga en las tuberías.	61

6.1.1.4.6.	Pérdidas singulares.....	64
6.1.1.5.	Presiones.	65
6.1.2.	Estudio técnico de red de agua potable caliente.....	66
6.1.2.1.	Trazado de la red domiciliaria de agua potable caliente.	66
6.1.2.2.	Datos red agua caliente.	68
6.1.2.3.	Cálculo de la pérdida de carga en cañerías.....	69
6.1.2.3.1.	Gasto instalado (Qi).	69
6.1.2.3.2.	Cálculo del caudal máximo probable.....	70
6.1.2.3.3.	Cálculo de la velocidad (V).	71
6.1.2.3.4.	Cálculo de la pérdida de carga en las tuberías.	72
6.1.2.3.5.	Pérdidas singulares.....	74
6.1.2.4.	Presiones.	75
6.2.	Estudio técnico red de alcantarillado.	76
6.2.1.	Determinación del diámetro mínimo de descarga (D.M.D.) y la unidad de equivalencia hidráulica (UEH).....	76
6.2.2.	Trazado de la tubería.....	77
7.	CAPÍTULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO.	81
7.1.	Estudio económico de la red domiciliaria de alcantarillado.....	83
7.1.1.	Red sanitaria con tuberías PVC-Gris.	83
7.1.2.	Red sanitaria con tuberías PVC-blanco.....	88
7.2.	Estudio económico red domiciliaria de agua potable.....	93
7.2.1.	Red de agua potable con tuberías PVC y Cobre (existente).....	94
7.2.1.1.	Red de agua potable fría con tuberías PVC y Cobre (existente).	94
7.2.1.2.	Red de agua potable caliente con tuberías PVC y Cobre.	100
7.2.2.	Red agua potable con tuberías polietileno reticulado (PPR).	105
7.2.2.1.	Red agua potable fría con tuberías PPR.	105
7.2.2.2.	Red agua potable caliente con tuberías PPR.	110
7.2.3.	Red agua potable con tuberías de PVC y CPVC.....	116
7.2.3.1.	Red de agua potable fría con tuberías PVC.....	116
7.2.3.2.	Red agua potable caliente con tuberías CPVC.....	120
7.2.4.	Red de agua potable con tuberías de cobre (Cu).	124
7.2.4.1.	Red de agua potable fría con tuberías de cobre.....	124
7.2.4.2.	Red de agua potable caliente con tuberías de Cobre.....	128
7.2.5.	Red de agua potable con tuberías PEX.	132
7.2.5.1.	Red de agua potable fría con tuberías PEX.....	132

7.2.5.2.	Red de agua potable caliente con tuberías PEX.....	138
7.2.6.	Red de agua potable con tuberías HDPE.	142
7.2.6.1.	Red de agua potable fría con tuberías HDPE.....	142
7.2.6.2.	Red de agua potable caliente con tuberías HDPE.....	148
7.2.7.	Red agua potable con tuberías multicapa (PEX-AL-PEX).....	153
7.2.7.1.	Red agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX.....	153
7.2.7.2.	Red de agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX.....	159
8.	CAPITULO VII: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	164
8.1.	Análisis de la red domiciliaria de alcantarillado.....	165
8.2.	Análisis red domiciliaria de agua potable.....	170
8.2.1.	Red domiciliaria de agua potable fría.....	171
8.2.2.	Red domiciliaria de agua potable caliente.....	178
8.3.	Combinación de materialidad de tuberías para la red domiciliaria de agua potable.....	185
8.3.1.	Combinación I: PVC-PPR.....	185
8.3.2.	Combinación II: PPR-PPR.....	187
8.3.3.	Combinación III: PVC-CPVC.....	188
9.	CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES.....	190
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	193
11.	ANEXOS.....	194
11.1.	ANEXO N°1.....	194
11.2.	ANEXO N°2.....	195
11.3.	ANEXO N°3.....	196
11.4.	ANEXO N°4.....	197
11.5.	ANEXO N°5.....	198

1. RESUMEN EJECUTIVO.

Actualmente en el rubro de la construcción, más específicamente en el área de canalización de agua potable y alcantarillado, los materiales de construcción existentes en el mercado son cada vez más diversos y con mejores características y propiedades que los materiales que habitualmente se usan o son más populares en el rubro. Los usuarios y/o empresas constructoras que adquieren estos dichos materiales por lo habitual utilizan siempre el mismo sistema constructivo y materialidad para un determinado proyecto de agua potable y alcantarillado, ignorando que existen otros materiales que cumplen con las mismas especificaciones y normas, que los materiales que ya conocen y además pueden ser una alternativa más económica sin perder calidad en la elaboración de los proyectos.

En la presente memoria analizaremos los distintos materiales existentes en el mercado para la canalización de agua potable y la evacuación de aguas negras de un proyecto de construcción determinado, manteniendo su diseño, tan solo cambiaremos la materialidad de las tuberías y verificando que cumpla con las normativas vigentes.

Posterior al análisis de las distintas alternativas de materiales tanto para agua potable como para alcantarillado se realizara un estudio económico considerando todos los costos asociados a dichos materiales para la ejecución del proyecto, para finalmente entregar una alternativa de materialidad para las tuberías de agua potable y alcantarillado que sean más conveniente para la empresa constructora, que se encuentre disponible en el mercado, y que cumpla con las condiciones técnicas del proyecto y la normativa vigente.

2. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

2.1. Introducción.

Desde que el hombre existe, ha tenido la necesidad de estar cerca del agua, ya sea para el uso bebestible como para el uso higiénico. Los primeros hombres habitaban cerca de ríos o lagos con el fin de poder aprovechar el recurso hídrico.

A medida que el hombre ha evolucionado, se las ha ingeniado para poder estar más al alcance del agua por eso que a lo largo de la historia se han creado diversos métodos para transportar el agua, como las primeras canalizaciones echas en Europa para trasladar el agua desde los ríos a las ciudades, la inversión de la primera bomba hidráulica a mediados del siglo XVI.

Hoy en día el transporte de agua desde su origen hasta el punto donde queremos que llegue se realiza mediante tuberías que trasladan en su interior el agua. Es muy variado los distintos tipos de tuberías que existen en el mercado con distintas características, especificaciones técnicas y precios.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

2.2. Objetivos.

2.2.1. Objetivo general.

- Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la provincia de Curicó.

2.2.2. Objetivos específicos.

- Análisis técnico y económico de los materiales canalizadores de agua potable y aguas servidas existentes en el mercado, en la provincia de Curicó.
- Estudio del costo de mano de obra existente en el mercado
- Estudiar y revisar el reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado hoy vigente.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

3. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

3.1. Historia de las redes domiciliarias de agua potable y alcantarillado.

Las primeras redes de agua surgen de la necesidad del ser humano por trasladar y distribuir el agua hacia lugares apartados, o desde las fuentes de agua hacia los lugares en los cuales habitaban y tenían sus viviendas.

Los primeros en Europa en desarrollar redes de agua fueron los griegos, quienes desarrollaron acueductos destinados a abastecer de agua a las ciudades. Los romanos lograron desarrollar una extensa red de acueductos cuyo objetivo era llevar las aguas limpias desde el manantial de la Fuenfría, hasta la ciudad de Segovia (véase ilustración 1).

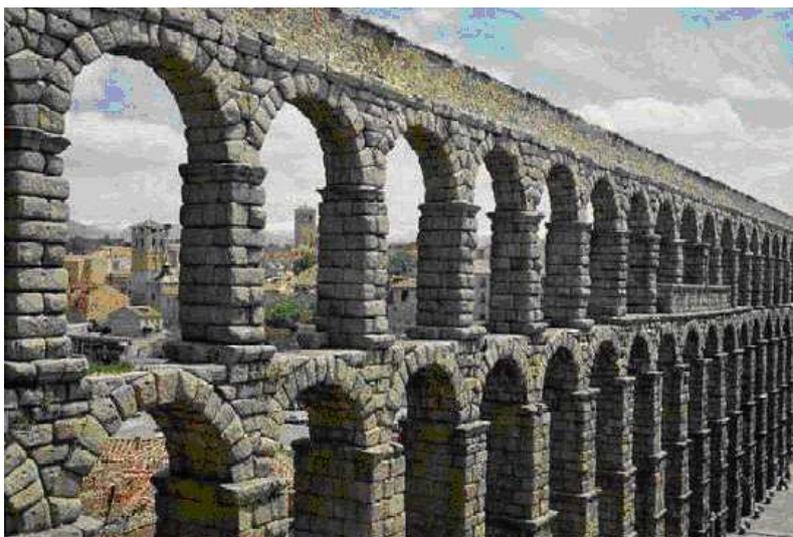


Ilustración 1: Acueducto de Segovia, España.

Fuente: www.historiaybiografias.com

El invento de la bomba de agua, desarrollado en Inglaterra a mediados del siglo XVI, abrió nuevos horizontes respecto de las posibilidades de desarrollo de sistemas de suministros de agua. En la ciudad de Londres, la primera bomba de agua, construida a finales del año 1562, permitió enviar agua a 37 metros sobre el nivel del Río Támesis, lugar en el cual se embalsaba

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

para ser distribuido luego a los edificios cercanos por medio de tuberías que aprovecharían el principio de la gravedad para permitir el flujo.

Las primeras redes o sistemas de alcantarillado en ciudades se remontan a tiempo antiguos, encontrándose vestigios en Creta y en antiguas ciudades Asirias. En un comienzo su función original consistía en el drenaje de las aguas provenientes de la lluvia y las corrientes del terreno con el objetivo de reducir el nivel freático.

En la antigua Grecia se han encontrado restos de sistemas de letrinas agrupadas en habitaciones subterráneas, de planta circular o cuadrada, las cuales tenían orificios en el techo con el objetivo de conseguir ventilación e iluminación. Estas letrinas desaguaban en las cloacas principales las cuales se encontraban a mayor profundidad. Eran característicos de palacios y grandes edificios públicos, en tanto que el común de los ciudadanos arrojaba los desperdicios a las calles, generando malos olores y constituyendo una fuente de infecciones.

A finales de la edad media comenzaron a utilizarse en Europa los pozos negros, cuyo contenido era utilizado posteriormente como fertilizante o vertido en cursos de agua. Dicho sistema no era eficiente en zonas de alto nivel de precipitaciones o con acuíferos superficiales, por lo que las enfermedades derivadas de estos focos infecciosos eran frecuentes.

Como una forma de abordar el problema, en el Renacimiento se volvieron a construir desagües, en forma de canales o zanjas ubicados a los lados de las calles, cuya función era conducir las aguas hacia otras zonas.

Con el tiempo los sistemas de alcantarillado se hicieron subterráneos, pero seguían vertiendo las aguas hacia cauces de agua naturales, provocando focos infecciosos en ellos, hasta que comenzaron en el último tiempo a construirse sistemas de tratamiento de aguas cuyo objetivo es devolver las aguas a los cauces libre de contaminación.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

3.2. Normativa sanitaria.

3.2.1. Reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado (RIDAA).

En este reglamento se regulan los proyectos, construcción y puestas en servicio de las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado. Además, en la misma se establecen las normas de carácter técnico que rigen las instalaciones de agua potable y alcantarillado.

Dentro de los principales títulos que destacan en dicho reglamento y que guardan relación con el desarrollo de la presente tesis están:

3.2.1.1. Definiciones según RIDAA.

Las definiciones según el reglamento son vitales para comprender los títulos que comprende el mismo y por lo tanto son citados a continuación:

- Instalación domiciliaria de agua potable.

Obras necesarias para abastecer de dicho servicio a un inmueble determinado desde la salida de la llave de paso ubicado a continuación del medidor hasta los artefactos.

- Instalación domiciliaria de alcantarillado de aguas servidas.

Obras necesarias para evacuar las aguas servidas domesticas del inmueble, desde los artefactos hasta la última cámara domiciliaria, o hasta los sistemas propios de disposición.

- Arranque de agua potable.

El tramo de la red pública de distribución, comprendida desde el punto de su conexión a la tubería de distribución hasta la llave de paso colocada después del medidor inclusive.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- Unión domiciliaria de alcantarillado.

El tramo de red pública de recolección comprendida desde su punto de empalme a la tubería de recolección, hasta la última cámara de inspección domiciliaria exclusive.

- Redes públicas de distribución de agua potable.

Son aquellas instalaciones exigidas por la urbanización conforme a la ley, inclusive los arranques de agua potable, operadas y administradas por el prestador del servicio público de distribución, a las que se conectan las instalaciones domiciliarias de agua potable.

- Redes públicas de recolección de aguas servidas.

Aquellas instalaciones exigidas por la urbanización conforme la ley, incluyendo las uniones domiciliarias de alcantarillado, operadas y administradas por el prestador del servicio público de recolección, a las que se empalman las instalaciones domiciliarias de alcantarillado de aguas servidas

- Redes privadas de distribución de agua potable.

Aquellas partes de la instalación domiciliaria de agua potable, ubicada aguas abajo del arranque domiciliar y que sirve a más de un inmueble, vivienda o departamento, hasta los sistemas propios de elevación o hasta la llave de paso ubicada inmediatamente después del elemento de medición individual, según corresponda. Estas redes deben ser proyectadas y construidas, en las vías de circulación o espacios de usos comunes al exterior de las edificaciones.

- Redes privadas de recolección de aguas servidas.

Aquellas partes de la instalación domiciliaria de alcantarillado, ubicada aguas arriba de la unión domiciliar que sirve a más de un inmueble, vivienda o departamento, hasta los sistemas propios de elevación o hasta la última cámara de instalación interior de cada edificación que conforma el conjunto, según corresponda. Estas redes deben ser proyectadas y construidas en las vías de circulación o espacios de usos comunes al exterior de las edificaciones.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- Instalación interior de agua potable.

Son aquellas obras necesarias para dotar de agua potable al interior de cada vivienda o departamento, perteneciente a cualquier tipo de conjunto, ubicadas a continuación del elemento de medición individual. En caso de tratarse de una propiedad que no forma parte de un conjunto, corresponde a la instalación domiciliaria de agua potable.

- Instalación interior de alcantarillado de aguas servidas.

Son aquellas obras necesarias para la evacuación de las aguas servidas domesticas para cada vivienda o departamento, perteneciente a cualquier tipo de conjunto, ubicadas aguas arriba de la última cámara domiciliaria de cada inmueble. En caso de tratarse de una propiedad que no forma parte de un conjunto, corresponde a la instalación domiciliaria de alcantarillado.

- Conexión.

Es la unión física del arranque del agua potable y la tubería de l red pública de distribución.

- Empalme.

Es la unión física entre la unión domiciliaria de alcantarillado y la tubería de la red pública de recolección.

- Última cámara domiciliaria.

Es la cámara ubicada dentro de la propiedad del usuario, que está más próxima al conector público de aguas servidas, entendiéndose por ésta, la última cámara en el sentido del flujo de evacuación.

- Boca de admisión.

Es el extremo más alto de una tubería o cámara de inspección de la instalación domiciliaria de alcantarillado, destinada a recibir aguas servidas domésticas.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- Ramal.

Tubería que recibe los efluentes de los artefactos sanitarios y se empalma con la tubería de descarga o tubería principal.

- Tubería de descarga.

Es la canalización de bajada vertical a la que empalman los ramales, destinada a la conducción de las aguas servidas domésticas.

- Tubería interceptora.

Es aquella que recibe cualquier otra tubería lateral y es distinta a la descarga.

- Tubería principal.

Es la que recibe las ramificaciones, comienza en la tubería de ventilación principal y termina en la unión domiciliaria.

- Ventilación.

Tubería o sistema de tuberías instaladas para proveer un flujo de aire hacia y desde el sistema de alcantarillado o para proporcionar una circulación de aire dentro del sistema a objeto de proteger los cierres hidráulicos de sifonaje.

3.2.1.2. Primera parte: Disposiciones generales.

De acuerdo con el Artículo 4° del Título II, se establece que los propietarios de los inmuebles urbanos que se encuentren edificados tendrán la obligación de realizar instalaciones de agua potable y alcantarillado en plazos de 6 y 12 meses respectivamente desde la puesta de explotación de dichas redes o desde la notificación del concesionario, los cuales serán a costo

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

del propietario. Se establece además que aquellas propiedades que no cumplan con esta obligación podrán ser clausuradas por los organismos sanitarios competentes.

De acuerdo con el Artículo 6° del Título II se establece que los materiales, componentes, artefactos, equipos y sistemas que son utilizados en las instalaciones domiciliarias deberán cumplir con la normativa chilena oficial o de acuerdo con las especificaciones técnicas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios. En caso que un determinado ítem no se encuentre normado, éstos podrán ser autorizados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios de forma provisoria, en los casos que cumplan con normativas extranjeras que se encuentren homologadas ante el Instituto de Normalización.

3.2.1.3. Segunda parte: De las normas técnicas.

De acuerdo con el Título 2° se establecen elementos relativos a la presentación y contenido del proyecto de instalaciones domiciliarias.

En relación al contenido del proyecto, en el artículo 50° se establece que los proyectos deberán contener memoria, planos y especificaciones técnicas como documentos independientes, entendiéndose por memoria a la exposición de los antecedentes, recursos, requerimientos, métodos de estudio y cálculo de las soluciones propuestas, la que deberá contener las bases técnicas que correspondan para el diseño de los proyectos de conformidad a lo establecido en este Reglamento.

- a) Proyectos de agua potable.
 - Número estimado de usuarios.
 - Dotaciones consideradas.
 - Materiales utilizados.
 - Cálculo de gastos instalados, probable y consumo máximo diario.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- Cálculo de presiones.
 - Cálculo del medidor.
 - Cálculo y características de obras y equipos especiales.
 - Cálculo del consumo del período de punta.
 - Bases técnicas del sistema de riego, si lo hubiera.
- b) Proyectos de Alcantarillado.
- Número estimado de usuarios.
 - Número de artefactos a instalar.
 - Gasto instalado de cada artefacto.
 - Dotaciones y cuadro de UEH.
 - Caudales de aguas servidas.
 - Criterios de diseño y dimensionamiento, bases de cálculo utilizado.
 - Solución de aguas lluvia independiente del sistema de alcantarillado de aguas servidas.

Los planos constituyen la expresión gráfica del proyecto, determinando la geometría de la obra. En los planos, en conjunto con las especificaciones técnicas se deben definir los requisitos necesarios para realizar la construcción entre los que se encuentran:

- Plano de ubicación de la propiedad con sus dimensiones, referida a puntos de referencia (PR), fácilmente identificable, indicando el norte.
- Planta de cada piso con indicación de cotas referidas al punto de la solera ubicado sobre la unión domiciliaria de alcantarillado (CS) a otro adecuado.
- Ubicación y protección del medidor.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- Si se precisa describir más detalladamente parte de las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado (IDAA) se utilizarán cortes de detalle a escala adecuada.
- Cuando sea necesario en los proyectos de envergadura deberá incluirse un esquema isométrico.
- Las instalaciones de agua potable y alcantarillado deberán ir en planos separados.
- Los proyectos de las instalaciones de agua fría y caliente podrán ir en un mismo plano, pero en plantas separadas.
- Las siglas y símbolos para designar materiales, artefactos, etc. se indican en el Anexo N° 1 de este Reglamento. Cuando por necesidad del proyecto se utilicen otros, se especificará en el mismo plano su significado.
- Las Especificaciones Técnicas representarán la expresión escrita de las condiciones del proyecto. Tendrán por objeto impartir las instrucciones técnicas sobre los procedimientos constructivos, los materiales que se emplearán, las tolerancias y pruebas que deberán cumplirse.

3.2.1.4. Diseño y cálculo de las instalaciones domiciliarias de agua potable.

De acuerdo con el Artículo 51° el diseño y cálculo de las instalaciones domiciliarias de agua potable debe garantizar la potabilidad del agua y un suministro adecuado a cualquier artefacto de acuerdo con las normas chilenas, instrucciones de la Superintendencia y las prácticas corrientemente empleadas en ingeniería sanitaria.

El diseño y los materiales deberán asegurar el buen funcionamiento y la durabilidad de las instalaciones de acuerdo a la vida útil.

En el artículo 52° se establece que los cálculos y condiciones básicas de las instalaciones domiciliarias de agua potable deben cumplir con la NCh 2485 y con las siguientes especificaciones:

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- a) Diámetros mínimos.
- b) Gastos máximos instalados y probables.
- c) Cálculos y condiciones del medidor.
 - Pérdida de carga en el medidor.
- d) Determinación de las pérdidas de carga.
- e) Llaves de paso
- f) La presión mínima para el diseño de la instalación domiciliaria de agua potable será la establecida en la Norma Chilena NCh 2485 y en casos de excepción con lo establecido en la NCh 691.
- g) El diámetro definitivo del medidor será aprobado por el Prestador sobre la base del proyecto domiciliario presentado y podrá ser distinto al diámetro del arranque, no pudiendo afectar la calidad de la instalación interior.

3.2.1.5. Diseño y cálculo de instalaciones domiciliarias de alcantarillado.

De acuerdo con el artículo 86 el diseño de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado debe asegurar la evacuación rápida de las aguas servidas. Además se establece la imposibilidad de paso de aguas servidas, aire olores, microorganismos, cámaras y sistemas en general hacia los ambientes cerrados habitados y medio ambiente en general.

Los materiales deberán impedir la corrosión causada por ácidos o gases.

En el diseño deberán cumplirse las normas chilenas, instrucciones de la SISS y las prácticas corrientemente empleadas en ingeniería sanitaria.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

3.2.1.6. Cálculos y condiciones básicas de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado.

De acuerdo con el Artículo 87° los diámetros de las tuberías horizontales y verticales y de las pendientes de las primeras, se fijarán mediante el cálculo racional que corresponda o de acuerdo con las ilustraciones 6 y 7 contenidas en el artículo.

- El diámetro mínimo nominal de la unión domiciliaria será de 100 mm.
- No podrá haber disminución de diámetros, aguas abajo del sistema, aunque haya fuerte aumento de la pendiente.
- Artículo 88°: La pendiente de diseño de las tuberías que conduzcan materias fecales o grasosas, podrá fluctuar entre un 3% y un 15%. Sin embargo, se podrá considerar una pendiente mínima de hasta un 1%, en aquellas tuberías ubicadas en losas o en otros casos especiales, debidamente justificados.
- La pendiente de la unión domiciliada podrá estar comprendida entre un 3% y un 33%, salvo en casos especiales debidamente justificados, cuyo valor mínimo será de un 1%.

En relación al Artículo 89° las tuberías deberán ser impermeables a los gases y líquidos, además toda boca de admisión tendrá un cierre hidráulico o sifón con carga mínima de 50 mm. que evite por completo la salida de gases, a otro dispositivo que cumpla con dicha función.

En conformidad al Artículo 90°, las instalaciones domiciliarias serán proyectadas de manera que todas las tuberías sean accesibles para su revisión y limpieza.

De acuerdo con el Artículo 91° deberá proyectarse una cámara domiciliaria al interior del inmueble, conforme a la norma chilena NCh N° 2592, estableciendo excepciones justificadas las cuales deberán cumplir la NCh 2080

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

En relación al Artículo 92º, se establece que:

- La confluencia de los ramales y cambios de dirección o pendiente de los ramales en la planta inferior, se efectuará mediante cámaras de inspección.
- El ángulo suplementario que formen los ejes de los ramales será el más pequeño posible y en ningún caso mayor de 120º, salvo caída.
- Toda excepción a esta disposición deberá ser adecuadamente justificada.

3.2.1.7. Descargas, ventilación y descompresión de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado.

De acuerdo con el Artículo 97º toda instalación domiciliaria de alcantarillado deberá contar con un sistema de ventilación, el cual deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Se establecerá, a lo menos, una tubería de ventilación principal, de diámetro nominal no inferior a 75 mm. Por cada empalme con la red pública, la que deberá quedar en el punto más alto de la red de alcantarillado domiciliario.
- b) Se deberán ventilar los ramales de inodoros (WC) que recorran, en planta, más de 3 metros antes de llegar a una cámara de inspección o empalme con ventilación y cualquier otro ramal que recorra más de 7 m. con excepción de los ramales de pileta, en que se podrá aceptar hasta 15 metros.
- c) Deberán ventilarse los ramales de inodoros que recorran en planta menos de 3 metros antes de llegar a un empalme con ventilación y que reciban descarga de otro artefacto, lo que no será necesario cuando la llegada se haga a una cámara de inspección.
- d) La ventilación deberá empalmar a la tubería que ventila, por medio de una pieza "V" invertida, de manera que la ventilación sea siempre la continuación vertical de un ramal, en cuanto las condiciones físicas así lo permitan.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- e) Toda tubería de descarga que reciba servicios de pisos superiores, exceptuando aquellas que desagüen a una pileta o cámara sifón, deberá estar ventilada por medio de un ramal, las que deberán conectarse mediante una "V" invertida.
- f) El diámetro de ventilación se calculará a base de la tabla en la ilustración 8, sin perjuicio del cálculo racional que corresponda.
- g) No se aceptará ninguna ventilación con disminución de diámetro hacia los pisos altos.
- h) Las ventilaciones deberán ser verticales, en cuanto las condiciones físicas así lo permitan.
- i) Los tramos de avance horizontal en planta, deberán efectuarse siempre en forma ascendente y la ventilación deberá sobresalir 60 cm. sobre la techumbre en el punto de salida y 2,5 m. en terrazas ubicadas en el último piso del edificio. La longitud máxima de las ventilaciones se indica en la ilustración 8.
- j) El terminal de las ventilaciones que den a un patio de luz rodeado por uno o más cuerpos de edificios deberá continuar hasta el techo del cuerpo del edificio más alto, si no existe una distancia mínima, en horizontal, de 10 m. al muro del edificio con ventanas.
- k) Se puede unir una o más ventilaciones por medio de piezas adecuadas, aumentándose el diámetro hacia arriba de acuerdo con el número total de unidades de equivalencia hidráulica instaladas.
- l) Las ventilaciones de PVC que estén expuestas directamente a la radiación solar, deben ser protegidas para evitar la acción de los rayos ultravioletas (p.37-38).

3.2.1.8. Construcción de las instalaciones domiciliarias de agua potable y de alcantarillado.

De acuerdo con el Artículo 101º: En la construcción de las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado se deben cumplir las especificaciones del proyecto, las Normas Chilenas, Instrucciones y Especificaciones Técnicas de las SISS, si correspondiere.

3.2.1.9. Construcción y prueba de la instalación domiciliaria de agua potable.

En el Artículo 102º se establece que las instalaciones domiciliarias de agua potable deberán cumplir con una serie de condiciones en relación a:

- a) Instalación de Tuberías.
- b) Colocación de Artefactos Sanitarios.
- c) Colocación de Grifería.
- d) Ejecución y colocación de elementos diversos.

De acuerdo con el Artículo 103º toda instalación domiciliaria de agua potable deberá ser absolutamente impermeable y no podrá ponerse en servicio mientras no sea sometida a una prueba de presión hidráulica determinando el cumplimiento de:

- a) Presión mínima de 10 kg/cm², en el punto de mayor cota del tramo probado.
- b) Las pruebas podrán efectuarse por tramos separados de longitud no inferior a 20 metros, según las características de la instalación, debiendo instalarse la bomba de prueba y el manómetro en el extremo inferior del tramo.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- c) La duración de la prueba será de 10 minutos y durante este tiempo no debe producirse variación en el manómetro. Las pruebas correspondientes a equipos elevadores, estanques y accesorios consistirán en la verificación de su correcto funcionamiento por un período no inferior a dos horas.
- d) La bomba de prueba deberá instalarse siempre en el punto inicial de la alimentación del tramo a probarse.
- e) El total de la tubería a probar comprenderá la instalación interior desde la llave de paso después del medidor hasta el extremo de las tuberías, antes de las piezas de unión de los artefactos.
- f) En caso de instalaciones con estanques superiores de acumulación, las tuberías serán sometidas a prueba desde la salida del estanque hasta el punto de unión con los artefactos.

3.2.1.10. Construcción y prueba de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado.

De acuerdo con el Artículo N°104 las instalaciones domiciliarias de alcantarillado deberán cumplir con condiciones específicas de:

- a) Excavación.
- b) Colocación.
- c) Junturas.
- d) Relleno de Zanjas.
- e) Colocación de Descargas, Ventilaciones y en General de Tuberías No Enterradas.
- f) Cámaras de Inspección Domiciliarias.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

De acuerdo con el artículo 105° las instalaciones deberán ser impermeables a gases y líquidos estableciéndose las siguientes pruebas:

De acuerdo con el Artículo 105° toda instalación domiciliaria de alcantarillado deberá ser absolutamente impermeable a gases y líquidos, y no podrá ponerse en servicio mientras no sea sometida a las siguientes pruebas:

- a) Prueba hidráulica.
- b) Prueba de bola.
- c) Prueba de luz.
- d) Verificación del asentamiento y pendientes.
- e) Segunda prueba hidráulica, de bola o de luz.
- f) Prueba de humo.
- g) Pruebas de cámaras de inspección.
- h) Pruebas de instalaciones domiciliadas existentes.

3.2.2. Normativa chilena.

3.2.2.1. Norma chilena 2485.

De acuerdo con esta norma se establecen los métodos básicos para el cálculo y diseño de las redes interiores de las instalaciones domiciliarias de agua potable, en todo el territorio nacional, cuenten o no con prestador, las cuales pueden ser para uso doméstico, industrial o comercial

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

De acuerdo con esta norma se establecen:

- Requisitos generales para el diseño.
- Dimensionamiento de las tuberías.
 - Caudales.
 - Cálculo del caudal máximo probable.
 - Velocidades.
 - Dimensionamiento de la instalación. Pérdidas de carga .
 - Presiones.

3.2.2.2. Norma chilena 691.

De acuerdo con esta norma se establecen los procedimientos generales que deben observarse para diseñar un sistema de conducción, regulación y distribución de agua potable desde la fuente hasta el comienzo de la instalación domiciliaria

3.3. Red domiciliaria de agua potable y alcantarillado.

3.3.1.Red domiciliaria de agua potable.

3.3.1.1. Distribución domiciliaria de agua potable.

Es el conjunto de canalizaciones e instalaciones diseñadas y construidas para abastecer el inmueble con agua potable, a sus distintos artefactos que se encuentran en él.

