

NOMBRE DEL TRABAJO

**DISEÑO HIDRAULICO PARA EL SUMINIS  
TRO DE AGUA DEL CENTRO COMERCIAL  
SAN JUAN DE LURIGANCHO**

AUTOR

**ANGEL FERNANDO AMACHE YUCRA**

RECUENTO DE PALABRAS

**16561 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**70837 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**81 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.8MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 6, 2024 9:35 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 6, 2024 9:37 AM GMT-5**

### ● 14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS ( )      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres:	AMACHE YUCRA ANGEL FERNANDO
D.N.I.:	70998398
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	910156341
e-mail:	amacheyucra1@gmail.com

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION
Programa Académico:	TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado:	INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

**Datos de trabajo de investigación**

Título:	DISEÑO HIDRAULICO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA DEL CENTRO COMERCIAL SAN JUAN DE LURIGANCHO
Fecha de Sustentación:	16 DE DICIEMBRE DE 2023
Calificación:	APROBADO REGULAR
Año de Publicación:	2024



### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo  No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	( )

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

---

---

Motivos de la elección del acceso restringido:

---

---

---

---

---

AMACHE YUCRA ANGEL FERNANDO

APELLIDOS Y NOMBRES

70998398

DNI

AAV

Firma y huella:



Lima, 26 de AGOSTO del 20 24

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO HIDRAULICO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA DEL  
CENTRO COMERCIAL SAN JUAN DE LURIGANCHO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

AMACHE YUCRA, ANGEL FERNANDO

ORCID: 0009-0008-6343-4697

**ASESOR**

SALAZAR HUAMANÍ, GUSTAVO NÉSTOR

ORCID: 0000-0001-9107-1258

**Villa El Salvador**

**2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

**VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional  
Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

En Villa El Salvador, siendo las 12:27 horas del día 16 de Diciembre, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	:	DRA. MARGARITA FREDESVINDA MURILLO MANRIQUE	C.I.P. N° 59410
Secretario	:	MG. CARLOS HERNAN FLORES VELASQUEZ	C.I.P. N° 129506
Vocal	:	MG. FABRIZIO ARMANDO MILLAN MONTALVO	C.I.P. N° 112861

Designados con Resolución de Decanato N° 984-2023-UNTELS-R-D, de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el “Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur” ; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: “**La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...**”, en el cual;

El Bachiller: **ANGEL FERNANDO AMACHE YUCRA**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: “**DISEÑO HIDRAULICO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA DEL CENTRO COMERCIAL SAN JUAN DE LURIGANCHO**”

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición Aprobado Equivalencia Regular de acuerdo al Art. 65º del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 12:57 del día 16 de diciembre del 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.

PRESIDENTE  
DRA. MARGARITA FREDESVINDA MURILLO MANRIQUE  
C.I.P. N° 59410

Margarita Murillo M.  
Ingeniera Electricista  
Reg. C.I.P. 59410

SECRETARIO  
MG. CARLOS HERNAN FLORES VELASQUEZ  
C.I.P. N° 129506

VOCAL

MG. FABRIZIO ARMANDO MILLAN MONTALVO  
C.I.P. N° 112861

FABRIZIO ARMANDO  
MILLAN MONTALVO  
INGENIERO ELECTRICISTA  
Reg. C.I.P. N° 112861

Nota: Art. 14º.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, de faltara algún integrante del jurado, en caso de ausencia del presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia del jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

## **DICATORIA**

*Está dedicado a mis compañeros de trabajo que me han brindado su apoyo y orientación. La generosidad al compartir su conocimiento y experiencia ha sido fundamental para mi crecimiento profesional. Aprecio profundamente la colaboración y solidaridad que hemos compartido en este camino laboral.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, quienes me han brindado su apoyo y motivación a lo largo de toda mi vida. Sin su constante respaldo y sacrificio, este logro académico no habría sido posible. Gracias por estar siempre alentándome en los momentos más difíciles, por haberme inculcado valores, por haberme enseñado la importancia de la educación y el esfuerzo. Son esas acciones que formaron a la persona que soy ahora.

# INDICE

LISTADO DE FIGURAS.....	VI
LISTADO DE TABLAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT .....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES.....	2
1.1. CONTEXTO.....	2
1.2. DELIMITACION TEMPORAL.....	2
1.3. DELIMITACION ESPACIAL DEL TRABAJO .....	2
1.4. OBJETIVO.....	4
1.4.1. Objetivo 1 .....	4
1.4.2. Objetivo 2 .....	4
1.4.3. Objetivo 3 .....	4
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. ANTECEDENTES .....	5
2.2. MARCO TEORICO .....	8
2.2.1. Tubería de Acero Inoxidable 316 .....	8
2.2.2. Tubería de Polipropileno.....	9
2.2.3. Tubería de PVC C-10 .....	10
2.2.4. Método de Hunter.....	11
2.2.5. Red de distribución .....	12
2.2.6. Presión Hidrostática.....	14
2.2.7. Ecuación de continuidad .....	14
2.2.8. Ecuaciones de Bernoulli y de la energía a flujo permanente de fluidos	15
2.2.9. Numero de Reynolds.....	15
2.2.10. Flujo turbulento .....	15
2.2.11. Flujo laminar.....	16
2.2.12. Flujo hidráulicamente liso .....	16
2.2.13. Ecuación de Hazen Williams.....	16
2.2.14. Bombas centrifugas .....	17
2.2.15. Longitud equivalente por accesorio .....	17
2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....	19
2.3.1. Flujo.....	19

2.3.2.	Fluido.....	19
2.3.3.	Hidráulica .....	19
2.3.4.	Tubería de Polipropileno.....	19
2.3.5.	Bombas centrífugas .....	19
2.3.6.	Perdida carga .....	19
3.	<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL .....</b>	<b>20</b>
3.1.	<b>DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....</b>	<b>20</b>
3.2.	<b>MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO .....</b>	<b>20</b>
3.2.1.	Volumen de cisterna.....	21
3.2.2.	Máxima demanda simultanea .....	23
3.2.3.	Desarrollo del trazado de las redes de tubería de agua y el cálculo hidráulico para determinar la perdida de carga .....	23
3.2.4.	Determinación de la altura dinámica total.....	36
3.2.5.	Determinación de la capacidad de la bomba de impulsión .....	38
3.3.	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
3.3.1.	Características de la cisterna .....	39
3.3.2.	Características de la tubería de impulsión.....	39
3.3.3.	Estimación de la perdida de carga.....	39
3.3.4.	Estimación de la Altura dinámica total.....	41
3.3.5.	Características de la bomba de Impulsión.....	41
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación del C.C. San Juan de Lurigancho.</i>
Figura 2	<i>Gastos Probables para Aplicación del Método de Hunter</i>
Figura 3	<i>Rango de velocidades máximas para cálculo de tuberías</i>
Figura 4	<i>Diámetro de las tuberías de impulsión en función del gasto de bombeo</i>
Figura 5	<i>Cisterna de agua potable – Vista Lateral</i>
Figura 6	<i>Cisterna de agua potable – Vista planta</i>
Figura 7	<i>Planta – Nivel Sótano -2</i>
Figura 8	<i>Nivel Sótano -1</i>
Figura 9	<i>Planta – Nivel Piso 1</i>
Figura 10	<i>Planta – Nivel Piso 2</i>
Figura 11	<i>Planta – Nivel Piso 3</i>
Figura 12	<i>Planta – Nivel Piso 4</i>
Figura 13	<i>Diagrama isométrico</i>
Figura 14	<i>Tabla de muestra</i>
Figura 15	<i>Diagrama Isométrico</i>
Figura 16	<i>Diagrama Isométrico de diferenciación de materiales</i>
Figura 17	<i>Curva de la bomba</i>

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tabla de medidas de tubería de Acero Inoxidable ASTM 316(L).</i>
Tabla 2	<i>Tabla de medidas de tuberías de Polipropileno.</i>
Tabla 3	<i>Tabla de medidas de tubería de PVC C-10.</i>
Tabla 4	<i>Tabla de longitud equivalente por accesorios.</i>
Tabla 5	<i>Tabla de Volumen de cisternas.</i>
Tabla 6	<i>Válvula reductora de Presión N°01.</i>
Tabla 7	<i>Válvula reductora de Presión N°02.</i>
Tabla 8	<i>Válvula reductora de Presión N°03</i>
Tabla 9	<i>Válvula reductora de Presión N°04</i>
Tabla 10	<i>Válvula reductora de Presión N°05</i>
Tabla 11	<i>Válvula reductora de Presión N°06</i>
Tabla 12	<i>Válvula reductora de Presión N°07</i>
Tabla 13	<i>Almacenamiento de agua potable</i>
Tabla 14	<i>Diámetro de tubería de impulsión</i>
Tabla 15	<i>Válvulas Reductoras de Presión</i>
Tabla 16	<i>Características de la bomba</i>

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la empresa E.Y. Consultoría de proyectos, en esta empresa se diseñan proyectos de Ingeniería para empresas del sector industrial y retail. En las especialidades de Ingeniería Sanitaria y Protección contra Incendio, me desempeñe como proyectista y diseñador de Planos hidráulicos para los sistemas de Bombeo de Agua.

Uno de los problemas que se identificó en este proyecto fue que la conexión de agua que entrega Sedapal era incapaz de abastecer de manera directa con la presión y caudal adecuado al proyecto. Lo que ocasionaba que no se puedan cumplir con los estándares vigentes según la normativa (RNE) en cuanto a los parámetros del diseño hidráulico. Para dar solución al problema se propone un sistema de bombeo de agua para abastecer los requerimientos de la instalación, para este fin, será necesario realizar el cálculo hidráulico de la red de agua del proyecto para asegurar el suministro de agua a los puntos más alejados de la edificación. Se diseñará el sistema teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento, las pérdidas por fricción de las tuberías y finalmente la selección de la bomba adecuada para el proyecto

**Palabras claves:** Análisis hidráulico; sistema de bombeo; centro comercial.

## **ABSTRACT**

The present work was carried out at E.Y. Project Consulting, a company that designs engineering projects for industrial and retail businesses. Specializing in Sanitary Engineering and Fire Protection, I worked as a project designer and hydraulic plan designer for Water Pumping Systems.

One of the problems identified in this project was that the water connection provided by Sedapal was incapable of directly supplying the project with the required pressure and flow. This resulted in the inability to meet current standards according to regulations (RNE) regarding hydraulic design parameters. To address this issue, a water pumping system is proposed to meet the installation's requirements. For this purpose, it will be necessary to perform hydraulic calculations for the project's water network to ensure water supply to the farthest points of the building. The system will be designed taking into account storage capacity, friction losses in pipes, and ultimately the selection of the appropriate pump for the project.

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de espacios comerciales y de entretenimiento en el distrito de San Juan de Lurigancho son el motivo de la gestación del Proyecto Centro comercial San Juan de Lurigancho, El nuevo 'mall' de San Juan de Lurigancho que contara con 4 niveles y 3 sótano. Será emblemático debido a que es el primer centro comercial en el distrito más poblado del Perú, este proyecto, que contará con 60 mil m<sup>2</sup> de área arrendable. Según un estudio de Arellano Marketing, San Juan de Lurigancho tiene un potencial y cualidades, en -cuanto a nivel socioeconómico y comportamientos de consumo, iguales o mejores que Lima Norte. Además, sus habitantes tienen una tendencia a destinar más gasto a entretenimiento. Se estima que este centro comercial recibirá 1,5 millones de visitas al mes. Por lo que garantizar un eficiente abastecimiento de agua resulta importante para evitar problemas económicos y de salubridad. En el informe de suficiencia profesional se desea mostrar cómo realizar un *Diseño eficiente de sistemas de Bombeo de Agua Potable* en el centro Comercial San Juan de Lurigancho y seleccionar los materiales adecuados para este.

En el Capítulo I del presente informe, se nombra a la empresa privada EY Consultoría de Proyectos EIRL, quien realiza el proyecto de ingeniería y un contexto sobre el proyecto Centro Comercial San Juan de Lurigancho, también se determinará los objetivos que tiene el presente informe de trabajo de suficiencia profesional.

En el Capítulo II, se representa al marco teórico, donde se desarrolla los antecedentes de la investigación, examinando tesis, libros, revistas, publicaciones, manuales y/o catálogos de equipos que tiene relación al informe. También se mostrará las bases teóricas y definiciones de términos, con las cuales se desarrollará el informe.

En el Capítulo III, se realiza el análisis del problema enfocados en los objetivos previamente planteados, se propone la metodología para desarrollar el diseño hidráulico para el abastecimiento de Agua. Obteniendo los valores de las bombas a elegir, el tipo de material a utilizar y cumplir con la Normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. CONTEXTO**

EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L., es una empresa consultora con sede en Lima, Perú, dedicada a la elaboración de proyectos en los sectores público y privado. Su misión es ofrecer soluciones eficientes en el desarrollo y elaboración de proyectos de construcción, comprometiéndose con la calidad y la satisfacción del cliente. Trabaja en proyectos de diversos sectores, incluyendo viviendas, comercio, industria y salud, abarcando especialidades como instalaciones sanitarias, sistemas contra incendios, detección contra incendios, corrientes débiles y la metodología BIM. Su visión es satisfacer las necesidades de sus clientes en todas las etapas del proyecto, cumpliendo con altos estándares de calidad y plazos establecidos, para contar con ellos en futuros proyectos.

### **1.2. DELIMITACION TEMPORAL**

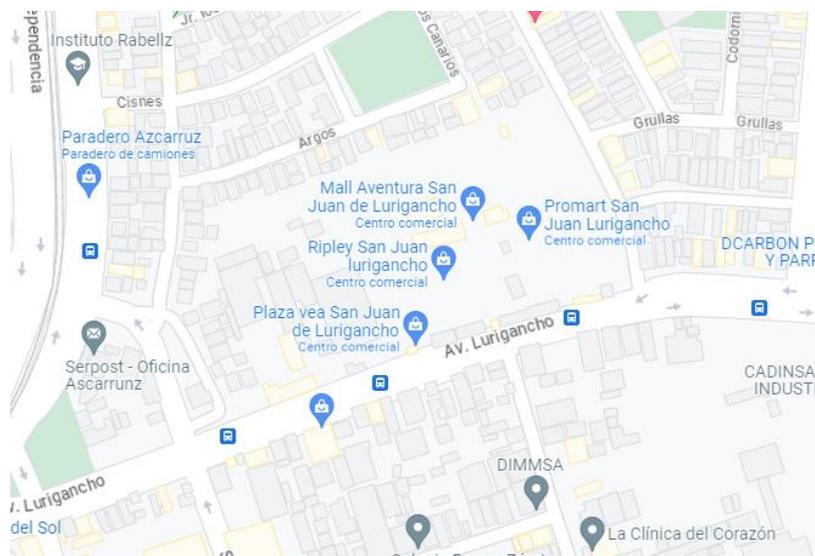
El presente trabajo de sustentación por modalidad de suficiencia profesional se realizó en el periodo de agosto del 2023 a diciembre del 2023.

### **1.3. DELIMITACION ESPACIAL DEL TRABAJO**

El proyecto Centro Comercial San Juan de Lurigancho, ubicado en la Av. Lurigancho Sub Lote 2 y Sub Lote 3 Manzana A, Urb. Zarate Industrial - San Juan De Lurigancho, Lima-Perú, ha tenido el desarrollo de la ingeniería desde el 2019 a mediados de julio, la edificación cuenta con 4 niveles y 3 sótanos, fue dividido en 2 sectores debido al gran tamaño del proyecto. Obra que quedaría paralizada a raíz de las restricciones aplicadas en el Perú por el motivo de la pandemia, Retomándose el proyecto en el año 2021. Y aun en el presente está en Construcción de la etapa 2.

## Figura 1

Ubicación del C.C. San Juan de Lurigancho.



Fuente: <https://www.google.com/maps/>

## **1.4. OBJETIVO**

### **1.4.1. Objetivo 1**

Determinar el volumen de la cisterna de agua.

### **1.4.2. Objetivo 2**

Realizar el cálculo hidráulico de la red de agua del centro Comercial.

### **1.4.3. Objetivo 3**

Determinar las características de la bomba a utilizar en el proyecto.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

Choque Daza, C. (2021). *Cálculo y diseño para la implementación eficiente del sistema de agua potable en el edificio "Hakawi" – Universidad Mayor de San Andrés.*

En este trabajo, se llevará a cabo el cálculo y diseño del sistema de agua potable para el Edificio "HAKAWI" en Tembladerani, La Paz. Se seguirán las pautas del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias de 2011 (RENISDA) para asegurar la calidad y continuidad del suministro de agua. Los resultados incluirán el consumo diario de agua, el tamaño del tanque cisterna, las especificaciones de la bomba y las tuberías, así como la presión disponible en el punto más crítico. También se considerarán aspectos constructivos para evitar problemas arquitectónicos, estructurales, sanitarios y eléctricos. El objetivo es garantizar un suministro eficiente de agua potable en todo el edificio.

*Pahuara Rojas, F. C. (2020). Diseño e implementación de sistema automatizado en cuarto de bombas para el suministro de agua potable en edificio Torres Paz – Universidad Tecnológica del Perú.*

El objetivo de la investigación es desarrollar un sistema automatizado de bombeo con presión constante y velocidad variable para el edificio multifamiliar Torres Paz en el distrito de Barranco. Este sistema abastecerá agua potable desde la cisterna de almacenamiento a las tomas principales del edificio y se controlará mediante dispositivos como PLC y variadores de velocidad. El problema que se aborda es la falta de control sobre los sistemas hidroneumáticos comunes utilizados para estos fines y la dependencia de tableros de control de terceros. La solución propuesta incluye la instalación de

tuberías de fierro galvanizado, la selección de electrobombas adecuadas y la creación de un tablero de control propio utilizando variadores de frecuencia y programación de PLC. El sistema se conecta a la red de distribución de agua potable y cumple con las demandas de caudal del edificio. Se han instalado tres electrobombas y un tablero de control que se comunica con sensores de nivel en la cisterna y un transmisor de presión para el inicio y la detención automática del bombeo. Se realizaron pruebas operativas para verificar su correcto funcionamiento.

*Franco Acharte, M. A. (2022). Diseño de abastecimiento de agua potable para el edificio Multifamiliar Sostenible en Lima–Perú en el año 2021 – Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*

El trabajo monográfico se centra en el diseño de la red interna de agua potable para el edificio Multifamiliar Sostenible en Lima, siguiendo los principios de la mecánica de fluidos y la norma IS010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE-2006), además de normativas adicionales relacionadas con el almacenamiento, distribución y evacuación de agua potable. Este edificio consta de 02 sótanos, semisótano, 06 pisos y azotea, con un total de 12 departamentos que deben ser abastecidos con agua potable mediante tuberías de PVC. El diseño implica la determinación del suministro de agua potable, la ubicación de medidores y aparatos sanitarios en cada departamento, y se divide en dos partes: una para diseñar la línea de alimentación principal y la otra para las líneas individuales de cada departamento, cada una con su medidor correspondiente. El trabajo concluye con resultados y conclusiones relacionadas con el diseño de la red interna de agua potable.

*Shuan Toledo, F. J. (2018). Evaluación técnica y económica del sistema convencional (tuberías PVC) y el sistema de termofusión (tuberías de polipropileno) en instalaciones interiores de agua potable para edificaciones en la ciudad de Huaraz, Ancash 2016 - Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.*

Esta tesis compara los sistemas de tuberías de PVC convencional y polipropileno en Huaraz, centrándose en el crecimiento del sector de la

construcción e inmobiliario. El objetivo principal es evaluar las ventajas técnicas y económicas de ambos sistemas, incluyendo el tiempo de instalación. Aunque se han realizado investigaciones sobre el polipropileno en otras regiones, esta tesis busca llenar un vacío en Huaraz. La justificación radica en la necesidad de proporcionar orientación técnica y procedimental ante la creciente popularidad del polipropileno en el mercado peruano, especialmente en la construcción inmobiliaria. La tesis examina las características, ventajas y desventajas del material, y compara su desempeño técnico con el PVC, demostrando que puede funcionar igual de bien. Se realizan pruebas de laboratorio para evaluar las pérdidas de carga, concluyendo que el sistema es viable para proyectos.

