

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES CONJUNTO RESIDENCIAL
“LAS CLIVIAS DE SURCO”**

INSTALACIONES SANITARIAS INTERIORES

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JULIO MIGUEL ANGEL ALVAREZ LLOZA

Lima- Perú

2008

INDICE

	Pág.
Resumen ejecutivo	3
Introducción	4
Capítulo 1: Descripción General del Proyecto	
1.1 Memoria descriptiva	6
1.2 Disponibilidad de servicios	11
Capítulo 2: Instalaciones Sanitarias Interiores	
2.1 Marco teórico	14
2.2 Importancia de las instalaciones sanitarias	21
Capítulo 3: Sistema de Agua Fría	
3.1 Elección del sistema	23
3.2 Dotación y Máxima demanda	23
3.3 Cisterna y electrobombas	26
3.4 Tubería de abducción, succión e impulsión	32
3.5 Redes de distribución	36
Capítulo 4: Sistema de Agua Caliente	
4.1 Elección del sistema	44
4.2 Dotación y Máxima demanda	44
4.3 Calentador de agua	45
4.4 Redes de distribución	45
Capítulo 5: Sistema de Agua contra Incendio	
5.1 Elección del sistema	50
5.2 Dotación	50
5.3 Bombas y tanques	51
5.4 Redes de distribución	52
Capítulo 6: Sistema de desagüe y ventilación	
6.1 Ramales horizontales y montantes de descarga	57
6.2 Cajas de registro y colectores	59
6.3 Tuberías de ventilación	60

Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Bibliografía	64

Anexos:

- Anexo 1: Memoria descriptiva
- Anexo 2: Especificaciones técnicas
- Anexo 3: Planos:

HU-01	Redes de agua potable: Planta General
HU-02	Redes de desagüe: Planta General
HU-03	Redes de desagüe: Perfil de Colectores
IS-01	Agua Fría y Caliente: Plantas 1, 2, 3 y 4
IS-02	Agua Fría y Caliente: Planta 5 y azotea
IS-03	Sistema de Desagüe y Ventilación: Plantas 1, 2, 3 y 4.
IS-04	Sistema de Desagüe y Ventilación: Planta 5 y azotea.
IS-05	Instalaciones Sanitarias: detalles y especificaciones

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe de suficiencia trata sobre las instalaciones sanitarias interiores para el Proyecto: Conjunto Residencial "Las Clivias de Surco", que comprende 9 edificios multifamiliares de 5 pisos, con 4 departamentos por piso.

Las instalaciones sanitarias interiores comprenden el diseño de los sistemas de agua fría, agua caliente, agua contra incendios y el sistema de desagüe y ventilación.

Para el abastecimiento de agua fría se ha considerado un sistema de abastecimiento con electrobombas de presión constante y velocidad variable, que lo conforman 2 cisternas, una de 137.20m³ y la otra de 118.40m³, cada cisterna cuenta con 3 electrobombas de presión constante de 5 HP cada una que trabajarán simultáneamente y un tanque de compensación (hidroneumático) de 550 galones,

Para el abastecimiento de agua caliente, cada departamento cuenta con un calentador de agua (therma) de 50 litros y las tuberías de distribución con diámetros de ¾" y ½".

Para el abastecimiento de agua contra incendios se ha considerado el uso de tuberías alimentadoras y mangueras con boquilla, que estarán alojados en los gabinetes contra incendios, ubicados en el hall de escaleras de cada piso, contando cada cisterna con una electrobomba contra incendios de 40 HP, una electrobomba tipo jockey de 1 HP y una válvula siamesa para uso de los bomberos.

El sistema de desagüe y ventilación consta de ramales horizontales de 2" y 4", montantes de descarga de 2" y 4", las cajas de registro de 10"x20" y 12"x24" y las tuberías de ventilación de 2" y 2 ½". Se tiene 2 cajas de registro principal de 12"x24", las cuales son opuestas, simétricamente. Estas cajas de registro principales llevarán las aguas servidas a la red de desagüe interior del conjunto residencial compuesto por 16 buzones y tuberías de 8", para después unirse a la red de desagüe externa.

INTRODUCCION

Las instalaciones sanitarias para edificaciones requieren de un diseño muy cuidadoso y estudiado, por lo que el proyectista se ve en la necesidad de estudiar y diseñar cada proyecto en forma individual, dando soluciones que permitan una ejecución del proyecto en forma satisfactoria, y aún más, luego de construidas, que estas instalaciones funcionen y se mantengan en forma adecuada cumpliendo con las funciones para la cual fueron diseñadas.

Un buen diseño de los componentes del sistema de abastecimiento de agua garantizará la potabilidad del agua y por consiguiente la salud de las personas que habitan en la edificación. Además de brindar una mejor calidad de vida, confort (agua caliente) y seguridad (agua contra incendio).

Asimismo, las aguas servidas son los principales vehículos de transmisión de agentes patógenos de enfermedades del tipo epidémicas e infecto-contagiosas, por ende, es necesario realizar un sistema adecuado de eliminación, además de una correcta ventilación de los aparatos sanitarios, para evitar el deterioro de los mismos.

En función a todo lo comentado anteriormente, es que se procedió al diseño de las instalaciones sanitarias interiores. El presente informe de suficiencia está dividido en 6 capítulos.

En el capítulo 1, se describe el proyecto en general, es decir, una memoria descriptiva de todo el proyecto, indicando los aspectos de topografía, suelos, arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas. Además se ha mencionado lo referente a factibilidad de los servicios.

El capítulo 2, se refiere a la parte teórica de las instalaciones sanitarias interiores, en el que se explican los diferentes sistemas de abastecimiento, tanto para agua fría, caliente y agua contra incendios, y los sistemas de desagüe y ventilación. Se explica, también, la importancia de las instalaciones sanitarias para lo referente a salud, valor de edificación y ahorro de agua potable.

En el capítulo 3, se explica y desarrolla lo referente al abastecimiento de agua fría, que será realizado mediante un sistema de electrobombas de presión constante y velocidad variable.

En el capítulo 4, se explica y desarrolla lo referente al abastecimiento de agua caliente, que será realizado mediante un sistema sin retorno de agua, con un calentador de agua y ramales de distribución.

En el capítulo 5, se explica y desarrolla lo referente al sistema de abastecimiento de agua contra incendios, que será realizado mediante el uso de tuberías alimentadoras y mangueras con boquilla.

El capítulo 6 consiste en el desarrollo del sistema de desagüe y ventilación, conformado por ramales horizontales, montantes de descarga, cajas de registro y tuberías de ventilación.

En lo referente a conclusiones y recomendaciones se indicarán los objetivos que se lograron al realizar el informe de suficiencia, así como también que sugerencias y/o puntos deben de reforzarse y/o seguir investigando.

La bibliografía contempla el material de estudio empleado para la realización de los diferentes capítulos del informe.

En los anexos se adjuntan la memoria descriptiva, las especificaciones técnicas y los planos de instalaciones sanitarias del proyecto.

CAPITULO 1

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA:

Descripción:

El Conjunto Residencial “Las Clivias de Surco” es un proyecto de edificios multifamiliares con detalles que marcan la diferencia, con amplios espacios de ambientes y acabados de alta calidad. El proyecto se desarrolla en un área de 11,800m² y comprende la construcción de 9 edificios de 5 pisos cada uno, con un total de 180 departamentos.

Ubicación:

El predio de la Mz. S-4 Lote N°1 Urb. Prolongación Benavides se encuentra ubicado en el distrito de Santiago de Surco y está limitado por la Avenida Andrés Tinoco, Calle Monte Caoba, Calle Loma de las Clivias y el Centro Educativo Inicial N° 551. El Complejo se ubica en una zona residencial y exclusiva del Distrito de Santiago de Surco, con cercanía a Centros Comerciales, Avenidas principales como Caminos del Inca y la Vía de Evitamiento, Centros de Estudio y excelente equipamiento urbano a los alrededores.

Topografía:

El terreno se encuentra completamente cercado por muros de albañilería, en su interior existen acumulaciones de desperdicios y árboles de aproximadamente 7m de altura.

Los linderos del terreno son:

- Por el norte, con la Av. Andrés Tinoco, en una longitud de 79.95m.
- Por el sur, con la calle Loma de las Clivias, en una longitud de 78.05m.
- Por el este, con el centro educativo inicial N° 551, en una longitud de 150.25m.

- Por el oeste, con la calle Monte Caoba, en una longitud de 150.27m.

El terreno presenta una topografía relativamente plana, con una pendiente de 3% que va de norte a sur, desde la Av. Andrés Tinoco hasta la Calle Loma de las Clivias.

Los alrededores del terreno se encuentran completamente urbanizados, contando con redes de agua, desagüe, energía eléctrica y telecomunicaciones.



Foto N° 1.1: Vista interior del terreno

Estudio de Suelos:

El Estudio de Mecánica de Suelos comprendió la excavación de 7 calicatas hasta la profundidad de 2.80m y la realización de los ensayos estándar (granulometría, contenido de humedad y clasificación SUCS), ensayos especiales (corte directo) y ensayos químicos (sales solubles totales, sulfatos y cloruros).

El perfil estratigráfico del terreno presenta una cobertura de 0.00 – 0.40m de profundidad en promedio, arena limosa con gravas (SM), color beige, seco, compacidad media, subyace de 0.40m a 2.80m de profundidad, grava mal gradada con arena (GP), color gris, seco, compacidad densa, gravas de forma subredondeadas con cantos rodados T.M.=10” en 3%. Hasta la profundidad explorada de 2.80m no se encontró el nivel freático.

El suelo presenta un bajo riesgo por ataque químico, por lo que se usará cemento tipo I para la cimentación. La capacidad portante del suelo es de 2.00kg/cm² a una profundidad de 1.00m. Se usará una cimentación del tipo platea o losa.



Foto N° 1.2: Calicata realizada para estudio de suelo

Arquitectura:

El desarrollo del predio prevé dos vías de acceso vehicular, amplio espacio para tránsito peatonal, el desarrollo de una zona de recreación, terrazas en el último nivel de los edificios y estacionamiento descubierto para 188 autos.

El ingreso al edificio posee un eje demarcado que permite la circulación a cada uno de los departamentos. En el corazón del edificio se encuentra la caja de ascensores y la caja de escaleras para el desplazamiento vertical. Cada departamento posee 01 dormitorio principal con baño privado y walking closet, 01 dormitorio adicional y un estudio privado. Se ha proyectado un ingreso independiente del pasadizo principal a la zona de servicio ingresando por la cocina, lavandería y dormitorio del personal de servicio con baño privado. Adicionalmente, los departamentos del primer piso cuentan con un patio y jardín contiguo a la lavandería. La variante se presenta en el quinto piso cuyos departamentos son dúplex. La azotea se comunica con el departamento a través de una escalera directa que nace en el pasadizo de tránsito de la zona social a la zona de descanso. La zona social en la azotea comprende una sala de juegos

con bar y zona para barbicue; la zona de servicio comprende tendales, planchador y dormitorio de servicio con baño privado.



Imagen N° 1.1: Maqueta Virtual del Condominio

Estructuras:

Los edificios estarán cimentados mediante plateas a 1.00m de profundidad, de acuerdo a lo recomendado por el estudio de suelos del proyecto, con una capacidad portante de 2.5 Kg/cm². El sistema estructural constará de muros de ductilidad limitada con losas de entrepiso de concreto armado, cuya densidad de muros, propia de la arquitectura seleccionada, proporciona un adecuado comportamiento frente a los sismos, restringiendo el desplazamiento horizontal a valores mínimos.

Preliminarmente se plantea el uso de concreto de $f_c=210$ Kg/cm² con fibra de polipropileno 600 gr/m³ (slump 8" máx. y agregado grueso de huso 67) para los muros de ductilidad limitada y concreto $f_c=210$ Kg/cm² con fibra de polipropileno 600 gr/m³ (slump 4" máx. y agregado grueso de huso 57) para las losas de entrepiso. El acero de refuerzo será acero corrugado de grado 60.

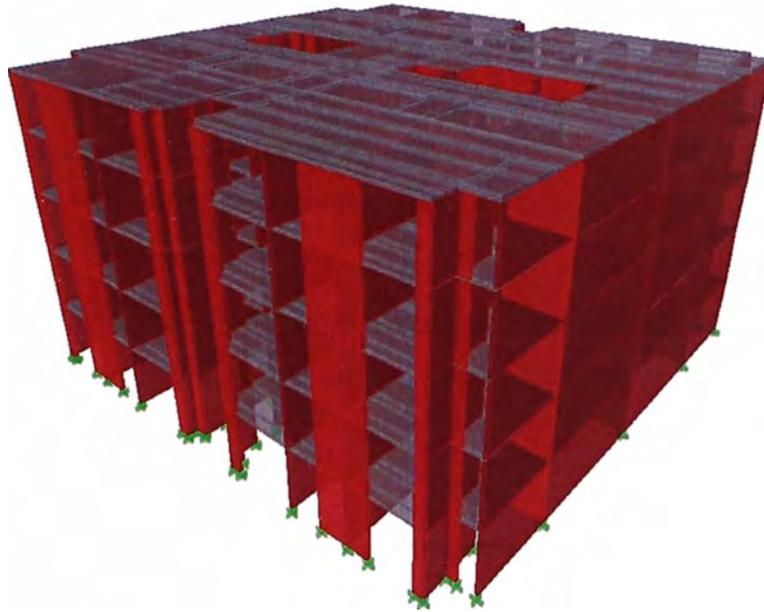


Imagen N° 1.2: Vista tridimensional del modelo estructural

Instalaciones Sanitarias:

Para el abastecimiento de agua fría se ha tomado como fuente la red pública mediante 2 conexiones domiciliarias con tubería de 4" de diámetro para la cisterna 1 de 137.20m³ de capacidad, dentro del cuál se ha considerado el volumen de consumo doméstico, reserva y para el agua contra incendio, esta cisterna alimentará a los bloques A, B, C, D y E; y tubería de 3" de diámetro para la cisterna 2 de 118.40m³ de capacidad, dentro del cuál se ha considerado el volumen de consumo doméstico, reserva y para el agua contra incendio, esta cisterna alimentará a los bloques F, G, H e I.

Para la distribución del sistema de agua fría dentro de la propiedad, se ha considerado un sistema de abastecimiento con electrobombas de presión constante y velocidad variable, cada cisterna cuenta con 3 electrobombas de 5 HP cada una que trabajan simultáneamente, 1 tanque de compensación (hidroneumático) de 550 galones, que distribuirá el agua a todos los puntos de los edificios de acuerdo a la demanda existente.

Instalaciones eléctricas:

Para el abastecimiento de energía eléctrica, se captará desde la red secundaria a través de una subestación eléctrica de 800Kw, la cual alimentará al banco de medidores de cada edificio, el tablero para servicios generales exteriores y el tablero para bombas de agua contra incendios.

Dentro de cada edificio, se tiene tableros de distribución para cada departamento, además se tiene un tablero de servicios generales y un tablero para el ascensor.

Además se cuenta con servicios de telecomunicaciones, en cada edificio, tales como intercomunicadores, teléfonos externos, TV-cable y central contra incendios.

1.2 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS:

Se indican los pasos a seguir para los tramites de factibilidad, así como los costos de los mismos.

Factibilidad de los servicios de agua potable y desagüe: SEDAPAL

Solicitud dirigida a Sedapal (Nombre, DNI., Dirección del predio, E-mail, Teléfono), presentarlo en el Módulo Venta de Conexiones.

Original y Copia del DNI.

- Original y copia Título de Propiedad ó Escritura pública de compraventa y/o Testimonio para ser autenticado por nuestro Fedatario.

03 Croquis de ubicación del predio, indicando las calles que lo rodean en sus cuatro frentes.

- Costo de la factibilidad del servicio S/. 125.00

La documentación debe presentarse en un folder debidamente foliado (sujetado por un fastener).

- El costo de la Conexión de Agua aprox. S/. 720.00 + IGV.

El costo de la Conexión de Desagüe aprox. S/. 988.30 + IGV.

- Financiamiento Inicial del 30% y el saldo hasta en 12 meses.

Los trámites por compra de conexiones nuevas la realiza directamente el Grupo Funcional de Promoción y Aseguramiento del Servicio (PAS), en el Centro de Servicio Surquillo a través del Módulo de Ventas de Conexiones, sito en Av. Angamos Este N° 1450.

Factibilidad de suministro eléctrico: LUZ DEL SUR

- Solicitud firmada indicando la potencia requerida y el tipo de medidor (MONOFÁSICO Ó TRIFASICO)
- Original y fotocopia simple del documento que acredite la propiedad del predio (antigüedad no mayor a 1 año), se detallan todos los documentos que pueden probar propiedad del predio:

Título de Propiedad

Minuta de compraventa con número de kardex

Documento otorgado por COFOPRI

Constancia de Adjudicación o Posesión de lote

- De no contar con alguno de los documentos antes enumerados, no será factible atender su solicitud para una nueva conexión.
- Documento de identidad del propietario
- Croquis de ubicación del predio
- Si la propiedad es compartida deberá presentar la autorización legalizada del resto de propietarios
- Es oportuno mencionar que toda documentación está sujeta a una evaluación y nuestra representada (Luz del Sur) se reserva el derecho de solicitar algún documento adicional si lo considera necesario.
- En caso se solicitara una potencia mayor a 10 kW, presentar el Cuadro de Cargas firmado por Ing. Electricista Colegiado.
- Si solicita una potencia mayor a 20 kW, presentar Plano de Instalaciones Eléctricas firmado por Ing. Electricista Colegiado.
- También es indispensable que el cableado interno y la cajuela se encuentren terminados al momento de realizar la solicitud que comprende:

Tablero o llave general

Cajuela o nicho donde se va a ubicar el medidor de acuerdo a las dimensiones del tipo de medidor.

Cableado desde la llave general hasta la cajuela (1 metro adicional para instalación de medidor).

Canaleta para acometida.

Altura desde el nivel del piso hasta la parte baja de la cajuela debe ser de 80cm.

- El precio no sólo dependerá del tipo de conexión sino también de la potencia a contratar, generalmente puede oscilar entre S/. 283.00 y S/. 697.00 pero si se requiere de la intervención del Departamento de Proyectos el precio podría superar los montos referenciales.
- El pago del presupuesto puede ser total o puede solicitar facilidades de pago (Transacción Extrajudicial) pagando el 50% del presupuesto como cuota inicial (este monto puede variar) más los gastos administrativos y el saldo a tratarse directamente en la oficina comercial correspondiente.
- Si su pedido no requiere la intervención del Departamento de Proyectos los tiempos máximos para cada trabajo son:
 - Elaboración del presupuesto: 5 días
 - Instalación del medidor una vez cancelado el presupuesto: 7 días

Factibilidad de suministro de gas: CALIDDA

Se menciona parte de la carta de respuesta dada por CALIDDA.

“No contamos con redes de distribución residencial en la calle mencionada del distrito de Santiago de Surco. Sin embargo, tenemos interés de que forme parte de las zonas a seguir desarrollando.

En relación a las instalaciones internas para servicio de distribución residencial el usuario puede elegir que la instalación interna la realice un instalador interno registrado ante Osinergmin o por intermedio de Calidda (sólo de existir red).

No obstante a lo anteriormente indicado, hemos registrado sus datos en nuestro sistema, a fin de contactarlo en cuanto estemos realizando ampliación de red en el distrito.”

CAPITULO 2

INSTALACIONES SANITARIAS INTERIORES

2.1 MARCO TEORICO:

Generalidades:

Las instalaciones sanitarias interiores comprenden los sistemas de agua fría, sistema de agua caliente, sistema de agua contra incendios y sistema de desagüe y ventilación para las edificaciones.

Sistema de Agua Fría:

El sistema de abastecimiento de agua de una edificación comprende las instalaciones interiores desde el medidor o dispositivo regulador o de control, sin incluirlo, hasta cada uno de los puntos de consumo.

