

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando  
WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo  
Horizonte Nuevo Chimbote”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**AUTORES:**

Bach. Gutti Gomez, Nubia Edita  
Código ORCID. 0009-0003-5107-443X

Bach. Vasquez Corales, Jose Manuel  
Código ORCID. 0009-0009-6939-8372

**ASESORA:**

Ms. Ing. Saavedra Vera, Janet Verónica  
DNI. 32964440  
Código ORCID. 0000-0002-4195-982X

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

Yo, Janet Verónica Saavedra Vera, por intermedio de la presente y en condición de asesora, doy conformidad a la tesis titulada: **“Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote”** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, habiéndose elaborado de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

REVISADO Y ASESORADO POR:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Janet Verónica Saavedra Vera', written over a horizontal line.

**Ms. Saavedra Vera, Janet Verónica**  
**Asesora**

DNI: 32964440

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-4195-982X



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando  
WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo  
Horizonte Nuevo Chimbote”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Saavedra Vera', is written over a horizontal line.

**Ms. Saavedra Vera, Janet Verónica**  
**Asesora**

**DNI: 32964440**

**CÓDIGO ORCID: 0000-0002-4195-982X**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2025**


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

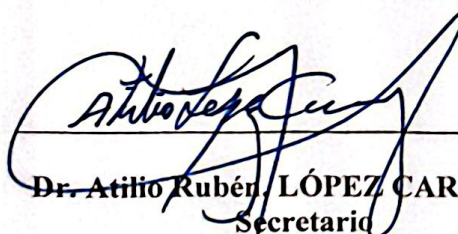
**“Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL  
REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:**

  
\_\_\_\_\_  
**Ms. Edgar Gustavo, SPARROW ALAMO**  
**Presidente**

DNI: 32904375

CÓDIGO ORCID: 0000-0003-4469-0288

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Atilio Rubén, LÓPEZ CARRANZA**  
**Secretario**

DNI: 32965940

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-3631-2001

  
\_\_\_\_\_  
**Ms. Janet Verónica, SAAVEDRA VERA**  
**Integrante**

DNI: 32964440

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-4195-982X

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2025**





**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 29 días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 092-2025-UNS-CFI, con fecha 27.03.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Integrante), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 226-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"PROPUESTA DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO UTILIZANDO WATERCAD Y SEWERCAD PARA EL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO HORIZONTE NUEVO CHIMBOTE"**, presentado por los Bachilleres **GUTTI GOMEZ NUBIA EDITA** con cód. N° 0201913043 y **VASQUEZ CORALES JOSÉ MANUEL** con cód. N° 0201913057, quienes fueron asesorados por la docente Ms. Janet Verónica Saavedra Vera según lo establece la T. Resolución Decanal N° 626-2023-UNS-FI, de fecha 28.08.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
GUTTI GOMEZ NUBIA EDITA	17	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 29 de mayo de 2025.

  
Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
Presidente

  
Dr. Atilio Rubén López Carranza  
Secretario

  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Integrante



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 29 días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 092-2025-UNS-CFI, con fecha 27.03.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Integrante), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 226-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "PROPUESTA DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO UTILIZANDO WATERCAD Y SEWERCAD PARA EL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO HORIZONTE NUEVO CHIMBOTE", presentado por los Bachilleres GUTTI GOMEZ NUBIA EDITA con cód. N° 0201913043 y VASQUEZ CORALES JOSÉ MANUEL con cód. N° 0201913057, quienes fueron asesorados por la docente Ms. Janet Verónica Saavedra Vera según lo establece la T. Resolución Decanal N° 626-2023-UNS-FI, de fecha 28.08.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VASQUEZ CORALES JOSÉ MANUEL	17	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 29 de mayo de 2025.

  
\_\_\_\_\_  
Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Atilio Rubén López Carranza  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Integrante





## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jose Manuel Vasquez Corales  
Título del ejercicio: Revisión tesis  
Título de la entrega: TESIS FINAL  
Nombre del archivo: final\_de\_finales\_este\_si\_o\_si.docx  
Tamaño del archivo: 27.28M  
Total páginas: 310  
Total de palabras: 47,678  
Total de caracteres: 267,270  
Fecha de entrega: 02-ene.-2025 06:52a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2281352514

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

"Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando  
WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo  
Horizonte Nuevo Chimbote"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL

AUTORES:

- Bach. Gutti Gomez, Nubia Editia
- Bach. Vasquez Corales, Jose Manuel

ASESORA:

Ms. Ing. Saavedra Vera, Janet Verónica  
DNI. 32964440  
Código ORCID. 0000-0002-4195-982X  
Nuevo Chimbote – Perú  
2024

# TESIS FINAL

## INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%
9	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	

## DEDICATORIA

*A Dios, quien siempre ha estado presente en mi vida, guiándome con su sabiduría y siendo un apoyo incondicional en cada paso que he dado, con especial gratitud, dedico este logro a mis padres, Daniel y Nubia, cuyo esfuerzo incansable, dedicación y valentía han sido el pilar fundamental que me permitió alcanzar esta importante meta en mi vida. A mi hermana Sofía, quien con su constante apoyo y confianza me inspira a ser un modelo a seguir para ella. A mi tía Elizabeth, fuente de inspiración inquebrantable, cuya fortaleza y sabiduría han guiado mi camino.*

*Extiendo esta dedicatoria a mis abuelos y primos, quienes, con su amor y respaldo incondicional, han sido un sostén invaluable durante este proceso. Finalmente, mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas cercanas que, con su aliento y apoyo, contribuyeron a la culminación de este trabajo. Este logro no habría sido posible sin ustedes.*

*Nubia Gutti*

## DEDICATORIA

*A mi madre, Alejandrina Marcelina Corales Miranda, cuyo apoyo inquebrantable, dedicación y ternura fueron la luz que guio mi camino en este gran desafío.*

*A mi padre, José Severino Vásquez Pantoja, cuya fortaleza, valentía y respaldo incondicional hicieron posible la culminación de este logro significativo.*

*A mi hermana Karol, quien con su constante apoyo y confianza me inspira a ser un modelo a seguir para ella.*

*A mis familiares cercanos, quienes, con su aliento constante, me brindaron la motivación necesaria para perseverar y no rendirme ante las adversidades.*

*Y, sobre todo, a Dios, mi guía constante, quien, con su presencia en mi vida personal y profesional, me ha permitido avanzar con fe y propósito en cada paso de este camino.*

*Jose Vasquez*



## AGRADECIMIENTO

*Expresamos nuestro profundo agradecimiento a nuestra asesora, Ing. Janet Saavedra Vera, por su invaluable apoyo y orientación profesional durante la elaboración de esta tesis. Contar con su guía y experiencia ha sido un honor y un privilegio que ha enriquecido significativamente este trabajo. Su compromiso y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo de nuestra tesis.*

*A la distinguida plana docente de la facultad, cuyo compromiso y excelencia tuvimos el privilegio de experimentar como estudiantes. Su valiosa enseñanza nos permitió adquirir conocimientos y herramientas fundamentales que continuarán guiando nuestro desempeño a lo largo de nuestras vidas profesionales. Su dedicación y esfuerzo han dejado una huella imborrable en nuestro camino.*

*Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a nuestras familias, quienes, con su apoyo incondicional y aliento constante, representaron un pilar fundamental en la culminación de este trabajo.*

*Nubia Gutti y Jose Vasquez*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	15
ÍNDICE DE FIGURAS.....	18
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	21
RESUMEN.....	23
ABSTRACT.....	24
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	25
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	26
1.1.1. Descripción.....	26
1.1.2. Formulación del Problema.....	28
1.2. OBJETIVOS.....	29
1.2.1. Objetivo General.....	29
1.2.2. Objetivos Específicos.....	29
1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	29
1.3.1.1. Variables.....	29
1.3.1.1.1. Variables independientes.....	29
1.3.1.1.2. Variable dependiente.....	29
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	29
1.4.1. Justificación.....	29
1.4.2. Importancia.....	30
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	31
2.1. ANTECEDENTES.....	32
2.1.1. Internacionales.....	32
2.1.2. Nacionales.....	33

2.1.3. Locales.....	35
2.2. MARCO CONCEPTUAL .....	37
2.2.1. Descripciones fundamentales .....	37
2.2.1.1. Abastecimiento. ....	37
2.2.1.2. Agua Potable. ....	37
2.2.1.3. Alcantarillado. ....	37
2.2.1.4. Agua servida. ....	37
2.2.1.5. Agua servida doméstica.....	37
2.2.1.6. Agua servida industrial.....	37
2.2.1.7. Agua servida pluvial.....	37
2.2.1.8. Agua subterránea. ....	37
2.2.1.9. Parámetro de diseño. ....	37
2.2.1.10. Pileta pública. ....	37
2.2.1.11. Red de distribución.....	37
2.2.2. Sistema de agua potable .....	37
2.2.2.1. Definiciones fundamentales .....	37
2.2.2.2. Fuentes de abastecimiento .....	38
2.2.2.2.1. Agua de lluvia.....	38
2.2.2.2.2. Aguas superficiales.....	38
2.2.2.2.3. Aguas subterráneas.....	38
2.2.2.3. Red de abastecimiento de agua potable.....	38
2.2.2.3.1. Componentes .....	39
a. Captación. ....	39
b. Línea de conducción.....	39
c. Tratamiento.....	39
d. Almacenamiento .....	39
e. Línea de aducción. ....	39
f. Redes de distribución (red matriz y secundaria).....	40

2.2.2.4. Elementos de una red de distribución.....	41
2.2.2.4.1. Nodo. ....	41
2.2.2.4.2. Redes secundarias.....	41
2.2.2.4.3. Malla de circuito.....	42
2.2.2.4.4. Tramo de agua potable. ....	42
2.2.2.4.5. Caudal en marcha. ....	42
2.2.2.4.6. Caudal de salida.....	42
2.2.2.4.7. Punto o Nudo de Entrada.....	42
2.2.2.4.8. Punto o Nudo más desfavorable.....	42
2.2.3. Sistema de alcantarillado.....	43
2.2.3.1. Definiciones fundamentales.....	43
2.2.3.2. Tipos de sistema de alcantarillado.....	44
2.2.3.2.1. Alcantarillado Sanitario.....	44
2.2.3.2.2. Alcantarillado Pluvial.....	44
2.2.3.2.3. Alcantarillado Combinado.....	44
2.2.3.3. Red de Alcantarillado.....	44
2.2.3.3.1. Componentes.....	44
a. Red de tuberías. ....	44
b. Sub Colectores.....	44
c. Colectores. ....	44
d. Emisores. ....	45
e. Cámaras de inspección.....	45
f. Planta de tratamiento.....	45
2.2.4. Parámetros de diseño.....	45
2.2.4.1. Generales.....	45
2.2.4.1.1. Población diseño.....	45
2.2.4.1.2. Periodo de diseño. ....	46
2.2.4.1.3. Población futura.....	47



a. Métodos analíticos .....	47
b. Métodos gráficos .....	52
c. Método racional .....	52
2.2.4.2. Sistema de Agua potable .....	52
2.2.4.2.1. Dotación y consumo .....	52
a. Dotación.....	52
b. Consumo promedio diario anual .....	54
c. Consumo máximo diario (Qmd) y consumo máximo horario (Qmh) ..	54
2.2.4.2.2. Parámetros específicos de Agua Potable. ....	55
a. Caudal de diseño.....	55
b. Coeficiente de fricción. ....	55
c. Velocidad de conducto. ....	57
d. Zonas de presión.....	57
e. Diámetro mínimo.....	58
f. Ubicación .....	58
g. Válvulas.....	59
h. Hidrante contra incendio .....	60
2.2.4.2.3. Análisis hidráulico para redes de distribución cerradas .....	61
a. Método de HARDY CROSS .....	61
b. Método según Programa (método de la gradiente).....	63
2.2.4.3. Sistema de Alcantarillado .....	68
2.2.4.3.1. Parámetros específicos de alcantarillado.....	68
a. Caudal de infiltración (Qi).....	68
b. Cuantificación de caudales de aporte doméstico.....	69
c. Coeficiente de retorno (C) .....	69
2.2.4.3.2. Criterios de diseño .....	69
a. Fórmula de Ganguillet - Kutter.....	69
b. Fórmula de Manning .....	70

c. Criterio de la velocidad mínima.....	73
d. Tirante de Agua .....	74
e. Criterio de la tensión tractiva.....	75
f. Pendiente mínima.....	77
g. Coeficiente de rugosidad .....	78
h. Diámetro mínimo.....	79
i. Profundidad de instalación .....	80
j. Ubicación de elementos de inspección.....	80
k. Caudal de diseño y de contribución.....	82
2.2.5. Definición de los softwares .....	82
2.2.5.1. WaterCAD V10.04i.....	82
2.2.5.1.1. Definición .....	82
2.2.5.1.2. Elementos para el modelamiento de la red.....	82
a. Nodos (JUNCTIONS) .....	82
b. Conexiones (PIPES) .....	82
c. Estaciones de bombeo (PUMPING STATIONS).....	83
d. Cargas de agua (DEMANDS) .....	83
e. Valvulas (VALVES).....	83
f. Tanques (TANKS) .....	83
g. Reservorios (RESERVOIRS).....	83
h. Lateral (LATERAL).....	84
i. Hidrante (HYDRANT).....	84
j. Medidor de Cliente (CUSTOMER METER).....	84
2.2.5.1.3. Partes del Modelado Hidráulico .....	85
2.2.5.1.4. Tipos de modelado hidráulico .....	85
2.2.5.1.5. Capacidades .....	86
a. Diseñar sistemas de distribución de agua potable .....	86
b. Asignar y calcular las demandas de agua .....	86

c. Construir y gestionar modelos hidráulicos .....	86
d. Simulación de la presión y flujo hidráulico.....	86
e. Determinar el caudal en cada conducto .....	86
f. Perfil hidráulico.....	87
g. Velocidad del flujo en cada conducto.....	87
h. Determinación de pérdidas de carga.....	87
i. Optimización de diámetros de las tuberías.....	87
j. Evaluación del comportamiento hidráulico.....	87
k. Diagnóstico del estado de la red y detección de problemas .....	87
l. Estimación de la eficiencia hidráulica del sistema .....	87
m. Mejora de las condiciones operativas de la red .....	87
2.2.5.1.6. Etapas de modelamiento .....	88
2.2.5.2. SewerCAD V10.04i.....	89
2.2.5.2.1. Definición .....	89
2.2.5.2.2. Elementos para el modelamiento de la red.....	89
a. Conducto (Conduit) .....	89
b. Cámaras de bombeo (PUMPING STATIONS).....	89
c. Lateral (Lateral) .....	89
d. Salidas o puntos de descarga (OUTFALLS).....	90
e. Cargas de aguas residuales (SANITARY LOADS) .....	90
f. Cotas y pendientes (ELEVATION). .....	90
g. Perfiles hidráulicos (HYDRAULIC PROFILES) .....	90
h. Manhole(Buzón).....	90
i. Property Conections(Conexiones de propiedades).....	90
j. Tap(Ramificación).....	90
2.2.5.2.3. Partes del Modelado Hidráulico .....	91
2.2.5.2.4. Tipos de Modelos Hidráulicos.....	91
2.2.5.2.5. Capacidades .....	92

a. Diseñar sistemas de alcantarillado sanitario .....	92
b. Asignar y calcular las cargas sanitarias .....	92
c. Construir y gestionar modelos hidráulicos .....	92
d. Simulación de la gravedad y presión hidráulica .....	92
e. Determinar el caudal en cada conducto .....	92
f. Perfil Hidráulico considerando el FGV (Fondo de la Galería de Vertido) .....	92
g. Velocidad del flujo en cada conducto (entrada/salida).....	92
h. Tensión tractiva y tirantes (entrada/salida).....	93
i. Nivel de agua residual en las cámaras de bombeo .....	93
j. Diámetros optimizados .....	93
k. Determinar el comportamiento hidráulico.....	93
l. Diagnóstico del estado de la red y detección de problemas .....	93
2.2.5.2.6. Tipología de red.....	93
a. Red convencional (condominiales).....	93
b. Red no convencional (simplificados) .....	94
2.2.5.2.7. Tipo de redes de Recolección.....	94
2.2.5.2.8. Etapas de modelamiento .....	95
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>96</b>
<b>3.1. MATERIALES.....</b>	<b>97</b>
3.1.1. Software:.....	97
3.1.2. Estudio demográfico.....	97
3.1.3. Estudio topográfico .....	97
3.1.4. Estudio Hidráulica: .....	97
<b>3.2. MÉTODOS.....</b>	<b>98</b>
3.2.1. Tipo de Investigación .....	98
3.2.2. Enfoque de Investigación .....	98
3.2.3. Nivel de la Investigación .....	98



3.2.4. Diseño de Contrastación de la Hipótesis .....	98
3.2.5. Diseño de Investigación: .....	99
3.2.6. Población muestral .....	100
3.2.7. Variables y Operacionalización.....	100
3.2.7.1. Variables.....	100
3.2.7.1.1. Variable Independiente.....	100
3.2.7.1.2. Variable Dependiente. ....	100
3.2.7.2. Definición Conceptual.....	100
3.2.7.2.1. Variable Independiente.....	100
3.2.7.2.2. Variable Dependiente. ....	100
3.2.7.3. Definición Operacional .....	100
3.2.7.3.1. Variable Independiente:.....	100
3.2.7.3.2. Variable Dependiente: .....	101
3.2.8. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	101
3.2.8.1. Técnicas .....	101
3.2.8.2. Instrumentos: .....	101
3.2.9. Procedimiento de la Recolección de Datos .....	108
3.2.10. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Resultados .....	109
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	110
4.1. RESULTADOS .....	111
4.1.1. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	111
4.1.2. Estudio social.....	113
4.2. Cálculo de Estimación de Población Futura.....	136
4.2.1. Método Aritmético .....	136
4.2.2. Método Geométrico.....	136
4.2.3. Método de Interés Simple.....	136
4.2.4. Método Exponencial.....	137
4.3. Cálculo del Caudal de Diseño .....	137

4.3.1. Demanda De Agua Potable Para Consumo No Doméstico.....	137
4.3.2. Demanda De Agua Potable Para Consumo Doméstico.....	140
4.4. Parámetros de diseño para una red de distribución de Agua Potable según Reglamento Nacional de Edificaciones.....	143
4.4.1. Análisis Hidráulico.....	143
4.4.2. Velocidad.....	144
4.4.3. Presión.....	145
4.4.4. Ubicación y Recubrimiento de tubería.....	145
4.4.5. Diámetro de tuberías.....	146
4.5. Diseño de la de Agua Potable usando el programa computacional WaterCAD. .....	148
4.6. Demanda De Alcantarillado.....	168
4.7. Parámetros de diseño para una red de distribución de Alcantarillado según Reglamento Nacional de Edificaciones.....	169
4.7.1. Caudal de Contribución al Alcantarillado.....	169
4.7.2. Dimensionamiento Hidráulico.....	169
4.7.3. Ubicación y recubrimiento de Tuberías.....	170
4.7.4. Cámaras de inspección.....	171
4.7.5. Diámetro de tuberías.....	172
4.8. Diseño de la red de distribución de Alcantarillado usando el programa computacional SewerCAD. ....	174
4.9. Discusiones.....	185
4.9.1. Para el diseño de redes de agua potable mediante el programa WaterCAD: .....	185
4.9.2. Para el diseño de redes de alcantarillado mediante el programa SewerCAD: .....	187
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>191</b>
5.1. Conclusiones.....	192
5.2. Recomendaciones.....	193

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	194
CAPÍTULO VII: ANEXOS .....	201

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria .....	46
Tabla 2. Coeficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen y Williams.....	56
Tabla 3. Valores Del Factor Adimensional (K) Para Pérdidas Locales .....	57
Tabla 4. Coeficiente de Rugosidad “n” de MANNING .....	78
Tabla 5. Distancia Máxima Según Diámetro Nominal De La Tubería .....	80
Tabla 6. Variable Independiente.....	100
Tabla 7. Variable Dependientes.....	101
Tabla 8. Reporte de nodos en WaterCAD. ....	102
Tabla 9. Reporte de tuberías con caudal máximo horario (qmh)en WaterCAD. ....	103
Tabla 10. Reporte de Conexiones Domiciliarias en WaterCAD.....	104
Tabla 11. Reporte de tuberías en SewerCAD.....	105
Tabla 12. Reporte de tuberías en SewerCAD pendientes y velocidades.....	106
Tabla 13. <i>Reporte de buzones de descarga en SewerCAD</i> .....	107
Tabla 14. <i>Ficha de número de habitantes por lote</i> .....	108
Tabla 15. Factor de Zona y Tipo de Suelo .....	111
Tabla 16. Cuadro de Calicatas.....	112
Tabla 17. Clasificación de Suelos .....	112
Tabla 18. Cuadro de resumen del Nivel Freático .....	113
Tabla 19. Situación Actual del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte.....	114
Tabla 20. Población Futura con el Método Aritmético .....	136
Tabla 21. Población Futura con el Método Geométrico.....	136
Tabla 22. Población Futura con el Método Interés Simple .....	136
Tabla 23. Población Futura con el Método Exponencial.....	137
Tabla 24. Resumen de resultados de la Estimación de Población Futura .....	137
Tabla 25. Dotación de la I.E. N°88413 INICIAL - PRIMARIA.....	137
Tabla 26. Demanda de Agua Potable de la I.E. N°88413 .....	138
Tabla 27. Dotación del Parque “Nuevo Horizonte” .....	138
Tabla 28. Demanda de Agua Potable del Parque “Nuevo Horizonte” .....	139
Tabla 29. Dotación de la Capilla “Virgen de las Mercedes”.....	139
Tabla 30. Demanda de Agua Potable de la Capilla “Virgen de las Mercedes”.....	139

Tabla 31. Resumen General de la demanda de Agua potable para Equipamiento Público .....	140
Tabla 32. Demanda de Agua Potable de la Capilla “Virgen de las Mercedes” .....	140
Tabla 33. Dotación de Agua según Norma OS. 100 .....	141
Tabla 34. Parámetros de Diseño para Servicio de Agua en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte .....	143
Tabla 35. Coeficientes de fricción "C" en la fórmula de Hazen y Williams .....	144
Tabla 36. Velocidad de la red de Agua Potable .....	145
Tabla 37. Presión de la red de Agua Potable.....	145
Tabla 38. Tubo PVC para conducción de fluidos a presión con empalme Unión Flexible (UF) NTP ISO 1452 .....	147
Tabla 39. Resultado General para tuberías .....	148
Tabla 40. Resultado General para Nodos .....	152
Tabla 41. Resumen General para Conexiones Domiciliarias .....	154
Tabla 42. Resumen General del Caudal Promedio de Aguas Residuales Urbanas .....	168
Tabla 43. Resumen general del Consumo Promedio Horario de Aguas Residuales Urbanas.....	168
Tabla 44. Coeficientes de rugosidad “n” de Manning.....	169
Tabla 45. Velocidad de la red de Alcantarillado por el programa WaterCAD .....	170
Tabla 46. Distancia Máxima Según Diámetro Nominal De La Tubería .....	172
Tabla 47. Tubo PVC-U para alcantarillado y desagüe con empalme unión flexible (UF) .....	173
Tabla 48. Resultado General para tuberías Colectoras y Subcolectoras .....	174
Tabla 49. Resultado General para tuberías Colectoras y Subcolectoras .....	180
Tabla 50. Resultado General para Buzones.....	182
Tabla 51. Vías y medios de accesos .....	208
Tabla 52. Códigos para el levantamiento Topográficos .....	212
Tabla 53. Factor de Zona y Tipo de Suelo .....	239
Tabla 54. Cuadro de Calicatas.....	240
Tabla 55. Clasificación de Suelos .....	240
Tabla 56. Cuadro de resumen del Nivel Freático .....	241
Tabla 57. Censo Nacional 1981 - Provincia del Santa .....	249

Tabla 58. Censo Nacional 1993 - Provincia del Santa .....	249
Tabla 59. Censo Nacional 2007 - Provincia del Santa .....	249
Tabla 60. Censo Nacional 2017 - Provincia del Santa .....	250
Tabla 61. Periodo de diseño de infraestructura sanitaria.....	250
Tabla 62. Resumen General de Censos Nacionales de la Provincia del Santa del departamento de Ancash.....	251
Tabla 63. Proyección de población de la provincia del Santa según I.N.E.I.....	251
Tabla 64. Estimación de población actual del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte .....	252
Tabla 65. Población Futura con el Método Aritmético .....	253
Tabla 66. Población Futura con el Método Geométrico.....	254
Tabla 67. Población Futura con el Método de Interés Simple.....	255
Tabla 68. Población Futura con el Método Exponencial.....	256
Tabla 69. Resumen de resultados de la Estimación de Población Futura .....	256
Tabla 70. Dotación de agua para locales educacionales.....	260
Tabla 71. Dotación de agua para tipos de establecimientos .....	264
Tabla 72. Dotación de Agua según Norma OS. 100 .....	265
Tabla 73. Resumen General de Dotación de la I.E. N°88413 .....	267
Tabla 74. Resumen General de Dotación del Parque Nuevo Horizonte .....	268
Tabla 75. Resumen General de la capilla “Virgen de las Mercedes” .....	269
Tabla 76. Resumen general de demanda de consumo para equipamientos públicos ..	271
Tabla 77. Resumen general de demanda de consumo para equipamientos públicos y viviendas.....	293
Tabla 78. Corrección de caudales en tuberías según el mínimo establecido por la norma OS.070.....	298

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general del sistema de abastecimiento de agua potable.....	41
Figura 2. Esquema general del sistema de abastecimiento de agua potable.....	62
Figura 3. Prototipo de tubería Semi llena .....	72
Figura 4. Definición de parámetros para tensión tractiva en un colector circular.....	76
Figura 5. Esquema de Modelos Hidráulicos.....	85
Figura 6. Esquema de Construcción de Modelo.....	85
Figura 7. Esquema de Identificación de modelos Pautas y Seguimientos.....	88
Figura 8. Esquema de Modelos Hidráulicos.....	91
Figura 9. Esquema de Construcción de Modelo.....	91
Figura 10. Red convencional (Condominales) .....	93
Figura 11. Red no convencional (Condominales) .....	94
Figura 12. Esquema de Tipos de redes de Recolección .....	94
Figura 13. Esquema de Etapas y Alcances del Proyecto .....	95
Figura 14. Presiones en los nodos en m.c.a.....	185
Figura 15. Presiones en las conexiones domiciliarias .....	186
Figura 16. Velocidades en las tuberías .....	186
Figura 17. Tensión tractiva en las tuberías .....	187
Figura 18. Velocidad crítica y Velocidad final en tuberías.....	188
Figura 19. Altura de lámina de flujo.....	189
Figura 20. Separación máxima entre buzones .....	190
Figura 21. Georreferenciación del Google Earth del AA.HH. Nuevo Horizonte .....	216
Figura 22. Ubicación de Calicatas en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte....	240
Figura 23. Ficha de Datos de la I.E. N°88413 Inicial -Primaria .....	258
Figura 24. Ficha de Datos de la I.E. N°88413 Inicial -Primaria .....	259
Figura 25. I.E. 88413 Inicial - Primaria.....	261
Figura 26. Parque Nuevo Horizonte .....	262
Figura 27. Parque Nuevo Horizonte .....	263
Figura 28. Capilla “Virgen de las Mercedes” .....	264
Figura 29. Archivos en formato .dxf para modelamiento del WaterCAD .....	271
Figura 30. Interfaz inicial de WaterCAD .....	272

Figura 31. Configuración inicial de opciones de cálculo en WaterCAD: Método de fricción.....	273
Figura 32. Configuración de unidades en WaterCAD: Selección del sistema métrico	274
Figura 33. Importación de archivos .DXF en WaterCAD mediante la herramienta ModelBuilder.....	274
Figura 34. Importación de puntos definidos como Customer Meter .....	275
Figura 35. Definición de tuberías como elementos de tipo 'Pipe' en WaterCAD.....	276
Figura 36. Vista general de tuberías y conexiones domiciliarias importadas en WaterCAD.....	278
Figura 37. Asignación automática de elevaciones mediante la herramienta TRex y curvas de nivel en WaterCAD .....	278
Figura 38. Conexión de Customer Meter mediante LoadBuilder en WaterCAD .....	280
Figura 39. Vinculación de caudales domiciliarios a tuberías cercanas mediante LoadBuilder Wizard en WaterCAD .....	281
Figura 40. Asignación de demanda base a las conexiones domiciliarias mediante FlexTables en WaterCAD .....	283
Figura 41. Distribución de caudales de demanda según el uso público en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte.....	285
Figura 42 Asignación del nodo como reservorio para el cálculo de la presión mínima	286
Figura 43 Resultado de simulación: identificación de errores por presiones negativas	287
Figura 44 Asignación de diámetros interiores según NTP ISO 1452 y Norma OS.050 .....	287
Figura 45 Resultado de pérdida por fricción por cada tubería calculada por el programa .....	288
Figura 46 Cálculo de elevación requerida para el cumplimiento de la norma OS.050	289
Figura 47 Ejecución del modelado sin errores. ....	289
Figura 48 Verificación de la presión mínima para el cumplimiento de la norma OS.050. ....	290
Figura 49 Configuración inicial del modelo hidráulico en SewerCAD con unidades métricas.....	294
Figura 50 Configuración de límites de diseño según la norma OS.070 en SewerCAD	294
Figura 51 Importación de tuberías y conexiones domiciliarias mediante ModelBuilder en SewerCAD.....	295



Figura 52 Conexión de las conexiones domiciliarias a la red colectora con LoadBuilder en SewerCAD.....	296
Figura 53 Asignación de caudal por tipo de uso (doméstico y no doméstico).....	297
Figura 54 Asignación del número de Manning y diámetro de tuberías.....	297
Figura 55 Resultados iniciales del modelamiento: errores por velocidades inferiores al mínimo requerido .....	298
Figura 56 Validación del sistema con caudales corregidos: modelamiento sin errores	300
Figura 57 Creación de perfiles longitudinales para visualización de pendientes y ubicación de buzones.....	301
Figura 58 Importación de curvas de nivel en formato XML mediante Terrain Models en SewerCAD.....	302

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Método aritmético.....	47
Ecuación 2. Método geométrico.....	48
Ecuación 3. Método de interés simple.....	48
Ecuación 4. Método exponencial .....	49
Ecuación 5. Tasa de crecimiento .....	49
Ecuación 6. Método Wappaus.....	50
Ecuación 7. Proyección de la población.....	50
Ecuación 8. Tasa de crecimiento .....	50
Ecuación 9. Método de la parábola .....	50
Ecuación 10. Método de incrementos variables .....	51
Ecuación 11. Método racional.....	52
Ecuación 12. Consumo promedio diario anual.....	54
Ecuación 13. Consumo máximo diario .....	54
Ecuación 14. Consumo máximo horario .....	55
Ecuación 15. Perdidas locales .....	56
Ecuación 16. Velocidad media .....	61
Ecuación 17. Caudal.....	61
Ecuación 18. Pérdida por fricción .....	62
Ecuación 19. Método aritmético.....	63
Ecuación 20. Ecuación de continuidad.....	64
Ecuación 21. Relación no lineal entre las pérdidas y el caudal.....	64
Ecuación 22. Pérdidas totales .....	64
Ecuación 23. Perdidas totales con existencia de bombas .....	64
Ecuación 24. Total cuando solo ocurre perdidas por fricción y perdidas menores .....	64
Ecuación 25. Ecuación de la conservación de energía .....	65
Ecuación 26. Matriz Transpuesta de [A12].....	65
Ecuación 27. Ecuación de la conservación de energía y continuidad de forma compacta .....	66
Ecuación 28. Método de gradiente .....	66
Ecuación 29. Matriz [A11]’ .....	66
Ecuación 30. Solución para altura piezométrica de iteración i+1 .....	67

Ecuación 31. Solución para caudales de la iteración $i+1$ .....	67
Ecuación 32. Reformulación de la ecuación piezométrica .....	67
Ecuación 33. Modificación de la fórmula de Chezy .....	70
Ecuación 34. Coeficiente de Chezy .....	70
Ecuación 35. Velocidad según Manning .....	71
Ecuación 36. Velocidad según Manning en función del diámetro. ....	71
Ecuación 37. Método aritmético .....	71
Ecuación 38. Ángulo central .....	72
Ecuación 39. Radio Hidráulico .....	72
Ecuación 40. Velocidad para tuberías con sección parcialmente llena .....	72
Ecuación 41. Caudal para tuberías con sección parcialmente llena .....	72
Ecuación 42. Criterio de velocidad mínima .....	73
Ecuación 43. Velocidad crítica .....	74
Ecuación 44. Rango disponible .....	75
Ecuación 45. Criterio de tensión tractiva .....	75
Ecuación 46. Tensión tractiva .....	75
Ecuación 47. Peso de las aguas residuales .....	76
Ecuación 48. Tensión tractiva .....	76
Ecuación 49. Tensión tractiva .....	76
Ecuación 50. Pendiente para tuberías con sección llena .....	77
Ecuación 51. Pendiente para tuberías con sección llena .....	77
Ecuación 52. Pendiente mínima .....	77
Ecuación 53. De caudal inicial .....	78

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis titulado “Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote” tiene como objetivo general, realizar una propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado, abordando las necesidades de agua potable y saneamiento de este asentamiento humano, esta propuesta es modelada en los programas computacionales WaterCAD y SewerCAD para obtener datos hidráulicos críticos como presiones en distintos puntos, caudales en tuberías y velocidades de flujo que luego son evaluados para ver si cumplen con las directrices y valores mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana. Desde un punto de vista metodológico, esta investigación es de tipo aplicada, adopta un enfoque cuantitativo y tiene un nivel de investigación descriptivo. La demanda total de diseño para el sistema de agua potable en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte fue de 6.18 l/s, empleando tuberías con un diámetro nominal de 6” para la red matriz y 3” para la red domiciliaria. Las presiones de operación proyectadas se ubicaron entre 10 m.c.a. y 17.95 m.c.a. Por otro lado, el diseño del sistema de alcantarillado consideró una demanda total de 4.91 l/s, con una velocidad máxima de flujo de 1.74 m/s. Para este sistema, se utilizó una tubería con un diámetro nominal de 6” de la serie 20. Ambos diseños hidráulicos fueron desarrollados siguiendo estrictamente las normativas técnicas peruanas vigentes, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad, seguridad y funcionalidad para la infraestructura propuesta.

**Palabras claves:** Asentamiento humano, WaterCAD, SewerCAD, agua potable, alcantarillado

## ABSTRACT

The general objective of this thesis project, entitled "Proposal for a Drinking Water and Sewerage System Using WaterCAD and SewerCAD for the Nuevo Horizonte Human Settlement in Nuevo Chimbote," is to develop a proposal for a drinking water and sewerage system, addressing the drinking water and sanitation needs of this human settlement. This proposal is modeled using the computer programs WaterCAD and SewerCAD to obtain critical hydraulic data such as pressures at different points, flow rates in pipes, and flow velocities, which are then evaluated to see if it meets the guidelines and minimum values established by the Peruvian Technical Standard. From a methodological perspective, this research is applied, adopts a quantitative approach, and has a descriptive research level. The total design demand for the drinking water system in the Nuevo Horizonte Human Settlement was 6.18 l/s, using pipes with a nominal diameter of 6 inches for the main network and 3 inches for the residential network. The projected operating pressures ranged between 10 m.c.a and 17.95 m.c.a. The sewer system design showed a total demand of 4.91 l/s, with a maximum flow velocity of 1.74 m/s. A 6" Series 20 pipe was used for this system. Both hydraulic designs were developed in strict accordance with current Peruvian technical regulations, ensuring compliance with quality, safety, and functionality standards for the proposed infrastructure.

**Keywords:** Human settlement, WaterCAD, SewerCAD, potable water, sewerage

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## 1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1.1. Descripción

Según Parrales & Chiquito (2020) en su trabajo de investigación “DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDADELA EL MIRADOR DEL CANTÓN PUERTO LÓPEZ” realizó el cálculo de la población proyectada y las necesidades de agua correspondientes. Determinó un caudal máximo por hora de 2,98 litros por segundo. Todos los parámetros que estableció cumplieron con las normas ecuatorianas INEN e IEOS. Obtuvo presiones mínimas de 5 metros de columna de agua y presiones máximas de 68 metros de columna de agua, así como una velocidad máxima de flujo de 1,16 metros por segundo. (p. 86)

Según Quito (2020) en su trabajo de investigación “ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA Y MODELACIÓN HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL C7 APLICANDO WATERCAD DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA” obtuvieron resultados de la modelación hidráulica de la red de distribución, pero estos resultados no cumplieron con los parámetros hidráulicos, es por esto que propusieron el mejoramiento de velocidades y presiones mayores a 10 mH<sub>2</sub>O según lo especifica las normas ecuatorianas. (p. 109)

Según Ramón (2022) en su trabajo de investigación “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO SANTA ANITA, PARROQUIA LA MERCED, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA” optó por utilizar tuberías de PVC con un diámetro de 40 mm para la línea de conducción, con el fin de satisfacer los requisitos de presión máxima necesarios. Para el almacenamiento de agua, seleccionó un tanque elevado de PVC con una capacidad de 20 m<sup>3</sup>. En el sistema de distribución, empleó tuberías de PVC con diámetros de 20 mm, 25 mm y 40 mm, y cumplió con los valores máximos y mínimos establecidos para la velocidad y la presión según la normativa ecuatoriana. (p. 176)

Según Vargas (2020) en su trabajo de investigación “DISEÑO DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA LA ENSENADA DE COLLANAC DISTRITO DE PACHACAMAC MEDIANTE EL USO DE LOS PROGRAMAS WATERCAD Y SEWERCAD” determinó que los caudales Q<sub>p</sub>, Q<sub>md</sub>, Q<sub>mh</sub> y Q<sub>d</sub> son de 1.7 Lt/s, 3.51 Lt/s, 4.86 Lt/s y 3.89 Lt/s respectivamente.