En la distribución podemos dividirla en dos partes (véase Ilustración 2):

1. Arranque domiciliario.
2. Instalación interior: agua fría caliente, red de incendio.

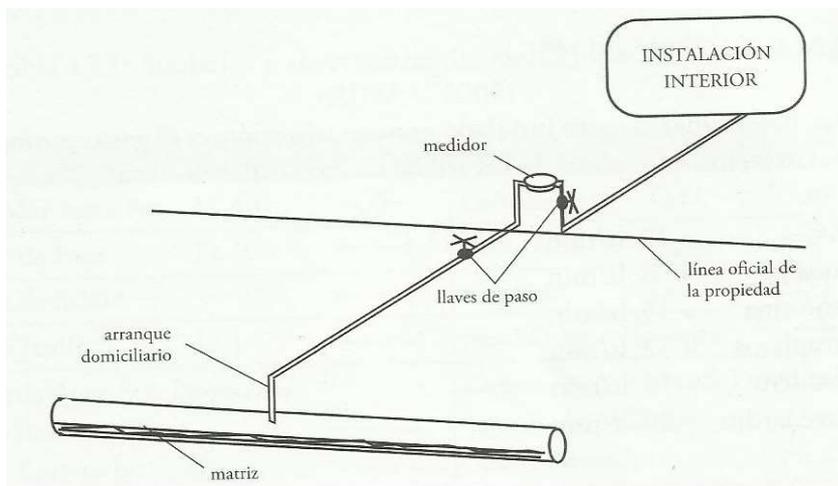


Ilustración 2: Esquema de instalación domiciliaria de agua potable.

Fuente: Solminihaç, Hernan y Thenoux, Guillermo. (2005). Procesos y técnicas de construcción (4 ed.). Santiago: Universidad Católica de Chile.

El arranque domiciliario es el tramo comprendido entre la matriz de agua potable y la llave de paso, que está ubicada después del medidor, inclusive (véase Ilustración 2).

Por otro lado la instalación interior de agua potable, está comprendida entre la llave de paso que está ubicada después del medidor hacia el interior de la vivienda (véase Ilustración 3).

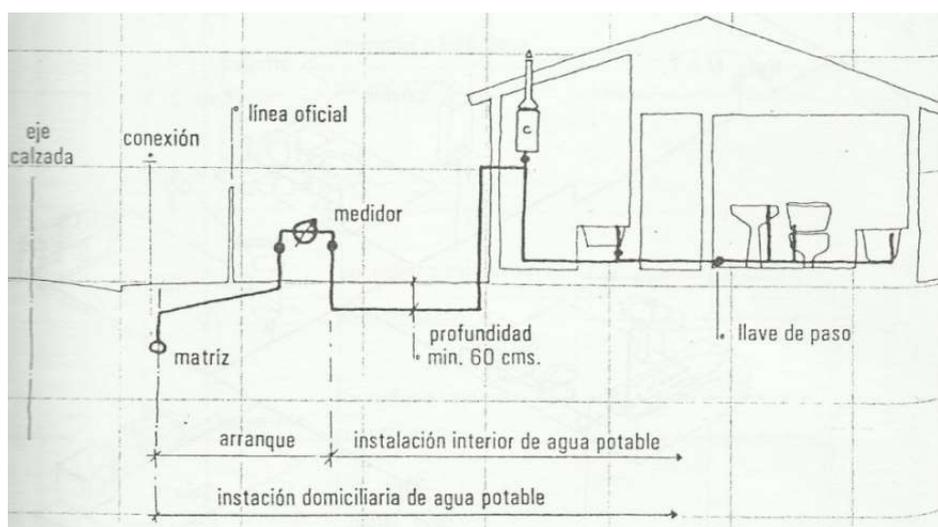


Ilustración 3: Esquema arranque domiciliario e instalación interior de agua potable.

Fuente: Araneda Ruiz, Jorge y Pérez Carrasco, Rafael. (2007). Instalaciones Sanitarias. Chile: Departamento de Edificación y Estructuras Universidad del Bio Bio. (Inédito).

3.3.1.2. Unidades sanitarias de una vivienda.

Es el conjunto de artefactos que funcionan en la vivienda y los cuales todos están conectados a la red de agua potable (véase Ilustración 4).

Además cada unidad sanitaria de una vivienda debe funcionar en forma independiente.

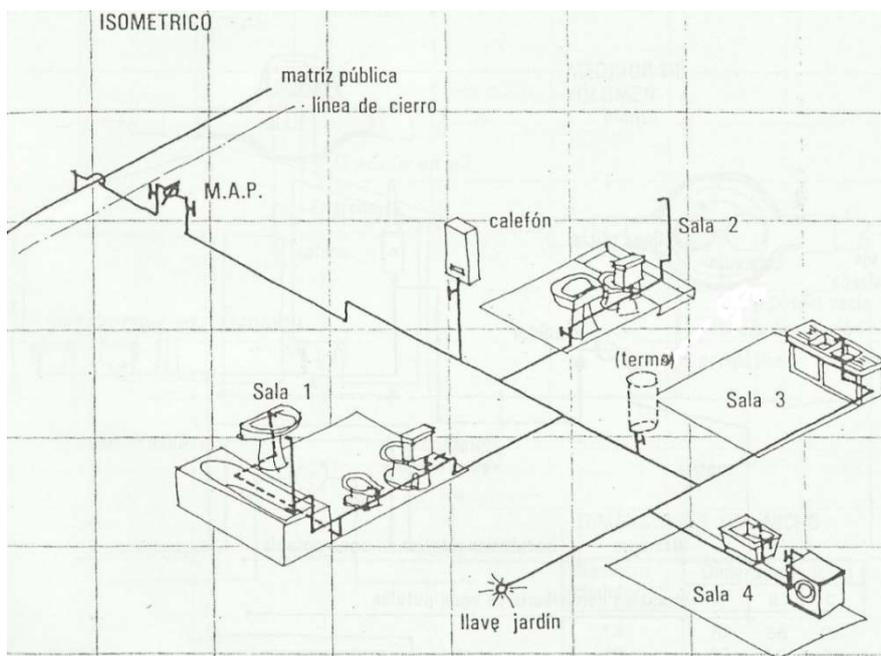


Ilustración 4: Esquema de red agua potable de una vivienda con sus artefactos.

Fuente: Araneda Ruiz, Jorge y Pérez Carrasco, Rafael. (2007). Instalaciones Sanitarias. Chile: Departamento de Edificación y Estructuras Universidad del Bio Bio. (Inédito).

3.3.2.Red domiciliar de alcantarillado.

Es un conjunto de canalizaciones y accesorios, diseñados y construidos para recolectar el agua servida de la vivienda, la cual las evacua a la red pública de alcantarillado.

La red de alcantarillado se puede dividir en dos partes (véase Ilustración 5).

- Red pública.
- Red privada.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”



Ilustración 5: Esquema división red privada, red pública.

Fuente: es.slideshare.net/hannalamia/instalaciones-sanitarias-10560044

Tanto la red pública como la privada de alcantarillado debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Permitir una rápida y expedita evacuación de las aguas servidas.
- No debe permitir que se produzcan depósitos o estancamientos de materiales putrefactos a lo largo de toda la red.
- La red debe de ser hermética tanto al agua como a los gases.
- Debe de resistir a los ataques de ácidos y gases.

Entre los componentes de la red domiciliaria podemos encontrar:

- Empalme: es el punto donde se conecta la unión domiciliaria con el colector público.
- Unión domiciliaria: es el ramal de la vivienda que conecta el desagüe de la vivienda con la matriz de alcantarillado. Lo que más se debe de considerar en ella es la profundidad a la

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

que se encuentra, ya que nos indicara si es posible dar a la red interior la pendiente necesaria para que las aguas servidas tengan el escurrimiento necesario hacia la red pública.

- Cámara de inspección: las cámaras de inspección son componentes de la red que nos permiten registrar la red de alcantarillado, para poder verificar el escurrimiento de las aguas y solucionar cualquier atascamiento que se encuentre en la red cerca de dicha cámara (véase ilustración 6).

Las cámaras se deben de colocar en cualquiera de los siguientes casos:

- Cambio de dirección.
- Cambio de pendiente.
- Intersección de ramales a la cañería principal
- Cambio del diámetro de la tubería.
- Cambio de material.

La distancia máxima entre cámara en caso de no existir ninguna singularidad es de:

- 30 metros, cuando se trabaja con cañerías de 100 mm de diámetro.
 - 50 metros, cuando se trabaja con cañerías de 150 mm de diámetro.
- Ramales y cañería principal: son tubos que se encargan de trasladar las aguas servidas provenientes de los artefactos sanitarios (véase ilustración 6; 7), para tener un escurrimiento apropiado su pendiente varía entre los 3% y los 15%. Se puede considerar pendientes de 1% en casos donde la cañería están ubicadas en losas u otros casos especiales, debidamente justificados.
 - Ventilación: el diámetro mínimo para los tubos de ventilación es de 75 mm.

- Artefactos: son los artefactos sanitarios que reciben las aguas servidas y que se conectan a los ramales para su evacuación.

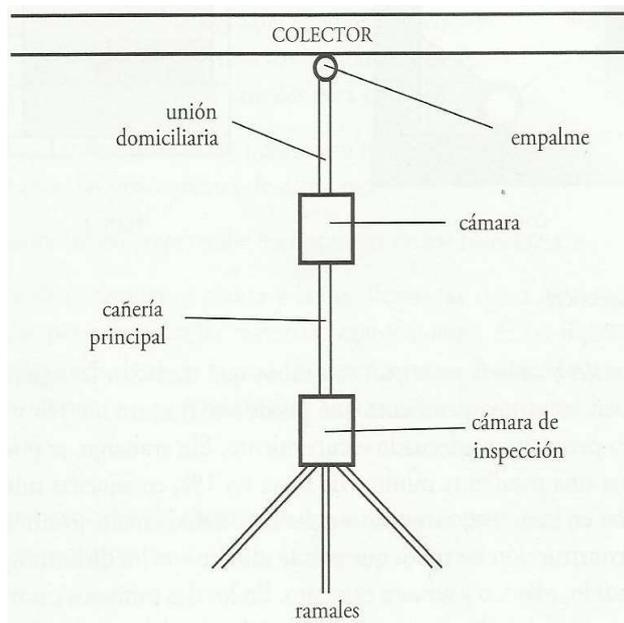


Ilustración 6: Esquema de cámaras de inspección en red domiciliaria.

Fuente: Solminihaç, Hernan y Thenoux, Guillermo. (2005). Procesos y técnicas de construcción (4 ed.). Santiago: Universidad Católica de Chile.

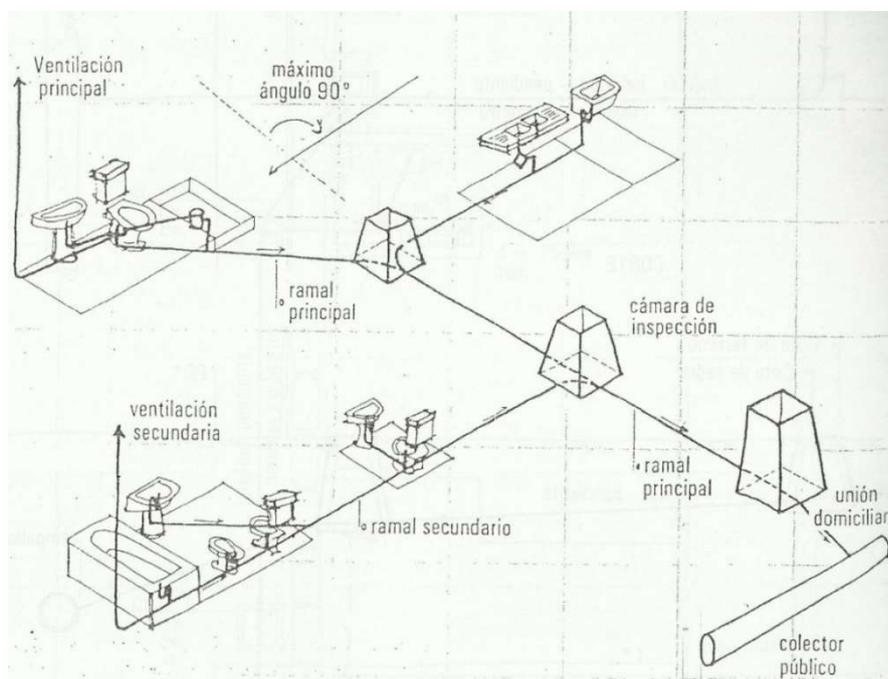


Ilustración 7: Esquema general de dotación domiciliaria-isométrica.

Fuente: Araneda Ruiz, Jorge y Pérez Carrasco, Rafael. (2007). Instalaciones Sanitarias. Chile: Departamento de Edificación y Estructuras Universidad del Bio Bio. (Inédito).

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

4. CAPÍTULO III: MATERIALES UTILIZABLES EN EL SECTOR SANITARIO.

Los productos a utilizar en el sector sanitario deben cumplir con los requisitos que establece el reglamento vigente el cual es el “Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA)”, además de cumplir las normas chilenas pertinentes para cada material.

El organismo en fiscalizar el cumplimiento de la norma y de los materiales a utilizar es la “Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)”, el cual en la página web “www.siss.gob.cl” se puede encontrar el listado de materiales y productor que se pueden utilizar en la instalación domiciliaria de agua potable y alcantarillado. Por lo cual nos enfocaremos en dichos materiales que se encuentran en el listado para analizar sus características y especificaciones técnicas.

4.1. Materiales utilizables en la red domiciliar de alcantarillado.

4.1.1. Tubería de PVC-Gris rígido, línea sanitaria.



Línea de tubería y conexiones de PVC rígido diseñadas para la recolección y evacuación de los residuos líquidos domiciliarios (véase Ilustración 8).

. Recomendado para edificaciones de hasta 2 pisos de altura.

El sistema de unión se realiza mediante la utilización de adhesivo para PVC (soldadura química).

Las tuberías y conexiones están recomendadas para transportar fluidos en forma gravitacional (sin presión) a una temperatura máxima de 45° C.

Ilustración 8: Fotografía tubería PVC-Gris.

Fuente: www.sodimac.cl

Se puede encontrar en diámetros de 40, 50, 75 y 110 mm, y en tiras de 3 y 6 metros respectivamente.

4.1.2. Tubería de PVC-Gris rígido, línea sanitaria.



Línea de tuberías y conexiones de PVC rígido (véase Ilustración 9) diseñadas para la recolección y evacuación de los residuos líquidos domiciliarios. Recomendado para edificaciones de más de 2 pisos de altura (edificio).

El sistema de unión se realiza mediante una campana que cuenta con un anillo de goma, el que permite que la red pueda admitir el movimiento de la estructura.

Ilustración 9: Fotografía tubería PVC-Blanco.

Fuente: www.sodimac.cl

Se puede encontrar en diámetros de 40, 50, 75 y 110 mm, y en tiras de 3 y 6 metros respectivamente.

4.2. Materiales utilizables en la red domiciliar de agua potable.

4.2.1. Tuberías polietileno reticulado (PEX).



El polietileno reticulado, más conocido por su abreviación PEX (Ilustración 10), es utilizado para la fabricación de tubos y mangueras, es muy utilizado en el área de la construcción en sistemas de calefacción radiante que utilizan agua, en cañerías de agua domésticas y en aislamientos de cables eléctricos de alta tensión.

Las tuberías PEX vienen en tres grados:

- PEX-A.
- PEX-B.
- PEX-C.

Ilustración 10: Fotografía tubería PEX.

Fuente: www.easy.cl

Siendo el PEX-A el más flexible y ligeramente más caro que los demás PEX (A y B).

Los tubos PEX se fabrican en una serie de medidas que van desde $\frac{1}{4}$ pulgada, hasta 32 pulgadas de diámetro, aunque en el área inmobiliaria las más utilizadas son las de $\frac{1}{2}$ pulgada, $\frac{3}{4}$ pulgada y 1 pulgada.

Sus principales características son:

- Incremento de la resistencia a la tracción.
- Aumento de la resistencia al cracking.
- Mejora a la resistencia a la rotura por presión en tubos tanto a corto como a largo plazo.
- Descenso del alargamiento a la rotura.
- Mejoras de las propiedades de estabilidad bajo condiciones de altas temperaturas.
- Mejora de la estabilidad dimensional.
- Aumento de la resistencia a la presión en tubos con agua caliente.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- Resistencia al ataque químico de disolventes, aceites y agua, sin que se produzcan incrustaciones, corrosiones y envejecimiento.
- Resistencia a impactos, siendo muy flexible, ligero y no conductor de la electricidad.

Ventajas.

- Sencillez de instalación. No necesita soldaduras ni mecanizaciones. Su sistema de conexiones rápidas, otorgan al sistema economía y sencillez.
- Flexibilidad.
- Resistente a las altas temperaturas. Se puede utilizar en temperaturas de hasta 95 C y hasta de 110 °C por algunas horas.
- Evita posibles obstrucciones y asegura las bajas pérdidas de carga durante toda la vida de la instalación.
- Ligera.
- Bajo coeficiente de conductividad térmica proporcionando un ahorro energético al reducir las pérdidas de calor.
- No transmite ruidos.
- Idóneas para zonas sísmicas. Por su elasticidad y flexibilidad pueden absorber mayores tensiones que las tuberías de acero.

4.2.2. Tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE).



Las tuberías de polietileno de alta densidad (Ilustración 11-12) están diseñadas para trabajar enterradas a 20°C de temperatura durante una vida útil de aproximadamente 50 años. Teniendo en cuenta que a partir de una profundidad de 0,8 metros de enterramiento deja de influir sobre la tubería la temperatura por lo cual la vida útil de la tubería sobrepasa los 50 años.



Son tuberías inodoras, insípidas, y atóxicas, cualidades óptimas para la conducción de agua potable entre otras, además que por sus cualidades el agua conserva su sabor sin modificarse.

Son tuberías extremadamente ligeras con una densidad comprendida entre 0,932 y 0,959 g/cm³, por lo cual flotan en el agua y son fáciles de manipular y transportar.

Ilustración 11-12: Fotografía tuberías polietileno reticulado HDPE.

Fuente: TIGRE, polietileno de alta densidad, catalogo técnico.

Sus principales características son:

- Inodoras, insípidas y atóxicas.
- Su interior totalmente lisa causa de que las pérdidas de carga sea notablemente inferior al de las tuberías de PVC tradicionales o a las de fundición.
- Resistencia a la corrosión.
- Resistente a los ácidos inorgánicos (clorhídrico, sulfúrico), álcalis, detergentes, rebajadores de tensión, aceites minerales y productos de fermentación.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

- Nula conducción eléctrica.
- Flexible, permitiendo ser curvada en frío.

Sistema de unión.

Las tuberías HDPE, no deben ser unidas mediante roscado o pegado, deben ser unidos por electrofusión, soldadura a tope o mediante accesorios mecánicos. Cualquiera de estos tres métodos es resistente a la tracción.

4.2.3. Tuberías de polipropileno copolimero random (PPR).



Las tuberías de polipropileno copolimero random (Ilustración 13), se fabrican en el país hace 10 años, es un producto ideal para el transporte de agua fría-caliente bajo presión y temperatura. Además es aplicable a otros fluidos.

Ilustración 13: Fotografía tuberías polipropileno (PPR).

Fuente: Blansol SA., MANUAL TECNICO tuberías y accesorios polipropileno rondóm (PPR).

La clasificación de los tubos es en base a la presión nominal; es decir de clase 10, clase 16 y clase 20, expresada en kg/cm^2 , a una temperatura de 20°C y con una vida útil superior a los 50 años. Se pueden encontrar en diámetros desde 20 mm a 160 mm nominal o exterior y en tiras de 6 m de largo.

La unión de los tubos se realiza mediante termofusión (fusión molecular) mediante un proceso de transferencia de calor por conducción, realizado con una maquina fusionadora a una temperatura que oscila entre 260 y 280°C .

La tubería se puede instalar embutida o empotrada, pudiendo estar en muros, radiers, en sobrepisos y bajo tierra.

Principales características.

- Resistencia a las altas presiones y temperaturas.
- Resistencia a la corrosión.
- Flexible.
- Resistente al impacto.
- Alta resistencia química.
- Muy baja pérdida de carga.
- Baja conductividad térmica ($0,23 \text{ w/m.k}$).
- Resistente a la abrasión.
- Facilidad y rapidez del montaje.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

4.2.4. Tuberías de cloruro de polivinilo (PVC).



Las tuberías de PVC (Ilustración 14) son de un material termoplástico de origen petroquímico, el cual mediante un proceso de transformación térmica, pueden fabricarse tuberías de distintos diámetros utilizables en redes de transporte de fluidos bajo presión.

Ilustración 14: Fotografía cañerías PVC.

Fuente: www.easy.cl

El tubo de PVC es un tubo rígido fuerte, resistente a los químicos, y fácil de cortar.

La tubería de PVC se puede cortar fácilmente con una sierra de arco o un cortador de tubería. Las secciones de tuberías se unen mecánicamente usando sujetadores de presión hechos del mismo material para luego unirlos permanentemente usando un solvente químico. Este método se usa tan solo hasta tuberías de 50mm, para diámetros mayores se utilizan las uniones anger con anillos de goma.

La tubería se puede identificar por su color celeste y de largo en tiras de 6 metros.

Características.

- Resistencia mecánica.
- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia a la electrolisis.
- Capacidad contra incrustaciones.
- Baja conductividad térmica.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

4.2.5. Tuberías de cloruro de polivinilo clorado (CPVC).



CPVC son las siglas en inglés del Cloruro de Polivinilo Clorado, un plástico rígido diseñado para soportar las temperaturas y presiones altas (véase Ilustración 15).

El CPVC se utiliza para las tuberías de suministro de agua fría y caliente. La tubería de CPVC parece similar, pero es diferente a la tubería de PVC (Cloruro de Polivinilo).

La principal diferencia mecánica entre el CPVC y PVC, es que el primero es mucho más dúctil, tiene una tolerancia superior de temperatura de 82,2° C y es capaz de soportar una mayor flexión, presentando también una mayor resistencia a la compresión.

Ilustración 15: Fotografía cañerías CPVC.

Fuente: www.easy.cl

Pueden clasificarse según su diseño y resistencia, dependiendo de la aplicación, considerando suministro de agua caliente, desagüe y transporte de residuos o fluidos industriales.

Para el caso de CPVC industrial el rango de diámetros va desde 1/2 a 16", y en el caso de CPVC sanitario el rango de diámetros va desde 1/2" a 4".

4.2.6. Tuberías de cobre (CU).



Los tubos de cobres (Ilustración 16) utilizados en fontanería para instalaciones de agua y gas se fabrican en diversas dimensiones, largo, diámetro y espesor de pared y son denominados tipo K, L, M y DWV, las letras indican en parte el espesor relativo de la pared de la tubería desde el más grueso hasta la más delgada. El espesor de la pared real depende del tamaño de la tubería. La simbología en letra también nos ayuda a identificar la tubería. Se fabrican en cobre desoxidado de alto contenido de fósforo residual Cu-DHP según NCH 951.

Ilustración 16: Fotografía cañerías de cobre.

Fuente: www.easy.cl.

Todas las tuberías anteriormente mencionadas son utilizadas en el uso de tuberías excepto la DWV, ya que no puede ser utilizada en el suministro de agua ya que no tiene capacidad de presión.

La tubería tipo K es el único adecuado para enterrarse y se utiliza generalmente para llevar el suministro de agua para un hogar.

Las tuberías tipo L y M representan las tuberías de suministro de agua en una vivienda, la del tipo L tiene paredes más gruesas y un índice de presión más alto.

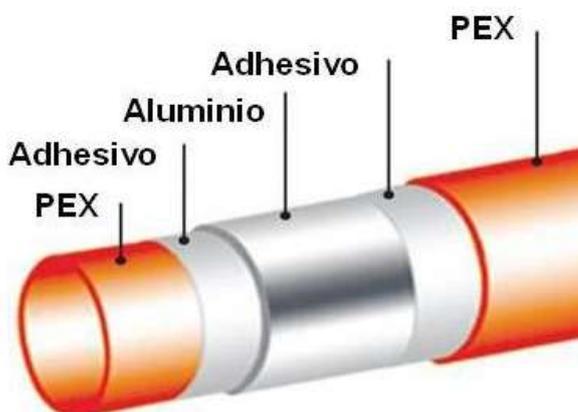
La principal diferencia entre la tubería L y M es su espesor de pared y la presión nominal.

Características.

- Resistencia a la corrosión.
- Alta seguridad, sobre todo en caso de incendio ya que no propagan las llamas por encima del cielo y paredes o debajo del piso y no se descomponen por el calor produciendo gases venenosos.
- Propiedades bactericidas y fungicidas, debido a estas características es ideal para la conducción de agua potable en la cual no proliferan los gérmenes patógenos.
- Baja pérdida de carga.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

4.2.7. Tubería multicapa (PEX-AL-PEX).



La tubería multicapa PEX-AL-PEX para la conducción de agua, es un tubo extruido o coextruido de polietileno con un refuerzo de aluminio soldado, unido entre las capas interiores y exteriores con un adhesivo (véase Ilustración 17). La capa intermedia soldada, hace que la tubería tenga una mayor resistencia a presión y a tenciones que se generan cuando las tuberías doblan al curvarse.

Ilustración 17: fotografía tubería multicapa PEX-AL-PE.

Fuente: http://www.proveinca.com/sistema_pex-al-pex.html

Están diseñadas para la conducción de agua a instalaciones ocultas o protegidas de los rayos solares, en aplicaciones donde se requiera presión máxima de trabajo de 20 kg/cm² a 20°C +/- 2°C.

5. CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.

La metodología del desarrollo del tema es fundamental para poder tener una claridad sobre cómo será el desarrollo del tema.

A continuación, describiré la metodología que llevaré a cabo para poder abordar el tema y tener un buen desarrollo de éste.

5.1. Reglamentación y normativa vigente.

Estudio de la reglamentación vigente en el país tanto del “RIDAA” como las normativas chilenas vigentes que están relacionadas al tema de la presente memoria.

Dicho estudio servirá para comprender mejor todos los aspectos tanto técnicos como teóricos de las instalaciones sanitarias de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado.

5.2. Datos conocidos.

Lo primero será ver cuáles son los datos que conozco del proyecto en el cual se enfocara el tema a desarrollar, debido a que la red, tanto de alcantarillado como la de agua potable ya se encuentran diseñadas y en ello no realizaremos ninguna modificación, podemos encontrar varios datos tangibles, los cuales servirán de referencias para los posteriores cálculos.

Algunos de esos datos son.

- Planos isométricos.
- Diámetros de las cañerías.
- Diámetro del medidor.
- Pendientes de tuberías red sanitaria.
- Etc.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

5.3. Tuberías a estudiar.

En el mercado podemos encontrar diversos tipos de tuberías utilizables en el sector sanitario, por ello nos enfocaremos en los materiales que permiten utilizar en el sector sanitario la Superintendencia de Servicios Sanitarios, ya que dicho organismo es el encargado de la fiscalización de que cumplan las normativas vigentes.

5.4. Estudio técnico.

5.4.1. Estudio técnico red domiciliaria de alcantarillado.

Debido a que no nos involucraremos en el diseño de la red básicamente en este punto verificaremos que se cumplan con las condiciones mínimas de diseño (pendientes, diámetros, etc.), por lo cual realizaremos todos los cálculos pertinentes y los compararemos con los existentes.

A continuación describiremos paso a paso los puntos a verificar el estudio técnico de alcantarillado:

- Condiciones básicas de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado.
En base al “RIDAA” y las normativas chilenas comprobaremos las condiciones básicas que debe de presentar la red sanitaria, y los criterios que se tomaran en casos especiales.
- Determinación de diámetros y pendientes de la instalación sanitaria.
A continuación de describirán los pasos a seguir para la determinación de los diámetros y pendientes de la red sanitaria.
 1. Identificaremos la cantidad de pisos que posee la edificación.
 2. Definiremos el uso de los recintos donde estarán ubicados los artefactos para poder clasificar la instalación (Clase 1-2-3).
 3. Determinaremos el diámetro mínimo de descarga y la cantidad de “unidad equivalente hidráulica” (U.E.H), para cada artefacto según su clase.
 4. Revisar el trazado de las tuberías en planta de la edificación.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

5. Separaremos las instalaciones en tramos para facilitar el cálculo, le designaremos letras y números a dichos tramos para facilitar su identificación.
6. Elaboración de una tabla para el almacenamiento de los datos.
7. Determinación de los diámetros de la tubería en cada tramo y sus pendientes mínimas.
8. Cálculo del diámetro de la tubería de ventilación.

5.4.2. Estudio técnico red domiciliaria de agua potable.

En esta parte realizaremos el estudio técnico de la red de agua potable lo que es básicamente las pérdidas de carga de la red, presiones y diámetros de las cañerías.

Pasos a seguir:

1. Realización del trazado de la red interior de agua potable respecto a la ubicación de los artefactos.
2. Separar las instalaciones interiores en tramos y designarles letra o números para facilitar el procedimiento del cálculo.
3. Cálculo del diámetro del medidor.

Para calcular el diámetro del medidor es necesario tener algunos parámetros de medición. Los parámetros a considerar son dotación, “consumo máximo diario (C)” y gasto máximo instalado. Posteriormente por medio de tabla (véase tabla 1) de acuerdo a los parámetros calculados se escoge el diámetro del medidor.

Uso	Diámetro del medidor (mm)	Consumo máximo diario (m ³ /día) ©	Gasto máximo probable (Lts/min) QMP
	13	3	50
	19	5	80
Domiciliario	25	7	117
	38	20	333
	50	100	1667

Tabla 1: Diámetro del medidor (MAP).

Fuente: Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA), MOP, año 2003.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

4. Organizaremos los datos que ya conocemos en una tabla para su fácil visualización y orden.

5. Cálculo del gasto instalado (Q_i).

Para el cálculo del gasto instalado de cada uno de los tramos necesitamos conocer el caudal mínimo de cada aparato según RIDAA (ver ANEXO 1) conociendo lo anterior podemos conocer el gasto instalado de toda la red.

Donde el gasto instalado será:

$$\boxed{Q_i = Total\ AF + Total\ AC} \quad (\text{FÓRMULA N}^\circ 1).$$

Dónde:

(Q_i): gasto instalado (lts/min).

Total AF: total de caudales mínimos de cada artefacto en la edificación con agua fría (lts/min).

Total AC: total de caudales mínimos de cada artefacto en la edificación con agua caliente (lts/min).

6. Cálculo del caudal máximo probable (QMP).

El QMP se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\boxed{QMP = 1,7391 * Q_i^{0,6891}} \quad (\text{FÓRMULA N}^\circ 2).$$

Dónde:

QMP: caudal máximo probable (lts/min).

(Q_i): gasto instalado (lts/min).

7. Cálculo de la velocidad del agua en las cañerías (V).

El cálculo se realizaremos con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{21.221 * QMP}{D^2} \quad (\text{FÓRMULA N}^\circ 3).$$

Dónde:

V: velocidad de escurrimiento del agua a través de la tubería (m/seg).

D: Diámetro interior de la tubería en el tramo a calcular (mm).

QMP: caudal máximo probable en el tramo (lts/min).

8. Cálculo de la pérdida de carga en el medidor (J MAP).

El cálculo de la pérdida de carga en el medidor está dado por la siguiente fórmula:

$$J \text{ MAP} = 0.036 * \left(\frac{QMP}{C} \right)^2 \quad (\text{FÓRMULA N}^\circ 4).$$

Dónde:

J MAP: Pérdida de carga en el medidor expresado en metros columna agua (m.c.a).

QMP: Caudal máximo probable expresado en lt/min.