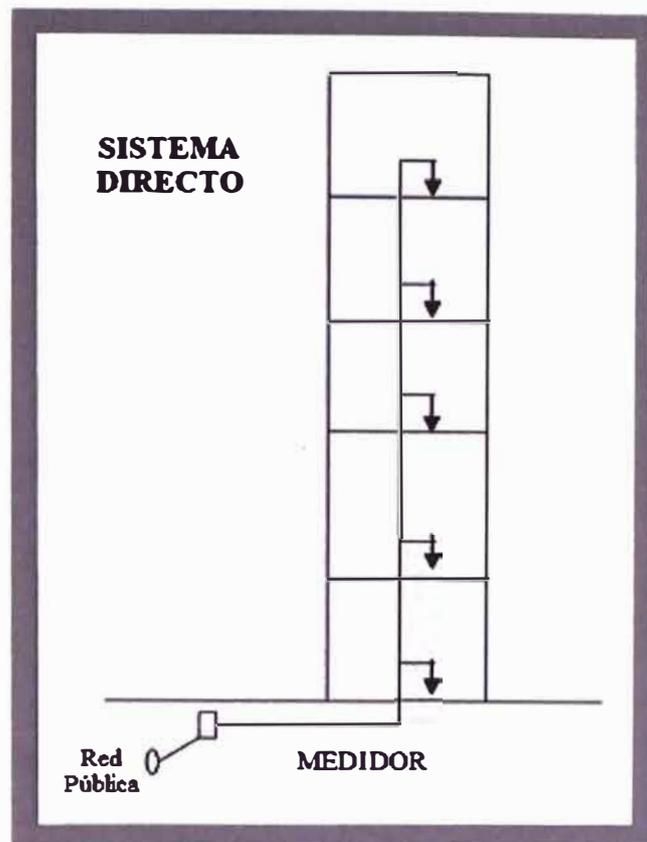
El sistema de abastecimiento de agua de un edificio depende de los siguientes factores:

- Presión de agua en la red pública.
- Altura y forma del edificio
- Presiones interiores necesarias

De aquí que cualquier método que se emplee puede ser: directo, indirecto y mixto combinado.

a. Sistema Directo de Suministro de Agua: Es el suministro de agua a los puntos de consumo (aparatos sanitarios) directamente por la presión de la red pública tal como apreciamos en el esquema siguiente:

Sistema Directo



Esquema N° 2.1: Sistema de suministro directo

Ventajas:

- Menos peligro de contaminación económico.
- Medición de caudales con mayor exactitud.

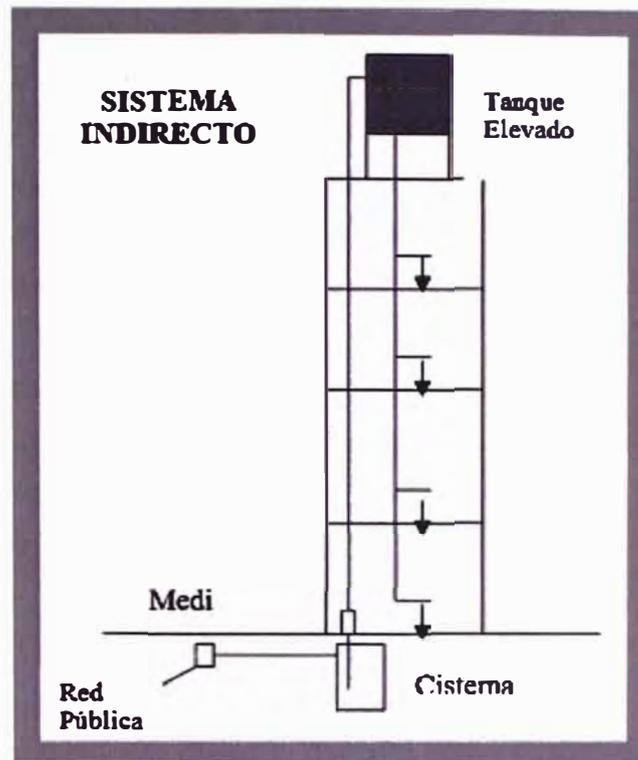
Desventajas:

- No existe almacenamiento de agua.
- Si la red pública no tiene servicio, la edificación tampoco
- Abastecen edificios de baja altura (2 ó 3 pisos)

b. Sistema Indirecto de Suministro de Agua: Se presenta cuando la presión en la red pública no es suficiente para dar servicio a los aparatos sanitarios de los niveles más altos. Se requiere de cisternas, tanque elevado y equipos de bombeo. El sistema se abastece por bombeo o por gravedad, hay 03 tipos:

- Tanque elevado por alimentación directa.
- Cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado.
- Cisterna y equipo de bombeo (tanque hidroneumático)

Sistema Indirecto



Esquema N° 2.2: Sistema indirecto de suministro de agua

Ventajas de Importancia

- Existe reserva de agua, para el caso de interrupción del servicio.
- Presión Constante y razonable en cualquier punto de la red

Desventajas de Importancia

- Mayor probabilidad de contaminación del agua almacenada.
- Requieren de equipo de bombeo, supeditado a energía eléctrica o petróleo.

c. Sistema Mixto: Se caracteriza por tener alimentación directa en los pisos inferiores y alimentación indirecta en los pisos superiores mediante el tanque elevado.

Para las redes de distribución se debe tener en cuenta, que la separación mínima entre la tubería de agua y la de desagüe debe ser 15cm. Las tuberías de agua van colocadas en ductos.

Para el almacenamiento y regulación, se debe tener en cuenta:

- Calidad del Agua de almacenamiento.
- Provisión de depósitos de almacenamiento.
- Capacidad de los depósitos de almacenamiento.
- Materiales de Construcción en los depósitos.
- Dimensionamiento de la tubería de rebose.
- Control del nivel de agua.

En lo que se refiere a elevación, se debe considerar:

- Ubicación adecuada de los equipos de bombeo.
- Instalación sobre fundaciones de concreto.
- Número de equipos de bombeo.

Sistema de Agua Caliente:

El sistema de abastecimiento de agua caliente esta constituido por un calentador con o sin un tanque acumulador, una tubería que transporte el agua a los diferentes artefactos que lo requieren y a continuación una tubería que devuelve el agua no utilizada al calentador. Esta tubería de retorno no es requerida en pequeñas instalaciones.

Se tienen 2 métodos de calentamiento: calentamiento directo y método indirecto de calentamiento.

- a. Calentamiento directo:** Consiste en calentar el agua por contacto directo con superficies expuestas a las altas temperaturas del fuego y de los gases de la chimenea, generadas por la combustión o con contactos directos con superficies calentadas eléctricamente o por contacto con elementos calefactores eléctricos sumergidos, en este método las temperaturas pueden ser relativamente altas.
- b. Método indirecto de calentamiento:** Consiste en calentar el agua por contacto con superficies que sirven como un medio de transferencia o intercambio de calor de agua caliente a alta temperatura o del vapor al agua en el sistema de suministro de agua caliente. Con este método, las

superficies de calentamiento se sujetan a condiciones de temperatura mucho más bajas de las que prevalecen generalmente con el método directo.

Todos los calentadores pueden clasificarse como calentadores sin tanque o con tanque de almacenamiento.

El cálculo de las redes se realiza similarmente al de la red de agua fría, debiendo establecer el tipo de sistema a utilizar. El sistema sin retorno se permitirá solamente en instalaciones con calentadores individuales. El sistema con retorno deberá utilizarse en aquellos edificios donde se instalen equipos centrales de producción de agua caliente.

Sistema de Agua contra Incendios:

El sistema de agua contra incendios se basa en la prevención y combate, más que todo combate, debido a que el agua es el elemento más empleado para la lucha contra incendios.

Los sistemas a emplearse para combatir incendios serán:

- a. Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edificación.
- b. Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edificación y salida contra incendio para ser utilizada por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad.
- c. Alimentadores y mangueras para uso combinado de los ocupantes del edificio y del Cuerpo de Bomberos.
- d. Rociadores automáticos.
- e. Otros sistemas.

Sistema de tubería y dispositivos para ser usados por los ocupantes de edificio: Será obligatorio el sistema de tuberías y dispositivos para ser usado por los ocupantes del edificio, en todo aquel que sea de más de 15m de altura o cuando las condiciones de riesgo lo ameritan.

Sistema de tubería y dispositivos para ser usados por el cuerpo de bomberos: Se instalarán sistemas de tuberías y dispositivos para ser usados por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad, en las plantas industriales, edificios de más de 50m de altura y toda otra edificación que por sus características especiales, lo requiera

Sistemas de rociadores automáticos: Se instalarán sistemas de rociadores automáticos en edificaciones de más de dos pisos usadas para manufactura, almacenaje de materiales o mercadería combustible y con área superior a los 1000m² de construcción.

El **volumen de almacenamiento** mínimo será de 25m³ en cisterna o tanque elevado.

Los **alimentadores** deben calcularse para obtener el caudal que permita el funcionamiento simultáneo de 2 mangueras contra incendio.

Las **bombas contra incendio** deberán llevar control de arranque y parada para el funcionamiento automático conectado los sistemas de alarma del edificio. Las bombas pueden clasificarse del tipo vertical y horizontal y pueden ser activadas vía eléctrica (electrobombas) o por combustible Diesel (motobombas).

Las partes más comunes son:

- a. Manómetro de descarga
- b. Manómetro de succión
- c. Válvula de aire
- d. Válvula de alivio y refrigeración de carcasa
- e. Tablero eléctrico independiente
- f. Plato vortex para eliminar los vórtices del aire

La elección de la bomba deberá estar basada en el valor nominal de la descarga indicada en las curvas de los catálogos.

Las bombas Jockey (opcional) permiten presurizar el sistema de agua contra incendio en cualquier punto de la red, por lo que deberán poseer una presión entre el 2% y 10% de la presión de la bomba contra incendio elegida.

Los **gabinetes contra incendio (GCI)** deberán tener mangueras contra incendio de acuerdo al diámetro periférico. La conexión deberá ser con rosca tipo macho con el diámetro correspondiente. Asimismo deberá tener una válvula tipo globo recta. El GCI tiene que estar pintada de color rojo de acuerdo a las normas indicada por INDECOPI.

Las instalación de **uniones siamesas** deberán estar entre 0.50 – 0.90m NPT (Nivel de Piso Terminado) conectados a las montantes para la instalación con unidad de bomberos.

Sistema de Desagüe y Ventilación:

Este sistema es conocido también como sistema de evacuación de aguas servidas, que se realiza mediante un sistema de tuberías que deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Evacuar rápidamente las aguas servidas, alejándolas de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de la vivienda o edificio.
- Las tuberías deben ser de materiales durables e instaladas de manera que no se provoque alteraciones con los movimientos de los edificios.
- Los materiales de que están hechas las tuberías deben resistir la acción corrosiva del terreno en que están instaladas y de las aguas que transportan.

Sistema adecuado para la evacuación rápida de todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.

Todo sistema de desagües deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar la limpieza y mantenimiento.

Todas las conexiones entre tubería de desagüe deben realizarse formando un ángulo de 45°, salvo que se hagan en una caja de registro.

Cuando una tubería desagüe cruce una tubería de agua deberá hacerlo por debajo de ella, a una distancia no menor de 0.10m.

Pendientes mínimas:

D \geq 4" 1.0 %

D \leq 3" 1.5 %

Las **cajas de registro** se colocarán a una distancia máxima de 15m. en tramos rectos.

El **sistema de ventilación** esta constituido por una serie de tuberías que acometen a la red de desagüe cerca de las trampas estableciendo una comunicación con el aire exterior.

El sistema consta de **derivación** que salen de los aparatos y se enlazan a las **columnas** de ventilación.

Las derivación horizontales deben tener pendiente para dar salida por los tubos de descarga al agua de condensación que llegue a formarse, 1% mínimo.

2.2 IMPORTANCIA DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS:

Las edificaciones desde el momento que están destinadas a albergar núcleos humanos en sus diversas actividades, deben presentar buenas condiciones para que estas actividades se lleven a cabo de la manera más segura, placentera y cómoda posible. Es así que a base de experiencia acumulada en los países que han alcanzado alto grado de desarrollo se han elaborado leyes y reglamentos que rigen la construcción de las edificaciones, de tal manera que estos tienen

que mostrar condiciones mínimas en los aspectos arquitectónicos y de instalaciones.

En el aspecto de las instalaciones se toca lo referente a las instalaciones sanitarias (agua y desagüe), a las instalaciones eléctricas y electromecánicas, a las instalaciones de vapor, aire acondicionado, gas, oxígeno y petróleo.

Todas las instalaciones de una edificación cumplen un rol de importancia pero las instalaciones sanitarias de edificaciones hacen sentir con mayor intensidad su importancia en los siguientes puntos básicos:

- **Salud de sus ocupantes y de la colectividad:** Las instalaciones sanitarias en edificaciones pueden incidir peligrosamente en la salud, tanto en los habitantes de la edificación debido a un mal diseño que puede hacer que “el agua usada” fluya hacia atrás, hacia los tubos de conducción de agua limpia.
- **Valor de la edificación:** En edificaciones las instalaciones sanitarias tienen influencia, ya que son por lo general las que determinan el valor y la categoría de dichas edificaciones.
- **Ahorro de agua potable:** Las instalaciones sanitarias interiores tienen incidencia en el consumo de agua potable; debido al buen o mal diseño y construcción de las obras, que evitan o dan lugar a desperdicios de agua potable, innecesarios y costos.

CAPITULO 3

SISTEMA DE AGUA FRIA

3.1 ELECCION DEL SISTEMA:

Para la distribución del sistema de agua fría dentro de la propiedad, se ha considerado un sistema de abastecimiento con electrobombas de presión constante y velocidad variable, que distribuirá el agua a todos los puntos de los edificios de acuerdo a la demanda existente.

Las condiciones para la utilización del siguiente sistema fueron las siguientes:

- Debido a la baja presión de la red pública (14m) y la altura de la edificación (5 pisos y azotea), no se puede aplicar el sistema directo de suministro de agua.
- Arquitectónica y estructuralmente no se ha previsto la construcción de un tanque elevado en las edificaciones del condominio, con lo cual el sistema de cisterna, electrobombas y tanque elevado quedo descartado.
- Se planteo inicialmente un sistema de suministro con cisterna, electrobombas y tanque hidroneumático, pero las dimensiones del tanque hidroneumático que resultaba era “enorme” por lo cual se descartó esta opción.

Este sistema permite la utilización de bombas de presión constante, pero necesita un tanque de compensación, que es similar a un tanque hidroneumático, pero de menor dimensión.

3.2 DOTACION Y MAXIMA DEMANDA:

La Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) en el ítem 2.2 referido a **dotaciones**, establece los valores a considerar para la dotación de los departamentos para edificios multifamiliares (850 lt/día/dpto de 2 dormitorios), así como también para los parques (2 lt/m²).

Con lo cual se ha elaborado el siguiente resumen:

Tabla N° 3.1: Dotaciones para edificio típico y parques

Edificio típico

Dotación	850	Litros/día/dpto
N° Pisos	5	
Dpto/piso	4	
Total	17,000	Litros/día
Total	17.00	M3

Parque 1

Dotación	2	Litros/día/m2
Área	1,100	M2
Total	2,200	Litros/día
Total	2.20	M3

Parque 2

Dotación	2	Litros/día/m2
Área	200	M2
Total	400	Litros/día
Total	0.40	M3

El Proyecto Inmobiliario “Las Clivias de Surco” comprende 9 edificios de departamentos. Por lo que la demanda total de agua por consumo doméstico será:

Tabla 3.2: Dotación por consumo doméstico para el Conjunto Residencial

Demanda por edificio	17,000	Lt/edificio
Cantidad de edificios atendidos	9	
Demanda total de consumo doméstico	153,000	Lt
Demanda por parque 1	2,200	Lt
Demanda por parque 2	400	Lt
Dotación total	155,600	Lt
Total	155.60	M3

Además de la dotación por consumo doméstico, el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) especifica que se debe considerar como mínimo un volumen de 25m3 en el caso de sistema contra incendio.

Para el cálculo de la **máxima demanda simultánea** se debe tener presente que cada aparato sanitario tiene un valor de unidades de Hunter (U.H). El **anexo 1** de la Norma IS.010 del R.N.E. especifica la cantidad de **unidades de Hunter** para

cada aparato sanitario de uso privado. Finalmente, se sumarán todas las unidades de Hunter en el edificio y con ayuda del **anexo 3** de la Norma IS.010 del R.N.E. se calculará la equivalencia entre unidades de Hunter y el caudal de máxima demanda simultánea.

A continuación se muestra el resumen calculado para un edificio típico:

Tabla 3.3: Máxima demanda simultánea para un edificio típico

DPTO	AMBIENTE	UNIDADES DE GASTO POR PISO					
		1º PISO	2º PISO	3º PISO	4º PISO	5º PISO	AZOTEA
1	SSHH1	6	6	6	6	6	6
	SSHH2	6	6	6	6	6	
	SSHH3	5	5	5	5	5	
	SSHH4						6
	LAVANDERIA	6	6	6	6	6	
	COCINA	3	3	3	3	3	
	PATIO	2					
	BAR						3
2	SSHH1	6	6	6	6	6	6
	SSHH2	6	6	6	6	6	
	SSHH3	5	5	5	5	5	
	SSHH4						6
	LAVANDERIA	6	6	6	6	6	
	COCINA	3	3	3	3	3	
	PATIO	2					
	BAR						3
3	SSHH1	6	6	6	6	6	6
	SSHH2	6	6	6	6	6	
	SSHH3	5	5	5	5	5	
	SSHH4						6
	LAVANDERIA	6	6	6	6	6	
	COCINA	3	3	3	3	3	
	PATIO	2					
	BAR						3
4	SSHH1	6	6	6	6	6	6
	SSHH2	6	6	6	6	6	
	SSHH3	5	5	5	5	5	
	SSHH4						6
	LAVANDERIA	6	6	6	6	6	
	COCINA	3	3	3	3	3	
	PATIO	2					
	BAR						3
		112	104	104	104	104	60

TOTAL DEL EDIFICIO: 588 U.H.

MDS (MAXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA) = 5.263 lt/s

3.3 CISTERNAS Y ELECTROBOMBAS:

CISTERNAS:

Las cisternas tendrán una capacidad equivalente a la dotación diaria para el consumo de la edificación más el volumen de reserva contra incendio (sistema de abastecimiento con electrobombas de presión constante).

El proyecto cuenta con 2 cisternas, para el cual, el cálculo de su volumen se ha realizado de la siguiente manera:

Volumen total de la cisterna 1:

La cisterna N° 1 abastece a 5 edificios (bloques A, B, C, D y E), el parque N° 1 y además se ha considerado que puede ocurrir 2 siniestros (incendios) por el cual se ha considerado un volumen contra incendios de 50m³ (25m³ por edificio según R.N.E). Con lo cual se obtiene:

Tabla N° 3.4: Volumen total de cisterna N° 1

Demanda por edificio	17,000.00	Lt/edificio
Cantidad de edificios atendidos	5.00	
Demanda total de consumo doméstico	85,000.00	Lt
Demanda por parque 1	2,200.00	Lt
Volumen de agua contra incendio	50,000.00	Lt
Total de volumen de almacenamiento	137,200.00	Lt
VOLUMEN DE CISTERNA N° 1	137.20	M3

Su ubicación será en la parte central del condominio, las dimensiones adoptadas son de 10m de largo por 6.50m de ancho y 3.40m de profundidad, las paredes de la cisterna serán de 25cm y el nivel de agua llegara a 2.40m. Adicionalmente se ha optado por un cuarto de máquinas, que se encuentra al costado de la cisterna y tiene como dimensiones 7m de largo por 3m de ancho y 3.40m de profundidad, donde estarán instaladas las bombas de agua, el tanque de compensación (hidroneumático) y las bombas contra incendio.

Volumen total de la cisterna 2:

La cisterna N° 2 abastece a 4 edificios (bloques F, G, H e I), el parque N° 2 y además se ha considerado que puede ocurrir 2 siniestros (incendios) por el cual

se ha considerado un volumen contra incendios de 50m³ (25m³ por edificio según R.N.E). Con lo cual se obtiene:

Tabla N° 3.5: Volumen total de cisterna N° 2

Demanda por edificio	17,000.00	Lt/edificio
Cantidad de edificios atendidos	4.00	
Demanda total de consumo domestico	68,000.00	Lt
Demanda por parque 2	400.00	Lt
Volumen de agua contra incendio	50,000.00	Lt
Total de volumen de almacenamiento	118,400.00	Lt
VOLUMEN DE CISTERNA N° 2	118.40	M3

Su ubicación será en la parte central del condominio, cerca de la cisterna N° 1, las dimensiones adoptadas son de 9m de largo por 6.50m de ancho y 3.40m de profundidad, las paredes de la cisterna serán de 25cm y el nivel de agua llegara a 2.40m. Adicionalmente se ha optado por un cuarto de máquinas, que se encuentra al costado de la cisterna y tiene como dimensiones 7m de largo por 3m de ancho y 3.40m de profundidad, donde estarán instaladas las bombas de agua, el tanque de compensación (hidroneumático) y las bombas contra incendio.

ELECTROBOMBAS Y TANQUE DE COMPENSACION:

El sistema de presión constante es una variante del sistema de tanque hidroneumático, consta de electrobombas de presión constante y de un tanque de compensación, que van ubicados en el cuarto de máquinas de la cisterna.

La información preliminar que se tiene es la siguiente:

Altura de la edificación (He):	He = 16.05m
Presión de salida (Ps):	Ps = 12m
Pérdida de carga (Hf = 50%(He+Ps)):	Hf = 14.03m

Cálculo de la altura dinámica total (ADT):

$$ADT = He + Ps + Hf = 16.05 + 12 + 14.03 = 42.08m$$

Electrobombas y Tanque de compensación para la cisterna N° 1:

La cisterna N° 1 alimenta a 5 edificios y 2 grifos de riego que se encuentran en el parque N° 1, con lo cual se tiene:

Tabla 3.6: Caudal de máxima demanda simultánea para la cisterna N° 1

Descripción	Cantidad	U.H.	Parcial
Edificios	5	588	2940
Grifos de riego	2	2	4
		Total U.H.	2944
		Q_{MDS}	16.07 Lt/s

Cálculo de la potencia de la bomba (HP): El valor de la potencia de la bomba esta dado por la fórmula:

$$HP = Q_{MDS} \times ADT / 75n$$

Donde:

n: Eficiencia de la bomba, se considera un valor entre 0.60 a 0.70, se considerará un valor medio de 0.65.