Asimismo, que el uso de los programas SewerCAD y WaterCAD permitió agilizar los procedimientos y reducir el tiempo necesario para el diseño. (p. 51)

Según Ticona (2022) en su trabajo de investigación “DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA SANITARIO PARA ASENTAMIENTOS HUMANOS EN EL DISTRITO DE COMAS - LIMA, USANDO LOS PROGRAMAS WATERCAD Y SEWERCAD 2020” obtuvo una presión estática mínima de 12.69 metros de columna de agua (mca) y máxima de 47.14 metros de columna de agua (mca), con una velocidad máxima de 0.18 metros por segundo. En el diseño hidráulico de las redes de alcantarillado, verificó que el caudal mínimo a considerar fue 1.5 litros por segundo (l/s), y obtuvo una tensión tractiva mínima de 1.674 Pascal. (p. 12)

Según Gavidia (2022) en su trabajo de investigación “DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO PALO NEGRO, DISTRITO TAMBOGRANDE, REGIÓN PIURA - ABRIL 2019” obtuvo una velocidad máxima de 1.95 metros por segundo (m/s) y una velocidad mínima de 0.49 m/s en la línea de conducción. Utilizó tuberías de PVC SAP Clase 10 con diámetros de 43.4mm (1 1/2") para una longitud de 914 metros, y de 22.9mm (3/4") para una longitud de 1476 metros. (p.84)

Según Meléndez (2019) en su trabajo de investigación “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DEL CASERÍO VICHAMARCA, DISTRITO DE MORO, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH – 2019” en su diseño del sistema de alcantarillado, utilizó conexiones domiciliarias de tuberías de PVC con un diámetro de 6 pulgadas. La red principal de alcantarillado consistió en tuberías de PVC con longitud de 384.20 metros de diámetro 8 pulgadas, con la presencia de diferentes tipos de buzones. Se empleó 1 buzón con una altura de 1.00 metro, 15 buzones con una altura de 1.20 metros y 3 buzones con una altura de 1.50 metros de concreto ciclópeo. Además, incluyó 5 buzones de concreto armado, con una altura de 2.50 metros y un diámetro de 1.60 metros. El sistema también contó con un emisor equipado con tuberías de PVC de 445.30 metros de diámetro 8 pulgadas. (p. 54)

Según Pajuelo & Tamayo (2021) en su trabajo de investigación “DISEÑO HIDRÁULICO DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL ASENTAMIENTO HUMANO SÁNCHEZ MILLA, DISTRITO DE NUEVO



CHIMBOTE - ANCASH, 2021” Determinaron que el caudal de diseño hidráulico para la red de agua potable fue de 29.175 litros por segundo. Utilizaron el programa WaterCAD, determinaron los diámetros de las tuberías, fueron de 50mm, 75mm, 100mm, 125mm y 150mm. En la red de alcantarillado, emplearon el programa SewerCAD para determinar los diámetros de las tuberías, que fueron de 110mm y 150mm. Las velocidades máximas que obtuvieron fueron de 2.22 m/s en WaterCAD y 2.97 m/s en SewerCAD. Además, registraron presiones mínimas de 11 metros de columna de agua (m.c.a) y presiones máximas de 48 m.c.a en WaterCAD, mientras que en SewerCAD obtuvieron una velocidad máxima de 2.97 m/s. (p. 7)

Según Atoche & Palomino (2021) en su trabajo de investigación “DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA H.U.P UNIÓN DEL SUR, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH – 2020” concluyeron que para un período de 20 años el diseño cumplió con todos los requisitos establecidos en la norma OS.050 y OS.100. Lograron una presión máxima de 48 metros de columna de agua (mH<sub>2</sub>O) y una presión mínima de 14 mH<sub>2</sub>O. Además, obtuvieron una velocidad máxima de 1.89 metros por segundo (m/s). Garantizaron el diámetro mínimo de las tuberías principales, el cual fue de 75mm (3 pulgadas). (p. 73)

### **1.1.2. Formulación del Problema**

El asentamiento humano "Nuevo Horizonte" fue fundado mediante acuerdo de Asamblea General Extraordinaria el 12 de mayo de 2007 por un grupo de aproximadamente 300 familias, pero hasta ese momento no contaban con servicios de agua potable y alcantarillado. La única manera de abastecerse de agua potable era por medio de piletas que fueron instaladas por SEDACHIMBOTE.

Se basaba en la inexistencia de una red de agua potable que brindara un constante flujo de agua para los domicilios de los habitantes del asentamiento humano Nuevo Horizonte, también en los problemas de salud que podía generar no contar con una red de alcantarillado en cada domicilio.

Tomando en cuenta estos problemas, se plantearon las siguientes interrogantes:

#### **Problema general:**

¿Cómo es la propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano Nuevo Horizonte en el distrito de Nuevo Chimbote?

### **Problemas específicos:**

¿Cuáles son los parámetros de diseño para el sistema de agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano Nuevo Horizonte?

¿Cómo se diseña el sistema de agua potable con el programa WaterCAD?

¿Cómo se diseña el sistema de alcantarillado con el programa SewerCAD?

¿Cuál es la alternativa de agua potable y alcantarillado que mejora la calidad de vida en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Realizar la propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar los parámetros de diseño para el sistema de agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano Nuevo Horizonte.
- Diseñar el sistema de agua potable utilizando WaterCAD versión 10.04.
- Diseñar el sistema de alcantarillado utilizando SewerCAD versión 10.04.
- Proponer una alternativa de agua potable y alcantarillado para ayudar a mejorar la calidad de vida en el asentamiento humano Nuevo Horizonte.

## **1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La aplicación de los softwares WaterCAD y SewerCAD nos permitirán evaluar el diseño óptimo para las redes de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano Nuevo Horizonte.

### **1.3.1.1. Variables**

*1.3.1.1.1. Variables independientes.* Asentamiento Humano Nuevo Horizonte.

*1.3.1.1.2. Variable dependiente.* Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado con WaterCAD versión 10.04 y SewerCAD versión 10.04.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **1.4.1. Justificación**

Este trabajo de investigación tuvo como finalidad realizar una propuesta del sistema de agua potable y alcantarillado, ya que se conocía la situación actual que se venía dando en

el asentamiento humano Nuevo Horizonte, con respecto a su inexistente sistema de abastecimiento de agua potable y red de alcantarillado. Además, se había dado a conocer que algunos asentamientos humanos aledaños ya contaban con este sistema de vital importancia.

A nivel nacional, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020), todavía existían áreas en el Perú donde no se disponía de agua potable a través de un sistema de distribución en los hogares. Durante el período mencionado, aproximadamente el 9,2% de la población no tenía acceso a agua proveniente de la red pública, obteniendo agua de otras fuentes como camiones cisterna, pozos, ríos, acequias y otras fuentes no especificadas (p. 9).

En cuanto al alcantarillado, una encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020) reveló que aproximadamente el 74,9% de la población en el Perú residía en viviendas con servicio de alcantarillado a través de la red pública. Dentro de este porcentaje, el 71,0% contaba con conexión a la red dentro de la propia vivienda, mientras que el 4,0% tenía acceso a ella fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación. Por otro lado, se estimaba que el 25,1% de la población residía en viviendas sin acceso al sistema de alcantarillado público, utilizando diferentes métodos para la eliminación de excretas, como pozos ciegos, pozos sépticos, letrinas, eliminación directa en ríos o acequias, o la falta de cualquier sistema de eliminación (p. 53).

Por eso, se tenía como propósito realizar un correcto diseño de agua potable y alcantarillado, de tal forma que permitiera dar una solución apropiada y, al mismo tiempo, mejorar las condiciones de vida y salubridad de los moradores del asentamiento humano Nuevo Horizonte, ya que por años habían venido sufriendo de grandes colas para recibir agua potable por medio de algunas piletas instaladas en los alrededores de las manzanas que lo conformaban.

#### **1.4.2. Importancia**

La importancia de realizar una propuesta de agua potable y alcantarillado utilizando los programas WaterCAD y SewerCAD radicaba en la rapidez computacional que ofrecen estos programas para obtener los cálculos hidráulicos pertinentes, agilizando el proceso de diseño y verificación de las redes de agua potable y alcantarillado propuestas para el asentamiento humano Nuevo Horizonte.

# **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**



## **2.1. ANTECEDENTES**

### **2.1.1. Internacionales**

Jimenez & Haro (2020) en su tesis “EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA VIVIENDA FISCAL DEL FUERTE MILITAR MARCO AURELIO SUBÍA” el propósito primordial fue analizar y cuantificar la fuente de suministro hídrico en términos de volumen y calidad. Este análisis involucró la medición de las presiones al ingreso y egreso del flujo hídrico mediante instrumentación manométrica, con el fin de validar la eficiencia operacional del sistema de distribución de agua potable en vigor (p. 29). Según los hallazgos, se determinó que las infraestructuras en cuestión tienen un sistema de distribución de agua donde la presión media registrada es de 22,38 mca, una magnitud que se sitúa confortablemente dentro de los límites estipulados de 10 mca a 50 mca (p. 129).

Lluguin & Tinoco (2022) en su tesis “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA EL BARRIO EL ROSARIO, PARROQUIA DE SANGOLQUÍ, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA” el principal cometido se centró en la conceptualización y diseño del depósito de almacenamiento, así como de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua y desagüe sanitario para el sector El Rosario. Para lograr esto, se recurrió a herramientas computacionales avanzadas, específicamente a WaterCAD y CivilCAD, con la visión de concretar un proyecto no solo económicamente sustentable sino también técnicamente viable (p. 4). Según las determinaciones, se propuso un depósito de almacenamiento de forma rectangular con dimensiones de 15m x 15m y una elevación de 5m. Este diseño tiene como finalidad garantizar un suministro continuo y eficiente de agua potable a la colectividad, asegurando su operatividad óptima a lo largo de toda su durabilidad. Para la construcción estructural del mismo, se acogieron las directrices estipuladas en la normativa ACI 350, cumpliendo de esta manera con los criterios y estándares de diseño pertinentes. En relación con la proyección de la red de agua potable mediante el software WaterCAD, se empleó el caudal de diseño ajustado a cada nodo basado en sus respectivas áreas, utilizando la fórmula de Hazen Williams con un coeficiente C de 150, propio del PVC. Con estos parámetros, se obtuvieron métricas



donde la presión máxima registrada en la red fue de 42 m.c.a y una velocidad tope de 2,75 m/s, cifras que se encuentran alineadas con los rangos especificados en la normativa pertinente (p. 83).

Palacios (2020) en su revista “ACCESO AL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: DESAFÍO EN LAS AMÉRICAS PARA COLECTIVOS ÉTNICOS DESDE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS HUMANOS” nos informó que, a nivel global, hay un acuerdo unánime respecto a la concepción del agua y el saneamiento como derechos humanos fundamentales, que actúan como cimientos para el ejercicio de otros derechos inherentes al ser humano. En este sentido, el marco jurídico internacional en materia de derechos humanos estipula a las naciones deberes concretos de salvaguarda, fomento, respeto y garantía, que son igualmente aplicables cuando se aborda la defensa del derecho humano al agua y saneamiento. No obstante, el panorama actual presenta serios desafíos. Específicamente en el continente americano, se han registrado altas tasas de enfermedades relacionadas con el agua. Paralelamente, se observa una tendencia preocupante hacia la implementación de iniciativas extractivas en zonas ecológicamente sensibles, alterando de manera significativa el equilibrio de estos ecosistemas y afectando adversamente las fuentes hídricas. Esta situación se agrava cuando consideramos las trágicas consecuencias para aquellas personas que pierden la vida debido a la falta de acceso a agua potable y servicios de saneamiento adecuados (p. 137).

### **2.1.2. Nacionales**

Carhuapoma & Chahuayo (2019) en su tesis “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA RINCONADA DE PAMPLONA ALTA, APLICANDO EPANET Y ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN.” el enfoque primordial se orientó hacia la concepción de un sistema de suministro que se alinee con la normativa vigente, y en simultáneo, se propusieron identificar de manera autónoma las válvulas reductoras de presión mediante la aplicación de Algoritmos Genéticos (p. 23). A raíz de sus hallazgos, identificaron que, tras el modelado con las mencionadas válvulas, las velocidades de flujo registradas fueron inferiores a 0.6 m/s. Esta característica no alcanzó el umbral mínimo estipulado por el estándar de referencia (p. 141).



Medina & Vidal (2022) en su tesis “MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA RED DE AGUA POTABLE USANDO EL SOFTWARE WATERCAD EN EL CENTRO POBLADO DE PACANGUILLA – LA LIBERTAD 2022” tuvieron como objetivo principal modelar la red de agua potable del centro poblado de Pacanguilla utilizando el software WaterCAD. Además, se centraron en determinar variables relevantes como la proyección poblacional, el consumo máximo diario y horario, la dotación y la demanda de agua para el adecuado modelado de la red de agua potable (p. 30). A través de sus hallazgos, determinaron que la población proyectada para un horizonte de 20 años (desde 2022 hasta 2044) ascendía a 837 habitantes, estimada mediante métodos aritméticos y geométricos. Establecieron valores para el caudal máximo diario y horario necesario para cubrir el consumo doméstico y otros requerimientos, siendo estos de 2.26 lt/s y 3.48 lt/s respectivamente. En cuanto a la demanda de agua, calcularon tanto para las tuberías (desde J1 hasta J28) con un total de 5.326 L/seg, como para los nodos (desde J1 hasta J28) con un acumulado de 10.531 L/seg. Estas cifras fueron de relevancia para el subsiguiente modelado de la red en el mencionado centro poblado. Relativo a la red de distribución, encontraron que los diámetros nominales de las tuberías fluctuaron entre 83.4 mm, 102.0 mm, 148.4 mm y 185.4 mm en los distintos segmentos, siendo el material seleccionado PVC. Identificaron una pendiente máxima de 0.95% y una velocidad máxima de 0.39 m/s. Estos resultados se alinearon con lo estipulado en el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DS N° 011-2006-VIVIENDA, en su Norma OS.050, que determina que el diámetro mínimo de las tuberías sea de 75 mm y la velocidad no exceda los 3 m/s. Adicionalmente, se establece que la presión estática no deba superar los 50 m y la presión dinámica no deba ser inferior a 10 m. En congruencia, los resultados obtenidos con WaterCAD satisficieron estas directrices, al presentar una velocidad máxima de 0.39 m/s y presiones en el rango de 39 m a 44 m (p. 93).

Vilela (2023) en su tesis “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LOS CENTROS POBLADOS DE CARRIZALILLO, CERRO DE LEONES Y SAN PEDRO, DEL DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA” estableció como objetivo primordial la elaboración de un diseño óptimo para el sistema integral de suministro de agua potable





destinado a los centros poblados de Carrizalillo, San Pedro y Cerro de Leones, ubicados en el distrito de Tambogrande (p. 6). Encontró que, dado el reducido número de habitantes de los caseríos contemplados en el proyecto (128, 98 y 257 habitantes respectivamente), y tomando en cuenta las dotaciones prescritas por las normativas para tales proyectos (60 l/hab.d), los caudales diseñados exhibieron valores pequeños, situándose por debajo de 1.0 l/s. Esta circunstancia condujo a velocidades notablemente bajas en el diseño de sus respectivos componentes. Mediante el uso del software WaterCAD, completó el modelado hidráulico de las redes de distribución para los dos sistemas propuestos en dicho proyecto. De esta modelación, determinó que ambas estructuras aseguraban una presión de servicio que oscilaba entre 5 m.c.a y 60 m.c.a en cualquier punto de las mismas, alineándose con los estándares preestablecidos para áreas rurales. También, optimizó los diámetros de las tuberías a ser implementadas, garantizando la adherencia a los parámetros requeridos y minimizando los costos asociados a su despliegue. En base a ello, recomendó la adopción de tuberías PVC C-10 Ø 1” para las conducciones de ambos sistemas (p. 101).

### **2.1.3. Locales**

Miranda (2019) en su tesis “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO DEL CENTRO POBLADO DE QUENUAYOC, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGIÓN ANCASH, MAYO – 2019” tuvo como principal aspiración discernir, revisar y fortalecer el sistema básico de saneamiento en el centro poblado de Quenuayoc, situado en el distrito de Independencia, perteneciente a la provincia de Huaraz, en el departamento de Ancash (p. 16). Los descubrimientos de este estudio indicaron que el centro poblado de Quenuayoc dispone de un sistema de agua potable estructuralmente en condiciones óptimas y en constante operatividad, gracias a un mantenimiento que se llevó a cabo en 2015 por la municipalidad distrital de Independencia. Sin embargo, carece de un sistema de alcantarillado sanitario propicio, ya que solamente posee letrinas domiciliarias rudimentarias que actualmente muestran signos avanzados de deterioro, convirtiéndose en un constante foco de infección para la comunidad (p. 76).

Portella & Narvaez (2021) en su tesis “ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CASCAJAL ALTO (NUEVA





JERUSALEN) – CHIMBOTE 2021” tuvo como enfoque principal analizar las alternativas disponibles para sistemas de provisión de agua potable en la región de Cascajal Alto (p. 13). Luego de un meticuloso análisis, determinaron que, de las opciones evaluadas, la Alternativa 1 (Canal) resultó ser la más adecuada. Esta conclusión se basó en la cercanía de la fuente de captación, situada aproximadamente a 70 metros de Nueva Jerusalén, y en su coste más competitivo de S/750 589.22 (p. 103).

Aquino & León (2023) en su tesis “Evaluación y propuesta de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el A.H. José Sánchez Milla- Chimbote – 2021” tuvo como objetivo principal analizar y proponer una solución para asegurar la provisión de agua apta para consumo y un sistema eficiente de recolección de aguas residuales en la comunidad AH José Sánchez Milla (p. 23). Tras su análisis, determinaron que, para el diseño óptimo de la red de agua potable, era esencial considerar una presión mínima de  $P=10.0$  mCa y una máxima de  $P=50.0$  mCa. La velocidad máxima registrada fue de  $V_{m\acute{a}x}=2.78$  m/s, y se estimó un volumen para el reservorio de  $V=141.06$  m<sup>3</sup>. En relación con el diseño del sistema de alcantarillado, se estableció que era necesario tener en cuenta una tensión tractiva mínima de  $\sigma_t=1.00$ Pa, una velocidad mínima del fluido de  $V_{m\acute{i}n}=0.98$ m/s y una máxima de  $V_{m\acute{a}x}=2.36$ m/s. Además, se concluyó que los buzones diseñados deberían tener una altura mínima de  $h=1.15$ m (p. 104).

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1. Descripciones fundamentales

**2.2.1.1. Abastecimiento.** Proceso de suministrar agua u otros recursos a una comunidad.

**2.2.1.2. Agua Potable.** Agua con propiedades físicas, químicas y microbiológicas que cumplen con las normativas para ser consumida por los seres humanos.

**2.2.1.3. Alcantarillado.** Sistema que recoge y transporta aguas residuales.

**2.2.1.4. Agua servida.** Agua usada que contiene contaminantes.

**2.2.1.5. Agua servida doméstica.** Aguas residuales del hogar.

**2.2.1.6. Agua servida industrial.** Aguas contaminadas por actividades industriales.

**2.2.1.7. Agua servida pluvial.** Agua de lluvia con desechos urbanos.

**2.2.1.8. Agua subterránea.** Agua almacenada en acuíferos bajo tierra.

**2.2.1.9. Parámetro de diseño.** Criterios técnicos que orientan el diseño y construcción de infraestructuras, como redes de distribución de agua o sistemas de alcantarillado.

**2.2.1.10. Pileta pública.** Estructura en espacios públicos que proporciona agua potable al asentamiento.

**2.2.1.11. Red de distribución.** Sistema de tuberías que lleva agua a usuarios.

### 2.2.2. Sistema de agua potable

**2.2.2.1. Definiciones fundamentales.** (Concha y Guillén, 2014, pág. 39) “Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos”.

(Feliz y Chavez, 2022, pág. 26) “Es un producto elaborado de agua cruda extraída de un río, lago o pozo. El Agua Potable se adquiere mejorando la calidad de agua cruda a través de una secuencia de procedimiento de industrialización a la que debe ser sometida.”

(Huamán y Lovaton, 2021, pág. 31) “El agua es uno de los principales recursos para que exista la vida en el planeta tierra. Se encuentra en la naturaleza en sus distintos estados



(sólido, líquido y gaseoso) en los nevados, ríos, lagunas, en las nubes. Químicamente el agua es la composición de dos átomos de Hidrógeno y Oxígeno.”

(SUNASS, 2004, pág. 13) “El agua es un elemento vital tanto para la supervivencia de los individuos como para la formación y el desarrollo de las grandes civilizaciones. La historia demuestra que todos los pequeños poblados y las culturas importantes se han formado alrededor de ríos, lagos o manantiales; actualmente, las ciudades modernas se establecen en los alrededores de fuentes superficiales que proporcionan a las sociedades el agua necesaria para su crecimiento.”

#### **2.2.2.2. Fuentes de abastecimiento**

**2.2.2.2.1. Agua de lluvia.** (Aguero Pittman, 1997, pág. 27) “La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico.”

**2.2.2.2.2. Aguas superficiales.** (Aguero Pittman, 1997, pág. 28) “Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre.

Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua.”

**2.2.2.2.3. Aguas subterráneas.** (Aguero Pittman, 1997, pág. 28) “El agua subterránea se conoce como depósitos de agua que se encuentran bajo la superficie. Integran el ciclo hidrológico, que se filtran a través de la nieve, agua de lluvia, infiltraciones de lagunas y ríos, o en general, cuando la superficie terrestre se satura de agua.”

#### **2.2.2.3. Red de abastecimiento de agua potable**

### 2.2.2.3.1. Componentes

**a. Captación.** (Vargas Vasquez,2020, pág. 18) “Es la parte inicial para el sistema de abastecimiento de agua. Consta de una estructura que recolecta la cantidad de agua necesaria para abastecer a la población y es construida en la fuente de abastecimiento que en caso de agua superficial como los ríos, lagos, lagunas y embalses se habla de “bocatomas”, mientras que la captación de agua subterránea como los acuíferos y manantiales se realiza mediante pozos o galerías filtrantes. “La fuente de suministro de agua potable debe garantizar un caudal máximo diario durante un período de diseño específico. En caso de que la calidad del agua de la fuente no cumpla con los requisitos establecidos por la legislación vigente, se deberán implementar obras para el proceso de potabilización del agua. (Carhuapoma & Chahuayo, 2019, p. 32)

**b. Línea de conducción.** Es el tramo de tubería comprendido desde la obra de captación del agua hasta la planta de tratamiento o el depósito regulador que tiene por finalidad el transporte del agua a lo largo de la tubería con un determinado caudal (Carhuapoma & Chahuayo,2019, p.32).

**c. Tratamiento.** (Vargas Vásquez,2020, pág. 18) “Luego mediante un canal de conducción se lleva el agua captada a una planta de tratamiento de agua potable, en donde con ayuda de un equipo adecuado se realiza un proceso con el fin de purificar el agua y hacerla apta para el consumo humano, previniendo la contaminación con organismos patógenos que afecten la salud del ser humano.”

**d. Almacenamiento** (Vargas Vásquez, pág. 18) “Dado que el caudal de captación y la demanda de la población no son siempre constantes, es necesario almacenar el agua en un depósito cuando la población requiera menor cantidad de agua que la suministrada para así poder utilizarla en periodos en donde la comunidad necesite gran cantidad del líquido, garantizando su disponibilidad continua el mayor tiempo posible.”

**e. Línea de aducción.** Es el conjunto de tuberías que sirven para conducir o transportar el agua desde la planta de tratamiento o el depósito regulador hasta la red de distribución, también se denomina línea de aducción a las tuberías que tienen la función de conducir el agua desde los reservorios hasta las cámaras reductoras de presión, para luego desde estas alimentar la red de distribución (Carhuapoma & Chahuayo,2019, p.38).

En el diseño de líneas de aducción se deben considerar los siguientes parámetros:

- **Velocidad de conducción:** Determinación de la velocidad óptima del fluido en la tubería.
- **Tipo de tubería:** Selección del material y especificaciones de la tubería a utilizar.
- **Sistema de evacuación de sedimentos:** Instalación de dispositivos para remover sedimentos en los puntos bajos de la tubería.
- **Protección contra acumulación de aire:** Implementación de mecanismos para evitar la acumulación de aire en los puntos altos de la red.

**f. Redes de distribución (red matriz y secundaria).** El sistema de distribución esta formadas por un grupo de tuberías subterránea, que ayudan a entregar el agua a las casas(hogares) de manera continua a presión adecuada, en cantidades suficientes y adecuada para satisfacer los requerimientos domésticas, mercantiles, empresariales entre otros.

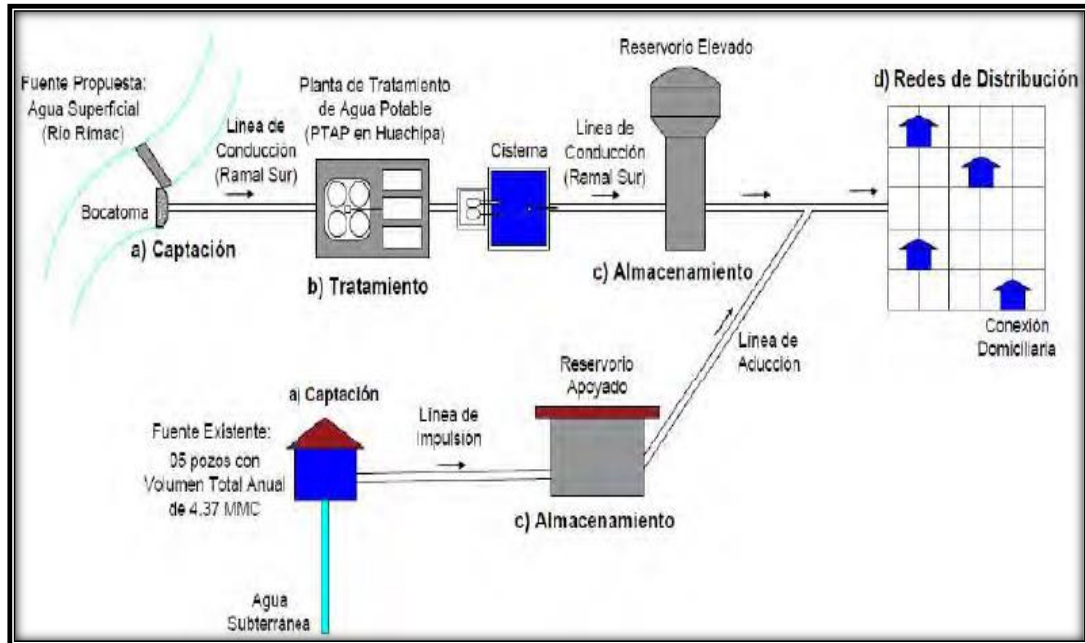
Las presiones deben cumplir las condiciones Max. y Min. para los distinto contextos analíticos que puedan suceder. Desde este punto de vista, la red deberá conservar una mínima presión de servicio, para poder repartir el agua al interior de los hogares (zona alta de la comunidad). Además, debe existir un límite de presión máximas en la red para que no dañen las conexiones y permitan operar sin ningún inconveniente (parte inferior). (Agüero Pittman, 1997, pág. 93).

Para el diseño de redes de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario.
- Identificar las zonas a servir y de expansión de la población.
- Realizar el levantamiento topográfico incluyendo detalles sobre la ubicación de construcciones domiciliarias, públicas, comerciales e industriales; así también anchos de vías, áreas de equipamiento y áreas de inestabilidad geológica y otros peligros potenciales.
- Considerar el tipo de terreno y las características de la capa de rodadura en calles y en vías de acceso.

Figura 1.

Esquema general del sistema de abastecimiento de agua potable



**Nota.** Tomado de *Diseño de redes de agua potable y alcantarillado de la comunidad campesina La Ensenada de Collanac distrito de Pachacamac mediante el uso de los programas Watercad y Sewercad*(p.10), por Vargas Vasquez 2020.

#### 2.2.2.4. Elementos de una red de distribución.

**2.2.2.4.1. Nodo.** El término "nodo" en una red de distribución se refiere al punto de intersección donde convergen una o varias tuberías. Este punto es clave para la continuidad y distribución del flujo de agua, ya que permite la interconexión entre distintas partes del sistema.

**2.2.2.4.2. Redes secundarias.** Las redes secundarias se encargan de conectar las tuberías principales, formando una estructura que refuerza y complementa el sistema de distribución.

Estas redes son cruciales para asegurar un flujo estable y continuo, ya que permiten la redistribución del agua en caso de variaciones en la demanda o fallas en la red principal. Además, las redes secundarias contribuyen a la redundancia del sistema, mejorando la fiabilidad del suministro.

**2.2.2.4.3. Malla de circuito.** La malla de circuito es una sección de la red de distribución que está conectada a las tuberías troncales. Esta malla actúa como un componente integrador, distribuyendo el flujo de agua desde las tuberías principales hacia diferentes áreas de consumo.

Desde un punto de vista hidráulico, la malla de circuito es esencial para mantener el equilibrio de presiones en la red y asegurar que el agua llegue con la calidad y cantidad adecuadas a todos los usuarios.

**2.2.2.4.4. Tramo de agua potable.** Un tramo o ramal es una subdivisión de la malla de circuito, y representa una sección específica del sistema de distribución. Estos tramos están diseñados para manejar un caudal determinado, y su correcta operación es vital para garantizar que el agua llegue a los puntos de consumo con la presión y volumen requeridos.

En la práctica, son las arterias de la red que aseguran la distribución eficiente del recurso hídrico.

**2.2.2.4.5. Caudal en marcha.** El caudal en marcha es el flujo de agua que circula a través de un tramo o ramal en un momento determinado.

**2.2.2.4.6. Caudal de salida.** El caudal de salida se refiere al volumen de agua que es entregado para satisfacer las demandas de uno o varios tramos de la red.

Este caudal debe ser calculado en función de las necesidades de consumo en las áreas servidas por esos tramos, y su correcta distribución es clave para asegurar que se cubran las necesidades de abastecimiento sin comprometer la eficiencia del sistema.

**2.2.2.4.7. Punto o Nudo de Entrada.** El punto o nudo de entrada es el lugar por donde el agua entra en la red de distribución.

Este punto es fundamental en el diseño hidráulico, ya que determina cómo se distribuirá el flujo de agua a través del sistema. El dimensionamiento adecuado y la ubicación estratégica del nudo de entrada son esenciales para garantizar que el caudal de diseño se distribuya correctamente, evitando sobrecargas o deficiencias en el sistema.

**2.2.2.4.8. Punto o Nudo más desfavorable.** El punto o nudo más desfavorable es aquel que se encuentra en la posición más crítica en términos de presión dentro de la red.





Este nudo representa el punto con la menor presión disponible, lo cual puede comprometer el suministro de agua en las áreas circundantes.

Identificar y corregir las deficiencias en este nudo es una prioridad en la gestión de la red, ya que garantiza que el sistema funcione dentro de los parámetros óptimos de diseño.

### **2.2.3. Sistema de alcantarillado**

**2.2.3.1. Definiciones fundamentales.** Las aguas residuales, también conocidas como aguas servidas, resultan de la alteración cualitativa del agua debido al uso doméstico, industrial o agrícola. Estas aguas han sido utilizadas en diversas actividades humanas, lo que provoca que adquieran contaminantes que deben ser tratados antes de su reingreso a fuentes naturales o su reutilización.

A menudo, estas aguas contienen bacterias, virus, residuos químicos y otros contaminantes que pueden ser perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. En lo que respecta a su flujo en las redes de alcantarillado, es importante destacar que el caudal de aguas residuales no es constante durante las 24 horas del día. Este caudal suele experimentar variaciones significativas, en gran medida influenciadas por los hábitos de consumo y actividades diarias de la población. Por ejemplo, durante las horas nocturnas o las primeras horas de la mañana, el uso del agua tiende a disminuir, resultando en un caudal menor en las tuberías. (Machado, 2021, p. 28).

La red de alcantarillado desempeña un papel crucial en la gestión y disposición adecuada de las aguas residuales generadas en áreas urbanas y suburbanas. Estas redes están diseñadas para operar aprovechando la fuerza gravitacional, lo que significa que no requieren energía externa para mover las aguas residuales. Debido a esta naturaleza pasiva, es esencial que las tuberías estén correctamente inclinadas para asegurar un flujo constante y eficiente. Una pendiente adecuada no solo garantiza que el agua fluya de manera continua, sino que también asegura que los sólidos suspendidos en el agua no se sedimenten y provoquen obstrucciones. Además, es fundamental evitar puntos bajos o "trampas" en el diseño donde el agua pueda quedar estancada. Un diseño adecuado, junto con un mantenimiento regular, asegura que la red de alcantarillado opere eficientemente, minimizando problemas como obstrucciones, inundaciones y emisiones no deseadas (Machado, 2021, p. 30).



### 2.2.3.2. Tipos de sistema de alcantarillado

**2.2.3.2.1. Alcantarillado Sanitario.** Es el sistema de alcantarillado compuesto de tuberías diseñado para la evacuación de las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales hacia una planta de tratamiento.

**2.2.3.2.2. Alcantarillado Pluvial.** Es el sistema de alcantarillado que capta y conduce el exceso de aguas de lluvia para evitar inundaciones.

**2.2.3.2.3. Alcantarillado Combinado.** Es el sistema de alcantarillado que capta y conduce simultáneamente el agua residual doméstica, comercial, industrial y el agua de las lluvias.

### 2.2.3.3. Red de Alcantarillado

#### 2.2.3.3.1. Componentes

**a. Red de tuberías.** El propósito principal de una red de alcantarillado es reunir y canalizar las aguas residuales provenientes de fuentes domésticas, comerciales e industriales. Una vez recolectadas, estas aguas son dirigidas hacia estructuras mayores, como colectores o emisores, que a su vez las conducen hacia plantas de tratamiento o puntos de descarga directa, dependiendo del sistema y las regulaciones locales.

Esta red es esencialmente un sistema interconectado de tuberías que gestionan el flujo de aguas residuales, garantizando que estas se muevan eficientemente y reduciendo el riesgo de contaminación del entorno. Dado que las aguas residuales pueden contener una variedad de contaminantes, desde desechos orgánicos hasta compuestos químicos, es imperativo que sean gestionadas adecuadamente para proteger la salud pública y el medio ambiente (SIAPA, 2014, p.4).

**b. Sub Colectores.** Es el conducto que recolecta las aguas residuales de las redes de tuberías menores generalmente de las conexiones domiciliarias para luego trasladarlas a un colector (SIAPA, 2014, p.4).

**c. Colectores.** Es el conducto que recibe las aguas residuales de los subcolectores; para luego transportar esta hacia un emisor (SIAPA, 2014, p.4).



**d. Emisores.** El emisor es una infraestructura esencial en el sistema de alcantarillado. Actúa como un conducto principal que recolecta las aguas residuales de múltiples colectores y las dirige hacia una planta de tratamiento. A diferencia de otros conductos, el emisor no admite aportaciones adicionales a lo largo de su trayecto, garantizando un flujo constante y eficiente de las aguas negras hacia su destino final. (SIAPA, 2014, p.4).

#### **e. Cámaras de inspección**

Según la Norma OS. 070 (2009) las cámaras de inspección podrán ser buzonetas y buzones de inspección (p. 5).

**f. Planta de tratamiento.** Una planta de tratamiento es una instalación destinada a purificar y procesar aguas servidas con el objetivo de alcanzar los estándares de calidad requeridos antes de su uso o vertido. Puede emplear métodos físicos, químicos y biológicos para eliminar contaminantes, sólidos en suspensión, materia orgánica y otros componentes indeseables.

### **2.2.4. Parámetros de diseño**

#### **2.2.4.1. Generales**

##### **2.2.4.1.1. Población diseño.**

Es la cantidad estimada de usuarios o consumidores a los que se planifica proporcionar estos servicios esenciales. Esta cifra se determina en función de diversos factores, como el crecimiento poblacional proyectado y las necesidades de agua por habitante.