*Lamas Maicas, J. (2021). Diseño y cálculo de la estructura, la instalación eléctrica, la instalación fotovoltaica y la instalación hidráulica de un hotel de 9430.62 m<sup>2</sup> de 8 plantas ubicado en Valencia – Universidad Politécnica de Valencia.*

Trabajo de Fin de Máster (TFM), el autor ha realizado la planificación y cálculo de la infraestructura, el sistema eléctrico, la instalación de energía solar fotovoltaica y la red hidráulica de un hotel a partir de los planos arquitectónicos correspondientes. Estos planos se han transferido al programa REVIT, permitiendo una representación tridimensional completa del edificio y sus áreas, lo que posibilita un trabajo colaborativo en un entorno BIM (Building Information Modeling).

Además de REVIT, se han empleado los programas de diseño y cálculo CYPECAD y CYPELEC PV Systems, desarrollados por la empresa CYPE, para la planificación estructural y la implementación de sistemas fotovoltaicos, respectivamente. Para la planificación de la instalación eléctrica y la red hidráulica, se ha combinado el uso de la herramienta de cálculo EXCEL con REVIT.

Una vez calculadas y modeladas todas estas partes, se dispone de un único modelo que integra toda la información, lo que facilita la centralización de los datos y evita posibles conflictos entre las distintas disciplinas involucradas.

*Rosales Lozano, H. (2018). Análisis comparativo del diseño de un sistema de impulsión de agua utilizando tuberías de policloruro de vinilo no plastificado o tuberías de polipropileno copolímero random tipo III para un edificio multifamiliar en la ciudad de Lima-Perú - Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*

En el análisis comparativo del diseño de un sistema de impulsión de abastecimiento indirecto de agua para un edificio multifamiliar en Lima, se evaluaron dos alternativas: el uso de tuberías de polipropileno copolímero random tipo III (PPR) y tuberías de policloruro no plastificado (PVC-U). El objetivo era reducir los costos de adquisición, operación y mantenimiento del sistema de bombeo.

La primera alternativa, que involucra el uso de tuberías PPR, mostró ciertas ventajas y desventajas. Por un lado, al aplicar los cálculos hidráulicos, se observó una mayor pérdida de carga por fricción y carga local en comparación con la segunda alternativa que utiliza tuberías PVC-U. Sin embargo, esta diferencia se hace relevante siempre y cuando las tuberías y conexiones de PPR disponibles en el mercado peruano tuvieran presiones nominales superiores a las del PVC-U.

Las conclusiones del análisis determinaron que, a pesar de la mayor pérdida de carga en el sistema de impulsión, es más conveniente elegir las tuberías PPR. Esto sugiere que, aunque las tuberías PPR generen una pérdida de carga mayor, otros factores como el costo, la durabilidad y la disponibilidad de productos en el mercado pueden hacer que esta alternativa sea más económica y práctica en términos de adquisición, operación y mantenimiento en el contexto específico del edificio multifamiliar en Lima.

## **2.2. BASES TEORICAS**

### **2.2.1. Tubería de Acero Inoxidable 316**

Según Steven R. (2002) Este tipo de material es resistente a la corrosión, tiene alta resistencia y ductilidad debido al alto contenido de cromo. El acero inoxidable 316 tiene mayor resistencia a ácidos no oxidables y corrosión por picado.

**Tabla 1***Tabla de medidas de tubería de Acero Inoxidable ASTM 316(L)*

Diámetro (in)	Diámetro (mm)	Diámetro Interno (mm) CEDULA 40
1/2	21.30	15.76
3/4	26.70	20.96
1	33.04	26.64
1 1/4	42.20	35.08
1 1/2	48.30	40.94
2	60.30	52.48
2 1/2	73.00	62.68
3	88.90	77.92
4	114.30	102.26
6	168.30	154.08
8	219.10	202.74
10	273.00	254.46
12	323.80	303.18

*Nota.* Esta tabla muestra los diámetros interiores de la tubería que se usan para el cálculo hidráulico, ver Anexo 5.

### 2.2.2. Tubería de Polipropileno

Según Polifusión S.A. (2010), estas tuberías de Polipropileno están diseñadas para la distribución diversos tipos de instalaciones, como calefacción e industrial, aire comprimido, sanitarias.

Además, tienen las siguientes características y beneficios:

- Posee vida útil aproximadamente de 50 años.
- Posee mayor resistencia de presiones y temperaturas.
- Mayor flexibilidad para el instalador.
- Resistencia elevada a la radiación solar.

Las siguientes tablas son datas en base a los catálogos de los proveedores y a partir de estos valores la empresa EY Consultoría de Proyectos hace el uso para sus respectivos cálculos.

**Tabla 2***Tabla de medidas de tuberías de Polipropileno*

Diámetro (in)	Diámetro (mm)	Diámetro Interno (mm)
---------------	---------------	-----------------------

<i>SERIE 4 (PN12.5)</i>		
1/2	20	15.40
3/4	25	19.40
1	32	24.80
1 1/4	40	31.00
1 1/2	50	38.80
2	63	48.80
2 1/2	75	58.20
3	90	69.80
4	110	85.40
6	160	124.20

*Nota.* Esta tabla muestra los diámetros interiores de la tubería que se usan para el cálculo hidráulico, tomado de *Manual Técnico (POLIFUSION-BETA, 2010)*.

### 2.2.3. Tubería de PVC C-10

Una tubería de PVC Clase 10 es un tipo de conducto fabricado con cloruro de polivinilo (PVC) que está diseñado para transportar líquidos a una presión nominal de aproximadamente 10 kgf/cm<sup>2</sup> (kilogramos-fuerza por centímetro cuadrado) o alrededor de 9.8 bar. Estas tuberías son conocidas por su durabilidad, resistencia a la corrosión y versatilidad, y se utilizan en una variedad de aplicaciones que requieren un conducto capaz de soportar una presión moderada, como sistemas de distribución de agua potable, riego agrícola, drenaje, aplicaciones industriales y más.

**Tabla 3**

*Tabla de medidas de tubería de PVC C-10*

Diámetro (plg)	Diámetro (mm)	Diámetro Interno (mm) CLASE 10 (150 PSI)
1/2	21.0	15.20
3/4	26.5	20.70
1	33.0	26.20
1 1/4	42.0	34.80
1 1/2	48.0	40.60
2	60.0	52.20
2 1/2	73.0	66.00
3	88.5	80.10

4	114.0	103.20
6	168.0	152.00

*Nota.* Esta tabla muestra los diámetros interiores de la tubería que se usan para el cálculo hidráulico, tomado de FICHA TECNICA AGUA FRIA SP MATUSITA TIGRE (pág. 4 - 2015).

#### **2.2.4. Método de Hunter**

Define el caudal máximo probable que depende de la eventualidad del uso de aparatos que están conectados a un mismo sistema de distribución de agua potable que en su peor eventualidad dichos aparatos pueden operar simultáneamente al mismo tiempo, los valores de los caudales son expresados por unidades de Hunter que se indica en la siguiente imagen:

**Figura 2**

*Gastos Probables para Aplicación del Método de Hunter*

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

(Nota. Reglamento Nacional de Edificación (pág. 321163), por Ministerio de Vivienda, 2006, Instituto de la Construcción y Gerencia)

### 2.2.5. Red de distribución

Según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificación (RNE, 2006), el diseño hidráulico de una edificación deberá seguir el método Hunter, también conocido como Método de Gasto Probable. Esto implica que la presión estática máxima no debe exceder los 50 metros de columna de agua (mca), mientras que la presión mínima deberá ser de al menos 2 mca. En caso de no cumplirse este último

requisito, se deberá tomar en consideración el tipo de grifería utilizado.

Además, en relación con el cálculo del diámetro de las tuberías, se debe asegurar que la velocidad mínima del flujo sea de 0.6 metros por segundo (m/s), y la velocidad máxima debe seguir las pautas indicadas en la siguiente imagen:

**Figura 3**

*Rango de velocidades máximas para cálculo de tuberías*

Diámetro(mm)	Velocidad máxima(m/s)
15 (1/2" )	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 ¼")	2,85
40 y mayores (1 ½" y mayores).	3,00

(Reglamento Nacional de Edificación (pág. 377), por Ministerio de Vivienda, 2006, Instituto de la Construcción y Gerencia)

De acuerdo a Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2006), la máxima demanda simultanea define el diámetro de la tubería de impulsión, cuyos valores se observan en la siguiente imagen.

**Figura 4**

*Diámetro de las tuberías de impulsión en función del gasto de bombeo*

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0,50	20 (3/4")
Hasta 1,00	25 (1")
Hasta 1,60	32 (1 ¼")
Hasta 3,00	40 (1 ½")
Hasta 5,00	50 (2")
Hasta 8,00	65 (2 ½")
Hasta 15,00	75 (3")
Hasta 25,00	100 (4")

(Reglamento Nacional de Edificación (pág. 385), por Ministerio de Vivienda, 2006, Instituto de la Construcción y Gerencia)

### 2.2.6. Presión Hidrostática.

Según lo explicado por Streeter (1977), la presión hidrostática ocurre en un fluido en reposo, en otras palabras, el flujo tiene una aceleración de valor nula, donde se analiza la forma del recipiente ya que tiene variaciones horizontales y verticales donde este contenido el fluido para calcular la presión hidrostática.

De forma escalar, el valor de la presión hidrostática es equivalente a:

$$P_{\text{hidroestatica}} = \rho \cdot g \cdot h \quad \dots (1)$$

Donde,  $\rho$  es la densidad del líquido a estudiar,  $g$  es el módulo de la gravedad,  $h$  es la altura geométrica vertical del recipiente del fluido.

Unidades de equivalencia de la Presión:

$$1 \text{ mca} \leftrightarrow 1,4214 \text{ PSI} \leftrightarrow 0,098 \text{ bar} \leftrightarrow .9800 \text{ Pa}$$

Donde, **mca** es metros en columna de agua, **PSI** en referencia al sistema inglés es libras por pulgadas cuadradas y bar hace referencia a 1000 **Pa** y el **Pa** es la fuerza ejercida por unidad de área.

### 2.2.7. Ecuación de continuidad

De acuerdo con Mott (2006) la ecuación de continuidad se basa en la conservación de masa que es un principio fundamental de la mecánica de fluidos, por el cual el fluido se debe conservar.

$$Q_{\text{final}} - Q_{\text{inicial}} = 0$$

$$Q_{\text{final}} = Q_{\text{inicial}} \quad \dots (2)$$

Donde por un análisis dimensional y semejanza dinámica, el caudal **Q** expresado en  $\text{m}^3/\text{s}$  es de magnitud escalar a:

$$Q_{\text{caudal}} = V_{\text{flujo}} \cdot A_{\text{seccion circular}} \quad \dots (3)$$

Donde **A** es el área interna circular de la tubería expresado en  $\text{m}^2$  y **V** es velocidad expresado en  $\text{m}/\text{s}$ .

### 2.2.8. Ecuaciones de Bernoulli y de la energía a flujo permanente de fluidos

Según lo explicado por Pérez (2003), la ecuación de Bernoulli se aplica en dos puntos diferentes de la trayectoria del flujo para hallar las pérdidas de fricción obtenidas por la rugosidad de la tubería. En este caso la ecuación de Bernoulli, resultaría de la siguiente forma:

$$z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + hf_1 = z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + hf_2$$

$$P_1^{mca} = P_2^{mca} - \Delta hf_{1-2} - \Delta z_{2-1} \quad \dots (4)$$

### 2.2.9. Numero de Reynolds

Según Mataix (1982) este es un valor adimensional generado por relación entre las fuerzas inerciales con respecto a las fuerzas viscosas de fluido, y define el tipo de flujo del fluido y está dada por la fórmula:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad \dots (5)$$

Donde **V** es la velocidad expresada en m/s, **D** es el diámetro de la tubería (permanencia constante) expresado en m y  **$\nu$**  viscosidad cinemática m<sup>2</sup>/s.

### 2.2.10. Flujo turbulento

De acuerdo con Jimenes (2018), se manifiesta en fluidos con baja viscosidad de manera turbulenta o caótica, donde las trayectorias de las partículas describen pequeños remolinos no coordinados es decir su trayectoria es impredecible.

### 2.2.11. Flujo laminar

De acuerdo con Saldarriaga (2007), se manifiesta en fluidos con alta viscosidad de manera ordenada donde las fuerzas viscosas son más altas que las fuerzas inerciales

### 2.2.12. Flujo hidráulicamente liso

De acuerdo con Saldarriaga (2007), cuando la rugosidad media de la tubería es menor a la subcapa laminar viscosa del fluido ocurre en la pared interna de la tubería un flujo hidráulicamente liso.

### 2.2.13. Ecuación de Hazen Williams

Según lo explicado por Saldarriaga (2007), la ecuación de Hazen Williams es empírica para determinar la pérdida por fricción en tuberías, para diámetros pequeños, que tiene similitud con las ecuaciones complejas de Darcy, la expresión está planteada en unidades del sistema internacional.

$$h_f = \frac{10.6715 \times Q^{1.851} \times l}{C_{HW}^{1.851} \times d^{4.869}}$$

Donde **V** es velocidad expresado en m/s con un régimen de flujo turbulento hidráulicamente rugoso, **l** es valor numérico en m de la suma de tramos en tuberías y accesorios del material, **C** es el coeficiente de rugosidad absoluta del material adimensional y **d** es el diámetro interno de la tubería.

Sin embargo, con fines aplicativos, cambiaremos a nuestro favor la fórmula de Hazen Williams realizando algunas modificaciones

$$h_f = \frac{10.6715 \times Q^{1.851} \times l}{C_{HW}^{1.851} \times d^{4.869}} \quad \dots (6)$$

Donde **Q** es caudal expresado en m<sup>3</sup>/s

Según el Manual Técnico de Poli fusión, se considera al coeficiente **C=150** y para acero inoxidable **C=120**

### 2.2.14. Bombas centrifugas

Según Jimeno, este tipo de bombas es la más usada en Edificaciones, contiene un impulsor que al ser energizado imprime mayor velocidad al agua que entre por el ojo del impulsor, forzándolo a circular entre el mismo y la carcasa, hasta salir por el orificio de descarga, obteniendo un aumento de la energía en el agua a expensas del motor.

La potencia de la bomba se determina por:

$$H_p = \frac{Q \times H_t}{75 \times n} \quad \dots (7)$$

Además:

$$H_t = H_e + H_f + P_s \quad \dots (8)$$

Donde:

Q: es el caudal en litros por segundo

H<sub>t</sub>: es la pérdida de carga total en mca.

n: eficiencia de la bomba (60% a 70%)

H<sub>e</sub>: es la pérdida de carga por elevación en mca.

H<sub>f</sub>: es la pérdida de carga por fricción en tuberías y accesorios.

P<sub>s</sub>: es la presión de agua a la salida del tanque de la tubería de impulsión (2 mca como mínimo)

### 2.2.15. Longitud equivalente por accesorio

Según Jimeno, la siguiente tabla muestra las longitudes equivalentes a pérdida de carga localizada para cada accesorio.

**Tabla 4**

*Tabla de longitud equivalente por accesorios*

Diámetro (in)	Codo	Tee	Ensanchamiento	Reducción
1/2	0.500	1.000	0.331	0.200
3/4	0.700	1.400	0.484	0.200
1	0.800	1.700	0.636	0.300
1 1/4	1.100	2.300	0.814	0.400
1 1/2	1.300	2.800	0.967	0.500
2	1.700	3.500	1.273	0.700
2 1/2	2.000	4.300	1.604	0.900

3	2.500	5.200	1.909	1.100
4	3.400	6.700	2.545	1.600
6	4.900	10.000	3.818	2.500
8	6.400	13.000	3.818	3.500
10	7.900	16.000	3.818	4.500
12	9.500	19.000	3.818	5.500
14	10.500	22.000	3.818	6.200
Díámetro (in)	Válvula	Check Vertical	Check Horizontal	Canastilla
1/2	0.100	1.477	1.600	3.600
3/4	0.100	2.159	2.400	5.600
1	0.200	2.841	3.200	7.300
1 1/4	0.200	3.636	4.000	10.000
1 1/2	0.300	4.318	4.800	11.600
2	0.400	5.682	6.400	14.000
2 1/2	0.400	7.159	8.100	17.000
3	0.500	8.523	9.700	20.000
4	0.700	11.364	12.900	23.000
6	1.100	17.045	19.300	39.000
8	1.400	17.045	25.000	52.000
10	1.700	17.045	32.000	65.000
12	2.100	17.045	38.000	78.000
14	2.400	17.045	45.000	90.000

*Nota.* Esta tabla muestra las Longitudes equivalentes a pérdida de carga localizadas para los diferentes accesorios en el proyecto, tomado por *Instalaciones sanitarias en edificaciones* (pág. 313) Ing. Enrique Jimeno Blasco.

## **2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS**

### **2.3.1. Flujo**

Es el movimiento del fluido que están comprendidos por el contorno de un sólido.

### **2.3.2. Fluido**

Es una sustancia que toma la forma del recipiente que lo contenga, además está en constante deformación debido a que no soporta fuerzas cortantes.

### **2.3.3. Hidráulica**

Es el estudio del comportamiento del fluido en función a sus características físicas.

### **2.3.4. Tubería de Polipropileno**

Es una tubería de material termoplástico, que su método de unión es por termofusión, estas tuberías se caracterizan por tener un mayor espesor en la parte interna de la tubería.

### **2.3.5. Bombas centrifugas**

Es una turbomáquina que hará impulsar el agua con una presión constante y velocidad variable dentro del recorrido de las tuberías.

### **2.3.6. Perdida carga**

Se entiende por perdida de carga, no solo la fricción que presenta la tubería distribuida vertical o horizontal, sino que se toma en cuenta los accesorios del diseño el cual, al momento de contabilizar, ambos suman un valor significativo el cual se debe de añadir a la capacidad de la bomba.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL**

#### **3.1. Determinación y Análisis del Problema**

El proyecto Centro comercial San Juan de Lurigancho nace a partir de la demanda de un centro comercial para San Juan de Lurigancho, por lo que será necesario diseñar una red hidráulica de agua para alimentar todos los ambiente y requerimientos del centro comercial a construir.

Sin embargo, uno de los aspectos críticos que se ha identificado en este proyecto es que la conexión de agua que entrega Sedapal es incapaz de abastecer de manera directa con la presión y caudal adecuado al proyecto. Lo que ocasiona que no se puedan cumplir con los estándares vigentes según la normativa (RNE) en cuanto a los parámetros del diseño hidráulico. Esto ocasiona sanciones económicas al centro comercial, otro problema es el de la falta de presión para alimentar de agua a los niveles más altos y alejados de la edificación, siendo este un problema grave de salubridad para la edificación.

#### **3.2. MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO**

Para dar solución al problema se propone un sistema de bombeo de agua para abastecer los requerimientos de la instalación, para este fin, será necesario realizar el cálculo hidráulico de la red de agua del proyecto para asegurar el suministro de agua a los puntos más alejados de la edificación. Se diseñará el sistema teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento, las perdidas por fricción de las tuberías y finalmente la selección de la bomba adecuada para el proyecto.

### 3.2.1. Volumen de cisterna

El diseño del almacenamiento se realiza cumpliendo el criterio de RNE ISO.10, donde las dotaciones determinaran el volumen diario que debe almacenar para cubrir las necesidades de abastecimiento de agua del proyecto, su desarrollo se muestra en el Anexo 1, además como criterio se ha dividido la cisterna en dos cámaras independientes, con el fin de realizar el mantenimiento periódicamente, las cisternas independientes tendrán:

- Una distancia libre de 1 metro desde el techo hacia el nivel máximo de agua, en este espacio se colocará una ventana de inspección que servirá para inspeccionar el interior de la cisterna y realizar las labores de mantenimiento.
- Se considerará 10 centímetros de altura desde el piso, en este espacio se indica la señal de parada de bomba.
- El espacio restante que son 2.26 metros, será la altura útil de la cisterna.