Reemplazando los valores obtenemos:

$$HP = 13.87 \text{ HP}$$

Se ha optado por el uso de 3 electrobombas en simultáneo, con lo cual la potencia de cada una de ellas sería de 5 HP, además cada bomba tendrá un caudal de bombeo (Qb) que se repartirá proporcionalmente del caudal de máxima demanda. Así se tiene:

$$Q_b = Q_{MDS} / 3 = 16.07 / 3 = 5.36 \text{ Lt/s}$$

Tanque de compensación: Este sistema funciona con un tanque de compensación, que se calcula igual a un tanque hidroneumático, pero está en función de la potencia de una sola bomba, así se tiene:

Presión de arranque (Pa): $Pa = (H_e + P_s) / 0.65 = (16.05 + 12) / 0.65 = 43m$
 $Pa = 4kg/cm^2$

Presión de parada (Pp): $Pp = Pa + 14m = 43 + 14 = 57m$
 $Pp = 6Kg/cm^2$

Para el cálculo de los números de arranque por hora (N) se hará uso de la siguiente tabla:

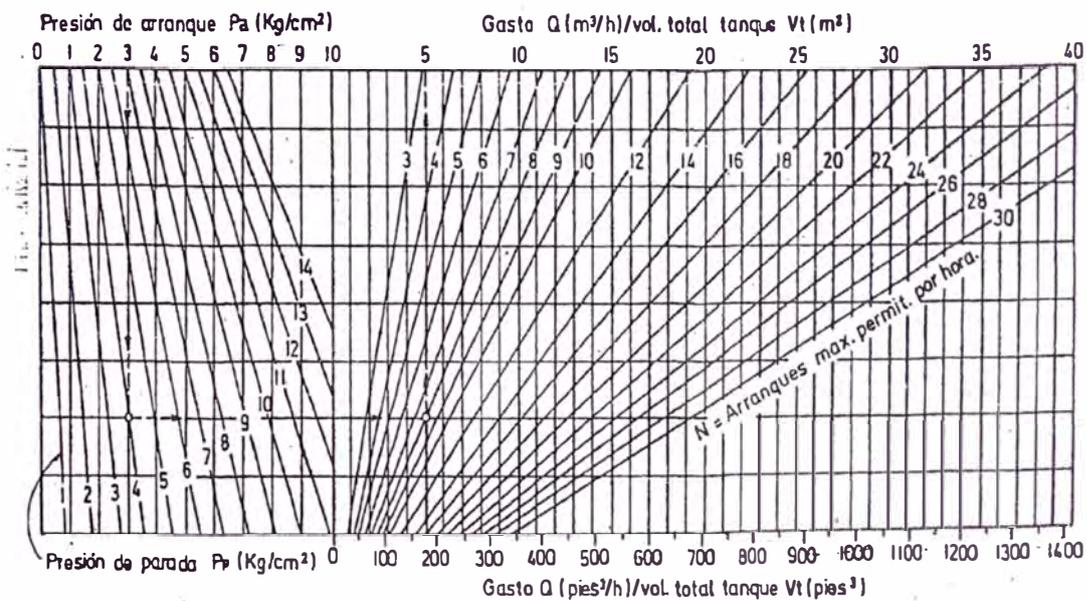
Tabla 3.7: Número máximo permitido de arranques por hora (N)

TAMAÑO DE LAS INSTALACIONES	POTENCIA (HP)	ARRANQUES - HORA (N)
PEQUEÑAS	MENORES DE 1 HP	12 a 24
MEDIANAS	DE 1 a 5 HP	8 a 10
GRANDES	MAYORES DE 5 HP	4 a 6

Las bombas usadas para el sistema de agua son de 5 HP, por lo tanto se toma un valor de $N = 10$, conservadoramente.

Para el cálculo del volumen del tanque de compensación, se hará uso de la siguiente tabla:

Tabla 3.8: Gráfico para la selección de tanques hidroneumáticos en función del número de arranques por hora (N), la presión de arranque (P_a) y la presión de parada (P_p)



Para el uso de esta tabla, se ingresa con la presión de arranque (Pa) y se baja verticalmente hasta el valor de la presión de parada (Pp), luego se lleva horizontalmente hasta el número de arranques por hora (N) y se toma el valor de Q(m³/h)/Vt(m³) que se encuentra en la parte superior, donde Vt viene a ser el volumen del tanque hidroneumático. Así se obtiene, con los datos de Pa = 4, Pp = 6 y N = 10, un valor de:

$$Q(m^3/h)/Vt(m^3) = 9.5$$

El caudal Q viene a ser el caudal de máxima demanda, que tiene por valor:

$$Q = Q_{MDS} = 16.07 \text{ Lt/s} \leftrightarrow 19.29 \text{ m}^3/\text{h}$$

El volumen del tanque hidroneumático (Vt) será:

$$Vt = Q / Q(m^3/h)/Vt(m^3) = 19.29/9.5 = 2.03 \text{ m}^3 \leftrightarrow 535.93 \text{ Gal-USA}$$

El tanque hidroneumático seleccionado se tomará de la siguiente tabla:

Tabla 3.9: Dimensiones normalizadas para la construcción de tanques hidroneumáticos y características de los compresores adecuados

CAPACIDAD Vt (Gal. USA)	DIMENSIONES DIAMETRO x LONGITUD (Pulg.) (Pies)			CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR	
				Tamaño (PCM)	Potencia (HP)
12	12"	x	2'	225 A	
20	14"	x	2.5'	225 A	
30	16"	x	3'	225 A	
42	16"	x	4'	225 A	Tamaño del cargador necesario (modelos: Jacuzzi o Imperial)
66	20"	x	4'	225 A	
85	20"	x	5'	225 A	
120	24"	x	5'	225 B	
140	24"	x	6'	225 B	
180	30"	x	5'	225 B	
220	30"	x	6'	225 B	
300	30"	x	8'	225 C	
350	36"	x	6'	225 C	
450	36"	x	8'	2 x 225 C	
560	36"	x	10'	1.5	1/3
550	42"	x	7'	1.5	1/2
770	42"	x	10'	1.5	1/2
900	42"	x	12'	3	3/4
1050	42"	x	14'	3	3/4
1000	48"	x	10'	5	1
1200	48"	x	12'	5	1
1500	48"	x	15'	7.5	1-1/2
1800	48"	x	18'	7.5	1-1/2
1900	48"	x	20'	7.5	2
2350	60"	x	16'	7.5	2
2940	60"	x	20'	11.0	3
3525	60"	x	24'	11.0	3

Con lo cual se opta por un tanque de 42" x 7' de 550 Gal-USA.

Electrobombas y Tanque de compensación para la cisterna N° 2:

La cisterna N° 2 alimenta a 4 edificios y 2 grifos de riego que se encuentran en el parque N° 2, con lo cual se tiene:

Tabla 3.10: Caudal de máxima demanda simultánea para la cisterna N° 2

Descripción	Cantidad	U.H.	Parcial
Edificios	4	588	2352
Grifos de riego	2	2	4
		Total U.H.	2356
		Q_{MDS}	13.67 Lt/s

Cálculo de la potencia de la bomba (HP):

$$HP = Q_{MDS} \times ADT / 75n = 13.67 \times 42.08 / (75 \times 0.65) = 11.79 \text{ HP}$$

Se ha optado por el uso de 3 electrobombas en simultáneo, con lo cual la potencia de cada una de ellas sería de 5 HP, además cada bomba tendrá un caudal de bombeo (Qb) que se repartirá proporcionalmente del caudal de máxima demanda. Así se tiene:

$$Q_b = Q_{MDS} / 3 = 13.67 / 3 = 4.56 \text{ Lt/s}$$

Tanque de compensación:

Similarmente a la cisterna N° 1:

Presión de arranque (Pa): $P_a = 4 \text{ kg/cm}^2$

Presión de parada (Pp): $P_p = 6 \text{ Kg/cm}^2$

Las bombas que se han usado para el sistema de agua son de 5 HP, por lo tanto, usando la Tabla 3.07 se toma un valor de N = 10, conservadoramente.

Usando la Tabla 3.08 se obtiene el valor de:

$$Q(\text{m}^3/\text{h}) / V(\text{m}^3) = 9.5$$

El caudal Q viene a ser el caudal de máxima demanda, que tiene por valor:

$$Q = Q_{MDS} = 13.67 \text{ Lt/s} \leftrightarrow 16.40 \text{ m}^3/\text{h}$$

El volumen del tanque hidroneumático (Vt) será:

$$Vt = Q / Q(m^3/h)/Vt(m^3) = 16.40/9.5 = 1.73m^3 \text{ } \leftrightarrow \text{ } 455.73 \text{ Gal-USA}$$

Usando la Tabla 3.09 se opta por un tanque de 42" x 7' de 550 Gal-USA.

3.4 TUBERÍAS DE ABDUCCION, SUCCION E IMPULSION:

TUBERIAS DE ABDUCCION Y MEDIDORES:

La tubería de abducción es la que lleva el agua desde la red pública hasta la cisterna. El proyecto, al poseer 2 cisternas, posee 2 tuberías de abducción. Se realizará el cálculo para cada una de ellas.

Tubería de abducción para la cisterna N° 1:

La información básica que se tiene para el cálculo de la tubería de abducción es la siguiente:

Presión en la red pública (PM): $PM = 20\text{lb/pulg}^2 \text{ } \leftrightarrow \text{ } 14\text{m}$

Presión de salida en la cisterna (Ps): $Ps = 2\text{m}$

Desnivel entre la red publica y la llegada a cisterna (Ht): $Ht = 1.50\text{m}$

Longitud de la tubería (L): $L = 126.20\text{m}$

Tiempo de llenado (T): $T = 4 \text{ horas}$

Volumen de la cisterna (VC): $VC = 137.20\text{m}^3$

Accesorios a utilizar: 1 válvula de paso, 1 válvula de compuerta, 4 codos de 90° y 1 codo de 45°.

Cálculo del caudal de llenado (QLL):

$$QLL = VC/T = 137.20/4 = 34.30\text{m}^3/\text{h} \text{ } \leftrightarrow \text{ } 125.77\text{LPM} \text{ } \leftrightarrow \text{ } 9.53\text{LPS}$$

Pérdida de carga disponible (Hfd):

$$Hfd = PM - (Ps + Ht) = 14 - (2 + 1.50) = 10.50\text{m}$$

La pérdida de carga disponible en el medidor (Hfm) se asume como el 50% de la perdida de carga disponible, así se tiene:

$$Hfm = 50\%Hfd = 50\%(10.50) = 5.25\text{m}$$

Usando el ábaco para medidores y pérdidas de cargas se obtiene:

Tabla 3.11: Diámetro de medidor vs Pérdida de carga – Cisterna N° 1

Diámetro(")	Hfm(lb/pulg2)	Hfm(m)
2	15	10.50
3	4	2.80
4	1.4	0.98

Por lo que usamos el **medidor de 3" de diámetro**, que posee una pérdida de carga $H_{fm} = 2.80\text{m}$.

La nueva pérdida de carga disponible (H_{fd}') será:

$$H_{fd}' = H_{fd} - H_{fm} = 10.50 - 2.80 = 7.70\text{m}$$

Asumiendo un diámetro de tubería (D): $D = 4''$ ($V_{max} = 3\text{m/s}$)

Se obtiene la siguiente velocidad (V) en la tubería:

$$V = 1.974 \times Q / (D^2) = 1.974 \times 9.53 / (4^2) = 1.175\text{m/s}$$

La gradiente hidráulica (s) para la tubería es:

$$s = 1741 \times [(Q/c)^{1.85}] / (D^{4.27}) = 1741 \times [(9.53/150)^{1.85}] / (4^{4.27}) = 0.029\text{m/m}$$

Debido a los accesorios que hay a lo largo de la longitud de la tubería, cada accesorio tendrá una longitud equivalente, sumando las longitudes equivalentes de todos los accesorios se obtiene la longitud equivalente total (L_e total), así obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 3.12: Longitud equivalente para accesorios en tubería de abducción N° 1

Accesorios	Cantidad	Le	Parcial
Válvula de paso	1	0.864	0.864
Válvula de compuerta	1	0.864	0.864
Codo 90°	4	4.091	16.364
Codo 45°	1	1.900	1.900
Reducción de 4" a 3"	2	0.864	1.728
		Le total=	21.720

La longitud total (L_t) a considerar será:

$$L_t = L + L_e \text{ total} = 126.20 + 21.720 = 147.920\text{m}$$

La pérdida de carga (H_f) que se tendrá será:

$$H_f = s.Lt = 0.029 \times 147.920 = 4.221\text{m} < H_{fd}' = 7.70\text{m} \quad \text{OK}$$

Finalmente:

Medidor: 3"

Tubería de alimentación: 4"

Tubería de abducción para la conexión N° 2:

Similarmente a la cisterna N° 1, la información básica que se tiene para el cálculo de la tubería de abducción es la siguiente:

Presión en la red pública (PM): $PM = 20\text{lb/pulg}^2 \leftrightarrow 14\text{m}$

Presión de salida en la cisterna (Ps): $Ps = 2\text{m}$

Desnivel entre la red pública y la llegada a cisterna (Ht): $Ht = 1.50\text{m}$

Longitud de la tubería (L): $L = 96.60\text{m}$

Tiempo de llenado (T): $T = 4\text{ horas}$

Volumen de la cisterna (VC): $VC = 118.40\text{m}^3$

Accesorios a utilizar: 1 válvula de paso, 1 válvula de compuerta, 3 codos de 90° y 1 codo de 45°.

Cálculo del caudal de llenado (QLL):

$$QLL = VC/T = 118.40/4 = 29.60\text{m}^3/\text{h} \leftrightarrow 108.53\text{LPM} \leftrightarrow 8.22\text{LPS}$$

Pérdida de carga disponible (Hfd):

$$H_{fd} = PM - (Ps + Ht) = 14 - (2 + 1.50) = 10.50\text{m}$$

La pérdida de carga disponible en el medidor (H_{fm}) se asume como el 50% de la pérdida de carga disponible, así se tiene:

$$H_{fm} = 50\%H_{fd} = 50\%(10.50) = 5.25\text{m}$$

Usando el ábaco para medidores y pérdidas de cargas se obtiene:

Tabla 3.13: Diámetro de medidor vs Pérdida de carga – Cisterna N° 2

Diámetro(")	H _{fm} (lb/pulg ²)	H _{fm} (m)
2	11	7.70
3	3	2.10
4	1.1	0.77

Por lo que usamos el **medidor de 3" de diámetro**, que posee una pérdida de carga $H_{fm} = 2.10\text{m}$.

La nueva pérdida de carga disponible (H_{fd}') será:

$$H_{fd}' = H_{fd} - H_{fm} = 10.50 - 2.10 = 8.40\text{m}$$

Asumiendo un diámetro de tubería (D): $D = 3''$ ($V_{\text{max}} = 3\text{m/s}$)

Se obtiene la siguiente velocidad (V) en la tubería:

$$V = 1.974 \times Q / (D^2) = 1.974 \times 8.22 / (3^2) = 1.803\text{m/s}$$

La gradiente hidráulica (s) para la tubería es:

$$s = 1741 \times [(Q/c)^{1.85}] / (D^{4.27}) = 1741 \times [(8.22/150)^{1.85}] / (3^{4.27}) = 0.074\text{m/m}$$

Debido a los accesorios que hay a lo largo de la longitud de la tubería, cada accesorio tendrá una longitud equivalente, sumando las longitudes equivalentes de todos los accesorios se obtiene la longitud equivalente total (L_e total), así obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 3.14: Longitud equivalente para accesorios en tubería de abducción N° 2

Accesorios	Cantidad	Le	Parcial
Válvula de paso	1	0.648	0.648
Válvula de compuerta	1	0.648	0.648
Codo 90°	3	3.068	9.204
Codo 45°	1	1.432	1.432
		Le total=	11.932

La longitud total (L_t) a considerar será:

$$L_t = L + L_e \text{ total} = 69.90 + 11.932 = 81.832\text{m}$$

La pérdida de carga (H_f) que se tendrá será:

$$H_f = s \cdot L_t = 0.074 \times 81.832 = 6.073\text{m} < H_{fd}' = 8.40\text{m} \text{ OK}$$

Finalmente:

Medidor: 3''

Tubería de alimentación: 3''

Tuberías de impulsión y succión para cisterna N° 1:

Para cada una de las 3 bombas de esta cisterna se tiene:

$$Q_b = Q_{MDS}/3 = 16.07/3 = 5.36 \text{ Lt/s}$$

Según el **anexo 5** de la Norma IS.010 del R.N.E. se obtiene el diámetro de la tubería de impulsión (\emptyset_i). El diámetro de la tubería de succión (\emptyset_s) viene a ser el diámetro siguiente a la tubería de impulsión. Así tenemos:

$$\text{Tubería de impulsión } (\emptyset_i) = 3''$$

$$\text{Tubería de succión } (\emptyset_s) = 4''$$

Al unirse los ramales de impulsión, el caudal que pasará por la tubería sería el caudal de máxima demanda, y la tubería de impulsión que se tendría, considerando lo anterior, será:

$$\text{Tubería de impulsión } (\emptyset_i) = 4''$$

Tuberías de impulsión y succión para la cisterna N° 2:

Similarmente a la cisterna N° 1:

$$Q_b = Q_{MDS}/3 = 13.67/3 = 4.56 \text{ Lt/s}$$

Se obtiene:

$$\text{Tubería de impulsión } (\emptyset_i) = 3''$$

$$\text{Tubería de succión } (\emptyset_s) = 4''$$

Al unirse los ramales de impulsión, el caudal que pasará por la tubería sería el caudal de máxima demanda, y la tubería de impulsión que se tendría, considerando lo anterior, será:

$$\text{Tubería de impulsión } (\emptyset_i) = 4''$$

3.5 REDES DE DISTRIBUCIÓN:

Para el cálculo de las redes de distribución, se ha considerado las unidades de Hunter del **anexo 1** de la Norma IS.010 del R.N.E, pero ahora se ha considerado el valor que indica agua fría, además que a la llegada del calentador de agua se considero también las unidades de Hunter correspondientes a agua caliente.

A continuación se muestra el resumen calculado para un edificio típico para agua fría, el resumen de agua caliente en su capítulo respectivo.