El proceso de establecer la población de diseño es crucial para dimensionar adecuadamente la infraestructura y los recursos necesarios para garantizar un suministro sostenible de agua potable y la gestión efectiva de las aguas residuales. Esta población actúa como punto de referencia para la planificación a largo plazo y la inversión en infraestructura, lo que incluye la expansión de redes de agua, la construcción de plantas de tratamiento y la implementación de sistemas de alcantarillado.

La población de diseño no solo se basa en la población actual, sino que también tiene en cuenta el crecimiento futuro anticipado.

A través de un análisis detallado y la consideración de diversos factores técnicos y demográficos, se busca garantizar que el suministro de agua potable sea suficiente y

seguro, y que la gestión de aguas residuales sea eficaz para proteger la salud pública y el medio ambiente a lo largo del tiempo.

**2.2.4.1.2. Periodo de diseño.** El período de diseño debe basarse en consideraciones como la vida útil esperada de los componentes de la red, las proyecciones de crecimiento poblacional y la capacidad de financiamiento para futuras expansiones o actualizaciones. Es importante que el período de diseño sea lo suficientemente largo para justificar la inversión inicial y garantizar la rentabilidad a largo plazo de la infraestructura. Además, según Agüero (2004) en la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones.

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018) el periodo de diseño se determina considerando los factores como vida útil de las estructuras y equipos, vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria, crecimiento poblacional y economía de escala (p. 30).

Los periodos máximos de diseño para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

**Tabla 1.**  
**Periodos de diseño de infraestructura sanitaria**

<b>Estructura</b>	<b>Periodo de diseño</b>
Fuente de abastecimiento	20 años
Obras de captación	20 años
Pozos	20 años
Plantas de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
Reservorio	20 años



Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
Estación de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	10 años
Unidad básica de saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
Unidad básica de saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

---

**Nota.** *Elaboración Propia, Adaptado de la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018)*

### **2.2.4.1.3. Población futura**

#### **a. Métodos analíticos**

##### **- Método aritmético**

Se basa en la suposición de que la población crece en una cantidad fija cada año.

##### **Ecuación 1. Método aritmético**

$$P_f = P_0 + rt \quad \dots(1)$$

Siendo:

Pf= Población futura

Po= Población inicial

r= Tasa de crecimiento

t= Tiempo en años comprendido entre P<sub>f</sub> y P<sub>o</sub>

##### **- Método geométrico**



Se basa en la suposición de que la población crece en una tasa constante proporcional a su tamaño inicial.

**Ecuación 2. Método geométrico**

$$P_f = P_0(1 + r)^t \quad \dots(2)$$

Siendo:

Pf= Población futura

Po= Población inicial

r= Tasa de crecimiento

t= Tiempo en años comprendido entre P<sub>f</sub> y P<sub>o</sub>

*- Método de interés simple*

Se basa en la suposición de que la población crece como un capital sujeto a un interés simple.

**Ecuación 3. Método de interés simple**

$$P_f = P_0(1 + rt) \quad \dots(3)$$

Siendo:

Pf= Población futura

Po= Población inicial

r= Tasa de crecimiento

t= Tiempo en años comprendido entre P<sub>f</sub> y P<sub>o</sub>



- *Método exponencial*

Según la GUÍA RAS-001(2003) la ecuación empleada para calcular la proyección de la población es

**Ecuación 4. Método exponencial**

$$P_f = P_{Ci} e^{k(T_f - T_{Ci})} \quad \dots(4)$$

Donde k es la tasa de crecimiento de la población, la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

**Ecuación 5. Tasa de crecimiento**

$$k = \frac{\ln(P_{cp}) - \ln(P_{ca})}{T_{cp} - T_{ca}} \quad \dots(5)$$

Siendo:

$P_{cp}$  = Población del censo posterior

$P_{ca}$  = Población del censo anterior

$T_{cp}$  = Año correspondiente al censo posterior

$T_{ca}$  = Año correspondiente al censo anterior

Ln = Logaritmo natural o neperiano

- *Método de Wappaus*

Según la GUÍA RAS-001(2003) este método solo puede ser usado cuando el producto de la tasa de crecimiento (i en %) y la diferencia entre el año a proyectar  $T_f$  y el año del censo inicial  $T_{ci}$  es menor a 200, es decir:

**Ecuación 6. Método Wappaus**

$$i(T_f - T_{ci}) < 200 \quad \dots(6)$$

De lo contrario, debido a la forma matemática de la ecuación, la población futura obtenida será creciente pero negativa.

La ecuación que se emplea para el cálculo de la proyección de población es la siguiente:

**Ecuación 7. Proyección de la población**

$$P_f = P_{ci} \frac{(200 + i(T_f - T_{ci}))}{(200 - i(T_f - T_{ci}))} \quad \dots(7)$$

Donde la tasa de crecimiento (i en %) se calcula de acuerdo con el crecimiento de las poblaciones censadas y se obtiene de la siguiente expresión:

**Ecuación 8. Tasa de crecimiento**

$$i = \frac{200(P_{uc} - P_{ci})}{(T_{uc} - T_{ci})(P_{ci} + P_{uc})} \quad \dots(8)$$

*- Método de la parábola*

Se basa en ajustar a una parábola los datos históricos de población, asumiendo que el crecimiento sigue una tendencia cuadrática.

**Ecuación 9. Método de la parábola**

$$P = A\Delta t^2 + B\Delta t + C \quad \dots(9)$$

Siendo:

P= Población a calcular



A, B, C= Constantes

$\Delta t$  = Intervalo de tiempo

- *Método de los incrementos variables*

Es una técnica utilizada para proyectar la población futura que se basa en la observación de cómo los incrementos en la población cambian con el tiempo.

**Ecuación 10. Método de incrementos variables**

$$P_f = P_o + m\Delta_{1P} + \frac{m(m-1)}{2!}\Delta_{2P} + \frac{m(m-1)(m-2)}{3!}\Delta_{3P} + \dots \quad \dots(10)$$

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_o$  = Población del último dato censal

$m$  = Número de intervalos entre  $P_f$  y  $P_o$  (Décadas)

$\Delta_{1P}$  = Promedio de los primeros incrementos

$\Delta_{2P}$  = Promedio de los segundos incrementos



**b.Métodos gráficos.** Este método emplea gráficos para estimar los valores poblacionales. A menudo, se utilizan datos censales del INEI o se toma en cuenta la tasa de crecimiento de poblaciones cercanas con un desarrollo socioeconómico y ubicación geográfica similares.

**c.Método racional .** El enfoque implica examinar el contexto socioeconómico del área de intervención, considerando que el crecimiento poblacional está determinado por variables como el número de defunciones, nacimientos, población flotante, inmigraciones y emigraciones. (Vierendel,2009)

**Ecuación 11. Método racional**

$$P = (N + I) - (D + E) + P_F \quad \dots(11)$$

Siendo:

P= Población

P<sub>f</sub>= Población flotante

N= Nacimientos

D= Defunciones

I= Inmigración

E= Emigración

**2.2.4.2. Sistema de Agua potable**

**2.2.4.2.1. Dotación y consumo**

**a.Dotación** La dotación, es la cantidad de agua en promedio que consume cada habitante y que comprende todos los tipos de consumo en un día promedio anual.

La dotación de agua se refiere al volumen promedio de agua, medido en litros, que cada individuo utiliza durante un día, y se expresa comúnmente en l/hab/día. La determinación de esta cifra se basa en un análisis riguroso respaldado por datos estadísticos (Aquino y León, 2021, p.34).

La dotación según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2011) “considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) es de 50 l/hab-día. A estas cantidades debe sumarse el aporte



necesario para la agricultura, la industria y la conservación de los ecosistemas acuáticos. Teniendo en cuenta estos parámetros, se considera una cantidad mínima de 100 l/hab-día” (p. 101).

La cantidad de agua captada y usada por los hogares tiene una influencia importante en la salud. El consumo de agua es una necesidad fisiológica humana básica para mantener la hidratación adecuada; además, se necesita agua para la preparación de los alimentos, así como para mantener la higiene, que es necesaria para la salud. Los estimados del volumen de agua que se requiere para propósitos de salud varían considerablemente. En base a los valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se asume que cada persona adulta consume aproximadamente 2 litros de agua diarios, pero el consumo efectivo varía de acuerdo con el clima, el nivel de actividad y la alimentación. Según los datos disponibles actualmente, la cantidad mínima suficiente para cubrir las necesidades de hidratación y de incorporación a los alimentos de la mayoría de las personas bajo la mayor parte de condiciones es de 7.5 litros de agua por persona por día. Además, se requiere agua suficiente para la preparación de alimentos, el lavado de la ropa y la higiene personal y doméstica, que también son importantes para la salud. El agua también puede ser importante para la generación de ingresos y para usos recreativos. (OMS, 2011, p. 100).

La norma OS. 100 (2006) menciona que, en ausencia de estudios sobre consumo y en caso de no justificarse su realización, para sistemas con conexiones domiciliarias se tomará como referencia una dotación de 180 l/hab/día en regiones de clima frío y una dotación de 220 l/hab/día para áreas de clima templado y cálido.

Para proyectos habitacionales que cuenten con lotes de superficie igual o inferior a 90 m<sup>2</sup>, las dotaciones establecidas son de 120 l/hab/día en zonas de clima frío y de 150 l/hab/día en áreas con clima templado y cálido (pp. 1-2). En el caso de sistemas de suministro indirecto, ya sea a través de surtidores para camiones cisterna o piletas públicas, la dotación se estima entre 30 y 50 l/hab/día. En cuanto a las instalaciones de carácter industrial, la dotación deberá ser determinada con base en las necesidades específicas del proceso industrial en cuestión, y tal determinación deberá estar adecuadamente fundamentada.

Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

**b. Consumo promedio diario anual** . De acuerdo a Doroteo (2014), el consumo promedio diario anual se define como la estimación del consumo per cápita proyectado para la población en el período de diseño, y esta estimación se expresa en litros por segundo (p.24). Para determinar este consumo, se utiliza una fórmula:

**Ecuación 12. Consumo promedio diario anual**

$$Q_m = \frac{P_f \times d}{(86400 \text{ s/día})} \quad \dots(12)$$

Donde:

$P_f$  = Población futura (hab.).

$Q_m$  = Consumo promedio diario (l/s).

$d$  = Dotación (l/hab./día).

**c. Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) y consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ )**. El consumo máximo diario se refiere al día en que se observa el consumo más alto a lo largo de una serie de registros recopilados durante los 365 días de un año. Por otro lado, el consumo máximo horario se identifica como la hora con el consumo más elevado dentro de ese día de máximo consumo.

Según la Norma OS.100 (2009), es esencial establecer los coeficientes basándose en un análisis detallado de datos estadísticos verificados. Si no se cuenta con tal información para fundamentarlos, la norma sugiere utilizar coeficientes predeterminados:

- Para el consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ), el coeficiente recomendado es de 1.3.

**Ecuación 13. Consumo máximo diario**

$$Q_{md} = k_1 \times Q_m \quad \dots(13)$$

Donde:

$k_1 = 1.3$ ; para localidades rurales y localidades urbanas.

$Q_m$ ; consumo promedio diario anual.

$Q_{md}$ ; consumo máximo diario.

- Para el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ), el coeficiente deberá oscilar entre 1.8 y 2.5.

**Ecuación 14. Consumo máximo horario**

$$Q_{mh} = k_2 \times Q_m \quad \dots(14)$$

Donde:

$k_2 = 2$ ; para localidades rurales.

$k_2 = 1.8 - 2.5$ ; para localidades urbanas (se considera el mayor).

$Q_m$ ; consumo promedio diario anual.

$Q_{md}$ ; consumo máximo horario.

**2.2.4.2.2. Parámetros específicos de Agua Potable.** De acuerdo a la norma OS.050(2009) nos brinda 9 disposiciones específicas para la elaboración de proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano (pp. 3-5).

**a. Caudal de diseño.** La red de distribución se dimensionará tomando como referencia la cifra más elevada obtenida al comparar dos parámetros: el gasto máximo horario y la suma del gasto máximo diario añadido al gasto destinado para combatir incendios. Este último componente, el gasto contra incendios, se considera específicamente en aquellas zonas o habilitaciones donde se identifica una demanda o requerimiento para la lucha contra incendios.

**b. Coeficiente de fricción.** Las redes de distribución se diseñarán, inicialmente, con un enfoque en circuitos cerrados que formen una malla. Esta configuración busca maximizar la eficiencia y la redundancia en el sistema. El dimensionamiento de estas redes se basará en cálculos hidráulicos que garanticen que, en cualquier punto de la red, se disponga de un caudal y una presión adecuados.

Para llevar a cabo el análisis hidráulico del sistema de distribución, es posible emplear el método de Hardy Cross, aunque otros métodos equivalentes también son aceptables. Estos métodos buscan iterativamente equilibrar los flujos y presiones en la red hasta que se satisfagan ciertas condiciones de convergencia.

Para determinar los parámetros hidráulicos de las tuberías, es esencial utilizar fórmulas basadas en principios racionales. Si se opta por la fórmula de Hazen y Williams, que es común en la hidráulica de redes debido a su simplicidad y aplicabilidad, es necesario usar

coeficientes de fricción específicos. Estos coeficientes están, por lo general, establecidos en tablas según el material y la rugosidad de las tuberías. Si se utiliza una tubería que no esté contemplada en dichas tablas, es crucial proporcionar una justificación técnica para el valor del coeficiente que se decida emplear.

**Tabla 2.**  
**Coefficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen y Williams**

TIPO DE TUBERÍA	C
Acero sin costura	120
Acero solado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido ductil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Poli(Cloruro de vinilo)(PVC)	150

*Nota. Elaboración Propia, Extraído de la norma OS. 050 (2009)*

La evaluación de las pérdidas locales se realizará únicamente cuando se presenten un alto número de accesorios o cuando la velocidad en la red sea considerablemente alta. En tales situaciones, se emplea la ecuación correspondiente para calcular estas pérdidas.

**Ecuación 15. Perdidas locales**

$$H_f = k \times \frac{v^2}{2xg} \quad \dots(15)$$

Donde:

K = Factor adimensional del accesorio en la red

V = Velocidad en m/s

g = Aceleración de la gravedad en m/s<sup>2</sup>



**Tabla 3.**  
**Valores Del Factor Adimensional (K) Para Pérdidas Locales**

ACCESORIO LOCAL	K
Válvula de globo, totalmente abierta	10.00
Válvula angular, totalmente abierta	5.00
Válvula Check, totalmente abierta	2.50
Válvula de Compuerta, totalmente abierta	0.20
Codo de Radio pequeño	0.90
Codo de Radio grande	0.80
Codo de 45°	0.60
Curva de cierre de retorno	0.40
Tee estándar con flujo	2.20
Tee estándar con flujo por una rama	0.60
Ingreso rectangular	0.80
Salida	0.50

*Nota. Elaboración Propia, Extraído del Manual de Hidráulica. De Azevedo Netto y Acosta Álvarez - 1976*

**c. Velocidad de conducto.** La norma OS.050 estipula que la velocidad máxima permitida en las tuberías es de 3 m/s. Sin embargo, en situaciones particulares que estén debidamente justificadas, se puede permitir una velocidad de hasta 5 m/s. La selección del diámetro de la tubería está directamente vinculada con la velocidad del flujo que se establece en el conducto.

Esto significa que el diámetro de la tubería debe ser elegido de acuerdo con la velocidad del fluido que se desea transportar para garantizar un flujo eficiente y evitar problemas como el aumento excesivo de la pérdida de carga, la cavitación o el desgaste prematuro de las tuberías.

**d. Zonas de presión.** En el diseño y operación de las redes de distribución de agua, se establecen criterios claros sobre las presiones para asegurar su funcionalidad y seguridad.

La presión estática no debe superar los 50 m en cualquier punto de la red, garantizando que las infraestructuras y componentes no se sometan a presiones



potencialmente dañinas. Durante los periodos de demanda máxima horaria, es esencial que la presión dinámica en la red no descienda por debajo de los 10 m, asegurando un suministro constante y adecuado en momentos de alta demanda. Además, en situaciones donde el abastecimiento de agua se lleva a cabo a través de piletas, se requiere que la presión al salir de estas sea de al menos 3,50 m, para garantizar un flujo óptimo desde las piletas hacia las conexiones o puntos de consumo que le siguen.

En este caso, las zonas de presión se establecerán considerando la topografía del asentamiento, y las presiones mínimas requeridas. La topografía determina las zonas de abastecimiento, mientras que las presiones en la red de distribución deben ajustarse a los límites establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

**e. Diámetro mínimo.** La normativa establece directrices claras sobre el dimensionamiento de las tuberías según su finalidad. Para aplicaciones residenciales, el diámetro mínimo de las tuberías debe ser de 75 mm, garantizando un flujo adecuado para las necesidades diarias de las viviendas. En contextos industriales, donde el consumo de agua tiende a ser más elevado debido a diversos procesos y operaciones, el diámetro mínimo se sitúa en 150 mm. Sin embargo, en situaciones excepcionales que deben ser debidamente justificadas, se permite la utilización de tramos de tuberías de 50 mm de diámetro.

Estos tramos tienen una longitud máxima permitida de 100 m si son alimentados desde un solo extremo, y de 200 m si la alimentación ocurre desde ambos extremos. Es crucial que estas tuberías sean alimentadas por conducciones de mayor diámetro y se sitúen en zonas de menor presión. Por otro lado, en contextos donde el abastecimiento se realiza mediante piletas, el diámetro mínimo de las tuberías es de 25mm. Estas directrices buscan asegurar un funcionamiento eficiente de los sistemas de suministro de agua y evitar inconvenientes relacionados con tuberías mal dimensionadas.

**f. Ubicación.** Para el diseño y la instalación de redes de distribución de agua potable en relación con la infraestructura vial y las tuberías de aguas residuales, se deben seguir directrices específicas.

En calles de hasta 20 m de ancho, la tubería se proyecta a un lado de la calzada, preferiblemente en el lado de mayor altitud, a menos que existan razones que justifiquen la instalación de dos líneas paralelas. En calles y avenidas que superen los 20 m de ancho,



se instala una línea de tubería en cada lado de la calzada. Cuando se instalan paralelamente, la distancia mínima horizontal entre la tubería de agua potable y la de aguas residuales debe ser de 2 m, para minimizar el riesgo de contaminación. Además, la tubería debe situarse a una distancia mínima de 0,80 m del límite de propiedad, facilitando el mantenimiento y evitando interferencias. En vías peatonales, es posible reducir las distancias entre tuberías, y entre éstas, y el límite de propiedad, especialmente si se adoptan medidas de protección para las tuberías y si la vía cuenta con elementos que impidan el tránsito vehicular. En vías vehiculares, se exige un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la parte superior del tubo, y si se requieren recubrimientos menores, es imprescindible justificar técnicamente esta elección.

**g. Válvulas** La infraestructura de distribución de agua potable debe contar con elementos y disposiciones que permitan su operación eficiente y segura.

Es imperativo que la red de distribución cuente con válvulas de interrupción, que faciliten el aislamiento de segmentos de la red no superiores a 500 m de longitud. También es esencial instalar válvulas de interrupción en todas las bifurcaciones previstas para futuras expansiones de la red. En términos de ubicación, estas válvulas se deberán situar, idealmente, a unos 4 m de la esquina o en la proyección entre los límites de la calzada y la acera. Las válvulas especiales, como las reductoras de presión y las válvulas de aire, deben ser emplazadas en cámaras diseñadas específicamente para ello, asegurando un entorno seguro y facilitando su operación y mantenimiento. Cada válvula de interrupción debe estar alojada en una estructura adecuada que permita aislarla, protegerla y operar. Por último, es crucial minimizar la presencia de “puntos muertos” en la red. Si estos son inevitables, especialmente en las cotas más bajas, es necesario implementar un sistema de purga para mantener la calidad del agua y evitar problemas en el sistema.

-*Válvula de paso.* Permite o detiene el flujo de un fluido en una tubería. Cuando está completamente abierta, deja pasar el fluido; cuando está cerrada, bloquea el flujo. Se utiliza principalmente para encender o apagar el flujo en una línea de manera sencilla.

-*Válvulas de aire.* Facilitan la entrada o salida de aire en un sistema de tuberías. Su función es liberar el aire atrapado, evitando bloqueos en el flujo y mejorando





la eficiencia del sistema. Se instalan en los puntos altos de la red para eliminar el aire acumulado.

-*Válvulas de purga.* Permiten la eliminación de sedimentos y partículas acumuladas en el fondo de las tuberías o depósitos. Se utilizan para mantener el sistema limpio, evitando obstrucciones en el flujo y asegurando el buen estado del sistema.

-*Válvulas reguladoras de presión.* Mantienen una presión constante en el sistema de tuberías. Ajustan automáticamente la apertura para regular la presión y proteger el sistema de sobrepresiones, garantizando un funcionamiento estable y eficiente.

***h.Hidrante contra incendio.*** Para garantizar una respuesta eficiente y efectiva en caso de incendios, es esencial disponer adecuadamente los hidrantes dentro de un sistema de distribución de agua.

Los hidrantes contra incendio deben estar estratégicamente ubicados de manera que la distancia entre dos consecutivos no exceda los 300 m, asegurando así que cualquier punto dentro de una zona urbana esté razonablemente cerca de un hidrante. Además, al proyectar los hidrantes, estos deben estar conectados a derivaciones de tuberías con un diámetro de al menos 100 mm, lo que garantiza un flujo de agua adecuado en caso de emergencia. Cada hidrante también debe estar equipado con una válvula de interrupción, permitiendo el control del flujo de agua y facilitando las operaciones de mantenimiento sin afectar el suministro en otras áreas.

Según la OS100(2006)

- Para habilitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera obligatoria demanda contra incendio.
- Para habilitaciones en poblaciones mayores de 10 000 habitantes, deberá adoptarse el siguiente criterio:

El caudal necesario para demanda contra incendio, podrá estar incluido en el caudal doméstico; debiendo considerarse para las tuberías donde se ubiquen hidrantes, los siguientes caudales mínimos:

- Para áreas destinadas netamente a viviendas: 15 I/s.
- Para áreas destinadas a usos comerciales e industriales: 30 I/s.

### 2.2.4.2.3. Análisis hidráulico para redes de distribución cerradas

*a. Método de HARDY CROSS.* Según el libro de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Vierendel, 2009, nos dice que, Este método se fundamenta en las siguientes leyes:

- Ley de continuidad de masa en los nudos: “La suma algebraica de los caudales en un nudo debe ser igual a cero”
- Ley de la conservación de la energía en circuitos: “La suma algebraica de las pérdidas de energía en los tramos que conforman un anillo cerrado debe ser igual a cero”.

Usando perdidas por fricción con la ecuación de Hazen-Williams para el sistema internacional

#### Ecuación 16. Velocidad media

$$V = 0.355CD^{2.63}S^{0.54} \quad \dots(16)$$

Donde:

V=Velocidad media (m/s)

C= Coeficiente de rugosidad

D= Diámetro de la tubería (m)

S= Pérdida unitaria de carga (m/m)

Q=Caudal (m<sup>3</sup>/s)

L= Longitud de la tubería (m)

Por continuidad se tiene

#### Ecuación 17. Caudal

$$Q = VA \quad \dots(17)$$

Reemplazando:

$$Q = v \frac{\pi D^2}{4}$$

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$0.355CD^{0.63}S^{0.54} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$0.355CD^{0.63}\left(\frac{hf}{L}\right)^{0.54} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$\left(\frac{hf}{L}\right)^{0.54} = \frac{4Q}{\pi D^2(0.355CD^{0.63})}$$

$$\left(\frac{hf}{L}\right)^{0.54} = \frac{3.5866Q}{CD^{2.63}}$$

$$hf = \left(\frac{3.5866Q}{CD^{2.63}}\right)^{\frac{1}{0.54}} L$$

$$hf = \frac{LQ^{1.85}}{(0.279CD^{2.63})^{1.85}}$$

$$hf = 10.67 \frac{LQ^{1.85}}{D^{4.87}C^{1.85}}$$

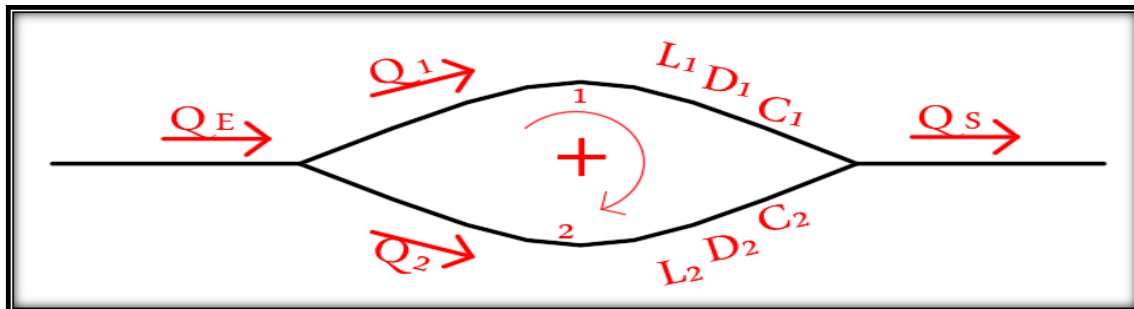
Ecuación 18. Pérdida por fricción

$$hf = Q^{1.85}K, \text{ si } K = 10.67 \frac{LQ^{1.85}}{D^{4.87}C^{1.85}} \quad \dots(18)$$

Entonces Nudo A:  $Q_E = Q_1 + Q_2$  ; Nudo B:  $Q_S = Q_1 + Q_2 \rightarrow Q_E = Q_S = Q_1 + Q_2$

Figura 2.

Esquema general del sistema de abastecimiento de agua potable



Nota. Elaboración Propia, Adaptado del libro de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, (Vierendel 2009)

$$H_1 = K_1 Q_1^{1.85}$$

$$H_2 = K_2 Q_2^{1.85}$$



Como:

$H_1 = H_2 \rightarrow H_1 - H_2 = 0$ , Siempre que los caudales asumidos sean correctos

Pero:

$H_1 - H_2 \neq 0$ , Cuando los caudales asumidos son los verdaderos

**Ecuación 19. Método aritmético**

$$\Delta Q = -\frac{\Sigma h_f}{1.85 \frac{\Sigma h_f}{Q}} \dots(19)$$

$$hf = Q^{1.85} K, \text{ si } K = 10.67 \frac{LQ^{1.85}}{D^{4.87} C^{1.85}}$$

***b. Método según Programa (método de la gradiente)***

(Saldarriaga J., 2007, 65)

El método del gradiente fue desarrollado por los profesores E. Todini y E. P. O'Connell en la Universidad de Newcastle upon Tyne y por R. Salgado, como parte de su tesis doctoral en 1982-1983. Todini y Pilati plantearon la forma definitiva del método, en el cual las ecuaciones de energía individuales para cada tubo se combinan con las ecuaciones de masa individuales en cada unión con el fin de obtener una solución simultánea tanto de los caudales en las tuberías como de las alturas piezométricas en los nodos.

Al igual que en el método de la teoría lineal, el método del gradiente linealiza las ecuaciones de energía utilizando una expansión en series de Taylor. Sin embargo, a diferencia de los métodos anteriores, en este caso las ecuaciones se resuelven utilizando un esquema imaginativo que se basa en la inversión de la matriz de coeficientes originales, tal como se explica a continuación. El método del gradiente es el utilizado por la mayoría de los programas comerciales y de distribución gratuita en la Web.

El método del gradiente para el cálculo de redes de distribución de aguas está basado en el hecho de que al tenerse un flujo permanente se garantiza que se cumplan las ecuaciones de conservación de la masa en cada uno de los nodos de la red y la ecuación de conservación de la energía en cada uno de los circuitos de ésta. Por consiguiente, el método se basa en las siguientes tres condiciones:

En cada nodo se debe cumplir la ecuación de continuidad:

**Ecuación 20. Ecuación de continuidad**

$$\sum_{j=1}^{NTi} Q_{ij} - Q_{Di} + Q_{ei} = 0 \quad \dots(20)$$

Debe haber relación no lineal entre las pérdidas por fricción y el caudal para cada uno de los tubos que conforman la red:

**Ecuación 21. Relación no lineal entre las pérdidas y el caudal**

$$Q = -2 \frac{\sqrt{2gdh_f}}{\sqrt{l}} A \log_{10} \left( \frac{k_s}{3.7d} + \frac{2.51v\sqrt{l}}{\sqrt{2gd^3\sqrt{h_f}}} \right) \quad \dots(21)$$

**Ecuación 22. Pérdidas totales**

$$H_t = h_f + \sum h_m \quad \dots(22)$$

Si se tienen en cuenta las pérdidas menores causas por cualquier tipo de accesorios y la posible existencia de bombas en algunos de los tubos de la red la ecuación toma la siguiente forma general, válida para todos los tubos:

**Ecuación 23. Perdidas totales con existencia de bombas**

$$H_t = \alpha Q^n + \beta Q + \gamma \quad \dots(23)$$

Donde

n = Exponente que depende de la ecuación de fricción utilizada.

$\alpha, \beta, \gamma$  = Parámetros característicos del tubo, válvulas y las bombas.

Si en una tubería particular solo ocurren pérdidas por fricción y pérdidas menores normales (aquellas que son función de la altura de velocidad únicamente), lo cual es el caso más normal en las tuberías que conforman la red, se puede utilizar la ecuación para establecer el valor de  $\alpha$ :

**Ecuación 24. Total cuando solo ocurre perdidas por fricción y perdidas menores**

$$H_t = \alpha Q^n \quad \dots(24)$$

Para el método del gradiente hidráulico se hacen las siguientes definiciones adicionales, con el fin de describir la topología de la red en forma matricial:

NT= Número de tuberías de la red

NN= Número de nodos con altura piezométrica desconocida.

[A12]= "Matriz de conectividad" asociada a cada uno de los nodos de la red. Su dimensión es NTxNN con sólo dos elementos diferentes de cero en la i-ésima fila:

-1 en la columna correspondiente al nodo inicial del tramo i.

1 en la columna correspondiente al nodo final del tramo i.

NS= Número de nodos de altura piezométrica fija o conocida.

[A10]= Matriz topológica tramo a nodo para los NS nodos de altura piezométrica fija. Su dimensión es NT x NS con un valor igual a -1 en las filas correspondientes a los tramos conectados a nodos de altura piezométrica fija.

Teniendo en cuenta las anteriores definiciones, la pérdida de altura piezométrica en cada tramo de tubería que conecte a dos nodos de la red (Ecuación de la conservación de energía):

**Ecuación 25. Ecuación de la conservación de energía**

$$[A11][Q] + [A12][H] = -[A10][H_o] \quad \dots(25)$$

Donde:

[A11]=Matriz diagonal de NTxNT definida como sigue:

**Ecuación Matriz [A11]**

$$[A11] = \begin{bmatrix} \alpha_1 Q_1^{(n1-1)} + \beta_1 + \frac{\gamma_1}{Q_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & \dots & \alpha_{NT} Q_{NT}^{(nNT-1)} + \beta_{NT} + \frac{\gamma_{NT}}{Q_{NT}} \end{bmatrix} \quad \dots(26)$$

[Q]=Vector de caudales con dimensión NTx1

[H]=Vector de alturas piezométricas desconocidas con dimensión NNx1

[Ho]=Vector de alturas piezométricas fijas con dimensión NSx1

La ecuación de continuidad para todos los nodos de la red es:

**Ecuación 26. Matriz Transpuesta de [A12]**

$$[A21][Q] = [q] \quad \dots(27)$$

Donde

[A21]= Matriz transpuesta de [A12]

[q]= Vector de consumo (demanda).

La ecuación de conservación de energía y continuidad de forma compacta:

**Ecuación 27. Ecuación de la conservación de energía y continuidad de forma compacta**

$$\begin{bmatrix} [A11] & [A12] \\ [A21] & [0] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [Q] \\ [H] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -[A10] & [H_o] \\ [q] \end{bmatrix} \quad \dots(28)$$

Dado que la parte superior Q vs H es no lineal, no se puede resolver directamente. Se requiere un método iterativo.

El método del Gradiente consiste en hacer una expansión truncada de las series de Taylor. Operando simultáneamente sobre el campo ([Q],[H]) y aplicando el operador gradiente, se obtiene:

**Ecuación 28. Método de gradiente**

$$\begin{bmatrix} N[A11]' & [A12] \\ [A21] & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [dQ] \\ [dH] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [dE] \\ [dq] \end{bmatrix} \quad \dots(29)$$

Donde:

[N]= Matriz diagonal (n1, n2, ..., Nnt) con dimensión NTxNT.

[A11]'=Matriz con dimensión NTxNT definida como:

**Ecuación 29. Matriz [A11]'**

$$[A11]' = \begin{bmatrix} \alpha_1 Q_1^{(n1-1)} & \dots & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & \dots & \alpha_{NT} Q_{NT}^{(nNT-1)} \end{bmatrix} \quad \dots(30)$$

dE=Representa el desbalance de energía por unidad de peso.

dQ= Representa el desbalance de caudal en cada nodo.

La solución a la ecuación para altura piezométrica de la iteración i+1, es:



**Ecuación 30. Solución para altura piezométrica de iteración i+1**

$$\begin{aligned} [H_{i+1}] \\ = -\{[A21]([N][A11]')^{-1}[A12]\}^{-1} x \{[A21]([N][A11]')^{-1}([A11][Q_i] \\ + [A10][H_o]) - ([A21][Q_i] - [q])\} \end{aligned} \quad \dots(31)$$

La solución a la ecuación para caudales de la iteración i+1, es:

**Ecuación 31. Solución para caudales de la iteración i+1**

$$\begin{aligned} [Q_{i+1}] = \{[I] - ([N][A11]')^{-1}[A11][Q_i]\} \\ - \{([N][A11]')^{-1}([A12][H_{i+1}] + [A10][H_o])\} \end{aligned} \quad \dots(32)$$

Es posible reescribir la ecuación de la altura piezométrica como un sistema de ecuaciones lineales para las alturas piezométricas desconocidas  $H_{i+1}$  en la siguiente forma:

**Ecuación 32. Reformulación de la ecuación piezométrica**

$$\begin{aligned} \{[A21]([N][A11]')^{-1}[A12]\}^{-1}[H_{i+1}] \\ = -\{[A21]([N][A11]')^{-1}([A11][Q_i] + [A10][H_o]) \\ - ([A21][Q_i] - [q])\} \end{aligned} \quad \dots(33)$$



### 2.2.4.3. Sistema de Alcantarillado

#### 2.2.4.3.1. Parámetros específicos de alcantarillado

*a. Caudal de infiltración (Qi).* El caudal de infiltración se refiere al volumen de agua que penetra en el suelo desde la superficie en un tiempo determinado. Este proceso es crucial en la gestión de recursos hídricos y en el diseño de sistemas de drenaje y control de aguas pluviales, estamos evaluando la cantidad de agua que, durante un evento de precipitación o riego, se infiltra en el suelo en lugar de escurrir superficialmente o acumularse en la superficie. Este fenómeno depende de varios factores, Como nos dice Vargas L. en su tesis de DISEÑO DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA LA ENSENADA DE COLLANAC DISTRITO DE PACHACAMAC MEDIANTE EL USO DE LOS PROGRAMAS WATERCAD Y SEWERCAD “Las contribuciones indebidas en las redes de alcantarillado sanitario pueden provenir de las aguas pluviales o pueden ser originadas del subsuelo principalmente en terrenos saturados de aguas freáticas, a través de fisuras en los colectores, juntas mal ejecutadas y en la unión de colectores con las cámaras de inspección(...)” Esto quiere decir que pueden depender de:

- **Características del suelo:** La textura, estructura, porosidad y nivel de compactación del suelo influyen directamente en la capacidad de infiltración. Suelos arenosos, por ejemplo, permiten una mayor infiltración que los suelos arcillosos.
- **Condiciones iniciales del suelo:** Si el suelo ya está saturado por lluvias previas o riego, su capacidad de absorber agua adicional se reduce considerablemente.
- **Pendiente del terreno:** En terrenos con alta pendiente, el agua tiende a escurrir más rápidamente, reduciendo el tiempo disponible para la infiltración.
- **Cobertura vegetal:** Las raíces de las plantas y la materia orgánica en el suelo mejoran la infiltración, al crear caminos adicionales para el agua y mejorar la estructura del suelo.
- **Uso del suelo:** Áreas urbanizadas con superficies impermeables, como pavimentos o techos, reducen significativamente la infiltración, aumentando el escurrimiento superficial y el riesgo de inundaciones.
- Identificar y controlar el caudal de infiltración indebida es importante para mantener la eficiencia y capacidad del sistema de alcantarillado. Si no se controla, esta

infiltración puede llevar a costos operativos más altos, mantenimiento más frecuente y potenciales fallas en el sistema.

**b. Cuantificación de caudales de aporte doméstico.** Para cuantificar el Caudal de Aporte Doméstico debemos entender que es el proceso de estimar o calcular el volumen de aguas residuales generadas por la población a partir del consumo de agua potable en una comunidad.

Este caudal se considera para diseñar y dimensionar las redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales. La cuantificación se realiza teniendo en cuenta factores como el coeficiente de retorno, que es la relación entre el agua consumida y la que realmente llega al sistema de alcantarillado, así como otros factores específicos del área de estudio, como los hábitos de consumo, las características climáticas y las variaciones estacionales.