C: Consumo máximo del medidor expresado en m3/día.

9. Obtención de la presión en la llave de paso a continuación del medidor.

Conociendo la presión disponible antes del medidor y calculando la pérdida de carga que produce el medidor realizando la respectiva resta sabremos la presión en la llave de paso a continuación del medidor.

10. Cálculo de las pérdidas de cargas en las tuberías.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías podemos realizarla mediante varios métodos, en este caso usaremos la fórmula de Fair-Whipple-Hsiao, desarrollada para diámetros usuales en instalaciones domiciliarias, en tuberías de superficie lisa como Cobre, Policloruro de vinilo (PVC), Polipropileno (PP), entre otros.

Para cañerías de agua fría:

$$J af = \frac{676.745 * QMP^{1.751}}{D^{4.753}} \quad (\text{FÓRMULA N}^\circ 5).$$

Dónde:

J: Pérdida de carga expresada en m.c.a/m.

QMP: Caudal máximo probable en el tramo en lt/min.

D: Diámetro interior de la cañería en mm.

Para cañerías de agua caliente:

$$J_{ac} = \frac{545.045 * QMP^{1.751}}{D^{4.753}} \quad (\text{FÓRMULA N}^\circ 6).$$

Dónde:

J: Pérdida de carga expresada en m.c.a/m.

QMP: Caudal máximo probable en el tramo en lt/min.

D: Diámetro interior de la cañería en mm.

11. Pérdidas singulares (Js).

Para el cálculo de pérdidas producidas por las piezas especiales (codos, tee, etc.), utilizamos el método cinético, el cual designa un coeficiente referencial de pérdida de carga singular (K).

Para este método utilizamos la siguiente fórmula:

$$J_s = \frac{K * V^2}{2g} \quad (\text{FÓRMULA N}^\circ 7).$$

Dónde:

J_s = Pérdida singular (m.c.a);

V = Velocidad de escurrimiento (m/s);

g = aceleración de gravedad (9,81 m/s²).

K = coeficiente de proporcionalidad que depende de las características específicas de cada pieza especial (véase ANEXO 2).

12. Con todos los cálculos realizados se procede a llenar la tabla con las presiones disponibles en cada tramo de la cañería.

5.5. Estudio económico

5.5.1.Red sanitaria.

Una vez realizado es el estudio técnico procederemos a realizar el estudio económico de la red sanitaria, para ello tomaremos el plano existente de la red sanitaria para realizar las cubicaciones pertinentes de todos los materiales a utilizar, para luego realizar los presupuestos correspondientes.

5.5.2.Red de agua potable.

Al igual que el estudio económico de la red sanitaria, con el plano existente de la red de agua potable veremos todas las cubicaciones de los materiales a utilizar en dicha red, para posteriormente realizar los presupuestos correspondientes para cada uno de los materiales a estudiar.

5.6. Análisis de resultados.

Y para concluir una vez teniendo todo lo anteriormente mencionado puedo realizar los análisis pertinentes en cada uno de los casos propuestos para poder realizar mis conclusiones.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6. CAPÍTULO V: ESTUDIO TÉCNICO.

En este capítulo realizaremos el estudio técnico y económico de la red domiciliar de agua potable y alcantarillado, considerando los materiales y diámetros de los materiales ya existentes en la red.

6.1. Estudio técnico red de agua potable.

Comenzaremos con el análisis técnico de la red de agua potable considerando que los materiales a analizar son cañerías de cobre (Cu), y de PVC hidráulico.

6.1.1. Estudio técnico de red de agua potable fría.

6.1.1.1. Trazado de la red domiciliar de agua potable fría.

El trazado de la red interior de agua potable, debe de considerar la ubicación de los artefactos, tratando de tener los caminos más cortos para así se produzca menos pérdida de presión (ver Ilustración 18).

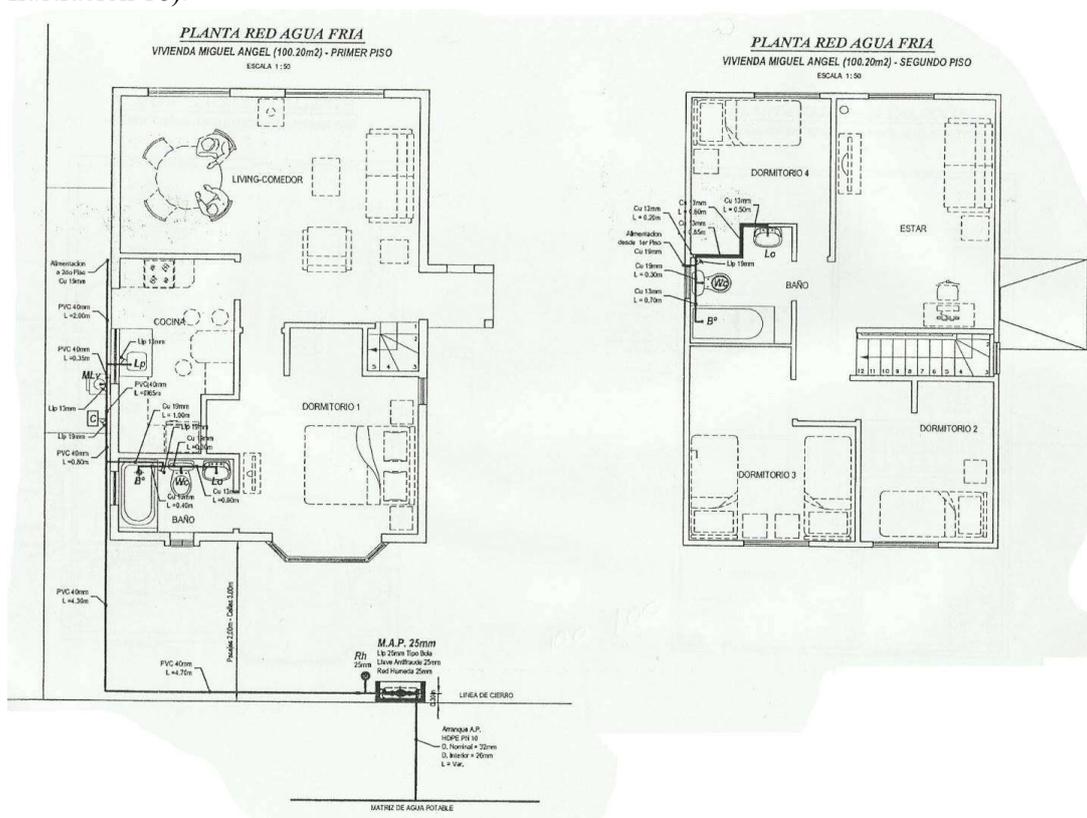


Ilustración 18: plano de planta red agua potable fría-caliente viviendas Miguel Ángel.

Fuente: Constructora Independencia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Para poder tener una buena claridad de la red y de todas las piezas especiales (fitting), se trabaja y trabajaremos con el plano isométrico de la red de agua potable (ver Ilustración 19). Para facilitar el cálculo separaremos la instalación interior en tramos, asignado números a cada tramo.

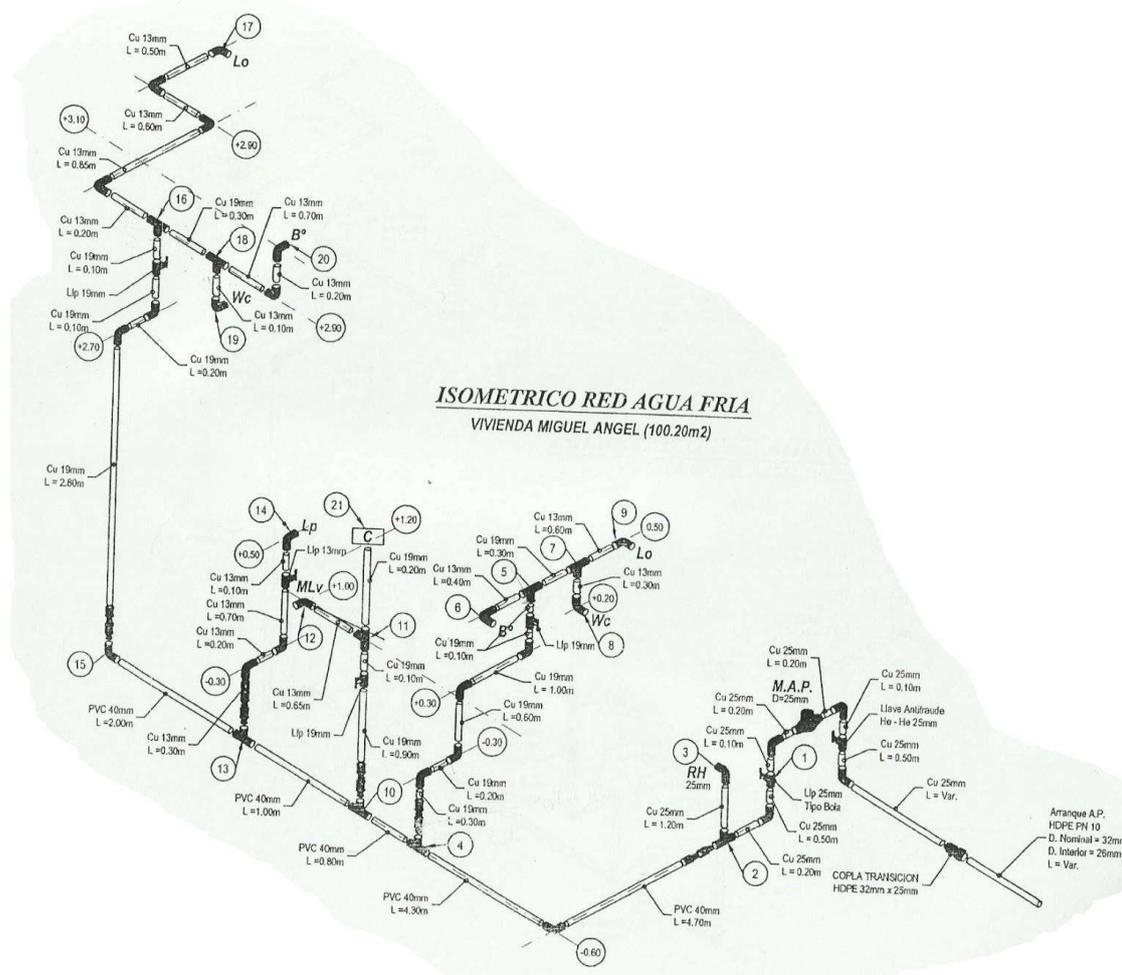


Ilustración 19: Esquema isométrico red agua fría.

Fuente: Constructora Independencia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.1.2. El medidor de agua potable.

6.1.1.2.1. Cálculo del diámetro del medidor.

Para calcular el diámetro del medidor es necesario tener algunos parámetros de medición. Los parámetros a considerar son dotación, “consumo máximo diario (C)” y gasto máximo instalado.

En efecto que no se modificara el diseño de la red de agua potable, se mantendrá el diámetro del medidor de agua potable el cual es de 25 mm, por lo cual en la “Tabla 2” obtendremos el C y el QMP, máximos como referencia para el medidor instalado en el proyecto.

Uso	Diámetro del medidor (mm)	Consumo máximo diario (m ³ /día) ©	Gasto máximo probable QMP (Lts/min)
	13	3	50
	19	5	80
Domiciliario	25	7	117
	38	20	333
	50	100	1667

Tabla 2: Diámetro del medidor MAP.

Fuente: Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA), MOP, año 2003.

6.1.1.3. Datos red agua fría.

Comenzaremos con el cálculo de la red de agua fría, para proceder con los cálculos necesitamos saber los datos de longitud del tramo, material de la cañería utilizada, diámetro de la cañería y diámetro nominal de dicha cañería (véase Tabla 3).

Tramo			Longitud (m)	Material	Dn (mm)
MAP	-	1	0,3	CU	25
1	-	2	0,7	CU	25
2	-	3	1,2	CU	25
2	-	4	9	PPR	40
4	-	5	2,3	CU	19
5	-	6	0,4	CU	13
5	-	7	0,3	CU	19
7	-	8	0,3	CU	13
7	-	9	0,6	CU	13
4	-	10	0,8	PPR	40
10	-	11	1	CU	19
11	-	12	0,65	CU	13
11	-	C	0,2	CU	19
10	-	13	1	PPR	40
13	-	14	1,3	CU	13
13	-	15	2	PPR	40
15	-	16	3,2	CU	19
16	-	17	2,15	CU	13
16	-	18	0,3	CU	19
18	-	19	0,1	CU	13
18	-	20	0,9	CU	13

Tabla 3: Datos red agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.1.4. Cálculo de la pérdida de carga en cañerías.

Las pérdidas de carga en las cañerías es efectuada por el proyectista de acuerdo con tablas, formulas y normativas vigentes para cada material. No se acepta una presión menor a 4 m.c.a sobre el punto de salida de artefacto más desfavorable en la instalación domiciliaria de agua potable alimentada desde la matriz, ni una velocidad superior a 2,5 m/s en las tuberías exteriores y de distribución principal y 2 m/s en las tuberías de la red interior.

El cálculo de las pérdidas de carga la iniciaremos en la llave de paso ubicada después del medidor.

6.1.1.4.1. Gasto instalado (Qi).

Para el cálculo del gasto instalado de cada uno de los tramos necesitamos conocer el caudal mínimo de agua fría y caliente de cada aparato según RIDAA (ver ANEXO 1) conociendo lo anterior podemos conocer el gasto instalado de toda la red (véase Tabla 4).

Artefactos	Agua fría			Agua caliente		
	Nº	lt/min	sub total	nº	lt/min	sub total
Inodoro	2	10	20	0	0	0
lavamanos	2	8	16	2	8	16
Baño de tina	2	15	30	2	15	30
Lavaplatos	1	12	12	1	12	12
Lavadero	1	15	15	1	15	15
Red húmeda 25mm	1	50	0	0	0	0
		total AF	93		total AC	73

Tabla 4: Gasto instalado por artefactos en red de agua potable.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

El Qi de toda la red de agua potable será la suma del Qi de agua fría y agua caliente (FÓRMULA N° 1).

$$Q_i = 166 \text{ lt/min}$$

El Qi de cada uno de los tramos será dependiendo a cuantos artefactos está abasteciendo dicho tramo. Apoyados en una tabla Excel, obtenemos los siguientes resultados (véase Tabla 5):

Tramo			Qinst (lt/min)
MAP	-	1	166
1	-	2	166
2	-	3	50
2	-	4	166
4	-	5	33
5	-	6	15
5	-	7	18
7	-	8	10
7	-	9	8
4	-	10	133
10	-	11	88
11	-	12	15
11	-	C	73
10	-	13	45
13	-	14	12
13	-	15	33
15	-	16	33
16	-	17	8
16	-	18	25
18	-	19	10
18	-	20	15

Tabla 5: Gasto instalado por tramos red agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.1.4.2. Cálculo del caudal máximo probable (QMP).

El QMP se calcula con la FÓRMULA N° 2, de esta forma obtenemos el QMP para cada uno de los tramos de la red.

Apoyados en una tabla Excel, obtenemos los siguientes resultados (véase Tabla 6):

Tramo			QMP (lts/m)
MAP	-	1	
1	-	2	58,91
2	-	3	25,77
2	-	4	58,91
4	-	5	19,35
5	-	6	11,24
5	-	7	12,74
7	-	8	8,50
7	-	9	7,29
4	-	10	50,57
10	-	11	38,04
11	-	12	11,24
11	-	C	33,45
10	-	13	23,96
13	-	14	9,64
13	-	15	19,35
15	-	16	19,35
16	-	17	7,29
16	-	18	15,98
18	-	19	8,50
18	-	20	11,24

Tabla 6: Caudal máximo probable por tramos red agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.1.4.3. Cálculo de la velocidad (V).

El siguiente paso será calcular la velocidad del agua en el interior de la tubería teniendo presente que la velocidad no debe exceder 2,5 m/s en tuberías exteriores y de distribución principal y 2,0 m/s en las tuberías de la red interior.

Para el cálculo de la velocidad al interior de la cañería para cada uno de los tramos utilizaremos la FÓRMULA N° 3, de esta forma, apoyados en una tabla Excel, obtenemos los siguientes resultados (véase Tabla 7):

Tramo			V (m/s)
MAP	-	1	2,00
1	-	2	2,00
2	-	3	0,87
2	-	4	0,78
4	-	5	1,14
5	-	6	1,41
5	-	7	0,75
7	-	8	1,07
7	-	9	0,92
4	-	10	0,67
10	-	11	2,24
11	-	12	1,41
11	-	C	1,97
10	-	13	0,32
13	-	14	1,21
13	-	15	0,26
15	-	16	1,14
16	-	17	0,92
16	-	18	0,94
18	-	19	1,07
18	-	20	1,41

Tabla 7: Velocidad de escurrimiento del agua por tramo en interior de tubería red agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.1.4.4. Cálculo pérdida de carga en el medidor (J MAP).

Antes de comenzar con las pérdidas de carga en cada uno de los tramos de las cañerías, es necesario conocer la pérdida de carga que nos genera el medidor al pasar el flujo de agua a través de este.

Para calcular dicha pérdida de carga necesitamos saber el QMP de nuestro medidor y su C, los cuales los podemos obtener de la TABLA 1, en el cálculo del diámetro del medidor. Teniendo dichos datos se podrá utilizar la FÓRMULA N° 4, con la cual obtenemos el siguiente resultado:

$$J \text{ MAP} = 7.083 \text{ m.c.a.}$$

Con este resultado podemos obtener la presión en la llave de paso colocada a continuación del medidor la cual será la resta de la presión en el medidor, menos la pérdida del medidor lo cual nos da:

$$\text{Presión Ll paso post MAP} = 12.92 \text{ m.c.a.}$$

6.1.1.4.5. Cálculo de la pérdida de carga en las tuberías.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías podemos realizarla mediante varios métodos, en este caso usaremos la FÓRMULA N° 5.

Esta fórmula se puede utilizar para todos los diámetros de tubería inferiores a 100 mm.

Utilizando los datos anteriores, el diámetro interior de la tubería en el tramo y su QMP, calculamos las pérdidas unitarias en cada tramo, apoyados en una tabla Excel, obtenemos los siguientes resultados (véase Tabla 8).

Tramo			Pérdida Unit.
MAP	-	1	
1	-	2	0,19
2	-	3	0,05
2	-	4	0,02
4	-	5	0,10
5	-	6	0,24
5	-	7	0,05
7	-	8	0,15
7	-	9	0,11
4	-	10	0,02
10	-	11	0,33
11	-	12	0,24
11	-	C	0,26
10	-	13	0,00
13	-	14	0,18
13	-	15	0,00
15	-	16	0,10
16	-	17	0,11
16	-	18	0,07
18	-	19	0,15
18	-	20	0,24

Tabla 8: Pérdida de carga por fricción, unitaria por tramo de tubería red agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

Al multiplicar la pérdida unitaria por la longitud de cada tramo obtenemos la pérdida relacionada a través del trayecto total de la tubería (véase Tabla N° 9), además con este dato obtenido podemos calcular la pérdida acumulada a través del proyecto.

Tramo			Pérdidas Tramo
MAP	-	1	
1	-	2	0,14
2	-	3	0,05
2	-	4	0,19
4	-	5	0,23
5	-	6	0,10
5	-	7	0,01
7	-	8	0,04
7	-	9	0,07
4	-	10	0,01
10	-	11	0,33
11	-	12	0,15
11	-	C	0,05
10	-	13	0,00
13	-	14	0,24
13	-	15	0,01
15	-	16	0,32
16	-	17	0,24
16	-	18	0,02
18	-	19	0,01
18	-	20	0,21

Tabla 9: Pérdida de carga por fricción por tramo de tubería red agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.1.4.6. Pérdidas singulares.

Para el cálculo de pérdidas producidas por las piezas especiales (codos, tee, etc.), utilizamos el método cinético FÓRMULA N° 7, el cual designa un coeficiente referencial de pérdida de carga singular (K) los cuales se encuentran en el ANEXO N°2.

Analizando cada elemento especial que se incorpora en cada tramo analizado y con el apoyo de Excel podemos determinar la pérdida singular para cada tramo (véase Tabla 10).

Tramo			Pérdida Singular	
			K	Tramo
MAP	-	1		
1	-	2	2,20	0,449
2	-	3	0,90	0,035
2	-	4	2,20	0,068
4	-	5	5,60	0,369
5	-	6	0,90	0,091
5	-	7	1,30	0,037
7	-	8	0,90	0,052
7	-	9	0,90	0,038
4	-	10	1,30	0,030
10	-	11	1,50	0,382
11	-	12	0,90	0,091
11	-	C	1,20	0,236
10	-	13	1,30	0,007
13	-	14	2,90	0,216
13	-	15	0,90	0,003
15	-	16	3,80	0,251
16	-	17	3,60	0,154
16	-	18	1,30	0,058
18	-	19	0,90	0,052
18	-	20	1,80	0,183

Tabla 10: Pérdidas singulares por tramo de tubería.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.1.5. Presiones.

Para obtener las presiones disponibles en cada punto final de cada tramo, tomamos la presión inicial en la llave de paso a continuación del medidor el cual es 12.92 m.c.a, y le restamos la pérdida por altura, la pérdida total acumulada por el tramo más las piezas especiales.

De este modo apoyados en una tabla Excel calculamos la presión para cada punto del tramo (véase Tabla 11).

Tramo			Pérdida Total		Cotas		Presión Dispon.	Artefacto
			Tramo	Acumul.	Piezom.	T. o A.		
MAP	-	1					12,92	Llp
1	-	2	0,58	0,580	12,34	-0,6	12,94	
2	-	3	0,09	0,670	12,25	0,6	11,65	RH
2	-	4	0,25	0,830	12,09	-0,6	12,69	
4	-	5	0,60	1,430	11,49	0,5	10,99	
5	-	6	0,19	1,620	11,3	0,5	10,8	B°
5	-	7	0,05	1,480	11,44	0,5	10,94	
7	-	8	0,10	1,580	11,34	0,2	11,14	Wc
7	-	9	0,11	1,590	11,33	0,5	10,83	Lo
4	-	10	0,04	0,870	12,05	-0,6	12,65	
10	-	11	0,71	1,580	11,34	0,3	11,04	
11	-	12	0,25	1,830	11,09	0,3	10,79	MLv
11	-	C	0,29	1,870	11,05	1,2	9,85	C
10	-	13	0,01	0,880	12,04	-0,6	12,64	
13	-	14	0,45	1,330	11,59	0,5	11,09	Lp
13	-	15	0,01	0,890	12,03	-0,6	12,63	
15	-	16	0,57	1,460	11,46	2,9	8,56	
16	-	17	0,39	1,850	11,07	2,9	8,17	Lo
16	-	18	0,08	1,540	11,38	2,9	8,48	
18	-	19	0,07	1,610	11,31	2,8	8,51	Wc
18	-	20	0,40	1,940	10,98	3,1	7,88	B°

Tabla 11: Presiones disponibles en cada artefacto de la vivienda en red agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.2. Estudio técnico de red de agua potable caliente.

6.1.2.1. Trazado de la red domiciliar de agua potable caliente.

El trazado de la red interior de agua potable debe de considerar la ubicación de los artefactos, tratando de tener los caminos más cortos para así se produzca menos pérdida de presión (véase Ilustración 20).



Ilustración 20: Planos de planta red agua potable caliente viviendas Miguel Ángel.

Fuente: Constructora Independencia.

Para poder tener una buena claridad de la red y de todas las piezas especiales (fitting), se trabaja y trabajaremos con el plano isométrico de la red de agua potable (véase Ilustración 21). Para facilitar el cálculo separaremos la instalación interior en tramos, asignado números a cada tramo.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

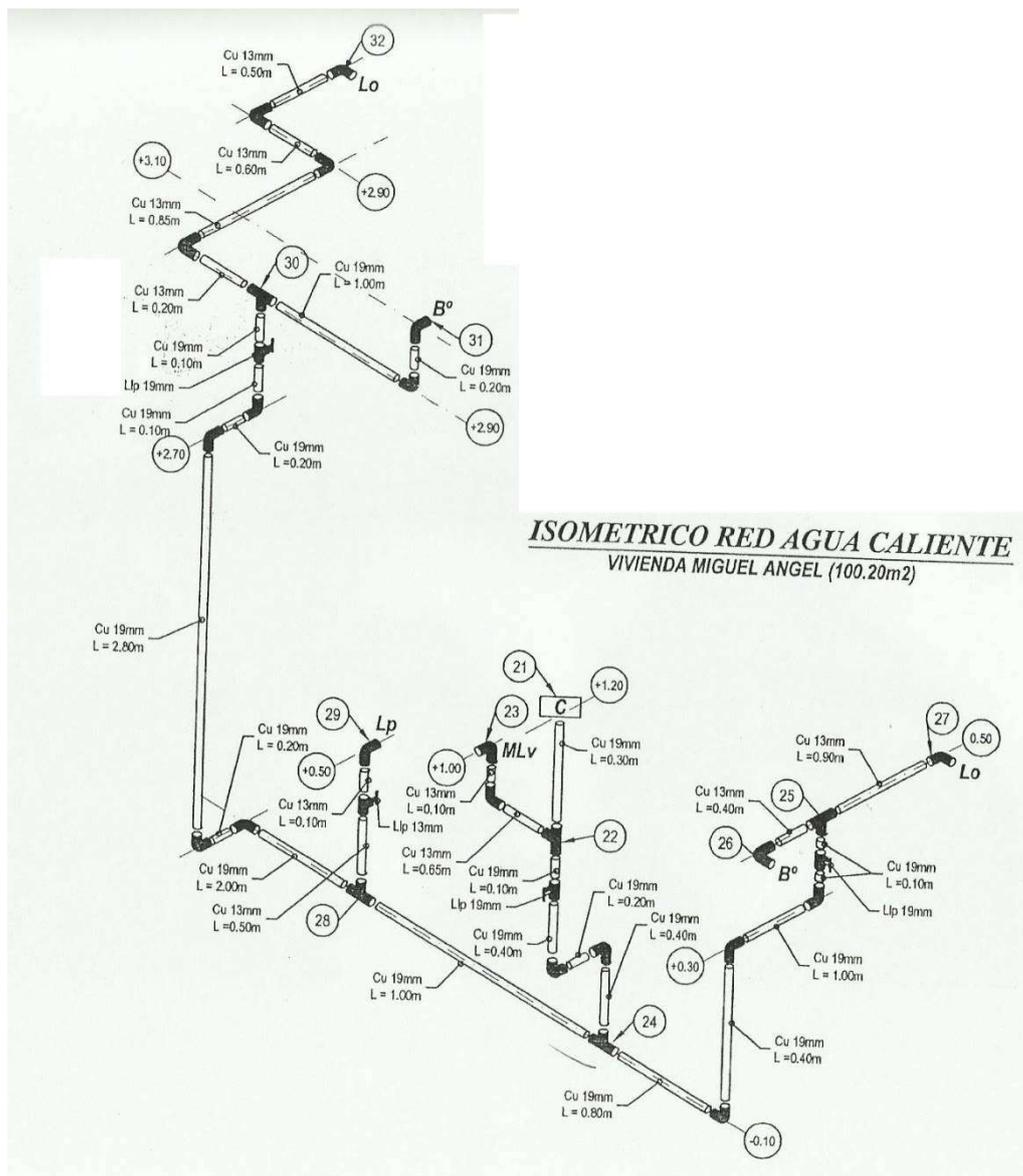


Ilustración 21: Esquema isométrico red agua caliente.

Fuente: Constructora Independencia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

6.1.2.2. Datos red agua caliente.

Continuaremos con el cálculo de la red de agua caliente al igual que en los cálculos anteriores necesitamos saber los datos de cada tramo, longitud, material de la tubería y diámetro nominal (véase Tabla12).

Tramo			Longitud (m)	Material	Dn (mm)
C	-	22	0,30	CU	19
22	-	23	0,75	CU	13
22	-	24	1,10	CU	19
24	-	25	2,40	CU	19
25	-	26	0,40	CU	13
25	-	27	0,90	CU	13
24	-	28	1,00	CU	19
28	-	29	0,60	CU	13
28	-	30	5,20	CU	19
30	-	31	1,20	CU	19
30	-	32	2,15	CU	13

Tabla 12: Datos red agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.3. Cálculo de la pérdida de carga en cañerías.

Las pérdidas de carga en las cañerías es efectuada por el proyectista de acuerdo con tablas, formulas y normativas vigentes para cada material. No se acepta una presión menor a 4 m.c.a sobre el punto de salida de artefacto más desfavorable en la instalación domiciliaria de agua potable alimentada desde la matriz, ni una velocidad superior a 2,5 m/s en las tuberías exteriores y de distribución principal y 2 m/s en las tuberías de la red interior.

6.1.2.3.1. Gasto instalado (Qi).

El Qi de cada uno de los tramos será dependiendo a cuantos artefactos está abasteciendo dicho tramo. Apoyados en una tabla Excel, obtenemos los siguientes resultados (véase Tabla 13):

Tramo			Qinst (l/m)
C	-	22	73
22	-	23	15
22	-	24	58
24	-	25	23
25	-	26	15
25	-	27	8
24	-	28	35
28	-	29	12
28	-	30	23
30	-	31	15
30	-	32	8

Tabla 13: Gasto instalado por tramos red agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.3.2. Cálculo del caudal máximo probable.

El QMP se calcula con la FÓRMULA N° 2, de esta forma obtenemos el QMP para cada uno de los tramos de la red.

Apoyados en una tabla Excel, obtenemos los siguientes resultados (véase Tabla 14):

Tramo			QMP (l/m)
C	-	22	33,45
22	-	23	11,24
22	-	24	28,54
24	-	25	15,09
25	-	26	11,24
25	-	27	7,29
24	-	28	20,15
28	-	29	9,64
28	-	30	15,09
30	-	31	11,24
30	-	32	7,29

Tabla 14: Caudal máximo probable por tramos red agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.3.3. Cálculo de la velocidad (V).

Para el cálculo de la velocidad al interior de la cañería para cada uno de los tramos utilizaremos la FÓRMULA N° 3, de esta forma, apoyados en una tabla Excel, obtenemos los siguientes resultados (véase Tabla 15):

Tramo			V (m/s)
c	-	22	1,97
22	-	23	1,41
22	-	24	1,68
24	-	25	0,89
25	-	26	1,41
25	-	27	0,92
24	-	28	1,18
28	-	29	1,21
28	-	30	0,89
30	-	31	0,66
30	-	32	0,92

Tabla 15: Velocidad de escurrimiento del agua por tramo en interior de tubería red agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.3.4. Cálculo de la pérdida de carga en las tuberías.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías podemos realizarla mediante varios métodos, en este caso usaremos la FÓRMULA N° 6 de Fair-Whipple-Hsiao para agua caliente.