Tabla N° 3.15: Unidades de gasto de agua fría en edificio típico

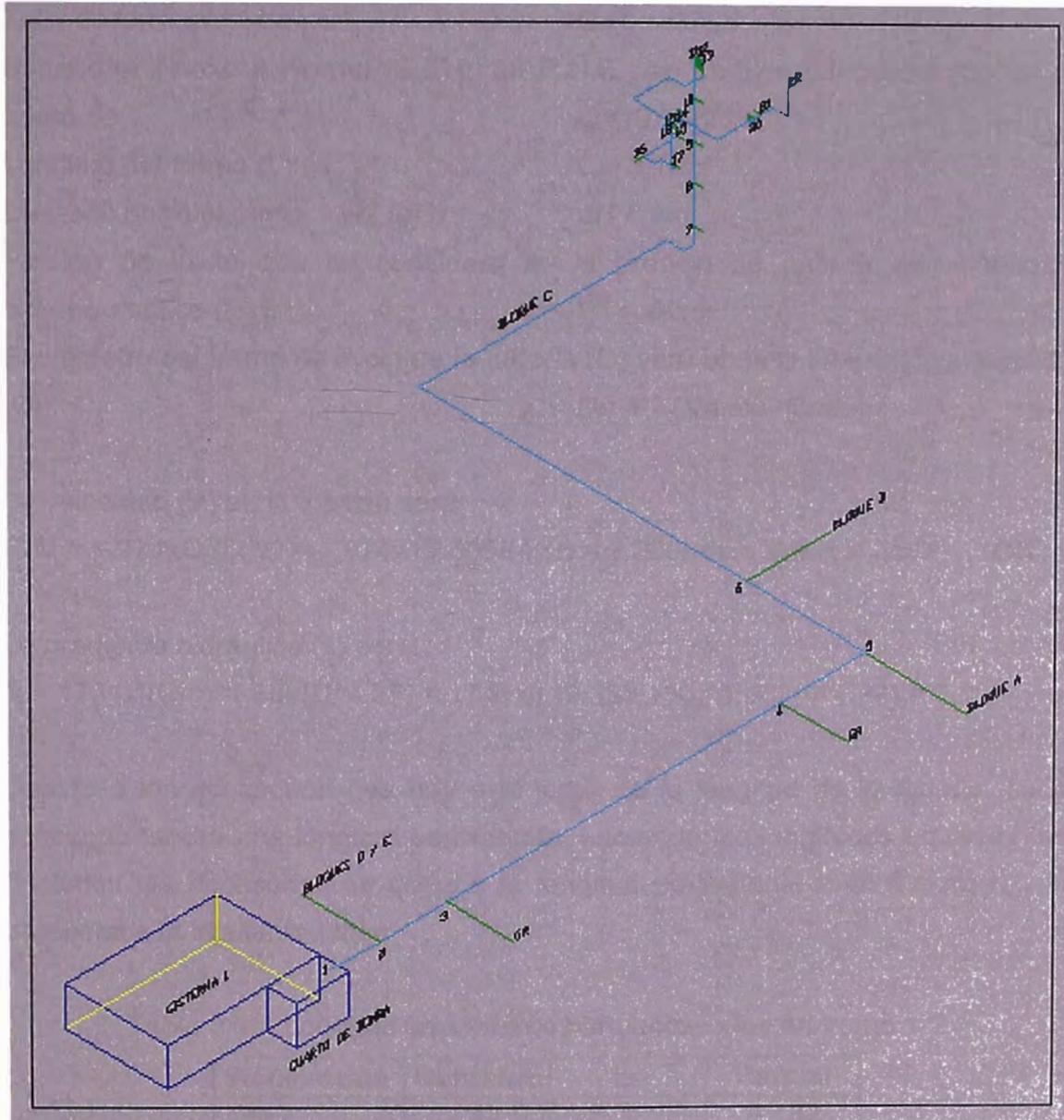
DPTO	AMBIENTE	UNIDADES DE GASTO POR PISO					
		1° PISO	2° PISO	3° PISO	4° PISO	5° PISO	AZOTEA
1	SSHH1	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
	SSHH2	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	
	SSHH3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
	SSHH4						5.25
	LAVANDERIA	4	4	4	4	4	
	COCINA	2	2	2	2	2	
	PATIO	2					
	BAR						2
2	SSHH1	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
	SSHH2	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	
	SSHH3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
	SSHH4						5.25
	LAVANDERIA	4	4	4	4	4	
	COCINA	2	2	2	2	2	
	PATIO	2					
	BAR						2
3	SSHH1	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
	SSHH2	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	
	SSHH3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
	SSHH4						5.25
	LAVANDERIA	4	4	4	4	4	
	COCINA	2	2	2	2	2	
	PATIO	2					
	BAR						2
4	SSHH1	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
	SSHH2	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	
	SSHH3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
	SSHH4						5.25
	LAVANDERIA	4	4	4	4	4	
	COCINA	2	2	2	2	2	
	PATIO	2					
	BAR						2
		92	84	84	84	84	50

TOTAL DEL EDIFICIO: 478 U.H.

Redes de distribución para la cisterna N° 1:

En el esquema adjunto se muestra el isométrico del punto más desfavorable, que es el correspondiente a la ducha ubicada en la azotea del bloque C.

Esquema 3.01: Isométrico de red más desfavorable de agua fría – Cisterna N° 1



Para esta red, se ha contabilizado en total 22 puntos, desde la salida en el cuarto de bombas (punto 1), hasta la salida de la tubería de agua fría el punto de mayor elevación y mayor alejamiento (punto 22), el cual debe tener como mínimo una presión de 2m, según R.N.E.

A continuación se realizará el cálculo de los ramales de esta red, se realizará el cálculo para el primer tramo (tramo 1-2) y se presentara una tabla resumen para los demás tramos de esta red.

Tramo 1-2:

Total de U.H. en el tramo: U.H. = 3724
 Usando el Anexo 3 Norma IS.010 del R.N.E., se obtiene un caudal (Q) en el tramo de: Q=19.355Lt/s
 Longitud del tramo (L): L = 3.70m
 Desnivel entre el punto 1 y 2 (dH): dH = 0m
 Presión de inicio que se considera es la presión de parada en el tanque hidroneumático (P1): P1 = 60m
 El diámetro del tramo de inicio de la tubería (D) será el de la tubería de impulsión (Øi): D= 4" (Vmax = 3m/s)

La velocidad (V) en la tubería será:

$$V = 1.974 \times Q / (D^2) = 1.974 \times 19.355 / (4^2) = 2.388 \text{ m/s} < V_{\text{max}} = 3 \text{ m/s} \quad \text{OK}$$

La gradiente hidráulica (s) será:

$$s = 1741 \times [(Q/c)^{1.85} / (D^{4.27})] = 1741 \times [(19.355/150)^{1.85} / (4^{4.27})] = 0.106 \text{ m/m}$$

Debido a los accesorios que hay a lo largo de la longitud de la tubería, cada accesorio tendrá una longitud equivalente, sumando las longitudes equivalentes de todos los accesorios se obtiene la longitud equivalente total (Le total), así obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 3.16: Longitud equivalente para accesorios en tramo 1-2

Accesorios	Cantidad	Le	Parcial
Tee	1	8.182	8.182
		Le total=	8.182

La longitud total (Lt) a considerar será:

$$Lt = L + Le \text{ total} = 3.70 + 8.182 = 11.882 \text{ m}$$

La pérdida de carga (Hf) que se tendrá será:

$$Hf = s \cdot Lt = 0.106 \times 11.882 = 1.258 \text{ m}$$

La presión al final del tramo (P2) será:

$$P2 = P1 - H_f - dH = 60 - 1.258 - 0 = 58.74\text{m}$$

Similarmente se continúa así para los demás tramos, teniendo en cuenta que la presión de inicio de un tramo, viene a ser la presión al final del tramo anterior, así se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 3.17: Resumen de agua fría en cisterna N° 1

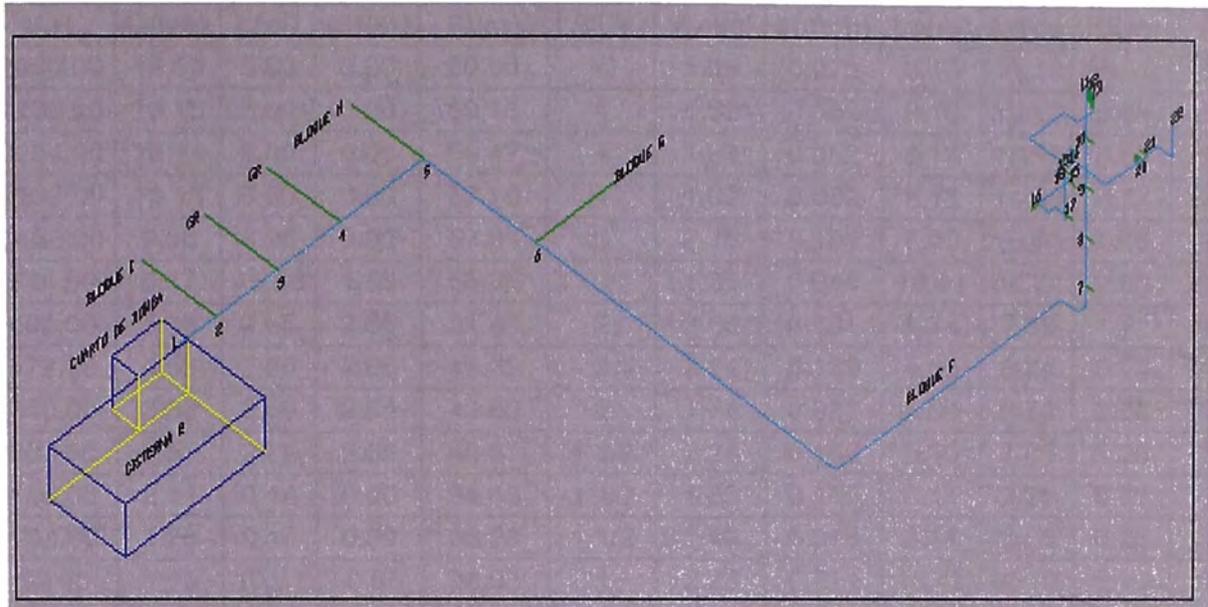
Tramo	U.H.	Q(lps)	L(m)	dH(m)	Pi(m)	Ø(")	V(m/s)	s(m/m)	Le(m)	Lt(m)	Hf(m)	Pj(m)
1-2	3724.00	19.36	3.70	0.00	60.00	4	2.39	0.106	8.18	11.88	58.74	58.74
2-3	2236.00	13.15	5.00	0.00	58.74	4	1.62	0.052	8.18	13.18	0.68	58.06
3-4	2234.00	13.14	25.00	0.00	58.06	4	1.62	0.052	8.18	33.18	1.72	56.34
4-5	2232.00	13.13	6.25	0.00	56.34	4	1.62	0.052	8.18	14.43	0.75	55.60
5-6	1488.00	9.86	8.90	0.00	55.60	3	2.16	0.104	7.00	15.90	1.65	53.95
6-7	744.00	6.17	45.83	1.10	53.95	3	1.35	0.044	18.41	64.24	2.80	50.04
7-8	604.00	5.38	2.65	2.65	50.04	2	2.66	0.191	4.74	7.39	1.41	45.98
8-9	472.00	4.53	2.65	2.65	45.98	2	2.24	0.139	4.09	6.74	0.94	42.39
9-10	340.00	3.52	2.65	2.65	42.39	2	1.74	0.087	4.09	6.74	0.59	39.15
10-11	208.00	2.51	2.79	2.65	39.15	1 1/2	2.21	0.160	5.10	7.89	1.26	35.24
11-12	156.00	2.11	0.14	0.00	35.24	1 1/2	1.85	0.115	3.11	3.25	0.37	34.87
12-13	104.00	1.70	0.14	0.00	34.87	1 1/2	1.49	0.078	3.11	3.25	0.25	34.62
13-14	52.00	1.15	10.51	-0.95	34.62	1	2.28	0.214	13.47	23.97	5.13	30.44
14-15	50.00	1.13	2.27	0.00	30.44	1	2.23	0.206	3.07	5.33	1.10	29.34
15-16	23.00	0.60	2.48	0.00	29.34	3/4	2.09	0.214	1.77	4.25	0.91	28.43
16-17	17.75	0.50	2.91	0.30	28.43	3/4	1.74	0.153	4.66	7.57	1.15	26.98
17-18	12.50	0.39	2.35	2.35	26.98	3/4	1.37	0.098	1.55	3.90	0.38	24.24
18-19	7.25	0.27	0.25	0.00	24.24	3/4	0.94	0.049	1.55	1.80	0.09	24.16
19-20	5.25	0.24	6.89	0.00	24.16	1/2	1.86	0.217	5.06	11.95	2.60	21.56
20-21	4.50	0.20	0.49	0.00	21.56	1/2	1.54	0.154	1.06	1.55	0.24	21.32
21-22	1.50	0.06	3.78	1.80	21.32	1/2	0.47	0.017	1.06	4.84	0.08	19.44

Notamos que la presión en el punto 22 es mayor a 2m, que indica como mínimo el R.N.E. para que trabaje un aparato sanitario.

Redes de distribución para la cisterna N° 2:

En el esquema adjunto se muestra el isométrico del punto más desfavorable, que es el correspondiente a la ducha ubicada en la azotea del bloque F.

Esquema 3.02: Isométrico de red más desfavorable de agua fría – Cisterna N° 2



Para esta red, se ha contabilizado en total 22 puntos, desde la salida en el cuarto de bombas (punto 1), hasta la salida de la tubería de agua fría el punto de mayor elevación y mayor alejamiento (punto 22), el cual debe tener como mínimo una presión de 2m, según R.N.E.

De manera similar a la red de la cisterna N° 1, se debe realizar el cálculo para cada uno de los tramos, tal como se calculó para el tramo 1-2 de la cisterna N° 1, a continuación se presenta la tabla resumen de los cálculos efectuados:

Tabla 3.18: Resumen de agua fría en cisterna N° 2

Tramo	U.H.	Q(lps)	L(m)	dH(m)	Pi(m)	Ø(")	V(m/s)	s(m/m)	Le(m)	Lt(m)	Hf(m)	Pj(m)
1-2	2980.00	16.15	3.00	0.00	60.00	4	1.99	0.076	8.18	11.18	59.15	59.15
2-3	2236.00	13.15	5.00	0.00	59.15	4	1.62	0.052	8.18	13.18	0.68	58.47
3-4	2234.00	13.14	5.00	0.00	58.47	4	1.62	0.052	8.18	13.18	0.68	57.79
4-5	2232.00	13.13	6.80	0.00	57.79	4	1.62	0.052	8.18	14.98	0.77	57.01
5-6	1488.00	9.86	8.95	0.00	57.01	3	2.16	0.104	7.00	15.95	1.66	55.36
6-7	744.00	6.17	45.83	1.10	55.36	3	1.35	0.044	18.41	64.24	2.80	51.46
7-8	604.00	5.38	2.65	2.65	51.46	2	2.66	0.191	4.74	7.39	1.41	47.39
8-9	472.00	4.53	2.65	2.65	47.39	2	2.24	0.139	4.09	6.74	0.94	43.80
9-10	340.00	3.52	2.65	2.65	43.80	2	1.74	0.087	4.09	6.74	0.59	40.57
10-11	208.00	2.51	2.79	2.65	40.57	1 1/2	2.21	0.160	5.10	7.89	1.26	36.65
11-12	156.00	2.11	0.14	0.00	36.65	1 1/2	1.85	0.115	3.11	3.25	0.37	36.28
12-13	104.00	1.70	0.14	0.00	36.28	1 1/2	1.49	0.078	3.11	3.25	0.25	36.03
13-14	52.00	1.15	10.51	-0.95	36.03	1	2.28	0.214	13.47	23.97	5.13	31.85
14-15	50.00	1.13	2.27	0.00	31.85	1	2.23	0.206	3.07	5.33	1.10	30.75
15-16	23.00	0.60	2.48	0.00	30.75	3/4	2.09	0.214	1.77	4.25	0.91	29.84
16-17	17.75	0.50	2.91	0.30	29.84	3/4	1.74	0.153	4.66	7.57	1.15	28.39
17-18	12.50	0.39	2.35	2.35	28.39	3/4	1.37	0.098	1.55	3.90	0.38	25.66
18-19	7.25	0.27	0.25	0.00	25.66	3/4	0.94	0.049	1.55	1.80	0.09	25.57
19-20	5.25	0.24	6.89	0.00	25.57	1/2	1.86	0.217	5.06	11.95	2.60	22.97
20-21	4.50	0.20	0.49	0.00	22.97	1/2	1.54	0.154	1.06	1.55	0.24	22.73
21-22	1.50	0.06	3.78	1.80	22.73	1/2	0.47	0.017	1.06	4.84	0.08	20.85

Notamos que la presión en el punto 22 es mayor a 2m, que indica como mínimo el R.N.E. para que trabaje un aparato sanitario.

Para las demás tuberías de agua fría, se ha optado por el siguiente criterio: según Norma IS.010 del R.N.E. en el ítem 2.3.f, referido a velocidades máximas en las tuberías, que se muestra a continuación:

Tabla 3.19: Diámetro de tubería vs Velocidad máxima en tubería

Diámetro (")	Vmax (m/s)
1/2	1.9
3/4	2.2
1	2.48
1 1/4	2.85
≥ 1 1/2	3

De la fórmula de velocidad (V):

$$V = 1.974 \times Q / (D^2)$$

Despejando el caudal (Q):

$$Q = V \times (D^2) / 1.974$$

Usando el **anexo 3** de la Norma IS.010 del R.N.E., que relaciona el caudal (Q) con las unidades de Hunter (U.H.). Así se ha realizado la siguiente tabla:

Tabla 3.20: Unidades de Hunter para cambio de diámetro

Diámetro (")	Vmax (m/s)	Qmax (l/s)	U.H. max
1/2	1.90	0.24	5.50
3/4	2.20	0.63	24.50
1	2.48	1.26	60.50
1 1/4	2.85	2.26	175.50
1 1/2	3.00	3.42	326.50

Con la tabla anterior, se ha procedido a dar diámetro a las demás tuberías, en función del número de unidades de Hunter (U.H.) que pasan por una tubería determinada.

CAPITULO 4

SISTEMA DE AGUA CALIENTE

4.1 ELECCION DEL SISTEMA:

Para el abastecimiento de agua caliente se ha considerado un sistema sin retorno de agua, que esta formado por un calentador de agua (therma) y los ramales de distribución, para cada departamento del edificio.

4.2 DOTACION Y MAXIMA DEMANDA:

La Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) en el ítem 3.2 referido a **dotaciones**, establece una dotación de 250 lt/día/dpto de 2 dormitorios.

El **anexo 1** de la Norma IS.010 del R.N.E. especifica la cantidad de unidades de Hunter para cada aparato sanitario de uso privado, pero en este caso se tomará los valores de la tercera columna, correspondiente a los valores de unidades de Hunter (U.H.) para agua caliente.

A continuación se muestra el resumen calculado para un edificio típico:

Tabla 4.1: Unidades de gasto de agua caliente en edificio típico

DPTO	AMBIENTE	UNIDADES DE GASTO POR PISO					
		1º PISO	2º PISO	3º PISO	4º PISO	5º PISO	AZOTEA
1	SSHH1	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
	SSHH2	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	
	SSHH3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	SSHH4						2.25
	LAVANDERIA	4	4	4	4	4	
	COCINA	2	2	2	2	2	
	BAR						2
2	SSHH1	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
	SSHH2	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	
	SSHH3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	SSHH4						2.25
	LAVANDERIA	4	4	4	4	4	

	COCINA	2	2	2	2	2	
	BAR						2
3	SSHH1	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
	SSHH2	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	
	SSHH3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	SSHH4						2.25
	LAVANDERIA	4	4	4	4	4	
	COCINA	2	2	2	2	2	
	BAR						2
4	SSHH1	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
	SSHH2	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	
	SSHH3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	SSHH4						2.25
	LAVANDERIA	4	4	4	4	4	
	COCINA	2	2	2	2	2	
	BAR						2
		48	48	48	48	48	26

TOTAL DEL EDIFICIO: 266 U.H.

4.3 CALENTADOR DE AGUA:

Teniendo en cuenta la tabla indicada en la **sección 3.4** de la Norma IS.010 del R.N.E., se seleccionará el volumen del calentador de agua (V_{th}), por lo que se tiene:

$$V_{th} = \text{Dotación}/5 = 250/5 = 50\text{Lt}$$

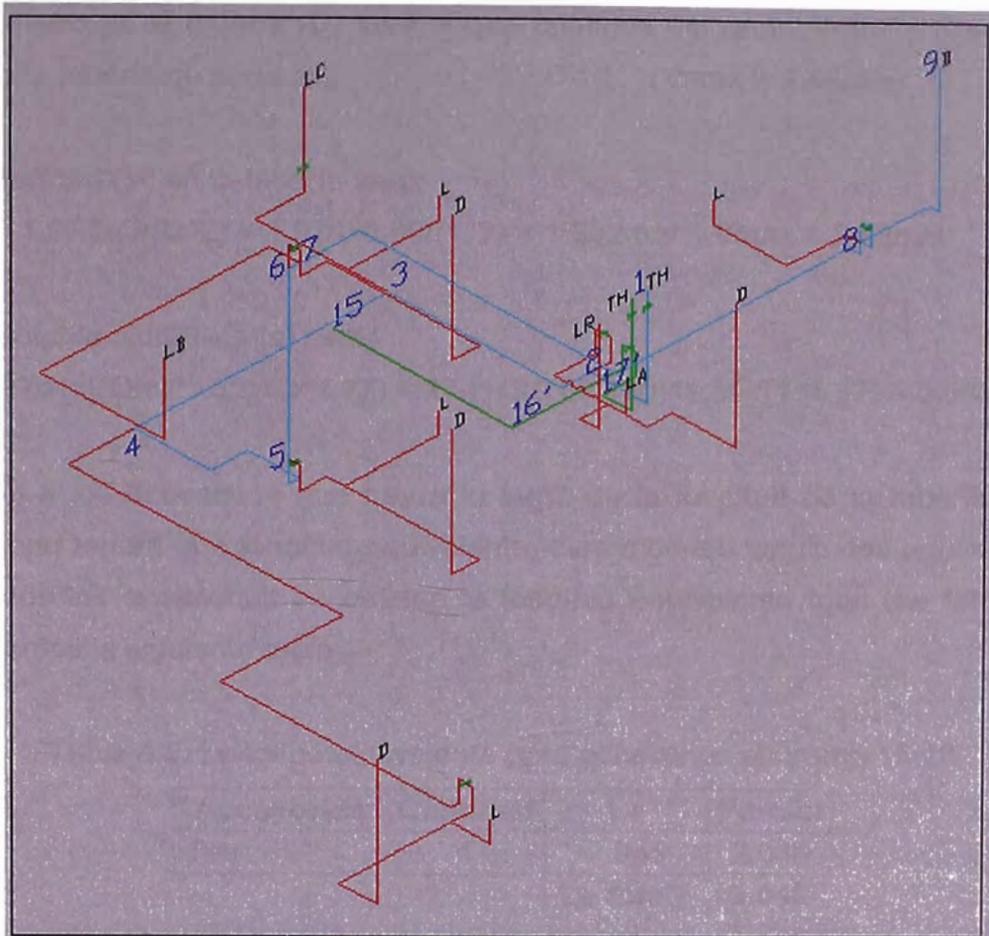
4.4 REDES DE DISTRIBUCIÓN:

Del mismo modo que en el cálculo de tuberías de agua fría, se calcula las tuberías de agua caliente con las tablas del R.N.E.