**c. Coeficiente de retorno (C).** Se define como la relación entre el caudal promedio de aguas residuales domésticas y el caudal promedio de agua consumida por la población, zona o área, debido a veces el volumen del todo el agua utilizada por los habitantes se convierta en agua residual, ya que una porción de agua ingresada puede ser empleada para diversas actividades como el lavado de vehículos, aceras, riego de jardines y parques, entre otros. Este coeficiente generalmente varía entre el 60% y el 80% del consumo de agua potable. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones se adoptará un coeficiente de retorno del 80%, conforme a lo indicado por la Norma OS.070.

**2.2.4.3.2. Criterios de diseño.** Los criterios de diseño en un sistema de alcantarillado son fundamentales para asegurar su eficiencia y durabilidad. El método de cálculo aceptará el flujo en régimen uniforme y permanente, en el cual el caudal y la velocidad media se mantienen constantes a lo largo de una cierta longitud del conducto. Para el diseño del diámetro de las tuberías del sistema de alcantarillado, se aplicará la fórmula de Manning, descrita a continuación.

**a. Fórmula de Ganguillet - Kutter.** En el ámbito del diseño de sistemas de alcantarillado, la fórmula de Ganguillet-Kutter se aplica para calcular la velocidad del flujo en conductos o tuberías parcialmente llenas, considerando la rugosidad del material interno. Este cálculo es crucial para evaluar cómo la rugosidad afecta la velocidad del

flujo de aguas residuales, garantizando así un transporte efectivo y evitando problemas como la sedimentación o el desgaste prematuro de las tuberías.

La fórmula de Ganguillet – Kutter, se deriva a las modificaciones de la fórmula de Chezy:

**Ecuación 33. Modificación de la formula de Chezy**

$$V = C\sqrt{RS} \quad \dots(34)$$

Esta modificación propone una forma diferente de calcular el valor del coeficiente de Chezy “C”, con la siguiente fórmula:

**Ecuación 34. Coeficiente de chezy**

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{S}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \quad \dots(35)$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

C= Coeficiente de descarga de Chezy

R= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad

Aunque la fórmula de Manning es más utilizada por su simplicidad, la fórmula de Ganguillet-Kutter sigue siendo relevante cuando se requiere un análisis más detallado de la influencia de la rugosidad en el flujo, especialmente en proyectos con materiales o condiciones de conducción no estándar. Esta simplificación permite facilitar los cálculos hidráulicos, lo que ha hecho que la fórmula de Manning sea, en la actualidad, la más utilizada en el diseño de sistemas de alcantarillado, gracias a su simplicidad y eficacia en aplicaciones prácticas.

**b.Fórmula de Manning.** La fórmula de Manning se utiliza en el diseño y análisis de sistemas de alcantarillado para calcular la velocidad del flujo y el caudal en tuberías y conductos que transportan aguas residuales.

Esta fórmula relaciona la velocidad del flujo con el radio hidráulico, la pendiente del conducto y un coeficiente de rugosidad, lo que permite determinar el diámetro

adecuado de las tuberías y la pendiente necesaria para asegurar un flujo eficiente y evitar problemas como la sedimentación o el sobredimensionamiento del sistema.

**Ecuación 35. Velocidad según Manning**

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \quad \dots(36)$$

Donde:

$V$ ; Velocidad (m/s).

$R$ ; Radio hidráulico (m).

$S$ ; Pendiente (m/m).

$n$ ; Coeficiente de rugosidad.

La siguiente ecuación de Manning está en función de diámetros de la tubería, para tuberías a sección plena (tubo lleno).

**Ecuación 36. Velocidad según Manning en función del diámetro.**

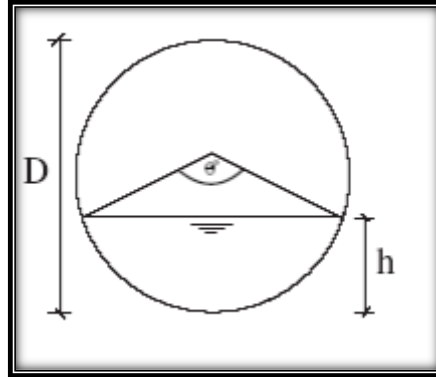
$$V = \frac{0.397 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \quad \dots(37)$$

**Ecuación 37. Método aritmético**

$$V = \frac{0.312 \times D^{8/3} \times S^{1/2}}{n} \quad \dots(38)$$

En tuberías parcialmente llenas, la fórmula de Manning se ajusta según el radio hidráulico y el ángulo central formado en la sección ocupada por el flujo. Estos elementos son esenciales para calcular con precisión la velocidad y el caudal, garantizando un diseño eficiente del alcantarillado en condiciones de flujo parcial.

**Figura 3.**  
Prototipo de tubería Semi llena



**Nota.** Extraído de Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado por la OPS 2005.

Ángulo central  $\theta$  en grados sexagesimal:

**Ecuación 38. Ángulo central**

$$\theta = 2 \arccos \left( 1 - \frac{2h}{D} \right) \quad \dots(39)$$

Radio Hidráulico:

**Ecuación 39. Radio Hidráulico**

$$R = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \sin(\theta^\circ)}{2\pi\theta^\circ} \right) \quad \dots(40)$$

Sustituyendo el valor del radio hidráulico en la fórmula de Manning, se obtiene la ecuación para las tuberías de la sección parcialmente llena:

**Ecuación 40. Velocidad para tuberías con sección parcialmente llena**

$$V = \frac{0.397 \times D^{2/3}}{n} \left( 1 - \frac{360 \sin(\theta^\circ)}{2\pi\theta^\circ} \right)^{2/3} \times S^{1/2} \quad \dots(41)$$

**Ecuación 41. Caudal para tuberías con sección parcialmente llena**

$$Q = \frac{D^{8/3}}{7257.15n(2\pi\theta^\circ)^{2/3}} (2\pi\theta^\circ - 360 \sin\theta^\circ)^{5/3} \times S^2 \quad \dots(42)$$

*c. Criterio de la velocidad mínima* El criterio de velocidad mínima en un sistema de alcantarillado, el cual, establece la velocidad mínima necesaria para que el flujo dentro de las tuberías mantenga en suspensión los sólidos presentes en las aguas residuales, evitando así la sedimentación y posibles obstrucciones. La idea principal en el diseño de un sistema de aguas residuales es garantizar que la velocidad del flujo sea suficientemente alta para transportar los materiales en suspensión, evitando así la sedimentación y obstrucción en las tuberías. Esto es crucial para mantener la eficiencia del sistema y prevenir problemas como atascos o bloqueos.

Según la OPS (2005), en el diseño de sistemas de alcantarillado, se suele proyectar con una pendiente que garantice una velocidad mínima de 0,60 m/s en condiciones de flujo a sección llena (75% del diámetro de la tubería) o semillena (50% del diámetro de la tubería). En el primer caso, si el nivel del flujo es inferior al máximo (75% del diámetro), las velocidades podrían ser menores de 0,60 m/s. En el segundo caso, con un nivel de flujo menor a la mitad del diámetro de la tubería, la velocidad también será menor de 0,60 m/s. Sin embargo, cuando el nivel de flujo supera la mitad del diámetro, la velocidad tiende a ser ligeramente superior a 0,60 m/s.

Por otro lado, Metcalf y Eddy (1995), llevaron a cabo la construcción de redes de alcantarillado basándose en una velocidad de flujo de 0,30 m/s. Tras implementar este diseño, se verificó que el sistema funcionaba de manera eficiente y cumplía con los requisitos operativos establecidos.

**Ecuación 42. Criterio de velocidad mínima**

$$V \geq 1.36\sqrt{9.8D\text{sen}\varnothing} \quad \dots(43)$$

Donde:

$V$ ; Velocidad en la red (m/s).

$D$ ; Diámetro de la tubería.

$\varnothing$ ; Ángulo de inflexión de la red.

**Fórmula de Velocidad crítica**

**Ecuación 43. Velocidad crítica**

$$V_c = 6\sqrt{gR_H} \quad \dots(44)$$

Donde:

$V_c$ ; Velocidad crítica (m/s).

$g$ ; Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

$R_H$ ; Radio hidráulico (m).

**d. Tirante de Agua.** El tirante de agua en una tubería de alcantarillado es la altura del flujo de agua dentro de la tubería, medida desde el fondo de la tubería hasta la superficie del agua. Básicamente, representa cuánta parte de la sección interna de la tubería está siendo ocupada por el agua en ese momento.

El tirante de agua es importante porque influye directamente en la capacidad de la tubería para transportar agua y en la velocidad con la que el agua se mueve. Además, el tirante de agua nos ayuda a determinar si el flujo es eficiente y si la tubería está operando correctamente bajo diferentes condiciones de carga.

Para la OPS (2005) los sistemas de alcantarillado convencional, normalmente se diseñan para que el flujo máximo ocupe hasta el 75% del diámetro de la tubería, sin permitir que la tubería funcione bajo presión. Este enfoque de diseño no establece un nivel mínimo de agua en la tubería. Según una publicación brasileña de 1985, hay dos razones para que los sistemas convencionales no consideren este criterio: primero, la falta de estudios que justifiquen la adopción de un valor mínimo, y segundo, la creencia de los diseñadores de que no era necesario. Esto se debe a que se ha demostrado que las descargas frecuentes en la red ayudan a reactivar el material sedimentado, incluso cuando el agua fluye con niveles bajos.

Los mismos estudios sugieren establecer el nivel máximo del agua en la alcantarilla al 80% del diámetro (0,8 D). Se puede demostrar fácilmente que, con este nivel, se logra la mayor velocidad en un colector circular. La parte superior de la sección, que queda vacía por encima del 0,8 D, se utiliza para la ventilación, el movimiento de gases y también para manejar flujos excepcionales.

Algunos estudios recomiendan considerar el nivel de agua en las alcantarillas con la fórmula del rango correspondiente:

**Ecuación 44. Rango disponible**

$$0.2 < h/D < 0.8D \quad \dots(45)$$

Donde:

$h$ ; Nivel de agua en la tubería.

$D$ ; Diámetro de la tubería.

**e. Criterio de la tensión tractiva.** La tensión tractiva es la fuerza por unidad de área que ejerce el flujo de agua sobre el fondo y las paredes de una tubería o canal. En otras palabras, es la "fuerza de arrastre" que el agua ejerce sobre el material en el fondo del conducto. Este criterio se utiliza para asegurarse de que el flujo de agua sea lo suficientemente fuerte como para movilizar y arrastrar las partículas sólidas (sedimentos) que se encuentren en el agua residual, evitando que se acumulen y formen depósitos que podrían obstruir la tubería.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) - Norma OS.070, nos dice que, para cada tramo de la red de alcantarillado, es fundamental verificar que cumpla con el criterio de Tensión Tractiva Media ( $\sigma$ ), asegurando que alcance un valor mínimo de 1,0 Pa. Este valor debe calcularse utilizando el caudal inicial ( $Q_i$ ) y aplicando un coeficiente de Manning de 0.013. La pendiente mínima que garantizará el cumplimiento de esta condición se puede determinar utilizando la siguiente fórmula aproximada:

También, la OPS (2005) recomienda que, en los tramos iniciales de los colectores, donde se registran caudales promedio bajos tanto al comienzo como al final del periodo de diseño, se sugiere calcular la pendiente utilizando una tensión tractiva de 1 Pa. Posteriormente, se debe verificar esta pendiente con los caudales reales aportados, asegurando que la tensión tractiva no sea inferior a 0,6 Pa.

**Ecuación 45. Criterio de tensión tractiva**

$$\tau_{min} = 1Pa \quad \dots(46)$$

**Tensión tractiva**

**Ecuación 46. Tensión tractiva**

$$\tau = \frac{W \text{sen} \phi}{PL} \quad \dots(47)$$

Donde:



$\tau$ ; Tensión tractiva (N/m<sup>2</sup>, Pa)

$P$ ; Perímetro mojado (m).

$L$ ; Longitud (m).

$W$ ; Peso (Newtons).

El peso ( $W$ ) está dado por:

**Ecuación 47. Peso de las aguas residuales**

$$w = \rho \cdot g \cdot A \cdot L \quad \dots(48)$$

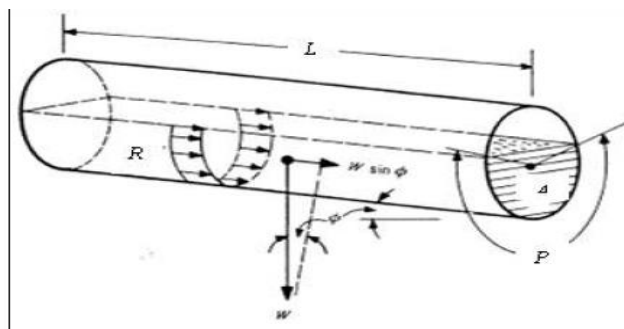
Donde:

$\rho$ ; Densidad de aguas residuales (Kg/m<sup>3</sup>)

$g$ ; Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

**Figura 4.**

**Definición de parámetros para tensión tractiva en un colector circular.**



**Nota.** Extraído de Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado por la OPS 2005.

Si consideramos que  $A/P$  será igual al radio hidráulico,  $R$ :

**Ecuación 48. Tensión tractiva**

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot \text{sen}\phi \quad \dots(49)$$

Si  $\phi$  es pequeño,  $\text{sen}\phi = \text{tan}\phi$ , y como la  $\text{tan}\phi$  es una gradiente colectora,  $S$  es pendiente (m/m), la ecuación de tensión tractiva será escrita de la siguiente forma:

**Ecuación 49. Tensión tractiva**

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot S \quad \dots(50)$$

La pendiente del colector será calculada con criterio de la tensión tractiva.

**Pendiente para tuberías con sección llena:**

**Ecuación 50. Pendiente para tuberías con sección llena**

$$S = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4}} \quad \dots(51)$$

**Pendiente para tuberías con sección llena:**

**Ecuación 51. Pendiente para tuberías con sección llena**

$$S = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \sin(\theta^\circ)}{2\pi\theta^\circ}\right)} \quad \dots(52)$$

**f. Pendiente mínima.** La pendiente mínima en un sistema de alcantarillado se refiere a la inclinación mínima que debe tener una tubería para asegurar que el flujo de aguas residuales mantenga una velocidad suficiente para evitar la sedimentación de sólidos. Esta pendiente mínima garantiza que el sistema se mantenga autolimpiante, reduciendo el riesgo de obstrucciones y permitiendo un funcionamiento eficiente del sistema a lo largo del tiempo.

Para la OPS (2005) el diseño convencional de alcantarillado, la pendiente mínima de una alcantarilla se determina por la inclinación de la tubería que asegura mantener una velocidad mínima de 0,6 m/s. Esta velocidad se alcanza cuando el caudal máximo fluye con un nivel de agua equivalente al 75% (0,75 D) del diámetro de la tubería.

Según la Norma OS 0.70, si se utilizan coeficientes de Manning distintos de 0,013, tanto los valores de Tensión Tractiva Media como la pendiente mínima a adoptar deben ser debidamente justificados. Además, los diámetros y la velocidad mínima del flujo pueden calcularse utilizando las fórmulas de Ganguillet-Kutter.

**Ecuación 52. Pendiente mínima**

$$S_{0min} = 0.0055 Q_i^{-0.47} \quad \dots(53)$$

Donde:

$S_{0min}$ ; Pendiente mínima (m/m)

$Q_i$ ; Caudal Inicial (L/s).

Otro enfoque usado para el cálculo de la pendiente mínima de un colector, según lo indicado en la Norma Boliviana de Alcantarillado, se basa en la relación entre el caudal medio diario en la fase inicial del proyecto ( $Q_{mi}$ ) y el caudal máximo de diseño ( $Q_{ll}$ ).

Este criterio establece que la pendiente mínima ( $S_{min}$ ) debe definirse para asegurar que el sistema se mantenga autolimpiante desde el comienzo del proyecto, cumpliendo con la relación especificada entre estos caudales.

**Ecuación 53. De caudal inicial**

$$\frac{Q_{mi}}{Q_{11}} = 0.10 \text{ a } 0.15 \text{ (10\% a 15\%)} \quad \dots(54)$$

La pendiente mínima admisible en este caso será calculada de la siguiente forma:

$$\frac{Q_{mi}}{Q_{11}} = 0.10 \Rightarrow \frac{h}{d} = 0.2136 \quad \theta \Rightarrow 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right) = 110.11^\circ \Rightarrow RH = 0.1278D$$

$$s_{min} = \frac{\tau_{min}}{\rho g RH} = \frac{\tau_{min}}{\rho g 0.1278D} \text{ (m/m)}$$

$$\frac{Q_{mi}}{Q_{11}} = 0.15 \Rightarrow \frac{h}{d} = 0.2618 \quad \theta \Rightarrow 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right) = 123.10^\circ \Rightarrow RH = 0.1525D$$

$$s_{min} = \frac{\tau_{min}}{\rho g RH} = \frac{\tau_{min}}{\rho g 0.1525D} \text{ (m/m)}$$

Es importante el cálculo de la pendiente mínima, ya que, si la pendiente es demasiado baja, el flujo puede no ser lo suficientemente rápido, lo que podría llevar a la acumulación de sedimentos en la tubería, obstrucciones y, eventualmente, fallos en el sistema. Por lo tanto, al establecer una pendiente mínima adecuada, se protege la integridad del sistema y se asegura su eficiencia a largo plazo.

Para la pendiente máxima, será calculada para la velocidad máxima permisible.

**g. Coeficiente de rugosidad.** Diferentes materiales de tuberías tienen distintos coeficientes de rugosidad; esto es el valor que mide la resistencia al flujo causada por la superficie interna de las tuberías.

Por ejemplo, una tubería de concreto tiene una mayor rugosidad que una de PVC, lo que significa que el flujo de agua en la de concreto enfrentará más resistencia. Al seleccionar el coeficiente de rugosidad adecuado para el material de la tubería, se puede calcular con precisión la pendiente necesaria, la velocidad del flujo y el diámetro adecuado de la tubería, asegurando un diseño eficiente y funcional del sistema.

**Tabla 4.**  
Coeficiente de Rugosidad “n” de MANNING

Tipo de tubería	C
-----------------	---



---

Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polyvinilo	0.010
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010

---

*Nota. Elaboración Propia. Extraído de la norma OS. 060*

#### ***h. Diámetro mínimo***

##### **Para las Cámaras de Inspección**

Según la Norma OS.070, las buzonetas se emplearán en áreas peatonales cuando la profundidad desde la superficie hasta la parte superior de la tubería sea inferior a 1,00 m. Estas se diseñarán únicamente para colectores con diámetros de hasta 200 mm (8") tanto en habilitaciones de uso de vivienda como de uso industrial.

Para tuberías con un diámetro inferior a 400 mm, la norma OS.0.70 nos dice que, si la tubería aguas abajo, debido a una mayor pendiente, puede transportar el mismo caudal con un diámetro menor, no se debe utilizar este diámetro reducido; en su lugar, se debe mantener el mismo diámetro que el tramo aguas arriba.

##### **Para los Diámetros Colectores**

Según la Norma OS.070 nos dice que los diámetros nominales de las tuberías no deben ser menores de 100 mm. Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160 mm.

La OPS (2005) nos dice que en el ámbito de las redes de alcantarillado para habilitaciones de vivienda, se permite de manera excepcional el uso de tuberías de 150 mm (6 pulgadas) de diámetro, siempre que se pueda demostrar que esto ofrece mejores condiciones hidráulicas o cuando las características del terreno, como calles estrechas y pendientes pronunciadas, así lo requieran.

Por otro lado la OPS para sistemas de alcantarillado simplificados, sugiere emplear tuberías de menor diámetro en los tramos iniciales de la red. Esto se debe a que en esos

puntos, el caudal es bajo, lo que genera un mayor nivel de flujo y velocidades más altas, promoviendo así la autolimpieza de las tuberías. La experiencia de otros países, tanto en Latinoamérica como en Estados Unidos, demuestra que las alcantarillas de 150 mm (6 pulgadas) en avenidas no presentan problemas de mantenimiento mayores en comparación con los sistemas convencionales.

En Brasil, por ejemplo, según la Norma se utilizan tuberías de 100 mm de diámetro como mínimo para ramales de alcantarillado en zonas residenciales, con una longitud máxima de 400 metros, particularmente en calles no pavimentadas de áreas periurbanas.

Sin embargo, para el diseño de redes de alcantarillado simplificadas, se recomienda un diámetro mínimo de 150 mm, y el uso de tuberías de 100 mm debería estar restringido a situaciones donde se justifique técnica y debidamente su necesidad.

#### ***i. Profundidad de instalación***

##### **Para las Cámaras de Inspección**

Por otro lado la Norma OS.070, los buzones de inspección se utilizarán cuando la profundidad sobre la clave de la tubería exceda 1,00 m.

Además, el recubrimiento sobre las tuberías debe ser, como mínimo, de 1 m en vías vehiculares y de 0,60 m en vías peatonales según la Norma OS.070, también nos dice que en casos donde el recubrimiento sea menor, se deberá proporcionar una justificación técnica adecuada.

***j. Ubicación de elementos de inspección.*** La Norma OS.070, nos dice que, la distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está condicionada por la capacidad de los equipos de limpieza para alcanzar toda la longitud entre ellas. La separación máxima se establece en función del diámetro de las tuberías, garantizando que el mantenimiento se pueda realizar de manera efectiva.

**Tabla 5.**  
**Distancia Máxima Según Diámetro Nominal De La Tubería**

<b>Diámetro nominal de la tubería (mm)</b>	<b>Distancia máxima (m)</b>
100	60
150	60



200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

*Nota. Elaboración Propia. Extraído de la norma OS. 070*

Por otro lado, la Norma OS.070, nos dice que, en calles o avenidas con un ancho de hasta 20 m, se debe proyectar un solo colector, preferiblemente ubicado en el eje de la vía vehicular. En avenidas con un ancho superior a 20 m, se debe proyectar un colector a cada lado de la calzada. Además, la distancia mínima entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente a la tubería debe ser de 1,5 m. Por otro lado, la distancia mínima entre los planos tangentes de las tuberías de agua potable y la red de aguas residuales debe ser de 2 m.

También nos dice que, en calles o avenidas con un ancho de hasta 20 m, se debe proyectar un solo colector, preferiblemente ubicado en el eje de la vía vehicular. En avenidas con un ancho superior a 20 m, se debe proyectar un colector a cada lado de la calzada. Además, la distancia mínima entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente a la tubería debe ser de 1,5 m. Por otro lado, la distancia mínima entre los planos tangentes de las tuberías de agua potable y la red de aguas residuales debe ser de 2 m.

La Norma OS.070 nos habla que, de igual forma, en los puntos donde los colectores cruzan con tuberías de agua potable, el diseño debe asegurar que las tuberías de agua pasen por encima de los colectores, manteniendo una distancia mínima de 0,25 m entre los planos horizontales tangentes. Además, es fundamental verificar en el diseño que el cruce esté alejado de las uniones de las tuberías de agua, para reducir al mínimo el riesgo de contaminación del sistema de agua potable.

*k. Caudal de diseño y de contribución.* La Norma OS.070 nos habla que el diseño del sistema de alcantarillado se realizará con el 80% del caudal de agua potable consumida, siendo este caudal el máximo horario.

### 2.2.5. Definición de los softwares

#### 2.2.5.1. WaterCAD V10.04i

*2.2.5.1.1. Definición.* Es un software cuyo algoritmo de cálculo se basa en el **MÉTODO DEL GRADIENTE HIDRÁULICO**, permite el análisis hidráulico de redes de agua (aunque puede usarse para cualquier fluido newtoniano), determinando las presiones en diversos puntos del sistema, así como los caudales, velocidades, pérdidas en las líneas que conforman la red hidráulica; así como otros muchos parámetros operativos derivados de los elementos presentes en el sistema, como bombas, válvulas de control, tanques, etc., a partir de las características físicas del sistema y unas condiciones de demanda previamente establecidas. WaterCAD, además, permite extender sus capacidades a temas de gestión a largo plazo de sistemas de abastecimiento, incluyendo análisis de vulnerabilidad, análisis de protección contra incendios, estimación de costos energéticos, calibración hidráulica, optimización, etc. (Sanchez,2013).

#### 2.2.5.1.2. Elementos para el modelamiento de la red

*a. Nodos (JUNCTIONS).* Son puntos de conexión en la red de distribución de agua, donde se interconectan las tuberías. En WaterCAD, los nodos se utilizan para representar los puntos donde se requiere conocer el caudal o la presión del agua. Se definen con coordenadas (x, y) y se asignan a ciertos puntos de interés, como conexiones de usuarios o elementos de control. (Bentley Systems, 2023).

*b. Conexiones (PIPES).* Son las tuberías que transportan el agua desde los nodos, conectando los diferentes puntos de la red. En WaterCAD, se caracterizan por su longitud, diámetro, material, rugosidad y pendiente. Las tuberías pueden tener diferentes tipos de flujo, como flujo en gravedad o presurizado, dependiendo del diseño y la configuración de la red. (Bentley Systems, 2023).

**c.Estaciones de bombeo (PUMPING STATIONS).** Son instalaciones donde se utiliza energía para bombear el agua a lo largo de la red, especialmente cuando es necesario superar diferencias de altura o mantener la presión.

Estas estaciones son cruciales en redes donde la gravedad no es suficiente para transportar el agua de manera eficiente. (Bentley Systems, 2023).

**d.Cargas de agua (DEMANDS).** Se refiere a la cantidad de agua solicitada por diferentes usuarios o áreas dentro de la red, como hogares, industrias o zonas comerciales. Las demandas se asignan a los nodos o las conexiones para calcular el flujo necesario en la red. (Bentley Systems, 2023).

**e.Valvulas (VALVES).** Son elementos de control que se utilizan para regular el flujo de agua a lo largo de la red. Pueden incluir válvulas de cierre, válvulas de control de presión, válvulas de retención, entre otros, y son esenciales para garantizar que el sistema funcione correctamente bajo diferentes condiciones de operación. (Bentley Systems, 2023).

**f.Tanques (TANKS).** Los tanques son estructuras de almacenamiento de agua dentro de la red de distribución. Su función principal es equilibrar la presión y el caudal, almacenando agua para ser liberada durante periodos de alta demanda o emergencias. En WaterCAD, los tanques se modelan como nodos especiales en la red que permiten gestionar la presión de manera eficiente y garantizar un suministro constante de agua a lo largo del sistema. Estos tanques pueden tener diferentes capacidades y configuraciones según las necesidades del sistema de distribución. (Bentley Systems, 2023).

**g.Reservorios (RESERVOIRS)** Un reservorio es un gran depósito de agua que se encuentra en el sistema de distribución, utilizado para almacenar grandes cantidades de agua para su posterior distribución. Los reservorios son cruciales para asegurar que el suministro de agua sea constante, especialmente en sistemas donde la demanda puede fluctuar. En WaterCAD, los reservorios se modelan como puntos de almacenamiento a gran escala, normalmente ubicados en ubicaciones elevadas para mantener la presión adecuada en toda la red de distribución. (Bentley Systems, 2023).





**h.Lateral (LATERAL)** Los laterales son las pequeñas tuberías que conectan las líneas principales de distribución de agua con las propiedades individuales, como viviendas, negocios o instalaciones.

En WaterCAD, los laterales se representan como tuberías de menor diámetro que permiten transportar el agua desde las tuberías principales hasta los usuarios finales. Los laterales pueden tener asignadas demandas específicas de agua de acuerdo con las características de los usuarios conectados, lo que permite modelar con precisión el flujo y la presión en las zonas residenciales o comerciales. (Bentley Systems, 2023).

**i.Hidrante (HYDRANT).** Un hidrante es un dispositivo de acceso a la red de distribución de agua que se utiliza para el control de incendios y otras emergencias. En WaterCAD, los hidrantes se modelan como elementos de la red donde se puede extraer agua a alta presión. Los hidrantes se conectan a las tuberías principales y se distribuyen estratégicamente en la ciudad o área para garantizar una respuesta rápida en caso de incendio. Su presencia también afecta el cálculo de la capacidad de presión y caudal disponible en la red de distribución. (Bentley Systems, 2023).

**j.Medidor de Cliente (CUSTOMER METER).** El medidor de cliente es un dispositivo que mide el volumen de agua consumido por un usuario específico, como una vivienda, negocio o instalación industrial.

En WaterCAD, los medidores de cliente se utilizan para representar las conexiones de usuarios finales a la red de distribución. Estos medidores permiten registrar el consumo de agua en puntos específicos, lo cual es útil para el análisis de demandas y para la facturación del servicio. Además, contribuyen a evaluar el comportamiento de la red en términos de caudal y presión en las zonas de consumo. (Bentley Systems, 2023).

### 2.2.5.1.3. Partes del Modelado Hidráulico

Figura 5.

Esquema de Modelos Hidráulicos

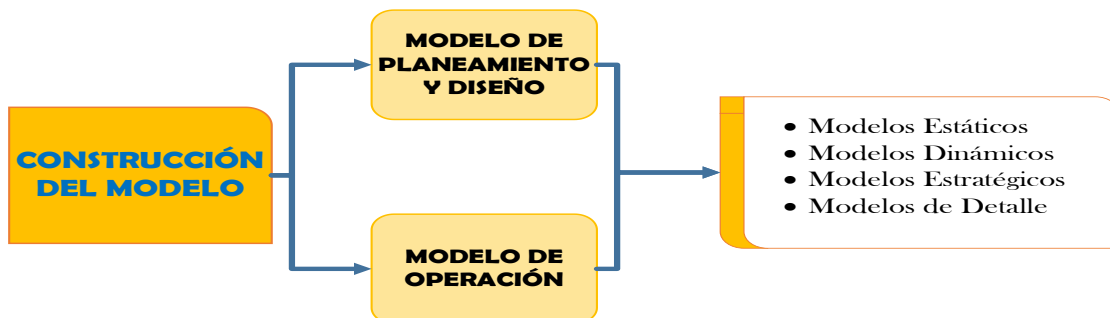


Nota. Elaboración Propia, Extraído de Bentley Systems, 2023.

### 2.2.5.1.4. Tipos de modelado hidráulico

Figura 6.

Esquema de Construcción de Modelo



Nota. Elaboración Propia, Extraído de Bentley Systems, 2023.



**2.2.5.1.5. Capacidades** WaterCAD es un software ampliamente utilizado en el campo de la ingeniería civil, especializado en la modelación y análisis de sistemas de distribución de agua potable. Desde su lanzamiento, ha sido una herramienta esencial para ingenieros que buscan diseñar, optimizar y gestionar redes de agua con precisión y eficiencia.

Según el Manual de WaterCAD (2013), el programa ofrece una amplia gama de capacidades que permiten a los usuarios realizar simulaciones hidráulicas detalladas, evaluar diferentes escenarios de diseño y gestionar eficazmente la infraestructura de distribución de agua potable. Estas funcionalidades han convertido a WaterCAD en una opción preferida para proyectos de redes de agua potable, proporcionando soluciones efectivas para el manejo del suministro de agua en diversas escalas. Entre sus funciones encontramos:

**a. Diseñar sistemas de distribución de agua potable.** WaterCAD permite planificar y estructurar redes de distribución de agua que aseguran el suministro eficiente y confiable a los usuarios finales, cubriendo desde pequeñas comunidades hasta grandes ciudades.

**b. Asignar y calcular las demandas de agua.** El software facilita la determinación de las demandas de agua de cada usuario o zona dentro del sistema, garantizando que el diseño de la red pueda satisfacer estas demandas sin comprometer la eficiencia.

**c. Construir y gestionar modelos hidráulicos.** Permite crear y mantener modelos detallados que simulan el comportamiento del flujo de agua a través de la red de distribución, permitiendo su optimización en condiciones de operación diversas.

**d. Simulación de la presión y flujo hidráulico.** WaterCAD tiene la capacidad de modelar el flujo de agua bajo diversas condiciones de presión, lo que permite a los ingenieros asegurar que el sistema de distribución funcione correctamente a lo largo de toda la red.

**e. Determinar el caudal en cada conducto.** Calcula el volumen de agua que circula a través de cada tramo de la red en un tiempo determinado, ayudando a analizar la distribución del caudal y ajustar el diseño del sistema según sea necesario.



**f. Perfil hidráulico.** Genera perfiles hidráulicos detallados que muestran cómo varían la presión y el flujo de agua a lo largo de la red, permitiendo la evaluación de la eficiencia del sistema en diferentes puntos.

**g. Velocidad del flujo en cada conducto.** WaterCAD calcula la velocidad del agua en cada sección de la red, tanto en las tuberías principales como en los laterales, garantizando que el sistema opere dentro de los parámetros de seguridad y eficiencia establecidos.

**h. Determinación de pérdidas de carga.** Analiza y calcula las pérdidas de presión en las tuberías debido a fricción, cambios en el diámetro y otros factores, ayudando a asegurar que el sistema mantenga una presión adecuada a lo largo de la red.

**i. Optimización de diámetros de las tuberías.** El software facilita la selección de diámetros óptimos para las tuberías de la red, lo que mejora la eficiencia en términos de costos de material y operación, mientras se asegura que el flujo de agua sea el adecuado.

**j. Evaluación del comportamiento hidráulico.** WaterCAD permite analizar cómo se comporta el flujo de agua en diferentes condiciones y escenarios, ayudando a los ingenieros a diseñar sistemas que sean robustos frente a variaciones en la demanda y condiciones extremas.

**k. Diagnóstico del estado de la red y detección de problemas.** El software permite evaluar la red de distribución en busca de posibles fallas o áreas donde el rendimiento pueda mejorarse, lo que ayuda a los ingenieros a realizar un mantenimiento preventivo y correctivo más efectivo.

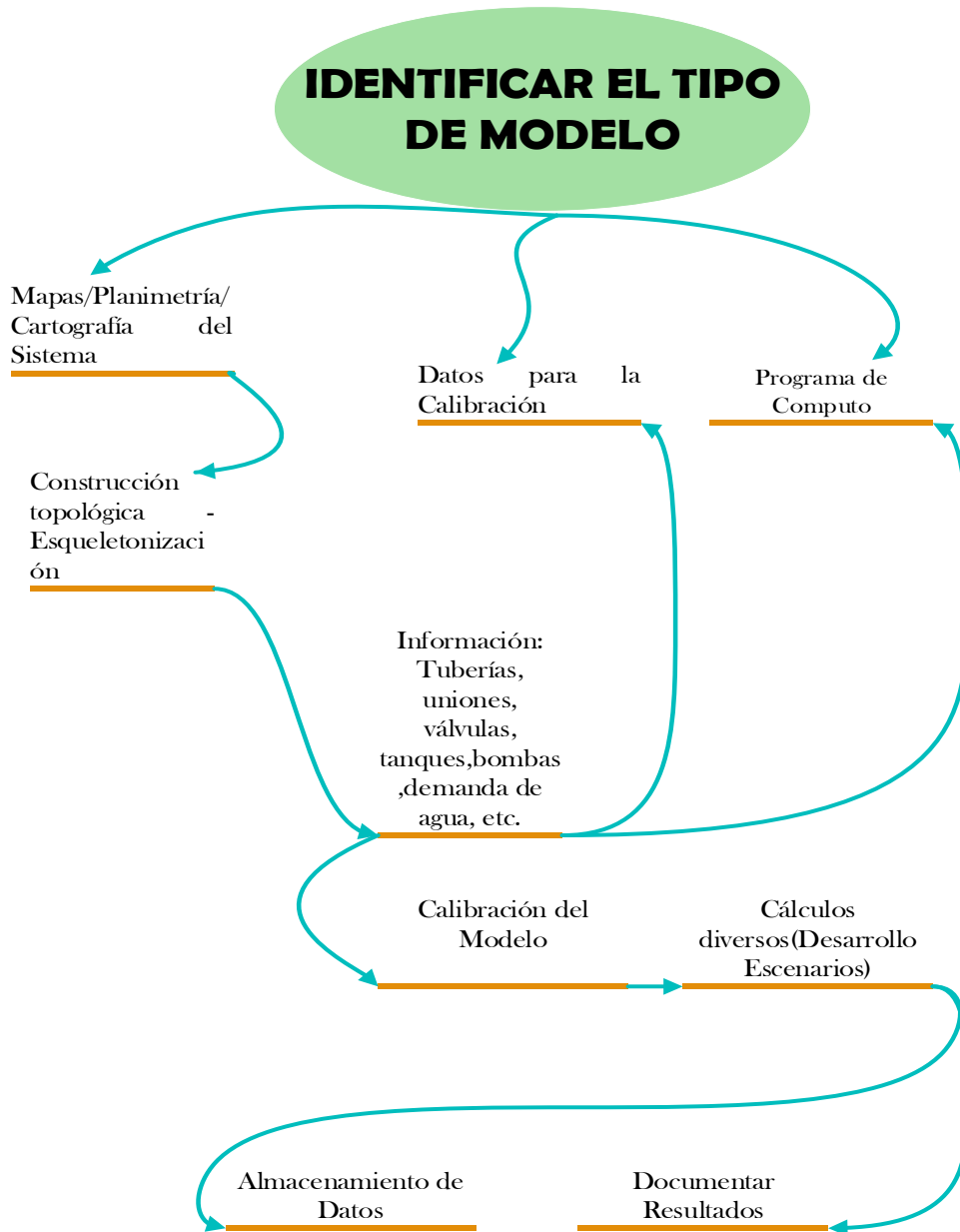
**l. Estimación de la eficiencia hidráulica del sistema.** WaterCAD calcula la eficiencia del sistema de distribución de agua en condiciones normales y extremas, ayudando a determinar si el sistema está funcionando de manera óptima o si es necesario realizar ajustes.