**Figura 5**

*Cisterna de agua potable – Vista Lateral*

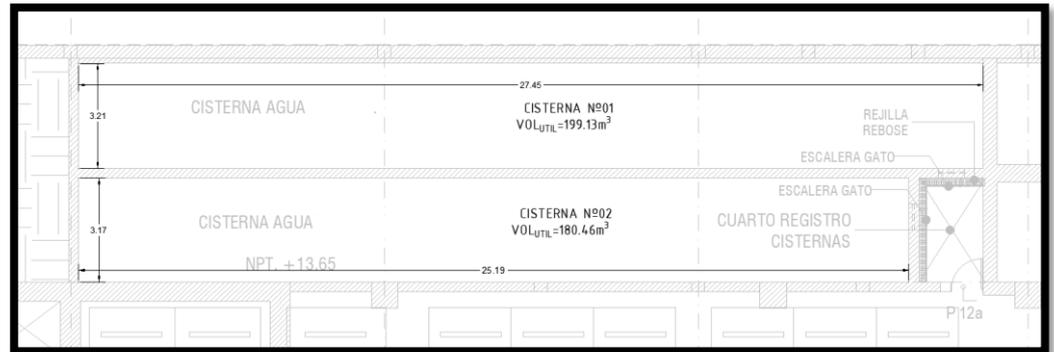


(Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)

A continuación, imagen nos muestra el área de almacenamiento de cada cisterna para que el producto de la altura útil y esta área nos determine la capacidad de almacenamiento.

**Figura 6**

*Cisterna de agua potable – Vista planta*



(Nota. Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)

De la figura 8 y 9, se puede observar la capacidad útil de las cisternas.

**Tabla 5**

*Tabla de Volumen de cisternas*

	Área(m <sup>2</sup> )	Altura(m)	Volumen(m <sup>3</sup> )
Cisterna Nº01	88.11	2.26	199.13
Cisterna Nº02	79.85	2.26	180.46
Total			379.59

(Nota. Elaboración Propia)

En el Anexo 1 se muestra que el volumen de agua requerido para el proyecto, obtenido por las dotaciones que genera los ambientes del Centro Comercial es de:

Vol=367.66 m<sup>3</sup> (Anexo 1)

### 3.2.2. Máxima demanda simultanea

Para hallar la máxima demanda simultanea se utilizará los valores indicados en la RNE IS.010, el desarrollo se muestra en el Anexo 2, el cual nos proporcionará las unidades de gasto, valor que nos servirá para determinar el diámetro tuberías de impulsión.

Del Anexo 2 se observa lo siguiente.

Total, de Unidades de Hunter= 4503 UH

Caudal de máxima demanda simultanea= 22.16 lps

La Figura 4, nos muestra los rangos de gasto de bombeo con respecto al diámetro de la tubería, cuyo valor equivalente es:

Diámetro<sub>tubería</sub>=Ø4"

Sin embargo, la experiencia en la empresa con múltiples proyectos nos ha podido demostrar que se debe elegir el inmediato superior comercialmente.

Diámetro<sub>tubería</sub>=Ø6"

Velocidad<sub>flujo</sub>= 1.21 m/s

Este valor se corrobora en el Anexo 3

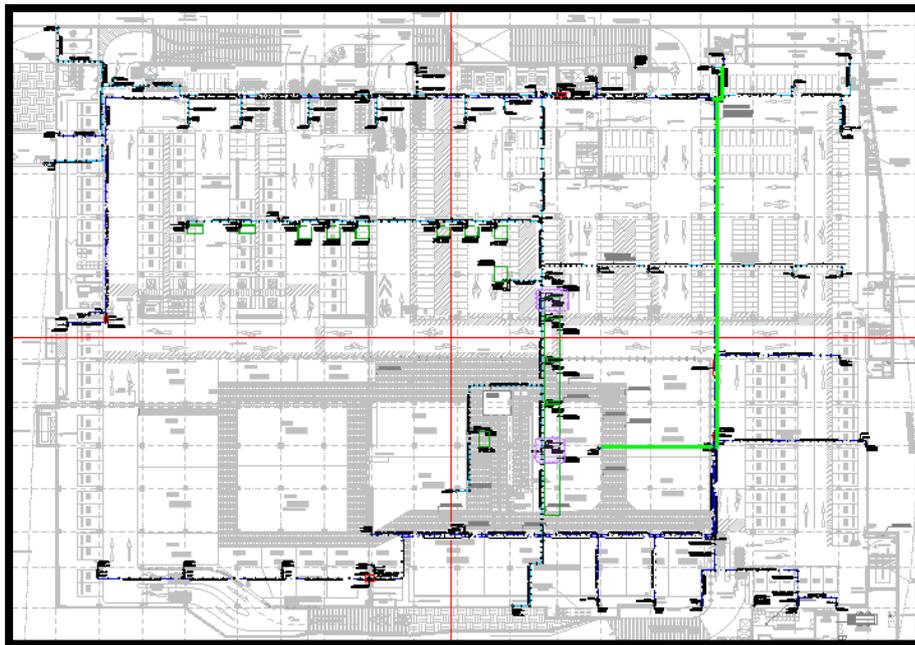
### 3.2.3. Desarrollo del trazado de las redes de tubería de agua y el cálculo hidráulico para determinar la perdida de carga

Se realiza los trazados de las tuberías de la red de agua y el cuarto de bomba para realizar el cálculo hidráulico.

En las siguientes figuras se mostrará el trazado más desfavorable tomado en cuenta (línea verde) para realizar el cálculo hidráulico.

**Figura 7**

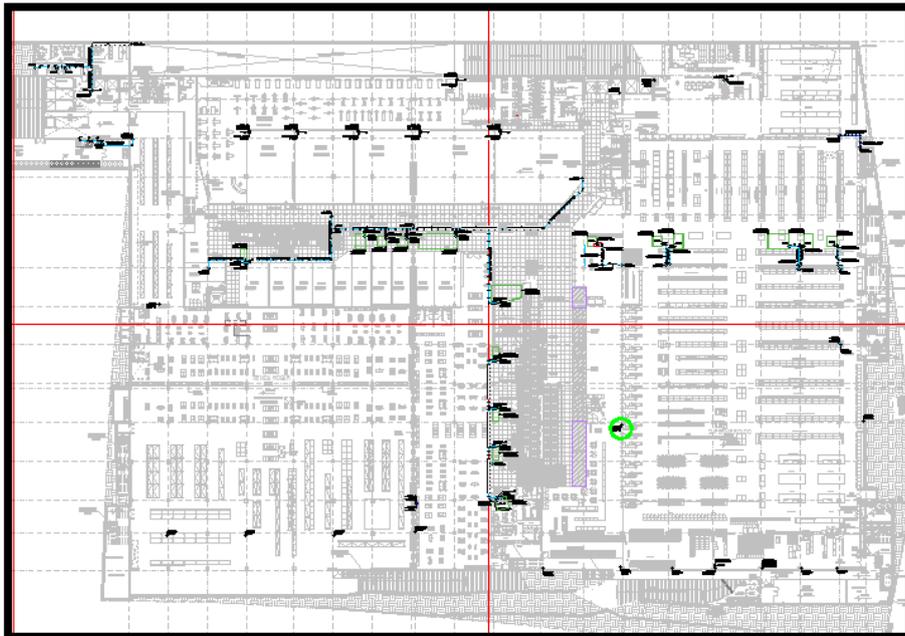
*Planta – Nivel Sótano -2*



(Nota. El recorrido de la tubería inicia en el cuarto de bombas y luego recorre a la altura de techo. Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)

**Figura 8**

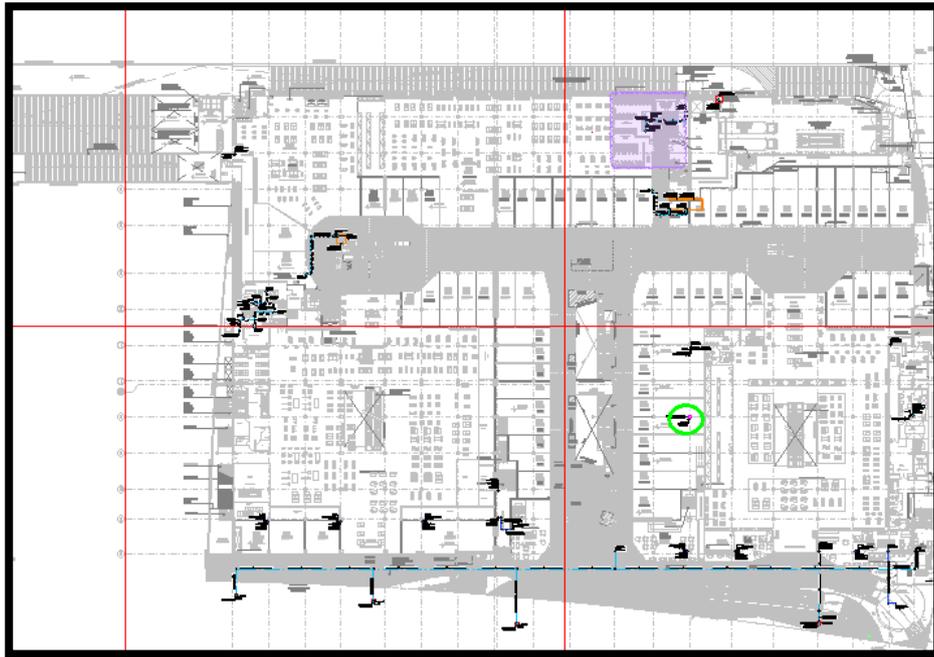
*Planta – Nivel Sótano -1*



(Nota. El recorrido de la tubería recorre del sótano 1 al piso 1 de manera vertical. Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)

**Figura 9**

*Planta – Nivel Piso 1*

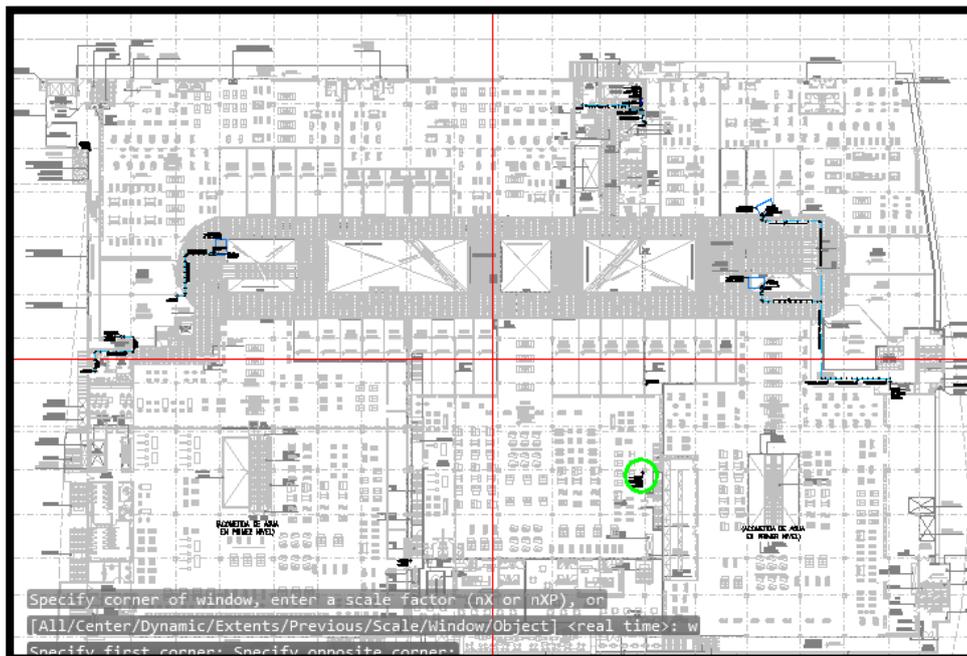


(Nota. El recorrido de la tubería recorre del piso 1 al piso 2 de manera vertical.

*Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)*

**Figura 10**

*Planta – Nivel Piso 2*

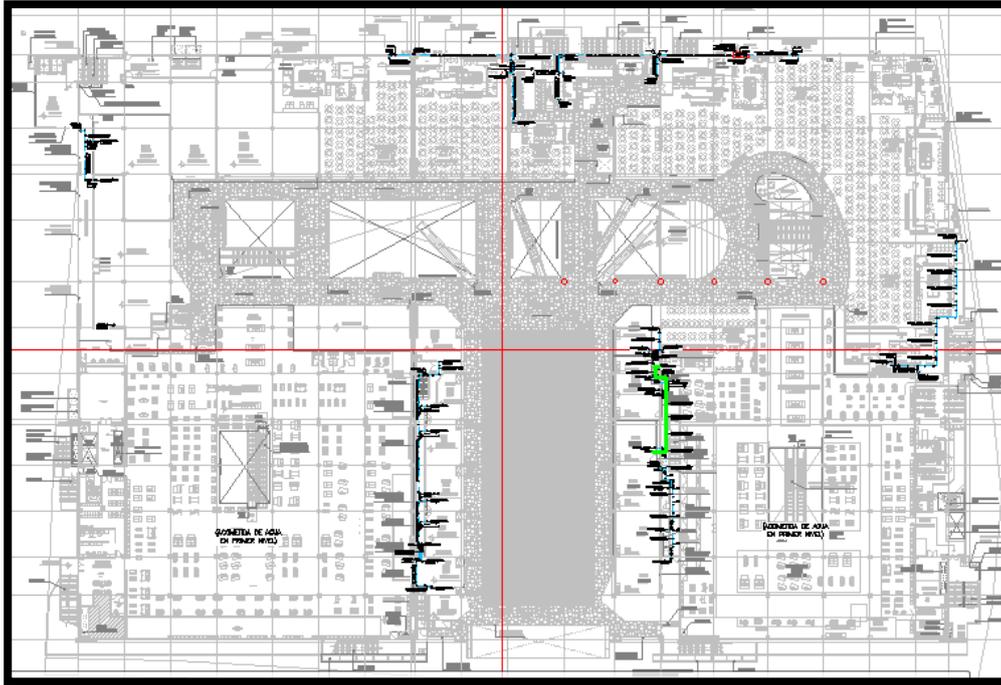


(Nota. El recorrido de la tubería recorre del piso 2 al piso 3 de manera vertical.

*Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)*

**Figura 11**

*Planta – Nivel Piso 3*



(Nota. El recorrido de la tubería recorre del piso 3 al piso 4 de manera vertical. Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)

**Figura 12**

*Planta – Nivel Piso 4*



(Nota. El recorrido de la tubería recorre del piso 4 hasta el nivel del techo de manera vertical. Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)

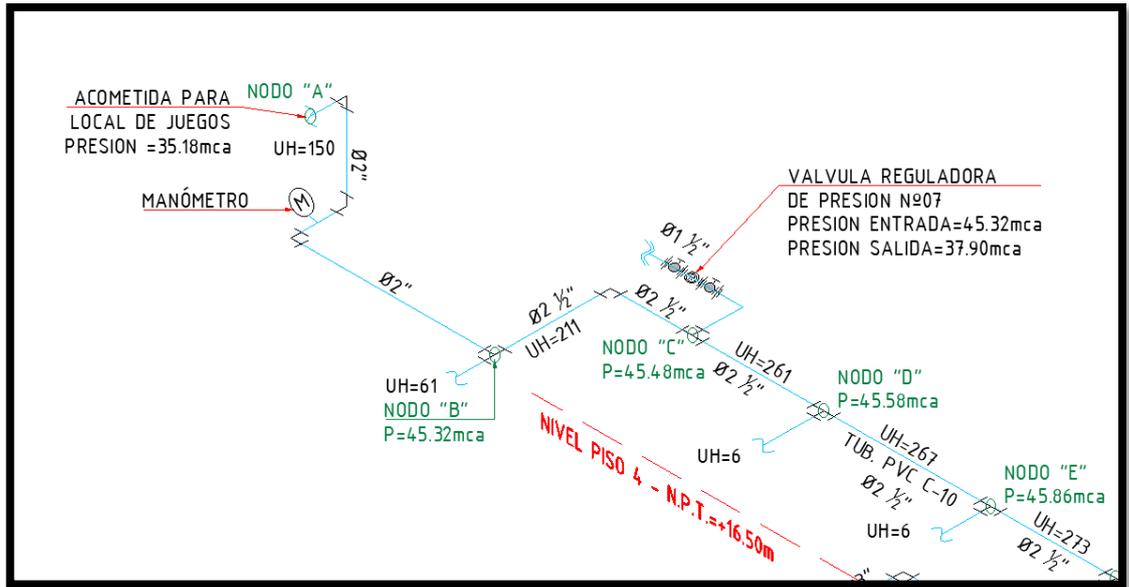
Una vez realizado el trazado más desfavorable las tuberías de agua se procede a realizar el cálculo hidráulico que toma como ambiente más desfavorable el local “Juegos” hasta la transición de materiales de la tubería de acero PPR.

En el siguiente cálculo hidráulico se hallará la pérdida de carga de la red, la cual se mostrará en el Anexo 3.

Se procederá a determinar las presiones en los tramos de tuberías; y las pérdidas ocasionadas por accesorios, además de las pérdidas por fricción de acuerdo a la longitud de la tubería, con las ecuaciones que se mencionaron anteriormente, a continuación, se mostrará mediante un ejemplo de análisis de un tramo corto del sistema total de tuberías. La metodología que se utilizara para realizar el análisis hidráulico es a partir de una hoja de cálculo. En la imagen N°13 se observa el diagrama isométrico y los nodos que se utilizaran como análisis.

**Figura 13**

Diagrama isométrico



(Nota: Elaboración Propia)

En la Figura 13 se desea saber, ¿cuánto es la pérdida de carga que realiza el fluido a través de la tubería, Debido a que nuestro punto más desfavorable es la acometida para un local comercial en el piso 4, el caudal requerido en el nodo A es 2.95L/s, y se requiere una presión de 35.18 mca (50 PSI).

**Figura 14**

Tabla de muestra

TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tees	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m	
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE PISO 4 (JUEGOS)</b>																
															<b>35.18</b>	50.00 PSI
Nivel piso 4 a nivel piso 3 (altura de local de juego +19.50m a pasillo tecnico +14.00m)																
A-B	150	2.95	2	52.20	1.378	3	0	3	0	6.300	3.79	5.50	15.590	4.644	45.32	64.42 PSI
B-C	211	3.45	2 1/2	66.00	1.008	1	1	0	1	7.200	3.21	0.00	10.410	0.161	45.48	64.65 PSI
C-D	261	3.80	2 1/2	66.00	1.111	0	1	0	0	4.300	1.26	0.00	5.560	0.103	45.58	64.80 PSI
PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL														<b>4.91</b>		

(Nota: Elaboración Propia)

La figura 14 muestra el análisis de los nodos mostrados en la Figura 13; Se observa que del Nodo A al B se tiene como requerimiento 150 U.H como se observa en el anexo 2.

La columna Q(lps); se observa que tiene el valor de 2.95 Lps. este valor se obtiene de la conversión de las unidades de Hunter a caudal de la Figura 02.

La columna "D"; se observa 2", indica el diámetro seleccionado de la tubería y la columna  $D_{int}$  indica la sección interior de la tubería obtenidos de la tabla 3.

La columna "V" se observa 1.37 que es la velocidad del fluido obtenido por la ecuación de continuidad (3).

Las columnas Codos, Tees, Val, Reduc, donde nos muestran el equivalente de longitud de tubería de los accesorios, estos valores se muestran en la tabla 4

La columna  $L_{acc}$ , nos muestra la sumatoria de las longitudes equivalentes de los accesorios.

La columna de  $L_{tub.Hort.}$ , nos muestra la longitud del recorrido horizontal de la tubería horizontal de nodo a nodo.

La columna de  $L_{tub.Vert.}$ , nos muestra el desplazamiento vertical de la tubería de nodo a nodo.

La columna  $L_t$ , nos muestra la suma de las columnas  $L_{acc}$ ,  $L_{tub.Hort.}$  y  $L_{tub.Vert.}$ , expresadas en metros.