Redes de distribución para la cisterna N° 1:

En el esquema adjunto se muestra el isométrico del punto más desfavorable, que es el correspondiente a la ducha ubicada en la azotea del bloque C.

Esquema 4.1: Isométrico de red más desfavorable de agua caliente – Cisterna
 N° 1



Para esta red, se ha contabilizado en total 9 puntos, desde la salida en el calentador de agua (punto 1), hasta la salida de la tubería de agua caliente el punto de mayor elevación y mayor alejamiento (punto 9), el cual debe tener como mínimo una presión de 2m, según R.N.E.

Previamente se calculará la presión en la therma, considerando la presión en el punto 15 del esquema isométrico de agua fría, debido a que es el punto más cercano a la therma.

Tramo 15-16:

- Total de U.H. en el tramo: U.H. = 27
- Usando el **Anexo 3** Norma IS.010 del R.N.E., se obtiene un caudal (Q) en el tramo de: Q=0.69Lt/s
- Longitud del tramo (L): L = 2.41m
- Desnivel entre el punto 15 y 16 (dH): dH = 0m

La presión de inicio que se considera es la presión del punto 15 (P15) de la tubería de agua fría: $P15 = 29.34\text{m}$

El diámetro de la tubería (D) será el que continúa del ramal anterior (tramo 14-15) de la tubería de agua fría: $D = 1''$ ($V_{\text{max}} = 2.48\text{m/s}$)

La velocidad (V) en la tubería será:

$$V = 1.974 \times Q / (D^2) = 1.974 \times 0.69 / (1^2) = 1.362\text{m/s} < V_{\text{max}} = 2.48\text{m/s} \quad \text{OK}$$

La gradiente hidráulica (s) será:

$$s = 1741 \times [(Q/c)^{1.85}] / (D^{4.27}) = 1741 \times [(0.69/150)^{1.85}] / (1^{4.27}) = 0.083\text{m/m}$$

Debido a los accesorios que hay a lo largo de la longitud de la tubería, cada accesorio tendrá una longitud equivalente, sumando las longitudes equivalentes de todos los accesorios se obtiene la longitud equivalente total (L_e total), así obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 4.2: Longitud equivalente para accesorios en tramo 15-16

Accesorios	Cantidad	Le	Parcial
Tee	1	2.045	2.045
		Le total=	2.045

La longitud total (L_t) a considerar será:

$$L_t = L + L_e \text{ total} = 2.41 + 2.045 = 4.455\text{m}$$

La pérdida de carga (H_f) que se tendrá será:

$$H_f = s \cdot L_t = 0.083 \times 4.455 = 0.368\text{m}$$

La presión al final del tramo (P16) será:

$$P16 = P15 - H_f - dH = 29.34 - 0.368 - 0 = 28.97\text{m}$$

Similarmente se continúa así para los demás tramos, teniendo en cuenta que la presión de inicio de un tramo, viene a ser la presión al final del tramo anterior, así se obtiene la siguiente tabla:

Para esta red, se ha contabilizado en total 9 puntos, desde la salida en el calentador de agua (punto 1), hasta la salida de la tubería de agua caliente el punto de mayor elevación y mayor alejamiento (punto 9), el cual debe tener como mínimo una presión de 2m, según R.N.E.

Previamente se calculará la presión en la therma, considerando la presión en el punto 15 del esquema isométrico de agua fría, debido a que es el punto más cercano a la therma.

De manera similar a la red de la cisterna N° 1, se debe realizar el cálculo para cada uno de los tramos, tal como se calculó para el tramo 15-16' de la cisterna N° 1, a continuación se presenta la tabla resumen de los cálculos efectuados:

Tabla 4.4: Resumen de agua caliente en cisterna N° 2

TRAMO	U.H.	Q(lps)	L(m)	dH(m)	Pi(m)	Ø(")	V(m/s)	s(m/m)	Le(m)	Lt(m)	Hf(m)	Pj(m)
15-16'	27.00	0.69	2.41	0.00	30.75	1	1.36	0.083	2.05	4.46	0.37	30.39
16'-17'	22.50	0.59	2.74	0.00	30.39	3/4	2.06	0.210	5.04	7.78	1.63	28.75
17'-1	18.50	0.53	2.20	1.80	28.75	3/4	1.85	0.172	0.94	3.14	0.54	26.41
1-2	18.50	0.53	2.55	-1.80	26.41	3/4	1.85	0.172	2.50	5.05	0.87	27.35
2-3	13.00	0.40	2.74	0.00	27.35	3/4	1.40	0.103	2.33	5.07	0.52	26.82
3-4	11.00	0.36	3.40	0.00	26.82	3/4	1.26	0.085	1.55	4.95	0.42	26.41
4-5	8.75	0.31	2.66	0.30	26.41	3/4	1.10	0.065	4.66	7.32	0.48	25.63
5-6	6.50	0.26	2.35	2.35	25.63	3/4	0.89	0.045	1.55	3.90	0.17	23.10
6-7	4.25	0.18	0.15	0.00	23.10	1/2	1.41	0.130	1.23	1.38	0.18	22.92
7-8	2.25	0.09	8.48	0.00	22.92	1/2	0.71	0.037	4.90	13.38	0.49	22.43
8-9	1.50	0.06	2.87	1.80	22.43	1/2	0.47	0.017	1.06	3.93	0.07	20.56

Cabe mencionar que el punto 1 viene a ser la therma.

Notamos que la presión en el punto 9 es mayor a 2m, que indica como mínimo el R.N.E. para que trabaje un aparato sanitario.

Para las demás tuberías de agua caliente, se ha optado por el mismo criterio de velocidades máximas, caudales máximos y unidades de Hunter máximas consideradas en el cálculo de los demás ramales de las tuberías de agua fría (Tabla 3.20: Unidades de Hunter para cambio de diámetro)

CAPITULO 5

SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS

5.1 ELECCION DEL SISTEMA:

Para hacer una buena y adecuada elección se debe tomar en cuenta la materia extintora principal, el tipo de instalación (seco o húmeda), sistema adecuado (rociadores o alimentadores con mangueras) y la ubicación de las salidas de la materia extintora.

El sistema asumido será: uso de tuberías alimentadoras y mangueras con boquilla, que se alojaran en ambientes especialmente ubicados y dimensionados, que se denominaran gabinetes contra incendio, las instalaciones serán del tipo húmedo por tratarse de una edificación ubicada en un lugar (Lima) donde no hay riesgo de congelamiento del agua, por lo tanto la materia extintora principal será el agua.

Los gabinetes contra incendio se ubican en los lugares de mayor circulación (escaleras, pasadizos, etc.) de los ocupantes de la edificación, en estos gabinetes se alojaran las mangueras (generalmente de lona), las cuales serán abastecidas de agua a través de las tuberías alimentadoras previo manipuleo de válvulas de las tuberías.

5.2 DOTACION:

El volumen de reserva de agua contra incendio deberá satisfacer el caudal necesario para el uso de dos mangueras de 1½" trabajando simultáneamente durante 30 min. (R.N.E.)

El caudal promedio que arroja una manguera con boquilla tipo chorro niebla es de 6 LPS.

- $Q = 12 \text{ LPS}$ (De acuerdo R.N.E. para dos mangueras)
- $T = 30 \text{ min.}$
- $V = 25 \text{ m}^3$

5.3 BOMBAS Y TANQUES:

Se tiene la siguiente información básica:

Altura de la edificación (He):	He = 16.05m
Presión de salida (Ps):	Ps = 45m (según R.N.E)
Pérdida de carga (Hf = 30%(He+Ps)):	Hf = 18.32m

Cálculo de la altura dinámica total (ADT):

$$ADT = He + Ps + Hf = 16.05 + 45 + 18.32 = 79.37m$$

Como se ha considerado, para cada cisterna, la probabilidad de que se tengan 2 siniestros simultáneos, el caudal que se utilizará será para 4 mangueras (Q4):

$$Q4 = 24 \text{ LPS}$$

Tuberías de impulsión y succión para la bomba contra incendios:

Según el **anexo 5** de la Norma IS.010 del R.N.E. se obtiene el diámetro de la tubería de impulsión (\emptyset_i). El diámetro de la tubería de succión (\emptyset_s) viene a ser el diámetro siguiente a la tubería de impulsión. Así tenemos:

$$\text{Tubería de impulsión } (\emptyset_i) = 4''$$

$$\text{Tubería de succión } (\emptyset_s) = 6''$$

Cálculo de la potencia de la bomba contra incendios (HP):

El valor de la potencia de la bomba esta dado por la fórmula:

$$HP = Q4 \times ADT / 75n$$

Donde:

n: Eficiencia de la bomba, se considera un valor entre 0.60 a 0.70, asumiremos un valor medio de 0.65.

Reemplazando los valores obtenemos:

$$HP = 39.07 \text{ HP}$$

Por lo que se opta por usar una electrobomba de 40 HP.

Cálculo de la potencia de la bomba jockey (HPj):

El valor de la potencia de la bomba esta dado por la fórmula:

$$HP_j = Q_j \times ADT_j / 75n_j$$

Donde:

Q_j: Es el valor del caudal, que se considera como el 2% del caudal de la bomba contra incendios (Q₄).

ADT_j: Es el valor de la altura dinámica total para la bomba jockey, que se considera 10m más que la altura dinámica total para la bomba contra incendios (ADT).

n: Eficiencia de la bomba, se considera un valor entre 0.60 a 0.70, asumiremos un valor medio de 0.65.

Haciendo los cálculos previos:

$$Q_j = 2\%Q_4 = 2\%(24) = 0.48 \text{ LPS}$$

$$ADT_j = ADT + 10m = 79.37 + 10 = 89.37m$$

Reemplazando los valores obtenemos:

$$HP = 0.88 \text{ HP}$$

Por lo que se opta por usar una bomba jockey de 1 HP.

Tuberías de impulsión y succión para la bomba jockey:

Según el **anexo 5** de la Norma IS.010 del R.N.E. se obtiene el diámetro de la tubería de impulsión (Ø_i). El diámetro de la tubería de succión (Ø_s) viene a ser el diámetro siguiente a la tubería de impulsión. Así tenemos:

$$\text{Tubería de impulsión } (\varnothing_i) = 3/4''$$

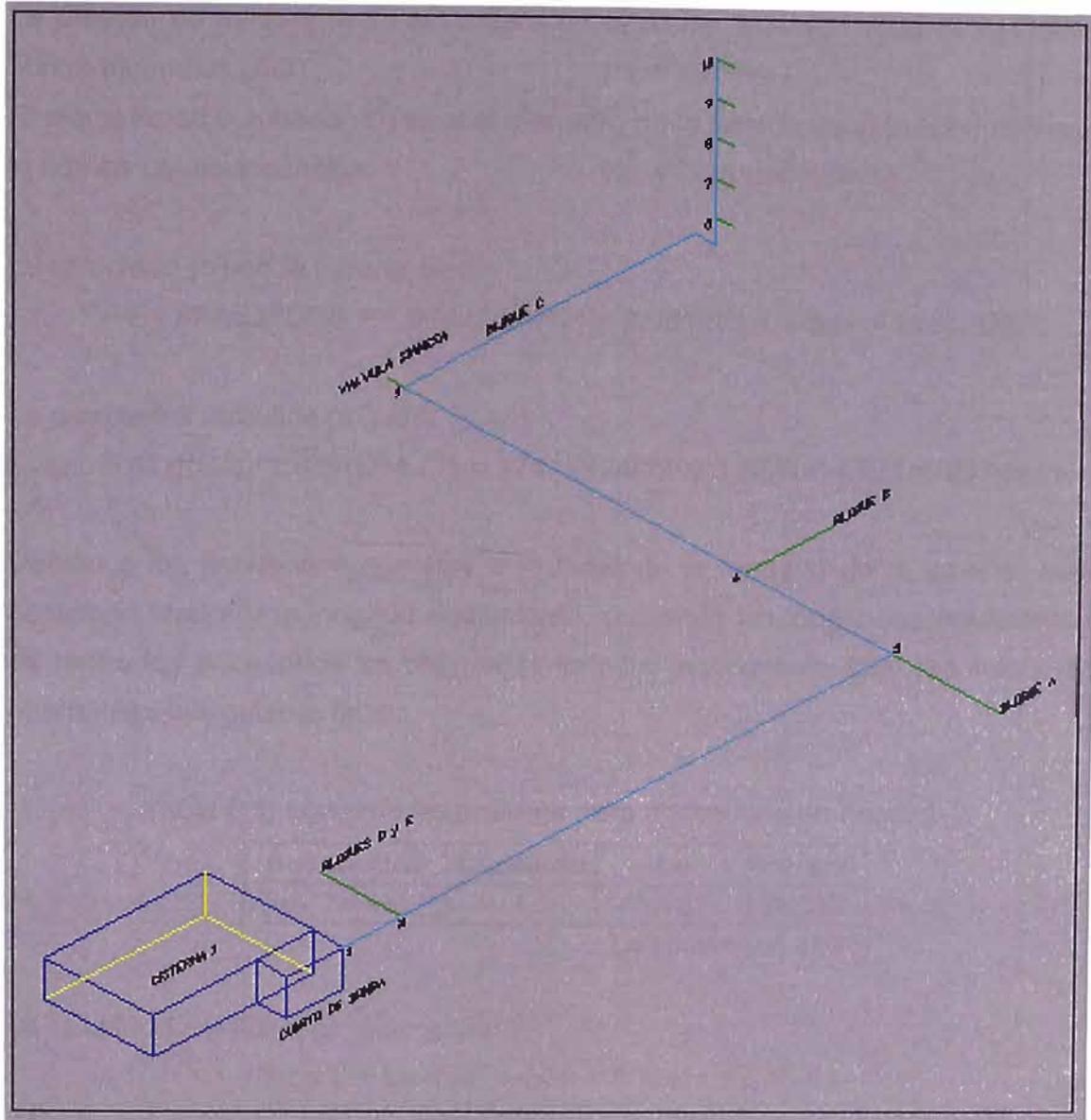
$$\text{Tubería de succión } (\varnothing_s) = 1''$$

5.4 REDES DE DISTRIBUCIÓN:

Redes de distribución para la cisterna N° 1:

En el esquema adjunto se muestra el isométrico del punto más desfavorable, que es el correspondiente al gabinete contra incendio ubicado en el 5 piso del bloque C.

Esquema 5.1: Isométrico de red más desfavorable de agua contra incendios –
Cisterna N° 1



Para esta red, se ha contabilizado en total 10 puntos, desde la salida en el cisterna (punto 1), hasta la llegada al gabinete contra incendio (punto 10), el cual debe tener como mínimo una presión de 45m, según R.N.E.

Similarmente a los cálculos realizados para el agua fría y caliente, se realizan todos los cálculos para este sistema.

Tramo 1-2:

Caudal (Q) en el tramo: $Q = 24 \text{ Lt/s}$

Longitud del tramo (L): $L = 4.20\text{m}$

Desnivel entre el punto 1 y 2 (dH): $dH = 0\text{m}$

La presión de inicio que se considera es la altura dinámica total de la bomba contra incendios (ADT): $P1 = 79.37\text{m}$

El diámetro de la tubería (D) será el diámetro de la tubería de impulsión (\varnothing_i) para la bomba contra incendios: $D = 4''$ ($V_{\text{max}} = 3\text{m/s}$)

La velocidad (V) en la tubería será:

$$V = 1.974 \times Q / (D^2) = 1.974 \times 24 / (4^2) = 2.961\text{m/s} < V_{\text{max}} = 3\text{m/s} \quad \text{OK}$$

La gradiente hidráulica (s) será:

$$s = 1741 \times [(Q/c)^{1.85}] / (D^{4.27}) = 1741 \times [(24/150)^{1.85}] / (4^{4.27}) = 0.334\text{m/m}$$

Debido a los accesorios que hay a lo largo de la longitud de la tubería, cada accesorio tendrá una longitud equivalente, sumando las longitudes equivalentes de todos los accesorios se obtiene la longitud equivalente total (L_e total), así obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 5.1: Longitud equivalente para accesorios en tramo 1-2

Accesorios	Cantidad	Le	Parcial
Tee	1	8.182	8.182
		Le total=	8.182

La longitud total (L_t) a considerar será:

$$L_t = L + L_e \text{ total} = 4.20 + 8.182 = 12.382\text{m}$$

La pérdida de carga (H_f) que se tendrá será:

$$H_f = s \cdot L_t = 0.334 \times 12.382 = 4.132\text{m}$$

La presión al final del tramo (P_2) será:

$$P_2 = P_1 - H_f - dH = 79.37 - 4.132 - 0 = 75.24\text{m}$$

Similarmente se continúa así para los demás tramos, teniendo en cuenta que la presión de inicio de un tramo, viene a ser la presión al final del tramo anterior; así se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 5.2: Resumen de agua contra incendios en cisterna N° 1

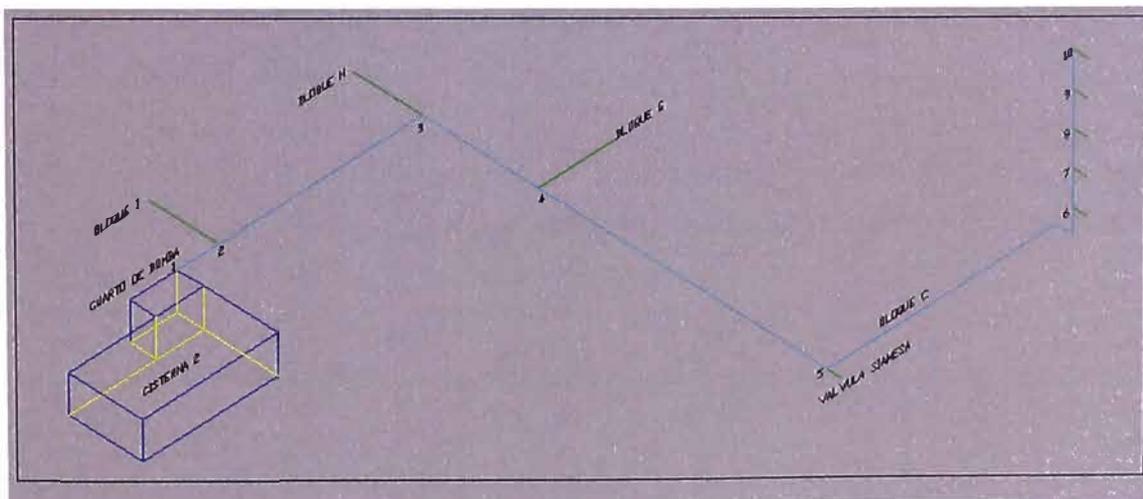
TRAMO	Q(lps)	L(m)	dH(m)	Pi(m)	Ø(″)	V(m/s)	s(m/m)	Le(m)	Lt(m)	Hf(m)	Pj(m)
1-2	24.00	4.20	0.00	79.37	4	2.96	0.334	8.18	12.38	75.24	75.24
2-3	12.00	35.25	0.00	75.24	4	1.48	0.093	8.18	43.43	4.02	71.22
3-4	12.00	10.81	0.00	71.22	4	1.48	0.093	8.18	18.99	1.76	69.46
4-5	12.00	24.35	0.00	69.46	4	1.48	0.093	8.18	32.53	3.01	66.45
5-6	12.00	23.88	1.75	66.45	4	1.48	0.093	16.36	40.24	3.73	60.97
6-7	12.00	2.65	2.65	60.97	4	1.48	0.093	8.18	10.83	1.00	57.32
7-8	12.00	2.65	2.65	57.32	4	1.48	0.093	8.18	10.83	1.00	53.67
8-9	12.00	2.65	2.65	53.67	4	1.48	0.093	8.18	10.83	1.00	50.01
9-10	12.00	2.65	2.65	50.01	4	1.48	0.093	4.09	6.74	0.62	46.74

Notamos que la presión en el punto 10 es mayor a 45m, que indica como mínimo el R.N.E.

Redes de distribución para la cisterna N° 2:

En el esquema adjunto se muestra el isométrico del punto más desfavorable, que es el correspondiente al gabinete contra incendio ubicado en el 5 piso del bloque F.

Esquema 5.2: Isométrico de red más desfavorable de agua contra incendios – Cisterna N° 2



Para esta red, se ha contabilizado en total 10 puntos, desde la salida en el cisterna (punto 1), hasta la llegada al gabinete contra incendio (punto 10), el cual debe tener como mínimo una presión de 45m, según R.N.E.