**m. Mejora de las condiciones operativas de la red.** Optimiza las condiciones operativas de la red, mejorando su capacidad de suministro, reduciendo pérdidas y garantizando que la presión y el caudal sean adecuados en todos los puntos de la red.

2.2.5.1.6. Etapas de modelamiento

Figura 7.

Esquema de Identificación de modelos Pautas y Seguidos



Nota. Elaboración Propia, Extraído de Bentley Systems, 2023.

#### 2.2.5.2. SewerCAD V10.04i

**2.2.5.2.1. Definición.** (...)SewerCAD es un programa de cómputo que permite modelar sistemas de drenaje sanitario, para analizar su comportamiento hidráulico o efectuar su dimensionamiento, cuya aplicación es amplia en la recolección de las aguas residuales. El manual permitirá conocer las características de este programa, saber bajo qué sistema operativo y entorno gráfico trabaja; describir los elementos usados para elaborar los modelos hidráulicos; determinar el tipo de análisis hidráulico.(Manual SewerCAD, 2013).

(Sanchez,2013)

Este programa fue desarrollado por Bentley Systems, SewerCAD es un software de modelado hidráulico utilizado para el diseño, análisis y operación de sistemas de alcantarillado o drenaje pluvial.

##### **2.2.5.2.2. Elementos para el modelamiento de la red**

**a. Conducto (Conduit).** Se refiere a las tuberías que transportan las aguas residuales a través de la red de alcantarillado. Los conductos son los elementos principales que conectan los nodos y permiten el flujo de aguas residuales. Estos conductos pueden ser de diferentes materiales, diámetros, longitudes y tienen características de pendiente y rugosidad que afectan al flujo hidráulico. (Bentley Systems, 2023).

**b. Cámaras de bombeo (PUMPING STATIONS).** Instalaciones donde se eleva el agua residual para superar diferencias de altura o para mantener el flujo cuando no es posible por gravedad. (Bentley Systems, 2023).

**c. Lateral (Lateral) .** Un lateral es una tubería de menor diámetro que conecta las propiedades individuales (como viviendas, comercios o industrias) con la red principal de alcantarillado, permitiendo el transporte de aguas residuales hacia el sistema principal. Estos conductos son esenciales para ampliar la cobertura de la red a nivel local. En SewerCAD, los laterales se modelan con características específicas (diámetro, longitud, pendiente) y pueden tener cargas de aguas residuales asignadas según el tipo de propiedad que abastecen, lo que permite simular el comportamiento hidráulico de la red. (Bentley Systems, 2023).



**d. Salidas o puntos de descarga (OUTFALLS).** Puntos donde el agua residual sale de la red de alcantarillado, ya sea hacia una planta de tratamiento, un cuerpo de agua, o cualquier otro destino final. (Bentley Systems, 2023).

**e. Cargas de aguas residuales (SANITARY LOADS).** Corresponde a la cantidad de agua residual generada por diferentes tipos de usuarios, como hogares, industrias, o áreas comerciales. Estas cargas se asignan a los nodos o tramos de la red. (Bentley Systems, 2023).

**f. Cotas y pendientes (ELEVATION).** Las cotas del terreno y del fondo de los pozos, así como las pendientes de las tuberías, son esenciales para modelar correctamente el flujo por gravedad. (Bentley Systems, 2023).

**g. Perfiles hidráulicos (HYDRAULIC PROFILES).** Representaciones del nivel de agua a lo largo de la red, que permiten evaluar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones de operación. (Bentley Systems, 2023).

**h. Manhole (Buzón).** Un manhole o pozo de visita es un punto de acceso en el sistema de alcantarillado, que permite realizar inspecciones, mantenimiento y limpieza de la red. Los pozos de visita se encuentran generalmente en los nodos donde las tuberías se conectan o se cambian de dirección. En SewerCAD, los pozos de visita son cruciales para la operación del sistema, ya que permiten acceder a los conductos para control de sedimentación, inspección visual o reparación. Los pozos también ayudan a medir la cota y la profundidad de la red de alcantarillado, lo cual es esencial para el diseño hidráulico del sistema. (Bentley Systems, 2023).

**i. Property Connections (Conexiones de propiedades).** Se refieren a las conexiones individuales de las propiedades (hogares, comercios, industrias) a la red de alcantarillado. Estas conexiones permiten que las aguas residuales de las propiedades sean transportadas a través de la red principal de alcantarillado. En SewerCAD, las conexiones de propiedad se modelan como nodos que se conectan con las tuberías principales o de ramificación del sistema. Las características de estas conexiones son clave para representar el comportamiento hidráulico y simular el flujo de aguas residuales desde las propiedades hacia el sistema de alcantarillado.

**j. Tap (Ramificación).** Se utiliza para modelar una ramificación o conexión secundaria a la red principal de alcantarillado. Los Taps se utilizan cuando una tubería de

menor diámetro se conecta a una tubería principal o de mayor diámetro. Este componente es esencial para representar conexiones de ramales o de menor tamaño dentro de la red, como las que se dan cuando una nueva propiedad se conecta a un colector existente o cuando se agrega una extensión a la red.

### 2.2.5.2.3. Partes del Modelado Hidráulico

Figura 8.

Esquema de Modelos Hidráulicos

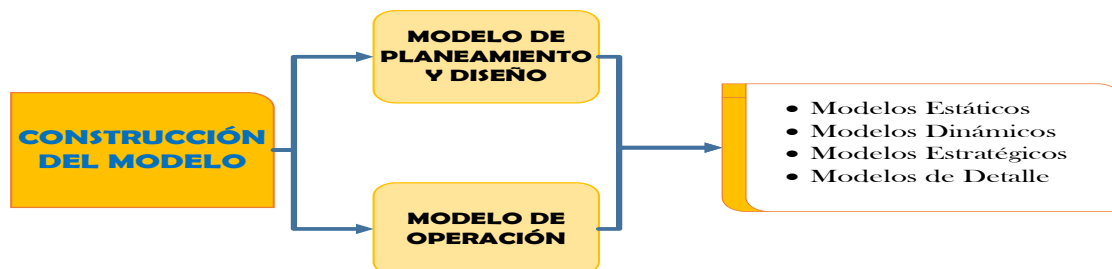


Nota. Elaboración Propia, Extraído de Bentley Systems, 2023.

### 2.2.5.2.4. Tipos de Modelos Hidráulicos

Figura 9.

Esquema de Construcción de Modelo



Nota. Elaboración Propia, Extraído de Bentley Systems, 2023.



**2.2.5.2.5. Capacidades.** SewerCAD es un software ampliamente utilizado en el campo de la ingeniería civil, especializado en la modelación y análisis de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. Desde su lanzamiento, ha sido una herramienta esencial para ingenieros que buscan diseñar y optimizar redes de alcantarillado con precisión y eficiencia. Según el Manual de SewerCAD (2013), el programa ofrece una amplia gama de capacidades que permiten a los usuarios realizar simulaciones hidráulicas detalladas, evaluar diferentes escenarios de diseño, y gestionar eficientemente la infraestructura de alcantarillado. Estas funcionalidades han convertido a SewerCAD en una opción preferida para proyectos de alcantarillado, brindando soluciones efectivas para el manejo de aguas residuales y pluviales en diversas escalas, entre sus funciones encontramos:

**a. Diseñar sistemas de alcantarillado sanitario.** Capacidad de planificar y estructurar redes de alcantarillado que recogen y transportan las aguas residuales de manera eficiente.

**b. Asignar y calcular las cargas sanitarias.** Permite determinar las cargas de aguas residuales que cada sección del sistema debe manejar, asegurando un diseño adecuado.

**c. Construir y gestionar modelos hidráulicos.** Habilidad para crear y mantener modelos que simulan el comportamiento del flujo de agua dentro de la red de alcantarillado.

**d. Simulación de la gravedad y presión hidráulica.** Capacidad de modelar cómo el agua fluye bajo la influencia de la gravedad y bajo diferentes condiciones de presión dentro del sistema.

**e. Determinar el caudal en cada conducto.** Calcula y establece el volumen de agua que pasa a través de cada segmento de la tubería en un tiempo determinado.

**f. Perfil Hidráulico considerando el FGV (Fondo de la Galería de Vertido).** Genera un perfil hidráulico que toma en cuenta las características geométricas y las condiciones específicas del sistema.

**g. Velocidad del flujo en cada conducto (entrada/salida).** Capacidad de calcular la velocidad del agua en cada tramo de la red, tanto en la entrada como en la salida de los conductos.

*h. Tensión tractiva y tirantes (entrada/salida).* Evalúa la fuerza ejercida por el flujo de agua sobre las paredes de los conductos y la altura del tirante en diferentes puntos de la red.

*i. Nivel de agua residual en las cámaras de bombeo.* Determina el nivel de agua residual presente en las cámaras de bombeo de drenaje (CBD), asegurando un control adecuado.

*j. Diámetros optimizados.* Facilita la selección del diámetro de tubería más adecuado para cada tramo, optimizando la eficiencia del sistema.

*k. Determinar el comportamiento hidráulico.* Analiza cómo se comporta el flujo de agua en diferentes escenarios dentro de la red.

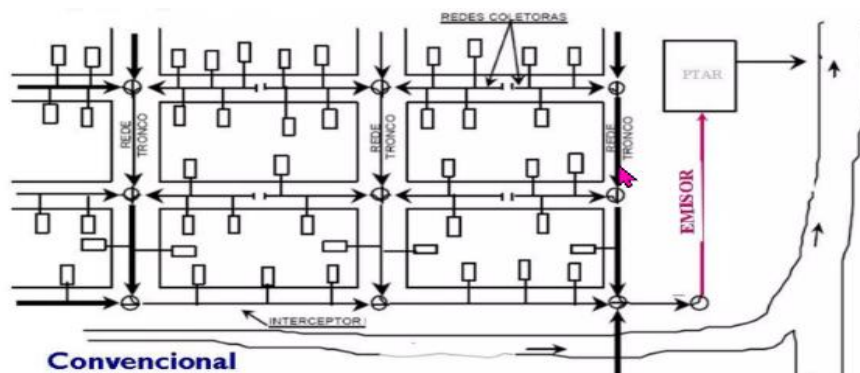
*l. Diagnóstico del estado de la red y detección de problemas.* Permite evaluar el estado actual de la red de alcantarillado y detectar posibles fallas o áreas de mejora.

#### 2.2.5.2.6. Tipología de red

*a. Red convencional (condominiales).* Son las que típicamente encontramos en ciudades densamente pobladas. Estas redes funcionan por gravedad y, en algunos casos, requieren estaciones de bombeo para mover las aguas residuales hacia las plantas de tratamiento. Para el autor Yuri Sánchez (2013), nos dice que se caracterizan por tuberías de mayor diámetro y una instalación más profunda, lo que garantiza que el flujo sea constante y minimiza problemas de obstrucción. Sin embargo, debido a la complejidad de su construcción y el material que se utiliza, tienden a ser más caras en cuanto a instalación y mantenimiento.

Figura 10.

Red convencional (Condominiales)

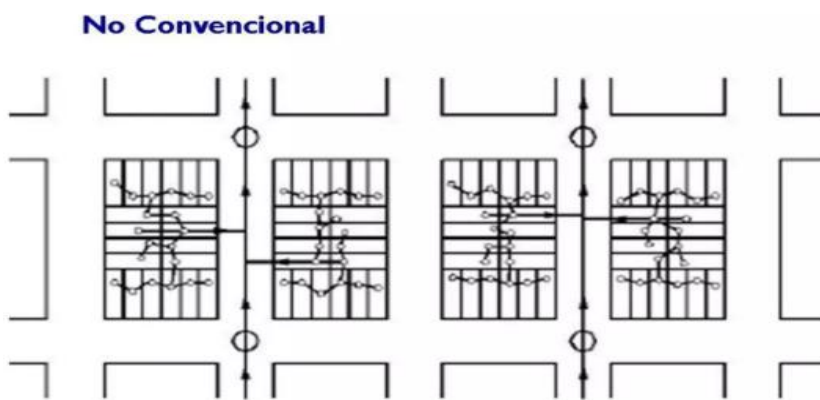


Nota. Extraído de Bentley Systems, 2023.

*b.Red no convencional (simplificados)* Son soluciones alternativas cuando la topografía o las condiciones económicas no permiten una red convencional. Estos sistemas, como los condominiales o de vacío, se aplican frecuentemente en zonas rurales o de baja densidad poblacional. Para el autor Yuri Sánchez (2013), nos dice que usan tuberías más pequeñas y se instalan a menor profundidad, lo que reduce significativamente los costos de obra y mantenimiento.

Figura 11.

Red no convencional (Condominiales)

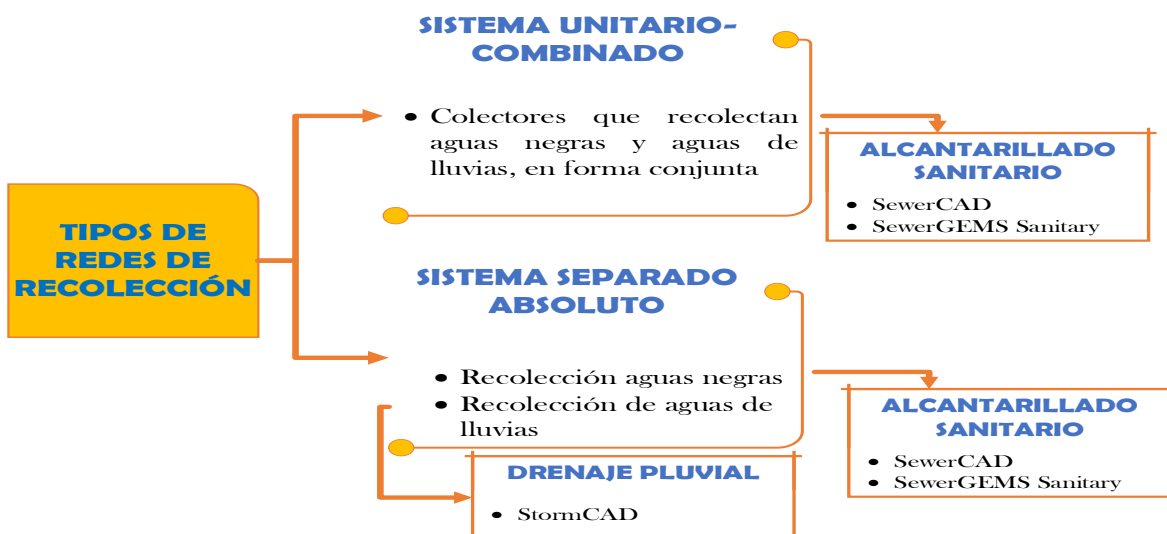


Nota. Extraído de Bentley Systems, 2023.

### 2.2.5.2.7. Tipo de redes de Recolección

Figura 12.

Esquema de Tipos de redes de Recolección

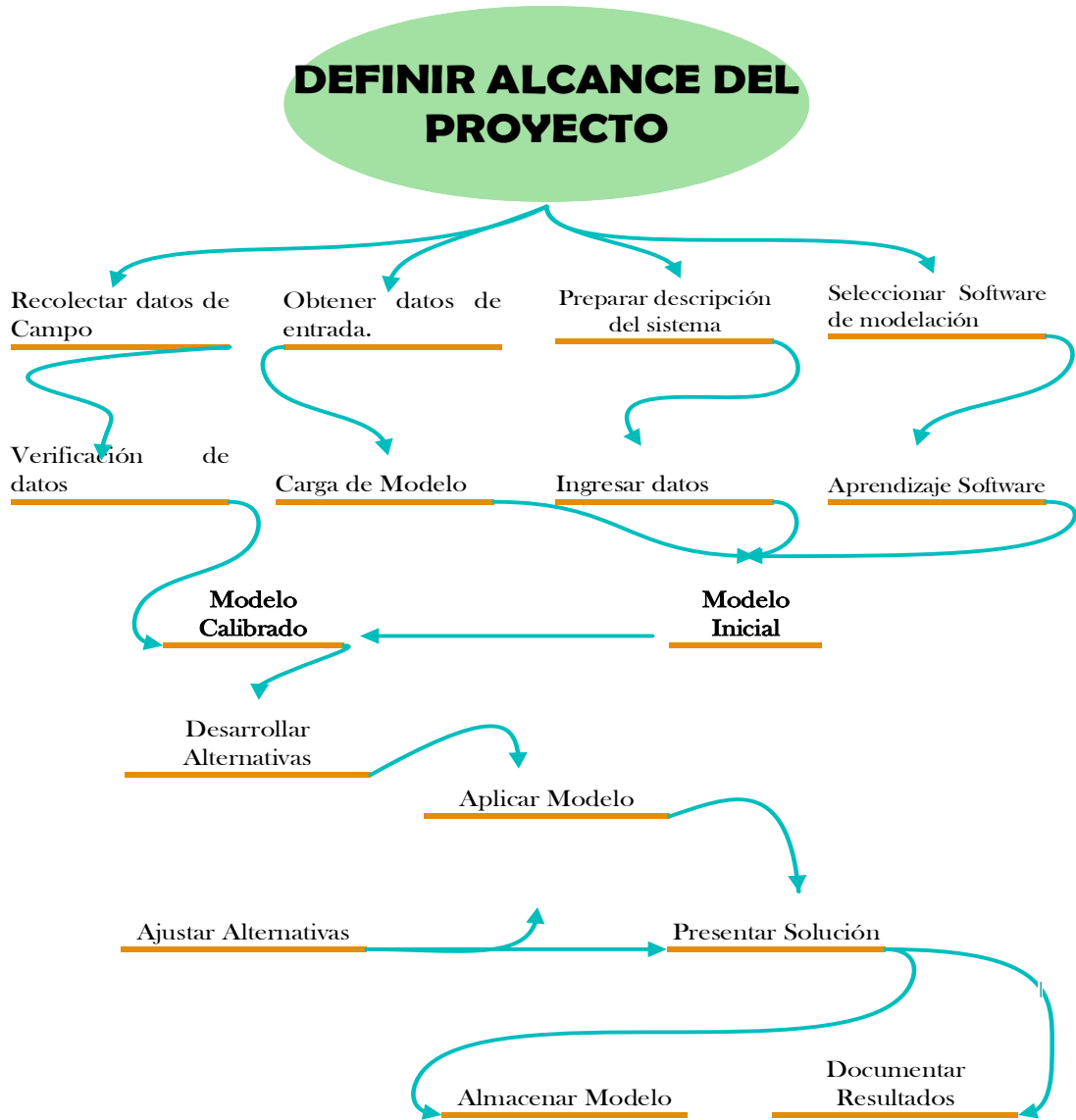


Nota. Extraído de Bentley Systems, 2023.

2.2.5.2.8. Etapas de modelamiento

Figura 13.

Esquema de Etapas y Alcances del Proyecto



Nota. Elaboración Propia, Extraído de Bentley Systems, 2023.

# **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**



### 3.1. MATERIALES

#### 3.1.1. Software:

- WaterCAD versión 10.04: Software de modelado hidráulico para sistemas de distribución de agua.
- SewerCAD versión 10.04: Software de modelado hidráulico para sistemas de alcantarillado.
- Civil3D versión 2022: Software de diseño y modelado especializado en ingeniería civil y topografía.
- Microsoft Excel versión 2019: Software de hoja de cálculo utilizado para análisis de datos, creación de gráficos, y automatización de tareas mediante fórmulas y macros.
- Microsoft Word versión 2019: Software de procesamiento de texto utilizado para la creación, edición y formato de documentos con herramientas de colaboración y diseño.
- AutoCAD versión 2024: Software de diseño asistido por computadora (CAD) utilizado en la creación de planos y modelos en 2D y 3D para arquitectura, ingeniería y construcción.

#### 3.1.2. Estudio demográfico

- Datos de tamaño promedio de un hogar peruano extraídos del INEI en 2021.

#### 3.1.3. Estudio topográfico

- Estación total
- Trípode
- Estadia porta prisma
- Prisma
- GPS
- Cinta métrica de 100 metros

#### 3.1.4. Estudio Hidráulica:

- Datos sobre la demanda de agua y población proyectada.

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es Aplicada, ya que busca dar una solución a la problemática del agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano Nuevo Horizonte.

### 3.2.2. Enfoque de Investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo ya que se obtiene valores numéricos a partir de los datos hidráulicos.

### 3.2.3. Nivel de la Investigación

El nivel de investigación es descriptivo, dado que implica la necesidad de proporcionar descripciones detalladas de las condiciones actuales a través de la recopilación de información.

### 3.2.4. Diseño de Contrastación de la Hipótesis

#### Hipótesis:

La aplicación de los softwares WaterCAD y SewerCAD nos permitirán evaluar el diseño óptimo para las redes de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano Nuevo Horizonte.

#### Hipótesis nula ( $H_0$ ):

La aplicación de los softwares WaterCAD y SewerCAD no tendrá un impacto significativo en la evaluación del diseño óptimo para las redes de agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano Nuevo Horizonte.

$$H_0: \mu_A \leq \mu_B$$

Donde:

$\mu_A$  = Representa la efectividad del diseño utilizando WaterCAD y SewerCAD.

$\mu_B$  = Representa el nivel del diseño sin el uso de estos softwares..

#### Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):

La aplicación de los softwares WaterCAD y SewerCAD resultará en una mejora significativa en la evaluación del diseño óptimo para las redes de agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano Nuevo Horizonte.

$$H_1: \mu_A > \mu_B$$

Donde:

$\mu_A$  = Representa la efectividad del diseño utilizando WaterCAD y SewerCAD.

$\mu_B$  = Representa el nivel del diseño sin el uso de estos softwares..

### **3.2.5. Diseño de Investigación:**

#### **Población de estudio**

Residentes del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte.

#### **Muestra y Métodos**

- Obtener la población total del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte
- Recopilar datos necesarios para la implementación en WaterCAD y SewerCAD
- Implementar el diseño en WaterCAD y SewerCAD utilizando los datos recopilados.

#### **Variables**

- Variable independiente: Asentamiento Humano Nuevo Horizonte.
- Variable dependiente: WaterCAD y SewerCAD

#### **Procedimiento**

- **Evaluación de los datos**
  - Realizar evaluaciones del sistema de agua potable y alcantarillado antes de la implementación de WaterCAD y SewerCAD.
- **Aplicación de los datos**
  - Implementar el diseño de redes en WaterCAD y SewerCAD.
- **Análisis de datos**
  - Validar que las nuevas redes de agua potable y alcantarillado sean capaces de manejar la demanda de la población
- **Presentación de resultados:**
  - Presentar la alternativa óptima para el diseño de las redes de agua potable y alcantarillado.

#### **Consideraciones éticas**

- Obtener el consentimiento de la directiva del Asentamiento Humano.



## Conclusiones

- Si se observa una diferencia significativa al evaluar el diseño de redes en WaterCAD y SewerCAD, se confirmaría la hipótesis.
- Si los resultados no muestran una diferencia significativa, se invalidaría la hipótesis.

### 3.2.6. Población muestral

Se considera una sola definición como población muestral ya que en este trabajo de investigación consideramos El asentamiento humano Nuevo Horizonte (Nuevo Chimbote).

### 3.2.7. Variables y Operacionalización

#### 3.2.7.1. Variables

**3.2.7.1.1. Variable Independiente.** Asentamiento Humano Nuevo Horizonte

**3.2.7.1.2. Variable Dependiente.** Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado con WaterCAD versión 10.04 y SewerCAD versión 10.04.

#### 3.2.7.2. Definición Conceptual

**3.2.7.2.1. Variable Independiente.** Un asentamiento humano es la concentración de viviendas en un área determinada, donde las condiciones de vivienda y los servicios básicos pueden ser precarios debido a la falta de regularización y el crecimiento rápido de la población.

**3.2.7.2.2. Variable Dependiente.** WaterCAD y SewerCAD son dos aplicaciones de modelado hidráulico desarrolladas por Bentley Systems para el análisis y diseño de redes de abastecimiento de agua y sistemas de alcantarillado, respectivamente.

#### 3.2.7.3. Definición Operacional

**3.2.7.3.1. Variable Independiente:**

Tabla 6.  
Variable Independiente

Variables	Dimensiones	Instrumentos	Escalas
	Topográfica	Planos topográficos	Nominal

<b>Variable Independiente:</b>			
Asentamiento Humano Nuevo Horizonte	Demográfica	Tamaño promedio de un hogar peruano según INEI	Ordinal

Nota. *Elaboración Propia*

### 3.2.7.3.2. Variable Dependiente:

Tabla 7.

Variable Dependientes

Variables	Dimensiones	Instrumentos	Escalas
<b>Variable Dependiente:</b>		Informe de modelamiento WaterCAD	Ordinal
Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado con WaterCAD y SewerCAD.	Datos hidráulicos	Informe de Modelamiento SewerCAD	Ordinal

Nota. *Elaboración Propia*

### 3.2.8. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

**3.2.8.1. Técnicas.** Se usará el Análisis documental para todos los instrumentos.

**3.2.8.2. Instrumentos:**

**Tabla 8.**

**Reporte de nodos en WaterCAD.**

Elemento	Elevación	Presiones		Coordenadas (m)		Demanda(l/s)
		Presión dinámica (m.c.a)	Presión estática (m.c.a)	X	Y	

**Nota.** Elaboración Propia, Adaptado del programa computacional Bentley SewerCAD V10.













**Tabla 14.**

*Ficha de número de habitantes por lote*

Manzana	
Lote	Tamaño promedio de un hogar peruano según INEI
TOTAL	

*Nota.* Elaboración Propia.

**3.2.9. Procedimiento de la Recolección de Datos**

**- Reconocimiento de la zona de estudio:**

Se realizaron visitas de campo a la zona de estudio con el fin de recopilar la información requerida para la investigación.

**- Estudio de población:**

Se realizó el cálculo de la cantidad de número de habitantes del asentamiento con el conteo total de lotes por cada manzana y con el tamaño promedio de un hogar peruano según INEI.

**- Estudio topográfico**

Se realizó el levantamiento topográfico

- **Cálculos de parámetros de diseño**

Se aplicaron las fórmulas pertinentes mencionadas en el marco teórico para calcular los parámetros de diseño esenciales.

- **Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado**

Se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua en el software WaterCAD.

Se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de alcantarillado en el software SewerCAD

### 3.2.10. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Resultados

Los datos que fueron recopilados en campo y los cálculos obtenidos en gabinete fueron procesados en los siguientes softwares:

- Civil 3D versión 2022: Es un software de diseño y modelado especializado en ingeniería civil y topografía.
- WaterCAD versión 10.04: Este programa de modelado hidráulico se emplea para la planificación, diseño y operación efectiva de sistemas de distribución de agua.
- SewerCAD versión 10.04: Un software de modelado de alcantarillado sanitario que facilita el diseño, análisis y planificación de sistemas de recolección de aguas residuales.
- Microsoft Excel versión 2019: Software de hoja de cálculo utilizado para análisis de datos, creación de gráficos, y automatización de tareas mediante fórmulas y macros.
- Microsoft Word versión 2019: Software de procesamiento de texto utilizado para la creación, edición y formato de documentos con herramientas de colaboración y diseño.
- AutoCAD versión 2024: Software de diseño asistido por computadora (CAD) utilizado en la creación de planos y modelos en 2D y 3D para arquitectura, ingeniería y construcción.

Así también se verificaron los parámetros necesarios para la investigación en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

# **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES**

## 4.1. RESULTADOS

### 4.1.1. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

Con el propósito de identificar el tipo de suelo y determinar la profundidad del nivel freático en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, se llevó a cabo la excavación de una calicata en la zona de estudio con fines académicos.

La calicata fue realizada en la ubicación geográfica correspondiente a las coordenadas Norte 774716.665 y Este 8989269.3. A partir del análisis del suelo extraído, se obtuvieron las siguientes conclusiones, que servirán como base para la caracterización geotécnica del terreno.

1. Para el diseño de estructuras resistentes a sismos, es fundamental tomar en cuenta ciertos parámetros establecidos en las normativas correspondientes

**Tabla 15.**

**Factor de Zona y Tipo de Suelo**

<b>*Factor de Zona:</b>	Z	0.45
<b>*Factor de Importancia:</b>	U	1.0
<b>*Factor de Suelo:</b>	S2	1.05
<b>TP</b>		0.6
<b>TL</b>		2

*Nota. Elaboración Propia*

2. El terreno del área en análisis muestra una topografía con una elevación baja y características de baja humedad. El grado de compactación del suelo varía desde flojo hasta denso, según los resultados obtenidos en exploraciones realizadas hasta -1.50 m de profundidad mediante la calicata
3. Para determinar las características del suelo en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, se llevaron a cabo investigaciones geotécnicas mediante la excavación de una calicatas, las cuales fueron ubicadas de manera estratégica en la zona central del asentamiento. Este procedimiento permitió obtener datos representativos sobre la

composición y comportamiento del suelo en dicha área, esenciales para el análisis de las condiciones geotécnicas del terreno.

**Tabla 16.**

**Cuadro de Calicatas**

Resumen	Nº calicatas	C-01
	Profundidad	-1.50 mts.

*Nota. Elaboración Propia*

4. Para evaluar las propiedades físicas de las muestras de suelo, se efectuó el ensayo correspondiente en la calicata extraída. Este procedimiento permitió obtener los resultados que se detallan a continuación.

**Tabla 17.**

**Clasificación de Suelos**

Calicata	Clasificación						Profundidad (m)
	SUCS	AASHTO	LL	IP	% Humedad	Espesor (m)	
C-01	Material de relleno no calificado					-0.25	-1.50
	SP	A-2-4 (0)	N.P.	N.P.	1.75	-1.25	
	SP	A-2-4 (0)	N.P.	N.P.	1.52	-1.25	

*Nota. Elaboración Propia*

Según el Estudio de Suelos realizado con fines académicos para la tesis denominada “**Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote**” se determinó que en la calicata C-01 el suelo presenta un estado flojo. Este suelo tiene un color beige claro en condiciones secas y está compuesto por material de relleno no controlado, una mezcla de arena y desmonte.

La excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.50 m respecto al nivel superficial del terreno. Según el sistema de clasificación unificada de suelos (SUCS), el material encontrado se clasifica como SP (arenas mal graduadas), mientras que, conforme a la clasificación de la AASHTO, corresponde a la categoría A-2-4 (0), caracterizada por

materiales granulares con partículas finas de tipo limoso. Además, al término de la excavación no se identificó la presencia de napa freática.

- Para identificar la presencia de nivel freático en la muestra de suelo, se llevó a cabo el respectivo ensayo correspondientes, el cual indicó que no se detectó la existencia de ello en el área de estudio. Sin embargo, se advierte que esta condición podría experimentar variaciones debido a los efectos asociados con el fenómeno de El Niño.

**Tabla 18.**

**Cuadro de resumen del Nivel Freático**

CUADRO DE RESUMEN			
Nº CALICATAS	UBICACIÓN SEGÚN PLANO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	COORDENADAS	NAPA FREÁTICA
C-01	AA.HH. Nuevo Horizonte	774716.665 m N. 8989269.300 m E.	NO PRESENTA

*Nota. Elaboración Propia*

#### 4.1.2. Estudio social

Con el propósito de analizar las características demográficas, socioeconómicas y culturales de la población beneficiaria, y asegurar que el proyecto se alinee con sus necesidades reales y promueva su sostenibilidad a largo plazo, se llevarán a cabo visitas al área de intervención. Estas permitirán observar la distribución de los lotes, identificar sus usos específicos y determinar con precisión la cantidad total de lotes existentes.

Para realizar un análisis más detallado respecto a los usos de las viviendas, los datos recolectados fueron organizados en cuadros que incluyen información sobre la altura en pisos, el uso de la vivienda, las características del lote y los materiales empleados en su construcción.

Tabla 19.

Situación Actual del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte

Manzana A	<b>Lote</b>	A-01
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	A-02
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	A-03
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	A-04
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	2
	<b>Lote</b>	A-05
	Material	Pre - Fabricado
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	A-06
	Material	Noble
	Detalle	Tienda

Manzana D	<b>Lote</b>	D-01
	Material	Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	D-02
	Material	Triplay
	Detalle	Iglesia
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	D-03
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	D-04
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	D-05
	Material	Noble y Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	D-06
	Material	Noble y Triplay
	Detalle	Vivienda

#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-07
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	A-08
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-09
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-10
Material	Noble/ Pre fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	A-11
Material	Pre - Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-12
Material	Noble

#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-07
Material	Pre-Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-08
Material	Pre-Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-09
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-10
Material	Noble y Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-11
Material	Esteras y Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-12
Material	Noble



Detalle	Tienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-13
Material	Noble/ Prefabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-14
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-15
Material	Pre - Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-16
Material	Pre - Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	A-17
Material	Noble
Detalle	Tienda
#De pisos	1

Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-13
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-14
Material	Noble y Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-15
Material	Noble y Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-16
Material	Esteras
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-17
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-18



Mz. B	<b>Lote</b>	Mz. B Lt.01
	Material	Noble
	Detalle	I.E. N°88413 INICIAL - PRIMARIA
	#De pisos	1

Manzana C	<b>Lote</b>	C-01
	Material	Noble
	Detalle	Capilla "Virgen de las Mercedes"
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	C-02
	Material	-
	Detalle	Vacío
	#De pisos	0
	<b>Lote</b>	C-03
	Material	-
	Detalle	Vacío
	#De pisos	0
	<b>Lote</b>	C-04
	Material	-
	Detalle	Vacío
	#De pisos	0

Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-19
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-20
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-21
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	D-22
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1

<b>Manzana E</b>	<b>Lote</b>	E-01
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	E-02
	Material	Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	E-03
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	E-04
	Material	Noble y Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	E-05
	Material	Noble
Detalle	Vivienda	
#De pisos	1	
<b>Lote</b>	E-06	
Material	Madera	
Detalle	Vivienda	

<b>Manzana F</b>	<b>Lote</b>	F-01
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	F-02
	Material	Pre - Fabricado
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	F-03
	Material	Pre - Fabricado
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	F-04
	Material	Pre - Fabricado
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	F-05
	Material	Noble
Detalle	Vivienda	
#De pisos	1	
<b>Lote</b>	F-06	
Material	Pre - Fabricado	
Detalle	Vivienda	



#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-07
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-08
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-09
Material	Noble
Detalle	Vivienda - Librería
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-10
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-11
Material	Noble
Detalle	Vivienda/ tienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-12
Material	Madera

#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-07
Material	Pre - Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-08
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-09
Material	Noble/Madera
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-10
Material	Noble/Madera
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	F-11
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-12
Material	Noble



Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-13
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-14
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-15
Material	Noble y Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-16
Material	Noble y Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-17
Material	Noble y Madera
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	E-18
Material	Noble

Detalle	Tienda/Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	F-13
Material	Pre - Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-14
Material	Noble - Madera
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-15
Material	Pre - Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-16
Material	Pre - Fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-17
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	F-18
Material	Noble



	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	E-19
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	E-20
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	E-21
	Material	Noble y Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	E-22
	Material	Noble
	Detalle	Librería/ Noble
	#De pisos	1

	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	F-19
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	F-20
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	2
	<b>Lote</b>	F-21
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	F-22
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	2

Manzana G	<b>Lote</b>	G-01
	Material	Pre-fabricado
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1

Manzana G	<b>Lote</b>	G-12
	Material	Noble - madera
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1



<b>Lote</b>	G-02
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-03
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-04
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-05
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-06
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-07
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1

<b>Lote</b>	G-13
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-14
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-15
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-16
Material	Noble
Detalle	Tienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-17
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-18
Material	Noble
Detalle	Licolería
#De pisos	1



	<b>Lote</b>	G-08
	Material	Pre-fabricado
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	G-09
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	G-10
	Material	Pre-fabricado
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-11	
Material	Noble	
Detalle	Vivienda	
#De pisos	1	

	<b>Lote</b>	G-19
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	G-20
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda/tienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	G-21
	Material	Pre-fabricado
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
<b>Lote</b>	G-22	
Material	Pre-fabricado	
Detalle	Vivienda	
#De pisos	1	

Mz. I	<b>Lote</b>	I-01
	Material	Noble
	Detalle	Parque/Complejo deportivo
	#De pisos	1

H Manzana	<b>Lote</b>	H-01
	Material	Pre-fabricado

Manzana J	<b>Lote</b>	J-01
	Material	Noble





Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-02
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-03
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-04
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	H-05
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-06
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-07
Material	Noble

Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-02
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-03
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-04
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-05
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-06
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-07
Material	Noble



Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-08
Material	Noble
Detalle	Licolería/Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	H-09
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-10
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-11
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-12
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-13

Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-08
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-09
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-10
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-11
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	J-12
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-13



Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-14
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-15
Material	Noble
Detalle	Vivienda/tienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	H-16
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-17
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-18
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1

Material	Estera
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-14
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-15
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-16
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-17
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-18
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1

<b>Lote</b>	H-19
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-20
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-21
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-22
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-23
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-24
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda

<b>Lote</b>	J-19
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-20
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-21
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	J-22
Material	Noble
Detalle	Tienda/Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	J-23
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-24
Material	Noble
Detalle	Vivienda



#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-25
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	H-26
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1

#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-25
Material	Pre-fabricado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	J-26
Material	Aglomerado
Detalle	Vivienda
#De pisos	1

<b>Manzana G</b>	<b>Lote</b>	K-01
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	K-02
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	K-03
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda/Tienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	K-04
	Material	Noble

<b>Manzana G</b>	<b>Lote</b>	L-01
	Material	Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	L-02
	Material	Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	L-03
	Material	Noble/ Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	L-04
	Material	Noble



Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-05
Material	Madera
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-06
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-07
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-08
Material	Noble
Detalle	Vivienda/Tienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-09
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-10
Material	Noble/ Triplay

Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-05
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-06
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-07
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-08
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-09
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-10
Material	Noble



Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-11
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-12
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-13
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-14
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-15
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-16

Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-11
Material	Estera
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-12
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda/Cochera
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-13
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-14
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-15
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-16



Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-17
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	K-18
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	K-19
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-20
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	K-21
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2

Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-17
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-18
Material	Estera
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-19
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-20
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	L-21
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1





	<b>Lote</b>	K-22
	Material	Noble/ Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1

	<b>Lote</b>	L-22
	Material	Noble/ Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1

Manzana G	<b>Lote</b>	LL-01
	Material	Noble
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	2
	<b>Lote</b>	LL-02
	Material	Noble/ Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	LL-03
	Material	Pre-Fabricada
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	LL-04
	Material	Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-05	
Material	Noble/ Triplay	
Detalle	Tienda/Vivienda	

Manzana G	<b>Lote</b>	M-01
	Material	Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	M-02
	Material	Noble/ Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	M-03
	Material	Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
	<b>Lote</b>	M-04
	Material	Triplay
	Detalle	Vivienda
	#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-05	
Material	Triplay	
Detalle	Vivienda	



#De pisos	2
<b>Lote</b>	LL-06
Material	Esteras/ Triplay y Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-07
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-08
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-09
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-10
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-11
Material	Noble

#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-06
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-07
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	M-08
Material	Triplay
Detalle	Vivienda/Tienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-09
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-10
Material	Noble
Detalle	Vivienda/Tienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-11
Material	Noble/ Triplay



Detalle	Vivienda
#De pisos	3
<b>Lote</b>	LL-12
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-13
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-14
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-15
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-16
Material	Noble/ Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-17

Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	M-12
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-13
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-14
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-15
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-16
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-17



Material	Noble
Detalle	Vivienda/Tienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-18
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	2
<b>Lote</b>	LL-19
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-20
Material	Esteras
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-21
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	LL-22
Material	Pre-Fabricada
Detalle	Vivienda
#De pisos	1

Material	Noble
Detalle	Tienda/Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-18
Material	Triplay
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-19
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-20
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-21
Material	Noble
Detalle	Vivienda
#De pisos	1
<b>Lote</b>	M-22
Material	Noble
Detalle	Vivienda/Licolería
#De pisos	1

*Nota. Elaboración Propia – Visita a Campo.*

## 4.2. Cálculo de Estimación de Población Futura

### 4.2.1. Método Aritmético

Tabla 20.