La columna  $h_f$ , nos muestra la pérdida de carga obtenida al aplicar la ecuación de Hazen Williams (6):

$$h_f = \frac{10.6715 \times Q^{1.851} \times l}{C_{HW}^{1.851} \times d^{4.869}} \quad \dots (6)$$

La columna P, nos muestra la presión expresada en mca obtenida por la ecuación de Bernoulli (4):

$$P_1^{mca} = P_2^{mca} - \Delta h_{f_{1-2}} - \Delta z_{2-1} \quad \dots (4)$$

Según la hoja de cálculo, la pérdida de carga total del fluido es:

$h_f=4.91$  m

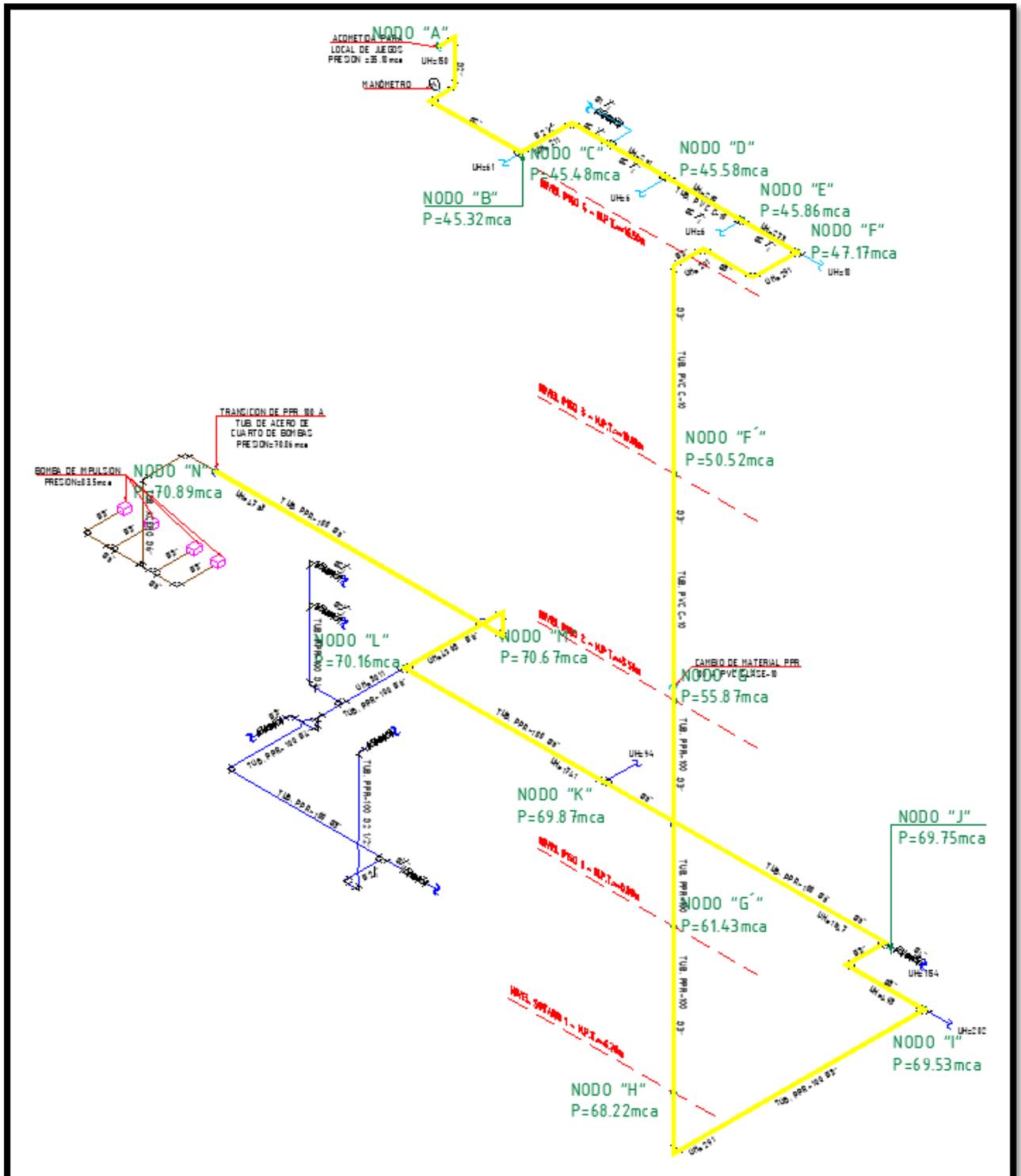
y la presión en el nodo A es:

$P=35.18$  mca

Estos valores obtenidos se consideran a la hora de calcular la altura dinámica y la potencia de la bomba.

Ahora, aplicando la demostración del cálculo de la pérdida de carga en la red de agua más desfavorable del proyecto como se observa en la Figura 15 y mostrado con una línea amarilla en las proyecciones de las plantas.

**Figura 15**  
*Diagrama Isométrico*



(Nota: Elaboración Propia)

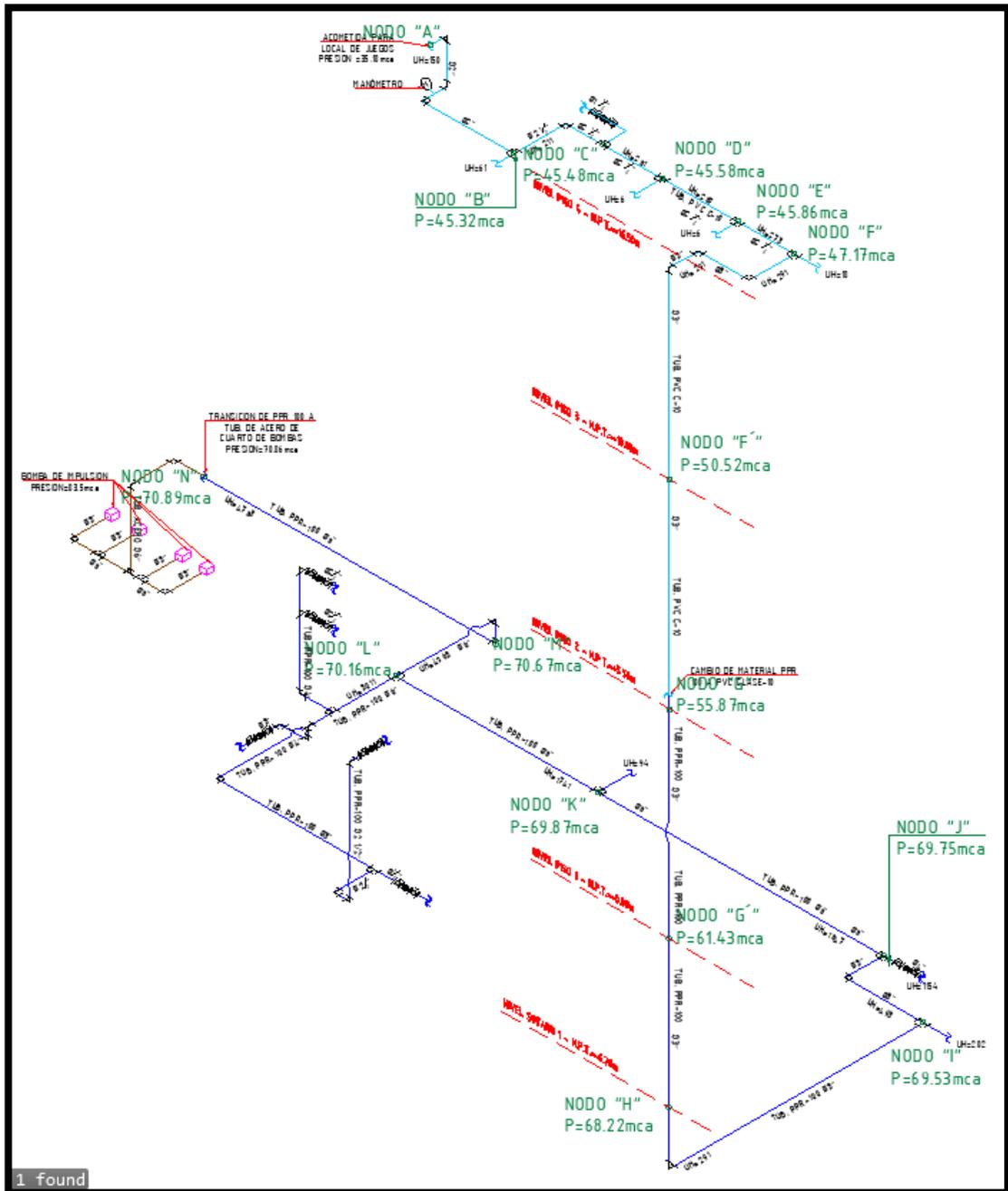
El análisis hidráulico de la red de agua se puede observar en el anexo 3, de donde se obtiene el valor de la pérdida de carga en el tramo más desfavorable:

$$h_f = 7.51 \text{ mca}$$

Además, al realizar el cálculo hidráulico, se observa que debido a las altas presiones se va a requerir usar tuberías de polipropileno para el alimentador en los niveles más altos como se observa en la Figura 16, se muestra el tramo que requerirá tuberías de PVC C-10 de color celeste y el tramo que requerirá tuberías de Polipropileno se muestra de color azul.

Figura 16

Diagrama Isométrico de diferenciación de materiales



(Nota: Elaboración Propia)

Además, en ciertos niveles hay sobrepresiones que ponen en peligro la integridad de las tuberías, por lo que se deberá reducir estas presiones utilizando reductoras de presión, el cálculo hidráulico desarrollado en el Anexo 3 muestra que deben de ver 7 válvulas reductoras de presión.

La primera válvula reductora de presión (VRP N°1), se ubica en el sótano 2, y la siguiente tabla muestra los valores:

**Tabla 6**

Válvula reductora de Presión N°01

VRP N°01		
	MCA	PSI
Presión Entrada	68.80	97.80
Presión Salida	41.73	59.32

(Nota. Muestra las presiones de entra y salida expresados en mca como también en PSI. *Elaboración Propia.*)

La segunda válvula reductora de presión (VRP N°2), se ubica en el sótano 2, y la siguiente tabla muestra los valores:

**Tabla 7**

Válvula reductora de Presión N°02

VRP N°02		
	MCA	PSI
Presión Entrada	72.82	103.51
Presión Salida	53.55	76.12

(Nota. Muestra las presiones de entra y salida expresados en mca como también en PSI. *Elaboración Propia.*)

La tercera válvula reductora de presión (VRP N°3), se ubica en el Sótano 2, la siguiente tabla muestra los valores:

**Tabla 8**

Válvula reductora de Presión N°03

VRP N°03		
	MCA	PSI
Presión Entrada	67.86	96.46
Presión Salida	18.95	26.94

(Nota. Muestra las presiones de entra y salida expresados en mca como también en PSI. *Elaboración Propia.*)

La cuarta válvula reductora de presión (VRP N°4), se ubica en el Piso 1 y la siguiente tabla muestra los valores:

**Tabla 9**

Válvula reductora de Presión N°04

VRP N°04		
	MCA	PSI
Presión Entrada	55.43	78.79
Presión Salida	40.46	57.51

(Nota. Muestra las presiones de entra y salida expresados en mca como también en PSI. *Elaboración Propia.*)

La Quinta válvula reductora de presión (VRP N°5), se ubica en el Piso 1 y la siguiente tabla muestra los valores:

**Tabla 10**

Válvula reductora de Presión N°05

VRP N°05		
	MCA	PSI
Presión Entrada	61.12	86.88
Presión Salida	38.37	54.54

(Nota. Muestra las presiones de entra y salida expresados en mca como también en PSI. *Elaboración Propia.*)

La sexta válvula reductora de presión (VRP N°6), se ubica en el Piso 2 y la siguiente tabla muestra los valores:

**Tabla 11**

Válvula reductora de Presión N°06

VRP N°06		
	MCA	PSI
Presión Entrada	50.03	71.12
Presión Salida	38.37	54.54

(Nota. Muestra las presiones de entra y salida expresados en mca como también en PSI. *Elaboración Propia.*)

La séptima válvula reductora de presión (VRP N°7), se ubica en el Piso 3 y la siguiente tabla muestra los valores:

**Tabla 12**

Válvula reductora de Presión N°07

VRP N°07		
	MCA	PSI
Presión Entrada	45.32	64.42
Presión Salida	37.90	53.87

(Nota. Muestra las presiones de entra y salida expresados en mca como también en PSI. *Elaboración Propia.*)

### 3.2.4. Determinación de la altura dinámica total

Para determinar la altura dinámica total del proyecto se aplicará la ecuación 8.

$$H_t = H_e + H_f + P_s \quad \dots (8)$$

Para el valor de  $H_e$  se tomará la diferencia geométrica entre la cota del último y la cota de succión ubicada en el cuarto de bombas, según muestra el anexo 4.

$$H_e = 33.15 \text{ mca}$$

Para el valor de  $P_s$  se tomará el valor mínimo de presión que se muestra en el anexo 3:

$$P_s = 35.18 \text{ mca}$$

El valor de  $H_f$  se tomará de la pérdida de carga por fricción total, de la tubería de PVC C-10, tubería de polipropileno y la tubería de acero inoxidable, ya se ha obtenido el valor de la pérdida de carga en la tubería de PVC y Polipropileno que se desarrolló en el Anexo 3, Además, en el anexo 4 se observa el desarrollo de la pérdida de carga por fricción en la tubería de acero inoxidable que toma los siguientes valores

$$H_{f1} = 8.22 \text{ mca (pérdida de carga en tubería de acero inoxidable)}$$

$$H_{f2} = 7.51 \text{ mca (pérdida de carga en tubería de PVC y Polipropileno)}$$

$$H_f = 15.73 \text{ mca}$$

Entonces el valor de la Altura dinámica total según el anexo 4 es:

$$H_t = 84.10 \text{ mca (aprox.)}$$

### 3.2.5. Determinación de la capacidad de la bomba de impulsión

Para determinar la capacidad de la bomba de impulsión se halla considerando la máxima demanda simultanea desarrollado en el Anexo 2 y el cálculo hidráulico desarrollado en el Anexo 3, estos valores se enlazarán para estimar la capacidad de la bomba

El desarrollo esta realizado en el Anexo 4, con estos valores ya obtenidos, se aplicará la ecuación 7, obteniendo el valor de potencia.

$Q = 23.02$  lps (caudal total)

$Q_c = 23.00$  lps (caudal comercial)

Además, se considera en el diseño 4 bombas, 3 bombas trabajando al 50% del caudal y 1 en reserva.

$Q_c = 7.67$  lps (caudal de cada bomba)

$H_i = 84.00$  mca

$n = 60\%$

$H_p = 14.40$  hp

### 3.3. RESULTADOS

#### 3.3.1. Características de la cisterna

La siguiente tabla muestra las dimensiones y características de la cisterna.

**Tabla 13**

*Almacenamiento de agua potable*

	Área(m <sup>2</sup> )	Altura(m)	Volumen(m <sup>3</sup> )
Cisterna N°01	88.11	2.26	199.13
Cisterna N°02	79.85	2.26	180.46
Total			379.59

(Nota. Muestra los resultados obtenidos para las cisternas. Realizado por el autor.)

#### 3.3.2. Características de la tubería de impulsión

La siguiente tabla muestra las características de la tubería de impulsión.

**Tabla 14**

*Diámetro de tubería de impulsión*

DIAMETRO DE TUBERIA DE IMPULSION					
	UNIDADES	CAUDAL	VELOCIDAD	NORMA	CALCULO
	HUNTER			IS.010	HIDRAULICO
TUBERIA	4763 UH	23.02 lps	1.23 m/s	Ø4"	Ø6"

(Nota. Muestra los resultados obtenidos para determinar el diámetro de la tubería de impulsión. Realizado por el autor.)

#### 3.3.3. Estimación de la pérdida de carga.

Según los resultados obtenidos del cálculo hidráulico desarrollados en el Anexo 3 la pérdida de carga por fricción en tramo antes de la transición más desfavorable es:

$$h_f = 8.22 \text{ mca}$$

A consecuencia del cálculo hidráulico se ha obtenido lo siguiente:

- V.R.P. N°1: Ubicada en el sótano 2, en el alimentador de Agua de Plaza Vea.
- V.R.P. N°2: Ubicada en el sótano 2, en el alimentador de Agua para los locales comerciales del piso 1.
- V.R.P. N°3: Ubicada en el piso 1 en la zona de estacionamiento, ayudara a controlar la presión de los grifos en dicho ambiente.
- V.R.P. N°4: Ubicada en el Piso 1 en la zona de estacionamiento, ayudara a controlar la presión de los SS.HH. del personal del edificio.
- V.R.P. N°5: Ubicada en el Primer Nivel.
- V.R.P. N°6: Ubicada en el Segundo Nivel.
- V.R.P. N°7: Ubicada en el Tercer Nivel.

**Tabla 15**

*Válvulas Reductoras de Presión*

VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESION				
SISTEMA DE AGUA POTABLE				
V.R.P.	NIVEL	Ø (pulg)	PRESION DE ENTRADA (m)	PRESION DE SALIDA (m)
V.R.P. N°1	Sótano 2	3"	68.80	41.73
V.R.P. N°2	Sótano 2	4"	72.82	53.55
V.R.P. N°3	Sótano 2	1/2"	67.86	18.95
V.R.P. N°4	Piso 1	2 1/2"	55.43	40.46
V.R.P. N°5	Piso 1	2 1/2"	61.12	38.37
V.R.P. N°6	Piso 2	2"	50.03	38.37
V.R.P. N°7	Piso 3	1 1/2"	45.32	37.90

(Nota. Muestra los resultados obtenidos para determinar el diámetro de la tubería de impulsión. Realizado por el autor.)

### 3.3.4. Estimación de la Altura dinámica total

Según los resultados obtenidos en la determinación de la altura dinámica total, su valor es:

$$H_t = 84.00 \text{ mca (aprox.)}$$

### 3.3.5. Características de la bomba de Impulsión.

Según las características del equipo de bombeo, utilizando las curvas de la línea de bombas de Salmson (Wilo) (ver Anexo 5), para el proyecto se utilizará un primer sistema de velocidad variable y presión constante, constituido por 4 electrobombas verticales, 3 en simultaneo y 1 en reserva, además donde el caudal de cada bomba representará el 50.00% del caudal total.