Apoyados en una tabla Excel obtenemos los siguientes resultados (véase Tabla 16):

Tramo			Pérdidas Unitarias.
c	-	22	0,213
22	-	23	0,191
22	-	24	0,161
24	-	25	0,053
25	-	26	0,191
25	-	27	0,090
24	-	28	0,088
28	-	29	0,146
28	-	30	0,053
30	-	31	0,032
30	-	32	0,090

Tabla 16: Pérdida de carga por fricción unitaria por tramo de tubería red agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

Al multiplicar la pérdida unitaria por la longitud de cada tramo obtenemos la pérdida relacionada a través del trayecto total de la tubería (ver Tabla 17), además con este dato obtenido podemos calcular la pérdida acumulada a través del proyecto.

Tramo			Pérdida Tramo
c	-	22	0,256
22	-	23	0,091
22	-	24	0,545
24	-	25	0,188
25	-	26	0,091
25	-	27	0,038
24	-	28	0,093
28	-	29	0,082
28	-	30	0,225
30	-	31	0,040
30	-	32	0,154

Tabla 17: Pérdida de carga por fricción por tramo de tubería red agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.3.5. Pérdidas singulares.

Con el apoyo de Excel podemos determinar la pérdida singular para cada tramo (véase Tabla 18).

Tramo			Pérdida Singular	
			K	Tramo
c	-	22	1,3	0,256
22	-	23	0,9	0,091
22	-	24	3,8	0,545
24	-	25	4,7	0,188
25	-	26	0,9	0,091
25	-	27	0,9	0,038
24	-	28	1,3	0,093
28	-	29	1,1	0,082
28	-	30	5,6	0,225
30	-	31	1,8	0,040
30	-	32	3,6	0,154

Tabla 18: Pérdidas singulares por tramo de tubería.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.4. Presiones.

Para obtener las presiones disponibles en cada punto final de cada tramo, tomamos la presión disponible tras el calefón que es 9,85 m.c.a y le restamos la pérdida por altura, la pérdida total acumulada por el tramo más las piezas especiales.

De este modo apoyados en una tabla Excel calculamos la presión para cada punto del tramo (véase Tabla 19).

Tramo			Pérdida Total		Cotas		Presión	Artefacto
			Tramo	Acumul.	Piezom.	T. o A.		
c	-	22	0,31991	0,320	9,53	0,9	8,63	
22	-	23	0,234866	0,555	9,295	1	8,30	MLv
22	-	24	0,722477	1,042	8,808	-0,1	8,91	
24	-	25	0,315148	1,357	8,493	0,5	7,99	
25	-	26	0,167905	1,525	8,325	0,5	7,83	B°
25	-	27	0,11907	1,476	8,374	0,5	7,874	Lo
24	-	28	0,180575	1,223	8,627	-0,1	8,727	
28	-	29	0,169811	1,393	8,457	0,5	7,957	Lp
28	-	30	0,499004	1,722	8,128	2,9	5,228	
30	-	31	0,077861	1,800	8,05	3,1	4,95	B°
30	-	32	0,34635	2,068	7,782	2,9	4,882	Lo

Tabla 19: Presiones disponibles en cada artefacto de la vivienda en red agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Estudio técnico red de alcantarillado.

La vivienda en análisis es una casa habitacional de 2 pisos, y el uso de los artefactos es de clase 1, ya que corresponde a los artefactos de una vivienda unifamiliar.

6.2.1. Determinación del diámetro mínimo de descarga (D.M.D.) y la unidad de equivalencia hidráulica (UEH).

El diámetro mínimo de descarga y la unidad de equivalencia hidráulica se obtiene de la tabla reglamentada por el RIDAA (ver ANEXO 3) en la cual dichos valores se obtienen sabiendo los artefactos instalados en la vivienda y su respectiva clase (véase Tabla 20).

Artefactos		Clase	Descarga UEH	Diámetro mínimo de descarga (mm)
wáter close 1° piso	Wc	1	3	100
wáter close 2° piso	Wc2	1	3	100
lavaplatos	Lp	1	3	50
lavadero	MLv	1	3	50
tina 1° piso	B	1	3	50
tina 2° piso	B2	1	3	50
lavamanos 1° piso	Lo	1	1	38
lavamanos 2° piso	Lo	1	1	38
ventilación	V			75

Tabla 20: Presiones disponibles en cada artefacto de la vivienda en red agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2. Trazado de la tubería.

El trazado del proyecto ya se encuentra diseñado (ver Ilustración 22-23) el cual está basado en las condiciones mínimas, criterios generales de diseño, y en la viabilidad económica del proyecto.

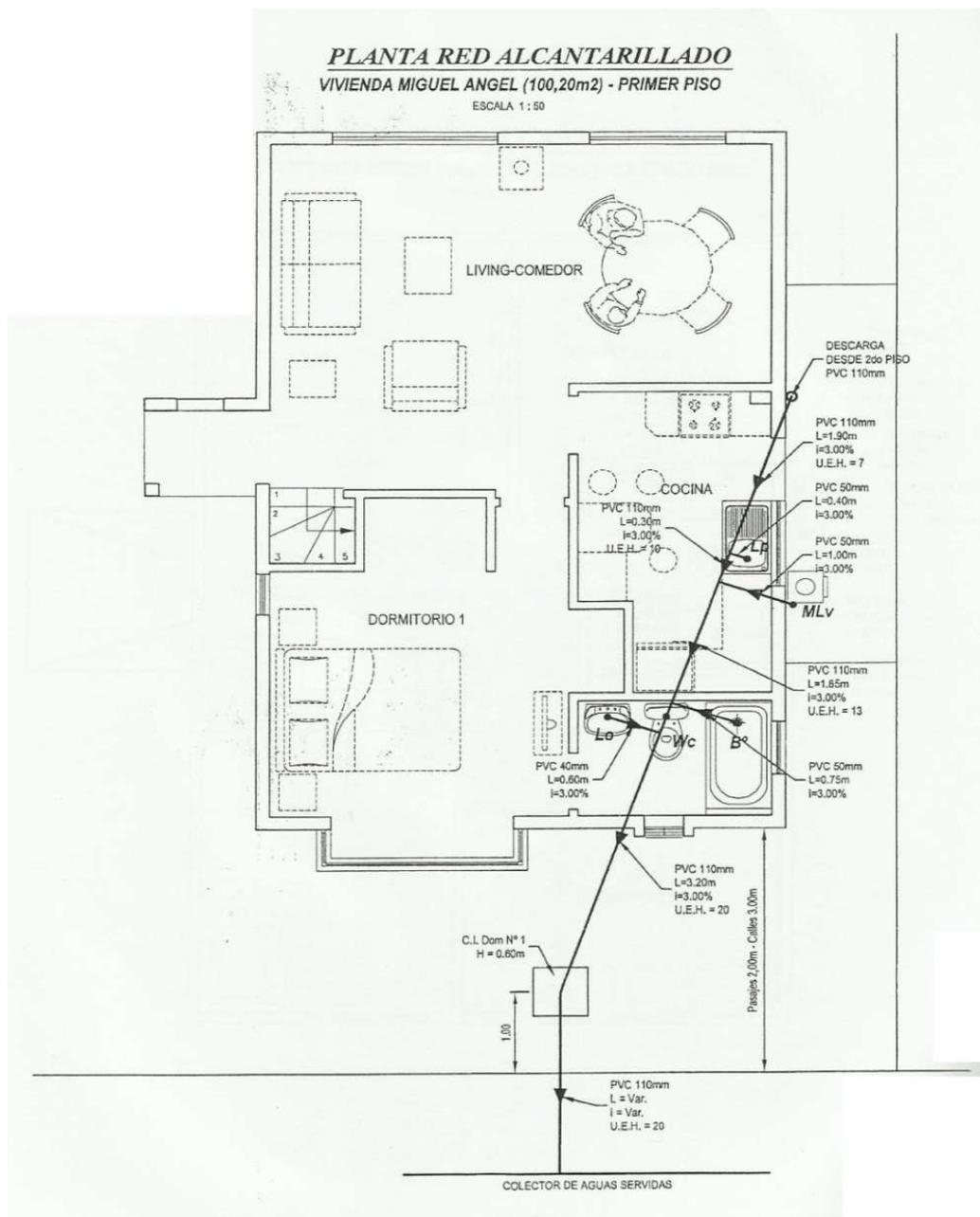


Ilustración 22: Planta red alcantarillado primer piso, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Constructora Independencia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

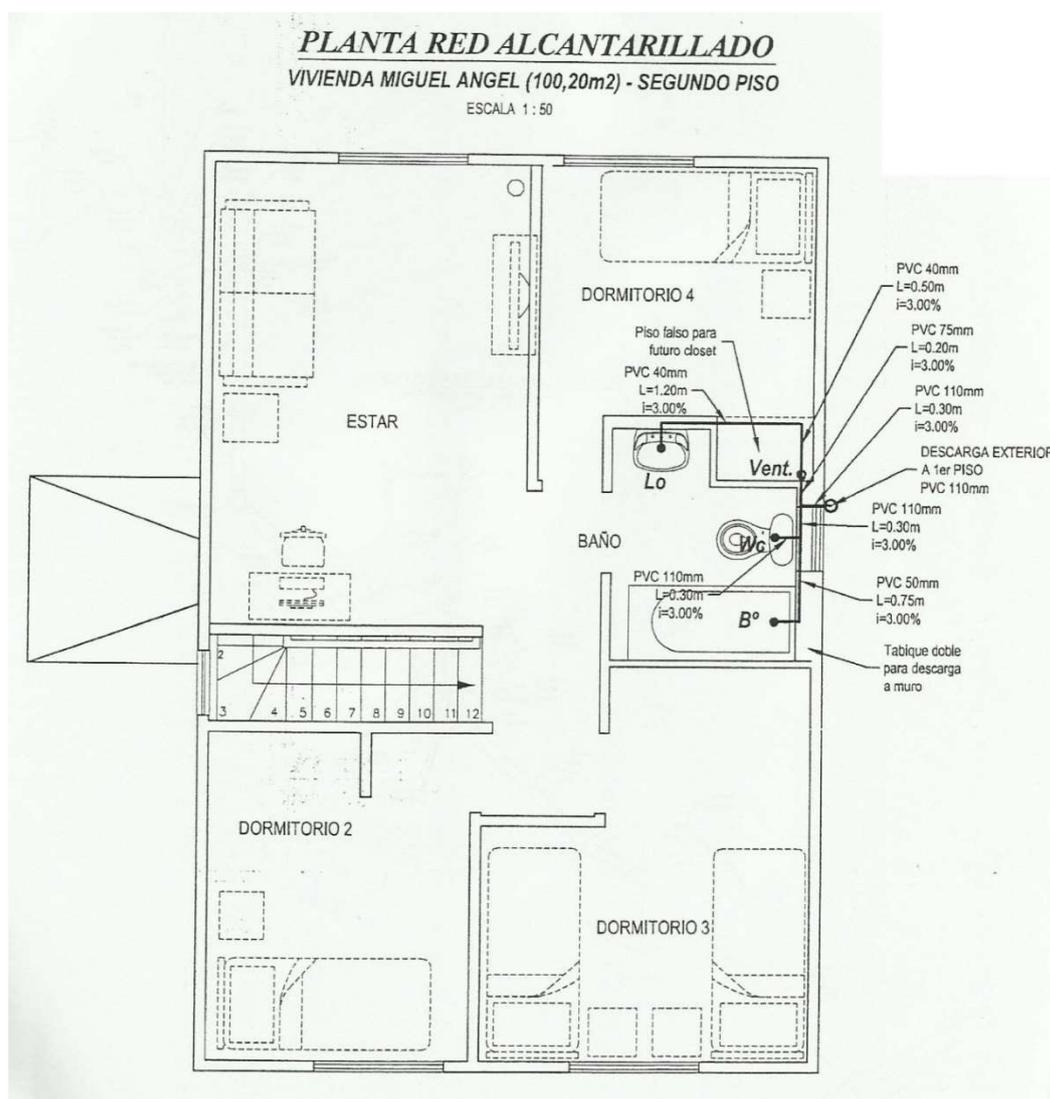


Ilustración 23: Planta red alcantarillado segundo piso, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Constructora Independencia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Al igual que en el cálculo de la red de agua potable es necesario disponer del plano isométrico de la red de alcantarillado para tener una mejor visión de los artefactos y nos permite separar de mejor forma los tramos a estudiar (ver Ilustración 24).

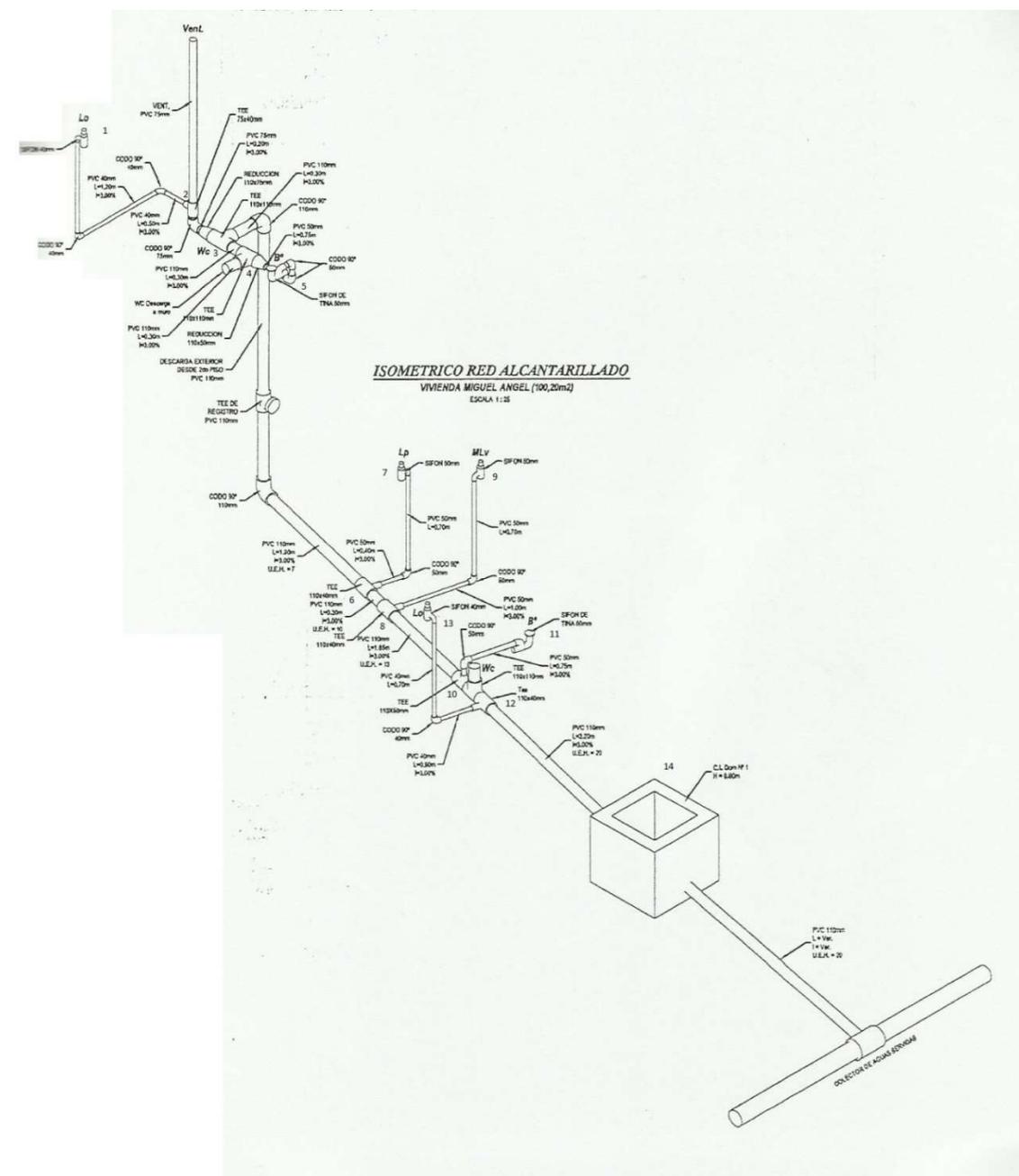


Ilustración 24: Esquema isométrico red alcantarillado, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Constructora Independencia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

En la Tabla 21, se puede apreciar todos los datos de la red sanitaria con sus tramos, pendientes, y diámetros de tubería y se pueden comparar con los requisitos mínimos a cumplir.

Tramo			Artefacto que descarga	Longitud (m)	Descarga UEH	Pendiente Mínima (%)	Diámetro mínimo (mm)	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
1	-	2	lavamanos 2° piso	2,4	1		38	3	40
2	-	v					75		75
2	-	3	lavamanos 2° piso	0,2	1	3	75	3	75
4	-	3	wc, tina	0,3	6	3	100	3	110
5	-	4	tina	0,75	3		50	3	50
3	-	6	wc, tina, lavamanos	2,2	7	3	100	3	110
7	-	6	lavaplatos	1,1	3		50	3	50
6	-	8	wc, tina, lavamanos lavaplatos	0,3	10	3	100	3	110
9	-	8	lavadero	1,1	3		50	3	50
8	-	10	WC,B2, Lo, MLv, Lp	1,65	13	3	100	3	110
11	-	10	B	0,75	3		50	3	50
12	-	13	Lo	1,2	1		38	3	40
12	-	14	WC,WC2,Lp, MLv, B, B2, Lo, Lo		20	3	100	3	110

Tabla 21: Tabla de cálculo red de alcantarillado domiciliario, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

7. CAPÍTULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO.

En el estudio económico de las distintas tuberías tendremos en cuenta además de las tuberías, todas las piezas especiales, insumos, herramientas, mano de obra y equipos necesarios para su instalación.

Algunos datos a considerar:

- Pérdidas: se asigna un 5 % de la pérdida a todos los materiales, esto se debe a derrames, despuntes, extravíos, malas prácticas, entre otros.
- Desgaste de herramientas: en el presente estudio económico no se considerara desgaste de herramientas, debido a que algunas de las herramientas a utilizar son de uso frecuente y común, y por otra parte cualquier herramienta o equipo específico necesario de incluir en el estudio económico será incluido como compra.
- Los sueldos base que se tomaran para la mano de obra necesaria para la elaboración de la red domiciliaria de agua potable y alcantarillado será de \$25.000 pesos al día para un maestro gáster de primera y de \$15.000 pesos al día para un ayudante de gáster.
- Leyes sociales: el porcentaje de leyes sociales asignado es de un 57 % a todo tipo de mano de obra, el cual incluye todos los gastos adicionales que generan los empleados como por ejemplo: AFP, salud (ISAPRE o FONASA), vacaciones, movilización, alimentación, ley de accidente de trabajo, elemento de seguridad, etc. (véase Tabla 22).

Asignaciones legales		
Semana corrida	%	17,80
Cotización adicional mutual	%	2,50
Por año de servicio	%	3,32
Desahucio	%	5,00
Gratificación	%	7,00
Equipo de seguridad	%	1,07
Locomoción / movilización	%	0,86
Asignación por fallecimiento	%	0,05
Seguro de Invalidez	%	2,40
Salud (Isapre o Fonasa)	%	7,00
AFP	%	10,00
Total leyes sociales	%	57,00

Tabla N° 22: Desglose de porcentaje de leyes sociales.

Fuente: Elaboración propia.

7.1. Estudio económico de la red domiciliar de alcantarillado.

A continuación, procedemos con el estudio de la red sanitaria domiciliar, en el cual tenemos dos materiales para analizar, el PVC Gris y el PVC Blanco de la línea sanitaria.

7.1.1.Red sanitaria con tuberías PVC-Gris.

Comenzaremos con el estudio de tuberías PVC-Gris de la línea sanitaria, a continuación, en la Tabla N° 23 se muestran todas las tuberías a utilizar en cada uno de los tramos de la red sanitaria con sus respectivos precios netos.

TUBERÍAS SANITARIAS PVC GRIS						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras (6m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
PVC-GRIS	110	10,85	1302	217	6.042	1.311.114
PVC-GRIS	75	3,2	384	64	3.462	221.568
PVC-GRIS	50	4,3	516	86	2.353	202.358
PVC-GRIS	40	3,6	432	72	1.849	133.128
Sub-total neto:						1.868.168
Pérdidas (5%):						93.408
Total general neto:						1.961.576

Tabla N° 23: Costo de tubería de red de alcantarillado en PVC-Gris, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla N° 24, se detalla todas las piezas especiales a utilizar en la red sanitaria con sus respectivos costos.

PIEZAS ESPECIALES SANITARIAS PVC GRIS						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
PVC-GRIS	codo 90°	110	2	240	958	229.920
PVC-GRIS	codo 90°	75	1	120	510	61.200
PVC-GRIS	codo 90°	50	5	600	298	178.800
PVC-GRIS	codo 90°	40	3	360	166	59.760
PVC-GRIS	tee	110x110	2	240	2.177	522.480
PVC-GRIS	tee	110x50	3	360	1.252	450.720
PVC-GRIS	tee	110x40	1	120	1.168	140.160
PVC-GRIS	tee	75x40	1	120	1.000	120.000
PVC-GRIS	sifón	50	2	240	2.429	582.960
PVC-GRIS	sifón	40	2	240	2.092	502.080
PVC-GRIS	sifón de tina	50	2	240	1.840	441.600
PVC-GRIS	tee registro	110	1	120	2.261	271.320
PVC-GRIS	reducción	110x75	1	120	1.252	150.240
PVC-GRIS	reducción	110x50	1	120	681	81.720,00
Sub-total neto:						3.792.960
Pérdidas (5%):						189.648
Total, general neto:						3.982.608

Tabla N° 24: Costo de piezas especiales de red de alcantarillado PVC GRIS, vivienda Miguel

Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en la Tabla N° 25, se detalla todos los insumos a utilizar para la instalación de red sanitaria en PVC gris.

Insumos			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total, neto (\$)
Adhesivo Vinilit 240 CC	20	2.176	43.520
Lijas	15	97	1.455
Guante cabritilla puño	10	2.708	27.080
Sub-total neto:			72.055
Perdidas (5%):			3.602
Total general neto:			75.658

Tabla N° 25: Costos de insumos de red sanitaria en PVC Gris, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último calcularemos lo que es la mano de obra para la instalación de las tuberías sanitarias analizadas, los cuales podemos visualizar en la Tabla N° 26.

Mano de obra						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total neto (\$)
Maestro gáster 1°	colocación de tubería PVC sanitario + piezas especiales	Hrs x ml	0,108	3.125	2634	888.975
Ayudante gáster	colocación de tubería PVC sanitario + piezas especiales	Hrs x ml	0,108	1.875	2634	533.385
	leyes sociales	%	57			810.745
Total general neto:						2.233.105

Tabla N° 26: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red sanitaria en PVC Gris, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Finalmente tenemos todos los costos asociados a la elaboración e instalación de la red sanitaria de alcantarillado domiciliar estudiado, con tuberías de PVC sanitario gris, la cual se muestra en la Tabla N° 27.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	1.961.576
Piezas especiales	3.982.608
Insumos	75.658
Mano de obra + leyes sociales	2.233.105
Total neto:	8.252.948

Tabla N° 27: Costo neto total de la partida instalaciones sanitarias, PVC Sanitario gris, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2.Red sanitaria con tuberías PVC-blanco.

Al igual que en el estudio anterior, comenzaremos con las tuberías necesarias para la red sanitaria, en la Tabla N° 28 se muestran todos los costos asociados a las tuberías sanitarias en PVC blanco.

TUBERÍAS SANITARIAS PVC BLANCO						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras (6m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
PVC-BLANCO	110	10,85	1302	217	10.916	2.368.772
PVC-BLANCO	75	3,2	384	64	6.880	440.320
PVC-BLANCO	50	4,3	516	86	4.529	389.494
PVC-BLANCO	40	3,6	432	72	2.176	156.672
Sub-total neto:						3.355.258
Pérdidas (5%):						167.763
Total general neto:						3.523.021

Tabla N° 28: Costo de tubería de red sanitaria PVC Blanco, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente continuamos con identificar los costos asociados para cada una de las piezas especiales necesarias para la red sanitaria en PVC blanco, en la Tabla N° 29 se muestran dichos costos asociados.

PIEZAS ESPECIALES SANITARIAS PVC BLANCO						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
PVC-BLANCO	codo 90°	110	2	240	1587	380.880
PVC-BLANCO	codo 90°	75	1	120	802	96.240
PVC-BLANCO	codo 90°	50	5	600	448	268.800
PVC-BLANCO	codo 90°	40	3	360	272	97.920
PVC-BLANCO	tee	110x110	2	240	2.085	500.400
PVC-BLANCO	tee	110x50	3	360	2.513	904.680
PVC-BLANCO	tee	110x40	1	120	1.257	150.840
PVC-BLANCO	tee	75x40	1	120	487	58.440
PVC-BLANCO	sifón	50	2	240	2.630	631.200
PVC-BLANCO	sifón	40	2	240	2.200	528.000
PVC-BLANCO	sifón de tina	50	2	240	2.140	513.600
PVC-BLANCO	tee registro	110	1	120	2.085	250.200
PVC-BLANCO	reducción	110x75	1	120	988	118.560
PVC-BLANCO	reducción	110x50	1	120	941	112.920
PVC-BLANCO	copla	110	1	120	1.368	164.160
PVC-BLANCO	copla	50	1	120	611	73.320
PVC-BLANCO	copla	40	1	120	513	61.560
Sub-total neto:						4.911.720
Pérdidas (5%):						245.586
Total general neto:						5.157.306

Tabla N° 29: Costo de piezas especiales de red sanitaria con PVC Blanco, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

A continuación en la Tabla N° 30 se muestran todos los insumos necesarios para la construcción de la red sanitaria con PVC blanco.

Insumos			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
lubricante Vinilit 250 cc	10	1.765	17.650
guante cabritilla puño	10	2.708	27.080
Sub-total neto:			44.730
Pérdidas (5%):			2.236
Total general neto:			46.966

Tabla 30: Costos de insumos de red sanitaria con PVC Blanco, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último en la Tabla N° 31 consideraremos la mano de obra necesaria para la elaboración de la red sanitaria con tubería de PVC blanco.

Mano de obra						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total neto (\$)
maestro gáster 1°	colocación de tubería PVC sanitario + piezas especiales	Hrs x ml	0,095	3.125	2634	781.969
ayudante gáster	colocación de tubería PVC sanitario + piezas especiales	Hrs x ml	0,095	1.875	2634	469.181
	leyes sociales	%	57			713.155
Total general neto:						1.964.305

Tabla N° 31: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red sanitaria en PVC blanco, vivienda Miguel Ángel
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en la Tabla N° 32 tenemos todos los costos asociados a la elaboración e instalación de la red sanitaria de alcantarillado domiciliar estudiado, con tuberías de PVC sanitario blanco.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	3.523.021
Piezas especiales	5.157.306
Insumos	46.966
Mano de obra + leyes sociales	1.964.305
Total neto:	10.691.599

Tabla N°32: Costo neto total de la partida instalaciones sanitarias, PVC Sanitario blanco, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2. Estudio económico red domiciliaria de agua potable.

Al igual que en el estudio económico de la red sanitaria, veremos todos los materiales involucrados para la elaboración de la red de agua potable para cada uno de los materiales a estudiar.

Además se consideraran todos los insumos, mano de obra, equipos y herramientas necesarias para la instalación de las tuberías y piezas especiales de la red de agua potable

El tramo comprendido desde el primer codo después de la llave de paso hasta la llave de jardín en los casos que sea necesario se colocara tubería y piezas especiales de cobre debido a que es un material rígido apto para la llave de jardín, que estará expuesta a la interperie y a cualquier golpe que la pueda dañar.

Por otra parte para facilitar el análisis comparativo de los distintos costos asociados a cada material de tubería a estudiar el cual se desarrollará en el próximo capítulo, se dividirá en 2 partes el estudio económico, por un lado realizaremos el estudio económico para la red de agua potable fría y por otro el estudio de la red de agua potable caliente.

7.2.1.Red de agua potable con tuberías PVC y Cobre (existente).

Esta combinación de materiales para la red de agua potable es la que el proyecto en estudio (viviendas Miguel Ángel de Constructora Independencia) consideró en su especificaciones técnicas, por lo cual es necesario realizar su estudio económico para su posterior comparación con las distintas alternativas propuestas en materialidad de la red de agua potable.

En el estudio económico consideraremos tanto los metros de cañería a utilizar como todas las piezas especiales y llaves de paso instaladas en la red de agua potable.

7.2.1.1. Red de agua potable fría con tuberías PVC y Cobre (existente).

A continuación en la Tabla N° 33, se muestra todas las tuberías a utilizar en cada uno de los tramos de la red de agua potable fría con sus respectivos costos asociados.

TUBERÍAS RED AGUA FRÍA						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras de tuberías (6 m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
PVC	40	12,8	1536	256	2.924	748.544
CU	25	1,4	168	28	22.109	619.052
CU	19	7,3	876	146	13.620	1.988.520
CU	13	6,4	768	128	8.647	1.106.816
Sub-total neto:						4.462.932
Pérdidas (5%):						223.147
Total general neto:						4.686.079

Tabla N° 33: Costo tuberías, red agua potable fría con tuberías PVC y Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en la Tabla N° 34 se detallan todas las piezas especiales necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías de PVC y Cobre.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA FRÍA						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	codo 90° (SO)	25	1	120	1.252	150.240
BRONCE	tee (SO)	25	1	120	2.429	291.480
BRONCE	terminal (SO-HE)	25	1	120	1.420	170.400
BRONCE	codo 90° (SO-HI)	25	1	120	916	109.920
BRONCE	terminal (SO-HE)	19	2	240	697	167.280
BRONCE	codo (SO)	19	6	720	783	563.760
BRONCE	tee (SO)	19x13x19	2	240	2.597	623.280
COBRE	codo (SO)	13	14	1680	221	371.280
BRONCE	tee (SO)	19x13x13	2	240	1.613	387.120
BRONCE	tee (SO)	19x19x13	1	120	1.840	220.800
BRONCE	terminal (SO-HE)	13x19	1	120	1.084	130.080
BRONCE	terminal (SO-HE)	19x25	1	120	2.428	291.360
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596	191.520
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530	1.630.800
PVC	terminal (SO-HI)	32x25	2	240	332	79.680
PVC	buje reductor (SO)	40x32	2	240	361	86.640
PVC	tapa gorro (HE)	25	1	120	319	38.280
PVC	codo (SO)	40	2	240	204	48.960
PVC	tee (SO)	40x40x32	3	360	916	329.760
PVC	buje reductor (SO)	32x25	3	360	328	118.080
PVC	terminal(SO-HI)	25x19	3	360	360	129.600
Sub-total neto:						6.130.320
Pérdidas (5%):						306.516
Total general neto:						6.436.836

Tabla N° 34: Costo tuberías, red agua potable fría con tuberías PVC y Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en la Tabla N° 35 se detallan todas las piezas especiales necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías de PVC y Cobre.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA FRÍA						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	codo 90° (SO)	25	1	120	1.252	150.240
BRONCE	tee (SO)	25	1	120	2.429	291.480
BRONCE	terminal (SO-HE)	25	1	120	1.420	170.400
BRONCE	codo 90° (SO-HI)	25	1	120	916	109.920
BRONCE	terminal (SO-HE)	19	2	240	697	167.280
BRONCE	codo (SO)	19	6	720	783	563.760
BRONCE	tee (SO)	19x13x19	2	240	2.597	623.280
COBRE	codo (SO)	13	14	1680	221	371.280
BRONCE	tee (SO)	19x13x13	2	240	1.613	387.120
BRONCE	tee (SO)	19x19x13	1	120	1.840	220.800
BRONCE	terminal (SO-HE)	13x19	1	120	1.084	130.080
BRONCE	terminal (SO-HE)	19x25	1	120	2.428	291.360
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596	191.520
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530	1.630.800
PVC	terminal (SO-HI)	32x25	2	240	332	79.680
PVC	buje reductor (SO)	40x32	2	240	361	86.640
PVC	tapa gorro (HE)	25	1	120	319	38.280
PVC	codo (SO)	40	2	240	204	48.960
PVC	tee (SO)	40x40x32	3	360	916	329.760
PVC	buje reductor (SO)	32x25	3	360	328	118.080
PVC	terminal(SO-HI)	25x19	3	360	360	129.600
Sub-total neto:						6.130.320
Pérdidas (5%):						306.516
Total general neto:						6.436.836

Tabla N° 35: Costo de piezas especiales de red agua potable fría con tuberías PVC y Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

A continuación en la Tabla N° 36, se detallan todos los insumos necesarios para la instalación de las tuberías y piezas especiales de la red de agua potable fría con tuberías de PVC y Cobre.