Población Futura con el Método Aritmético

Año	Población (hab.) Actual	t
2024	984	-
Año	Población (hab.) Futura	t
2044	84,176	20

Nota. *Elaboración Propia*

### 4.2.2. Método Geométrico

Tabla 21.

Población Futura con el Método Geométrico

Año	Población (hab.) Actual	t
2024	984	-
Año	Población (hab.) Futura	t
2044	1,251	20

Nota. *Elaboración Propia*

### 4.2.3. Método de Interés Simple

Tabla 22.

Población Futura con el Método Interés Simple

Año	Población (hab.) Actual	t
2024	984	-
Año	Población (hab.) Futura	t
2044	1,240	20

Nota. *Elaboración Propia*

#### 4.2.4. Método Exponencial

Tabla 23.

Población Futura con el Método Exponencial

Año	Población (hab.) Actual	t
2024	984	-
Año	Población (hab.) Futura	t
2044	1,250	20

Nota. *Elaboración Propia*

Como resultado final, se obtuvieron varias proyecciones derivadas de los métodos aplicados, se descartó el método aritmético debido a que dio un resultado desproporcionado al compararlo con los otros métodos. Para los fines del diseño y planificación, se seleccionará la proyección más alta como referencia, asegurando que la infraestructura proyectada sea capaz de satisfacer las demandas futuras más exigentes.

Tabla 24.

Resumen de resultados de la Estimación de Población Futura

Pobl. Actual	Población futura (20 años)		
	Met. Geométrico	Met. Interés simple	Met. Exponencial
984	1,251	1,240	1,250

Nota. *Elaboración Propia*

### 4.3. Cálculo del Caudal de Diseño

#### 4.3.1. Demanda De Agua Potable Para Consumo No Doméstico

Tabla 25.

Dotación de la I.E. N°88413 INICIAL - PRIMARIA

Dotación	Uso:	I.E. N°88413 Inicial -Primaria	
	Grado	Inicial	Primaria

#Alumnos	69	301
DOTACIÓN Lit/alumno/día		50
Total, alumnos		18500
Docentes iniciales	Inicial	Primaria
Docentes primarias	3	11
DOTACIÓN Lit/docente/día		50
Total, docentes		700
Dotación total		19200

Nota. Elaboración Propia

Tabla 26.  
Demanda de Agua Potable de la I.E. N°88413

I.E. N°88413 Inicial -Primaria		
<b>Demanda de agua potable</b>	QM= Consumo de agua por alumno (L/s)	0,214
	QM= Consumo de agua por docente (L/s)	0,008
	Total, QM(L/s)	0,222
		K1= 1,3
	QMD(L/s)	0,289
		K2= 1,8
	QMH (L/s)	0,400

Nota. Elaboración Propia

Tabla 27.  
Dotación del Parque "Nuevo Horizonte"

USO:		PARQUE NUEVO HORIZONTE
<b>DOTACIÓN</b>	Área	860,7728
	Dotación	2
	Total	1721,546

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 28.**  
Demanda de Agua Potable del Parque “Nuevo Horizonte”

Parque Nuevo Horizonte		
Demanda de agua potable	Total, QM (l/s)	0,020
	QMD(L/s)	K1= 1,3
		0,026
	QMH (L/s)	K2= 1,8
0,036		

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 29.**  
Dotación de la Capilla “Virgen de las Mercedes”

Dotación	Uso:	Capilla "virgen de las mercedes"
	#De asientos	120
	Dotación	3
	Total	360,000

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 30.**  
Demanda de Agua Potable de la Capilla “Virgen de las Mercedes”

Capilla "Virgen de las Mercedes"		
Demanda de agua potable	QM (L/s)	0,004
	QMD(L/s)	K1= 1,3
		0,005
	QMH (L/s)	K2= 1,8
0,008		

Nota. Elaboración Propia



**Tabla 31.**  
**Resumen General de la demanda de Agua potable para Equipamiento Público**

<b>Demanda de agua potable al consumo no domestico</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Consumo de agua no domestico (lt/seg)</b>
I.E. N°88413 Inicial -Primaria	0,400
Parque Nuevo Horizonte	0,036
Capilla "Virgen de las Mercedes"	0,008
<b>Total</b>	<b>0,443</b>

*Nota. Elaboración Propia*

#### **4.3.2. Demanda De Agua Potable Para Consumo Doméstico**

Se llevó a cabo la identificación de las viviendas existentes en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte. Con base en esta información, se estimó la población futura y se determinó la dotación requerida, siguiendo los lineamientos técnicos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en las normas IS.010 y OS.100.

**Tabla 32.**  
**Demanda de Agua Potable de la Capilla “Virgen de las Mercedes”**

<b>Pobl. Actual</b>	<b>Población futura (20 años)</b>
	<b>Met. Geométrico</b>
984	1251

*Nota. Elaboración Propia*

Una vez estimada la población futura, se procederá a determinar la dotación correspondiente, considerando las especificaciones de la normativa aplicable, como el Reglamento Nacional de Edificaciones, y/o referencias de estudios previos disponibles, en caso de existir. Este enfoque asegura que los cálculos se fundamenten en criterios técnicos y respaldados por datos verificar.

Al analizar las condiciones climáticas de la ciudad en estudio, se identificó que el clima predominante en Nuevo Chimbote es cálido. De acuerdo con lo establecido en la Norma OS.100, específicamente en el ítem 1.4, titulado “Dotación de Agua”, se señala:

“Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 L/hab/d, en clima frío y de 220 L/hab/d en clima templado y cálido.” (OS.100, 2006)

**Tabla 33.**

**Dotación de Agua según Norma OS. 100**

Climas	Lotes <90 M2	Lotes >90 M2
Frío	120 L/Hab/d	180 L/Hab/d
Templado y Cálido	150 L/Hab/d	220 L/Hab/d

**Nota.** *Elaboración Propia*

Para el dimensionamiento del sistema, se consideró una dotación de 220 L/hab/día, valor que se empleó como base para el desarrollo de los cálculos hidráulicos correspondientes, obteniéndose los resultados que se presentan a continuación.

PF=	1251
Dotación=	220
QM=	3.185 L/s

El cálculo realizado determina que el consumo promedio diario anual (QM) asciende a 3.185 L/s, lo que representa el caudal promedio requerido para satisfacer la demanda en condiciones normales durante el transcurso del año.

En la Norma OS.100, específicamente en el ítem "1.5. Variaciones de Consumo", se detallan los coeficientes correspondientes al Consumo Máximo Diario y al Consumo Máximo Horario. Estos coeficientes son fundamentales para el cálculo y la evaluación de las demandas máximas, permitiendo dimensionar con precisión los sistemas de abastecimiento de agua y garantizar su capacidad para satisfacer las variaciones del consumo.



- Máximo Anual de la Demanda Diaria: 1.3
- Máximo Anual de la Demanda horaria: 1.8 a 2.5

Para el cálculo del Consumo Máximo Diario, se adopta un coeficiente de 1.3, de acuerdo con las disposiciones de la Norma OS.100.

$$QM = 3.185$$

$$K1 = 1.3$$

$$QMD = 4.141$$

Para la estimación del Consumo Máximo Horario, se aplicará un coeficiente de variación de 1.8, conforme a lo establecido en la Norma Técnica OS.100. La utilización de este valor se justifica en función de que el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte forma parte del sistema de abastecimiento de agua potable de la jurisdicción de Nuevo Chimbote, cuya población excede los 10,000 habitantes, criterio bajo el cual se aplica dicho coeficiente.

$$QM = 3.185$$

$$K1 = 1.8$$

$$QMH = 5.734$$

El diseño de la red de distribución se realizará conforme a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la Norma OS.050, la cual establece que el cálculo debe basarse en el valor mayor obtenido al comparar el Consumo Máximo Horario con la suma del Consumo Máximo Diario y el consumo contra incendios.

En este caso particular, se optará por utilizar el Consumo Máximo Horario como criterio de diseño, dado que representa el mayor valor de consumo, asegurando así que la red de agua potable sea capaz de satisfacer las demandas más exigentes.

**Tabla 34.**

**Parámetros de Diseño para Servicio de Agua en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte**

<b>Parámetros de diseño para servicio de agua en el asentamiento humano nuevo horizonte</b>	
Periodo de diseño	20 años
Tasa de crecimiento anual	0.1206
N° de familias	246
N° de habitantes/familia	4
<hr/>	
Población actual	984 hab.
Población futura	1251 hab.
<hr/>	
Dotación Lt/hab/día	220 L/hab/d
Demanda de consumo (caudal promedio QM)	3.185 L/s
Coefficiente de variación diaria	1.3
Coefficiente de variación horaria	1.8
Caudal máximo diario doméstico	4.141 L/s
Caudal max. Horario domestico	5.734 L/s
Caudal consumo no domestico	0.443 L/s
Caudal total en el sistema	6.18 L/s

*Nota. Elaboración Propia*

#### **4.4. Parámetros de diseño para una red de distribución de Agua Potable según**

##### **Reglamento Nacional de Edificaciones**

##### **4.4.1. Análisis Hidráulico**

En el Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma OS. 050, en el ítem 4.5, nos dice que, en el diseño de redes de distribución, se priorizará la configuración en circuitos cerrados de tipo mallado, siempre que sea factible y en las dimensiones de la red se basará en cálculos hidráulicos que aseguren tanto un caudal suficiente como una presión adecuada en cada punto del sistema.

De igual forma, para el análisis hidráulico del sistema, podrá llevarse a cabo utilizando el método de Hardy Cross o cualquier método alternativo que ofrezca resultados equivalentes, en este caso, el Programa WaterCAD usa el método de la Gradiente Hidráulica.

En el caso de los cálculos hidráulicos de las tuberías, se adoptarán métodos racionales. En caso de emplear la ecuación de Hazen-Williams, se deberán aplicar los coeficientes de fricción especificados en la tabla 34.

**Tabla 35.**

**Coefficientes de fricción "C" en la fórmula de Hazen y Williams**

Tipo de tubería	C
Acero sin costura	120
Acero solado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Poli (Cloruro de vinilo) (PVC)	150

*Nota. Elaboración Propia, Adaptación de la Norma OS. 050 (2009)*

#### **4.4.2. Velocidad**

En el Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma OS. 050, en el ítem 4.7, nos dice que, la velocidad máxima a utilizar será de 3m/s y en casos justificados será de 5 m/s.

**Tabla 36.**

**Velocidad de la red de Agua Potable**

VELOCIDAD	
	Velocidad Máxima
Norma OS. 050	3 m/s
Diseño realizado para el A.H. Nuevo Horizonte	0.61 m/s

*Nota: Elaboración Propia, Adaptación de la Norma OS. 050 (2009)*

#### 4.4.3. Presión

En el Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma OS. 050, en el ítem 4.8, nos dice que, la presión estática no será mayor de 50m en cualquiera nodo de la red y la presión dinámica no será menor a 10m.

**Tabla 37.**

**Presión de la red de Agua Potable**

	Presión	
	Presión Mínima Dinámica	Presión Máxima Estática
Norma OS. 050	10 m.c.a.	50 m.c.a.
Diseño realizado para el A.H. Nuevo Horizonte	10 m.c.a.	18.01 m.c.a.

*Nota. Elaboración Propia, Adaptación de la Norma OS. 050 (2009)*

#### 4.4.4. Ubicación y Recubrimiento de tubería

En el Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma OS. 050, en el ítem 4.9, nos dice que, en vías con un ancho de 20 metros o menos, las tuberías principales deberán instalarse a un costado de la calzada, manteniendo una distancia mínima de 1.20 metros del límite de propiedad, de igual forma, en calles o avenidas con un ancho superior a 20 m, se colocará una tubería a cada lado de la calzada, siempre y cuando no se consideren ramales de distribución, el ranal distribuidor se instalará paralelo al lote, en la vereda, con una distancia mínima de 1.20 desde el límite de propiedad y la distancia horizontal



mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua potable y una de aguas residuales será de 2 m.

A demás que la distancia mínima entre ramales distribuidores y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado serán ubicados paralelamente a una distancia de 0.20 m.

#### **4.4.5. Diámetro de tuberías**

El diseño hidráulico de las redes de abastecimiento de agua potable se desarrolló cumpliendo los parámetros técnicos establecidos en la Norma OS.050, considerando los valores mínimos y máximos para diámetros, velocidades de flujo y presiones. Adicionalmente, se adoptaron los diámetros comerciales especificados en la Norma Técnica Peruana (NTP) ISO 1452 – Serie 13.3 – Clase 7.5, garantizando la estandarización y compatibilidad con los materiales comercialmente disponibles en el mercado.

Tabla 38.

Tubo PVC para conducción de fluidos a presión con empalme Unión Flexible (UF) NTP ISO 1452

Especificaciones técnicas NTP ISO 1452 (ex NTP-ISO 4422)

La tubería de PVC son fabricados con espesores de pared, calculados con un factor de seguridad FS = 2.5 (exigido por sedapal)

Unión flexible (U. F.)				Serie 6.6 (clase 15) Presión de trabajo a 20°C : 15 bar			Serie 10 (clase 10) Presión de trabajo a 20°C : 10 bar			serie 13.3 (clase 7.5) Presión de trabajo a 20°C : 7.5 bar			Serie 20 (clase 5) Presión de trabajo a 20°C : 5 bar		
Ø Nominal		Longitud (m)		Ø Int.	Esp. Pared	Peso Aprox.	Ø Int.	Esp. Pared	Peso Aprox.	Ø Int.	Esp. Pared	Peso Aprox.	Ø Int.	Esp. Pared	Peso Aprox.
mm	Pulg.	Útil	Total	(mm)	(mm)	(Kg/unid.)	(mm)	(mm)	(Kg/unid.)	(mm)	(mm)	(Kg/unid.)	(mm)	(mm)	(Kg/unid.)
63	2	5.9	6	54.2	4.4	7.32	57	3	5.13	58.4	2.3	3.99	59.8	1.6	2.83
75	2.1/2	5.89	6	64.4	5.3	10.48	67.8	3.6	7.32	69.4	2.8	5.78	71.2	1.9	4
90	→ 3	5.89	6	77.4	6.3	14.96	81.4	4.3	10.5	→ 83.4	3.3	8.18	85.6	2.2	5.56
110	4	5.88	6	94.6	7.7	22.35	99.4	5.3	15.81	102	4	12.13	104.6	2.7	8.34
140	5.1/2	5.87	6	120.4	9.8	36.06	126.6	6.7	25.21	129.8	5.1	19.42	133	3.5	13.48
160	→ 6	5.85	6	137.6	11.2	47.28	144.6	7.7	33.42	→ 148.4	5.8	25.58	152	4	17.92
200	8	5.84	6	172	14	73.88	180.8	9.6	52.09	185.4	7.3	40.24	190.2	4.9	27.53
250	10	5.81	6	215	17.5	115.44	226.2	11.9	80.75	231.8	9.1	62.71	237.6	6.2	43.52
315	12	5.77	6	271	22	182.89	285	15	128.25	292.2	11.4	99.01	299.6	7.7	68.15
355	14	5.75	6	305.4	24.8	231.07	321.2	16.9	161.23	329.2	12.9	124.52	337.6	8.70	85.01
400	16	5.74	6	344	28	293.92	361.8	19.1	205.28	371	14.5	157.72	380.4	9.8	107.9
450	18	5.7	6	387.2	31.4	370.9	407	21.5	260	417.4	16.3	199.5	428	11	136.3
500	20	5.69	6	430.2	34.9	458	452.2	23.9	321.1	463.8	18.1	246.1	475.4	12.3	169.3
630	24	5.62	6				570	30	507.9	584.4	22.8	390.6	599.2	15.4	267.1

Nota. Elaboración Propia, Adaptación de la Norma Técnica Peruana ISO 1452 (2011)



#### 4.5. Diseño de la de Agua Potable usando el programa computacional WaterCAD.

Tabla 39.

##### Resultado General para tuberías

Elemento	Longitud	Nodo		Material	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal(mm)	Rugosidad c	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Perdida de carga unitaria (m/m)	Perdida de carga (m.c.a)
		Inicial	Final								
TUBERIA MATRIZ -1	66.984	CONEXION A SEDACHIMBOTE	N-1	PVC	148.4	6" clase 7.5	150	6.1800	0.3600	0.0010	0.059
TUBERIA MATRIZ -2	12.903	N-1	N-2	PVC	148.4	6" clase 7.5	150	6.1800	0.3600	0.0010	0.011
TUBERIA PRINCIPAL -3	90.289	N-2	N-13	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	2.7300	0.5000	0.0030	0.288
TUBERIA PRINCIPAL -4	103.535	N-13	N-15	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	1.3400	0.2400	0.0010	0.088
TUBERIA PRINCIPAL -5	91.422	N-15	N-11	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.6000	0.1100	0.0000	0.018
TUBERIA PRINCIPAL -6	70.5	N-11	N-6	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.1600	0.0300	0.0000	0.001
TUBERIA PRINCIPAL -8	54.916	N-2	N-8	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	3.3300	0.6100	0.0050	0.253
TUBERIA PRINCIPAL -9	54.947	N-8	N-3	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	1.8100	0.3300	0.0010	0.082
TUBERIA PRINCIPAL -10	54.679	N-3	N-4	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	1.1100	0.2000	0.0010	0.033

TUBERIA PRINCIPAL - 11	54.748	N-4	N-5	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.4800	0.0900	0.0000	0.007
TUBERIA PRINCIPAL - 12	64.079	N-9	N-10	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
TUBERIA PRINCIPAL - 24	90.624	N-14	N-9	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.2300	0.0400	0.0000	0.003
TUBERIA PRINCIPAL - 25	104.279	N-12	N-14	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.4900	0.0900	0.0000	0.014
TUBERIA PRINCIPAL - 26	90.286	N-5	N-12	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.3400	0.0600	0.0000	0.006
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	54.881	N-11	N-21	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.1900	0.0300	0.0000	0.001
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	55.939	N-21	N-18	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.2900	0.0500	0.0000	0.003
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -15	56.168	N-22	N-16	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.6300	0.1100	0.0000	0.012
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	54.133	N-16	N-17	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.0700	0.0100	0.0000	0.000
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	54.78	N-14	N-17	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.0100	0.0000	0.0000	0.000
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	90.819	N-16	N-18	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.2600	0.0500	0.0000	0.004

TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	90.287	N-3	N-24	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.4200	0.0800	0.0000	0.009
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	54.905	N-13	N-23	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	1.1200	0.2000	0.0010	0.033
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	54.899	N-23	N-24	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.8900	0.1600	0.0000	0.022
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	54.763	N-20	N-12	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.4500	0.0800	0.0000	0.006
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	55.041	N-24	N-20	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	1.0700	0.2000	0.0010	0.031
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	90.288	N-8	N-23	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	1.2600	0.2300	0.0010	0.069
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	103.72	N-23	N-22	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	1.0900	0.2000	0.0010	0.061
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	91.213	N-22	N-21	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.5000	0.0900	0.0000	0.013
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30	70.454	N-21	N-7	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.0300	0.0100	0.0000	0.000
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	90.287	N-4	N-20	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.3600	0.0700	0.0000	0.007

TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	104.093	N-20	N-17	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.6000	0.1100	0.0000	0.020
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	90.828	N-17	N-19	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.2400	0.0400	0.0000	0.003
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	54.894	N-15	N-22	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.4500	0.0800	0.0000	0.006
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	54.679	N-19	N-18	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.0900	0.0200	0.0000	0.000
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	54.794	N-9	N-19	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.0800	0.0100	0.0000	0.000
TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -37	54.872	N-6	N-7	PVC	83.4	3" clase 7.5	150	0.0600	0.0100	0.0000	0.000

**Nota.** Elaboración Propia, Adaptado de las FLEX TABLES – PIPE del programa Bentley WaterCAD V10

**Interpretación técnica:** El análisis del modelamiento hidráulico confirma que las velocidades obtenidas no superan los valores máximos permitidos por la Norma OS.050, lo que garantiza el cumplimiento de los parámetros establecidos. Asimismo, se verificó que el diseño de la red de distribución es óptimo al emplear los diámetros mínimos recomendados. Adicionalmente, se seleccionó tubería de PVC clase 7.5, debido a su capacidad para soportar presiones de hasta 75 m.c.a., superando el requerimiento normativo que establece un límite máximo de 50 m.c.a. para los sistemas de distribución.

**Tabla 40.**

**Resultado General para Nodos**

Elemento	Elevación	Presiones		Coordenadas(m)		Demanda(l/s)
		Presión dinámica (m.c.a)	Presión estática (m.c.a)	X	Y	
N-1	48.211	17.95	18.01	774,625.44	8,989,374.19	0.0000
N-2	48.213	17.94	18.01	774,634.29	8,989,364.80	0.1200
N-3	48.895	16.93	17.33	774,709.63	8,989,284.84	0.2800
N-4	48.797	16.99	17.43	774,747.13	8,989,245.04	0.2800
N-5	48.888	16.89	17.34	774,784.67	8,989,205.19	0.1400
N-6	55.476	10.30	10.76	774,893.26	8,989,608.72	0.0900
N-7	55.541	10.23	10.70	774,930.83	8,989,568.73	0.0900
N-8	48.452	17.45	17.77	774,671.95	8,989,324.83	0.2600
N-9	55.624	10.15	10.61	774,992.95	8,989,400.00	0.1400
N-10	55.743	10.03	10.50	775,039.75	8,989,443.76	0.0000
N-11	54.744	11.03	11.49	774,841.94	8,989,560.38	0.2600
N-12	52.822	12.96	13.41	774,850.61	8,989,266.86	0.2900
N-13	52.298	13.58	13.93	774,700.02	8,989,426.71	0.2800
N-14	54.932	10.84	11.31	774,926.77	8,989,338.10	0.2600
N-15	52.680	13.11	13.55	774,775.39	8,989,497.70	0.2800
N-16	54.061	11.71	12.17	774,851.82	8,989,417.12	0.3000
N-17	54.250	11.52	11.99	774,889.07	8,989,377.84	0.4400
N-18	54.934	10.83	11.30	774,917.76	8,989,479.56	0.6300
N-19	55.021	10.75	11.22	774,955.39	8,989,439.89	0.2300
N-20	53.775	12.02	12.46	774,813.06	8,989,306.72	0.3800
N-21	54.750	11.02	11.49	774,879.55	8,989,520.42	0.3700
N-22	53.551	12.23	12.68	774,813.16	8,989,457.87	0.4200

N-23	52.984	12.86	13.25	774,737.67	8,989,386.75	0.4000
N-24	52.886	12.93	13.35	774,775.31	8,989,346.79	0.2300

**Nota.** *Elaboración Propia, Adaptado de las FLEX TABLES – JUNCTIONS del programa Bentley WaterCAD V10*

**Interpretación técnica:** De acuerdo con la Norma OS.050, se realizó una evaluación del sistema hidráulico inicialmente bajo condiciones estáticas, verificando que ningún nodo excediera el límite de 50 m.c.a. obteniendo así una presión estática máxima en el modelamiento de 18.01 m.c.a. Posteriormente, se evaluó el sistema en condiciones dinámicas considerando la demanda máxima horaria. Los resultados obtenidos confirmaron que los valores superan los 10 m.c.a., valor mínimo establecido por la normativa, cuyo resultado en el modelamiento, nos arrojó un resultado de 10.03 m.c.a. siendo este un valor adecuado en el sistema.

**Tabla 41.**  
**Resumen General para Conexiones Domiciliarias**

Elemento	Tubería asociada	Demanda (l/s)	Presión (m.c.a)	Coordenadas(m)		
				X	Y	
LOTE01	TUBERIA PRINCIPAL -6	0.023	10.53	774,891.68	8,989,600.66	55.239
LOTE02	TUBERIA PRINCIPAL -6	0.023	10.53	774,886.01	8,989,595.14	55.241
LOTE03	TUBERIA PRINCIPAL -6	0.023	10.53	774,881.15	8,989,590.41	55.240
LOTE04	TUBERIA PRINCIPAL -6	0.023	10.57	774,875.80	8,989,585.20	55.204
LOTE05	TUBERIA PRINCIPAL -6	0.023	10.62	774,870.72	8,989,580.26	55.150
LOTE06	TUBERIA PRINCIPAL -6	0.023	10.67	774,865.68	8,989,575.36	55.100
LOTE07	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30	0.023	10.48	774,923.12	8,989,567.97	55.294
LOTE08	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30	0.023	10.75	774,916.75	8,989,562.33	55.021
LOTE09	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30	0.023	10.81	774,911.33	8,989,557.52	54.959
LOTE10	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30	0.023	10.86	774,905.56	8,989,552.42	54.909
LOTE11	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30	0.023	10.91	774,900.48	8,989,547.91	54.865
LOTE12	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30	0.023	10.96	774,894.61	8,989,542.72	54.815
LOTE13	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	10.91	774,850.72	8,989,558.17	54.863
LOTE14	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	10.96	774,856.54	8,989,551.89	54.809
LOTE15	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.02	774,861.85	8,989,546.16	54.750
LOTE16	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.02	774,866.33	8,989,541.32	54.750
LOTE17	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.02	774,871.34	8,989,535.91	54.750



LOTE18	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.02	774,875.69	8,989,531.22	54.750
LOTE19	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.02	774,869.13	8,989,520.96	54.750
LOTE20	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.02	774,863.64	8,989,526.67	54.750
LOTE21	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.02	774,859.27	8,989,531.21	54.750
LOTE22	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.04	774,854.18	8,989,536.51	54.737
LOTE23	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.05	774,849.52	8,989,541.35	54.723
LOTE24	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	0.023	11.06	774,844.35	8,989,546.73	54.717
LOTE25	TUBERIA PRINCIPAL -5	0.023	11.26	774,823.78	8,989,535.29	54.512
LOTE26	TUBERIA PRINCIPAL -5	0.023	11.48	774,818.33	8,989,530.10	54.300
LOTE27	TUBERIA PRINCIPAL -5	0.023	11.72	774,813.24	8,989,525.25	54.056
LOTE28	TUBERIA PRINCIPAL -5	0.023	11.95	774,808.27	8,989,520.52	53.826
LOTE29	TUBERIA PRINCIPAL -5	0.023	12.17	774,803.55	8,989,516.03	53.611
LOTE30	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.17	774,852.76	8,989,503.78	54.603
LOTE31	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.26	774,847.01	8,989,498.54	54.515
LOTE32	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.34	774,842.33	8,989,494.16	54.434
LOTE33	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.42	774,837.37	8,989,489.52	54.357
LOTE34	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.50	774,832.44	8,989,484.90	54.280
LOTE35	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	13.07	774,785.09	8,989,496.61	52.711





LOTE36	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	13.09	774,791.00	8,989,490.62	52.694
LOTE37	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	13.06	774,795.67	8,989,485.89	52.728
LOTE38	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	13.04	774,800.39	8,989,481.11	52.748
LOTE39	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	12.94	774,805.55	8,989,475.89	52.843
LOTE40	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	12.86	774,810.24	8,989,471.13	52.922
LOTE41	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	12.54	774,800.22	8,989,463.44	53.247
LOTE42	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	12.70	774,795.15	8,989,468.63	53.080
LOTE43	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	12.87	774,790.46	8,989,473.44	52.914
LOTE44	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	13.03	774,785.70	8,989,478.31	52.759
LOTE45	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	13.14	774,780.98	8,989,483.15	52.644
LOTE46	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	0.023	13.26	774,776.22	8,989,488.02	52.528
LOTE47	TUBERIA PRINCIPAL -4	0.023	13.42	774,757.28	8,989,473.76	52.392
LOTE48	TUBERIA PRINCIPAL -4	0.023	13.45	774,752.53	8,989,469.55	52.363
LOTE49	TUBERIA PRINCIPAL -4	0.023	13.49	774,747.15	8,989,464.78	52.331
LOTE50	TUBERIA PRINCIPAL -4	0.023	13.53	774,741.85	8,989,460.08	52.301
LOTE51	TUBERIA PRINCIPAL -4	0.023	13.56	774,736.51	8,989,455.34	52.271
LOTE52	TUBERIA PRINCIPAL -4	0.023	13.59	774,731.53	8,989,450.93	52.250
LOTE53	TUBERIA PRINCIPAL -4	0.023	13.60	774,726.11	8,989,446.12	52.250
LOTE54	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	0.023	12.63	774,786.61	8,989,441.54	53.168



LOTE55	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	0.023	12.65	774,781.76	8,989,436.96	53.151
LOTE56	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	0.023	12.68	774,776.63	8,989,432.10	53.125
LOTE57	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	0.023	12.70	774,771.76	8,989,427.49	53.113
LOTE58	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	0.023	12.70	774,766.63	8,989,422.63	53.120
LOTE59	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	0.023	12.69	774,761.78	8,989,418.04	53.130
LOTE60	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	0.023	12.71	774,756.38	8,989,412.93	53.111
LOTE61	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.33	774,858.20	8,989,492.90	54.443
LOTE62	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.37	774,852.78	8,989,487.69	54.404
LOTE63	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.41	774,847.52	8,989,482.62	54.369
LOTE64	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.45	774,843.24	8,989,478.49	54.329
LOTE65	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	0.023	11.52	774,837.78	8,989,473.22	54.257
LOTE66	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.51	774,711.43	8,989,421.98	52.352
LOTE67	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.39	774,716.55	8,989,416.63	52.476
LOTE68	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.25	774,721.39	8,989,411.57	52.605
LOTE69	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.14	774,726.00	8,989,406.76	52.715
LOTE70	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.00	774,730.90	8,989,401.63	52.846
LOTE71	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	12.88	774,736.25	8,989,396.04	52.970



LOTE72	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.26	774,724.10	8,989,391.42	52.592
LOTE73	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.30	774,719.46	8,989,396.55	52.556
LOTE74	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.33	774,715.00	8,989,401.48	52.529
LOTE75	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.36	774,710.05	8,989,406.94	52.504
LOTE76	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.42	774,705.07	8,989,412.44	52.446
LOTE77	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	0.023	13.61	774,700.86	8,989,417.09	52.261
LOTE78	TUBERIA PRINCIPAL -3	0.023	13.96	774,682.13	8,989,402.30	52.010
LOTE79	TUBERIA PRINCIPAL -3	0.023	14.38	774,677.32	8,989,397.88	51.603
LOTE80	TUBERIA PRINCIPAL -3	0.023	14.90	774,671.95	8,989,392.94	51.111
LOTE81	TUBERIA PRINCIPAL -3	0.023	15.42	774,666.47	8,989,387.90	50.612
LOTE82	TUBERIA PRINCIPAL -3	0.023	15.89	774,661.56	8,989,383.38	50.164
LOTE83	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	14.46	774,711.88	8,989,370.00	51.399
LOTE84	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	14.69	774,706.54	8,989,365.01	51.179
LOTE85	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	14.86	774,701.87	8,989,360.64	51.014
LOTE86	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	15.00	774,696.53	8,989,355.65	50.872
LOTE87	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	15.16	774,691.60	8,989,351.04	50.724
LOTE88	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	15.29	774,695.58	8,989,339.96	50.596
LOTE89	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	14.90	774,700.82	8,989,344.81	50.975



LOTE90	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	14.50	774,706.01	8,989,349.61	51.378
LOTE91	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	14.23	774,710.69	8,989,353.94	51.643
LOTE92	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	0.023	13.95	774,716.39	8,989,359.22	51.914
LOTE93	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	0.023	12.94	774,740.63	8,989,374.00	52.898
LOTE94	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	0.023	12.90	774,745.39	8,989,368.90	52.929
LOTE95	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	0.023	12.88	774,749.63	8,989,364.36	52.956
LOTE96	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	0.023	12.84	774,754.82	8,989,358.79	52.990
LOTE97	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	0.023	12.82	774,758.97	8,989,354.35	53.009
LOTE98	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	0.023	12.81	774,764.63	8,989,348.28	53.012
LOTE99	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	14.14	774,748.77	8,989,329.81	51.685
LOTE100	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	14.51	774,743.78	8,989,325.14	51.311
LOTE101	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	14.68	774,738.18	8,989,319.91	51.141
LOTE102	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	14.46	774,733.19	8,989,315.24	51.356
LOTE103	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	14.32	774,727.73	8,989,310.13	51.500
LOTE104	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	15.43	774,738.71	8,989,304.24	50.386
LOTE105	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	15.70	774,733.14	8,989,299.03	50.124
LOTE106	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	15.12	774,743.87	8,989,309.06	50.699



LOTE107	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	14.69	774,749.63	8,989,314.46	51.126
LOTE108	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	0.023	14.38	774,753.89	8,989,318.44	51.437
LOTE109	TUBERIA PRINCIPAL -9	0.023	16.58	774,707.48	8,989,293.76	49.256
LOTE110	TUBERIA PRINCIPAL -9	0.023	16.80	774,701.53	8,989,300.33	49.045
LOTE111	TUBERIA PRINCIPAL -9	0.023	16.95	774,696.75	8,989,305.62	48.901
LOTE112	TUBERIA PRINCIPAL -9	0.023	17.05	774,692.00	8,989,310.87	48.814
LOTE113	TUBERIA PRINCIPAL -9	0.023	17.27	774,687.41	8,989,315.94	48.602
LOTE114	TUBERIA PRINCIPAL -9	0.023	16.88	774,683.23	8,989,320.56	49.003
LOTE115	TUBERIA PRINCIPAL -8	0.023	16.67	774,671.18	8,989,334.20	49.264
LOTE116	TUBERIA PRINCIPAL -8	0.023	16.83	774,665.20	8,989,340.59	49.150
LOTE117	TUBERIA PRINCIPAL -8	0.023	16.95	774,660.79	8,989,345.30	49.059
LOTE118	TUBERIA PRINCIPAL -8	0.023	17.03	774,656.08	8,989,350.35	49.005
LOTE119	TUBERIA PRINCIPAL -8	0.023	17.18	774,650.95	8,989,355.83	48.894
LOTE120	TUBERIA PRINCIPAL -8	0.023	17.47	774,646.03	8,989,361.10	48.630
LOTE121	TUBERIA PRINCIPAL -10	0.023	16.64	774,720.46	8,989,280.32	49.178
LOTE122	TUBERIA PRINCIPAL -10	0.023	16.61	774,724.85	8,989,275.90	49.204
LOTE123	TUBERIA PRINCIPAL -10	0.023	16.57	774,729.86	8,989,270.87	49.237
LOTE124	TUBERIA PRINCIPAL -10	0.023	16.54	774,735.11	8,989,265.60	49.256
LOTE125	TUBERIA PRINCIPAL -10	0.023	16.53	774,740.00	8,989,260.68	49.265
LOTE126	TUBERIA PRINCIPAL -10	0.023	16.52	774,746.05	8,989,254.61	49.270
LOTE127	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	15.79	774,765.43	8,989,270.50	49.998
LOTE128	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	15.58	774,770.19	8,989,274.94	50.205
LOTE129	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	15.21	774,774.94	8,989,279.38	50.582