**Tabla 16**

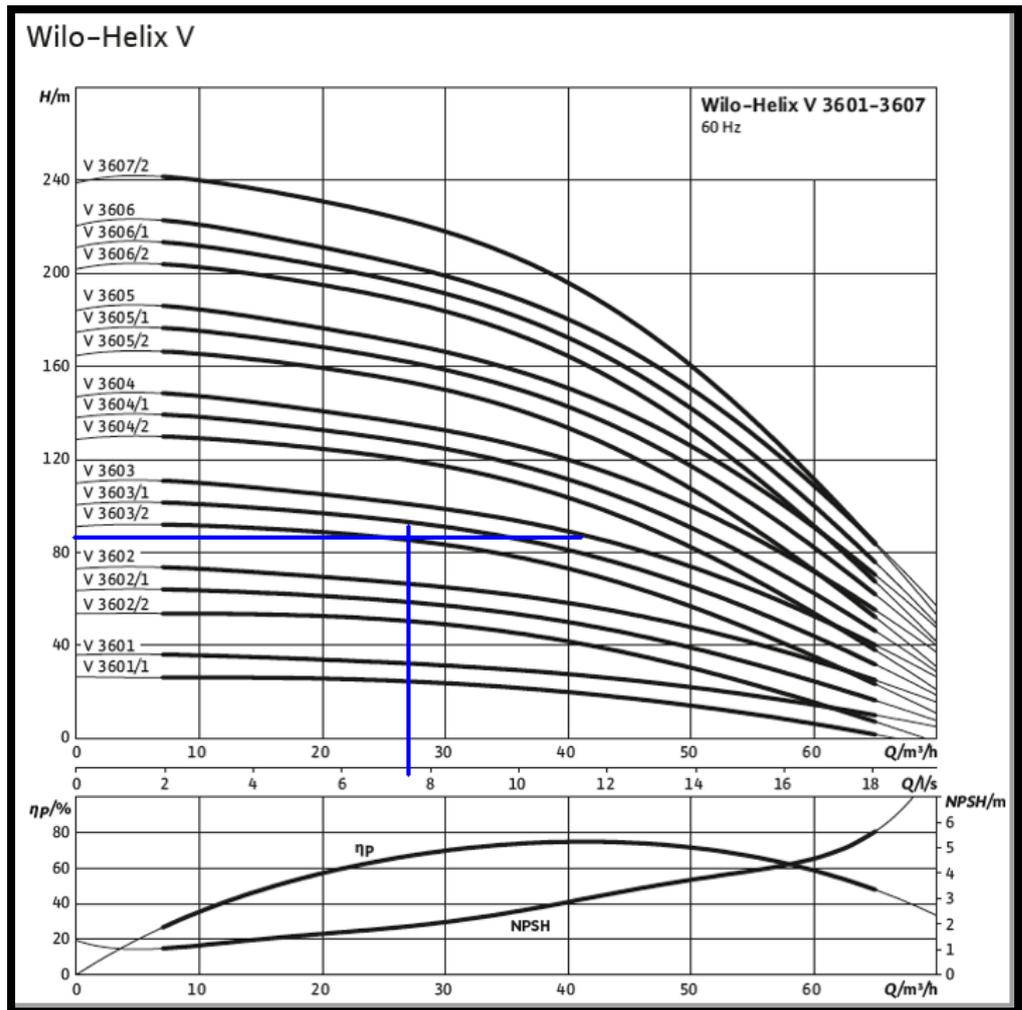
*Características de la bomba*

N.º de equipos (Bombas centrífugas)	4.00
Caudal de Bombeo Total (lps)	23.00
Numero de Bombas en simultaneo	3.00
Caudal c/Bomba (lps)	7.67
Altura dinámica total (m)	84.00
Potencia estimada (Hp)	14.40

*(Nota. Realizado por EY Consultoría de Proyectos E.I.R.L.)*

**Figura 17**

*Curva de la bomba*



(Nota. Ficha técnica de Bombas centrifugas - Wilo.)

## CONCLUSIONES

- Se determinó que el volumen de cisterna del centro comercial es  $379.59\text{m}^3$  como se muestra en la tabla 13 y este cumple con las normativas establecidas en el RNE.
- Al realizar el cálculo hidráulico de la red de agua del centro comercial se determinó que la pérdida de carga por fricción total es de 15.73mca, además se debe de emplear tuberías de PVC, y tuberías de polipropileno para las zonas de mayor presión como muestra la Figura 16
- Se determinó que el sistema de bombeo de agua estará constituido por 4 electrobombas verticales, 3 en simultaneo y 1 en reserva, el caudal que deberá tener cada bomba será de 7.67 Lps y deberá superar una altura dinámica de 84 mca.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda acondicionar las cisternas al mismo nivel del sistema de bombeo para tener una succión positiva y evitar fenómenos de cavitación.
- Se recomienda implementar la red de agua empleando tuberías de Polipropileno debido a su mayor resistencia y durabilidad.
- Se recomienda evitar cierres bruscos de las válvulas de corte para prevenir el golpe de ariete en la red hidráulica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Robert L. Mott. (2006). *Mecánica de fluidos*. México: Pearson Educación, pp. 154
- Claudio Mataix (1982). *Mecánica de Fluido y Maquinas Hidráulicas*, México: Alfaomega Grupo Editor, pp. 194-196.
- Carlo J. C. (2018). *Mecánica de Fluidos: Viscosidad y Turbulencia*. Costa Rica. Repositorio del instituto Tecnológico de Costa Rica, pp. 18-19.
- Ministerio de Vivienda (2006). *Reglamento Nacional de Edificación*. Lima, Perú Instituto de la Construcción y Gerencia, pp. 321156.
- Víctor L. Streeter (1977). *Mecánica de Fluidos*. Bogotá, Colombia: Editorial Stella
- Jimeno B. Enrique. *Instalaciones Sanitarias en edificaciones*. Capítulo de ingeniería sanitaria, departamento lima – colegio de Ingenieros del Perú.
- Hernando L. P. (2003). *Determinación de la rugosidad absoluta en tubos de polipropileno*. Bogotá, Colombia: Repositorio de la Universidad de los Andes Colombia, pp. 4-5.
- Juan S. V. (2007). *Hidráulica de Tuberías, abastecimiento de agua, redes, riego*. Bogotá, Colombia: Alfaomega, pp. 19-153-156.
- Polifusión S.A.C. (2010). *Manual beta – Poli fusión Perú*
- Kalpakjian, Serope; Schmid, Steven R. (2002). *Manufactura, Ingeniería y Tecnología* (4 edición). México: Pearson Educación. p. 148

# ANEXOS

## Anexo 1

### 1.0 GENERALIDADES

Los cálculos se centrarán en determinar los parámetros de diseño de los sistemas de agua potable y recolección de aguas residuales del Proyecto. MALL AVENTURA SJL

En los cálculos se tomarán los valores de dotación de agua estipulado en la Reglamentación vigente para Instalaciones Sanitarias y otros valores se asumirán por similitud.

### 2.0 DEMANDA DE AGUA POTABLE

AMBIENTE	Área m2	% Área Útil	DOTACIÓN		DEMANDA (l/día)
<b>- NIVEL -02 (-10.15m)</b>					
Exhibición de Autos	1900.67	50%	2	L/día/m2	1900.7
<b>- NIVEL -01 (-6.65m)</b>					
TH-01	5373.53	70%	6	L/día/m2	22568.8
SM-01	6508.15	70%	6	L/día/m2	27334.2
LF-02	159.08	70%	6	L/día/m2	668.1
LF-03	192.1	70%	6	L/día/m2	806.8
LF-04	190.92	70%	6	L/día/m2	801.9
LF-05	268.44	70%	6	L/día/m2	1127.4
Gimnasio	931.45	100%	30	L/día/m2	27943.5
LS-01	57.49	70%	6	L/día/m2	241.5
LS-02	47.39	70%	6	L/día/m2	199.0
LS-03	38.63	70%	6	L/día/m2	162.2
LS-04	40.63	70%	6	L/día/m2	170.6
LS-05	42.97	70%	6	L/día/m2	180.5
LS-06	48.09	70%	6	L/día/m2	202.0
LS-07	51.37	70%	6	L/día/m2	215.8
LS-08	52.81	70%	6	L/día/m2	221.8
LS-09	52.1	70%	6	L/día/m2	218.8
LS-10	65.95	70%	6	L/día/m2	277.0
LS-11	44.83	70%	6	L/día/m2	188.3
LS-12	34.81	70%	6	L/día/m2	146.2
LS-13	282.2	70%	6	L/día/m2	1185.2
MA-001	6	70%	6	L/día/m2	25.20
MA-002	4.5	70%	6	L/día/m3	18.90
MA-003	4.5	70%	6	L/día/m4	18.90
MA-004	4.5	70%	6	L/día/m5	18.90
MA-005	4.5	70%	6	L/día/m6	18.90
MA-006	4.5	70%	6	L/día/m7	18.90
MC-001	22.95	70%	6	L/día/m8	96.39
MC-002	22.95	70%	6	L/día/m9	96.39
MC-003	22.95	70%	6	L/día/m10	96.39
MC-004	6	70%	6	L/día/m11	25.20
MC-005	7.5	70%	6	L/día/m12	31.50
MC-006	6.25	70%	6	L/día/m13	26.25
MC-007	5	70%	6	L/día/m14	21.00
MC-008	5	70%	6	L/día/m15	21.00
MC-009	6.25	70%	6	L/día/m16	26.25

MC-010	6.25	70%	6	L/día/m17	26.25
MC-011	6.25	70%	6	L/día/m18	26.25
MC-012	4.5	70%	6	L/día/m19	18.90
MC-013	4.5	70%	6	L/día/m20	18.90
Tópico	17.82	70%	6	L/día/m20	74.84
Recepción	33	70%	6	L/día/m20	138.60
Sala de reunión	15.56	70%	6	L/día/m20	65.35
Pool operativo	27.7	70%	6	L/día/m20	116.34
Oficina Subgerente	13.78	70%	6	L/día/m20	57.88
Kitchenet	10.52	70%	6	L/día/m20	44.18
Andenes Mall	49.5	70%	6	L/día/m20	207.90
<b>NIVEL 1 (+0.00m)</b>					
TD01-01	2870.30	70%	6	L/día/m2	12055.3
TD02-01	2505.86	70%	6	L/día/m2	10524.6
INT-100	663.89	70%	6	L/día/m2	2788.3
INT-110	1398.56	70%	6	L/día/m2	5874.0
B-1001	110.1	70%	6	L/día/m2	462.4
B-1003	50.78	70%	6	L/día/m2	213.3
B-1005	37.54	70%	6	L/día/m2	157.7
B-1007	41.65	70%	6	L/día/m2	174.9
B-1009	48.4	70%	6	L/día/m2	203.3
B-1011	52.64	70%	6	L/día/m2	221.1
B-1013	49.44	70%	6	L/día/m2	207.6
B-1015	49.3	70%	6	L/día/m2	207.1
B-1017	49.3	70%	6	L/día/m2	207.1
B-1017A	55.55	70%	6	L/día/m2	233.3
B-1017B	55.55	70%	6	L/día/m2	233.3
B-1017C	55.41	70%	6	L/día/m2	232.7
B-1019	55.41	70%	6	L/día/m2	232.7
B-1021	29.77	70%	6	L/día/m2	125.0
B-1023	36.96	70%	6	L/día/m2	155.2
B-1025	43.6	70%	6	L/día/m2	183.1
B-1027	56.15	70%	6	L/día/m2	235.8
B-1029	59.81	70%	6	L/día/m2	251.2
B-1031	79.87	70%	6	L/día/m2	335.5
B-1033	59.84	70%	6	L/día/m2	251.3
B-1035	58	70%	6	L/día/m2	243.6
B-1037	58.98	70%	6	L/día/m2	247.7
B-1039	57.09	70%	6	L/día/m2	239.8
B-1041	53.34	70%	6	L/día/m2	224.0
B-1043	84.82	70%	6	L/día/m2	356.2
B-1000	101.15	70%	6	L/día/m2	424.8
B-1002	47.87	70%	6	L/día/m2	201.1
B-1004	44.9	70%	6	L/día/m2	188.6
B-1006	53.12	70%	6	L/día/m2	223.1
B-1008	53.57	70%	6	L/día/m2	225.0
B-1010	57.39	70%	6	L/día/m2	241.0
B-1012	59.35	70%	6	L/día/m2	249.3
B-1014	100.66	70%	6	L/día/m2	422.8
B-1016	111.26	70%	6	L/día/m2	467.3
B-1018	53.5	70%	6	L/día/m2	224.7
B-1020	61.09	70%	6	L/día/m2	256.6
B-1022	53.46	70%	6	L/día/m2	224.5
B-1024	53.18	70%	6	L/día/m2	223.4
B-1026	43.07	70%	6	L/día/m2	180.9
B-1028	70.28	70%	6	L/día/m2	295.2
B-1030	52.59	70%	6	L/día/m2	220.9
B-1032	54.48	70%	6	L/día/m2	228.8

B-1034	73.96	70%	6	L/día/m2	310.6
A-1003	80.29	70%	6	L/día/m2	337.2
A-1005	60.36	70%	6	L/día/m2	253.5
A-1007	66.05	70%	6	L/día/m2	277.4
A-1009	70.7	70%	6	L/día/m2	296.9
A-1011	64.38	70%	6	L/día/m2	270.4
A-1013	70.73	70%	6	L/día/m2	297.1
A-1015	66.66	70%	6	L/día/m2	280.0
A-1017	68.27	70%	6	L/día/m2	286.7
A-1019	66.81	70%	6	L/día/m2	280.6
A-1021	63.61	70%	6	L/día/m2	267.2
A-1000	44.57	70%	6	L/día/m2	187.2
A-1002	32.13	70%	6	L/día/m2	134.9
A-1004	35.93	70%	6	L/día/m2	150.9
A-1006	40.83	70%	6	L/día/m2	171.5
A-1008	52.15	70%	6	L/día/m2	219.0
A-1010	52.49	70%	6	L/día/m2	220.5
A-1012	52.19	70%	6	L/día/m2	219.2
A-1014	52.59	70%	6	L/día/m2	220.9
A-1016	52.11	70%	6	L/día/m2	218.9
A-1018	51.1	70%	6	L/día/m2	214.6
LS-20	53.31	70%	6	L/día/m2	223.9
LS-21	64.55	70%	6	L/día/m2	271.1
LS-22	62.2	70%	6	L/día/m2	261.2
LS-23	165.67	70%	6	L/día/m2	695.8
RE-100	99.95	70%	40	L/día/m2	2798.6
RE-101	162.19	70%	40	L/día/m2	4541.32
RE-102	108.98	70%	40	L/día/m2	3051.44
RE-103	108.98	70%	40	L/día/m2	3051.44
MA-100	6	70%	6	L/día/m2	25.2
MA-101	6	70%	6	L/día/m2	25.2
MC-100	6.25	70%	6	L/día/m2	26.3
MC-101	4.5	70%	6	L/día/m3	18.9
MC-102	4.5	70%	6	L/día/m4	18.9
MC-103	4.5	70%	6	L/día/m5	18.9
MC-104	21.5	70%	6	L/día/m6	90.3
MC-105	4	70%	6	L/día/m7	16.8
MC-106	4	70%	6	L/día/m8	16.8
MC-107	6	70%	6	L/día/m9	25.2
MC-108	13.5	70%	6	L/día/m10	56.7
MC-109	6	70%	6	L/día/m11	25.2
MC-110	4	70%	6	L/día/m12	16.8
MC-111	24	70%	6	L/día/m13	100.8
MC-112	4	70%	6	L/día/m14	16.8
MC-113	4	70%	6	L/día/m15	16.8
MC-114	6	70%	6	L/día/m16	25.2
MC-115	4.5	70%	6	L/día/m17	18.9
<b>NIVEL 2 (+5.50m)</b>					
TD01-02	3168.76	70%	6	L/día/m2	13308.8
TD01-03	2550.32	70%	6	L/día/m2	10711.3
INT-200	983.59	70%	6	L/día/m2	4131.1
INT-210	944.52	70%	6	L/día/m2	3967.0
INT-220	542.14	70%	6	L/día/m2	2277.0
INT-240	573.14	70%	6	L/día/m2	2407.2
INT-230	1520.24	70%	6	L/día/m2	6385.0

B-2001A	96.67	70%	6	L/día/m2	406.0
B-2001B	65.52	70%	6	L/día/m2	275.2
B-2003A	65.15	70%	6	L/día/m2	273.6
B-2003B	53.78	70%	6	L/día/m2	225.9
B-2005	53.99	70%	6	L/día/m2	226.8
B-2007	60.7	70%	6	L/día/m2	254.9
B-2009	34.94	70%	6	L/día/m2	146.7
B-2011	37.93	70%	6	L/día/m2	159.3
B-2013	38.9	70%	6	L/día/m2	163.4
B-2015	36.6	70%	6	L/día/m2	153.7
B-2017	36.5	70%	6	L/día/m2	153.3
B-2019	71.28	70%	6	L/día/m2	299.4
B-2021	64.94	70%	6	L/día/m2	272.7
B-2023	64.82	70%	6	L/día/m2	272.2
B-2025	65.11	70%	6	L/día/m2	273.5
B-2033	119.84	70%	6	L/día/m2	503.3
B-2000	132.51	70%	6	L/día/m2	556.5
B-2002	37.41	70%	6	L/día/m2	157.1
B-2004	25.28	70%	6	L/día/m2	106.2
B-2006	33.83	70%	6	L/día/m2	142.1
B-2008	34.12	70%	6	L/día/m2	143.3
B-2010	36.01	70%	6	L/día/m2	151.2
B-2012	66.18	70%	6	L/día/m2	278.0
B-2014	61.26	70%	6	L/día/m2	257.3
B-2016	52.48	70%	6	L/día/m2	220.4
B-2018	64.06	70%	6	L/día/m2	269.1
B-2020	71.6	70%	6	L/día/m2	300.7
B-2022	58.41	70%	6	L/día/m2	245.3
B-2024	59.75	70%	6	L/día/m2	251.0
B-2026	60.12	70%	6	L/día/m2	252.5
B-2028	65.58	70%	6	L/día/m2	275.4
B-2030	60.17	70%	6	L/día/m2	252.7
B-2032	47.1	70%	6	L/día/m2	197.8
B-2034	46.4	70%	6	L/día/m2	194.9
B-2036	114.93	70%	6	L/día/m2	482.7
B-2038	165.46	70%	6	L/día/m2	694.9
RE-200	336.26	60%	40	L/día/m2	8070.24
RE-201	410.9	60%	40	L/día/m2	9861.6
Área de mesas	181	60%	40	L/día/m2	4344
MA-200	4	70%	6	L/día/m2	16.8
MA-201	4.5	70%	6	L/día/m3	18.9
MA-202	4	70%	6	L/día/m4	16.8
MA-203	10	70%	6	L/día/m5	42.0
MA-204	4	70%	6	L/día/m6	16.8
MA-205	8	70%	6	L/día/m7	33.6
MA-206	4	70%	6	L/día/m8	16.8
MA-207	4	70%	6	L/día/m9	16.8
MA-208	4	70%	6	L/día/m10	16.8
MC-200	4	70%	6	L/día/m2	16.8
MC-201	9.58	70%	6	L/día/m3	40.2
MC-202	9.69	70%	6	L/día/m4	40.7
Modulo CO WORKING	30.32	70%	6	L/día/m2	127.3

**NIVEL 3 (+11.00m)**

TD01-03	3192.00	70%	6	L/día/m2	13406.4
TD02-03	2540.47	70%	6	L/día/m2	10670.0
B-3001	255.24	70%	6	L/día/m2	1072.0
B-3005	294.83	70%	6	L/día/m2	1238.3
B-3000	220.49	70%	6	L/día/m2	926.1
B-3002	162.48	70%	6	L/día/m2	682.4
B-3004	177.82	70%	6	L/día/m2	746.8
B-3006	165.74	70%	6	L/día/m2	696.1
RE-300	457.79	70%	40	L/día/m2	12818.12
RE-301	474.18	70%	40	L/día/m2	13277.04
RE-302	490.61	70%	40	L/día/m2	13737.08
RE-303	414.57	70%	40	L/día/m2	11607.96
RE-304	376.54	70%	40	L/día/m2	10543.12
RE-306	209.67	70%	40	L/día/m2	5870.76
RE-307	123.3	70%	40	L/día/m2	3452.4
RE-308	382.56	70%	40	L/día/m2	10711.68
MA-302	4	70%	6	L/día/m2	16.8
MA-303	6	70%	6	L/día/m2	25.2
MA-304	4	70%	6	L/día/m2	16.8
MA-305	4	70%	6	L/día/m2	16.8
MA-306	6	70%	6	L/día/m2	25.2
MA-307	4	70%	6	L/día/m2	16.8
MA-308	38.02	70%	6	L/día/m2	159.684
MC-300	6	70%	6	L/día/m2	25.2
MC-304	25.44	70%	6	L/día/m2	106.848
FC (Área de Mesas)	1145.07	70%	40	L/día/m2	32061.96
<b>NIVEL 4 (+16.50m)</b>					
Lobby Cine	332.28	60%	6	L/día/m2	1196.2
Cine	2392	asiento	3	L/día/asiento	7176
Juegos	2162	70%	6	L/día/m2	9080.4
<b>DEMANDA TOTAL</b>				<b>(l/día)</b>	<b>367,663</b>
<b>FACTOR DE SEGURIDAD (*)</b> 0%					<b>1.00</b>
<b>DEMANDA REAJUSTADA</b>				<b>(l/día)</b>	<b>367,662.98</b>
				<b>(m3/día)</b>	<b>367.66</b>

#### DEMANDA TOTAL DE AGUA

Por lo tanto, la demanda de agua total para el MALL AVENTURA SJL, será la sumatoria de la demanda de los ambientes del CC, junto con la demanda del Sistema de enfriamiento de los equipos de HVAC

Demanda de Agua de los ambientes CC	367.66	m3
Demanda de Agua HVAC	0.00	m3
<b>Demanda de Agua CC</b>	<b>367.660</b>	<b>m3</b>

Por lo tanto, la Cisterna de Agua Potable para del Proyecto MALL AVENTURA SJL deberá tener una capacidad mínima de 367.66 m3

### 3.0 CALCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO DE AGUA POTABLE

Considerar las siguientes formulas:

#### a) Caudal Promedio - Q<sub>P</sub>

$$Q_P (lps) = \frac{\text{Demanda Total}}{86400}$$

**b) Caudal Máximo Diario -  $Q_{md}$**

$$Q_{md}(\text{lps}) = K_1 \times Q_p$$

$$K_1 = 1.3$$

**c) Caudal Máximo Horario -  $Q_{mh}$**

$$Q_{mh}(\text{lps}) = K_2 \times Q_p$$

$$K_2 = 1.8$$

<b>Qp =</b>	<b>4.255</b>	<b>lps</b>
<b>Qmd =</b>	<b>5.532</b>	<b>lps</b>
<b>Qmh =</b>	<b>7.660</b>	<b>lps</b>
<b>Qdes =</b>	<b>6.128</b>	<b>lps</b>

#### 4.0 ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

De los cálculos realizados, la demanda de Agua Potable es de 367.66 m<sup>3</sup>, la cual deberá estar almacenada dentro de las cisternas de Agua Potable

Según la Arquitectura del proyecto, se proyectará un almacenamiento de agua, con una capacidad mayor a la demanda diaria de agua potable, por lo que se considerará un volumen total de almacenamiento de agua de:

$$\text{Vol ACD} = 367.66 \text{ m}^3/\text{día}$$

El volumen de agua Potable será almacenado en dos cisternas, para no desabastecer al consumo de la Edificación en caso se tenga que dar mantenimiento a una de las cisternas.