INSUMOS RED AGUA FRÍA			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Adhesivo Vinilit 250 cc	20	2.176	43.520
Soldadura estaño en carrete	10	5.857	58.570
Pasta para soldar 250 grs	5	1.404	7.020
Soplete a gas butano	1	4.614	4.614
Balón gas butano 190 grs	10	580	5.800
Teflón 1" x 10 mts	5	335	1.675
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Lijas	20	97	1.940
Sub-total neto:			133.971
Pérdidas (5%):			6.699
Total general neto:			140.670

Tabla N°36: Costos de insumos de red de agua potable fría con tuberías de PVC y Cobre, vivienda Miguel Ángel
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla N° 37 se detalla la mano de obra necesaria para la elaboración la red de agua potable fría con tubería de PVC y Cobre.

MANO DE OBRA RED AGUA FRÍA						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gáster 1°	colocación de tubería PVC + piezas especiales	Hrs x ml	0,065	3.125	1536	312.000
ayudante gáster	colocación de tubería PVC + piezas especiales	Hrs x ml	0,065	1.875	1536	187.200
maestro gáster 1°	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	3.125	1812	917.325
ayudante gáster	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	1.875	1812	550.395
	leyes sociales	%	57			1.121.144
Total general neto:						3.088.064

Tabla N° 37: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable fría con tuberías de PVC y Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Finalmente en la Tabla N° 38 se resume los costos asociados para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías de PVC y Cobre.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	4.686.079
Piezas especiales	6.436.836
Insumos	140.670
Mano de obra + leyes sociales	3.088.064
Total neto:	14.351.649

Tabla N° 38: Costo neto total de la instalación de agua potable fría con tuberías de PVC y Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1.2. Red de agua potable caliente con tuberías PVC y Cobre.

A continuación, detallaremos todos los costos netos asociados a la elaboración de la red de agua potable caliente con cañerías de PVC y Cobre.

Debido a que el PVC no es un material apto para la conducción de agua caliente, la red de agua potable caliente está diseñada solo con tuberías de Cobre ya que es un material de alta resistencia a las temperaturas.

En la Tabla N° 39 se puedes apreciar las distintas tuberías de cobre con sus respectivos costos para la elaboración de la red de agua potable caliente.

TUBERÍAS RED AGUA CALIENTE						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras de tuberías (6 m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
CU	19	11,2	1344	224	13.620	3.050.880
CU	13	4,8	576	96	8.647	830.112
Sub-total neto:						3.880.992
Pérdidas (5%):						194.050
Total general neto:						4.075.042

Tabla N° 39: Costo tuberías, red agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla N° 40 se detallan todas las piezas especiales con sus respectivos costos netos para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías de Cobre.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA CALIENTE						
Material	Descripción	diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	codo (SO)	13	9	1080	221	238.680
BRONCE	tee (SO)	13x13x19	1	120	1.336	160.320
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530	1.630.800
BRONCE	codo (SO)	19	11	1320	783	1.033.560
BRONCE	tee (SO)	19	1	120	1.286	154.320
BRONCE	tee (SO)	19x19x13	2	240	1.840	441.600
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596	191.520
BRONCE	tee (SO)	19x13x19	1	120	2.597	311.640
Sub-total neto:						4.162.440
Pérdidas (5%):						208.122
Total general neto:						4.370.562

Tabla N° 40: Costo de piezas especiales de red agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 41 se detallan cada uno de los insumos necesarios para la elaboración de la red de agua potable caliente

INSUMOS RED AGUA CALIENTE			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Soldadura estaño en carrete	10	5.857	58.570
Pasta para soldar 250 grs	5	1.404	7.020
Soplete a gas butano	1	4.614	4.614
Balón gas butano 190 grs	10	580	5.800
Teflón 1" x 10 mts	5	335	1.675
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			88.511
Pérdidas (5%):			4.426
Total general neto:			92.937

Tabla N°41: Costos de insumos de red de agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda

Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla N°42 se detalla la mano de obra necesaria con sus costos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías de Cobre.

MANO DE OBRA RED AGUA CALIENTE						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gáster 1°	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	3.125	1920	972.000
ayudante gáster	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	1.875	1920	583.200
	leyes sociales	%	57			886.464
Total general neto:						2.441.664

Tabla N° 42: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Finalmente, en la Tabla N° 43 tenemos un resumen de todos los costos netos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	4.075.042
Piezas especiales	4.370.562
Insumos	92.937
Mano de obra + leyes sociales	2.441.664
Total neto:	10.980.205

Tabla N° 43: Costo neto total de la instalación de agua potable caliente con tuberías Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.Red agua potable con tuberías polietileno reticulado (PPR).

Otro de los materiales permitidos para la elaboración de redes domiciliarias de agua potable son las tuberías de PPR, las cuales pueden ser utilizadas tanto en la red de agua fría como la red de agua caliente.

A continuación se detallaran todos los materiales, insumos, equipos, herramientas y mano de obra necesaria para la construcción de la red domiciliaria de agua potable en estudio.

7.2.2.1. Red agua potable fría con tuberías PPR.

En la Tabla N° 44 se pueden apreciar todas las tuberías de PPR necesarias para la elaboración de la red de agua fría.

TUBERÍAS PPR RED AGUA FRÍA						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras de tuberías (6 m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
PPR	50	12,8	1536	256	25.792	6.602.752
PPR	32	1,4	168	28	8.535	238.980
PPR	25	7,3	876	146	5.508	804.168
PPR	20	6,4	768	128	3.550	454.400
Sub-total neto:						8.100.300
Pérdidas (5%):						405.015
Total general neto:						8.505.315

Tabla N° 44: Costo tuberías, red agua potable fría con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en la Tabla N° 45 se detallan todas las piezas especiales necesarias para la elaboración de la red de agua fría con PPR.

PIEZAS ESPECIALES PPR RED AGUA FRÍA						
Material	Descripción	diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
PPR	buje reductor (SO-SO)	25x20	3	360	141	50.760
PPR	buje reductor (SO-SO)	50x32	1	120	657	78.840
PPR	codo 90° (SO)	20	14	1680	108	181.440
PPR	codo 90° (SO)	25	6	720	238	171.360
PPR	codo 90° (SO)	32	2	240	381	91.440
PPR	codo 90° (SO)	50	1	120	1.287	154.440
PPR	codo reductor 90° (SO-SO)	50x25	1	120	746	89.520
PPR	llave de paso (SO)	20	1	120	3.109	373.080
PPR	llave de paso (SO)	25	2	240	3.462	830.880
PPR	tee (SO)	25	1	120	217	26.040
PPR	tee (SO)	32	1	120	524	62.880
PPR	tee (SO-SO-SO)	20x25x25	4	480	287	137.760
PPR	tee (SO-SO-SO)	50x50x25	2	240	928	222.720
PPR	tee (SO-SO-SO)	50x50x20	1	120	1.592	191.040
PPR	tapón (SO)	32	1	120	263	31.560
Sub-total neto:						2.693.760
Pérdidas (5%):						134.688
Total general neto:						2.828.448

Tabla N° 45: Costo de piezas especiales de red agua potable fría con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

A continuación, en la Tabla N° 46 se detallan los insumos necesarios para la elaboración de la red de agua fría con PPR.

INSUMOS			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			10.832
Pérdidas (5%):			541
Total general neto:			11.373

Tabla N°46: Costos de insumos de red de agua potable fría con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 47 se detallan todos los equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua fría con PPR.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
equipo o herramienta	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
set herramientas termofusora	1	149.000	149.000
tijera de corte para tubería PPR	1	38.391	38.391
Total general neto:			187.391

Tabla N°47: Costos de equipos y herramientas de red de agua potable fría con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Finalmente, en la Tabla N° 48 se detalla la mano de obra necesaria para la elaboración de la red de agua fría con tuberías de PPR.

Mano de obra tuberías PPR red agua fría						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto hora (\$)	Cantidad (m)	Total neto (\$)
maestro gáster 1°	colocación de tubería PPR + piezas especiales	hrs x ml	0,069	3.125	3348	721.913
ayudante gáster	colocación de tubería PPR + piezas especiales	hrs x ml	0,069	1.875	3348	433.148
	leyes sociales	%	57			658.385
Total general neto:						1.813.445

Tabla N° 48: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable fría con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla N° 49 se puede apreciar el resumen de todos los costos asociados a la elaboración de la red de agua potable fría.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	8.505.315
Piezas especiales	2.828.448
Insumos	11.374
Equipos y herramientas	187.391
Mano de obra + leyes sociales	1.813.445
Total neto:	13.345.973

Tabla N° 49: Costo neto total de la instalación de agua potable caliente con tuberías Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.2. Red agua potable caliente con tuberías PPR.

A continuación en la Tabla N° 50, se muestra todas las tuberías a utilizar en cada uno de los tramos de la red de agua potable caliente con sus respectivos costos asociados.

TUBERÍAS PPR RED AGUA CALIENTE						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras de tuberías (6 m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
PPR	25	11,2	1344	224	4.821	1.079.904
PPR	20	4,8	576	96	8.823	847.008
Sub-total neto:						1.926.912
Pérdidas (5%):						96.346
Total general neto:						2.023.258

Tabla N° 50: Costo tuberías, red agua potable caliente con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 51, se detalla todas las piezas especiales a utilizar para la instalación de red de agua potable caliente con tuberías PPR.

PIEZAS ESPECIALES PPR RED AGUA CALIENTE						
Material	Descripción	diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
PPR	buje reductor (SO-SO)	25x20	3	360	141	50.760
PPR	codo 90° (SO)	20	9	1080	108	116.640
PPR	codo 90° (SO)	25	11	1320	238	314.160
PPR	llave de paso (SO)	20	3	360	3.109	1.119.240
PPR	tee (SO)	20	1	120	150	18.000
PPR	tee (SO)	25	3	360	217	78.120
PPR	tee(SO-SO-SO)	20x25x25	1	120	287	34.440
Sub-total neto:						1.731.360
Pérdidas (5%):						86.568
Total general neto:						1.817.928

Tabla N° 51: Costo de piezas especiales de red agua potable caliente con tuberías PPR, vivienda

Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla N° 52 se detallan los insumos necesarios para la elaboración de la red de agua caliente con PPR.

INSUMOS			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			10.832
Pérdidas (5%):			542
Total general neto:			11.374

Tabla N°52: Costos de insumos de red de agua potable caliente con tuberías PPR, vivienda

Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 53 se detallan todos los equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua caliente con PPR.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
equipo o herramienta	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
set herramientas termofusora	1	149.000	149.000
tijera de corte para tubería PPR	1	38.391	38.391
Total general neto:			187.391

Tabla N°53: Costos de equipos y herramientas de red de agua potable caliente con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel
Fuente: Elaboración propia.

Final mente en la Tabla N° 54 se detalla la mano de obra necesaria para la elaboración de la red de agua caliente con tuberías de PPR.

MANO DE OBRA TUBERÍAS AGUA CALIENTE						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto día (\$)	Cantidad (m)	Total neto (\$)
maestro gáster 1°	colocación de tubería PPR + piezas especiales	hrs x ml	0,069	3.125	1920	414.000
ayudante gáster	colocación de tubería PPR + piezas especiales	hrs x ml	0,069	1.875	1920	248.400
	leyes sociales	%	57			377.568
Total general neto:						1.039.968

Tabla N° 54: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable caliente con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en la Tabla N° 55 se puede apreciar el resumen de todos los costos asociados a la elaboración de la red de agua potable caliente.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	2.023.258
Piezas especiales	1.817.928
Insumos	11.374
Equipos y herramientas	187.391
Mano de obra + leyes sociales	1.039.968
Total neto:	5.079.919

Tabla N° 55: Costo neto total de la instalación de agua potable caliente con tuberías PPR, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.3.Red agua potable con tuberías de PVC y CPVC.

Las tuberías de PVC hidráulico son una de las tuberías más usuales en el uso de instalaciones de agua potable, además de ser una tubería de bajo precio y fácil de encontrar en cualquier ferretería.

Una de sus desventajas es que no es apta para transportar fluidos con temperatura, por lo cual las tuberías de PVC hidráulico no son utilizables en las redes domiciliarias de agua caliente. Por este motivo se puede encontrar el CPVC el cual es la línea del PVC que es resistente a fluidos a altas temperaturas por ende es adecuada para las instalaciones de agua potable caliente.

7.2.3.1. Red de agua potable fría con tuberías PVC.

A continuación en la Tabla N° 56, se muestra todas las tuberías a utilizar en cada uno de los tramos de la red de agua potable fría con sus respectivos costos asociados.

TUBERÍAS PVC RED AGUA FRÍA						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras de tuberías (6 m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
PVC	40	12,8	1536	256	2.924	748.544
PVC	25	1,4	168	28	2.050	57.400
PVC	20	13,7	1644	274	1.050	287.700
Sub-total neto:						1.093.644
Pérdidas (5%):						54.682
Total general neto:						1.148.326

Tabla N° 56: Costo tuberías, red agua potable fría con tuberías PVC, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en la Tabla N° 57 se detallan todas las piezas especiales necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías de PVC.

PIEZAS ESPECIALES RED PVC AGUA FRÍA						
Material	Descripción	diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
PVC	buje reductor (SO)	40x20	4	480	832	399.360
PVC	buje reductor (SO)	40x25	1	120	361	3.320
PVC	codo 90° (SO)	20	20	2400	66	158.400
PVC	codo 90° (SO)	25	2	240	90	21.600
PVC	codo 90° (SO)	40	2	240	204	48.960
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	4	480	4.530	2.174.400
PVC	tee (SO)	20	5	600	9	59.400
PVC	tee (SO)	25	5	600	143	85.800
PVC	tee (SO)	40	3	360	297	106.920
BRONCE	terminal (SO-HE)	19	8	960	697	669.120
PVC	terminal (SO-HI)	20	8	960	332	318.720
Sub-total neto:						4.086.000
Pérdidas (5%):						204.300
Total general neto:						4.290.300

Tabla N° 57: Costo de piezas especiales de red agua potable fría con tuberías PVC, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla N° 58, se detallan todos los insumos necesarios para la instalación de las tuberías y piezas especiales de la red de agua potable fría con tuberías de PVC.

INSUMOS RED AGUA FRÍA			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Adhesivo IPS CPVC 237 ml	30	5.280	158.400
Lijas	30	97	2.910
Teflón	10	335	3.350
Sub-total neto:			175.492
Pérdidas (5%):			8.775
Total general neto:			184.267

Tabla N°58: Costos de insumos de red de agua potable fría con tuberías de PVC, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último en la Tabla N° 59 se detalla la mano de obra necesaria para la elaboración la red de agua potable fría con tubería de PVC.

MANO DE OBRA RED AGUA FRÍA						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gáster 1°	colocación de tubería PVC + piezas especiales	Hrs x ml	0,055	3.125	3348	575.438
ayudante gáster	colocación de tubería PVC + piezas especiales	Hrs x ml	0,055	1.875	3348	345.263
	leyes sociales	%	57			524.799
Total general neto:						1.445.499

Tabla N° 59: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable fría con tuberías de PVC, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en la Tabla N° 60 se resume los costos asociados para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías de PVC.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	4.290.300
Piezas especiales	4.290.300
Insumos	184.267
Mano de obra + leyes sociales	1.445.499
Total neto:	10.210.366

Tabla N° 60: Costo neto total de la instalación de agua potable fría con tuberías de PVC, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

7.2.3.2. Red agua potable caliente con tuberías CPVC.

A continuación, detallaremos todos los costos asociados a la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías de CPVC.

En la Tabla N° 61 se pueden apreciar las distintas tuberías de CPVC con sus respectivos costos para la elaboración de la red de agua potable caliente.

TUBERÍAS CPVC RED AGUA CALIENTE						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras de tuberías (6 m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
CPVC	19	11,2	1344	224	10.496	2.351.104
CPVC	13	4,8	576	96	5.879	564.384
Sub-total neto:						2.915.488
Pérdidas (5%):						145.774
Total general neto:						3.061.262

Tabla N° 61: Costo tuberías, red agua potable caliente con tuberías de CPVC, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla N° 62 se detallan todas las piezas especiales con sus respectivos costos netos para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías de CPVC.

PIEZAS ESPECIALES RED CPVC AGUA CALIENTE						
Material	Descripción	diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
CPVC	Buje reductor (SO)	19-13	1	120	290	34.800
CPVC	codo 90° (SO)	13	9	1080	470	507.600
CPVC	codo 90° (SO)	19	11	1320	807	1.065.240
CPVC	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	5.508	660.960
CPVC	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	5.702	2.052.720
CPVC	tee (SO)	13	1	120	569	68.280
CPVC	tee (SO)	19	1	120	905	108.600
CPVC	tee (SO-SO-SO)	19-19-13	2	240	1.381	331.440
CPVC	tee (SO-SO-SO)	19-13-19	1	120	1.381	165.720
Sub-total neto:						4.995.360
Pérdidas (5%):						249.768
Total general neto:						5.245.128

Tabla N° 62: Costo de piezas especiales de red agua potable caliente con tuberías de CPVC, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 63 se detallan cada uno de los insumos necesarios para la elaboración de la red de agua potable caliente

INSUMOS RED AGUA CALIENTE			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Adhesivo IPS CPVC 237 ml	20	5.280	105.600
Lijas	20	97	1.940
Teflón	5	335	1.675
Sub-total neto:			120.047
Pérdidas (5%):			6.002
Total general neto:			126.049

Tabla N°63: Costos de insumos de red de agua potable caliente con tuberías CPVC, vivienda Miguel Ángel
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla N°64 se detalla la mano de obra necesaria con sus costos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías CPVC.

MANO DE OBRA RED AGUA CALIENTE						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gáster 1°	colocación de tubería PVC + piezas especiales	Hrs x ml	0,066	3.125	1920	396.000
ayudante gáster	colocación de tubería PVC + piezas especiales	Hrs x ml	0,066	1.875	1920	237.600
	leyes sociales	%	57			361.152
Total general neto:						994.752

Tabla N° 64: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable caliente con tuberías CPVC, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en la Tabla N° 65 tenemos un resumen de todos los costos netos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías CPVC.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	3.061.262
Piezas especiales	5.245.128
Insumos	126.049
Mano de obra + leyes sociales	994.752
Total neto:	9.427.192

Tabla N° 65: Costo neto total de la instalación de agua potable caliente con tuberías CPVC, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

7.2.4.Red de agua potable con tuberías de cobre (Cu).

Las tuberías de cobre son unos de los materiales más utilizados para las redes de agua potable, más aun en la red de agua caliente ya que es una tubería inodora, con propiedades bactericidas, además que posee una alta resistencia a las temperaturas. Por otro lado es una tubería resistente al fuego y no es inflamable.

Las piezas especiales para la elaboración de redes de agua potable se pueden encontrar en cobre y bronce, en este último son las más utilizadas debido a su bajo costo a comparación de las de cobre.

En el estudio económico consideraremos tanto los metros de tubería a utilizar como todas las piezas especiales y llave de paso instaladas en la red de agua potable.

7.2.4.1. Red de agua potable fría con tuberías de cobre.

A continuación, en la Tabla N° 66, se muestra todas las tuberías a utilizar en cada uno de los tramos de la red de agua potable fría con sus respectivos costos asociados.

TUBERÍAS CU RED AGUA FRÍA						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras de tuberías (6 m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
CU	40	12,8	1536	256	67.265	17.219.840
CU	25	1,4	168	28	22.109	619.052
CU	19	7,3	876	146	13.620	1.988.520
CU	13	6,4	768	128	8.647	1.106.816
Sub-total neto:						20.934.228
Pérdidas (5%):						1.046.711
Total general neto:						21.980.939

Tabla N° 66: Costo tuberías, red agua potable fría con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en la Tabla N° 67 se detallan todas las piezas especiales necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías de Cobre.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA FRÍA						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	buje reductor (SO)	19-13	1	120	1.168	140.160
BRONCE	buje reductor (SO)	25-19	1	120	2.092	251.040
BRONCE	buje reductor (SO)	40-25	1	120	3.605	432.600
BRONCE	codo (SO)	13	14	1680	221	371.280
BRONCE	codo (SO)	19	6	720	783	563.760
BRONCE	codo 90° (SO)	25	1	120	1.252	150.240
BRONCE	codo 90° (SO-HI)	25	1	120	916	109.920
BRONCE	codo (SO)	40	1	120	4.445	533.400
BRONCE	codo (SO)	40-25	1	120	4.697	563.640
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596	191.520
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530	1.630.800
BRONCE	tapa gorro (HE)	25	1	120	2.596	311.520
BRONCE	tee (SO)	25	1	120	2.429	291.480
BRONCE	tee (SO)	19x13x19	2	240	2.597	623.280
BRONCE	tee (SO)	19x13x13	2	240	1.613	387.120
BRONCE	tee (SO)	19x19x13	1	120	1.840	220.800
BRONCE	tee (SO)	40-40-19	3	360	6.294	2.265.840
Sub-total neto:						9.038.400
Pérdidas (5%):						451.920
Total general neto:						9.490.320

Tabla N° 67: Costo de piezas especiales de red agua potable fría con tuberías de Cobre, vivienda

Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

A continuación en la Tabla N° 68, se detallan todos los insumos necesarios para la instalación de las tuberías y piezas especiales de la red de agua potable fría con tuberías de Cobre.

INSUMOS RED AGUA FRÍA			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Soldadura estaño en carrete	13	5.857	76.141
Pasta para soldar 250 grs	6	1.404	8.424
Soplete a gas butano	1	4.614	4.614
Balón gas butano 190 grs	12	580	6.960
Teflón 1" x 10 mts	5	335	1.675
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			108.646
Pérdidas (5%):			5.432
Total general neto:			114.078

Tabla N°68: Costos de insumos de red de agua potable fría con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último en la Tabla N° 69 se detalla la mano de obra necesaria para la elaboración la red de agua potable fría con tubería de Cobre.

MANO DE OBRA RED AGUA FRÍA						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gáster 1°	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	3.125	3348	1.694.925
ayudante gáster	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	1.875	3348	1.016.955
	leyes sociales	%	57			1.545.772
Total general neto:						4.257.652

Tabla N° 69: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable fría con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en la Tabla N° 70 se resume los costos asociados para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías de Cobre.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	21.980.939
Piezas especiales	9.490.320
Insumos	114.078
Mano de obra + leyes sociales	4.257.652
Total neto:	35.842.989

Tabla N° 70: Costo neto total de la instalación de agua potable fría con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

7.2.4.2. Red de agua potable caliente con tuberías de Cobre.

A continuación, detallaremos todos los costos netos asociados a la elaboración de la red de agua potable caliente con cañerías de Cobre.

En la Tabla N° 71 se pueden apreciar las distintas tuberías de cobre con sus respectivos costos para la elaboración de la red de agua potable caliente.

TUBERÍAS CU RED AGUA CALIENTE						
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de tiras de tuberías (6 m)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
CU	19	11,2	1344	224	13.620	3.050.880
CU	13	4,8	576	96	8.647	830.112
Sub-total neto:						3.880.992
Pérdidas (5%):						194.050
Total general neto:						4.075.042

Tabla N° 71: Costo tuberías, red agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla N° 72 se detallan todas las piezas especiales con sus respectivos costos netos para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías de Cobre.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA CALIENTE						
Material	Descripción	diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	codo (SO)	13	9	1080	221	238.680
BRONCE	tee (SO)	13x13x19	1	120	1.336	160.320
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530	1.630.800
BRONCE	codo (SO)	19	11	1320	783	1.033.560
BRONCE	tee (SO)	19	1	120	1.286	154.320
BRONCE	tee (SO)	19x19x13	2	240	1.840	441.600
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596	191.520
BRONCE	tee (SO)	19x13x19	1	120	2.597	311.640
Sub-total neto:						4.162.440
Pérdidas (5%):						208.122
Total general neto:						4.370.562

Tabla N° 72: Costo de piezas especiales de red agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 73 se detallan cada uno de los insumos necesarios para la elaboración de la red de agua potable caliente

INSUMOS RED AGUA CALIENTE			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Soldadura estaño en carrete	10	5.857	58.570
Pasta para soldar 250 grs	5	1.404	7.020
Soplete a gas butano	1	4.614	4.614
Balón gas butano 190 grs	10	580	5.800
Teflón 1" x 10 mts	5	335	1.675
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			88.511
Pérdidas (5%):			4.426
Total general neto:			92.937

Tabla N°73: Costos de insumos de red de agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla N°74 se detalla la mano de obra necesaria con sus costos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías de Cobre.

MANO DE OBRA RED AGUA CALIENTE						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gáster 1°	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	3.125	1920	972.000
ayudante gáster	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	1.875	1920	583.200
	leyes sociales	%	57			886.464
Total general neto:						2.441.664

Tabla N° 74: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla N° 75 tenemos un resumen de todos los costos netos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	4.075.042
Piezas especiales	4.370.562
Insumos	92.937
Mano de obra + leyes sociales	2.441.664
Total neto:	10.980.204

Tabla N° 75: Costo neto total de la instalación de agua potable caliente con tuberías Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

7.2.5.Red de agua potable con tuberías PEX.

7.2.5.1. Red de agua potable fría con tuberías PEX.

A continuación, en la Tabla N° 76, se muestra todas las tuberías a utilizar en cada uno de los tramos de la red de agua potable fría con sus respectivos costos asociados.

TUBERÍAS PEX-A RED AGUA FRÍA										
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de rollos		Cantidad de tiras		Precio neto unidad de rollo (\$)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
				und	mts x rollo	und	mts x tira			
CU	25	1,4	168	-	-	28	6	-	22.109	619.052
PEX	32	12,8	1536	30	50	8	5,8	102.750	13.843	3.193.244
PEX	20	7,3	876	4	200	13	5,8	180.840	4.822	786.046
PEX	16	6,4	768	3	200	29	5,8	134.260	4.103	521.767
Sub-total neto:										5.120.109
Pérdidas (5%):										256.005
Total general neto:										5.376.114

Tabla N° 76: Costo tuberías, red agua potable fría con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 77 se detallan todas las piezas especiales necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías PEX.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA FRÍA						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	codo 90° (SO-HI)	25	1	120	916	109.920
BRONCE	tee (SO)	25	1	120	2.429	291.480
BRONCE	buje reductor (SO)	32-25	1	120	2.680	321.600
BRONCE	terminal (SO-HI)	32	1	120	4.025	483.000
BRONCE	terminal (SO-HE)	13	2	240	454	108.960
BRONCE	terminal (SO-HE)	19	6	720	697	501.840
BRONCE	llave de paso (SO)	13	1	120	1.596	191.520
BRONCE	llave de paso (SO)	19	3	360	4.530	1.630.800
BRONCE	tapa gorro (HE)	25	1	120	2.596	311.520
PEX	codo 90°	32	2	240	5.034	1.208.160
PEX	codo 90°	20	6	720	1.856	1.336.320
PEX	codo 90°	16	14	1680	1.774	2.980.320
PEX	reducción	20-16	1	120	1.349	161.880
PEX	reducción	32-20	1	120	2.678	321.360
PEX	tee	20-16-20	2	240	2.877	690.480
PEX	tee	20-20-16	1	120	2.856	342.720
PEX	tee	20-16-16	2	240	2.624	629.760
PEX	tee	32-32-20	3	360	7.385	2.658.600
PEX	terminal (HI)	16	2	240	1.205	289.200
PEX	terminal (HE)	32	1	120	2.685	322.200
PEX	terminal (HI)	20	6	720	1.510	1.087.200
Sub-total neto:						15.978.840
Pérdidas (5%):						798.942
Total general neto:						16.777.782

Tabla N° 77: Costo de piezas especiales de red agua potable fría con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

A continuación, en la Tabla N° 78, se detallan todos los insumos necesarios para la instalación de las tuberías y piezas especiales de la red de agua potable fría con tuberías PEX.

INSUMOS RED AGUA FRÍA			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Soldadura estaño en carrete	1	5.857	5.857
Pasta para soldar 250 grs	1	1.404	1.404
Soplete a gas butano	1	4.614	4.614
Balón gas butano 190 grs	1	580	580
Teflón 1" x 10 mts	1	335	335
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			23.622
Pérdidas (5%):			1.181
Total general neto:			24.803

Tabla N°78: Costos de insumos de red de agua potable fría con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 79 se detallan los equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías PEX.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
equipo o herramienta	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Kit herramientas prensa con abocador y tijeras de corte	1	130.526	130.526
Total general neto:			130.526

Tabla N°79: Costos de equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red agua potable fría con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla N° 80 se detalla la mano de obra necesaria para la elaboración la red de agua potable fría con tubería PEX.

MANO DE OBRA RED AGUA FRÍA						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gasfiter 1°	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	3.125,00	168	85.050
ayudante gasfiter	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	1.875,00	168	51.030
maestro gasfiter 1°	colocación tubería PEX + piezas especiales	Hrs x ml	0,033	3.125,00	3180	327.938
ayudante gasfiter	colocación tubería PEX + piezas especiales	Hrs x ml	0,033	1.875,00	3180	196.763
	leyes sociales	%	57			376.645
Total general neto:						1.037.425

Tabla N° 80: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable fría con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Finalmente, en la Tabla N° 81 se resume los costos asociados para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías PEX.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	5.376.114
Piezas especiales	16.777.782
Insumos	11.374
Equipos y herramientas	130.526
Mano de obra + leyes sociales	1.037.425
Total neto:	23.333.221

Tabla N° 81: Costo neto total de la instalación de agua potable fría con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.2. Red de agua potable caliente con tuberías PEX.