LOTE130	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	14.79	774,779.52	8,989,283.65	51.002
LOTE131	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	14.27	774,785.15	8,989,288.90	51.520
LOTE132	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	0.023	12.44	774,803.98	8,989,309.58	53.351
LOTE133	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	0.023	12.57	774,799.02	8,989,315.09	53.230
LOTE134	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	0.023	12.66	774,794.77	8,989,319.80	53.138
LOTE135	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	0.023	12.83	774,790.13	8,989,324.95	52.979
LOTE136	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	0.023	12.94	774,785.07	8,989,330.55	52.868
LOTE137	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	0.023	13.10	774,780.32	8,989,335.83	52.714
LOTE138	TUBERIA PRINCIPAL -12	0.008	10.00	775,034.55	8,989,449.29	55.774
LOTE139	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	0.023	10.03	774,982.24	8,989,401.64	55.745
LOTE140	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	0.023	10.29	774,976.58	8,989,407.77	55.478
LOTE141	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	0.023	10.58	774,971.46	8,989,413.31	55.193
LOTE142	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	0.023	10.71	774,966.40	8,989,418.79	55.061
LOTE143	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	0.023	10.75	774,961.78	8,989,423.79	55.023
LOTE144	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	0.023	10.76	774,958.28	8,989,427.58	55.014
LOTE145	TUBERIA PRINCIPAL -24	0.023	10.43	774,967.15	8,989,385.09	55.345
LOTE146	TUBERIA PRINCIPAL -24	0.023	10.59	774,961.62	8,989,379.90	55.177
LOTE147	TUBERIA PRINCIPAL -24	0.023	10.76	774,956.33	8,989,374.93	55.011



LOTE148	TUBERIA PRINCIPAL -24	0.023	10.81	774,950.88	8,989,369.82	54.967
LOTE149	TUBERIA PRINCIPAL -24	0.023	10.79	774,945.88	8,989,365.13	54.980
LOTE150	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	10.79	774,923.65	8,989,350.43	54.981
LOTE151	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	10.96	774,919.04	8,989,355.39	54.811
LOTE152	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.18	774,913.83	8,989,360.99	54.595
LOTE153	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.24	774,908.88	8,989,366.33	54.531
LOTE154	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.38	774,904.19	8,989,371.37	54.388
LOTE155	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.46	774,899.16	8,989,376.77	54.313
LOTE156	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.31	774,914.99	8,989,394.00	54.465
LOTE157	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.34	774,920.44	8,989,399.21	54.435
LOTE158	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.38	774,925.02	8,989,403.59	54.387
LOTE159	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.44	774,930.45	8,989,408.78	54.333
LOTE160	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.41	774,935.02	8,989,413.16	54.364
LOTE161	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.02	774,917.87	8,989,339.76	54.757
LOTE162	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.20	774,912.72	8,989,344.91	54.572
LOTE163	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.39	774,907.94	8,989,349.70	54.378
LOTE164	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.52	774,902.58	8,989,355.06	54.250





LOTE165	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.52	774,897.54	8,989,360.10	54.250
LOTE166	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	0.023	11.52	774,892.33	8,989,365.32	54.250
LOTE167	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.52	774,924.73	8,989,420.10	54.250
LOTE168	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.46	774,919.39	8,989,415.08	54.306
LOTE169	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.39	774,914.48	8,989,410.46	54.376
LOTE170	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.39	774,909.35	8,989,405.64	54.382
LOTE171	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	0.023	11.39	774,903.70	8,989,400.33	54.383
LOTE172	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	0.023	11.54	774,885.81	8,989,389.95	54.229
LOTE173	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	0.023	11.58	774,881.33	8,989,394.83	54.192
LOTE174	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	0.023	11.62	774,876.34	8,989,400.27	54.151
LOTE175	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	0.023	11.66	774,871.82	8,989,405.18	54.114
LOTE176	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	0.023	11.70	774,866.69	8,989,410.77	54.071
LOTE177	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	0.023	11.74	774,861.37	8,989,416.56	54.028
LOTE178	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.38	774,877.18	8,989,433.88	54.389
LOTE179	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.35	774,882.84	8,989,439.20	54.417
LOTE180	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.31	774,888.28	8,989,444.30	54.456
LOTE181	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.26	774,893.48	8,989,449.17	54.506





LOTE182	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.11	774,898.59	8,989,453.98	54.663
LOTE183	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	0.023	10.78	774,920.22	8,989,466.94	54.992
LOTE184	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	0.023	10.89	774,924.37	8,989,462.63	54.882
LOTE185	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	0.023	11.02	774,929.47	8,989,457.35	54.750
LOTE186	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	0.023	11.07	774,934.85	8,989,451.77	54.696
LOTE187	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	0.023	10.98	774,939.57	8,989,446.88	54.790
LOTE188	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	0.023	10.90	774,944.57	8,989,441.69	54.871
LOTE189	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.05	774,888.14	8,989,460.86	54.720
LOTE190	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.14	774,882.82	8,989,455.73	54.630
LOTE191	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.22	774,878.09	8,989,451.17	54.549
LOTE192	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.37	774,872.17	8,989,445.45	54.396
LOTE193	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	0.023	11.53	774,867.03	8,989,440.49	54.242
LOTE194	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -15	0.023	12.02	774,851.31	8,989,427.99	53.757
LOTE195	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -15	0.023	12.31	774,846.29	8,989,433.32	53.468
LOTE196	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -15	0.023	12.57	774,841.31	8,989,438.60	53.209
LOTE197	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -15	0.023	12.82	774,837.00	8,989,443.19	52.962
LOTE198	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -15	0.023	12.96	774,831.93	8,989,448.56	52.813



LOTE199	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -15	0.023	12.60	774,826.54	8,989,454.28	53.177
LOTE200	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	0.023	10.77	774,906.72	8,989,481.48	55.000
LOTE201	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	0.023	10.77	774,901.60	8,989,486.87	55.000
LOTE202	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	0.023	10.87	774,897.24	8,989,491.46	54.897
LOTE203	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	0.023	10.93	774,893.07	8,989,495.84	54.845
LOTE204	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	0.023	11.10	774,881.13	8,989,508.42	54.673
LOTE205	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	0.023	11.00	774,888.08	8,989,501.11	54.775
LOTE206	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	0.400	10.80	774,917.99	8,989,487.79	54.972
LOTE207	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	0.036	11.27	774,848.23	8,989,410.55	54.500
LOTE208	TUBERIA PRINCIPAL -25	0.023	11.43	774,895.93	8,989,317.03	54.346
LOTE209	TUBERIA PRINCIPAL -25	0.023	11.53	774,890.99	8,989,312.43	54.249
LOTE210	TUBERIA PRINCIPAL -25	0.023	11.58	774,885.95	8,989,307.72	54.194
LOTE211	TUBERIA PRINCIPAL -25	0.023	11.63	774,880.94	8,989,303.05	54.143
LOTE212	TUBERIA PRINCIPAL -25	0.023	11.73	774,876.11	8,989,298.55	54.050
LOTE213	TUBERIA PRINCIPAL -25	0.023	11.84	774,872.06	8,989,294.77	53.938
LOTE214	TUBERIA PRINCIPAL -25	0.023	12.04	774,866.98	8,989,290.03	53.741
LOTE215	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.70	774,849.63	8,989,276.33	53.079
LOTE216	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.73	774,844.12	8,989,282.14	53.056
LOTE217	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.74	774,839.19	8,989,287.33	53.042



LOTE218	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.54	774,834.25	8,989,292.54	53.247
LOTE219	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.18	774,829.45	8,989,297.60	53.612
LOTE220	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	0.023	12.53	774,839.19	8,989,322.61	53.257
LOTE221	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	0.023	12.46	774,844.70	8,989,327.87	53.328
LOTE222	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	0.023	12.31	774,849.80	8,989,332.75	53.476
LOTE223	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	0.023	12.13	774,854.79	8,989,337.52	53.650
LOTE224	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	0.023	11.94	774,859.81	8,989,342.31	53.840
LOTE225	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	0.023	11.75	774,864.46	8,989,346.76	54.029
LOTE226	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	0.023	11.54	774,869.55	8,989,351.63	54.234
LOTE227	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.97	774,837.55	8,989,270.56	52.812
LOTE228	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.69	774,832.36	8,989,276.23	53.094
LOTE229	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.45	774,827.97	8,989,281.02	53.332
LOTE230	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.17	774,822.66	8,989,286.82	53.612
LOTE231	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.09	774,817.99	8,989,291.92	53.702
LOTE232	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	12.02	774,813.67	8,989,296.64	53.766
LOTE233	TUBERIA PRINCIPAL -26	0.023	13.59	774,823.03	8,989,248.71	52.194
LOTE234	TUBERIA PRINCIPAL -26	0.023	13.89	774,818.47	8,989,244.35	51.893
LOTE235	TUBERIA PRINCIPAL -26	0.023	14.09	774,812.62	8,989,238.77	51.692

LOTE236	TUBERIA PRINCIPAL -26	0.023	14.25	774,808.23	8,989,234.58	51.530
LOTE237	TUBERIA PRINCIPAL -26	0.023	14.60	774,802.91	8,989,229.49	51.183
LOTE238	TUBERIA PRINCIPAL -11	0.023	16.79	774,784.13	8,989,213.23	48.991
LOTE239	TUBERIA PRINCIPAL -11	0.023	16.83	774,777.35	8,989,220.23	48.956
LOTE240	TUBERIA PRINCIPAL -11	0.023	16.83	774,772.46	8,989,225.28	48.954
LOTE241	TUBERIA PRINCIPAL -11	0.023	16.76	774,767.64	8,989,230.24	49.027
LOTE242	TUBERIA PRINCIPAL -11	0.023	16.69	774,762.16	8,989,235.91	49.095
LOTE243	TUBERIA PRINCIPAL -11	0.023	16.51	774,757.47	8,989,240.74	49.279
LOTE244	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	15.74	774,769.46	8,989,258.90	50.049
LOTE245	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	15.44	774,775.27	8,989,264.20	50.349
LOTE246	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	15.03	774,779.99	8,989,268.50	50.760
LOTE247	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	14.52	774,785.26	8,989,273.30	51.265
LOTE248	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	0.023	14.04	774,790.41	8,989,277.99	51.752
LOTE249	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	0.023	11.90	774,825.54	8,989,301.05	53.892

*Nota. Elaboración Propia, Adaptado de las FLEX TABLES – CUSTOMER METERS del programa Bentley WaterCAD V10*

**Interpretación técnica:** Durante la evaluación de las conexiones domiciliarias bajo condiciones de demanda máxima horaria, se verificó que estas cumplen con un mínimo de 10 m.c.a. Además, se observó que cada lote presenta una demanda específica, determinada por el tipo de consumo correspondiente, ya sea doméstico o no doméstico, asegurando así que el sistema satisfaga las necesidades particulares de cada usuario.

#### 4.6. Demanda De Alcantarillado

Se elaboró un resumen general de los datos recopilados, con el objetivo de determinar el caudal promedio de descargas generadas tanto por lotes, como por las áreas de equipamiento. Este análisis es importante para el diseño del sistema de alcantarillado para una proyección estimada de 20 años siguiendo las pautas del Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma OS. 070.

**Tabla 42.**

**Resumen General del Caudal Promedio de Aguas Residuales Urbanas**

Coeficiente de retorno "C"		80%
Población Proyectada		1251
Dotación diaria		220
<b>Caudal Promedio diario Anual</b>	<b>Descargar por Lote</b>	2.548
	<b>Descargar por Equipamiento Público</b>	
	I.E. N°88413	0.177
	Inicial-Prima.	0.003
	Capilla Virgen de las Mercedes	
Proyección a 20 años		2.730

*Nota. Elaboración Propia*

De manera similar, se llevó a cabo el cálculo para el diseño del sistema de alcantarillado, siguiendo las directrices establecidas en la Norma Técnica OS.070. Esta norma recomienda basar los cálculos con el valor máximo horario, con el propósito de garantizar que el sistema pueda manejar las condiciones de mayor demanda.

**Tabla 43.**

**Resumen general del Consumo Promedio Horario de Aguas Residuales Urbanas**

Coeficiente de retorno "C"		80%
Población Proyectada		1251
Dotación diaria		220



**Variaciones de Consumo**  
**Consumo Máximo Horario**

**Descargar por Lote** 4.587

I.E. N°88413 0.320

Inicial-Prima.

**Descargar por Equipamiento Público**

Capilla Virgen de las Mercedes 0.006

Proyección a 20 años 4.910

Nota. Elaboración Propia

#### 4.7. Parámetros de diseño para una red de distribución de Alcantarillado según Reglamento Nacional de Edificaciones

##### 4.7.1. Caudal de Contribución al Alcantarillado

En el Reglamento Nacional de Edificaciones, la norma OS. 070, en el ítem 4.4, nos dice que, el coeficiente de retorno “C” es el 80%.

##### 4.7.2. Dimensionamiento Hidráulico

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la Norma OS.070 establece en el ítem 4.6 que el caudal mínimo a considerar en el diseño hidráulico debe ser de 1.5 L/s. Asimismo, se especifica que las pendientes del sistema deben garantizar la condición de autolimpieza mediante el criterio de tensión tractiva, asegurando un valor mínimo de  $\sigma_t = 1.0 Pa$ . Este cálculo debe realizarse en función del coeficiente de rugosidad de Manning correspondiente al material seleccionado para la infraestructura.

Tabla 44.

Coefficientes de rugosidad “n” de Manning

Tipo de tubería	C
Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polyvinilo	0.010

Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010

**Nota.** *Elaboración Propia, Adaptación de la norma OS. 060*

Por otro lado, la Norma OS.070 nos dice que la máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final  $V_f = 5m/s$

**Tabla 45.**

**Velocidad de la red de Alcantarillado por el programa WaterCAD**

Velocidad	
	Velocidad Final Máxima (Vf)
Norma OS. 070	5 m/s
Diseño realizado para el A.H. Nuevo Horizonte	1.74 m/s

**Nota.** *Elaboración Propia, Adaptación de la Norma OS. 070 (2009)*

Por su parte, la Norma OS.070 establece que la altura de la lámina de agua en los colectores debe calcularse bajo un régimen de flujo uniforme y permanente. Además, especifica que el diámetro nominal mínimo de las tuberías debe ser superior a 100 mm, mientras que las tuberías principales encargadas de recolectar aguas residuales provenientes de un ramal colector deben contar con un diámetro nominal mínimo de 160 mm.

#### 4.7.3. Ubicación y recubrimiento de Tuberías

En la Norma OS.070, específicamente en el ítem 4.7, se establece que en calles o avenidas con un ancho inferior a 20 metros se debe proyectar una única tubería principal, preferiblemente ubicada en el eje de la vía vehicular.

Asimismo, se indica que la distancia mínima entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente más cercano a la tubería principal debe ser de 1.50 metros.

Adicionalmente, la Norma detalla que los ramales colectores de aguas residuales deben situarse en las veredas, de manera paralela a los lotes, manteniendo una distancia de 0.50 metros a partir del límite de propiedad.

En cuanto a los cruces entre tuberías principales de alcantarillado y tuberías principales de agua potable, el diseño debe garantizar que las tuberías de agua potable pasen por encima de las de alcantarillado, manteniendo una separación vertical mínima de 0.25 metros. Este criterio busca evitar que las uniones de las tuberías de agua potable se encuentren cerca de las de alcantarillado, reduciendo así el riesgo de contaminación.

Por último, se establece que tanto las tuberías principales como los ramales colectores deben proyectarse de forma recta entre las cajas de inspección o buzones, asegurando un diseño eficiente y técnicamente adecuado.

#### **4.7.4. Cámaras de inspección**

En la Norma OS.070, específicamente en el ítem 4.8, se regula el diseño y la ubicación de las cámaras de inspección para los ramales colectores. Estas cámaras, destinadas a la inspección y mantenimiento, deben considerarse en los siguientes casos:

- Al inicio de los tramos de arranque del ramal colector de aguas residuales.
- En los cambios de dirección de los ramales colectores de aguas residuales.
- En las variaciones de pendiente de los ramales colectores.
- En los puntos requeridos por razones de inspección y limpieza.

Respecto a las buzonetas, la Norma OS.070 establece su uso en las tuberías principales que se encuentran en vías peatonales y cuya profundidad sea menor a 1 metro sobre el tubo. Estas se diseñarán para tuberías principales de hasta 200 mm de diámetro, y el diámetro de las buzonetas será de 0.60 m.

En cuanto a los buzones, se utilizarán cuando la profundidad sea mayor a 1.0 m. El diámetro interior será de 1.20 m para tuberías de hasta 800 mm y de 1.50 m para tuberías de hasta 1200 mm. Los techos de los buzones incluirán una tapa de acceso con un diámetro de 0.60 m.

Además, la Norma OS.070 señala que los buzones y buzonetas deben proyectarse en todos los puntos necesarios, incluidos los siguientes casos:

- Al inicio de cualquier colector.
- En los empalmes entre colectores.



- En los cambios de dirección.
- En las variaciones de pendiente.
- En los cambios de diámetro.
- En las transiciones de material de las tuberías.

Este conjunto de directrices asegura la operatividad y el mantenimiento adecuado del sistema de alcantarillado.

**Tabla 46.**

**Distancia Máxima Según Diámetro Nominal De La Tubería**

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

*Nota. Elaboración Propia, Adaptación de la norma OS. 070*

#### **4.7.5. Diámetro de tuberías**

El diseño de las redes de alcantarillado se elaboró respetando los parámetros técnicos especificados en la Norma OS.070, asegurando el cumplimiento de los valores mínimos y máximos estipulados para los diámetros y las velocidades de flujo. Asimismo, se incorporaron los diámetros comerciales definidos en la Norma Técnica Peruana (NTP) ISO 4435 – Serie 20, lo que garantiza la estandarización del sistema y la compatibilidad con los materiales comúnmente disponibles en el mercado, optimizando tanto la instalación como el mantenimiento del sistema.

Tabla 47.

Tubo PVC-U para alcantarillado y desagüe con empalme unión flexible (UF)

Especificaciones técnicas NTP ISO 4435

Union flexible (U. F.)				Serie 25 SN 2 / SDR 51			Serie 20 SN 4 / SDR 41			Serie 16.7 SN 8 / SDR 34		
Ø Nominal		Longitud (m)		Ø Int.	Esp. Pared	Peso Aprox.	Ø Int.	Esp. Pared	Peso Aprox.	Ø Int.	Esp. Pared	Peso Aprox.
mm	Pulg.	Util	Total	(mm)	(mm)	(Kg/unid.)	(mm)	(mm)	(Kg/unid.)	(mm)	(mm)	(Kg/unid.)
110	4	5.88	6	-	-	-	104	3	9.23	103.6	3.2	9.81
160	6	5.85	6	153.6	3.2	14.52	152	4	17.96	150.6	4.7	20.95
200	8	5.84	6	192.2	3.9	22.14	190	4.9	27.53	188.2	5.9	32.87
250	10	5.81	6	240.2	4.9	34.76	237.6	6.2	43.52	235.4	7.3	50.86
315	12	5.77	6	302.6	6.2	55.41	299.6	7.7	68.15	296.6	9.2	80.76
355	14	5.75	6	341	7	68.73	337.6	8.7	85.01	334.2	10.4	101.12
400	16	5.74	6	384.4	7.8	86.32	380.4	9.8	107.9	376.6	11.7	128.19
450	18	5.7	6	432.2	8.9	109.55	428	11	136.26	423.6	13.2	161.49
500	20	5.69	6	480.2	9.9	135.55	475.4	12.3	169.26	470.8	14.6	199.96
630	20	5.62	6	605.4	12.3	214.38	599.2	15.4	267.06	593.2	18.4	317.53

Nota. Elaboración Propia, Adaptación de la Norma Técnica Peruana ISO 4435 (2005).

#### 4.8. Diseño de la red de distribución de Alcantarillado usando el programa computacional SewerCAD.

Tabla 48.

Resultado General para tuberías Colectoras y Subcolectoras

Elemento	Material	"n" MANNING	Buzón aguas arriba			Buzón aguas abajo			Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)	Longitud(m)
			Buzón	Cota tapa	Cota fondo	Buzón	Cota tapa	Cota fondo			
Tub-colector(0)	PVC	0.01	Buzón exis.	47.250	45.250	Hacia red de alcantarillado A.A.H.H Los jazmines	47.250	45.000	152.000	160 mm PVC SERIE 20	4.850
Tub-colector(1)	PVC	0.01	Bz-51	47.340	45.440	BUZON EXISTENTE	47.250	45.250	152.000	160 mm PVC SERIE 20	34.890
Tub-colector(2)	PVC	0.01	Bz-05	48.100	45.600	Bz-51	47.340	45.440	152.000	160 mm PVC SERIE 20	35.760
Tub-colector(3)	PVC	0.01	Bz-39	50.750	49.000	Bz-05	48.100	45.600	152.000	160 mm PVC SERIE 20	46.760
Tub-colector(4)	PVC	0.01	Bz-09	52.290	49.840	Bz-39	50.750	49.000	152.000	160 mm PVC SERIE 20	50.540
Tub-colector(5)	PVC	0.01	Bz-43	52.480	50.480	Bz-09	52.290	49.840	152.000	160 mm PVC SERIE 20	46.760



Tub-colector(6)	PVC	0.01	Bz-08	52.780	50.980	Bz-43	52.480	50.480	152.000	160 mm PVC SERIE 20	56.760
Tub-colector(7)	PVC	0.01	Bz-48	54.200	51.500	Bz-08	52.780	50.980	152.000	160 mm PVC SERIE 20	46.680
Tub-colector(8)	PVC	0.01	Bz-06	54.680	51.830	Bz-48	54.200	51.500	152.000	160 mm PVC SERIE 20	39.560
Tub-colector(9)	PVC	0.01	Bz-49	54.500	53.100	Bz-06	54.680	51.830	152.000	160 mm PVC SERIE 20	23.110
Tub-colector(10)	PVC	0.01	Bz-07	55.480	54.080	Bz-49	54.500	53.100	152.000	160 mm PVC SERIE 20	45.860
Tub-subcolector(1)	PVC	0.01	Bz-03	48.290	46.120	Bz-05	48.100	45.600	152.000	160 mm PVC SERIE 20	55.680
Tub-subcolector(2)	PVC	0.01	Bz-35	50.300	48.300	Bz-03	48.290	46.120	152.000	160 mm PVC SERIE 20	27.080
Tub-subcolector(3)	PVC	0.01	Bz-25	51.700	50.500	Bz-35	50.300	48.300	152.000	160 mm PVC SERIE 20	40.630
Tub-subcolector(4)	PVC	0.01	Bz-04	48.470	46.570	Bz-03	48.290	46.120	152.000	160 mm PVC SERIE 20	54.270
Tub-subcolector(5)	PVC	0.01	Bz-36	51.120	48.720	Bz-04	48.470	46.570	152.000	160 mm PVC SERIE 20	25.330



Tub-subcolector(6)	PVC	0.01	Bz-26	52.070	50.070	Bz-36	51.120	48.720	152.000	160 mm PVC SERIE 20	44.500
Tub-subcolector(7)	PVC	0.01	Bz-01	48.470	47.020	Bz-04	48.470	46.570	152.000	160 mm PVC SERIE 20	58.620
Tub-subcolector(8)	PVC	0.01	Bz-37	49.970	47.970	Bz-01	48.470	47.020	152.000	160 mm PVC SERIE 20	26.390
Tub-subcolector(9)	PVC	0.01	Bz-27	52.490	50.490	Bz-37	49.970	47.970	152.000	160 mm PVC SERIE 20	44.430
Tub-subcolector(10)	PVC	0.01	Bz-53	48.600	47.300	Bz-01	48.470	47.020	152.000	160 mm PVC SERIE 20	35.560
Tub-subcolector(11)	PVC	0.01	Bz-02	48.940	47.540	Bz-53	48.600	47.300	152.000	160 mm PVC SERIE 20	27.740
Tub-subcolector(12)	PVC	0.01	Bz-38	50.600	48.800	Bz-02	48.940	47.540	152.000	160 mm PVC SERIE 20	30.570
Tub-subcolector(13)	PVC	0.01	Bz-28	52.280	50.230	Bz-38	50.600	48.800	152.000	160 mm PVC SERIE 20	42.610
Tub-subcolector(14)	PVC	0.01	Bz-16	53.010	50.310	Bz-09	52.290	49.840	152.000	160 mm PVC SERIE 20	56.920
Tub-subcolector(15)	PVC	0.01	Bz-42	53.170	51.170	Bz-16	53.010	50.310	152.000	160 mm PVC SERIE 20	23.660



Tub-subcolector(16)	PVC	0.01	Bz-24	53.320	52.120	Bz-42	53.170	51.170	152.000	160 mm PVC SERIE 20	50.140
Tub-subcolector(17)	PVC	0.01	Bz-17	52.770	50.820	Bz-16	53.010	50.310	152.000	160 mm PVC SERIE 20	59.830
Tub-subcolector(18)	PVC	0.01	Bz-10	53.740	51.200	Bz-17	52.770	50.820	152.000	160 mm PVC SERIE 20	49.220
Tub-subcolector(19)	PVC	0.01	Bz-41	53.310	51.810	Bz-10	53.740	51.200	152.000	160 mm PVC SERIE 20	22.240
Tub-subcolector(20)	PVC	0.01	Bz-29	54.320	52.920	Bz-41	53.310	51.810	152.000	160 mm PVC SERIE 20	54.560
Tub-subcolector(21)	PVC	0.01	Bz-11	52.990	51.790	Bz-10	53.740	51.200	152.000	160 mm PVC SERIE 20	59.690
Tub-subcolector(22)	PVC	0.01	Bz-40	53.780	52.580	Bz-11	52.990	51.790	152.000	160 mm PVC SERIE 20	23.910
Tub-subcolector(23)	PVC	0.01	Bz-30	54.520	53.320	Bz-40	53.780	52.580	152.000	160 mm PVC SERIE 20	59.150
Tub-subcolector(24)	PVC	0.01	Bz-20	53.370	51.470	Bz-08	52.780	50.980	152.000	160 mm PVC SERIE 20	56.910
Tub-subcolector(25)	PVC	0.01	Bz-47	53.970	52.670	Bz-20	53.370	51.470	152.000	160 mm PVC SERIE 20	22.320



Tub-subcolector(26)	PVC	0.01	Bz-31	54.620	53.420	Bz-47	53.970	52.670	152.000	160 mm PVC SERIE 20	42.600
Tub-subcolector(27)	PVC	0.01	Bz-21	53.930	52.030	Bz-20	53.370	51.470	152.000	160 mm PVC SERIE 20	56.170
Tub-subcolector(28)	PVC	0.01	Bz-46	54.280	52.880	Bz-21	53.930	52.030	152.000	160 mm PVC SERIE 20	19.910
Tub-subcolector(29)	PVC	0.01	Bz-32	54.880	53.680	Bz-46	54.280	52.880	152.000	160 mm PVC SERIE 20	45.850
Tub-subcolector(30)	PVC	0.01	Bz-12	54.250	52.550	Bz-21	53.930	52.030	152.000	160 mm PVC SERIE 20	58.130
Tub-subcolector(31)	PVC	0.01	Bz-45	54.400	52.800	Bz-12	54.250	52.550	152.000	160 mm PVC SERIE 20	20.720
Tub-subcolector(32)	PVC	0.01	Bz-33	54.510	53.210	Bz-45	54.400	52.800	152.000	160 mm PVC SERIE 20	44.830
Tub-subcolector(33)	PVC	0.01	Bz-13	55.010	53.460	Bz-12	54.250	52.550	152.000	160 mm PVC SERIE 20	54.790
Tub-subcolector(34)	PVC	0.01	Bz-44	55.300	53.700	Bz-13	55.010	53.460	152.000	160 mm PVC SERIE 20	27.640
Tub-subcolector(35)	PVC	0.01	Bz-34	55.520	54.120	Bz-44	55.300	53.700	152.000	160 mm PVC SERIE 20	41.400



Tub-subcolector(36)	PVC	0.01	Bz-18	54.750	52.300	Bz-06	54.680	51.830	152.000	160 mm PVC SERIE 20	59.770
Tub-subcolector(37)	PVC	0.01	Bz-50	54.840	53.440	Bz-18	54.750	52.300	152.000	160 mm PVC SERIE 20	26.730
Tub-subcolector(38)	PVC	0.01	Bz-23	55.540	54.140	Bz-50	54.840	53.440	152.000	160 mm PVC SERIE 20	46.470
Tub-subcolector(39)	PVC	0.01	Bz-19	55.000	52.750	Bz-18	54.750	52.300	152.000	160 mm PVC SERIE 20	52.310
Tub-subcolector(40)	PVC	0.01	Bz-19	55.000	52.750	Bz-15	55.010	53.210	152.000	160 mm PVC SERIE 20	58.520
Tub-subcolector(41)	PVC	0.01	Bz-15	55.010	53.210	Bz-14	55.570	53.670	152.000	160 mm PVC SERIE 20	56.280
Tub-subcolector(42)	PVC	0.01	Bz-52	55.560	53.960	Bz-14	55.570	53.670	152.000	160 mm PVC SERIE 20	37.180
Tub-subcolector(43)	PVC	0.01	Bz-22	55.740	54.340	Bz-52	55.560	53.960	152.000	160 mm PVC SERIE 20	30.070

**Nota.** Elaboración Propia, Adaptado de las FLEX TABLES – CONDUIT del programa Bentley SewerCAD V10

**Interpretación técnica:** En el modelamiento del sistema de alcantarillado, se seleccionaron tuberías que cumplen con las dimensiones mínimas requeridas por la Norma OS.070 para colectores, garantizando así que el diseño esté alineado con los estándares establecidos y sea funcional para las condiciones previstas



**Tabla 49.**

**Resultado General para tuberías Colectoras y Subcolectoras**

Elemento	Pendiente (%)	Velocidad(m/s)	Velocidad crítica (m/s)	Caudal (l/s)	Relación tirante/diámetro (%)	Tensión tractiva (pascal)
Tub-colector(0)	5.167	1.67	0.79	4.91	31.87	10.07
Tub-colector(1)	0.545	0.75	0.79	4.91	40.46	1.71
Tub-colector(2)	0.447	0.69	0.79	4.91	41.55	1.46
Tub-colector(3)	7.290	1.74	0.74	3.78	39.10	11.72
Tub-colector(4)	1.662	1.03	0.73	3.72	36.28	3.67
Tub-colector(5)	1.369	0.87	0.67	2.60	33.07	2.70
Tub-colector(6)	0.881	0.73	0.66	2.53	29.78	1.89
Tub-colector(7)	1.114	0.69	0.58	1.50	26.11	1.80
Tub-colector(8)	0.834	0.62	0.58	1.50	20.88	1.44
Tub-colector(9)	5.504	1.20	0.58	1.50	17.37	6.23
Tub-colector(10)	2.137	0.86	0.58	1.50	18.93	3.00
Tub-subcolector(1)	0.934	0.64	0.58	1.50	32.21	1.57
Tub-subcolector(2)	8.076	1.37	0.58	1.50	16.86	8.40
Tub-subcolector(3)	5.422	1.20	0.58	1.50	17.40	6.16
Tub-subcolector(4)	0.829	0.62	0.58	1.50	20.89	1.43
Tub-subcolector(5)	8.520	1.40	0.58	1.50	16.79	8.76
Tub-subcolector(6)	3.035	0.98	0.58	1.50	18.31	3.93
Tub-subcolector(7)	0.768	0.60	0.58	1.50	21.11	1.35
Tub-subcolector(8)	3.602	1.03	0.58	1.50	18.03	4.49
Tub-subcolector(9)	5.681	1.22	0.58	1.50	17.33	6.38
Tub-subcolector(10)	0.787	0.60	0.58	1.50	21.06	1.38
Tub-subcolector(11)	0.865	0.63	0.58	1.50	20.80	1.48
Tub-subcolector(12)	4.125	1.09	0.58	1.50	17.81	4.99
Tub-subcolector(13)	3.334	1.00	0.58	1.50	18.17	4.24
Tub-subcolector(14)	0.826	0.62	0.58	1.50	29.40	1.43



Tub-subcolector(15)	3.638	1.04	0.58	1.50	18.02	4.53
Tub-subcolector(16)	1.895	0.83	0.58	1.50	19.16	2.73
Tub-subcolector(17)	0.852	0.62	0.58	1.50	20.83	1.46
Tub-subcolector(18)	0.772	0.60	0.58	1.50	21.10	1.36
Tub-subcolector(19)	2.744	0.94	0.58	1.50	18.47	3.63
Tub-subcolector(20)	2.035	0.85	0.58	1.50	19.03	2.88
Tub-subcolector(21)	0.988	0.65	0.58	1.50	20.53	1.65
Tub-subcolector(22)	3.306	1.00	0.58	1.50	18.19	4.21
Tub-subcolector(23)	1.251	0.71	0.58	1.50	19.99	1.97
Tub-subcolector(24)	0.861	0.63	0.58	1.50	26.11	1.47
Tub-subcolector(25)	5.384	1.19	0.58	1.50	17.41	6.13
Tub-subcolector(26)	1.761	0.80	0.58	1.50	19.30	2.58
Tub-subcolector(27)	0.997	0.66	0.58	1.50	20.51	1.66
Tub-subcolector(28)	4.274	1.10	0.58	1.50	17.76	5.13
Tub-subcolector(29)	1.745	0.80	0.58	1.50	19.32	2.56
Tub-subcolector(30)	0.895	0.63	0.58	1.50	20.76	1.52
Tub-subcolector(31)	1.206	0.70	0.58	1.50	20.07	1.92
Tub-subcolector(32)	0.915	0.64	0.58	1.50	20.66	1.54
Tub-subcolector(33)	1.661	0.79	0.58	1.50	19.42	2.46
Tub-subcolector(34)	0.868	0.63	0.58	1.50	20.79	1.48
Tub-subcolector(35)	1.015	0.66	0.58	1.50	20.47	1.68
Tub-subcolector(36)	0.786	0.60	0.58	1.50	21.06	1.38
Tub-subcolector(37)	4.269	1.10	0.58	1.50	17.76	5.12
Tub-subcolector(38)	1.506	0.76	0.58	1.50	19.61	2.28
Tub-subcolector(39)	0.860	0.63	0.58	1.50	20.81	1.47
Tub-subcolector(40)	0.786	0.60	0.58	1.50	21.06	1.38
Tub-subcolector(41)	0.817	0.62	0.58	1.50	20.92	1.41
Tub-subcolector(42)	0.780	0.60	0.58	1.50	21.08	1.37
Tub-subcolector(43)	1.264	0.72	0.58	1.50	19.97	1.99

**Nota.** Elaboración Propia, Adaptado de las FLEX TABLES – CONDUIT del programa Bentley SewerCAD V10

**Interpretación técnica:** Se verifica que las pendientes asignadas a cada tubería cumplen con el criterio mínimo de tensión tractiva media establecido en la Norma OS.070, garantizando condiciones adecuadas para la autolimpieza del sistema. Asimismo, se confirma que la velocidad crítica es menor que la velocidad final del flujo en la mayoría de los tubos colectores, lo que implica que la altura máxima de la lámina de agua no debe superar el 50 % del diámetro de la tubería colectora, para así asegurar una ventilación adecuada. Los resultados del modelamiento confirman que ninguna tubería excede este límite del 50 %. Además, conforme a la Norma OS.070, se garantizó que el caudal mínimo en cada tramo de tubería sea de 1.5 L/s, asignándose manualmente este valor donde fue necesario para cumplir con la normativa.