Similarmente a los cálculos realizados para la cisterna N° 1, se debe realizar los cálculos para la red de la cisterna N° 2, a continuación se presenta la tabla resumen de los cálculos efectuados:

Tabla 5.3: Resumen de agua contra incendios en cisterna N° 2

TRAMO	Q(lps)	L(m)	dH(m)	Pi(m)	Ø(″)	V(m/s)	s(m/m)	Le(m)	Lt(m)	Hf(m)	Pj(m)
1-2	24.00	3.50	0.00	79.37	4	2.96	0.334	8.18	11.68	75.47	75.47
2-3	12.00	17.20	0.00	75.47	4	1.48	0.093	8.18	25.38	2.35	73.12
3-4	12.00	9.81	0.00	73.12	4	1.48	0.093	8.18	17.99	1.67	71.46
4-5	12.00	24.35	0.00	71.46	4	1.48	0.093	8.18	32.53	3.01	68.44
5-6	12.00	22.48	1.75	68.44	4	1.48	0.093	16.36	38.84	3.60	63.10
6-7	12.00	2.65	2.65	63.10	4	1.48	0.093	8.18	10.83	1.00	59.45
7-8	12.00	2.65	2.65	59.45	4	1.48	0.093	8.18	10.83	1.00	55.79
8-9	12.00	2.65	2.65	55.79	4	1.48	0.093	8.18	10.83	1.00	52.14
9-10	12.00	2.65	2.65	52.14	4	1.48	0.093	4.09	6.74	0.62	48.87

Notamos que la presión en el punto 10 es mayor a 45m, que indica como mínimo el R.N.E.

CAPITULO 6

SISTEMA DE DESAGÜE Y VENTILACION

6.1 RAMALES HORIZONTALES Y MONTANTES DE DESCARGA:

El sistema de desagüe comprende los ramales horizontales, las montantes de descarga, las cajas de registro y las tuberías de ventilación. Se tiene 2 cajas de registro principal, las cuales son opuestas, simétricamente. Estas cajas de registro principales llevarán las aguas servidas a la red de desagüe interior del conjunto residencial, para después unirse a la red de desagüe externa.

El **anexo 6** de la Norma IS.010 del R.N.E. indica los diámetros mínimos de las trampas y las unidades de descarga (U.D.) para cada aparato sanitario. Asimismo, el **anexo 8** de la misma norma indica el número máximo de unidades de descarga que pueden ser conectados a los conductos horizontales y a las montantes.

Según los planos IS-03 (desagüe y ventilación – plantas 1, 2, 3 y 4) e IS-04 (desagüe y ventilación – planta 5 y azotea), se indica la ubicación de las montantes, además de la distribución en planta de las tuberías de desagüe de todo un edificio típico.

En función a todo lo anteriormente explicado, es que se ha procedido a realizar el cálculo de los diámetros de los ramales horizontales y las montantes, así como también la cantidad de unidades de descarga.

Se realizará el cálculo para la montante M-1 y M-16, la tabla resumen se muestra a continuación:

Tabla 6.1: Unidades de descarga y diámetro de Montantes M-1 y M-16

PISO	APARATOS SANITARIOS	U.D.ramal	Φ ramal	REGISTRO	U.D.montante	Φ montante
AZOTEA	1LB	2	2"		4	2"
	1LB+1S	4	2"	2"		
5°	1L	2	2"		10	4"
	1L+1S	4	2"	2"		
	1L+1S+1WC	8	4"			
	1L+1S+1WC+1D	10	4"			
4°	1L	2	2"		10	4"
	1L+1S	4	2"	2"		
	1L+1S+1WC	8	4"			
	1L+1S+1WC+1D	10	4"			
3°	1L	2	2"		10	4"
	1L+1S	4	2"	2"		
	1L+1S+1WC	8	4"			
	1L+1S+1WC+1D	10	4"			
2°	1L	2	2"		10	4"
	1L+1S	4	2"	2"		
	1L+1S+1WC	8	4"			
	1L+1S+1WC+1D	10	4"			
TOTAL					44	4"

De manera similar se procede para las demás montantes, a continuación se muestra una tabla resumen de los cálculos de los diámetros y unidades de descarga de las montantes.

Tabla 6.2: Resumen de unidades de descarga y diámetro de Montantes

Montante	U.D.montante	Φ montante
M-1	44	4"
M-2	8	2"
M-3	8	2"
M-4	52	4"
M-5	56	4"
M-6	66	4"
M-7	8	2"
M-8	8	2"
M-9	98	4"
M-10	66	4"
M-11	8	2"
M-12	8	2"
M-13	98	4"
M-14	52	4"
M-15	56	4"
M-16	44	4"
M-17	8	2"
M-18	8	2"

6.2 CAJAS DE REGISTRO Y COLECTORES:

Se realizará el cálculo para una caja de registro y el diámetro del colector de salida que posee. Para las demás cajas de registro y colectores se mostrará los cálculos realizados en una tabla.

Caja de Registro C-1:

Esta caja de registro es una caja de arranque, por lo que se le considera con una profundidad (H) de 0.40m.

La cota de tapa (C.T.) esta dada por la cota del nivel de piso terminado, en este caso es 0.15m.

La cota de fondo (C.F.) se calcula como la diferencia entre la cota de tapa y la profundidad.

$$C.F. = C.T. - H = 0.15 - 0.40 = -0.25m$$

Además, las unidades de descarga que llegan a la caja son:

Tabla 6.3: Unidades de descarga en caja de registro C-1

DESCRIPCION	U.D.llegan	Φllegan
M-7	8	2"
M-6 + JARDIN	68	4"
TOTAL	76	

Usando el **anexo 9** de la Norma IS.010 del R.N.E., y considerando una pendiente de 1%, se obtiene el diámetro del colector (Ø del colector):

$$\text{Ø del colector} = 4''$$

Además, en la **sección 6.2, ítem k** de la misma norma, se indica las dimensiones de las cajas de registro, en función del diámetro del colector y la profundidad máxima. Por tanto, se opta por una caja de **10" x 20"**.

Para el cálculo de las demás cajas de registro y diámetro de colectores se procede de la misma manera, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.4: Resumen de cajas de registro y diámetro de colectores

Caja de registro	Dimensiones	U.D.	Ø del colector	Pendiente
C-1	10" x 20"	76	4"	1%
C-2	10" x 20"	154	4"	1%
C-3	10" x 20"	118	4"	1%
C-4	10" x 20"	200	6"	1%
C-5	12" x 24"	358	6"	1%
C-6	10" x 20"	54	4"	1%
C-R1	12" x 24"	428	6"	1%
C-7	10" x 20"	146	4"	1%
C-8	12" x 24"	192	6"	1%
C-9	12" x 24"	358	6"	1%
C-10	10" x 20"	54	4"	1%
C-R2	12" x 24"	428	6"	1%

6.3 TUBERÍAS DE VENTILACION:

Para efectuar el cálculo de las tuberías de ventilación (columnas) es necesario conocer las unidades de descarga (U.D.) de acuerdo a las tablas del R.N.E., que indica que deben ser tan rectas como sea posible y sin disminuir su diámetro.

Se debe indicar que cada montante de desagüe debe terminar en ventilación con su respectivo sombrero de ventilación.

Cabe mencionar que en algunos casos se realizará ventilación independiente, para los cuales se considera $D = 2"$ para inodoros (mínimo) y $D = 1 \frac{1}{2}"$ para los demás aparatos sanitarios (mínimo).

A continuación se muestra el cálculo realizado para la tubería de ventilación principal para las montantes M-1 y M-16.

Tabla 6.5: Tubería de ventilación principal para Montantes M-1 y M-16

PISO	APARATOS SANITARIOS	U.D.ramal	Φramal	Altura (m)	Φmontante
AZOTEA					4"
5°	1L+1WC	6	2"	2.65	
4°	1L+1WC	6	2"	2.65	
3°	1L+1WC	6	2"	2.65	
2°	1L+1WC	6	2"	2.65	
1°	1L+1WC	6	2"	2.65	
TOTAL		30		13.25	

En la **sección 6.5, ítem k** de la Norma IS.010 del R.N.E se indica el diámetro de la tubería de ventilación principal en función del diámetro de la montante, las unidades de descarga ventilada y la longitud de la tubería. Aplicando esta tabla obtenemos:

$$\varnothing \text{ ventilación} = 2 \frac{1}{2}''$$

A continuación se muestra un cuadro resumen de las tuberías de ventilación:

Tabla 6.6: Resumen de tuberías de ventilación
 TUBERIAS DE VENTILACION PRINCIPALES

Montantes	Φ montante	U.D.	Altura (m)	Φ ventilación
M-1 y M-16	4"	30	13.25	2 1/2
M-2 y M-17	2"	10	15.90	2
M-3 y M-18	2"	10	15.90	2
M-4 y M-14	4"	24	15.90	2 1/2
M-5 y M-15	4"	24	15.90	2 1/2
M-6 y M-10	4"	6	2.65	2
M-7 y M-11	2"	10	15.90	2
M-8 y M-12	2"	10	15.90	2
M-9 y M-13	4"	36	15.90	2 1/2

TUBERIAS DE VENTILACION INDEPENDIENTES

Montantes	Nivel	Aparatos	Φ ventilación
M-4 y M-14	5° y azotea	lavatorio	2"
	5° y azotea	inodoro	2"
M-5 y M-15	5° y azotea	lavatorio	2"
	5° y azotea	inodoro	2"
M-6 y M-10	1° al 5°	Lavadero de ropa	2"
	1° al 5°	inodoro	2"
M-9 y M-13	1° al 5°	Lavadero de ropa	2"
	1° al 5°	inodoro	2"

CONCLUSIONES

Se ha realizado el diseño de las instalaciones sanitarias interiores para el Proyecto, utilizando la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E), siguiendo los métodos de Unidades de Hunter (para agua fría) y Unidades de Descarga (para desagüe), tal como se indica en el desarrollo de los diferentes capítulos del informe.

Al usar 2 cisternas para los 9 edificios se reduce la cantidad de electrobombas de agua (6) y volúmenes de almacenamiento (130m³ c/u en promedio), con relación a plantear 1 cisterna para cada edificio (se tendría 9 electrobombas como mínimo y 42m³ cada cisterna), lo que permite un ahorro de economía en el proyecto.

Al plantear un sistema de cisterna, electrobombas y tanque hidroneumático se obtuvo un tanque con capacidad de 2350 Gal para cada cisterna, pero al usar el sistema de presión variable, se redujo la capacidad del tanque a 550 Gal, lo cual produce un ahorro económico en el proyecto.

La verificación de las presiones en todos los puntos de las redes más desfavorables de agua fría, de agua caliente y de agua contra incendios, supera el mínimo requerido por el R.N.E., con lo cual se asegura la salida de agua en los diferentes aparatos sanitarios.

La distribución de la redes de desagüe se realizó minimizando las distancias entre los ramales horizontales, las montantes, las cajas de registro y los colectores de desagüe, para que la evacuación de las aguas servidas sea más rápida, además de colocar tuberías de ventilación principal e independiente para salida de los malos olores y evitar el efecto de sifonamiento.

RECOMENDACIONES

- Debido a la poca información que se tiene del sistema de suministro con electrobombas de presión constante y velocidad variable, se recomienda seguir profundizando en el tema.
- El volumen de reserva de agua contra incendios es de 25m³ para una edificación, según el Reglamento Nacional de Edificaciones, pero debería especificarse la cantidad a considerar en el caso de que una cisterna abastezca a más de 1 edificación. En el caso del proyecto se consideró 2 volúmenes de reserva para cada cisterna.
- Tener presente que el desarrollo de las instalaciones sanitarias es muy importante, ya que se trata de un servicio básico, que afecta a la salud y calidad de vida de las personas, por ende, el profesional responsable del diseño debe ser alguien especializado y con experiencia en este tema.
- Se recomienda, debido a que el sistema de agua depende de la energía eléctrica, tener como contingencia un grupo electrógeno en caso de falta de energía eléctrica, el cual no se ha considerado debido a que el país ya no presenta los cortes eléctricos o “apagones” que se presentaban antes.

BIBLIOGRAFIA

- FLORES VILLEGAS, ROXANA SUSAN. Proyecto Inmobiliario Complejo Habitacional “Las Amapolas”. Estudio Geotécnico, Instalaciones Sanitarias Exteriores e Interiores del Sistema Constructivo UNICON. Lima, Perú, 2008.
- HUARI CAMA, EDUARDO. Apuntes de clases del curso de instalaciones sanitarias dictadas durante el Curso de Titulación 2008 “Proyectos Inmobiliarios de Edificaciones”. Lima, Perú, 2008.
- JIMENO BLASCO, ENRIQUE. Instalaciones Sanitarias en Edificaciones. 2ª edición, Capítulo de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Consejo Departamental de Lima, Colegio de Ingenieros del Perú. Lima, Perú, 1995.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Interiores. Lima, Perú, 2008.
- ORTIZ IBÉRICO, LUIS MARTÍN. Instalación Sanitaria en Edificio Multifamiliar. Lima, Perú, 2008.

Anexo N° 1

MEMORIA DESCRIPTIVA DE INSTALACIONES SANITARIAS

**CONJUNTO RESIDENCIAL
“LAS CLIVIAS DE SURCO”**

2008

LIMA - PERU

MEMORIA DESCRIPTIVA

Proyecto: Conjunto Residencial "Las Clivias de Surco"
Propietario: Inversiones Tinoco
Ubicación: Av. Andrés Tinoco Cdra. 5, Santiago de Surco
Fecha: Noviembre - 2008

1.- GENERALIDADES:

La presente memoria descriptiva, forma parte del expediente a nivel de proyecto y se complementa con los cálculos hidráulicos, especificaciones técnicas y los planos que en ellas se indican correspondiente al Proyecto: "CONJUNTO RESIDENCIAL "LAS CLIVIAS DE SURCO" la cual se encuentra ubicada en la dirección antes mencionado.

El Proyecto se ha elaborado en función de los planos de arquitectura: distribución, cortes y elevaciones, la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y el Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao de Sedapal.

2.- DESCRIPCION DEL PROYECTO:

2.1.- ABASTECIMIENTO DE AGUA:

2.1.1.- Abastecimiento de Agua Fría:

Para el abastecimiento de agua fría se ha tomado como fuente la red pública mediante 2 conexiones domiciliarias con tubería de 4" de diámetro, la primera de las cuales alimentará a la cisterna 1 de 137.20m³ de capacidad, dentro del cuál se ha considerado el volumen de consumo doméstico, reserva y para el agua contra incendio, esta cisterna alimentara a los bloques A, B, C, D y E; la segunda alimentará a la cisterna 2 de 118.40m³ de capacidad, dentro del cuál se ha considerado el volumen de consumo doméstico, reserva y para el agua contra incendio, esta cisterna alimentará a los bloques F, G, H e I.

Para la distribución del sistema de agua fría dentro de la propiedad, se optó por usar un sistema de suministro de presión constante y velocidad variable para cada

cisterna, que distribuirá a todas las instalaciones del edificio, el cual cuenta con 4 niveles con departamentos simples y el 5 nivel posee departamentos dúplex.

Se cuenta con 3 electrobombas de presión variable y velocidad constante de 5 HP cada una (por cisterna) que estarán trabajando simultáneamente, contando además con una tubería de succión de diámetro de 4" y una tubería de impulsión de diámetro 3" que bombean el agua hacia un tanque de compensación hidroneumático de una capacidad 550 Gal., que alimentará a los diferentes edificios por medio de una tubería de alimentación de 4", dividiéndose luego en ramales horizontales de 3" para la llegada a cada edificio, los cuales abastecen a su vez a 4 departamentos por piso reduciéndose progresivamente cada uno de ellos de la manera siguiente : 1º piso con 3"; 2º, 3º y 4º piso con 2" y finalmente al 5º piso con 1 1/2".

Asimismo al ingreso de cada uno de ellos y ubicado en un área común (hall de escaleras) se colocará el banco de medidores por pisos con sus respectivas válvulas para su control de manera independiente.

Seguidamente y ya en el interior de cada departamento se abastecerá a los diferentes aparatos sanitarios por medio de tuberías de diámetro de 1", 3/4" y 1/2", según lo determinado en el cálculo hidráulico correspondiente.

2.1.2.- Abastecimiento de Agua Caliente:

Para el caso de agua caliente se emplearán tuberías de CPVC en diámetro de 3/4" y 1/2" en la cual se empleará para la producción de la misma un calentador eléctrico de 50 litros de capacidad por departamento.

2.1.3.- Abastecimiento de Agua contra Incendios:

Para el caso de agua contra incendio, cada cisterna posee 1 electrobomba de 40 HP que cuenta con una tubería de succión de diámetro de 6" y una tubería de impulsión de diámetro 4" y 1 electrobomba Jockey de 1 HP que cuenta con una tubería de succión de diámetro de 1" y una tubería de impulsión de diámetro 3/4", que bombean el agua por las tuberías, que serán de 4" para todos los ramales y alimentadores que abastecerán a las diferentes edificaciones, encontrándose además 1 gabinete contra incendios en el hall de escaleras de cada piso en cada edificio.

2.2.- DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS Y VENTILACION:

La disposición del desagüe de cada uno de los aparatos sanitarios, se llevará a cabo mediante tuberías de PVC SAL, las cuales bajarán de los pisos superiores por montantes de diámetros de 2" y 4", cuyas ubicaciones se indican en los planos los cuales a su vez llegarán a cajas de registro ubicadas en el 1er piso de dimensiones 10"x20" y 12"x24", luego de lo cual se interconectarán entre sí para finalmente llegar a los colectores generales C-R1 y C-R2. Las redes de ventilación, han sido diseñadas de acuerdo a los requerimientos de los aparatos sanitarios.

Se ha previsto un sistema de buzones interiores, distribuidos en 3 redes, para la evacuación de las aguas servidas hacia los buzones existentes de la red pública. La primera red, paralela a la Av. Andrés Tinoco cuenta con 3 buzones, de profundidades variables entre 1.20m y 1.56m, con tubería de 8" y pendiente de 1.0% hasta su conexión con el buzón existente en el cruce de la Av. Andrés Tinoco y la Ca. Monte Caoba. La segunda red, que sigue las direcciones de las calles 1, 2 y 3, cuenta con 10 buzones, de profundidades variables entre 1.20m y 1.83m, con tubería de 8" y pendientes variables entre 1.0% y 2.4% hasta su conexión con el buzón existente en el cruce de la Ca. Monte Caoba y Ca. Loma de las Clivias. Finalmente la tercera red, paralela a la Ca. Loma de las Clivias cuenta con 3 buzones, de profundidades variables entre 1.20m y 1.83m, con tubería de 8" y pendientes variables de 1.0% a 2.2% hasta su conexión con el buzón existente en el cruce de la Ca. Monte Caoba y Ca. Loma de las Clivias.

3.0.- APARATOS SANITARIOS:

Los aparatos sanitarios a considerar son los indicados en el plano arquitectónicos de distribución, los cuales serán nuevos y su grifería será la normalmente usada que corresponde al tipo pesado.

4.0.- ALCANCES DE LOS TRABAJOS A EJECUTARSE:

El objetivo de los planos y especificaciones complementarias con la presente memoria descriptiva es mostrar un sistema sanitario completo, el cual debe ser instalado suministrando todos los materiales y equipos para tal efecto.

5.0.- PLANOS:

En ellos se indican las redes interiores de agua, desagüe y ventilación, así como las tuberías de las cuales se alimentarán ó evacuarán cada uno de los aparatos sanitarios. Además se indica las redes exteriores de desagües y el sistema de colectores y buzones adoptados para la descarga a la red del concesionario.

Se han ejecutado para éste proyecto los siguientes planos:

HU-01	Redes de agua potable: Planta General
HU-02	Redes de desagüe: Planta General
HU-03	Redes de desagüe: Perfil de Colectores
IS-01	Agua Fría y Caliente: Plantas 1, 2, 3 y 4
IS-02	Agua Fría y Caliente: Planta 5 y azotea
IS-03	Sistema de Desagüe y Ventilación: Plantas 1, 2, 3 y 4.
IS-04	Sistema de Desagüe y Ventilación: Planta 5 y azotea.
IS-05	Instalaciones Sanitarias: detalles y especificaciones

Anexo N° 2

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INSTALACIONES SANITARIAS

**CONJUNTO RESIDENCIAL
“LAS CLIVIAS DE SURCO”**

2008

LIMA - PERU

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Proyecto: Conjunto Residencial "Las Clivias de Surco"
Propietario: Inversiones Tinoco
Ubicación: Av. Andrés Tinoco Cdra. 5, Santiago de Surco
Fecha: Noviembre - 2008

1.- SISTEMA DE DESAGÜE

1.1 Generalidades

Las tuberías para desagüe serán instaladas con los diámetros y gradientes mostrados en los planos. Los gradientes se darán por sistema de precisión con nivel de trípode de ingeniería cada 5.00 m. y se dispondrá en todo momento de las marcas y señales necesarias, a fin de poder comprobar la pendiente en las rasantes y niveles de las tuberías.

1.2 Salida de desagüe en PVC

El trabajo consiste en la instalación de tuberías de desagüe PVC de media presión de cada aparato sanitario, incluyendo accesorios como codos, yees, tees y otros que serán de PVC de media presión.