En la Tabla N° 82 se pueden apreciar las distintas tuberías de cobre con sus respectivos costos para la elaboración de la red de agua potable caliente.

TUBERÍAS PEX-A RED AGUA CALIENTE										
Materi al	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de rollos de tuberías		Cantidad de tiras de tuberías		Precio neto unidad de rollo (\$)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
				und	mts x rollo	und	mts x tira			
PEX	20	11,2	1344	6	200	25	5,8	180.840	4.822	1.205.590
PEX	16	4,8	576	2	200	31	5,8	134.260	4.103	395.713
Sub-total neto:										1.601.303
Pérdidas (5%):										80.065
Total general neto:										1.681.368

Tabla N° 82: Costo tuberías, red agua potable caliente con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla N° 83 se detallan todas las piezas especiales con sus respectivos costos netos para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías PEX.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA CALIENTE						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	llave de paso (SO)	13	1	120	1.596	191.520
BRONCE	llave de paso (SO)	19	3	360	4.530	1.630.800
BRONCE	terminal (SO-HE)	13	2	240	454	108.960
BRONCE	terminal (SO-HE)	19	6	720	697	501.840
PEX	codo 90°	16	9	1080	1.774	1.915.920
PEX	codo 90°	20	11	1320	1.856	2.449.920
PEX	tee	16-16-20	1	120	2.630	315.600
PEX	tee	20-20-20	1	120	3.027	363.240
PEX	tee	20-20-16	2	240	2.856	685.440
PEX	tee	20-16-20	1	120	2.877	345.240
PEX	terminal (HI)	16	2	240	1.205	289.200
PEX	terminal (HI)	20	6	720	1.510	1.087.200
Sub-total neto:						9.884.880
Pérdidas (5%):						494.244
Total general neto:						10.379.124

Tabla N° 83: Costo de piezas especiales de red agua potable caliente con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en la Tabla N° 84 se detallan cada uno de los insumos necesarios para la elaboración de la red de agua potable caliente.

INSUMOS RED AGUA CALIENTE			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			10.832
Pérdidas (5%):			542
Total general neto:			11.374

Tabla N°84: Costos de insumos de red de agua potable caliente con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 85 se detallan los equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías PEX.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
equipo o herramienta	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Kit herramientas prensa con abocador y tijeras de corte	1	130.526	130.526
Total general neto:			130.526

Tabla N°85: Costos de equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red agua potable caliente con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Por último, en la Tabla N°86 se detalla la mano de obra necesaria con sus costos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías PEX.

MANO DE OBRA RED AGUA CALIENTE						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gásfiter 1°	colocación tubería PEX + piezas especiales	Hrs x ml	0,033	3.125,00	1920	198.000
ayudante gásfiter	colocación tubería PEX + piezas especiales	Hrs x ml	0,033	1.875,00	1920	118.800
	leyes sociales	%	57			180.576
Total general neto:						497.376

Tabla N° 86: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable caliente con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla N° 87 tenemos un resumen de todos los costos netos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	1.681.368
Piezas especiales	10.379.124
Insumos	11.374
Equipos y herramientas	130.526
Mano de obra + leyes sociales	497.376
Total neto:	12.699.768

Tabla N° 87: Costo neto total de la instalación de agua potable caliente con tuberías PEX, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

7.2.6.Red de agua potable con tuberías HDPE.

7.2.6.1. Red de agua potable fría con tuberías HDPE.

A continuación, en la Tabla N° 88, se muestra todas las tuberías a utilizar en cada uno de los tramos de la red de agua potable fría con sus respectivos costos asociados.

TUBERÍAS RED AGUA FRÍA					
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Precio neto metro lineal de tubería (\$)	Total neto (\$)
CU	25	1,4	168	3.685	619.080
HDPE	20	6,4	768	600	460.800
HDPE	25	7,3	876	800	700.800
HDPE	50	12,8	1536	1.800	2.764.800
Sub-total neto:					4.545.480
Pérdidas (5%):					227.274
Total general neto:					4.772.754

Tabla N° 88: Costo tuberías, red agua potable fría con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 89 se detallan todas las piezas especiales necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías HDPE.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA FRÍA						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	buje reductor (SO)	32-25	1	120	2.680	321.600
BRONCE	codo 90° (SO-HI)	25	1	120	916	109.920
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596,00	191.520
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530,00	1.630.800
BRONCE	tapa gorro (HE)	25	1	120	2.596	311.520
BRONCE	tee (SO)	25	1	120	2.429	291.480
BRONCE	terminal (SO-HE)	13	2	240	454	108.960
BRONCE	terminal (SO-HE)	19	6	720	697	501.840
BRONCE	terminal (SO-HI)	32	1	120	4.025	483.000
HDPE	codo 90° (EF)	20	14	1680	7.509	12.615.120
HDPE	codo 90° (EF)	25	6	720	7.509	5.406.480
HDPE	codo 90° (EF)	50	2	240	14.240	3.417.600
HDPE	copla transición (HI-EF)	13-20	2	240	14.935	3.584.400
HDPE	copla transición (HI-EF)	19-25	6	720	15.167	10.920.240
HDPE	copla transición (HE-EF)	25-32	5	600	20.094	12.056.400
HDPE	reducción (EF)	25-20	6	720	6.013	4.329.360
HDPE	reducción (EF)	32-20	1	120	6.013	721.560
HDPE	reducción (EF)	32-25	3	360	6.013	2.164.680
HDPE	reducción (EF)	50-32	1	120	11.643	1.397.160
HDPE	tee (EF)	20	2	240	9.580	2.299.200
HDPE	tee (EF)	25	3	360	9.580	3.448.800
HDPE	tee (EF)	50	3	360	15.017	5.406.120
Sub-total neto:						71.717.760
Pérdidas (5%):						3.585.888
Total general neto:						75.303.648

Tabla N° 89: Costo de piezas especiales de red agua potable fría con tuberías HDPE, vivienda

Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

A continuación, en la Tabla N° 90, se detallan todos los insumos necesarios para la instalación de las tuberías y piezas especiales de la red de agua potable fría con tuberías HDPE.

INSUMOS RED AGUA FRÍA			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Soldadura estaño en carrete	1	5.857	5.857
Pasta para soldar 250 grs	1	1.404	1.404
Soplete a gas butano	1	4.614	4.614
Balón gas butano 190 grs	1	580	580
Teflón 1" x 10 mts	1	335	335
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			23.622
Pérdidas (5%):			1.181
Total general neto:			24.803

Tabla N°90: Costos de insumos de red de agua potable fría con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 91 se detallan los equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías HDPE.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
equipo o herramienta	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
maquina electrofusionadora Elektra Light	1	1.428.369	1.428.369
raspador manual para tubos HDPE	1	11.385,00	11.385,00
Total general neto:			1.439.754

Tabla N°91: Costos de equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red agua potable fría con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla N° 92 se detalla la mano de obra necesaria para la elaboración la red de agua potable fría con tubería HDPE.

MANO DE OBRA RED AGUA FRÍA						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gásfiter 1°	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	3.125,00	168	85.050
ayudante gásfiter	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	1.875,00	168	51.030
maestro gásfiter 1°	colocación tubería HDPE + piezas especiales	Hrs x ml	0,075	3.125,00	3348	784.688
ayudante gásfiter	colocación tubería HDPE + piezas especiales	Hrs x ml	0,075	1.875,00	3348	470.813
	leyes sociales	%	57			793.201
Total general neto:						2.184.781

Tabla N° 92: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable fría con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Finalmente, en la Tabla N° 93 se resumen los costos asociados para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías HDPE.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	4.772.754
Piezas especiales	75.303.648
Insumos	24.803
Equipos y herramientas	1.439.754
Mano de obra + leyes sociales	2.184.781
Total neto:	83.725.740

Tabla N° 93: Costo neto total de la instalación de agua potable fría con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.6.2. Red de agua potable caliente con tuberías HDPE.

En la Tabla N° 94 se pueden apreciar las distintas tuberías de cobre con sus respectivos costos para la elaboración de la red de agua potable caliente.

TUBERÍAS RED AGUA CALIENTE					
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Precio neto metro lineal de tubería (\$)	Total neto (\$)
HDPE	20	4,8	576	600	345.600
HDPE	25	11,2	1344	800	1.075.200
Sub-total neto:					1.420.800
Pérdidas (5%):					71.040
Total general neto:					1.491.840

Tabla N° 94: Costo tuberías, red agua potable caliente con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla N° 95 se detallan todas las piezas especiales con sus respectivos costos netos para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías HDPE.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA CALIENTE						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596,00	191.520
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530,00	1.630.800
BRONCE	terminal (SO-HE)	13	2	240	454	108.960
BRONCE	terminal (SO-HE)	19	6	720	697	501.840
HDPE	copla transición (HI-EF)	13-20	2	240	14.935	3.584.400
HDPE	copla transición (HI-EF)	19-25	6	720	15.167	10.920.240
HDPE	codo 90° (EF)	20	9	1080	7.509	8.109.720
HDPE	codo 90° (EF)	25	11	1320	7.509	9.911.880
HDPE	reducción (EF)	25-20	4	480	6.013	2.886.240
HDPE	tee (EF)	20	1	120	9.580	1.149.600
HDPE	tee (EF)	25	4	480	9.580	4.598.400
Sub-total neto:						43.593.600
Pérdidas (5%):						2.179.680
Total general neto:						45.773.280

Tabla N° 95: Costo de piezas especiales de red agua potable caliente con tuberías HDPE,

vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 96 se detallan cada uno de los insumos necesarios para la elaboración de la red de agua potable caliente.

INSUMOS RED AGUA CALIENTE			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
guante cabritilla puño	4	2.708,00	10.832
Sub-total neto:			10.832
Pérdidas (5%):			542
Total general neto:			11.374

Tabla N°96: Costos de insumos de red de agua potable caliente con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 97 se detallan los equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías HDPE.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
equipo o herramienta	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
maquina electrofusionadora Elektra Light	1	1.428.369	1.428.369
raspador manual para tubos HDPE	1	11.385,00	11.385,00
Total general neto:			1.439.754

Tabla N°97: Costos de equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red agua potable caliente con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Por último, en la Tabla N°98 se detalla la mano de obra necesaria con sus costos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías HDPE.

MANO DE OBRA RED AGUA CALIENTE						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gásfiter 1°	colocación tubería HDPE + piezas especiales	Hrs x ml	0,075	3.125,00	1920	450.000
ayudante gásfiter	colocación tubería HDPE + piezas especiales	Hrs x ml	0,075	1.875,00	1920	270.000
	leyes sociales	%	57			410.400
Total general neto:						1.130.400

Tabla N° 98: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable caliente con tuberías HDPE vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla N° 99 tenemos un resumen de todos los costos netos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	1.491.840
Piezas especiales	45.773.280
Insumos	11.374
Equipos y herramientas	1.439.754
Mano de obra + leyes sociales	1.130.400
Total neto:	49.846.648

Tabla N° 99: Costo neto total de la instalación de agua potable caliente con tuberías HDPE, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.7.Red agua potable con tuberías multicapa (PEX-AL-PEX).

7.2.7.1. Red agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX.

A continuación, en la Tabla N° 100, se muestra todas las tuberías a utilizar en cada uno de los tramos de la red de agua potable fría con sus respectivos costos asociados.

TUBERÍAS PEX-AL-PEX RED AGUA FRÍA										
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de rollos de tuberías		Cantidad de tiras de tuberías		Precio neto unidad de rollo (\$)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
				und	mts x rollo	und	mts x tira			
CU	25	1,4	168	-	-	28	6	-	22.109	619.052
PVC	40	12,8	1536	-	-	256	6	-	2.924	748.544
PEX-AL-PEX	25	7,3	876	17	50	5	5,8	147.617	22.283	2.620.904
PEX-AL-PEX	16	6,4	768	7	100	12	5,8	133.575	8.874	1.041.513
Sub-total neto:										5.030.013
Pérdidas (5%):										352.101
Total general neto:										5.382.114

Tabla N° 100: Costo tuberías, red agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 101, se detallan todas las piezas especiales necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA FRÍA						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	codo 90° (SO)	25	1	120	1.252,00	150.240,00
BRONCE	tee (SO)	25	1	120	2.429,00	291.480,00
BRONCE	terminal (SO-HE)	25	1	120	1.420,00	170.400,00
BRONCE	codo 90° (SO-HI)	25	1	120	916,00	109.920,00
BRONCE	terminal (SO-HE)	19	2	240	697,00	167.280,00
BRONCE	codo (SO)	19	6	720	783,00	563.760,00
BRONCE	tee (SO)	19x13x19	2	240	2.597,00	623.280,00
COBRE	codo (SO)	13	14	1680	221,00	371.280,00
BRONCE	tee (SO)	19x13x13	2	240	1.613,00	387.120,00
BRONCE	tee (SO)	19x19x13	1	120	1.840,00	220.800,00
BRONCE	terminal (SO-HE)	13x19	1	120	1.084,00	130.080,00
BRONCE	terminal (SO-HE)	19x25	1	120	2.428,00	291.360,00
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596,00	191.520,00
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530,00	1.630.800,00
PVC	terminal (SO-HI)	32x25	2	240	332,00	79.680,00
PVC	buje reductor (SO)	40x32	2	240	361,00	86.640,00
PVC	tapa gorro (HE)	25	1	120	319,00	38.280,00
PVC	codo (SO)	40	2	240	204,00	48.960,00
PVC	tee (SO)	40x40x32	3	360	916,00	329.760,00
PVC	buje reductor (SO)	32x25	3	360	328,00	118.080,00
PVC	terminal(SO-HI)	25x19	3	360	360,00	129.600,00
Sub-total neto:						6.130.320,00
Pérdidas (5%):						306.516,00
Total general neto:						6.436.836,00

Tabla N° 101: Costo de piezas especiales de red agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

A continuación, en la Tabla N° 102, se detallan todos los insumos necesarios para la instalación de las tuberías y piezas especiales de la red de agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX.

INSUMOS RED AGUA FRÍA			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Soldadura estaño en carrete	1	5.857	5.857
Pasta para soldar 250 grs	1	1.404	1.404
Soplete a gas butano	1	4.614	4.614
Balón gas butano 190 grs	2	580	1.160
Teflón 1" x 10 mts	1	335	335
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Adhesivo Vinilit 250 cc	20	2.176	43.520
Lijas	20	97	1.940
Sub-total neto:			69.662
Pérdidas (5%):			3.483
Total general neto:			73.145

Tabla N°102: Costos de insumos de red de agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 103 se detallan los equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
equipo o herramienta	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Kit herramientas prensa con abocador y tijeras de corte	1	130.526	130.526
Total general neto:			130.526

Tabla N°103: Costos de equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla N° 104 se detalla la mano de obra necesaria para la elaboración la red de agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX.

MANO DE OBRA RED AGUA FRÍA						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gáster 1°	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	3.125	168	85.050
ayudante gáster	colocación tubería cobre + piezas especiales	Hrs x ml	0,162	1.875	168	51.030
maestro gáster 1°	colocación tubería PVC + piezas especiales	Hrs x ml	0,065	3.125	1536	312.000
ayudante gáster	colocación tubería PVC + piezas especiales	Hrs x ml	0,065	1.875	1536	187.200
maestro gáster 1°	colocación tubería PEX-AL-PEX + piezas especiales	Hrs x ml	0,055	3.125	1644	282.563
ayudante gáster	colocación tubería PEX-AL-PEX + piezas especiales	Hrs x ml	0,055	1.875	1644	169.538
	leyes sociales	%	57			619.807
Total general neto:						1.707.187

Tabla N° 104: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Finalmente, en la Tabla N° 105 se resume los costos asociados para la elaboración de la red de agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	5.382.114
Piezas especiales	17.646.048
Insumos	73.145
Equipos y herramientas	130.526
Mano de obra + leyes sociales	1.707.187
Total neto:	24.939.020

Tabla N° 105: Costo neto total de la instalación de agua potable fría con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.7.2. Red de agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX.

En la Tabla N° 106 se puede apreciar las distintas tuberías PEX-AL-PEX, con sus respectivos costos para la elaboración de la red de agua potable caliente.

TUBERÍAS PEX-AL-PEX RED AGUA CALIENTE										
Material	Diámetro nominal (mm)	Cantidad (m)	Cantidad total 120 viviendas (m)	Cantidad de rollos de tuberías		Cantidad de tiras de tuberías		Precio neto unidad de rollo (\$)	Precio neto unidad de tiras (\$)	Total neto (\$)
				und	mts x rollo	und	mts x tira			
PEX-AL-PEX	25	11,2	1344	27	50	-	5,8	147.617	-	3.985.659
PEX-AL-PEX	16	4,8	576	5	100	13	5,8	133.575	8.874	783.237
Sub-total neto:										4.768.896
Pérdidas (5%):										238.445
Total general neto:										5.007.341

Tabla N° 106: Costo tuberías, red agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla N° 107, se detallan todas las piezas especiales con sus respectivos costos netos para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX.

PIEZAS ESPECIALES RED AGUA CALIENTE						
Material	Descripción	Diámetro (mm)	Cantidad (und)	Cantidad total 120 viviendas (und)	Precio neto unidad (\$)	Total neto (\$)
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	13	1	120	1.596	191.520
BRONCE	llave de paso (SO-SO)	19	3	360	4.530	1.630.800
PEX-AL-PEX	adaptador a cobre (casquillo-SO)	16x13	2	240	2.918	700.320
PEX-AL-PEX	adaptador a cobre (casquillo-SO)	25x19	6	720	3.862	2.780.640
PEX-AL-PEX	codo 90° (casquillo)	16	9	1080	1.781	1.923.480
PEX-AL-PEX	codo 90° (casquillo)	25	11	1320	3.630	4.791.600
PEX-AL-PEX	manguito reducción (casquillo)	25x16	1	120	1.966	235.920
PEX-AL-PEX	tee (casquillo)	16	1	120	2.603	312.360
PEX-AL-PEX	tee (casquillo)	25	1	120	4.726	567.120
PEX-AL-PEX	tee (casquillo)	25x25x16	2	240	5.343	1.282.320
PEX-AL-PEX	tee (casquillo)	25x16x25	1	120	4.795	575.400
Sub-total neto:						14.991.480
Pérdidas (5%):						749.574
Total general neto:						15.741.054

Tabla N° 107: Costo de piezas especiales de red agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en la Tabla N° 108 se detallan cada uno de los insumos necesarios para la elaboración de la red de agua potable caliente

INSUMOS RED AGUA CALIENTE			
Material	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
guante cabritilla puño	4	2.708	10.832
Sub-total neto:			10.832
Pérdidas (5%):			542
Total general neto:			11.374

Tabla N°108: Costos de insumos de red de agua potable caliente con tuberías de Cobre, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente en la Tabla N° 109 se detallan los equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
equipo o herramienta	Cantidad (und)	Precio unitario (\$)	Total neto (\$)
Kit herramientas prensa con abocador y tijeras de corte	1	130.526	130.526
Total general neto:			130.526

Tabla N°109: Costos de equipos y herramientas necesarias para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Por último, en la Tabla N°110 se detalla la mano de obra necesaria con sus costos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX.

MANO DE OBRA RED AGUA CALIENTE						
Descripción de recursos	Detalle	Unidades	Rend.	Precio neto unitario hora (\$)	Cantidad (m)	Total (\$)
maestro gáster 1°	colocación tubería PEX-AL-PEX + piezas especiales	Hrs x ml	0,055	3.125	1920	330.000
ayudante gáster	colocación tubería PEX-AL-PEX + piezas especiales	Hrs x ml	0,055	1.875	1920	198.000
	leyes sociales	%	57			300.960
Total general neto:						828.960

Tabla N° 110: Costo de mano de obra necesaria para elaboración de red de agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla N° 111, tenemos un resumen de todos los costos netos asociados para la elaboración de la red de agua potable caliente.

Recursos	Total (\$)
Tuberías	5.007.341
Piezas especiales	15.741.054
Insumos	11.374
Equipos y herramientas	130.526
Mano de obra + leyes sociales	828.960
Total neto:	21.719.254

Tabla N° 111: Costo neto total de la instalación de agua potable caliente con tuberías PEX-AL-PEX, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

8. CAPITULO VII: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En el presente capítulo analizaremos todos los costos netos asociados al estudio económico de los distintos materiales en estudio.

Dichos costos asociados a cada material en estudio, para facilitar su fácil visualización y fácil entendimiento serán presentados en gráficos de barra

Estos serán graficados por ítem estudiado. Por ejemplo, se graficarán todos los costos netos asociados con los insumos de las distintas tuberías, para posteriormente analizar dichos datos y así sucesivamente con todos los ítem considerados en el capítulo “Estudio económico”.

Para finalmente analizar los costos totales de cada tubería en estudio y compararlos con el costo neto estimado de las tuberías que en el proyecto analizados se especifican en las especificaciones técnicas (viviendas Miguel Ángel de Constructora Independencia).

Dichos gráficos para facilitar su fácil visualización y fácil entendimiento serán presentados en gráficos de barra

El análisis de los resultados es un capítulo fundamental de la presente memoria ya que con dichos análisis podemos concluir cual es la alternativa más económica y el por qué.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

8.1. Análisis de la red domiciliar de alcantarillado.

Comenzaremos con el análisis de los costos netos asociados a la elaboración de la red de alcantarillado domiciliar con todos sus ítems asociados (tuberías, piezas especiales, insumos, mano de obra).

El primer ítem a analizar serán las tuberías tanto la existente en el proyecto estudiado como las alternativas propuestas.

En el Gráfico N° 1 podemos apreciar los costos netos asociados a cada tipo de tubería presentada como alternativa y la existente en la red sanitaria en estudio.

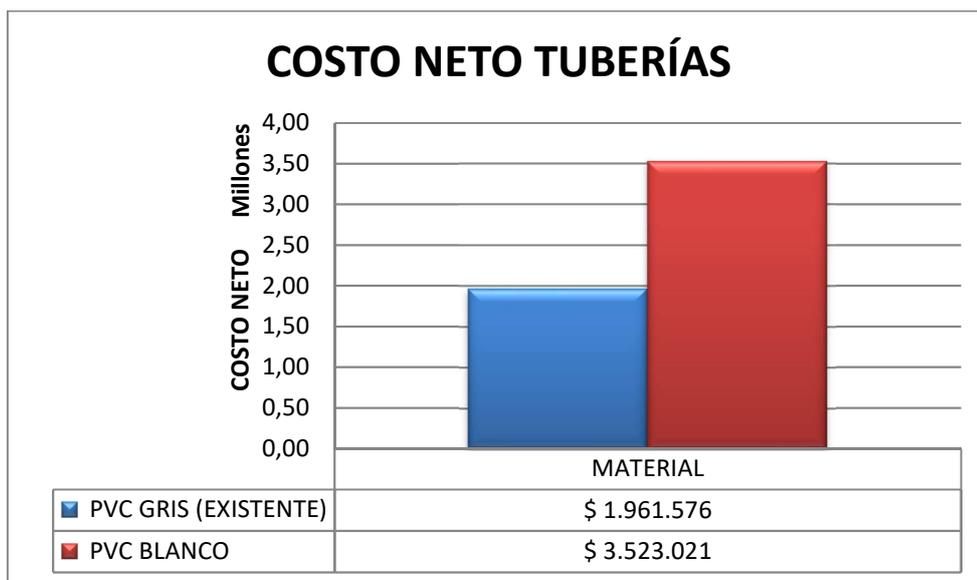


Gráfico N° 1: Gráfico comparativo costos netos tuberías red sanitaria, PVC Gris y PVC Blanco, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior podemos apreciar que el costo neto asociado a lo que es las tuberías de la red sanitaria con PVC Blanco es mayor que el del PVC Gris, alrededor de un 79,6% más costoso.

A continuación, en el Gráfico N° 2 podemos apreciar los costos netos asociados al ítem de piezas especiales para cada tipo de material de tubería analizado además de los costos de las piezas especiales existentes en el proyecto en estudio.

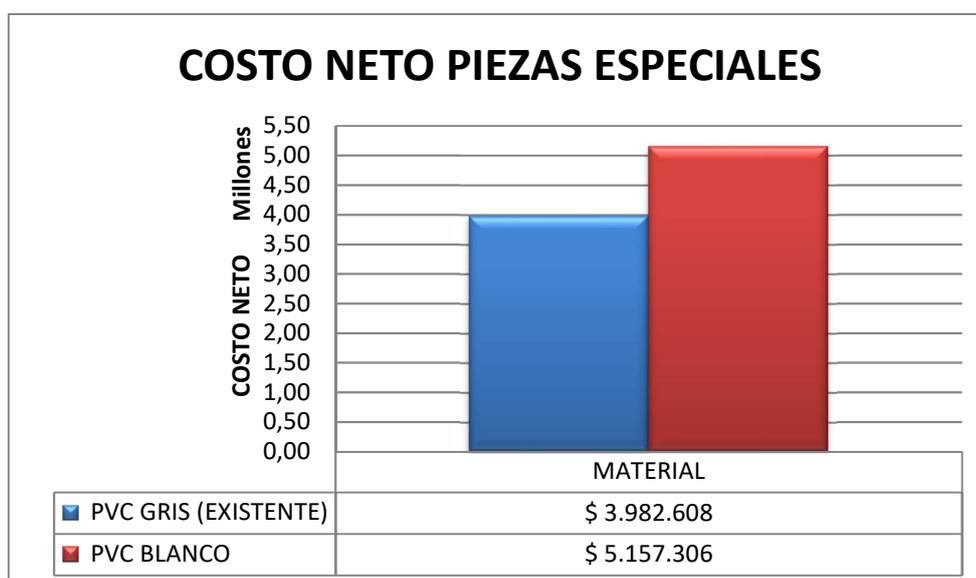


Gráfico N° 2: Gráfico comparativo costos netos piezas especiales red sanitaria PVC Gris y PVC Blanco, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en las tuberías, las piezas especiales para tuberías sanitarias de PVC Blanco son más costosas que las de PVC Gris, en alrededor de un 29,5 %.

Este ítem analizado es uno de los ítems más influyentes en el costo total neto de la red domiciliaria, el cual llega a ser alrededor de un 50 % del costo total neto.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Posteriormente en el Gráfico N° 3, podemos apreciar los costos netos asociados al ítem de insumos tanto para la red sanitaria con PVC Gris como con PVC Blanco.

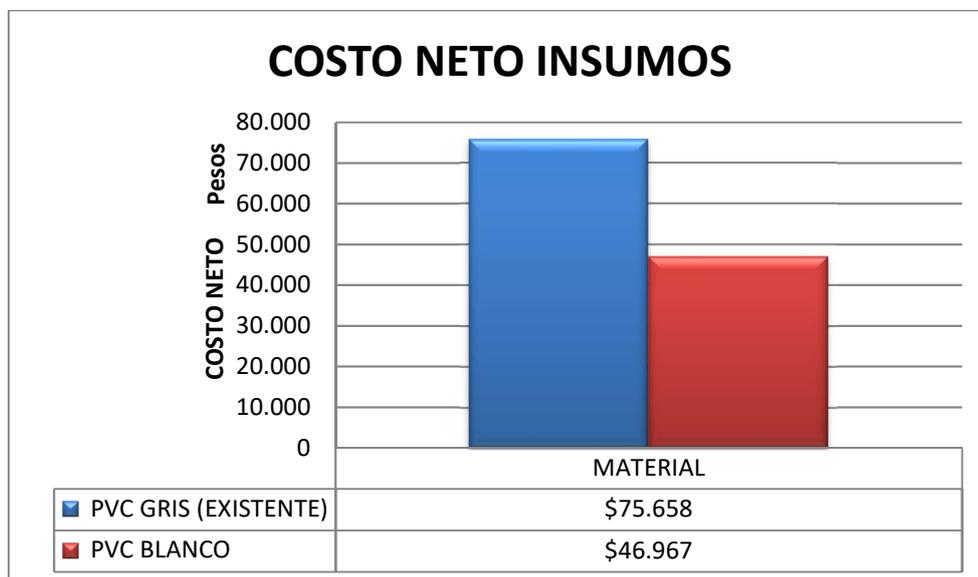


Gráfico N° 3: Gráfico comparativo costos netos piezas especiales red sanitaria PVC Gris y PVC Blanco, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Esta vez los costos asociados a la elaboración de la red sanitaria con PVC Blanco son más económicos que los de PVC Gris, en este caso son los del ítem insumos, los cuales los insumos del PVC Blanco son un 61,5 % más económico. Esto se puede deber a que las tuberías de PVC gris van unidas mediante adhesivo y las de PVC Blanco como son unidas mediante presión tan solo se aplica un lubricante para su fácil acoplamiento por ende este último es más económico.

Aunque los costos asociados en este ítem no son tan influyentes en el costo total neto de la elaboración de la red, debido a que los costos de insumos en este caso, es un porcentaje que no tiene mayor incidencia.

Por último tenemos el ítem del costo de la mano de obra para la elaboración de la red sanitaria domiciliar para cada material propuesto.

En el Gráfico N° 4, podemos apreciar la diferencia de costo de la mano de obra entre el PVC Gris y el PVC Blanco.



Gráfico N° 4: Gráfico comparativo costos asociados a la mano de obra para red sanitaria en PVC Gris y PVC Blanco, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se puede apreciar que los costos asociados a la mano de obra para la elaboración de la red sanitaria son menores con tuberías de PVC Blanco en un 11 %, esto se debe a que el rendimiento (hrs x ml) de un maestro gasfiter de primera y del ayudante es menor que la del PVC Gris. Esto sucede debido a que el montaje de las tuberías de PVC Gris es menos eficaz ya que el maestro debe de colocar el adhesivo en la tubería y esperar que este adhiera los dos extremos de las tuberías unidas, a diferencia con las del PVC Blanco que este tan solo va colocado a presión, por lo cual sus uniones son más rápidas.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Finalmente en el Gráfico N° 5, comparamos los costos totales neto para la elaboración de la red sanitaria domiciliaria en PVC Gris y PVC Blanco considerando todos los ítem analizados anteriormente.