#### DIMENSION DE LAS CISTERNAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE PROYECTADAS:

Se considerará que las cisternas tendrán estas dimensiones:

##### A) CISTERNA DE AGUA N° 1

H total	=	3.36 m
H <sub>util dom</sub>	=	2.26 m
Altura Libre	=	1.00 m
Largo	=	27.45 m
Ancho	=	3.21 m
Área	=	88.11 m <sup>2</sup>
V <sub>util dom cisterna</sub>	=	199.14 m <sup>3</sup>

##### B) CISTERNA DE AGUA N°2

H total	=	3.36 m
H <sub>util dom</sub>	=	2.26 m
Altura Libre	=	1.00 m
Largo	=	25.19 m
Ancho	=	3.17 m
Área	=	79.85 m <sup>2</sup>
V <sub>util dom cisterna</sub>	=	180.47 m <sup>3</sup>
V total de almacenamiento	=	<b>379.60 m<sup>3</sup></b>

Por lo tanto la Cisternas Proyectadas N°1 y 2, tendrán una capacidad acumulada de 379.60 m<sup>3</sup>, los cuales cubren la demanda diaria de Agua Potable del Proyecto.

### **MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA FRIA**

Se determinará la máxima demanda simultánea para conocer las características hidráulicas de los equipos a instalar en el cuarto de bombas, para las dos cisternas de abastecimiento de agua potable.

Para la determinación de la máxima demanda simultánea se requiere utilizar el método de Hunter.

### **MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA DE AGUA POTABLE**

Descripción	Cantidad	U. de gasto	Total
<b><u>SOTANO 3</u></b>			
<b>TRAMPA DE GRASA N°01</b>			
Grifo de mantenimiento	01	3	3
<b>TRAMPA DE GRASA N°02</b>			
Grifo de mantenimiento	01	3	3
<b>TRAMPA DE GRASA N°03 y N°04</b>			
Grifo de mantenimiento	01	3	3
<b>PUNTO DE AGUA (EJES 0; H:I)</b>			
Grifo de mantenimiento	01	3	3
<b><u>SOTANO 2</u></b>			
<b>PUNTO DE AGUA (EJES 0; H:I)</b>			
Grifo de mantenimiento	01	3	3
<b>COMEDOR (EJES 0; D-E)</b>			
Lavadero	02	3	6
<b><u>SOTANO 1</u></b>			
<b>SERVICIOS COMUNES MALL</b>			
<b>SS.HH. EMPLEADOS HOMBRES</b>			
Inodoros	05	8	40
Urinario	04	5	20
Lavatorio	04	2	8
Duchas	03	4	12
<b>SS.HH. EMPLEADOS MUJERES</b>			
Inodoros	06	8	48
Lavatorio	06	2	12
Duchas	03	4	12
<b>SS.HH. HOMBRES - PUBLICO</b>			
Inodoros	03	8	24
Urinario	03	0	0
Lavatorio	03	2	6
<b>SS.HH. MUJERES - PUBLICO</b>			
Inodoros	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
<b>SS.HH. DISCAPACITADOS</b>			

Inodoros (PR)	01	6	6
Lavatorio (PR)	01	1	1
<b>CTO. DE LIMPIEZA</b>			
Lavamopas	01	3	3
<b>TOPICO</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
<b>OFICINAS ADMINISTRATIVAS</b>			
<b>Kitchenet</b>			
Lavadero	02	3	6
<b>SS.HH. N°01</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
<b>SS.HH. N°02</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
<b>TIENDAS ANCLAS</b>			
<b>TIENDA HOGAR</b>			160
<b>SUPERMERCADO</b>			555
<b>LOCALES FINANCIEROS</b>			
LF-02	01	15	15
LF-03	01	15	15
LF-04	01	15	15
LF-05	01	15	15
LF-13	01	15	15
<b>GIMNASIO</b>			
Inodoros	12	8	96
Lavatorio	12	2	24
Urinario	06	5	30
Duchas	10	4	40
<b>MODULOS DE VENTA</b>			
Lavadero de cocina (01 c/u)	13	3	39
<b>CUARTO DE ACOPIO</b>			
Lavamopas	02	3	6
<b>ANDEN DE DESCARGA</b>			
Grifo de mantenimiento	01	3	3
<b>PLANTA PRIMER PISO</b>			
<b>SERVICIOS COMUNES MALL</b>			
<b>SS.HH. VARONES (EJE 10-11;C)</b>			
Inodoro	10	8	80
Urinario	08	0	0
Lavatorio	12	2	24

<b>SS.HH. MUJERES (EJE 10-11; D)</b>			
Inodoro	14	8	112
Lavatorio	13	2	26
<b>LACTARIO</b>			
Lavatorio	01	1	1
<b>CUARTO DE LIMPIEZA</b>			
Lavamopas	01	3	3
<b>SS.HH. HOMBRES (PUBLICOS)</b>			
Inodoro	03	8	24
Urinario	03	0	0
Lavatorio	03	2	6
<b>SS.HH. MUJERES (PUBLICOS)</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
<b>SS.HH. DISCAPACITADOS</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
<b>AREAS VERDES</b>			
Grifos de riego	04	3	12
<b>PILETA</b>			
Punto de agua	01	3	3
<b>TIENDAS ANCLAS</b>			
<b>INT-100</b>			160
<b>INT-110 / INT-210</b>			160
<b>TD01-01 / TD01-02 / TD-01-03</b>			200
<b>TD02-01 / TD-02-02 / TD-02-03</b>			200
<b>LOCALES COMERCIALES</b>			
<b>LS-20 (49.91 m<sup>2</sup>)</b>			
Inodoro	02	5	10
Lavatorio	02	1	2
Urinario	01	3	3
<b>LS-21 (64.35 m<sup>2</sup>)</b>			
Inodoro	02	5	10
Lavatorio	02	1	2
Urinario	01	3	3
<b>LS-22 (64.35 m<sup>2</sup>)</b>			
Inodoro	02	5	10
Lavatorio	02	1	2
Urinario	01	3	3
<b>LS-23 (62.76 m<sup>2</sup>)</b>			
Inodoro	02	5	10
Lavatorio	02	1	2
Urinario	01	3	3

<b>RE-100 / RE-200</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-101 / RE-201</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-103</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-102</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>MODULOS DE VENTAS</b>			
Lavadero de cocina (01 c/u)	16	3	48
<b>A-1019 / STARBUCKS (asumido)</b>			
			50
<b>PLANTA SEGUNDO PISO</b>			
<b>SERVICIOS COMUNES MALL</b>			
<b>SS.HH. HOMBRES (PUBLICOS) Eje 10-11, B-D</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	03	0	0
<b>SS.HH. MUJERES (PUBLICOS) Eje 10-11, B-D</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
<b>SS.HH. DISCAPACITADOS Eje 10-11, B-D</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
<b>SS.HH. HOMBRES (PUBLICOS) Eje 0-2, H</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	03	0	0
<b>SS.HH. MUJERES (PUBLICOS) Eje 0-2, H</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6

<b>SS.HH. DISCAPACITADOS Eje 0-2, H</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
<b>CUARTO DE LIMPIEZA</b>			
Lavamopas	01	3	3
<b>TIENDAS ANCLAS</b>			
-			
INT-200			160
INT-210 (Acometida de Agua en el Primer Nivel del Local INT-110)			
INT-220			160
INT-230			160
INT-240			160
TD01-02 (Acometida de Agua en el Primer Nivel del Local TD01-01)			
TD02-02 (Acometida de Agua en el Primer Nivel del Local TD02-01)			
<b>MODULOS DE VENTAS</b>			
Lavadero de cocina (01 c/u)	03	3	9
<b>B-2014-2016-2018</b>			
Inodoro	03	3	9
Lavatorio	03	1	3
Urinario	01	3	3
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>PLANTA TERCER NIVEL</b>			
<b>SERVICIOS COMUNES MALL</b>			
<b>SS.HH. HOMBRES (PUBLICOS) Eje 10, B-D</b>			
Inodoros	06	8	48
Lavatorio	07	2	14
Urinario	07	0	0
-			
<b>SS.HH. MUJERES (PUBLICOS) Eje 10, B-D</b>			
Inodoros	10	8	80
Lavatorio	10	2	20
<b>SS.HH. DISCAPACITADOS Eje 10-11, B-D</b>			
Inodoros	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
<b>LACTARIO</b>			
Lavatorio	02	2	4
<b>BAÑO FAMILIAR</b>			
Inodoro	02	8	16
Lavatorio	04	2	8
Urinario	02	0	0
<b>CTO. ASEO</b>			
Lavamopas	01	3	3
<b>CCTV</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	5	5

Urinario	01	1	1
<b>LOCALES COMERCIALES</b>			
<b>MODULOS DE COMIDAS</b>			
Lavadero de cocina (01 c/u)	03	3	9
<b>LOCAL DE COMIDA RAPIDA (14)</b>			
Lavadero de cocina (02 c/u)	14	6	84
<b>RE-300</b>			
Inodoro	04	8	32
Lavatorio	04	2	8
Urinario	02	5	10
Lavadero de cocina	03	3	9
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-301</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-302</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-303</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-304</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-306</b>			
Inodoro	03	8	24
Lavatorio	03	2	6
Urinario	02	5	10
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>RE-307</b>			
Inodoro	01	8	8
Lavatorio	01	2	2
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	02	3	6
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3

<b>RE-308</b>			
Inodoro	01	8	8
Lavatorio	01	2	2
Urinario	01	5	5
Lavadero de cocina	03	3	9
Grifo de agua cuarto de basura	01	3	3
<b>B-3002</b>			
Inodoro	03	3	9
Lavatorio	03	1	3
Urinario	01	3	3
<b>B-3006</b>			
Inodoro	03	3	9
Lavatorio	03	1	3
Urinario	01	3	3
<b><u>PLANTA CUARTO NIVEL</u></b>			
<b>CINE</b>			
<b>SS.HH.1 - VARONES</b>			
Inodoro	04	8	32
Lavatorio	04	2	8
Urinario	04	5	20
<b>SS.HH.1 - MUJERES</b>			
Inodoro	07	8	56
Lavatorio	05	2	10
<b>SS.HH.1 - DISCAPACITADOS</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
Urinario	01	5	5
<b>SS.HH.2 - VARONES</b>			
Inodoro	08	8	64
Lavatorio	08	2	16
Urinario	08	5	40
<b>SS.HH.2 - MUJERES</b>			
Inodoro	08	8	64
Lavatorio	08	2	16
<b>SS.HH.2 - DISCAPACITADOS</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
Urinario	01	5	5
<b>CTO. DE LIMPIEZA</b>			
Lavamopas	01	3	3
<b>VESTUARIO COLABORADORES</b>			
<b>VARONES</b>			
Inodoro	02	8	16
Lavatorio	02	2	4
Urinario	02	5	10
Ducha	01	4	4
<b>MUJERES</b>			

Inodoro	02	8	16
Lavatorio	02	2	4
Ducha	01	4	4
<b>DISCAPACITADOS</b>			
Inodoro	01	6	6
Lavatorio	01	1	1
Urinario	01	5	5
<b>COMEDOR</b>			
Lavaderos	02	3	6
<b>AREA DE ATENCION</b>			
Lavaderos	06	3	18
<b>JUEGOS</b>			
Inodoro	12	8	96
Lavatorio	12	2	24
Urinario	06	5	30
<b>PUNTO DE AGUA (EJES 1-G)</b>			
Grifo de mantenimiento	01	3	3
<b>Total, Unidades Hunter</b>			<b>4763</b>
<b>Máxima demanda simultánea lts/seg</b>			<b>23.02</b>

Por lo tanto, el Gasto Probable, producto de la suma del conteo de las Unidades Hunter será de 23.02 l/s

Anexo 3

CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE AGUA POTABLE

TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tee s	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m		
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE PISO 4 (JUEGOS)</b>																	
<b>Nivel piso 4 a nivel piso 3 (altura de local de juego +19.50m a pasillo técnico +14.00m)</b>																<b>35.18</b>	50.00 PSI
A-B	150	2.95	2	52.20	1.378	3	0	3	0	6.300	3.79	5.50	15.590	4.644	45.32	64.42 PSI	
B-C	211	3.45	2 1/2	66.00	1.008	1	1	0	1	7.200	3.21	0.00	10.410	0.161	45.48	64.65 PSI	
C-D	261	3.80	2 1/2	66.00	1.111	0	1	0	0	4.300	1.26	0.00	5.560	0.103	45.58	64.80 PSI	
D-E	267	3.85	2 1/2	66.00	1.125	0	1	0	0	4.300	10.41	0.00	14.710	0.278	45.86	65.19 PSI	
E-F	273	3.89	2 1/2	66.00	1.137	0	1	0	0	4.300	10.41	1.00	15.710	0.303	47.17	67.04 PSI	
<b>Nivel piso 3 (altura de techo +14.00m a nivel de piso +10.80m)</b>																	
F-F'	291	4.05	3	80.10	0.804	3	1	1	1	14.300	2.13	3.20	19.630	0.159	50.52	71.82 PSI	
<b>Nivel piso 3 a Piso 2 (nivel de piso +10.80m a nivel de piso +5.50m)</b>																	
F'-G	291	4.05	3	80.10	0.804	0	0	0	0	0.000	0.00	5.30	5.300	0.043	55.87	79.41 PSI	
<b>Nivel piso 2 a Piso 1 (nivel de piso +5.50m a nivel de piso +0.00m)</b>																	
G-G'	291	4.05	3	73.60	0.952	0	0	0	0	0.000	0.00	5.50	5.500	0.067	61.43	87.33 PSI	
<b>Nivel piso 1 a Sotano 1 (nivel de piso +0.00m a nivel de piso -6.70m)</b>																	
G'-H	291	4.05	3	73.60	0.952	0	0	0	0	0.000	7.84	6.70	14.540	0.178	68.31	97.10 PSI	
<b>Nivel Sotano 1 a Sotano 2 (altura de piso-6.70m a nivel de techo -7.70m)</b>																	
H-I	291	4.05	3	73.60	0.952	1	0	1	0	3.000	29.45	1.00	33.450	0.408	69.72	99.10 PSI	
I-J	493	5.27	3	73.60	1.239	1	1	0	0	7.700	3.30	0.00	11.000	0.219	69.94	99.41 PSI	
J-K	1647	10.62	6	130.80	0.790	0	1	0	1	12.500	14.88	0.00	27.380	0.121	70.06	99.59 PSI	
K-L	1741	11.01	6	130.80	0.819	0	1	1	0	11.100	49.69	0.00	60.790	0.287	70.35	100.00 PSI	
<b>Nivel sótano 2 (altura de techo -7.70m a transición de tubería -7.90m)</b>																	
L-M	4763	23.02	6	130.80	1.713	1	1	0	0	14.900	1.60	0.20	16.700	0.309	70.86	100.72 PSI	

M-N	4763	23.02	6	130.80	1.713	1	0	0	0	4.900	7.31	0.00	12.210	0.226	71.08	101.04 PSI
<b>PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL</b>															7.51	
<b>TRAMO</b>	<b>U.H.</b>	<b>Q</b>	<b>D</b>	<b>D int</b>	<b>V</b>	<b>codo</b>	<b>tee s</b>	<b>val.</b>	<b>reduc.</b>	<b>Lacc</b>	<b>Ltub. H</b>	<b>Ltub. V</b>	<b>Lt</b>	<b>hf</b>	<b>P</b>	
		<b>lps</b>	<b>pulg</b>	<b>mm</b>	<b>m/s</b>					<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE - STARBUCKS</b>																
															42.21	
<b>Nivel piso 1 a piso 3 (altura de techo +4.55m a altura de techo +14.00m)</b>																
A-VR°N07	50	1.97	1 1/2	40.60	1.522	3	0	3	0	4.800	3.92	-9.45	18.170	5.139	45.32	64.42 PSI
<b>Nivel piso 3 ( altura de techo +14.40m)</b>																
VRN°07-B	50	1.97	1 1/2	40.60	1.522	1	0	1	0	1.600	1.14	0.00	2.740	0.160	45.48	64.65 PSI
<b>PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL</b>															1.32	
<b>TRAMO</b>	<b>U.H.</b>	<b>Q</b>	<b>D</b>	<b>D int</b>	<b>V</b>	<b>codo</b>	<b>tee s</b>	<b>val.</b>	<b>reduc.</b>	<b>Lacc</b>	<b>Ltub. H</b>	<b>Ltub. V</b>	<b>Lt</b>	<b>hf</b>	<b>P</b>	
		<b>lps</b>	<b>pulg</b>	<b>mm</b>	<b>m/s</b>		<b>cod os</b>	<b>val.</b>	<b>reduc.</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE PISO 4 (GRIFERIA)</b>																
															41.85	
<b>Nivel piso 4 a nivel piso 2 (altura de grifo +17.24m a altura de techo +10.05m)</b>																
A-B	3	0.12	1/2	15.20	0.661	4	0	2	0	2.200	10.29	7.19	19.680	0.771	49.81	70.80 PSI
<b>Nivel piso 2 a nivel piso 1 (altura de techo +10.05m a altura de techo +4.55m)</b>																
B-B´	39	0.90	2	52.20	0.421	0	1	0	1	4.200	0.00	5.50	9.700	0.039	55.35	78.68 PSI
<b>Nivel piso 1 (altura de techo +4.55m a piso +0.00m)</b>																
B´-C	379	4.46	3	73.60	1.048	0	1	0	1	6.300	0.00	4.55	10.850	0.158	60.06	85.37 PSI
<b>Nivel piso 1 a nivel sótano 2 (altura de piso +0.00m a altura de techo -7.70m)</b>																
C-C´	379	4.46	3	73.60	1.048	2	0	1	0	5.500	3.74	7.70	16.940	0.247	68.00	96.67 PSI
C´-D	382	4.49	3	73.60	1.055	0	1	0	0	5.200	34.02	0.00	39.220	0.580	68.58	97.49 PSI
D-E	738	6.55	4	90.00	1.030	1	1	1	1	12.400	95.10	0.00	107.500	1.200	69.78	99.20 PSI
E-F	1384	9.49	4	90.00	1.492	0	1	0	0	6.700	6.02	0.00	12.720	0.282	70.07	99.60 PSI

PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL															3.28		
TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tee s	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m		
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE - TD01-01</b>																	
															<b>50.15</b>		
<b>Nivel piso 1 (altura de techo +4.55m)</b>																	
A-B	200	3.36	2	52.20	1.570	1	1	2	0	6.000	4.49	0.00	10.490	4.563	54.71	71.28 PSI	
B-C	270	3.87	2 1/2	66.00	1.131	0	1	0	1	5.200	3.02	0.00	8.220	0.157	54.87	77.77 PSI	
C-D	307	4.16	2 1/2	66.00	1.216	3	1	0	0	10.300	9.62	0.00	19.920	0.435	55.30	77.99 PSI	
D-VRN°06	340	4.35	2 1/2	66.00	1.271	0	1	1	0	4.700	0.77	0.00	5.470	0.130	55.43	78.61 PSI	
VRN°06-E	340	4.35	2 1/2	61.40	1.469	1	0	1	0	2.400	1.25	0.00	3.650	0.123	55.55	78.79 PSI	
PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL															5.28		
TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tee s	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m		
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE PISO 4 (CINE)</b>																	
															<b>36.55</b>		
<b>Nivel piso 4 a nivel piso 3 (altura de CINE +19.50m a pasillo técnico +14.40m)</b>																	
A-B	447	5.00	2 1/2	66.00	1.461	2	0	2	0	4.800	1.93	5.10	11.830	4.443	46.09	51.95 PSI	
B-C	827	6.99	3	80.10	1.387	0	1	1	1	6.800	16.90	0.00	23.700	0.526	46.62	65.51 PSI	
<b>Nivel piso 3 a nivel piso 2 (altura de pasillo técnico +14.40m a altura de techo +10.05m)</b>																	
C-D	915	7.44	3	80.10	1.476	1	1	0	0	7.700	3.92	4.35	15.970	0.398	51.36	66.26 PSI	
<b>Nivel piso 2 a nivel piso 1 (altura de techo +10.05m a altura de techo +4.50m)</b>																	
D-D'	1235	8.86	4	90.00	1.393	0	1	0	1	8.300	0.00	5.55	13.850	0.271	57.18	73.01 PSI	
<b>Nivel piso 1 a nivel sótano 2 (altura de techo +4.50m a altura de techo -7.70m)</b>																	
D'-E	1638	10.58	4	90.00	1.663	2	0	1	0	7.500	3.30	12.20	23.000	0.624	70.01	81.29 PSI	
E-F	3022	16.27	6	130.80	1.211	0	1	0	1	12.500	22.66	0.00	35.160	0.343	70.35	99.51 PSI	
PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL															5.37		
TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tee s	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m		



71.28 PSI

77.77 PSI

77.99 PSI

78.61 PSI

78.79 PSI

78.97 PSI



51.95 PSI

65.51 PSI

66.26 PSI

73.01 PSI

81.29 PSI

99.51 PSI

100.00 PSI

	ips	pulg	mm	m/s							m	m	m	m	m	m	
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE - PISO 1 BAÑOS</b>																	
																<b>42.21</b>	60.00 PSI
<b>Nivel piso 1 (altura de +0.5m a altura de techo +4.55m)</b>																	
A-VR°N05	243	3.67	2 1/2	66.00	1.073	2	0	1	0	4.400	3.52	-4.05	11.970	0.207	61.12	86.88 PSI	
<b>Nivel piso 2 a Nivel 3 (altura de +10.05m a altura de techo +14.40m)</b>																	
VRN°05-B	243	3.67	2 1/2	66.00	1.073	0	1	0	0	4.300	8.09	0.00	12.390	0.214	<b>61.33</b>	87.18 PSI	
<b>PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL</b>																<b>0.42</b>	
TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tee s	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m		
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE - PISO 2 BAÑOS</b>																	
																<b>42.21</b>	60.00 PSI
<b>Nivel piso 2 (altura de +5.90m a altura de techo +10.05m)</b>																	
A-VR°N06	67	2.19	2	52.20	1.023	3	0	2	0	5.900	4.84	-4.15	14.890	0.310	50.03	71.12 PSI	
<b>Nivel piso 2 a Nivel 3 (altura de +10.05m a altura de techo +14.40m)</b>																	
VRN°06-B	67	2.19	2	52.20	1.023	3	1	0	0	8.600	6.83	-4.35	19.780	0.412	<b>46.09</b>	65.52 PSI	
<b>PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL</b>																<b>7.18</b>	
TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tee s	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m		
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE - GRIFO EN SOTANO 3</b>																	
																<b>21.11</b>	30.00 PSI
<b>Nivel sótano 3 a nivel sótano 2 (altura de techo -10.95m a altura de techo -7.90m)</b>																	
A-B	3	0.12	1/2	16.20	0.582	1	0	1	0	0.600	0.75	-3.25	4.600	0.132	17.99	25.57 PSI	

**Nivel sótano 2 (altura de techo -7.90m a altura de techo -7.70m)**

B-VRN°03	6	0.25	1/2	16.20	1.213	2	1	1	0	2.100	8.11	-0.20	10.410	1.164	<b>67.86</b>
VRN°03-C	6	0.25	1/2	16.20	1.213	0	0	1	0	0.100	1.26	0.00	1.360	0.152	68.01
<b>PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL</b>														<b>1.45</b>	

96.46 PSI

96.68 PSI

TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tee s	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m
<b>RECORRIDO AGUA POTABLE - LS-20</b>															
															<b>28.14</b>
<b>Nivel piso 1 (altura de techo +4.55m a piso +0.00m)</b>															
A-A'	15	0.44	1	26.20	0.816	1	0	1	0	1.000	0.75	4.55	6.300	0.193	32.89
<b>Nivel piso 1 a nivel sótano 2 (altura de piso +0.00m a altura de techo -7.70m)</b>															
A'-B	15	0.44	1	26.20	0.816	2	0	2	0	2.000	9.89	7.70	19.590	7.030	47.62
B-B'	30	1.55	1	26.20	2.875	0	1	0	1	2.000	8.25	0.00	10.250	3.235	50.85
B'-C	45	1.83	2	51.40	0.882	0	1	0	1	4.200	18.81	0.00	23.010	0.371	51.22
C-D	60	2.11	2	51.40	1.017	0	1	0	0	3.500	17.61	0.00	21.110	0.443	51.29
D-E	104	2.57	2	51.40	1.239	2	1	0	0	6.900	26.17	0.00	33.070	0.999	52.29
E-F	264	3.82	3	73.60	0.898	0	1	0	1	6.300	24.52	0.00	30.820	0.338	52.63
F-G	308	4.17	3	73.60	0.980	0	1	0	0	5.200	10.87	0.00	16.070	0.207	52.84
G-H	352	4.38	3	73.60	1.029	0	0	1	0	0.500	11.56	0.00	12.060	0.170	<b>53.01</b>
H-I	954	7.63	4	90.00	1.199	0	1	0	1	8.300	18.39	0.00	26.690	0.395	<b>53.40</b>
I-VRN°02	1154	8.50	4	90.00	1.336	0	1	1	0	7.400	0.80	0.00	8.200	0.148	<b>72.82</b>
VRN°02-J	1154	8.50	4	90.00	1.336	0	0	1	0	0.700	0.80	0.00	1.500	0.027	72.85
<b>PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL</b>														<b>13.56</b>	

40.00 PSI

46.75 PSI

67.68 PSI

72.28 PSI

72.81 PSI

72.91 PSI

74.33 PSI

74.81 PSI

75.11 PSI

75.35 PSI

75.91 PSI

103.51 PSI

103.55 PSI

TRAMO	U.H.	Q lps	D pulg	D int mm	V m/s	codo	tee s	val.	reduc.	Lacc m	Ltub. H m	Ltub. V m	Lt m	hf m	P m
-------	------	----------	-----------	-------------	----------	------	----------	------	--------	-----------	-----------------	-----------------	---------	---------	--------

RECORRIDO AGUA POTABLE - AREAS VERDES																
															<b>28.14</b>	40.00 PSI
<b>Nivel piso 1 (enterrado piso a -1.00)</b>																
A-B	3	0.12	1	26.20	0.223	6	0	1	0	5.000	38.11	0.15	43.260	0.120	28.41	40.38 PSI
B-C	6	0.25	1	26.20	0.464	6	1	0	0	6.500	33.43	-0.65	40.580	0.436	28.20	40.08 PSI
C-D	9	0.32	1	26.20	0.594	3	1	0	0	4.100	22.26	0.00	26.360	0.448	28.64	40.72 PSI
<b>Nivel piso 1 a nivel sótano 2 (tub. enterrada -0.50m a altura de techo -7.70m)</b>																
D-E	12	0.38	1	26.20	0.705	1	1	0	0	2.500	10.34	7.20	20.040	0.468	36.31	51.62 PSI
E-F	15	0.44	1	26.20	0.816	3	1	1	0	4.300	44.14	0.00	48.440	1.484	37.80	53.73 PSI
F-G	18	1.27	1 1/2	40.60	0.981	0	1	0	1	3.300	3.97	0.00	7.270	0.188	37.98	53.99 PSI
G-H	33	1.61	1 1/2	40.60	1.244	0	1	0	0	2.800	4.28	0.00	7.080	0.284	38.27	54.40 PSI
H-I	36	1.67	1 1/2	40.60	1.290	0	1	0	0	2.800	8.25	0.00	11.050	0.474	38.74	55.07 PSI
I-J	39	1.72	1 1/2	40.60	1.329	0	1	0	0	2.800	4.09	0.00	6.890	0.312	39.05	55.51 PSI
J-K	42	1.78	1 1/2	40.60	1.375	0	1	0	0	2.800	0.63	0.00	3.430	0.166	39.22	55.75 PSI
K-L	45	1.83	1 1/2	40.60	1.414	0	1	0	0	2.800	2.31	0.00	5.110	0.260	39.48	56.12 PSI
L-M	63	2.15	1 1/2	40.60	1.661	0	1	0	0	2.800	8.56	0.00	11.360	0.778	40.26	57.23 PSI
M-N	117	2.68	2	52.20	1.252	0	1	0	1	4.200	24.12	0.00	28.320	0.858	41.12	58.44 PSI
N-O	643	6.05	3	80.10	1.201	1	1	1	1	9.300	0.77	0.00	10.070	0.171	41.29	58.69 PSI
O-VRN°01	646	6.07	3	80.10	1.205	2	1	1	0	10.700	3.23	0.20	14.130	0.242	68.80	97.80 PSI
VRN°01-P	646	6.07	3	73.60	1.427	2	0	1	0	5.500	1.32	-0.20	7.020	0.181	68.78	97.77 PSI
<b>PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO PRINCIPAL</b>															<b>6.87</b>	

## ANEXO 4

### EQUIPO DE BOMBEO DE AGUA POTABLE

Para el cuarto de bombas se instalarán equipos de presurización, para garantizar el adecuado caudal y presión en el sistema. La determinación de los mismos se indica a continuación.

#### Datos:

Caudal Total de Bombeo según MDS	Q <sub>mds</sub> =	23.02 lps	82.87 m <sup>3</sup> /h
Caudal Total de Bombeo Comercial (Q <sub>tb</sub> )	Q <sub>tb</sub> =	23.00 lps	82.8 m <sup>3</sup> /h
Numero de Equipos de Bombeo en simultaneo	N° Bombas =	3.00 und	
Caudal c/Bomba (Q <sub>cb</sub> )	Q <sub>cb</sub> =	7.67 lps	27.6 m <sup>3</sup> /h
Presión de salida (Acometida de Local de Juegos)	P =	35.18 mca	
Hs del aparato más desfavorable	Hs =	3.00 m	
Cota de succión	Cs =	-13.65 m (Cuarto de bombas)	
Cota del último nivel	Cf =	16.50 m (Local Juegos)	
Desnivel entre pisos	h =	33.15 m	

Desnivel entre pisos+Presión de salida

h =	68.33 m
-----	---------

Pérdida de carga por fricción en tuberías y accesorios dentro del cto. de bombas

#### Succión

##### **Tramo Succión Bomba de Agua**

Caudal c/Bomba (Q <sub>cb</sub> )	Q =	7.67 lps	
Diámetro de la tubería (Acero inoxidable)	D =	4 pulg.	102.26 mm
Longitud de tubería:	L <sub>1</sub> =	5.41 m	
Longitud equivalente por accesorios	L <sub>2</sub> =	31.30 m (ver cuadro siguiente)	

ACCESORIO	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONG. PARCIAL
Codos	0	3.40	0.00
Tees	1	6.70	6.70
Ensanchamientos	0	2.55	0.00
Reducciones	1	1.60	1.60
Válvulas	0	0.70	0.00
Check vertical	0	11.36	0.00
Check horizontal	0	12.90	0.00
Canastilla	1	23.00	23.00
<b>LONG. TOTAL POR ACCESORIOS</b>			<b>31.30</b>

Longitud total:	L <sub>T</sub> =	36.71 m
Coef. de fricción	C =	120
	<b>hf =</b>	<b>0.45 m</b>
	v =	0.93 m/s

#### Impulsión Bomba unitaria

Caudal de Bombeo (Q <sub>b</sub> )	Q =	7.67 lps	
Diámetro de la tubería (Acero inoxidable)	D =	3 pulg.	77.92 mm
Longitud de tubería:	L <sub>1</sub> =	3.99 m	
Longitud equivalente por accesorios	L <sub>2</sub> =	13.21 m (ver cuadro siguiente)	

ACCESORIO	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONG. PARCIAL
-----------	----------	----------------------	---------------

Codos	0	2.50	0.00
Tees	0	5.20	0.00
Ensanchamientos	1	1.91	1.91
Reducciones	1	1.10	1.10
Válvulas	1	0.50	0.50
Check vertical	0	8.52	0.00
Check horizontal	1	9.70	9.70
<b>LONG. TOTAL POR ACCESORIOS</b>			<b>13.21</b>

Longitud total:  $L_T = 17.20$  m  
 Coef. de fricción  $C = 120$   
 $hf = 0.78$  m  
 $v = 1.61$  m/s

**Impulsión Tub. Principal, hasta la transición de material**

Caudal de Bombeo (Qb)  $Q = 23.00$  lps 82.8 m<sup>3</sup>/hr  
 Diámetro de la tubería (Acero inoxidable)  $D = 6$  pulg. 154.08 mm  
 Longitud de tubería:  $L_1 = 4.87$  m  
 Longitud equivalente por accesorios  $L_2 = 39.82$  m (ver cuadro siguiente)

ACCESORIO	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONG. PARCIAL
Codos	1	4.90	4.90
Tees	3	10.00	30.00
Ensanchamientos	1	3.82	3.82
Reducciones	0	2.50	0.00
Válvulas	1	1.10	1.10
Check vertical	0	17.05	0.00
Check horizontal	0	19.30	0.00
<b>LONG. TOTAL, POR ACCESORIOS</b>			<b>39.82</b>

Longitud total:  $L_T = 44.69$  m  
 Coef. de fricción  $C = 120$   
 $hf = 0.56$  m  
 $v = 1.23$  m/s

Perdida de carga medidor de Ø6"  
 $hf = 6.43$  m

Pérdida de carga por fricción en tuberías y accesorios hasta el aparato más desfavorable (Ver Anexo N°1)

**hf al punto más desfavorable**  $hf = 7.51$  m Ver Anexo N°1

Pérdida de carga Total

$h_{ft} = 15.73$ m
--------------------

Altura Dinámica Total

$HDT = 84.1$ m <>
-------------------

84.00 m

**Características técnicas para selección de los equipos de bombeo**

Se tiene, para cada equipo de bombeo:

Nº de equipos (Bombas centrifugas)	4.00
Caudal de Bombeo Total (lps)	23.00
Numero de Bombas en simultaneo	3.00
Caudal c/Bomba (lps)	7.67
Altura dinámica total (m)	84.00
Potencia estimada (Hp)	14.40

Marca **WILO**  
Modelo **Helix V 3603/2**

## ANEXO 5

### Tubos de Acero Inoxidable Soldables con Costura EFW ASTM A312 SCH 10S / 40S / 80S



La tubería A312 está destinada para aplicaciones sometidas a temperatura y agentes corrosivos en general. Longitud 6m. Acabado de extremos planos y roscados NPT ASME B1.20.1.

Material	Test de Tensión			
	Carga de Rotura, min.		Límite Elástico, min.	
	psi	MPa	psi	MPa
304L	70000	485	25000	170
304	75000	515	30000	205
316L	70000	485	25000	170
316	75000	515	30000	205

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	SCH-10S		SCH-40S		SCH-80S	
		Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso
Pulgadas	mm	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
1/4	13.7	1.65	0.49	2.24	0.63	3.02	0.80
3/8	17.1	1.65	0.63	2.31	0.85	3.20	1.09
1/2	21.3	2.11	1.00	2.77	1.27	3.73	1.62
3/4	26.7	2.11	1.28	2.87	1.69	3.91	2.20
1	33.4	2.77	2.09	3.38	2.50	4.55	3.24
1 1/4	42.2	2.77	2.69	3.56	3.39	4.85	4.47
1 1/2	48.3	2.77	3.11	3.68	4.05	5.08	5.41
2	60.3	2.77	3.93	3.91	5.45	5.54	7.49
2 1/2	73.0	3.05	5.27	5.16	8.64	7.01	11.42
3	88.9	3.05	6.46	5.49	11.30	7.62	15.28
4	114.3	3.05	8.37	6.02	16.09	8.56	22.34
5	141.3	3.40	11.6	6.56	21.8	9.53	31.0
6	168.3	3.40	13.85	7.11	28.28	10.97	42.60
8	219.1	3.76	19.98	8.18	42.57	12.70	64.69
10	273.0	4.19	27.88	9.27	60.36	12.70	81.6
12	323.8	4.57	36.08	9.53	73.9	12.70	97.4
14	355.6	4.78	41.3	9.53	81.3	12.70	107.4
16	406.4	4.78	47.3	9.53	93.3	12.70	123.3
18	457.2	4.78	53.3	9.53	105.2	12.70	139.2
20	508	5.54	68.8	9.53	117.2	12.70	155.1
22	558.8	5.54	75.5	9.53	129.1	12.70	171.1
24	609.6	6.35	94.5	9.53	141.1	12.70	187.1

\* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

# Presión de Trabajo para Tubos de Acero Inoxidable Soldables EFW ASTM A312 316 / 316L SCH 5S / 10S

TEMPERATURE °C		-254 to 149	204	260	315	343	371	399	427	454	482	510	538	565	593	621	649	676	704	732	760	788	815			
MAX. STRESS		20000	18700	17500	16400	15200	16000	15600	15200	14900	14600	14400	13800	12200	9700	7700	6000	4700	3700	2900	2300	1800	1400			
NOM. PIPE SIZE	SCH. NO.	NOM. WALL	ALLOWABLE WORKING PRESSURES PSIG																							
			1/4	5S 10S	.065 .083	1809 2310	1679 2144	1560 1992	1463 1888	1430 1826	1398 1785	1365 1743	1343 1715	1311 1674	1278 1632	1246 1591	1213 1549	1170 1494	1105 1411	953 1277	693 885	509 650	379 484	271 346	195 249	141 180
1/4	5S 10S	.065 .083	1447 1848	1343 1715	1248 1594	1170 1494	1144 1461	1118 1428	1092 1394	1075 1372	1049 1306	997 1273	971 1239	936 1195	884 1129	763 974	555 708	407 520	303 387	217 277	158 199	113 144	87 111			
1	5S 10S	.065 .109	1156 1938	1073 1799	997 1671	934 1587	913 1532	893 1497	872 1462	858 1439	837 1404	817 1389	796 1335	775 1300	747 1253	706 1184	629 1021	443 743	325 545	242 406	173 290	125 209	90 151	69 116		
1 1/4	5S 10S	.065 .105	915 1535	850 1425	789 1324	740 1241	724 1213	707 1186	691 1168	680 1140	663 1112	647 1085	630 1030	614 995	592 938	559 809	482 588	351 432	258 322	192 230	137 165	55 71	120 152	55 92		
1 1/4	5S 10S	.065 .105	800 1341	742 1245	690 1157	647 1084	632 1060	618 1038	603 1012	594 996	580 972	565 948	551 924	538 900	517 887	489 707	421 377	307 275	225 281	168 201	120 145	86 104	62 80	48 80		
2	5S 10S	.065 .105	1040 1640	994 1495	952 1425	917 1367	906 1342	894 1317	883 1292	875 1267	864 1242	852 1217	841 1192	829 1167	814 1142	796 1117	773 1092	745 1067	704 1042	653 1017	592 995	441 596	319 474	225 380	50 84	38 64
2 1/4	5S 10S	.083 .120	675 976	626 906	582 841	546 789	534 771	521 754	509 736	501 725	489 707	477 690	465 672	453 654	437 631	412 596	356 514	259 374	190 275	141 205	101 146	73 105	53 76	40 58		
3	5S 10S	.083 .120	554 802	515 744	478 691	448 648	438 634	428 619	418 605	412 595	402 581	392 566	382 552	372 538	359 518	339 490	292 422	212 307	156 226	116 168	83 120	60 86	43 62	33 48		
3 1/4	5S 10S	.083 .120	485 701	450 651	418 605	392 567	383 554	375 542	366 529	360 521	352 506	343 496	334 485	325 470	314 454	296 428	256 370	186 269	137 197	102 147	73 105	52 76	38 55	29 42		
4	5S 10S	.083 .120	431 623	400 579	372 538	349 504	341 493	333 482	325 470	320 463	312 452	305 444	297 429	289 418	279 403	263 381	227 329	165 239	121 175	90 131	65 93	46 67	34 49	26 37		
5	5S 10S	.109 .134	458 563	425 523	395 485	370 455	362 445	354 435	346 425	340 418	332 408	324 398	315 388	307 378	296 364	280 344	241 297	176 216	129 158	96 118	69 84	49 61	36 44	27 34		
6	5S 10S	.109 .134	385 473	357 439	332 408	311 362	304 374	297 365	290 357	286 351	279 343	272 334	265 326	258 317	249 306	235 289	203 249	147 181	108 133	81 99	58 71	41 51	30 37	23 28		
8	5S 10S	.109 .148	295 401	274 372	255 346	239 327	234 317	228 303	223 298	219 291	214 283	209 276	203 269	198 263	191 255	180 245	158 211	113 154	83 113	62 84	44 60	32 43	23 31	18 24		
10	5S 10S	.134 .165	291 359	270 333	251 309	236 290	230 284	225 277	220 271	216 266	211 260	206 254	201 247	195 241	188 232	178 219	154 189	112 138	82 101	61 75	44 54	31 39	23 28	17 21		
12	5S 10S	.156 .180	286 330	266 308	247 285	231 267	226 261	221 255	216 249	212 245	207 239	202 233	197 227	192 221	185 213	175 202	151 174	110 126	81 93	60 69	43 49	31 36	22 26	17 20		
14	5S 10S	.188 .218	261 314	242 291	225 271	211 254	206 248	201 243	197 237	193 233	189 227	184 222	179 216	175 211	168 203	159 192	137 165	100 120	73 88	55 66	39 47	28 34	20 24	16 19		
16	5S 10S	.188 .218	241 275	224 255	208 237	195 222	191 217	186 212	182 207	179 204	175 199	170 194	168 189	162 184	156 178	147 168	127 145	92 105	68 77	51 58	36 41	26 30	19 21	14 16		
18	5S 10S	.188 .218	214 244	199 227	185 211	173 197	169 193	166 189	162 184	159 181	155 177	151 173	148 168	144 164	139 158	131 149	113 129	85 94	60 69	45 51	32 37	23 26	17 19	13 15		
20	5S 10S	.188 .218	220 255	204 237	190 220	178 206	174 201	170 197	166 192	163 189	159 185	155 180	151 171	147 165	142 156	134 134	116 134	84 96	62 72	46 53	33 38	24 27	17 20	13 15		
24	5S 10S	.218 .250	212 244	197 225	183 210	172 197	168 193	164 188	160 184	158 181	154 176	150 172	146 168	142 163	137 158	130 149	112 128	81 93	60 69	45 51	32 36	23 26	17 19	13 15		

# Presión de Trabajo para Tubos de Acero Inoxidable Soldables EFW ASTM A312 316 / 316L SCH 40S / 80S

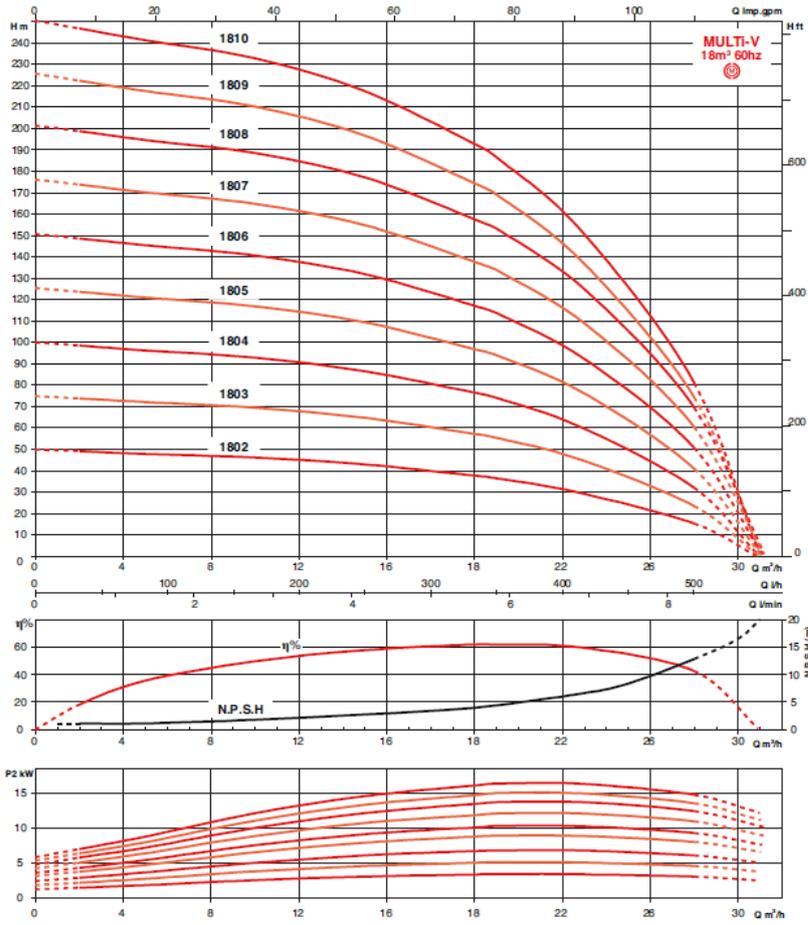
TEMPERATURE °C			- 254 to 149	204	260	315	343	371	399	427	454	482	510	538	565	593	621	649	676	704	732	760	788	815		
MAX STRESS			20000	18700	17500	16400	16200	16000	15600	15200	14900	14600	14400	13800	12200	9700	7700	6000	4700	3700	2900	2300	1800	1400		
NOM. PIPE SIZE	SCH. NO.	NOM. WALL.	ALLOWABLE WORKING PRESSURES PSIG																							
			3/8	405 805	109 147	3034 4092	2816 3796	2616 3528	2453 3306	2398 3234	2344 3161	2289 3067	2253 3038	2198 2965	2144 2891	2089 2816	2035 2744	1962 2646	1853 2499	1699 2158	1163 1568	854 1152	636 868	454 613	327 441	236 319
1/2	405 805	113 154	2516 3429	2335 3183	2170 2957	2034 2772	1989 2710	1944 2649	1898 2587	1888 2546	1823 2485	1778 2423	1733 2361	1687 2300	1627 2218	1537 2094	1326 1807	964 1314	706 965	527 719	377 513	271 370	196 267	151 205		
1	405 805	133 179	2365 3183	2195 2954	2039 2744	1912 2573	1869 2516	1827 2458	1784 2401	1756 2363	1713 2306	1671 2249	1628 2192	1586 2134	1529 2058	1444 1944	1246 1677	906 1220	666 896	496 667	354 476	255 343	184 248	142 191		
1 1/4	405 805	140 191	1972 2690	1830 2497	1700 2320	1594 2175	1559 2126	1523 2078	1488 2030	1464 1997	1429 1949	1393 1901	1358 1852	1322 1804	1275 1740	1204 1643	1039 1418	756 1031	555 757	413 564	295 403	213 290	153 209	118 161		
1 1/2	405 805	145 200	1784 2461	1656 2284	1539 2122	1442 1969	1410 1945	1378 1901	1346 1857	1325 1827	1293 1763	1261 1739	1229 1695	1197 1651	1154 1592	1090 1503	940 1297	684 943	502 693	374 516	267 368	192 265	139 192	107 147		
2	405 805	154 218	1516 2146	1407 1992	1307 1850	1226 1735	1198 1696	1171 1619	1144 1593	1126 1555	1098 1516	1071 1516	1044 1478	1017 1439	980 1388	926 1311	799 1131	581 822	427 604	318 450	227 321	163 231	118 167	91 129		
2 1/2	405 805	203 276	1651 2244	1532 2083	1423 1935	1335 1814	1305 1774	1275 1734	1246 1693	1226 1667	1196 1626	1166 1586	1137 1548	1107 1505	1068 1452	1008 1371	670 1183	633 860	465 632	346 470	247 336	178 242	129 175	99 134		
3	405 805	216 300	1443 2004	1339 1860	1244 1728	1166 1620	1140 1584	1115 1548	1089 1512	1071 1488	1045 1452	1020 1416	994 1380	968 1344	933 1296	881 1224	760 1056	553 766	406 564	302 420	216 300	156 216	112 156	86 120		
3 1/2	405 805	226 318	1321 1859	1226 1725	1139 1603	1068 1503	1044 1469	1020 1438	997 1402	961 1347	937 1313	910 1280	886 1247	854 1202	807 1135	696 979	506 712	372 523	277 390	198 278	142 200	103 145	79 111			
4	405 805	237 337	1231 1751	1143 1625	1062 1510	995 1415	973 1384	951 1352	929 1321	914 1300	892 1269	870 1237	848 1206	826 1174	796 1132	752 1069	649 923	472 671	347 493	258 367	184 262	133 189	96 138	74 105		
5	405 805	258 375	1084 1576	1006 1463	935 1359	877 1274	857 1248	838 1217	818 1189	805 1170	786 1142	766 1114	747 1085	727 1057	701 1019	662 963	571 830	416 604	305 444	227 330	162 236	117 170	84 123	65 94		
6	405 805	280 432	988 1525	917 1415	852 1315	799 1232	781 1205	763 1178	746 1150	734 1132	716 1077	698 1050	680 1022	663 986	639 931	604 803	521 584	379 584	278 429	207 320	148 228	107 164	77 119	59 91		
8	405 805	322 500	873 1355	810 1258	753 1169	706 1096	690 1071	674 1047	659 1023	648 1006	632 962	617 958	601 933	585 909	564 877	533 826	460 714	335 519	246 381	183 284	131 203	94 146	68 106	52 81		
10	405 805	385 500	794 1087	737 1009	685 938	642 879	627 860	613 840	599 820	589 807	575 788	561 768	547 749	532 729	513 703	485 664	418 573	304 417	223 306	166 228	119 163	86 117	62 85	48 65		
12	405 805	375 500	688 917	638 851	593 791	556 741	544 725	531 708	519 692	511 681	498 664	486 648	474 631	461 615	445 593	420 560	362 483	264 351	194 258	144 192	103 137	74 99	54 71	41 55		
14	405 805	375 500	626 835	581 775	540 720	506 675	495 660	484 645	473 630	465 620	454 605	443 590	431 575	420 560	405 540	383 510	330 440	240 320	176 235	131 175	94 125	68 90	49 65	38 50		
16	405 805	375 500	548 731	509 678	473 630	443 591	433 576	423 564	413 551	407 543	397 529	387 516	377 503	368 490	354 473	335 446	289 385	210 260	154 206	115 153	82 109	59 79	43 57	33 44		
18	405 805	375 500	487 649	452 603	420 560	394 525	385 513	376 502	368 490	362 482	353 471	344 459	335 447	327 436	315 420	298 397	257 342	187 249	137 183	102 136	73 97	53 70	38 51	29 39		
20	405 805	375 500	438 585	407 543	378 504	354 473	347 462	339 452	331 441	326 434	318 424	310 413	302 403	294 392	284 378	268 357	231 306	168 224	123 165	92 123	66 88	47 63	34 46	26 35		
24	405 805	375 500	365 487	339 452	315 420	295 394	289 385	282 376	276 368	271 362	265 353	258 344	252 335	245 327	236 315	223 298	193 257	140 187	103 137	77 102	55 73	39 53	28 38	22 29		

# ANEXO 6

Caption : Motor 2 pole 

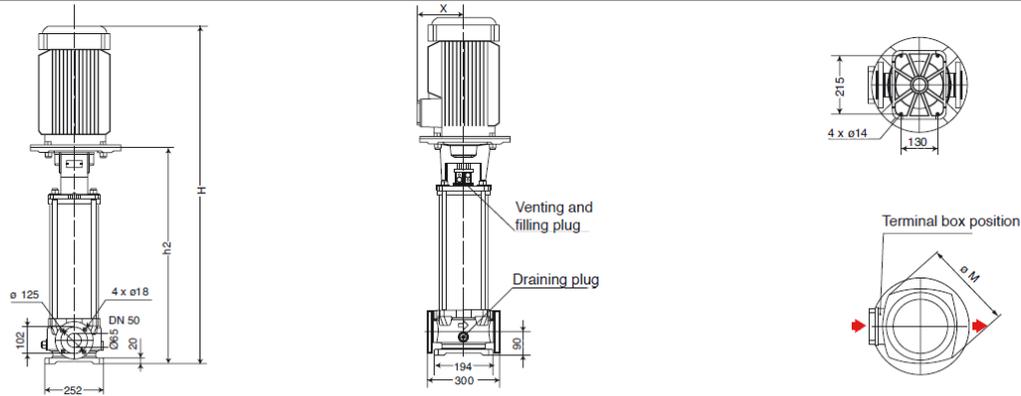
## MULTI-V

### HYDRAULIC PERFORMANCES - 3500 RPM - MULTI-V 18M<sup>3</sup> - 2 POLES - 60HZ



## MULTI-V 1800 ELECTRICAL DATA AND DIMENSIONS - 2 AND 4 POLE

• PN 16 and 25 - 2 and 4 Pole - DN 50



## MULTI-V 1800 ELECTRICAL DATA AND DIMENSIONS - 2 POLE

Order reference	P2	Pmax	Motor housing	Motor flange	I Maxi A 220V (A)	I Maxi A 380V (A)	I Maxi A 440V (A)	H	H2	M	X	Mass (with packaging)
	kW							mm	mm	mm	mm	kg
<b>3~ (2 poles)</b>												
MULTI-V1802-FGE-T/2/6	3,7	25	100	FT130		7,2	7,3	724	429	217	160	87
MULTI-V1803-FGE-T/2/6	5,5	25	112	FT130		11,2	10,2	754	429	235	168	91,3
MULTI-V1803N-FGE-T/2/6	5,5	25	132	FF265		11,7	10,2	807	449	265	179	100,7
MULTI-V1804-FGE-T/2/6	7,5	25	132	FF265		15	13,9	878,5	483,5	265	179	113,3
MULTI-V1805-FGE-T/2/6	9	25	132	FF265		16,9	15,9	917	518	300	179	130,3
MULTI-V1805N-FGE-T/2/6	11	25	160	FF300		21,2	19,9	1024	548	325	208	151,3
MULTI-V1806-FGE-T/2/6	11	25	132	FF265		20,4	19,9	951,5	552,5	300	179	132,3
MULTI-V1806N-FGE-T/2/6	11	25	160	FF300		21,2	19,9	1058,5	582,5	325	208	153,3
MULTI-V1807-FGE-T/2/6	15	25	160	FF300		28	25,7	1127,5	651,5	325	208	167
MULTI-V1808-FGE-T/2/6	15	25	160	FF300		28	25,7	1127,5	651,5	325	208	167,7
MULTI-V1809-FGE-T/2/6	18,5	25	160	FF300		35	32,2	1215,5	720,5	325	235	186,4
MULTI-V1802-OGE-T/2/6	3,7	16	100	FT130		7,2	7,3	724	429	217	160	87
MULTI-V1803-OGE-T/2/6	5,5	16	112	FT130		11,2	10,2	754	429	235	168	91,3
MULTI-V1803N-OGE-T/2/6	5,5	16	132	FF265		11,7	10,2	807	449	265	179	100,7
MULTI-V1804-OGE-T/2/6	7,5	16	132	FF265		15	13,9	878,5	483,5	265	179	113,3
MULTI-V1805-OGE-T/2/6	9	16	132	FF265		16,9	15,9	917	518	300	179	130,3
MULTI-V1805N-OGE-T/2/6	11	16	160	FF300		21,2	19,9	1024	548	325	208	151,3
MULTI-V1806-OGE-T/2/6	11	16	132	FF265		20,4	19,9	951,5	552,5	300	179	132,3
MULTI-V1806N-OGE-T/2/6	11	16	160	FF300		21,2	19,9	1058,5	582,5	325	208	153,3
MULTI-V1802-OXV-T/2/6	3,7	16	100	FT130		7,2	7,3	724	429	217	160	87
MULTI-V1803-OXV-T/2/6	5,5	16	112	FT130		11,2	10,2	754	429	235	168	91,3
MULTI-V1803N-OXV-T/2/6	5,5	16	132	FF265		11,7	10,2	807	449	265	179	100,7
MULTI-V1804-OXV-T/2/6	7,5	16	132	FF265		15	13,9	878,5	483,5	265	179	113,3
MULTI-V1805-OXV-T/2/6	9	16	132	FF265		16,9	15,9	917	518	300	179	130,3
MULTI-V1805N-OXV-T/2/6	11	16	160	FF300		21,2	19,9	1024	548	325	208	151,3
MULTI-V1806-OXV-T/2/6	11	16	132	FF265		20,4	19,9	951,5	552,5	300	179	132,3
MULTI-V1806N-OXV-T/2/6	11	16	160	FF300		21,2	19,9	1058,5	582,5	325	208	153,3
MULTI-V1802-FXV-T/2/6	3,7	25	100	FT130		7,2	7,3	724	429	217	160	87
MULTI-V1803-FXV-T/2/6	5,5	25	112	FT130		11,2	10,2	754	429	235	168	91,3
MULTI-V1803N-FXV-T/2/6	5,5	25	132	FF265		11,7	10,2	807	449	265	179	100,7
MULTI-V1804-FXV-T/2/6	7,5	25	132	FF265		15	13,9	878,5	483,5	265	179	113,3
MULTI-V1805-FXV-T/2/6	9	25	132	FF265		16,9	15,9	917	518	300	179	130,3
MULTI-V1805N-FXV-T/2/6	11	25	160	FF300		21,2	19,9	1024	548	325	208	151,3
MULTI-V1806-FXV-T/2/6	11	25	132	FF265		20,4	19,9	951,5	552,5	300	179	132,3
MULTI-V1806N-FXV-T/2/6	11	25	160	FF300		21,2	19,9	1058,5	582,5	325	208	153,3
MULTI-V1807-FXV-T/2/6	15	25	160	FF300		28	25,7	1127,5	651,5	325	208	167
MULTI-V1808-FXV-T/2/6	15	25	160	FF300		28	25,7	1127,5	651,5	325	208	167,7
MULTI-V1809-FXV-T/2/6	18,5	25	160	FF300		35	32,2	1215,5	720,5	325	235	186,4