Los puntos de salida de desagüe serán de 4 ó de 2 pulgadas, según se indica en el plano de instalaciones sanitarias. Se colocarán en estos puntos, tapones removibles para facilitar las prácticas de instalación de los aparatos sanitarios, según diámetro indicado en los planos.

En las tubería de PVC de media presión, las uniones entre tubo y tubo ó entre tubo y accesorios de impermeabilizarán con pegamento especial para PVC recomendado por el fabricante. En todas las salidas de desagüe y en todo lo que queden abiertas estas tuberías, deberán llevar tapones de PVC de media presión.

1.3 Tubería de PVC

Las tuberías serán de PVC de media presión, para trabajar a 10 lbs/pulg². Los accesorios para desagüe serán de PVC rígido, unión a simple presión según NTN ITINTEC 399.021. Pegamento para PVC según NTN ITINTEC 399.090.

El trabajo consiste en la colocación de tuberías para el sistema de desagüe que serán de PVC de media presión, clase pesada para redes interiores empotradas y de ser necesario, de unión flexible para exteriores en tuberías mayores de 2 pulgadas.

La red general de desagüe estará de acuerdo con el trazo, alineamiento, pendientes, distancias ó indicaciones anotadas en el plano de esta red.

Los ramales de tuberías de distribución de colectores de desagüe, se instalarán en los falsos pisos, procurando no hacer recorrido debajo de los aparatos ni en los muros ó cimientos, salvo las derivaciones y ramales de cada aparato.

Las tuberías para el sistema de desagüe deberán cumplir con las normas ITINTEC N° 399 - 003 y tendrán las siguientes dimensiones:

Clase Pesada

Diámetro Nominal (ASTM)	Diámetro Exterior (mm.)	Espesor (mm.)	Diámetro Interior (mm.)
2"	54.0		
3"	80.0	2.0	76.0
4"	105.0	2.6	99.8
6"	168.0	4.1	159.8

La tubería de PVC de media presión; debe soportar hasta una presión hidrostática instantánea de 10 Kg/cm² a 20°C.

Para la instalación de las tuberías de espiga y campana se procederá utilizando igualmente un serrucho ó sierra para cortarlo, del extremo liso del tubo debe retirarse la posible rebaba y toda irregularidad con una lima ó cuchillo, limpiarla cuidadosamente con un trapo limpio y seco para luego aplicar el pegamento.

Este debe aplicarse con una brocha (no de nylon u otra fibra) de cerda, sobre las 2 superficies en contacto.

Deberá esperarse 15 minutos para el fraguado, antes del manipuleo de las piezas y 24 horas antes de aplicar presión a la línea. Durante todo el proceso de construcción las tuberías deberán mantenerse totalmente llenas de agua, desde el mismo momento de su instalación hasta su entrega final.

Durante el transporte y el acarreo de las tuberías y sus accesorios, desde la fábrica hasta la puesta a pie de la construcción, deberá tenerse el mayor cuidado evitándose los golpes y trepidaciones, siguiendo las instrucciones y recomendaciones de los fabricantes.

Para la descarga de la tubería en la obra, deberá usarse cuerdas y tablones, cuidando de no golpearlos. Los tubos que se descargan al borde de zanjas, deberán ubicarse al lado opuesto del desmonte excavado y, quedarán protegidos del tránsito y del equipo pesado.

Cuando los tubos requieren previamente ser almacenados en la caseta de almacén, deberán ser apilados en forma conveniente y en terreno nivelado, colocando cuñas de madera para evitar desplazamiento lateral.

Las tuberías y accesorios de PVC, serán de la mejor calidad de acuerdo a las normas establecidas, la Supervisión podrá solicitar los certificados respectivos.

Cada tubo deberá ser revisado antes de ser colocarlo, todo material que presente grietas ó rajaduras será retirado de la construcción.

1.4 Ejecución, Alineamiento, Trazo y Mano de Obra

La mano de obra se ejecutará siguiendo las normas de un buen trabajo, debiendo tener especial cuidado de que presenten un buen aspecto, en lo que se refiere a alineamiento y plomo de las tuberías.

La zanja deberá ser abierta en el alineamiento y profundidad requerida, poco antes de la colocación de la tubería. La pendiente de los ramales de desagüe interiores, será uniforme y no menor del 1% en diámetro de 4", y no menor de 2% en diámetro

de 3" e inferiores. La profundidad de la tubería será tal que a su inicio esté a no menos de 0.30m. del nivel del terreno.

Antes de proceder a la colocación de las tuberías bajo tierra, deberá consolidarse el fondo de las excavaciones con el fin de evitar posibles desperfectos por asentamiento. Los tubos deben estar en contacto con el terreno firme en toda su longitud de manera que queden apoyados en no menos del 25% de su superficie exterior.

Cuando se tengan que instalar sobre terreno de relleno, se deberán instalar, sobre una base de concreto cuyo espesor y resistencia estén de acuerdo con la profundidad y características del relleno correctamente compactado.

El ancho de la zanja en el fondo deberá ser tal que exista un juego de 0.15m. como mínimo y de 0.30m. como máximo entre la cara exterior de los collares ó campanas y la pared de la zanja para las tuberías.

El ancho mínimo de la zanja, medida en la parte superior de la tubería, será mantenido al mínimo práctico para permitir la colocación y unión apropiadas de las tuberías.

El fondo de la zanja será cuidadosamente colocado de acuerdo a la profundidad y/o gradiente apropiada y debe ser compactado y luego será provista de una cama de arena de 0.10 m. con el alineamiento ó gradiente requerido.

Para las juntas de unión ó campana, se cavarán hoyos en cada junta ó unión. Esto debe permitir la ejecución apropiada de la junta y permitir al cuerpo de la tubería, tener apoyo completo a todo su largo.

Donde la zanja sufra algún aniego, el Contratista hará todo el esfuerzo para asegurar un fondo de zanja absolutamente seco. Si todos los esfuerzos fallan para obtener esta condición y la Supervisión determina que el fondo de zanja es inapropiado para la colocación de la tubería, se ordenará por escrito el procedimiento que se debe seguir para obtener un fondo de zanja satisfactorio.

La colocación de la tubería será permitida únicamente en zanjas secas que tengan fondo estable. Según datos del Estudio de Suelos elaborado para el primer Proyecto, la calidad del terreno permite hacer zanjas con las paredes verticales, si se encontrara

terreno no apropiado se les darán los taludes adecuados según la naturaleza del mismo.

Cuando se excave material muy inestable por su contenido de material orgánico, deberá retirarse el material y llenarse con un solado de concreto, ó cualquier otro procedimiento que garantice la estabilidad de la tubería.

Cuando sea necesario, las excavaciones serán adecuadamente entibadas, tablestacadas ó arriostradas en tal forma que se obtengan condiciones de trabajo satisfactorias, para prevenir deslizamientos de material, prevenir daños a las estructuras u otra y a las propiedades adyacentes.

El material proveniente de las excavaciones deberá ser retirado a una distancia no menor de 1.50m. de los bordes de las zanjas, para seguridad de la misma y facilidad y limpieza del trabajo.

El relleno de zanjas se efectuará después de las pruebas hidráulicas de la tubería instalada y manteniendo el drenaje, si lo hubiera; hasta terminar la operación.

Se colocará en la zanja, primeramente material seleccionado, libre de piedras, raíces, maleza, etc. por capas de 0.20m. regadas y apisonadas y que tenga límites líquidos menores de 35% e índice plástico menores ó iguales a 6%. Se apisonará uniformemente los costados de la zanja con el material indicado anteriormente.

El material deberá ser humedecido a óptimo contenido de humedad y compactado a por lo menos 95% de la máxima densidad seca "Proctor Standard" hasta alcanzar el diámetro horizontal.

El relleno se efectuará con el mismo tipo de material en forma tal que no levante ó mueva el tubo del alineamiento horizontal ó vertical, en capas sucesivas de 0.20m. de espesor hasta obtener una altura mínima de 0.40m. sobre la clave del tubo.

Los pisones que se emplearán serán cilindros de madera de 8 a 10 cm. de diámetro y de 20 a 30cm. de largo Se emplearán con el eje del cilindro paralelo a la tubería. La operación continuará en capas de 20cm., con material proviniendo de la excavación, libre de piedras menores de 4", hasta llegar a 20cm. debajo de la rasante.

Los últimos 20cm. deberán estar constituidos por suelos finos con límites líquidos menor ó igual que 6% Se emplearán en esta parte del relleno pisones de forma cúbica, de madera, de 15 a 20 Kg. de peso. En caso que el material extraído de las zanjas no sea el adecuado para el relleno, tal como se ha indicado anteriormente, el Contratista deberá traer el material seleccionado de otro lugar previa aprobación de la Supervisión.

Se usarán juntas de dilatación indicadas en los planos, en todos los puntos en que la tubería de desagüe cruce una junta de dilatación en las edificaciones.

En las tuberías que tengan que atravesar las juntas de construcción deberán instalar juntas de expansión cuyo fin es absorber las posibles dilataciones de los movimientos sísmicos. Deberá soportar la misma presión que las tuberías en que van, estas juntas deberán reunir las condiciones necesarias para este tipo de trabajo.

1.5 Registros y sumideros

Los registros serán de bronce cromado para acoplarse a tubería PVC y colocarse en las cabezas de los tubos ó conexiones con tapa hermética roscada de bronce y dispositivos de fácil operación, su instalación se hará al ras de los pisos acabados, cuando las instalaciones sean empotradas, y se indique en el plano de instalaciones. Las roscas serán engrasadas para su fácil remoción.

Los sumideros serán de bronce cromados, de diseño especial, según plano de detalle tendrán rejilla removible roscadas y se instalarán sobre trampa "P". Las roscas irán engrasadas para su fácil remoción.

1.6 Caja de Registro de Desagüe

Las cajas de registro serán de 10" x 20" y de 12" x 24" de concreto pre-fabricado ó de albañilería y se fabricarán de acuerdo a las dimensiones interiores indicadas en los planos, de ser albañilería las paredes serán de ladrillo K.K. de canto, asentado con mezcla 1:4, ésta se construye sobre un solado de concreto 1:8 (cemento – hormigón) de 0.10 m. de espesor vaciado sobre el suelo bien compactado.

El interior de la caja irá tarrajado y planchado con una mezcla 1:3 (cemento – arena) con todas las esquinas boleadas. Serán impermeabilizadas y el fondo llevará una

media caña convenientemente formada con el mismo diámetro de tubería, bermas inclinadas 1:4, y luego pulido.

Las tapas serán de concreto armado acabado frotachado con mezcla cemento - arena cuando quede ubicada en jardín, para su fabricación se usará mezcla de resistencia 175 Kg/cm² a los 28 días; 7 cm. de espesor, armadura de ¼" con 5 fierros en un sentido y 3 a 90° sobre el mismo plano. Debe llevar dos agarraderas de fierro liso de 3/8" que se deslizan hasta enrazar con el borde superior de la tapa.

Para la instalación de las tuberías de desagüe, las cajas de registro serán construidas en los lugares indicados en los planos, pudiendo ser también de concreto simple f'c = 100 kg/cm² y llevarán una tapa de fierro con plancha 3/16" estriada y refuerzo con perfil tipo L de 1" x 1" x 1/8" con marco de perfil tipo L de 1½" x 1½" x 1/8" cuando quede ubicada en vereda ó losa de concreto, de acuerdo a la indicación en los planos (diseño).

Se usarán cajas de las dimensiones indicadas en los planos hasta 1.00 m. de profundidad de albañilería y/o concreto simple y con marco y tapa de fierro y/o concreto armado para tuberías de 6" de diámetro.

2.- SALIDA DE VENTILACIÓN EN PVC

El trabajo consiste en la instalación de tuberías PVC de media presión tipo liviano para ventilación de cada aparato sanitario especialmente en los inodoros, incluyendo codos, yeas, tees que serán de PVC de media presión .

Se tendrán puntos de salidas de 2" y 2 ½", según se indica en el plano de instalaciones sanitarias. Todas las subidas de ventilación terminarán con un sombrero de ventilación de PVC de diseño apropiado que impida la entrada casual de materias extrañas.

La ventilación que llegue hasta el techo de las edificaciones se prolongará 60 cm., sobre el nivel de la cobertura, rematando en un sombrero de ventilación del mismo material. Las uniones entre tubería y accesorios de PVC se impermeabilizarán con pegamento especial para PVC.

En todas las salidas de ventilación y en todo lo que queden abiertas estas tuberías, deberán llevar tapones de PVC tipo liviano.

3.- SISTEMA DE AGUA FRÍA

3.1 Salida de agua fría con tubería de PVC –CLASE 10

El trabajo consiste en la instalación de tuberías de agua fría a cada aparato sanitario, se incluyen codos, reducciones, tees y otros accesorios que serán de PVC Clase 10 tal como se especifica en los planos de instalaciones sanitarias.

Los puntos y salidas para atender a los aparatos sanitarios, se instalarán de acuerdo a la siguiente tabla:

Aparatos	Punto de Agua
Inodoro de losa	0.15 m S.N.P.T.
Lavatorio Ovalin de losa	0.55 m S.N.P.T.
Urinario	1.10 m S.N.P.T.
Duchas cromadas	1.90 m S.N.P.T.

Se debe verificar con las indicaciones señaladas en los planos de instalaciones sanitarias, pero su ubicación final debe ser determinada por la Supervisión.

Las uniones entre tubería y accesorios de PVC se impermeabilizarán con pegamento especial para PVC. Las uniones roscadas entre tuberías PVC y accesorios de F°G° serán con cinta teflón.

Las tuberías y accesorios para las instalaciones de agua fría empotradas en los muros ó pisos podrán ser también de polipropileno HIDRO 3 marca saladillo con uniones por termofusión en tubo y accesorios aprobados por ITINTEC.

En general se usarán reducciones PVC para los cambios de diámetros en las tuberías PVC. Sólo se aceptará "Bushing" para las conexiones ó salidas en equipos y aparatos sanitarios respectivamente.

En cada una de las salidas para conexión a aparatos sanitarios ó equipos, se deberá dejar como último accesorio, una unión roscada de fierro galvanizado. Los accesorios

serán preferentemente de fierro galvanizado, roscado del tipo reforzado para una presión de trabajo de 150 lbs/pulg².

Se colocarán tapones roscadas de fábrica en las salidas de agua. Estos tapones se instalarán inmediatamente después de terminada una salida y permanecerán colocadas hasta el momento de instalación del aparato ó equipo.

3.2 Red de distribución PVC – CLASE 10

El trabajo consiste en la colocación de tuberías y accesorios de Poli Cloruro de Vinilo PVC Clase 10 rígido para conducción de fluidos a presión, que serán clase 10 (para una presión de trabajo 150 lbs/pulg²), unión roscada ó a simple presión para diámetro de 1", ¾" y ½". La unión entre tubos será ejecutada utilizando como impermeabilizante pegamento especial de primera calidad para tuberías PVC, tipo embone no admitiéndose el uso de pintura de ninguna clase.

La red de agua estará prevista de las válvulas y accesorios que se muestran en los planos respectivos y especialmente de uniones universales a fin de permitir su fácil remoción. Los cambios de dirección se harán necesariamente con codos, no permitiéndose por ningún momento tubos doblados a la fuerza, así mismo los cambios de diámetro se harán con reducciones.

3.3 Tuberías y accesorios

Las tuberías de agua deberán estar colocadas lo más lejos posible de las de desagüe, siendo las distancias libres mínimas según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

La red interior de agua potable (dentro de las edificaciones y servicios higiénicos) se instalará siguiendo las indicaciones de los planos de instalaciones sanitarias que se acompaña. Los ramales en los servicios higiénicos y demás servicios irán empotrados en los muros y los falsos pisos ó losas de concreto.

Los pasos de la tubería a través de la cimentación, y elementos estructurales, se harán por medio de acero ó fierro forjado (manguitos) de longitud igual al espesor del elemento que se atravesase, debiendo ser colocados antes del vaciado del concreto.

Los diámetros mínimos en los manguitos serán:

ESPECIFICACIONES TECNICAS - INSTALACIONES SANITARIAS

Diámetro de la Tubería	Diámetro del Manguito
1/2"	1"
3/4"	1 1/2"
1" a 1 1/4"	2"
1 1/2" a 2"	3"

La tubería de PVC rígida, clase 10 unión irá colocada de acuerdo a la indicación de los planos. Pueden ir empotradas en losa ó muro.

Para Unión Roscada deberá utilizarse sellador apropiado como cinta teflón ó similar.

Para Unión a Simple Presión se utilizará cemento solvente para PVC y se seguirá las indicaciones del fabricante.

Los accesorios serán de PVC rígido, clase 10 unión a simple presión, según NTN ITINTEC 309.019. y se usará cemento solvente ó pegamento según NTN ITINTEC 399.090.

Queda terminantemente prohibido el uso de pabilo y pintura para impermeabilización de uniones; para la instalación de las tuberías de espiga y campana, se procederá utilizando igualmente un serrucho ó sierra para cortarlo.

Del extremo liso del tubo debe retirarse la posible rebaba, y toda irregularidad con una lima ó cuchilla, limpiarla cuidadosamente con un trapo limpio y seco para aplicar el pegamento.

El pegamento debe aplicarse con una brocha (no de nylon u otra fibra sintética) de cerda, sobre las dos superficies de contacto. La tubería debe insertarse dentro de la campana asegurándose que el tubo esté bien colocado, girar entonces un cuarto de vuelta para asegurar la distribución uniforme del pegamento.

La demostración de que la unión esta hecha correctamente será un cordón de pegamento que aparece entre las dos uniones. Deberá esperarse 15 minutos para el fraguado, antes del manipuleo de las piezas y 24 horas antes de aplicar presión a la línea.

Las Tees PVC Clase 10 - Codos PVC Clase 10 - Reducciones PVC Clase 10 son elementos que se colocan para derivar ó disminuir el flujo de agua, para codos y tees en un quiebre igual a 90°, los accesorios son de Poli Cloruro de Vinilo (PVC) rígido, Clase 10 (150 lbs/pulg²) del tipo pesado de unión roscada ó a simple presión.

En las tuberías que tengan que atravesar las juntas de construcción deberán instalar juntas de expansión cuyo fin es absorber las posibles dilataciones de los movimientos sísmicos. Deberá soportar la misma presión que las tuberías en que van, estas juntas deberán reunir las condiciones necesarias para este tipo de trabajo.

Las válvulas son elementos que se colocan para la interrupción del flujo de agua, serán del tipo compuerta con uniones roscadas de bronce para una presión de trabajo de 10 kg/cm², marca reconocida y primera calidad. Deberán llevar marcada en alto relieve la marca, diámetro y la presión de trabajo en el cuerpo de la válvula y serán para 125 lbs/pulg².

En ambos lados se instalarán uniones universales. Las uniones universales serán de fierro galvanizado con asiento cónico de bronce. Las manijas serán de metal y se identificarán por un disco de aluminio ó de bronce con la numeración de la válvula, debiendo hacerse una relación detallada de su ubicación.

Los puntos y salidas para atender a las válvulas serán a 0.30m. S.N.P.T. La caja para válvula de compuerta, en este caso debe instalarse en pared por contener el piso mayor humedad, será alojada en caja con marco y tapa de madera acabado con pintura de color indicado por la Supervisión.

3.4 Equipos de bombeo

3.4.1 Tubería y accesorios en equipos de bombeo

Las tuberías y accesorios para los equipos de bombeo serán de acero galvanizado, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en las normas técnicas nacionales.

Las válvulas serán del tipo compuerta y retención, de bronce, unión roscada o bridada, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en las normas técnicas nacionales.

3.4.2 Características de equipo de bombas para impulsión del suministro de agua

Motor Trifásico

Norma IEC, para suministro trifásico de 220V, 60 Hz, 3450 RPM. Eje en acero AISI 1045. Rodamientos sellados y prelubricados.

Caja

Fabricada en fierro fundido gris.

Impulsor

Tipo centrífugo. Fabricado en fierro fundido gris o bronce al silicio, con alta resistencia a la corrosión y al desgaste. Balanceado estática y dinámicamente para evitar vibraciones. Está montado directamente sobre el eje del motor, asegurando un perfecto alineamiento.

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| • Líquido a bombear | Agua limpia |
| • Caudal de Bombeo | 5.50 Ips - 88.00 GPM |
| • Altura Dinámica Total | 45.00 mca - 60.00 PSI |
| • Potencia aproximada del Motor | 5 HP |
| • Diámetro de Succión | 4" |
| • Diámetro de Impulsión | 3" |
| • Frecuencia | 60 ciclos |
| • Voltaje | 220 voltios |

3.4.3 Tablero de control – equipo de presión constante

Tablero alternador – simultáneo para motor de 5 HP - 220 v/60hz, trifásico, está conformado por lo siguiente:

- 01 Gabinete, metálico pintado exterior e interior con resina poliéster-epoxi color gris claro RAL 7032 texturizado. Grado de protección IP55. Listado UL.
- Arranque Estrella - Triángulo
- 01 Interruptor Térmico General para motor de 5.00 HP/ 220 V/ 60 Hz.
- 02 Relay térmico para motor de 5.00 Hp con protección por sobrecarga y cortocircuito.
- 01 Contactor tipo CI 4 –2 Bob. 220 V.