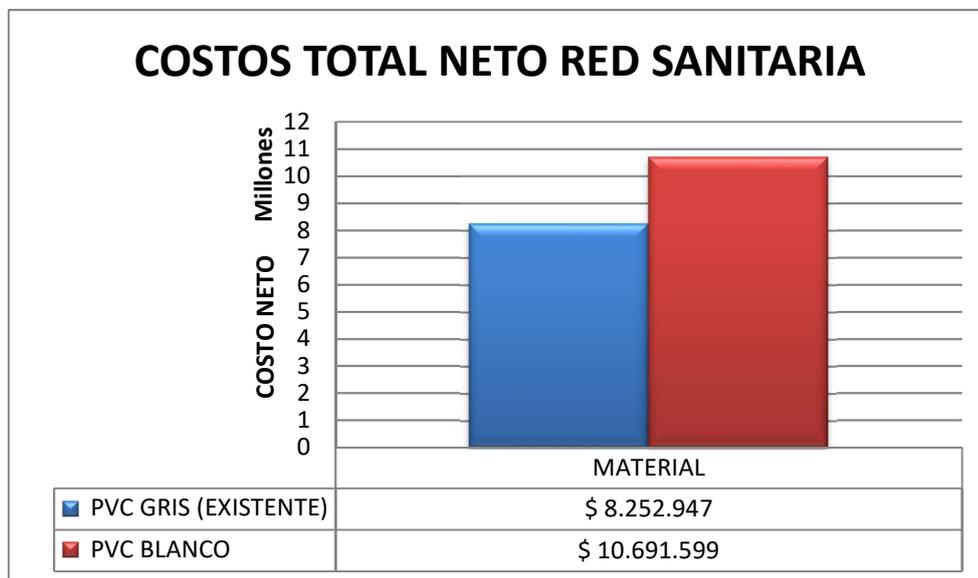


Gráfico N° 5: Gráfico comparativo costos total neto de la elaboración de la red sanitaria en PVC Gris y PVC Blanco, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se puede apreciar que la elaboración de la red sanitaria domiciliaria en PVC Gris es más económica que el PVC Blanco en un 22,8 %

8.2. Análisis red domiciliaria de agua potable.

Para facilitar el análisis de los resultados en la red domiciliaria de agua potable, se analizaran por separado la red de agua potable fría y la red de agua potable caliente.

Al igual que la red sanitaria los análisis se aran mediante gráficos de barra para facilitar su visualización y realizar una mejor comparación.

8.2.1.Red domiciliaria de agua potable fría.

Comenzaremos con el análisis de los resultados obtenidos en la red domiciliaria de agua potable fría con los distintos materiales.

En el Gráfico N° 6, podemos apreciar los costos netos asociados a cada tipo de tubería presentada como alternativa y la existente en la red domiciliaria de agua potable fría.

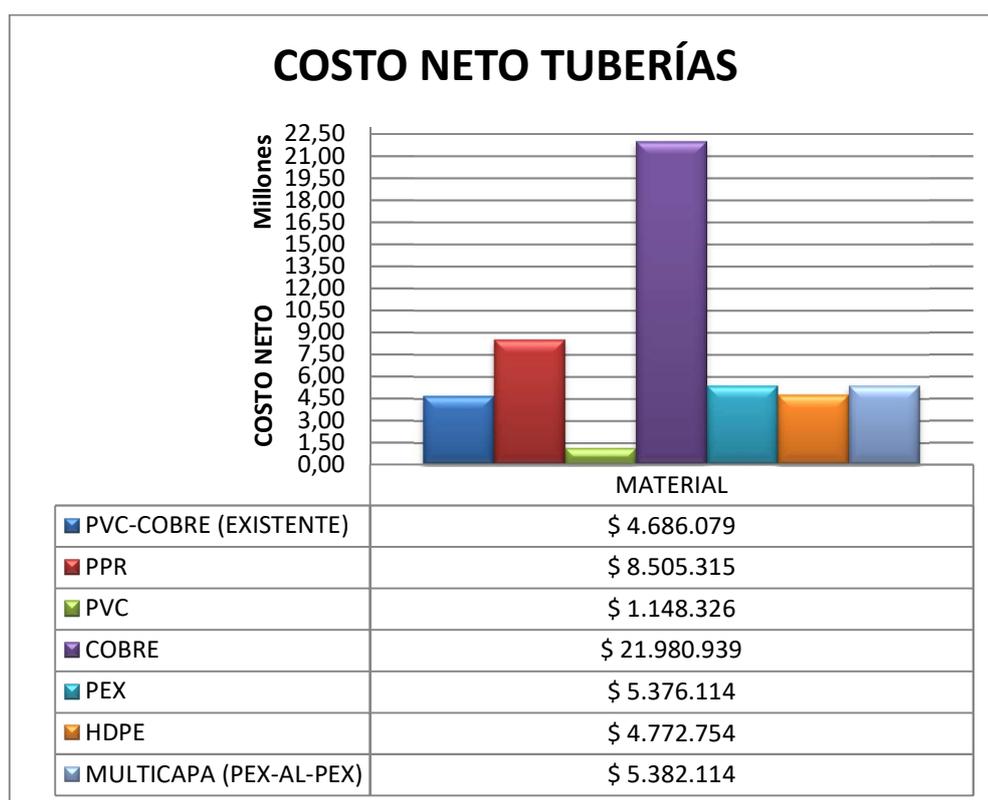


Gráfico N° 6: Gráfico comparativo costos neto de las tuberías en estudio para la red domiciliaria de agua potable fría, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior podemos apreciar que las tuberías más costosas para la red de agua potable son las de cobre. Dichas tuberías a comparación a las existentes en el proyecto son un 369 % más costosa, lo cual es una diferencia muy alta si lo vemos del punto económico.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Por otro lado las tuberías menos costosas son las de PVC. Dichas tuberías son un 75,5 % más económica.

Las tuberías PEX, HDPE, Multicapa (PEX-AL-PEX) y las existentes en el proyecto (PVC-Cobre), sus costos son muy similares y fluctúan entre \$4.500.000 pesos y los \$5.500.000 pesos.

A continuación, en el Gráfico N° 7 podemos apreciar los costos netos asociados al ítem de piezas especiales para cada tipo de material de tubería analizado además de los costos de las piezas especiales existentes en el proyecto en estudio.

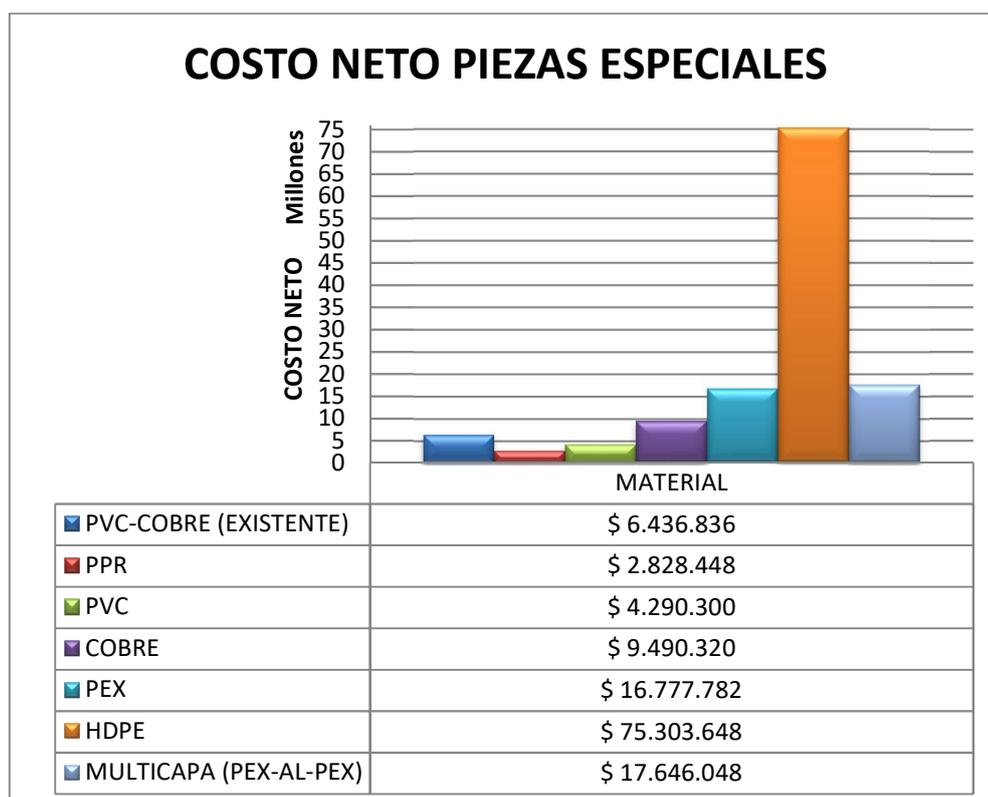


Gráfico N° 7: Gráfico comparativo costos netos piezas especiales red domiciliaria de agua fría, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

En el gráfico anterior se puede apreciar que el costo de piezas especiales es menor con PPR.

En cambio, el HDPE tiene un costo de piezas especiales mucho más elevado, esto se debe a que las tuberías y las piezas de HDPE son unidas mediante electrofusión lo cual provoca que las piezas especiales tengan un valor agregado más alto que una tubería que solo se unen con adhesivos o termofusión.

Posteriormente en el Gráfico N° 8 se puede apreciar el costo neto de los insumos asociados a cada material de tuberías en estudio.

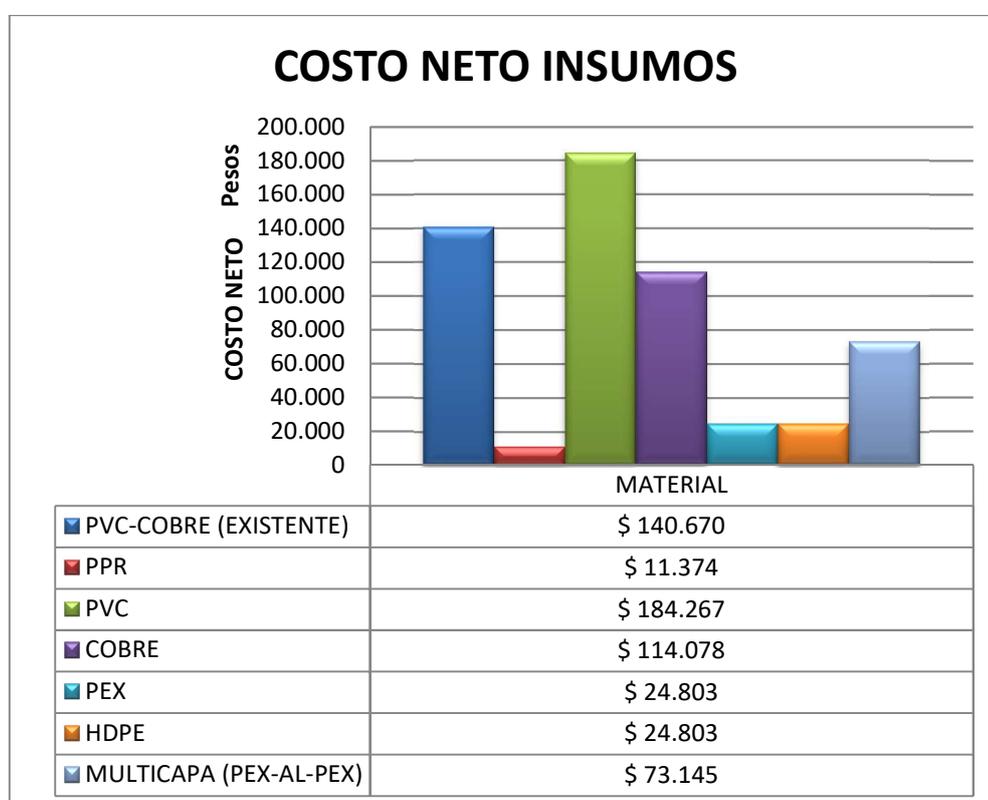


Gráfico N° 8: Gráfico comparativo costos netos insumos red domiciliaria de agua fría, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos apreciar que las tuberías de PPR tienen un gasto de insumo inferior que cualquier otra tubería, esto es debido a que las tuberías PPR no tienen que utilizar ningún insumo a parte de los guantes de cabritilla, que son más que nada para seguridad al maestro instalador de las tuberías y su ayudante.

Los insumos de Cobre y PVC son una de las más costosas esto se debe a que la forma de unión para este tipo de tuberías es mediante adhesivo para el PVC y soldadura de estaño para el Cobre respectivamente a parte de otros insumos que son necesarios para cada caso, esto provoca que los costos de insumos aumenten.

De todas formas, los insumos de las distintas tuberías son menores a los insumos calculados para la red existente en el proyecto, excepto los insumos del PVC que son mayores.

En el Gráfico N° 9 podemos apreciar los costos netos asociados al ítem de maquinarias y equipos necesarios para la instalación de las distintas tuberías en estudio.



Gráfico N° 9: Gráfico comparativo costos netos maquinarias y equipos red domiciliaria de agua fría, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Las únicas tuberías que necesitan equipos para su instalación son las PPR, PEX, HDPE y las Multicapas (PEX-AL-PEX).

Esto es debido que dichas tuberías son de electrofusión (HDPE) y termofusión (PPR) y apriete mecánico (Multicapa, PEX) por lo cual es necesario constar con equipos para su conexión entre tuberías y piezas especiales.

Las tuberías Multicapa y PEX tienen el mismo costo en maquinarias y equipos debido a que los equipos que se necesitan para las tuberías son los mismos.

La tubería con mayor costo en maquinarias y equipos es la HDPE, esto es debido a que como es una tubería de unión por electrofusión es necesario constar con un equipo especial para dicha unión, y por ende dicha maquinaria tiene un costo elevado.

En el Gráfico N° 10 podemos analizar el ítem relacionado con los costos de mano de obra asociados para cada tipo de tuberías en estudio.

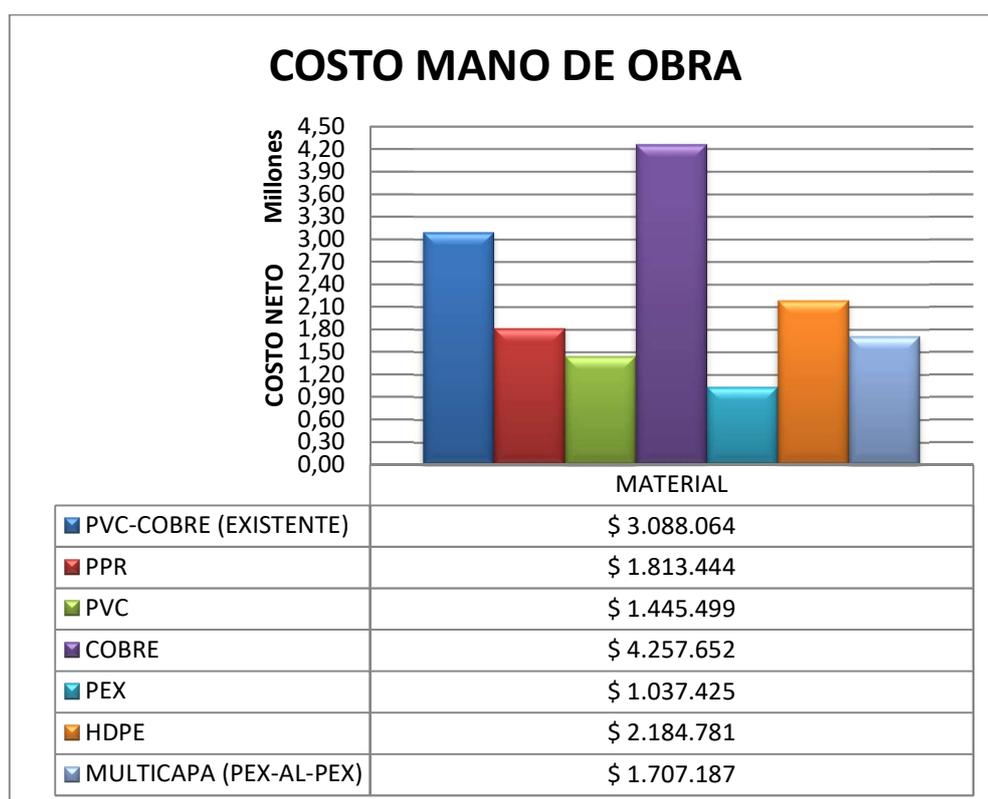


Gráfico N° 10: Gráfico comparativo costos mano de obra red domiciliaria de agua fría, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

En el gráfico podemos apreciar que la tubería que tiene menor costo en su instalación son las tuberías PEX. Esto es debido a que el rendimiento de un maestro gasfiter de primera más un ayudante es mayor que con otras tuberías, lo cual afecta directamente en el costo total en la mano de obra.

Si comparamos el costo de la mano de obra con tuberías PEX, con la mano de obra con tuberías PVC-Cobre, el cual son las tuberías con la cual en el proyecto en estudio fueron propuestas en las bases técnicas, las tuberías PEX tienen un ahorro del 66,4%.

Por otro lado la tubería que es más costosa en relación a su mano de obra, es la de Cobre. Esto se debe a que como las tuberías de cobre es un material rígido deben de ser cortadas con cierras u otro método similar, además de que deben ser soldadas con estaño aplicando temperatura, lo cual provoca que un maestro gasfiter le tome más tiempo en la instalación bajando los rendimientos de instalación.

El costo neto de las tuberías de Cobre en comparación, con el costo neto de las tuberías señaladas en las bases técnicas en el proyecto en estudio, son un 37,9 % más costosas.

Finalmente en el Gráfico N° 11 podemos apreciar los costos totales netos para la elaboración de la red de agua potable fría con los distintos tipos de tuberías en estudio.

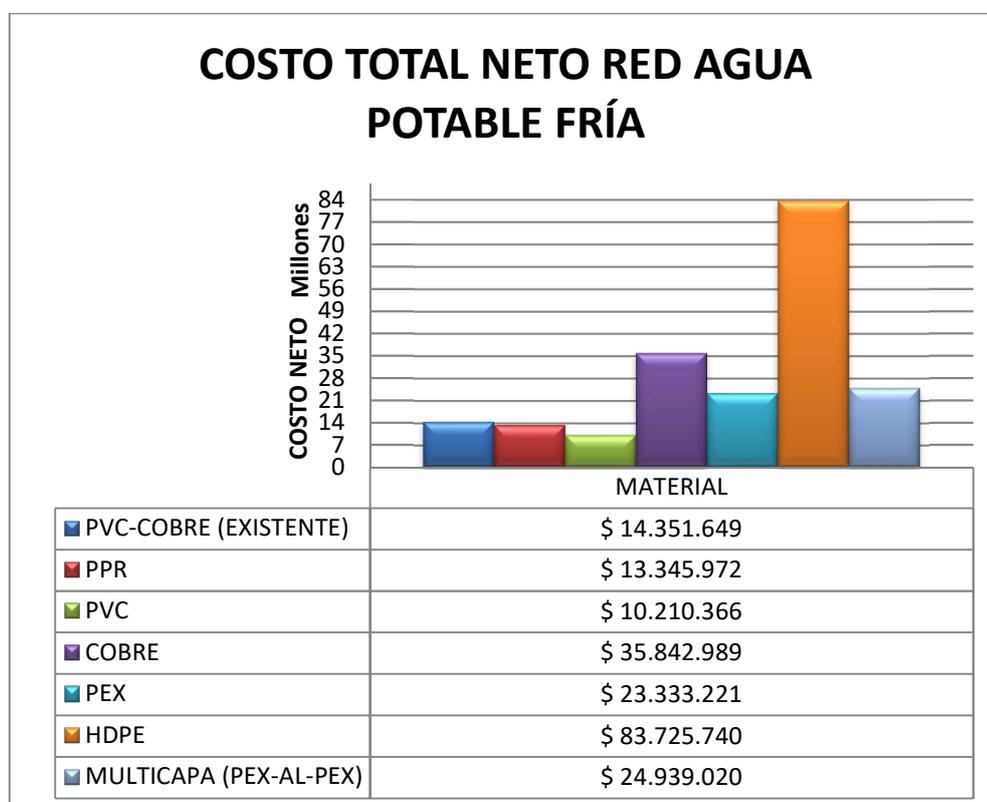


Gráfico N° 11: Gráfico comparativo costos neto total red domiciliaria de agua potable fría, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

De este modo podemos apreciar que las tuberías más económicas para la elaboración de la red de agua potable fría, considerando todos los ítems anteriormente señalados son las tuberías de PVC, el cual a comparación a las tuberías señaladas en las especificaciones técnicas del proyecto en estudio es un 28,8 %.

Por otro lado las tuberías para la elaboración de la red de agua fría más costosas son la de HDPE el cual es en 483,4% más costosas que las existentes en el proyecto en estudio.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

8.2.2.Red domiciliaria de agua potable caliente.

Ahora analizaremos los datos obtenidos para la red de agua potable caliente con las distintas materialidades de tuberías en estudio.

En el Gráfico N° 12 podemos apreciar los costos netos asociados a cada tipo de tubería presentada como alternativa y la existente en la red domiciliaria de agua potable caliente.

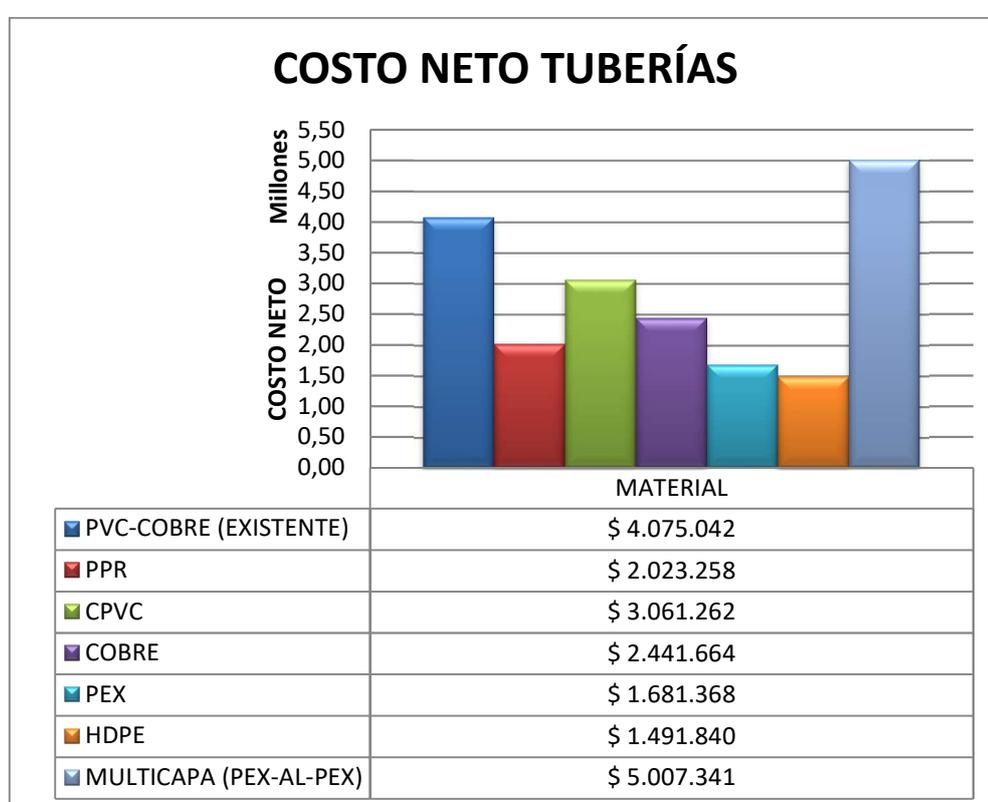


Gráfico N° 12: Gráfico comparativo costos neto de las tuberías en estudio para la red domiciliaria de agua potable caliente, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico N° 12 podemos apreciar que la tubería menos costosa para la elaboración de la red de agua potable caliente es las tuberías HDPE. Dichas tuberías son un 63,39 % más económica que las tuberías utilizadas en el proyecto en estudios en la red de agua potable caliente.

Por otro lado tenemos como la tubería más costosa para la elaboración de la red de agua potable caliente las tuberías multicapas, las cuales son un 22,88 % más costosa que las utilizadas en el proyecto en estudio.

A continuación, en el Gráfico N° 13 podemos apreciar los costos netos asociados al ítem de piezas especiales para cada tipo de material de tubería analizado además de los costos de las piezas especiales existentes en el proyecto en estudio.

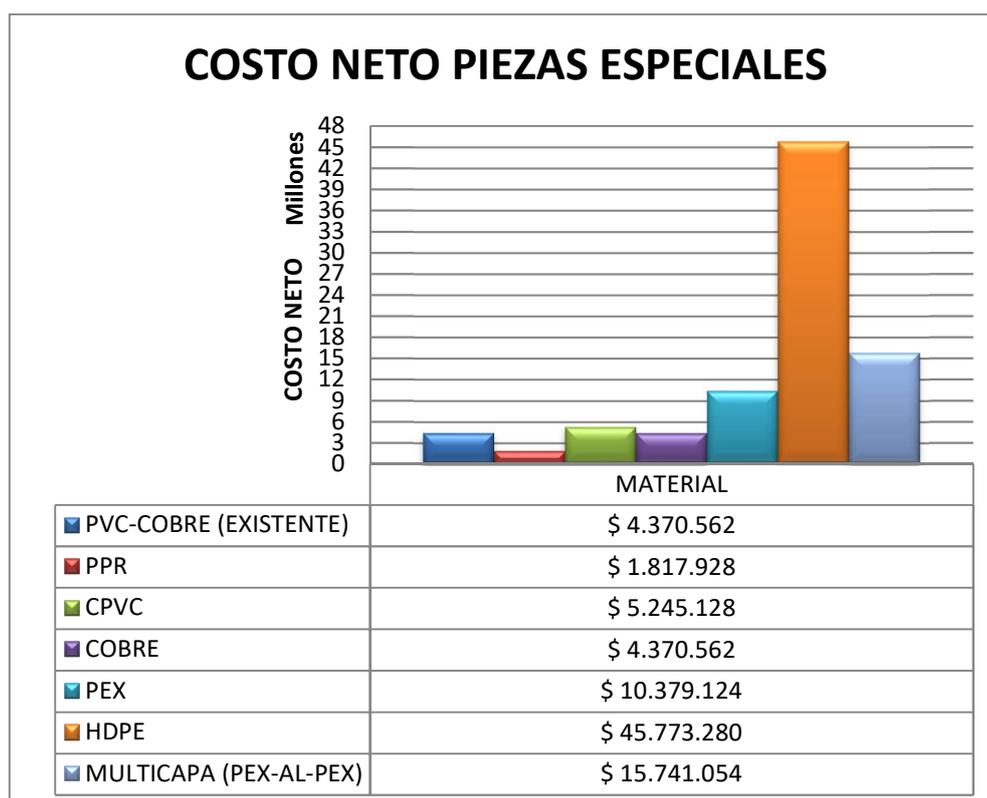


Gráfico N° 13: Gráfico comparativo costos netos piezas especiales, red domiciliaria de agua potable caliente, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

La materialidad de tuberías con menor costo en sus piezas especiales son las tuberías PPR, las cuales a comparación de las tuberías utilizadas en la elaboración de la red de agua potable caliente en el proyecto en estudio, es un 58,40 % más económicas.

La tubería con mayor costo en los insumos de piezas especiales son las tuberías HDPE.

Como explicamos en el análisis de las piezas especiales de la red domiciliar de agua potable fría, el alto costo de las piezas especiales de la red domiciliar de agua potable caliente se debe a que su forma de unión es mediante electrofusión el cual en todas sus piezas especiales tienen un costo agregado más alto que cualquier otra materialidad de tuberías.

Posteriormente en el Gráfico N° 14 se puede apreciar el costo neto de los insumos asociados a cada material de tuberías en estudio.

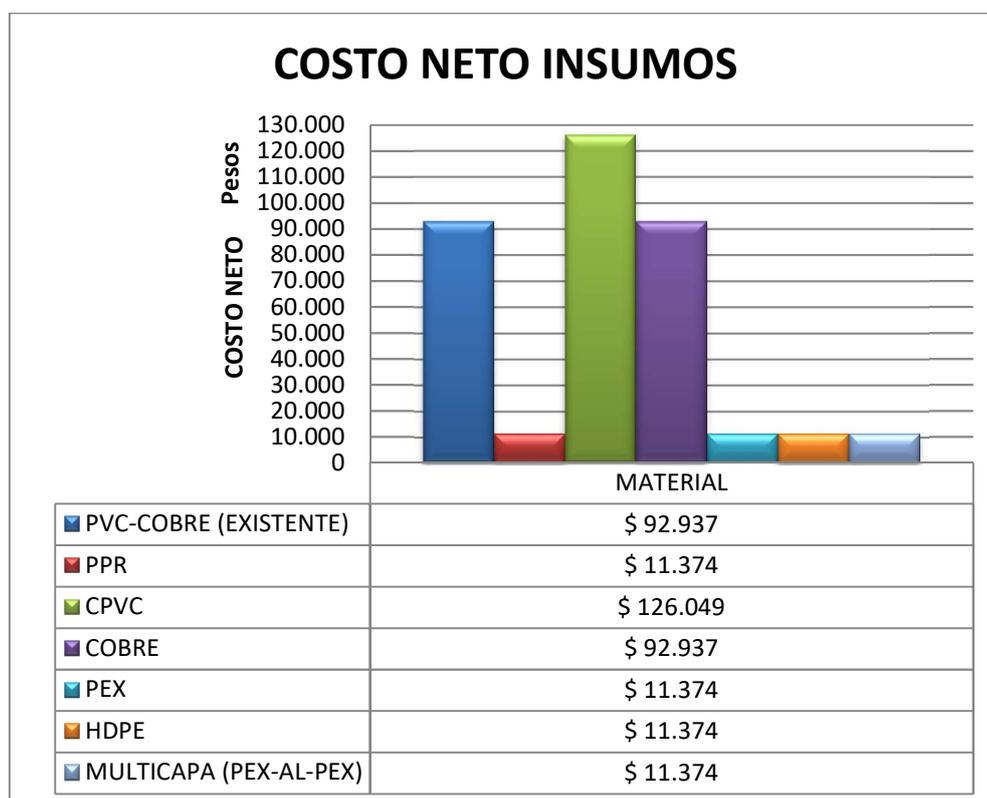


Gráfico N° 8: Gráfico comparativo costos netos insumos red domiciliar de agua potable caliente, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Las tuberías PPR, PEX, HDPE y las multicapas tienen un mismo costo en los insumos, esto se debe a que las tuberías anteriormente mencionadas sus sistemas de uniones no son mediante adhesivos ni soldadoras por lo cual no hay grandes gastos en insumos pero si tienen gastos en equipos necesarios para su respectiva uniones.

Por otro lado si comparamos los costos de insumos con otro tipo de ítem, podemos visualizar que los costos de insumos son tan bajos que su efecto en el coste total de la elaboración de la red de agua potable caliente es de poca incidencia.

En el Gráfico N° 15 podemos apreciar los costos netos asociados al ítem de equipos y herramientas necesarios para la instalación de las distintas tuberías en estudio.



Gráfico N° 15: Gráfico comparativo costos netos equipos y herramientas red domiciliaria de agua potable caliente, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Las tuberías PPR, PEX, HDPE y las multicapas son las únicas tuberías que necesitan tener equipos para su instalación y unión de las tuberías.

Por otro lado este ítem tiene un costo agregado para las tuberías anteriormente mencionadas ya que son las únicas que necesitan un equipo para su instalación y por ende dicho motivo provoca que su costo total aumente.

En el Gráfico N° 16 podemos analizar el ítem relacionado con los costos de mano de obra asociados para cada tipo de tuberías en estudio.