- 01 Conmutador Manual – O – Automático.
- 01 Conmutador O – B1- B2- Alt.
- 04 Lámparas indicadoras de funcionamiento (Funcionamiento - Falla.)
- 01 Fusible de 2A para el mando.

El tablero de control deberá estar convenientemente cableado para que el funcionamiento de las electrobombas se realice en forma normal alternado.

4.- SALIDA DE AGUA CALIENTE CON TUBERÍA CPVC

El trabajo consiste en la instalación de tuberías de agua caliente para las duchas, incluyendo codos, tees, que serán de CPVC.(Poli cloruro de Vinilo Clorado).

Se tendrán puntos de salidas de agua caliente de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ", según se indica en el plano de instalaciones sanitarias.

Cuando se use tubería CPVC serán del mismo material con unión simple pegar. En todos los casos de salida para tuberías que no tengan uniones roscadas, se instalará una transición de tubería pegada.

Los pases de tubería en muros de albañilería ó elementos estructurales se harán usando manguitos de PVC de media presión especial para desagüe. De acuerdo con los diámetros de las tuberías, los manguitos serán de 4" en diámetros de $\frac{1}{2}$ " a $1\frac{1}{2}$ ".

El Calentador Eléctrico contempla el suministro e instalación de termas eléctricas de capacidad de 50 litros con la finalidad de proveer de agua caliente a cada departamento.

5.- SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS

5.1 Tubería y accesorios

Las tuberías y accesorios para los equipos de bombeo serán de acero, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en las normas técnicas nacionales.

Las válvulas serán del tipo compuerta y retención, de bronce, unión roscada o bridada, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en las normas técnicas nacionales.

5.2 Características de la bomba de sistema contra incendio

Es un equipo especial para combate de incendios, que cumpla con la Norma de la NFPA para Bombas y equipos contra incendios.

Bomba de una sola etapa - Tipo IN-LINE - Vertical.

Diseñada según norma NFPA 20, listada por UL.

Acoplada en monoblock a un motor eléctrico.

Succión y Descarga alineada en 180°.

Bridada para montaje en la tubería.

El impulsor es del tipo cerrado.

Balanceado estática y dinámicamente y montado directamente al eje del motor.

Asegurado mediante chaveta, tuerca y arandela.

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| • Liquido a bombear | Agua limpia |
| • Caudal de Bombeo | 24.00 lps - 384.00 GPM |
| • Altura Dinámica Total | 80.00 mca - 105 PSI |
| • Potencia aproximada del Motor | 40.00 HP |
| • Continuidad del Bombeo | Stand By |
| • Diámetro de Succión | 6" |
| • Diámetro de Descarga | 4" |
| • Frecuencia | 60 ciclos |
| • Voltaje | 220 voltios |
| • Temperatura de trabajo | 40°C |

5.3 Tablero de control principal

El controlador automático y manual de motor diseñado y construido según Norma NFPA 20 listado por UL y aprobado por FM especialmente diseñado para el servicio de Bombas Contra Incendio. El controlador tiene las siguientes funciones:

- Modelo FTA750-20
- Aislamiento Nema 2
- Arranque Directo /40.00HP/220V/60HZ
- Botonera de arranque y parada.
- Presostato regulable hasta 300 PSI
- Sistema de detención Automática – Manual.
- Arranque secuencial.

- Arranque manual de emergencia.
- Preparado para monitoreo por control de arranque remoto.
- Extra set de contactos para caída de fase e inversión de fase.

El controlador es suministrado por el fabricante con las siguientes lámparas

- Energizado.
- Bomba en funcionamiento
- Inversión de fase.

5.4 Electrobomba tipo JOCKEY

Descripción General

Electrobomba horizontal, acoplada a motor eléctrico trifásico, arranque Directo, protección IP44, aislamiento clase "F", de 220 voltios, 60 ciclos, 3450 RPM. Sellado Tipo Mecánico. F.S.:1.15

Tablero de control Jockey

El controlador automático y manual de motor listado por UL .El controlador realiza las siguientes funciones:

- Aislamiento NEMA 2
- Interruptor principal con fusibles..
- Es del tipo de arranque directo 1.00HP/220 V/ 60 Hz
- Selector Manual - O - Automático
- Switch de presión regulable.

6.- PRUEBAS HIDRAULICAS

La finalidad de las pruebas hidráulicas y desinfección, es verificar que todas las partes de la línea de agua potable, hayan quedado correctamente instaladas, probadas contra fugas y desinfectadas, listas para prestar servicio.

Tanto el proceso de prueba como sus resultados, serán en presencia de la Supervisión, debiendo éste último proporcionar el personal, material, aparatos de pruebas, de medición y cualquier otro elemento que se requiera para las pruebas.

Las pruebas de las líneas de agua se realizarán en 2 etapas:

6.1. Prueba hidráulica

De acuerdo a las condiciones que se presenten en la obra, se podrá efectuar por separado la prueba a zanja con relleno compactado, de la prueba de desinfección. De igual manera podrá realizarse en una sola prueba a zanja abierta, la de las redes con sus correspondientes conexiones internas.

Llenar con agua eliminando el aire contenido en la tubería y someterla a una presión interna igual a 1.5 veces la presión de trabajo, durante por los menos 30 minutos observando que no se produzcan fugas ó filtraciones.

En la prueba hidráulica a zanja abierta, sólo se podrá subdividir las pruebas de los circuitos ó tramos, cuando las condiciones de la construcción no permitieran probarlos por circuitos ó tramos completos, debiendo previamente ser aprobados por la Supervisión.

Considerando el diámetro de la línea de agua y su correspondiente presión de prueba se elegirá, con aprobación de la Supervisión, el tipo de bomba de prueba, que puede ser accionado manualmente ó mediante fuerza motriz. La bomba de prueba, deberá instalarse en la parte más baja de la línea y de ninguna manera en las altas.

Para expulsar el aire de la línea de agua que se está probando, deberá necesariamente instalarse purgas adecuadas en los puntos altos, cambios de dirección y extremos de la misma. La bomba de prueba y los elementos de purga de aire, se conectarán a la tubería mediante abrazaderas en las redes externas, debiendo ubicarse preferentemente frente a los servicios, en donde posteriormente formarán parte integrante de sus conexiones internas; y tapones con nipples especiales de conexión, en las líneas de la red principal.

Se instalarán como mínimo 2 manómetros de rangos de presión apropiados, preferentemente en ambos extremos del circuito ó tramo a probar.

La Supervisión previamente al inicio de las pruebas, verificará el estado y funcionamiento de los manómetros, ordenando a no utilizar los que estén malogrados ó los que no se encuentren calibrados.

6.2. Prueba de carga de la tubería

Será aplicable a todas las tuberías de agua potable.

Se realizará antes de empotrar ó enterrar los tubos y podrá efectuarse en forma parcial a medida que avance el trabajo. La prueba se realizará con bomba de mano y manómetro de control debiendo las tuberías soportar una presión de 100 Lbs/pulg.

Sin que en un lapso de 15 minutos se note descenso de presión en el manómetro, en caso contrario, se localizará el punto de filtración y se corregirá, para luego efectuar la prueba nuevamente.

6.2.1 Pérdida de Agua admisible

La probable pérdida de agua admisible en el circuito ó tramo a probar, de ninguna manera deberá exceder a la cantidad especificada en la siguiente fórmula:

$$F = N \times D \times P \times 25$$

De donde:

F = Pérdida total máxima en litros por hora.

N = Número total de uniones (*).

D = Diámetro de la tubería en milímetros.

P = Presión de pruebas en metros de agua.

(*) En los accesorios y válvulas se considerará a cada campana de empalme como una unión.

En la tabla N° 1 se establece las pérdidas máximas permitidas en litros en una hora, de acuerdo al diámetro de tubería, en 100 uniones.

Tabla N° 1

Pérdida Máxima de Agua en Litros en una Hora y para Cien Uniones

Diámetro Tubería	Presión de Prueba de Fugas			
	7.5. Kg/cm ² (105lbs/pulg ²)	10 kg/cm ² (150lbs/pulg ²)	15.5. kg/cm ² (125lbs/pulg ²)	21 kg/cm ² (300lb/pulg ²)
Pulg.				
3"	6.30	7.90	9.10	11.60
4"	8.39	10.05	12.10	14.20
6"	12.59	15.05	18.20	21.50

6.3. Prueba hidráulica a zanja abierta

La presión de prueba a zanja abierta, será de 1.5 de la presión nominal de la tubería de redes; y de 1.0 de esta presión nominal, para conexiones internas, medida en el punto más bajo del circuito ó tramo que se está probando.

En el caso de que la Supervisión solicitara la prueba en una sola vez, tanto para la red exterior como para sus conexiones internas, la presión de prueba será 1.5 de la presión nominal.

Antes de procederse a llenar las líneas de agua a probar, tanto sus accesorios como sus válvulas, previamente deberán estar ancladas, lo mismo que efectuando su primer relleno compactado, debiendo quedar solo al descubierto todas sus uniones.

Sólo en los casos de tubos que hayan sido observados, estos deberán permanecer descubiertos en el momento que se realice la prueba. La línea permanecerá llena de agua por un período mínimo de 24 horas, para proceder a iniciar la prueba.

El tiempo mínimo de duración de la prueba será de dos (2) horas debiendo la línea de agua permanecer durante este tiempo bajo la presión de prueba.

No se permitirá que durante el proceso de la prueba, el personal permanezca dentro de la zanja, con excepción del trabajador que bajará a inspeccionar las uniones, válvulas, accesorios, etc.

6.4. Prueba hidráulica y desinfección de tuberías a zanja cerrada

La presión de prueba a zanja con relleno compactado será la misma de la presión nominal de la tubería, medida en el punto más bajo del conjunto de circuitos ó tramos que se está probando.

No se autorizará realizar la prueba a zanja con relleno compactado y desinfección, si previamente la línea de agua no ha cumplido satisfactoriamente la prueba a zanja abierta. La línea permanecerá llena de agua por un período mínimo de 24 horas, para proceder a iniciar las pruebas a zanja con relleno compactado y desinfección.

El tiempo mínimo de duración de la prueba a zanja con relleno compactado será de 1 hora, debiendo la línea de agua permanecer durante este tiempo bajo la presión de prueba.

Todas las líneas de agua antes de ser puestas en servicio, serán completamente desinfectadas de acuerdo con el procedimiento que se indica en la presente Especificación, y en todo caso, de acuerdo a los requerimientos que puedan señalar la empresa de saneamiento pública.

Para las tuberías de agua fría y de agua caliente, después de probadas y protegidas las tuberías, se lavarán interiormente con agua limpia y se desaguarán y/o descargarán totalmente. El dosaje de cloro aplicado para la desinfección será de 50 ppm.

Los sistemas se desinfectarán usando una mezcla de solución de cloruro de sodio, hipoclorito de calcio o cloro gas. Se llenarán las tuberías y tanques lentamente con agua, aplicando el agente desinfectante hasta obtener una concentración de 50 partes por millón de cloro activo. Después de por lo menos tres horas de haber llenado las tuberías se comprobarán en los extremos de la red el contenido de cloro residual.

El tiempo mínimo del contacto del cloro con las tuberías será de 24 horas después de haber llenado estas, procediéndose a efectuar la prueba en los extremos de la red y en el tanque de cloro residual debiendo obtener por lo menos 5 ppm. de cloro.

Si el cloro residual está presente en una proporción mínima de 5 partes por millón la desinfección se dará por satisfactoria y se evacuarán de las tuberías, luego se lavarán las tuberías con agua potable hasta que no queden trazas del agente químico desinfectante usado.

En el período de clorinación, todas las válvulas y otros accesorios, serán operadas repetidas veces para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro.

Después de la prueba, el agua con cloro será totalmente eliminada de la tubería e inyectándose con agua de consumo hasta alcanzar una concentración de 0.2 ppm. de cloro residual. Se podrá utilizar cloro líquido compuesto de cloro disuelto con agua.

Para la desinfección con cloro líquido se aplicará una solución de éste, por medio de un aparato clorinador de solución, ó cloro directamente de un cilindro con aparatos adecuados, para controlar la cantidad inyectada y asegurar la difusión efectiva del cloro en toda la línea.

En la desinfección de la tubería por compuestos de cloro disuelto, se podrá usar compuestos de cloro tal como, hipoclorito de calcio ó similares y cuyo contenido de cloro utilizable, sea conocido.

Para la adición de éstos productos, se usarán una proporción de 5% de agua, determinándose las cantidades a utilizar mediante la siguiente fórmula:

$$g = C \times L = \% \text{ Clo. } \times 10$$

Donde:

g	=	Gramos de hipoclorito.
C	=	ppm ó mgs por litro deseado.
L	=	Litros de agua.

6.5. PRUEBAS DE REDES DE DESAGUE

6.5.1. En Instalaciones Interiores

Antes de cubrir las tuberías que van enterradas y/o empotradas serán sometidas a las siguientes pruebas:

- Niveles, por el generador superior del tubo, comprobándose la pendiente.

- Alineamiento, se correrá cordel por la generatriz superior del tubo de modo de determinar su perfecto alineamiento.
- Para las tuberías de desagüe se llenarán esta con agua, previo tapado de las salidas bajas, debiendo permanecer llenas sin presentar escapes por lo menos durante 24 horas.
- Las pruebas podrán realizarse parcialmente, debiendo realizar al final una prueba general.
- Los aparatos sanitarios se probarán uno a uno, debiendo observar un funcionamiento satisfactorio.

6.5.2. En Instalaciones Exteriores

Después de instaladas las tuberías y antes de cubrirlas serán sometidas a las siguientes pruebas:

- Las tuberías de desagüe se probarán entre cajas, tapando la salida de cada tramo y llenando con agua la caja superior.
- No deberá observarse pérdidas de líquido durante un lapso de 30 minutos.
- Se hará pruebas de niveles caja a caja y corriendo una nivelación por encima del tubo de cada 5.00 m.
- Se correrá nivelación de los fondos de cajas e inclusive del buzón donde se empalmará la red para comprobar la pendiente.

NOTA: La prueba debe realizarse antes de instalar los aparatos sanitarios, colocándose tapones en los lugares correspondientes. Para los efectos de seguridad sensibles que permitan observar cualquier cambio de presión.

6.6. PRUEBAS DE REDES DE AGUA

6.6.1. Instalaciones interiores

Antes de cubrir las tuberías que van empotradas serán sometidas a las siguientes pruebas:

- Las tuberías se llenarán de agua y con una bomba de mano se alcanzarán 100 Lbs/pulg² de presión que será mantenida durante 15 minutos, durante los cuales no deberán presentar escapes ó fugas de agua.

6.6.2. Instalaciones Exteriores

- Antes de cubrir las tuberías de las redes exteriores se someterán a prueba siguiendo el mismo procedimiento y presión que las redes interiores pero la duración será de 30 minutos.
- El Contratista deberá tener en la obra todos los implementos necesarios para la prueba, en número suficientes, para que estas sean realizadas con eficiencia.

6.7. PRUEBA DE TUBERÍAS

La prueba será aplicable a todas las tuberías instaladas. Consistirá en llenar con agua las tuberías después de haber taponeado las salidas más bajas, debiendo permanecer por lo menos durante 24 horas sin presentar escapes.

Si el resultado no es satisfactorio se procederá a realizar las correcciones del caso y se repetirá la prueba hasta eliminar las filtraciones. Una vez terminada la instalación ó parte de ella y antes de cubrirla, se someterá a la prueba hidráulica que consiste en:

6.7.1. Prueba de nivelación y alineamiento

La finalidad de la prueba en la construcción, es la de verificar que todas las partes de la línea de desagüe, hayan quedado correctamente instaladas, listas para prestar servicios.

Tanto el proceso de prueba como de sus resultados, serán dirigidos y verificados por la Supervisión con asistencia del Contratista, debiendo este último proporcionar el personal, material, aparatos de prueba, de medición y cualquier otro elemento que se requiera en esta prueba.

De acuerdo a las condiciones que pudiera presentarse en la construcción, podría realizarse en una sola prueba a zanja abierta, las redes con sus correspondientes conexiones internas. Las pruebas se efectuarán empleando instrumentos topográficos de preferencia nivel.

Se consideran pruebas no satisfactorias de nivelación de un tramo cuando:

- Para pendiente superior a 10 ‰, el error máximo permisible no será mayor que la suma algebraica + 10 mm. medido entre 2 ó más puntos.
- Para pendiente menor a 10 ‰, el error máximo permisible no será mayor que la suma algebraica de + la pendiente medido entre 2 ó más puntos.

La prueba de alineamiento se realizará haciéndose pasar por el interior de todos los tramos, una pieza ó bola de sección transversal circular cuyo diámetro será de 14 cm. para tubería de 6”.

Si en algún tramo la bola no pasara libremente, el Contratista realizará los trabajos necesarios para que en una nueva prueba quede expedido el tramo defectuoso.

6.7.2. Prueba Hidráulica

Una vez terminado un trazo y antes de efectuar el relleno de la zanja, se realizará la prueba hidráulica de la tubería y de sus uniones. Esta prueba se hará por tramos comprendidos entre cajas consecutivas.

La prueba se realizará después de haber llenado el tramo con agua, 8 horas antes como mínimo, siendo la carga de agua para la prueba la producida por la caja aguas arriba completamente llena hasta el nivel del techo.

Se recorrerá íntegramente el tramo en prueba, constando las fallas, fugas y excavaciones que pudieran presentarse en las tuberías y sus uniones, marcándolas y anotándolas para disponer su corrección a fin de someter el tramo a una prueba.

El humedecimiento sin pérdida de agua no se considera como falla. Solamente una vez constatado el correcto resultado de las pruebas de las tuberías podrá ordenarse el relleno de la zanja, las pruebas de tuberías podrán efectuarse parcialmente a medida que el trabajo vaya avanzando, debiendo efectuarse al final una prueba general.

No se autorizará realizar la prueba hidráulica con relleno compactado, mientras que el tramo de desagüe no haya cumplido satisfactoriamente la prueba a zanja abierta.

Estas pruebas serán de dos tipos: la de filtración, cuando la tubería haya sido instalada en terrenos secos sin presencia de agua freática y, la de infiltración para terrenos con agua freática.

6.7.3. Prueba de Filtración

Esta prueba se realizará una vez terminado un tramo y antes de proceder al relleno de la zanja.

Se procederá al llenado de agua limpia en el tramo por la caja aguas arriba a una altura mínima de 0.30m. bajo nivel del terreno y convenientemente taponeado en la caja aguas abajo. El tramo permanecerá con agua, 12 horas como mínimo para poder realizar la prueba.

Para las pruebas a zanja abierta, el tramo deberá estar libre sin ningún relleno, con sus uniones totalmente descubiertas, asimismo, no deben ejecutarse los anclajes de las cajas y/o de las conexiones internas hasta después de realizada la prueba. La filtración de agua que puede perder la tubería será medida en la caja añadiendo constantemente agua del exterior para mantener el nivel de la marca establecida. En las pruebas con relleno compactado, también se incluirá las pruebas de las cajas de registro.

La cantidad de agua perdida en la prueba también se podrá apreciar midiendo la altura que baja el agua en la caja en el tiempo determinado. La prueba tendrá una duración mínima de 10 minutos, y la cantidad de pérdida de agua no sobrepasará lo establecido en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2

Perdida Admisible de Agua en las Pruebas de Filtración e Infiltración

D		F
Diámetro del Tubo		Filtración ó Infiltración Admisible en cm ³ /min/ml
Mm	Pulg.	
150	6	19
200	8	25

Anexo N° 3

PLANOS

HU-01	Redes de agua potable: Planta General
HU-02	Redes de desagüe: Planta General
HU-03	Redes de desagüe: Perfil de Colectores
IS-01	Agua Fría y Caliente: Plantas 1, 2, 3 y 4
IS-02	Agua Fría y Caliente: Planta 5 y azotea
IS-03	Sistema de Desagüe y Ventilación: Plantas 1, 2, 3 y 4.
IS-04	Sistema de Desagüe y Ventilación: Planta 5 y azotea.
IS-05	Instalaciones Sanitarias: detalles y especificaciones

PLANOS DE OBRA

Los planos de ejecución de obra conservación, seguridad y señalización son parte del total de planos del proyecto, los cuales se presentan en el siguiente orden:

Plano N°1 Plano de Ubicación.

Plano N°2 Plano de Señales Provisionales Durante al Construcción.

Plano N°3 Plano Detalle Señalización Vertical

Plano N°4 Plano de Detalles Señalización 1

Plano N°5 Plano de Detalles Señalización 2

Plano N°6 Plano de Diseño de Guardavía

**PLANOS DEL
01 AL 08**

**SON PLANOS
GRANDES
AUN
FALTAN
ESCANEAR**