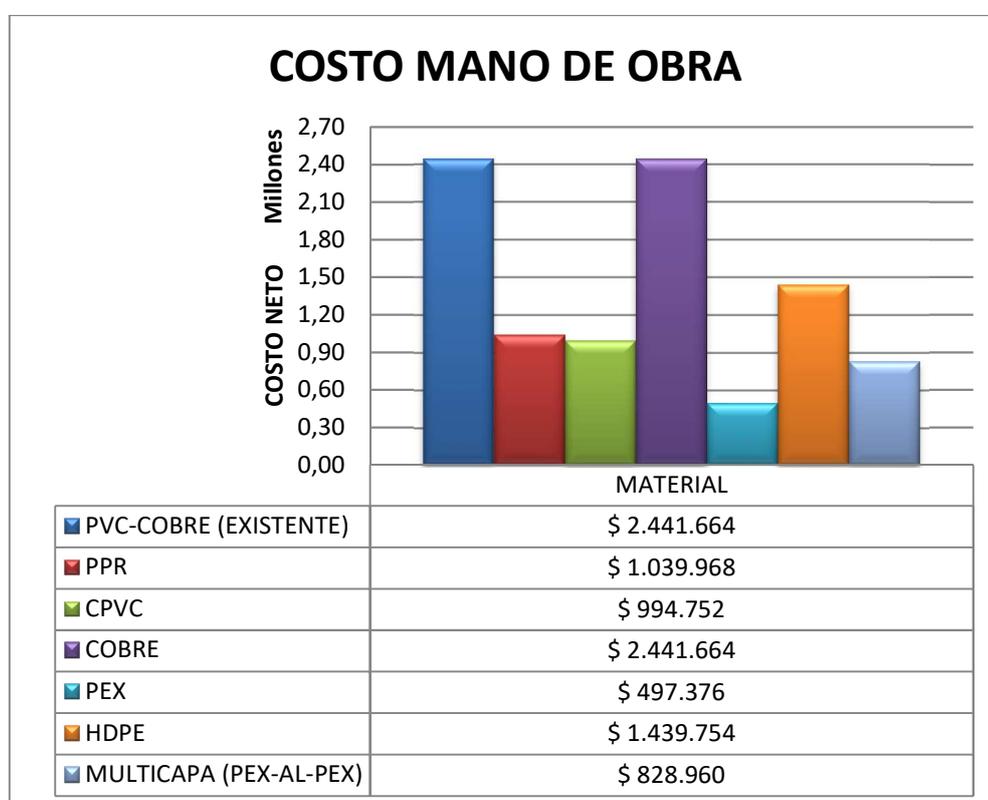


Gráfico N° 16: Gráfico comparativo costos mano de obra red domiciliaria de agua potable caliente, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

El costo de la obra de mano para casi todas las tuberías es inferior al costo de la obra de mano de la red de agua potable caliente elaborada en el proyecto en estudio.

La tubería que tiene menor costo en la obra de mano para la elaboración de la red de agua potable caliente, es la PEX, la cual tiene un costo inferior de un 79,63 % a comparación del costo de la obra de mano para las tuberías utilizadas en el proyecto en estudio.

La tubería que tiene un mayor costo en la obra de mano, es la tubería de cobre, la cual se iguala al costo de la obra de mano de la red de agua potable caliente elaborada en el proyecto en estudio.

Esto se debe a que las tuberías utilizadas en el proyecto de estudio para la red de agua potable caliente son de cobre por ende el rendimiento en su instalación son las mismas.

Finalmente en el Gráfico N° 17 podemos apreciar los costos totales netos para la elaboración de la red de agua potable caliente con los distintos tipos de tuberías en estudio.

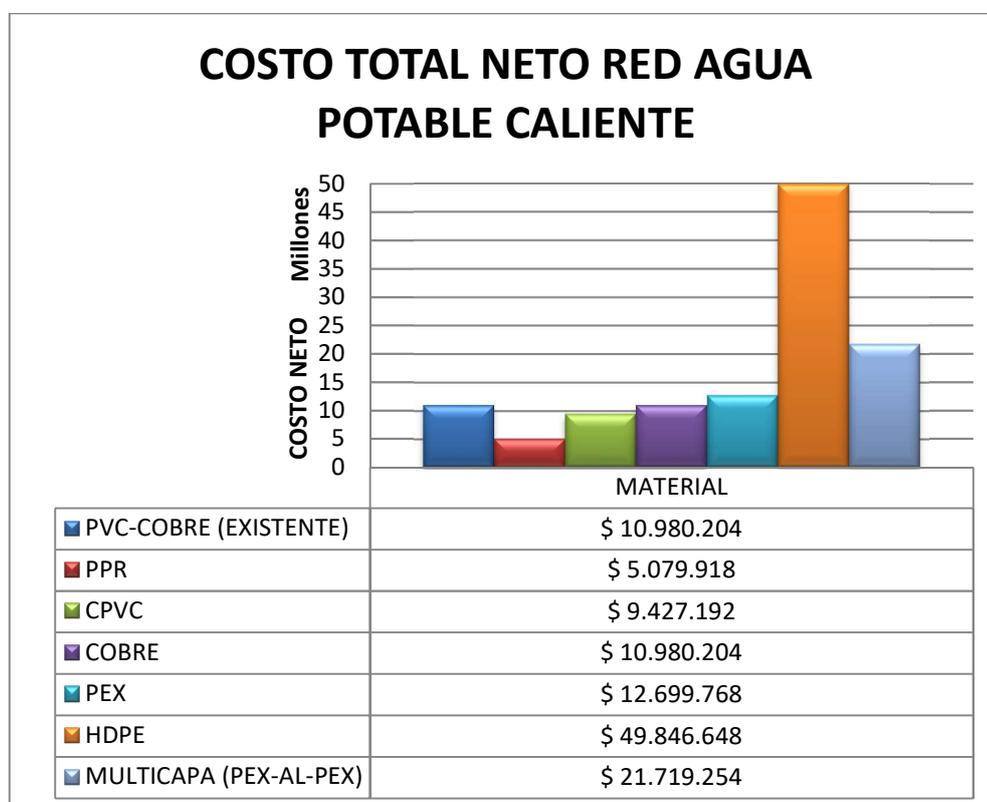


Gráfico N° 17: Gráfico comparativo costo neto total red domiciliar de agua potable caliente, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico podemos apreciar que la tubería que tiene un menor costo para la elaboración de la red de agua potable caliente son las de PPR, la cual tiene un costo menor del 53,73 % a comparación a las tuberías utilizadas en la red de agua potable caliente del proyecto en estudio.

La tubería que tiene un mayor costo en la elaboración de la red de agua potable caliente es la HDPE, la cual es un 353,97 % más costosa a comparación a la red de agua potable fría elaborada en el proyecto en estudio.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

8.3. Combinación de materialidad de tuberías para la red domiciliaria de agua potable.

A continuación, analizaremos las distintas combinaciones posibles para la elaboración de la red domiciliaria de agua potable, considerando la red de agua fría y la red de agua caliente.

Como las combinaciones posibles son 36 y las cuales son innecesario analizarlas todas, analizaremos las 3 combinaciones menos costosas para la elaboración de la red de agua potable en el proyecto en estudio.

8.3.1. Combinación I: PVC-PPR.

La primera combinación que analizaremos será la de PVC en la red domiciliaria de agua potable fría y PPR en la red domiciliaria de agua potable caliente.

En el Gráfico N° 18 podemos apreciar el costo de la red domiciliaria de agua potable con tuberías PVC-PEX, y el costo de la red domiciliaria de agua potable con tuberías PVC-Cobre las cuales son las que se utilizaron en el proyecto en estudio.

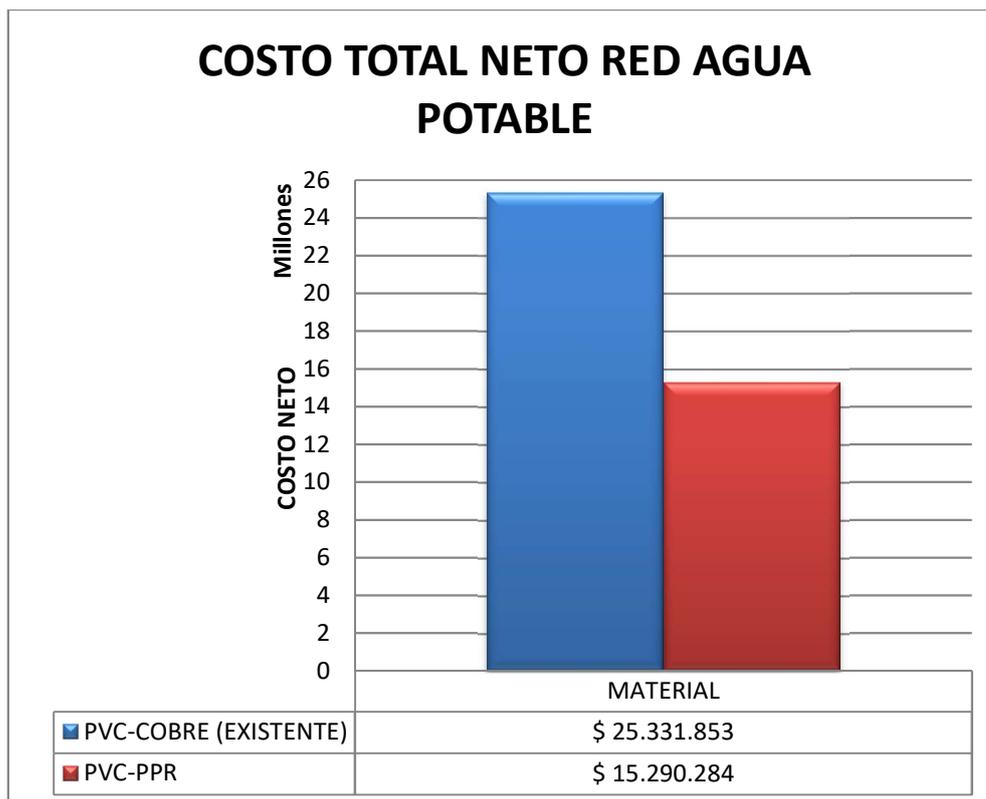


Gráfico N° 18: Gráfico comparativo costo neto total red domiciliaria de agua potable, PVC-PPR v/s PVC-Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico podemos apreciar que la combinación de tuberías para la red domiciliaria de agua potable PVC-PPR es un 39,64 % menos costosa.

Esto se debe básicamente en el ahorro en los costos de los ítems tuberías, piezas especiales, insumos (PPR) y mano de obra.

A pesar de que las tuberías de PPR para la red de agua caliente tienen un costo adicional de equipos y herramientas, aun de este modo siguen siendo menos costosos que la red de agua potable en PVC-Cobre.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

8.3.2. Combinación II: PPR-PPR.

La segunda combinación más óptima, optimizando recursos es la combinación de PPR en la red domiciliar de agua potable fría, y PPR en la red domiciliar de agua potable caliente.

En el Gráfico N° 19 podemos apreciar los costos netos asociados a la elaboración de la red domiciliar de agua potable tanto con PPR y con PVC-Cobre.

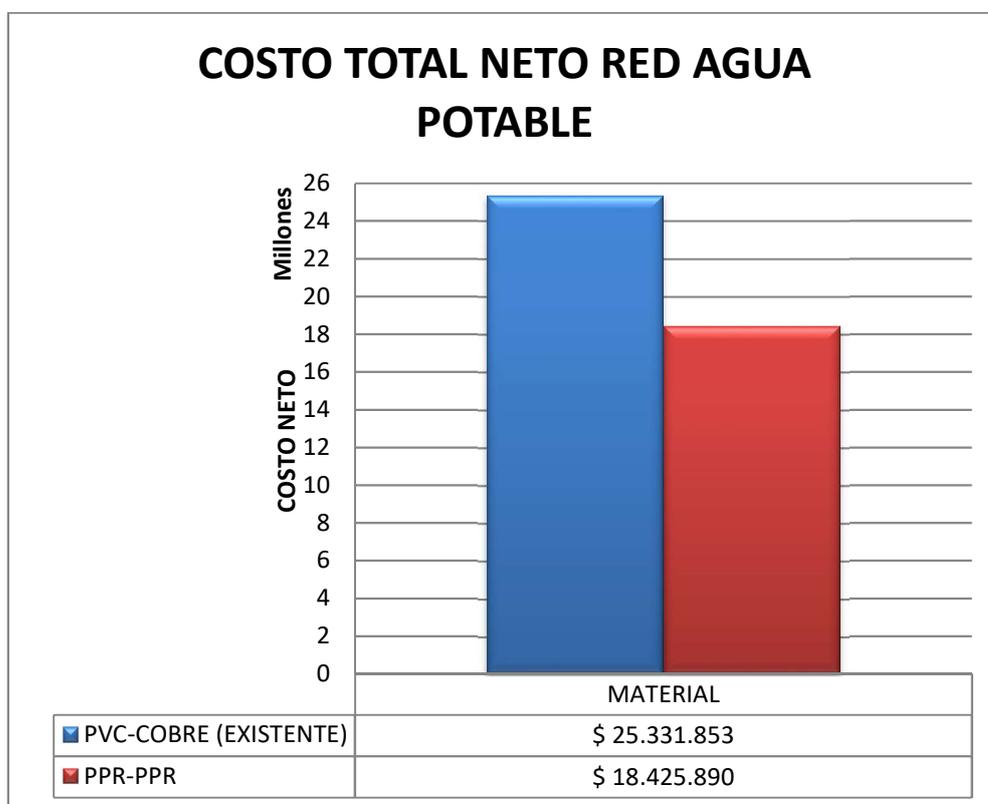


Gráfico N° 19: Gráfico comparativo costo neto total red domiciliar de agua potable PPR v/s PVC-Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

En el Gráfico N° 19 podemos apreciar que la combinación con tuberías PPR tanto en la red domiciliar de agua fría como la red domiciliar de agua caliente en un 27,26 % menos costosa que las tuberías utilizadas en la red domiciliar de agua potable en el proyecto en estudio.

8.3.3. Combinación III: PVC-CPVC.

Por último la tercera combinación más óptima es la combinación de tuberías de PVC en la red domiciliar de agua fría y CPVC en la red domiciliar de agua caliente.

En el Gráfico N° 20 podemos apreciar los costos netos asociados a la elaboración de la red domiciliar de agua potable con tuberías PVC-CPVC comparados con los costos netos asociados a la red domiciliar de agua potable con tuberías PVC-Cobre existentes en el proyecto en estudio.

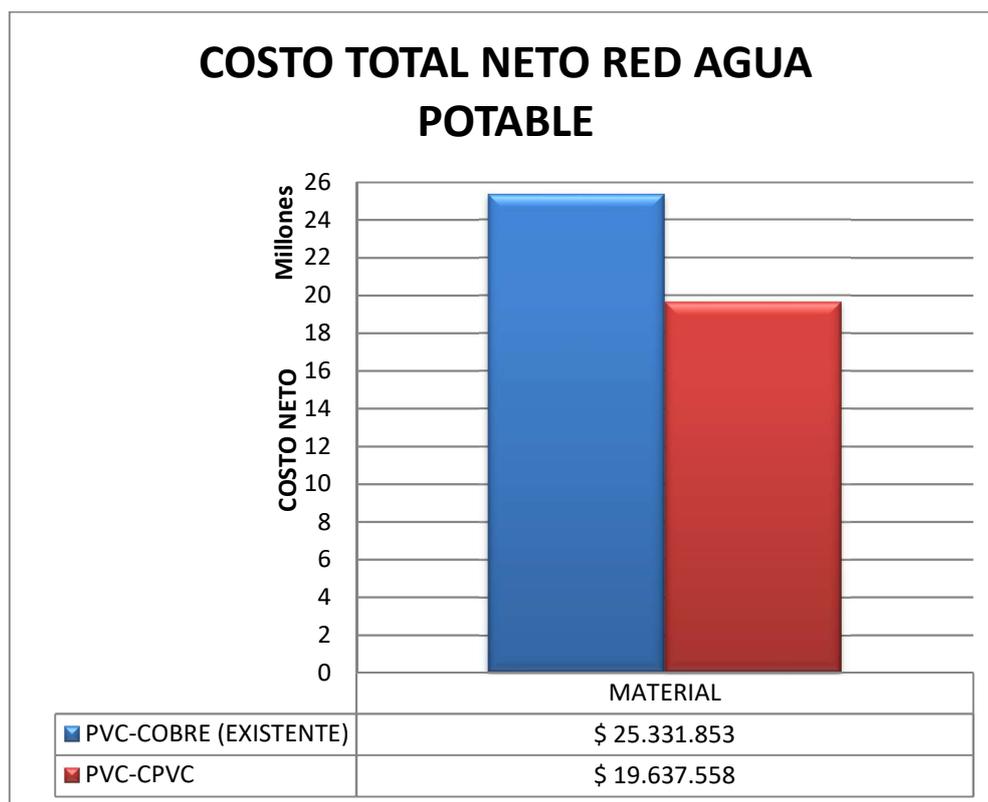


Gráfico N° 20: Gráfico comparativo costo neto total red domiciliar de agua potable PVC-CPVC v/s PVC-Cobre, vivienda Miguel Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Como podemos apreciar en el gráfico la elaboración de la red domiciliaria de agua potable con tuberías PVC-CPVC es un 22,48 % menos costosa que la red domiciliaria de agua potable con tuberías PVC-Cobre.

9. CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES.

La diversidad de materiales que se pueden encontrar en el mercado para la elaboración de la red domiciliaria de agua potable es diversa tanto en materialidad como en piezas especiales y forma de conexiones entre ellas.

Las tuberías estudiadas en la presente memoria son las de PVC, CPVC, PPR, HDPE, PEX y las multicapas (PEX-AL-PEX), cada una con sus ventajas y desventajas.

En las tres combinaciones de tuberías propuestas para la elaboración de la red domiciliaria de agua potable podemos concluir que la combinación más óptima en términos de costo es la “combinación I” de PVC-PPR.

Por un lado tenemos el PVC para la red domiciliaria de agua fría la cual es un 28,85% menos costosa que la red domiciliaria de agua fría elaborada con tuberías PVC-Cobre, lo cual equivale a \$ 4.141.283 pesos chilenos sin IVA.

Y por otro lado tenemos las tuberías de PPR para la elaboración de la red domiciliaria de agua potable caliente, la cual es un 53,73 % menos costosa que la red domiciliaria de agua potable caliente elaborada con tuberías PVC-Cobre, lo cual equivale a \$5.900.286 pesos chileno sin IVA.

En total con la combinación I propuesta en la presente memoria en la elaboración de la red domiciliaria de agua potable podemos obtener una disminución en los costos de elaboración de la red de agua potable de un 39,64 %, lo cual en términos monetarios será de \$ 10.041.569 pesos chilenos sin IVA.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

Adicionalmente proponemos 2 alternativas de combinación de materialidad de tuberías adicionales que serán menos costosas que la materialidad de tuberías que fue desarrollado el proyecto en estudio.

La segunda alternativa propuesta será la elaboración de la red domiciliaria de agua potable con tuberías de PPR tanto en la red de agua fría como en la red de agua caliente. Lo que es en la red de agua fría podremos tener una disminución en el costo de la red de un 7,01% lo cual equivale a \$ 1.005.677 pesos chilenos sin IVA.

Por otro lado tenemos la red domiciliaria de agua caliente con PPR, en la cual tendremos una disminución en los costos neto de un 53,73 % lo cual equivale a \$ 5.900.286 pesos chilenos sin IVA.

En total con la combinación II propuesta en la presente memoria en la elaboración de la red domiciliaria de agua potable podemos obtener una disminución en los costos de elaboración de la red de agua potable de un 27,26 %, lo cual en términos monetarios será de \$ 6.905.963 pesos chilenos sin IVA.

Por último proponemos una tercera alternativa para la elaboración de la red domiciliaria de agua potable, la cual es la “combinación III” la cual es con la materialidad de tubería PVC, en la red domiciliaria de agua fría y con CPVC en la red domiciliaria de agua caliente.

En lo que es la red domiciliaria de agua fría con PVC tenemos una disminución en los costos de un 28,85 % lo cual en términos monetarios equivale a \$ 4.141.283 pesos chilenos sin IVA.

Por otro lado tenemos la red domiciliaria de agua caliente con CPVC, en la cual tendremos una disminución en los costos neto de un 14,14 % lo cual equivale a \$ 1.553.012 pesos chilenos sin IVA.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

En total con la combinación III propuesta en la presente memoria en la elaboración de la red domiciliaria de agua potable podemos obtener una disminución en los costos neto de elaboración de la red de agua potable de un 22,48%, lo cual en términos monetarios será de \$ 5.694.295 pesos chilenos sin IVA.

10.BIBLIOGRAFÍA.

- Araneda Ruiz, Jorge y Pérez Carrasco, Rafael. (2007). Instalaciones Sanitarias. Chile: Departamento de Edificación y Estructuras Universidad del Bio Bio. (Inédito).
- Blansol SA., MANUAL TECNICO tuberías y accesorios polipropileno random (PPR).
- Funcosa, tubería multicapa para agua caliente PEX-AL-PE, ficha técnica.
- Guzman, Euckides. (1979). Curso elemental de edificación (3 tomo). Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.
- Tomado de: generador de precios de la construcción. Chile. CYPE Ingenieros, SA.. Elaboración de precios unitarios en el área de la construcción. [fecha de acceso 04 de Junio de 2016]. URL disponible en: <http://www.chile.generadordeprecios.info>
- Tomado de: Funcosa SA. Soluciones integrales innovadoras en ecotecnia, eficiencia energetica. [fecha de acceso 17 de mayo del 2016]. URL disponible en: <http://www.funcosa.com.mx/productos/sistema-funcopex-multicapa/fichas-tecnicas/tuberia-pex-PE.pdf>.
- Ministerio de Obras Públicas (2003). Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado, Santiago: Autor.
- Polifusión S.A, Polifusion R-3, polipropileno copolimero random ppr-100 tipo 3, bicapa, manual técnico, nov. 2007.
- Ponce, Ricardo. Manual de normas técnicas proyectos e instalaciones sanitarias. Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.
- PRO COBRE, tubos de cobre.
- Solminihac, Hernan y Thenoux, Guillermo. (2005). Procesos y técnicas de construcción (4 ed.). Santiago: Universidad Católica de Chile.
- Tigre, manual de instalaciones PVC.
- TIGRE, polietileno de alta densidad, catalogo técnico.

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

11.ANEXOS.

11.1. ANEXO N°1.

Caudal mínimo instalado en artefactos sanitarios.

tipo de artefacto Artefacto	gasto (lt/min)	
	agua fría	agua caliente
llave de riego 13 mm	20	0
tina	15	15
lavatorio	8	8
bidé	6	6
inodoro corriente	10	0
lavaplatos	12	12
lavadero	15	15
llave de riego de 19 mm	50	0

11.2. ANEXO N°2.

Coeficiente referencial de pérdida de carga singular “K” a utilizar en procedimiento según método cinético.

Tipo de accesorio	Coeficiente (K)
Ampliación gradual	0,30
Codo de 90°	0,90
Codo de 45°	0,40
Curva de 90°	0,40
Curva de 45°	0,20
Curva de 22° 30'	0,10
Entrada normal en tubo	0,50
Entrada de borda	1,00
Válvula de Angulo, abierto	5,00
Válvula compuerta, abierto	0,20
Válvula tipo globo, abierto	10,00
Tee, paso directo	0,60
Tee, salida lateral	1,30
Tee, salida bilateral	1,80
Válvula de pies	1,75
Válvula de retención	2,50
Válvula de bola de paso total	0,20
Válvula de bola de paso estándar	0,20

11.3. ANEXO N°3.

Unidad de equivalencia hidráulica (U.E.H) para cada artefacto según uso

	Clase	D.M.D.	U.E.H.
Water Closet (W.C.)	1	100	3
Water Closet (W.C.)	2	100	5
Water Closet (W.C.)	3	100	6
Lavatorio	1	38	1
Lavatorio	2 y 3	38	2
Baño tina	1	50	3
Baño tina	2 y 3	50	4
Baño Lluvia	1	40	2
Baño Lluvia multiple/ m	2 y 3	50	6
Bidet	1	50	1
Bidet	2 y 4	50	2
Urinario	2 y 3	38	1
Urinario pedestal	2 y 3	75	3
Urinario con tubería perforada / m	2 y 3	75	5
Lavaplatos con y sin lavavajillas	1 y 2	50	3
Lavaplatos restaurante	3	75	8
Lavacopas	1	50	3
Lavacopas	1 y 2	75	8
Lavaderos con o sin lavadoras	1	50	3
Lavaderos con máquinas lavadoras	1 y 2	75	6
Pileta con botagua	1 - 2 y 3	50	3

D.M.D. : Diámetro mínimo de descarga (mm).

Clase 1 : Se aplica a artefactos de viviendas, unifamiliares, departamentos, toilettes, privados de hoteles.

Clase 2 : Se aplicará en servicios de oficina, fábricas, residenciales.

Clase 3 : Se aplicará en servicios de escuelas, hoteles, edificios públicos, teatros, estaciones de FF.CC., aeropuertos.

“Análisis técnico y económico de red domiciliar de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

11.4. ANEXO N°4.

Datos obtenidos con todos los cálculos realizados para obtener las presiones en cada artefacto en red de agua potable fría.

Tramo	Longitud (m)	Material	Dn (mm)	Qinst (l/m)	QVP (l/m)	V (m/s)	Pérdida por Fricción (m.c.a.)			Pérdida Singular		Pérdida Total		Cotas		Presión Dison.	Artefacto
							Tramo	Tramo	K	Tramo	Tramo	Acumul.	Presión.	T. o A.			
MAP	-	1	0,3	166	58,91	2										12,92	Lp
1	-	2	0,7	166	58,91	2	0,193	0,135	2,2	0,449	0,58	0,58	12,34	-0,6	12,94	Lp	
2	-	3	1,2	50	25,77	0,87	0,045	0,054	0,9	0,035	0,09	0,67	12,25	0,6	11,65	RH	
2	-	4	9	166	58,91	0,78	0,021	0,186	2,2	0,068	0,25	0,83	12,09	-0,6	12,69		
4	-	5	2,3	33	19,33	1,14	0,101	0,233	5,6	0,369	0,6	1,43	11,49	0,5	10,99		
5	-	6	0,4	15	11,24	1,41	0,238	0,085	0,9	0,081	0,19	1,62	11,3	0,5	10,8	B ^c	
5	-	7	0,3	19	12,74	0,75	0,049	0,015	1,3	0,037	0,05	1,48	11,44	0,5	10,94		
7	-	8	0,3	10	8,3	1,07	0,146	0,044	0,9	0,052	0,1	1,58	11,34	0,2	11,14	Wc	
7	-	9	0,6	8	7,29	0,92	0,111	0,067	0,9	0,038	0,11	1,59	11,33	0,5	10,83	Lo	
4	-	10	0,8	133	50,57	0,67	0,016	0,013	1,3	0,03	0,04	0,87	12,05	-0,6	12,65		
10	-	11	1	88	38,04	2,24	0,331	0,331	1,5	0,382	0,71	1,58	11,34	0,3	11,04		
11	-	12	0,65	15	11,24	1,41	0,238	0,154	0,9	0,081	0,25	1,83	11,09	0,3	10,79	MLV	
11	-	C	0,2	19	33,45	1,97	0,264	0,053	1,2	0,236	0,29	1,87	11,05	1,2	9,85	C	
10	-	13	1	45	23,96	0,32	0,004	0,004	1,3	0,007	0,01	0,88	12,04	-0,6	12,64		
13	-	14	1,3	12	9,64	1,21	0,181	0,236	2,9	0,216	0,45	1,33	11,59	0,5	11,09	Lp	
13	-	15	2	33	19,33	1,14	0,101	0,334	3,8	0,231	0,57	1,46	11,46	2,9	8,56		
15	-	16	3,2	33	19,33	0,26	0,003	0,006	0,9	0,003	0,01	0,89	12,03	-0,6	12,63		
16	-	17	2,15	8	7,29	0,92	0,111	0,239	3,6	0,154	0,39	1,85	11,07	2,9	8,17	Lo	
16	-	18	0,3	25	15,98	0,94	0,072	0,022	1,3	0,058	0,08	1,54	11,38	2,9	8,48	Wc	
18	-	19	0,1	10	8,3	1,07	0,146	0,015	0,9	0,052	0,07	1,61	11,31	2,8	8,51	Wc	
18	-	20	0,9	15	11,24	1,41	0,238	0,214	1,8	0,183	0,4	1,94	10,98	3,1	7,88	B ^c	

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”

11.5. ANEXO N°5.

Datos obtenidos con todos los cálculos realizados para obtener las presiones en cada artefacto en red de agua potable caliente.

Tramo	Longitud (m)	Material	Dn (mm)	Qinst (l/m)	QMP (l/m)	V (m/s)	Pérdida por Fricción (m.c.a)		Pérdida Singular		Pérdida Total		Cotas		Presión Dispon.	Artefacto
							Unit.	Tramo	K	Tramo	Tramo	Acumul.	Piezom. A.	T.º		
e - 22	0,3	CTU	19	73	33,45	1,97	0,213	0,064	1,3	0,256	0,320	0,32	9,53	0,90	8,63	
22 - 23	0,75	CTU	13	15	11,24	1,41	0,191	0,143	0,9	0,091	0,235	0,555	9,30	1,00	8,30	MLV
22 - 24	1,1	CTU	19	58	28,54	1,68	0,161	0,177	3,8	0,545	0,722	1,042	8,81	-0,10	8,91	
24 - 25	2,4	CTU	19	23	15,09	0,89	0,053	0,127	4,7	0,188	0,315	1,357	8,49	0,50	7,99	
25 - 26	0,4	CTU	13	15	11,24	1,41	0,191	0,077	0,9	0,091	0,168	1,525	8,33	0,50	7,83	Bº
25 - 27	0,9	CTU	13	8	7,29	0,92	0,090	0,081	0,9	0,038	0,119	1,476	8,37	0,50	7,87	Lo
24 - 28	1	CTU	19	35	20,15	1,18	0,088	0,088	1,3	0,093	0,181	1,223	8,63	-0,10	8,73	
28 - 29	0,6	CTU	13	12	9,64	1,21	0,146	0,088	1,1	0,082	0,170	1,393	8,46	0,50	7,96	Lp
28 - 30	5,2	CTU	19	23	15,09	0,89	0,053	0,274	5,6	0,225	0,499	1,722	8,13	2,90	5,23	
30 - 31	1,2	CTU	19	15	11,24	0,66	0,032	0,038	1,8	0,040	0,078	1,8	8,05	3,10	4,95	Bº
30 - 32	2,15	CTU	13	8	7,29	0,92	0,090	0,193	3,6	0,154	0,346	2,068	7,78	2,90	4,88	Lo

“Análisis técnico y económico de red domiciliaria de agua potable y alcantarillado en viviendas en serie optimizando recursos, en la Provincia de Curicó”