**Tabla 50.**

**Resultado General para Buzones**

Elemento	Diámetro (mm)	Cota terreno (msnm)	Cota tapa (msnm)	Cota fondo (msnm)	Altura de buzón(m)	Tipo de buzón	Coordenadas	
							Este	Norte
Bz-01	1200.00	48.47	48.47	47.02	1.45	Tipo I	774,745.57	8,989,241.64
Bz-02	1200.00	48.94	48.94	47.54	1.40	Tipo I	774,789.58	8,989,196.15
Bz-03	1200.00	48.29	48.29	46.14	2.15	Tipo I	774,668.30	8,989,323.95
Bz-04	1200.00	48.47	48.47	46.57	1.90	Tipo I	774,705.60	8,989,284.53
Bz-05	1200.00	48.10	48.10	45.60	2.50	Tipo I	774,628.97	8,989,363.36
Bz-06	1200.00	54.68	54.68	51.83	2.85	Tipo I	774,837.03	8,989,560.92
Bz-07	1200.00	55.48	55.48	54.08	1.40	Tipo I	774,887.76	8,989,607.58
Buzón existente	1200.00	47.25	47.25	45.25	2.00	Tipo I	774,565.88	8,989,331.63
Bz-08	1200.00	52.78	52.78	50.98	1.80	Tipo I	774,774.08	8,989,501.98
Bz-09	1200.00	52.29	52.29	49.84	2.45	Tipo I	774,698.72	8,989,431.00
Bz-10	1200.00	53.74	53.74	51.19	2.55	Tipo I	774,812.13	8,989,309.86
Bz-11	1200.00	52.99	52.99	51.79	1.20	Tipo I	774,853.44	8,989,266.77



Bz-12	1200.00	54.25	54.25	52.55	1.70	Tipo I	774,891.90	8,989,377.77
Bz-13	1200.00	55.01	55.01	53.46	1.55	Tipo I	774,929.59	8,989,338.02
Bz-14	1200.00	55.57	55.57	53.67	1.90	Tipo I	774,992.96	8,989,396.16
Bz-15	1200.00	55.01	55.01	53.21	1.80	Tipo I	774,954.76	8,989,437.50
Bz-16	1200.00	53.01	53.01	50.31	2.70	Tipo I	774,737.75	8,989,389.57
Bz-17	1200.00	52.77	52.77	50.82	1.95	Tipo I	774,777.80	8,989,345.12
Bz-18	1200.00	54.75	54.75	52.30	2.45	Tipo I	774,877.56	8,989,517.00
Bz-19	1200.00	55.00	55.00	52.75	2.25	Tipo I	774,914.08	8,989,479.55
Bz-20	1200.00	53.37	53.37	51.47	1.90	Tipo I	774,813.24	8,989,460.69
Bz-21	1200.00	53.93	53.93	52.03	1.90	Tipo I	774,851.89	8,989,419.94
Bz-22	1200.00	55.74	55.74	54.34	1.40	Tipo I	775,041.94	8,989,442.23
Bz-23	1200.00	55.54	55.54	54.14	1.40	Tipo I	774,931.78	8,989,566.05
Bz-24	1200.00	53.32	53.32	52.12	1.20	Tipo I	774,791.54	8,989,440.06
Bz-25	1200.00	51.70	51.70	50.50	1.20	Tipo I	774,717.19	8,989,370.59
Bz-26	1200.00	52.07	52.07	50.07	2.00	Tipo I	774,756.82	8,989,331.83
Bz-27	1200.00	52.49	52.49	50.49	2.00	Tipo I	774,797.61	8,989,289.50
Bz-28	1200.00	52.28	52.28	50.23	2.05	Tipo I	774,841.67	8,989,247.50
Bz-29	1200.00	54.32	54.32	52.92	1.40	Tipo I	774,868.44	8,989,362.05
Bz-30	1200.00	54.52	54.52	53.32	1.20	Tipo I	774,914.15	8,989,323.43
Bz-31	1200.00	54.62	54.62	53.42	1.20	Tipo I	774,860.40	8,989,505.25
Bz-32	1200.00	54.88	54.88	53.68	1.20	Tipo I	774,899.71	8,989,465.03
Bz-33	1200.00	54.51	54.51	53.21	1.30	Tipo I	774,940.03	8,989,422.26
Bz-34	1200.00	55.52	55.52	54.12	1.40	Tipo I	774,979.85	8,989,385.35
Bz-35	1200.00	50.30	50.30	48.30	2.00	Tipo I	774,687.84	8,989,342.57
Bz-36	1200.00	51.12	51.12	48.72	2.40	Tipo I	774,724.21	8,989,301.58

Bz-37	1200.00	49.97	49.97	47.97	2.00	Tipo I	774,765.71	8,989,258.68
Bz-38	1200.00	50.60	50.60	48.80	1.80	Tipo I	774,811.33	8,989,217.61
Bz-39	1200.00	50.75	50.75	49.00	1.75	Tipo I	774,662.45	8,989,395.82
Bz-40	1200.00	53.78	53.78	52.58	1.20	Tipo I	774,870.83	8,989,283.17
Bz-41	1200.00	53.31	53.31	51.81	1.50	Tipo I	774,828.22	8,989,325.19
Bz-42	1200.00	53.17	53.17	51.17	2.00	Tipo I	774,754.90	8,989,405.85
Bz-43	1200.00	52.48	52.48	50.48	2.00	Tipo I	774,732.84	8,989,462.98
Bz-44	1200.00	55.30	55.30	53.70	1.60	Tipo I	774,949.76	8,989,356.92
Bz-45	1200.00	54.40	54.40	52.80	1.60	Tipo I	774,907.08	8,989,391.87
Bz-46	1200.00	54.28	54.28	52.88	1.40	Tipo I	774,866.10	8,989,433.85
Bz-47	1200.00	53.97	53.97	52.67	1.30	Tipo I	774,829.46	8,989,475.98
Bz-48	1200.00	54.20	54.20	51.50	2.70	Tipo I	774,808.00	8,989,534.06
Bz-49	1200.00	54.50	54.50	53.10	1.40	Tipo I	774,853.93	8,989,576.63
Bz-50	1200.00	54.84	54.84	53.44	1.40	Tipo I	774,898.31	8,989,533.81
Bz-51	1200.00	47.34	47.34	45.44	1.90	Tipo I	774,597.51	8,989,346.36
Bz-52	1200.00	55.56	55.56	53.96	1.60	Tipo I	775,019.84	8,989,421.84
Bz-53	1200.00	48.60	48.60	47.30	1.30	Tipo I	774,770.21	8,989,216.01

*Nota. Elaboración Propia, Adaptado de las FLEX TABLES – MANHOL del programa Bentley SewerCAD V10*

**Interpretación técnica:** Los resultados indican que se utilizaron buzones Tipo I con un diámetro interno de 1.2 m y una altura mínima de 1.2 m, garantizando que el recubrimiento de las tuberías respecto al nivel del terreno sea superior a 1 m. Asimismo, se obtuvo una altura máxima de 2.85 m en los buzones para asegurar que las pendientes del sistema sean adecuadas, cumpliendo con los requisitos de diseño y funcionalidad del sistema de alcantarillado.

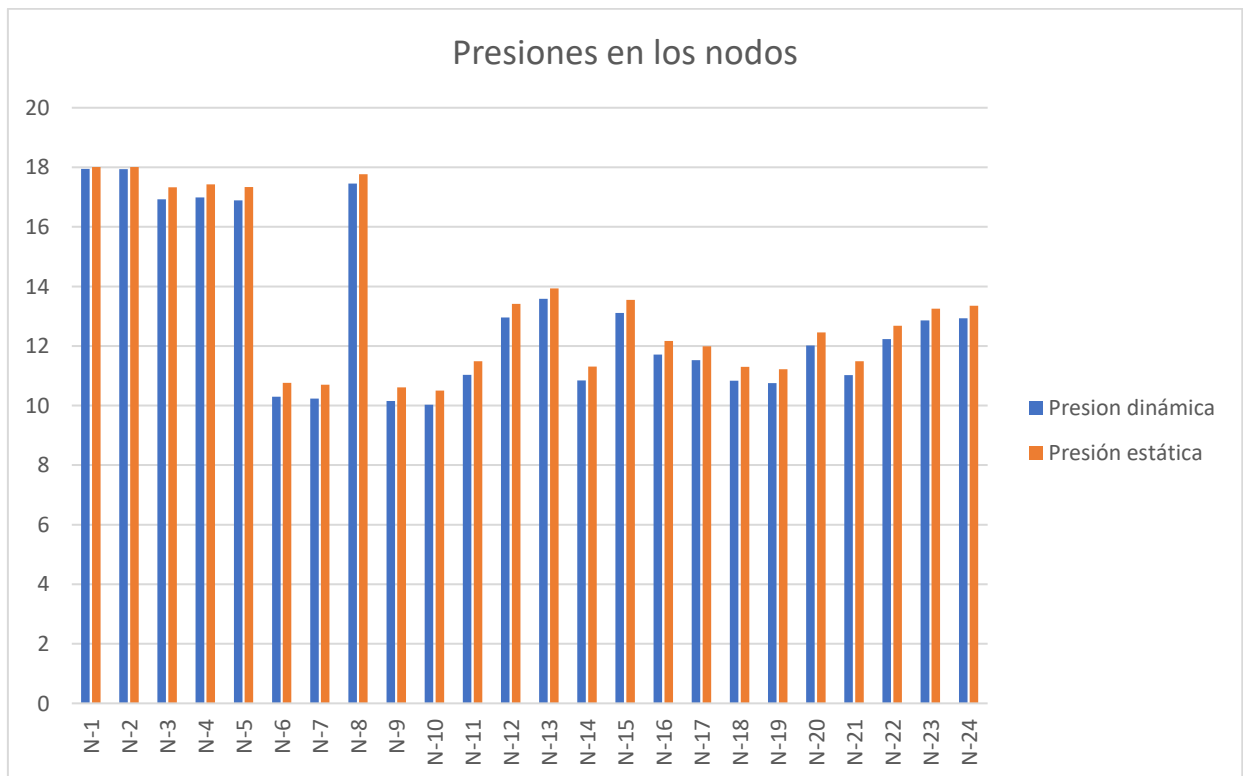
## 4.9. Discusiones

### 4.9.1. Para el diseño de redes de agua potable mediante el programa WaterCAD:

En los informes de los resultados obtenidos tras realizar el cálculo hidráulico, el cual sigue estrictamente las restricciones definidas por la normativa, se llevó a cabo una verificación de los valores de presión en la red de distribución. Se constató que la presión dinámica en cualquier punto de la red debe mantenerse por encima de los 10 metros de columna de agua (10 mH<sub>2</sub>O) para asegurar un flujo adecuado, mientras que la presión estática no debe superar los 50 metros de columna de agua (50 mH<sub>2</sub>O) para evitar posibles daños o fallas en los componentes del sistema. Estos resultados garantizan el cumplimiento de los criterios de diseño y operativos establecidos. Como se observa en la Figura, la presión mínima registrada en condiciones dinámicas fue de 10.03 m.c.a. en los nodos y de 10.00 en las conexiones domiciliarias, mientras que la presión máxima en condiciones estáticas alcanzó los 18.01 m.c.a, lo que confirma que las presiones están dentro de los rangos esperados para un funcionamiento eficiente y seguro de la red.

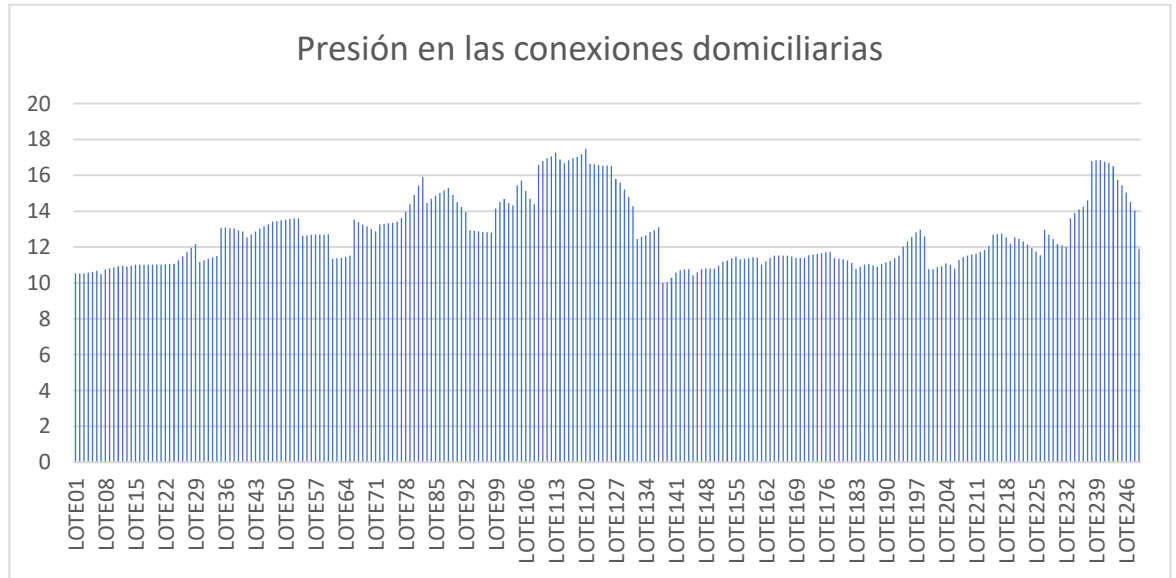
**Figura 14.**

**Presiones en los nodos en m.c.a**



*Nota. Elaboración propia*

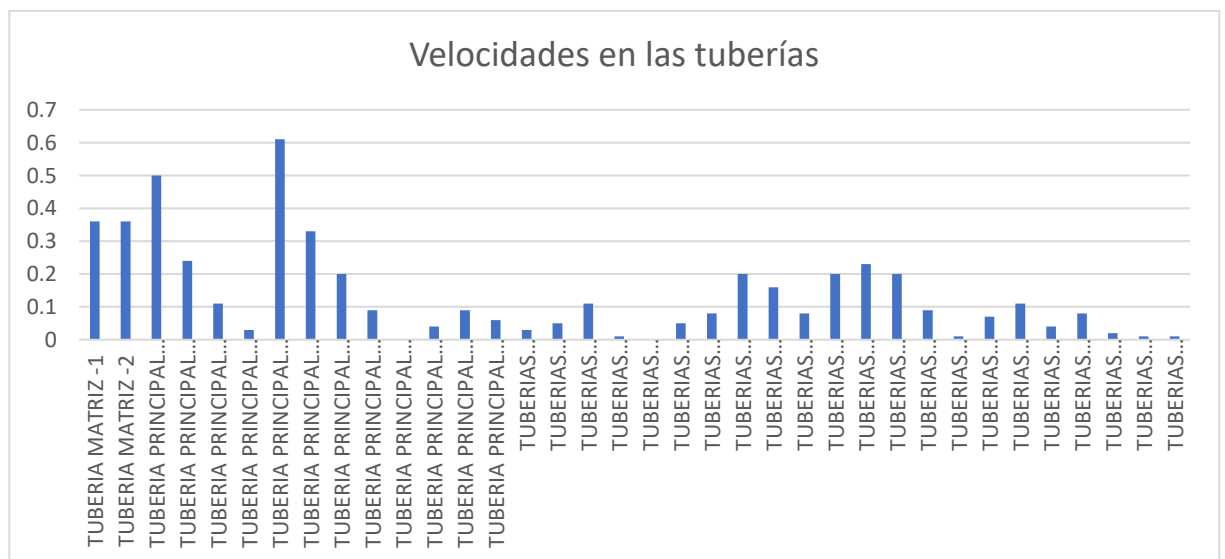
**Figura 15.**  
**Presiones en las conexiones domiciliarias**



*Nota. Elaboración propia*

Para evitar la erosión debida a velocidades excesivas del flujo, se realizó una verificación exhaustiva de las velocidades dentro de las tuberías, asegurándose de que no superaran los 3.0 m/s. Según lo indicado en la Figura, la velocidad máxima observada fue de 0.61 m/s, lo que confirma que se encuentra dentro de los valores aceptables.

**Figura 16.**  
**Velocidades en las tuberías**



*Nota. Elaboración propia*

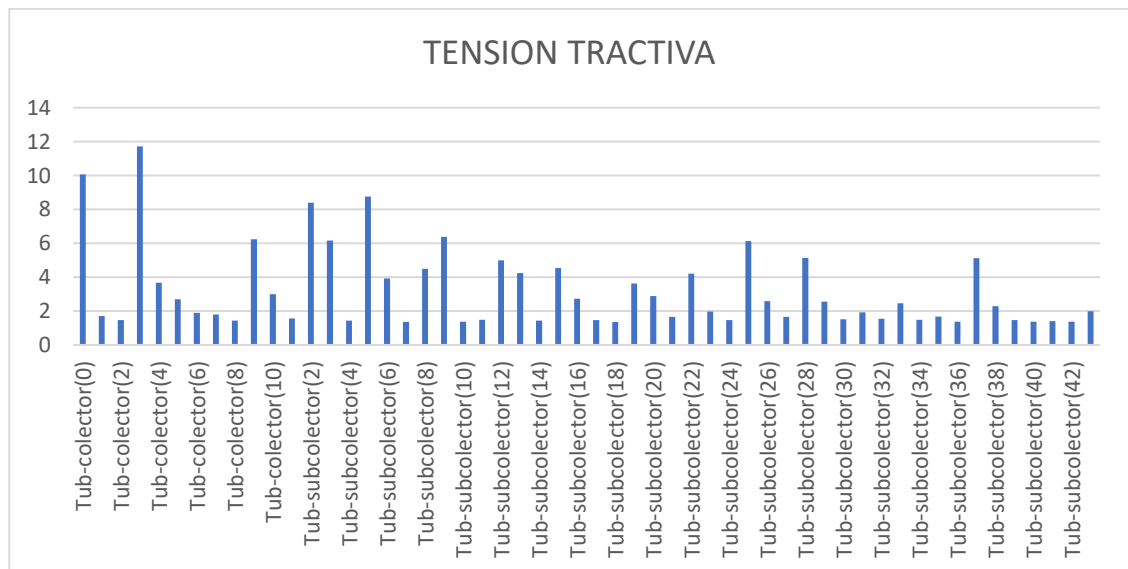
Para el diseño inicial, se contempló que todas las tuberías contaran con el diámetro mínimo establecido por la normativa, ya que se ajustarían en función de la demanda de agua. No obstante, debido al bajo caudal en la red de agua potable, todos los tramos se mantuvieron con el diámetro nominal de 3".

#### 4.9.2. Para el diseño de redes de alcantarillado mediante el programa SewerCAD:

En los informes de los resultados obtenidos tras realizar el cálculo hidráulico, que se ajusta a las restricciones definidas en el diseño, se verificó que cada tramo de la red mantuviera una Tensión Tractiva mínima de 1.0 Pascal, con el fin de garantizar la autolimpieza interna de las tuberías. Tal como se observa en la Figura , la Tensión Tractiva mínima registrada es de 1.35 Pascal, lo que asegura que las condiciones hidráulicas sean adecuadas para prevenir la acumulación de sedimentos y mantener la eficiencia operativa del sistema.

**Figura 17.**

**Tensión tractiva en las tuberías**



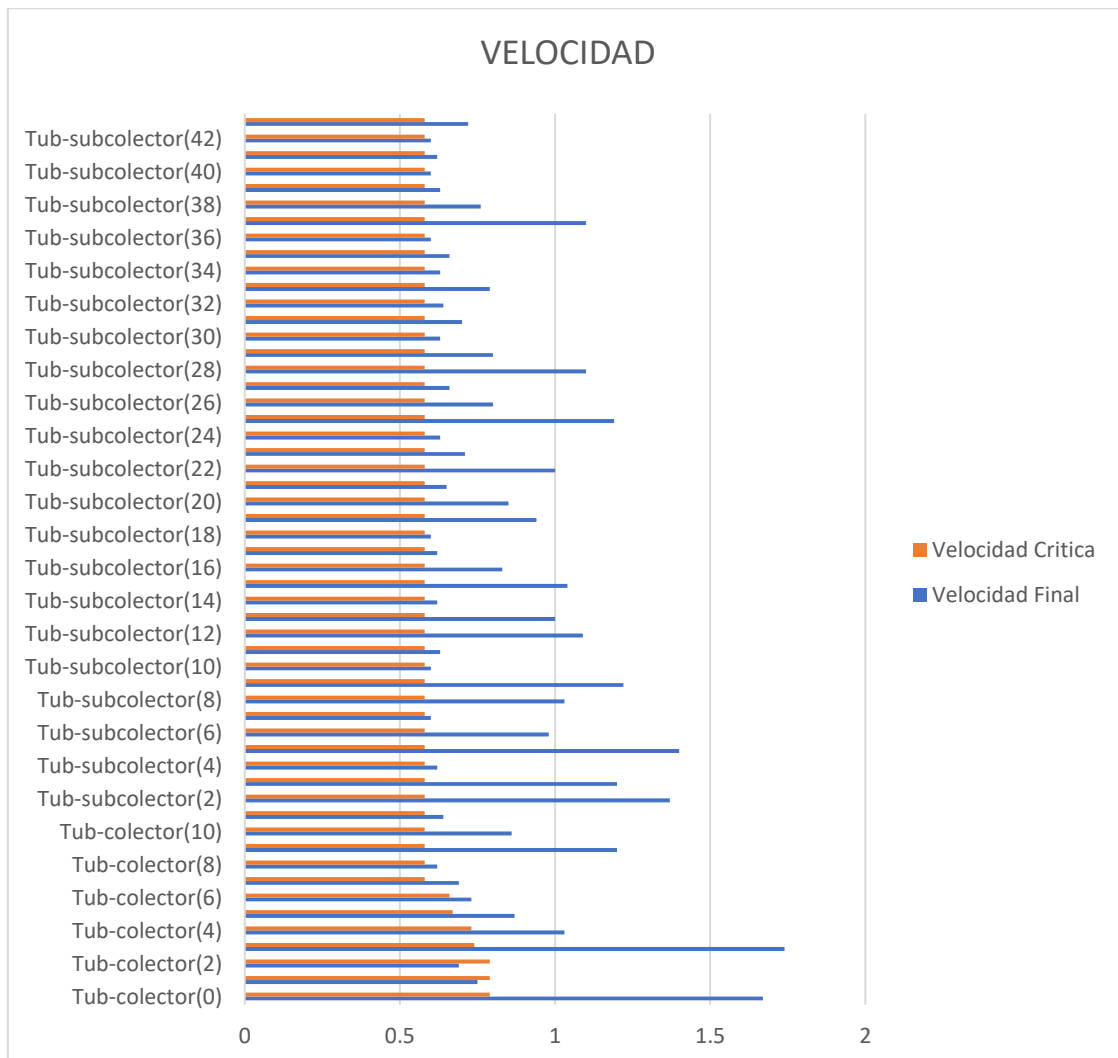
**Nota.** *Elaboración propia*



Además, se verificaron las restricciones previas al diseño, como la velocidad máxima del flujo en las tuberías, para evitar la erosión. Se comprobó que la velocidad no excediera los 3.0 m/s, tal como se muestra en la figura, donde la velocidad máxima alcanzada es de 1.74 m/s. Igualmente, se aseguró que la velocidad mínima fuera de al menos 0.60 m/s para prevenir la sedimentación debido a una velocidad de arrastre insuficiente. También se consideró la velocidad crítica, ya que la norma restringe que el porcentaje la altura de la lámina del flujo no debe sobrepasar el 50% cuando  $V_f > V_c$  y al 75% cuando  $V_c < V_f$ .

**Figura 18.**

**Velocidad crítica y Velocidad final en tuberías.**

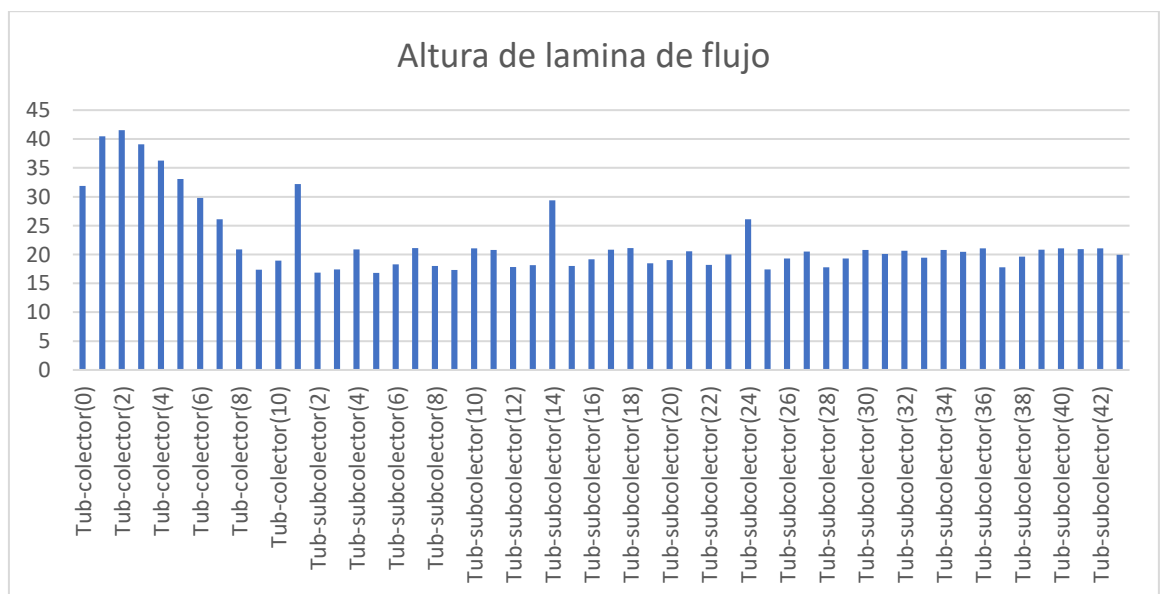


*Nota. Elaboración propia*

También, se verificó que en todos los tramos de la red se cumpla con un caudal mínimo de 1.50 L/s. Para ello, se implementó un procedimiento en el que se ajusta el caudal en cada buzón, añadiendo el flujo necesario, de manera que, si el caudal es inferior a 1.50 L/s, se diseñe para cumplir con este caudal mínimo establecido por la normativa.

Por otro lado, se aseguró que la altura de la lámina de flujo no excediera el 50% o 75% del diámetro de la tubería, dependiendo cual sea el caso, ya que un tirante superior a estos valores podría comprometer la estabilidad de la infraestructura, incluso provocando su colapso. Para garantizarlo, se verificaron los tirantes máximos, como se observa en la Figura, donde el tirante máximo registrado es de solo el 41.55 % del diámetro de la tubería, asegurando que este parámetro se mantiene dentro de los límites seguros para el diseño.

**Figura 19.**  
**Altura de lámina de flujo.**

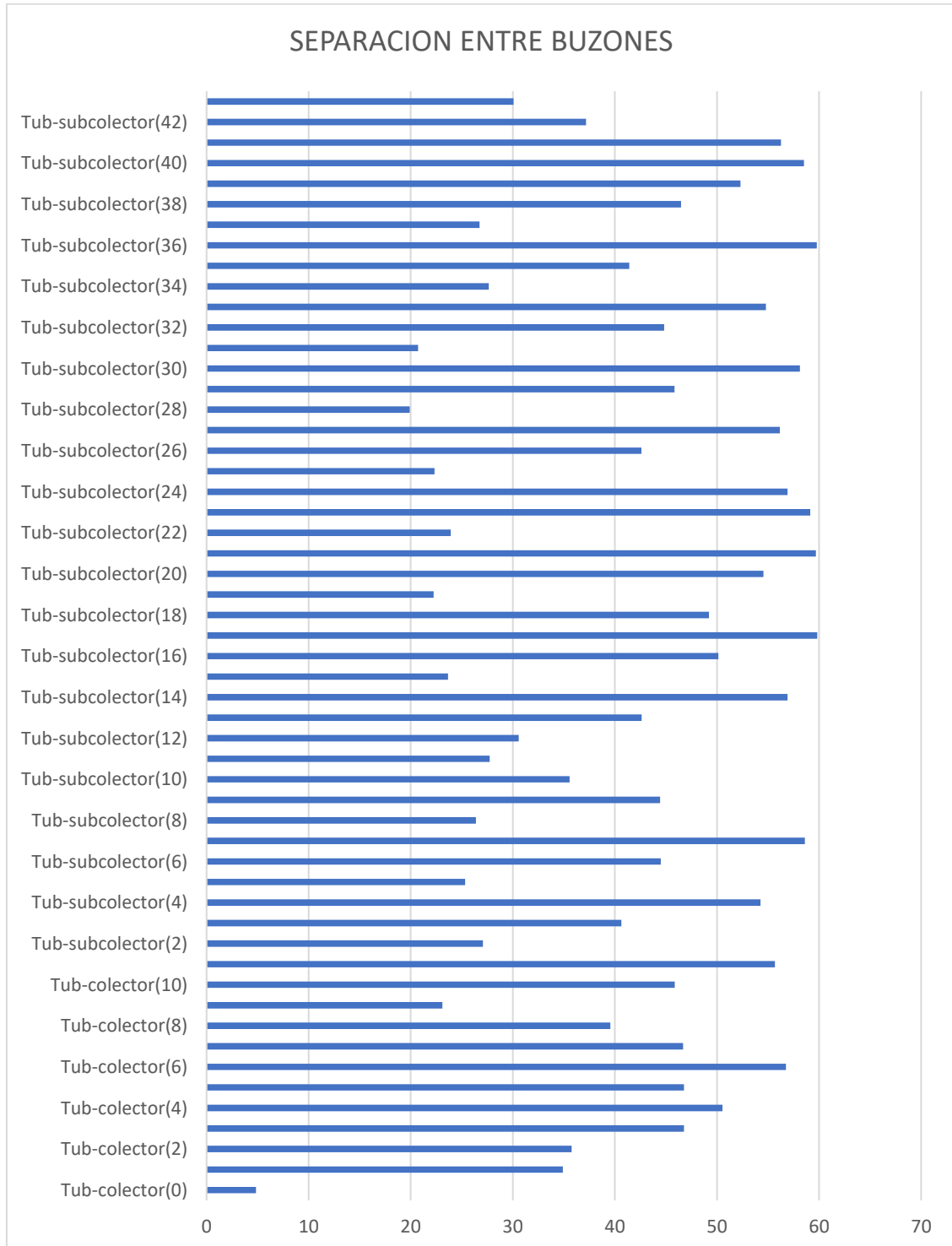


*Nota. Elaboración propia*

Para el diseño inicial, se contempló que todas las tuberías contaran con el diámetro mínimo establecido por la normativa, ya que se ajustarían en función al modelamiento. No obstante, debido al bajo caudal en la red de alcantarillado, todos los tramos se mantuvieron con el diámetro mínimo nominal de 160 mm.

Por su parte, la Norma OS.070 Redes de Agua Residuales establece que la separación máxima entre cámaras de inspección o buzones para tuberías de 160 mm debe ser de 60 metros. En este sentido, se verificaron las longitudes máximas de las tuberías entre buzones, como se observa en la Figura, donde la separación máxima registrada es de 59.83 metros.

**Figura 20.**  
**Separación máxima entre buzones**



*Nota. Elaboración propia*

**CAPÍTULO V:  
CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACION  
ES**

## 5.1. Conclusiones

- **Se logró realizar la propuesta del sistema de agua potable y alcantarillado** utilizando los softwares WaterCAD y SewerCAD para el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, cumpliendo con los objetivos generales del proyecto y obteniendo datos hidráulicos críticos que permitieron validar la funcionalidad del diseño.
- **Los parámetros de diseño evaluados** para los sistemas de agua potable y alcantarillado demostraron ser adecuados para las características específicas del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, ajustándose a los valores mínimos y máximos establecidos en las normativas técnicas peruanas vigentes.
- **El diseño del sistema de agua potable** realizado mediante el uso de WaterCAD permitió dimensionar tuberías de diámetro nominal de **6"** para la red matriz y **3"** para la red domiciliaria, logrando presiones dinámicas entre **10 m.c.a.** y **17.95 m.c.a.**, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y eficiencia.
- **El sistema de alcantarillado diseñado con SewerCAD** consideró una demanda de **4.91 l/s** y velocidades de flujo de hasta **1.74 m/s**, empleando tuberías de diámetro nominal de **6" serie 20**, garantizando una adecuada evacuación de aguas residuales.
- **La factibilidad del diseño fue validada** al comprobar que los parámetros hidráulicos obtenidos cumplen con las normativas técnicas y que las soluciones propuestas son viables para su implementación en el asentamiento.
- **Se presentó una alternativa de sistema de agua potable y alcantarillado** que, al ser implementada, contribuirá significativamente a mejorar las condiciones de vida y el acceso a servicios básicos para los habitantes del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte.



## **5.2. Recomendaciones**

- Se sugiere, extender el análisis a escenarios futuros que consideren un mayor crecimiento poblacional y cambios en las demandas de agua y alcantarillado, utilizando proyecciones más detalladas que incluyan fenómenos climáticos y sociales.
- Se recomienda, realizar ensayos en campo que complementen los resultados obtenidos mediante el software, como pruebas de presión, caudal y velocidad en sistemas piloto. Esto permitirá verificar la aplicabilidad práctica de las soluciones diseñadas.
- Incorporar un análisis detallado del impacto social del proyecto en la calidad de vida de los habitantes del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, identificando áreas adicionales de intervención para maximizar beneficios.
- Proponer cursos o talleres en el uso de herramientas como WaterCAD y SewerCAD para estudiantes y profesionales, aprovechando la experiencia adquirida durante el desarrollo de la tesis.
- Evaluar materiales alternativos a las tuberías de PVC clase 7.5, considerando su durabilidad, resistencia y costo, especialmente para condiciones que puedan exceder los 50 m.c.a.

# **CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



- Quito Vivanco, A.E. y Chiquito Sánchez, J.A. (2020). *Estudio de calidad de agua y modelación hidráulico del sistema de distribución del C7 aplicando WaterCad de la ciudad de Jipijapa. [Tesis para obtención de título, Universidad Estatal del Sur de Manabi].* <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2280>.
- Ramón Godoy, A.B. (2022). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Barrio Santa Anita, Parroquia La Merced, Cantón Quito, provincia de Pichincha. [Tesis para obtención de título, Universidad de las Fuerza Armadas ESPE].* <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/28681/T-ESPE-050973.pdf?sequence=1>.
- Vargas Vasquez, L.D. (2020). *Diseño de redes de agua potable y alcantarillado de la comunidad campesina La Ensenada de Collanac distrito de Pachacamac mediante el uso de los programas Watercad y Sewercad. [Tesis para obtención de título, Pontificia Universidad Católica del Perú].* <https://tesis.pucp.edu.pe/items/f661a371-18fc-4448-9235-f8d770bcee80>.
- Ticona Talaverano, P.M. (2022). *Diseño hidráulico del sistema sanitario para asentamientos humanos en el distrito de Comas - Lima, usando los programas WaterCAD y SewerCAD. 2020. [Tesis para obtención de título, Universidad Privada del Norte].* <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31402?show=full&locale-attribute=en>
- Gavidia Olaya, D. (2022). *Diseño de un sistema de agua potable en el Caserío Palo Negro, distrito Tambogrande, Región Piura - Abril 2019. [Tesis para obtención de título, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote].* <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/25400>
- Meléndez Calderón, F. S. (2019). *Diseño del sistema de alcantarillado para la mejora de la condición sanitaria del caserío Vichamarca, distrito de Moro, provincia del Santa, región Áncash - 2019. [Tesis para obtención de título, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote].* <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/14770>
- Pajuelo Luna, L. M. y Tamayo Teodoro, B. Y. (2021). *Diseño hidráulico de redes de agua potable y alcantarillado del Asentamiento Humano Sánchez Milla, distrito*





- de Nuevo Chimbote - Ancash, 2021. [Tesis para obtención de título, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97122>*
- Atoche Ganoza, L. E. y Palomino Blas, V. G. (2021). *Diseño de la red de agua potable y alcantarillado de la H.U.P Unión del Sur, Nuevo Chimbote, Ancash - 2020. [Tesis para obtención de título, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74532>*
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (1 de agosto 2018). *Perú: Perfil Sociodemográfico Informe Nacional. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)*
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (1 de junio 2020). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)*
- Jimenez Garrido, L. F. y Haro Haro, H. M. (2020). *Evaluación y Diseño de los sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de la Vivienda Fiscal del Fuerte Militar “Marco Aurelio Subía” [Tesis para obtención de título, Universidad de las Fuerza Armadas ESPE]. <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/32e11531-5965-4668-8cf1-205b2179eeba/content>*
- Lluguin Naranjo, J. G. y Tinoco Cuenca, J. E. (2022). *Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario, para el barrio El Rosario, parroquia de Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha [Tesis para obtención de título, Universidad Central del Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23004>*
- Palacios Valencia, Y. (2020). *Relaciones Internacionales Número 45: Acceso al agua potable y saneamiento: Desafío en las Américas para colectivos étnicos desde los estándares internacionales de protección de los derechos humanos. <https://revistas.uam.es/relacionesinternacionales/article/view/11984/12707>*
- Carhuapoma Mendoza, J. C. y Chahuayo Durán, A. R. (2019). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la Rinconada de Pamplona Alta, aplicando*



*EPANET y algoritmos genéticos para la localización de válvulas reductoras de presión. [Tesis para obtención de título, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].*

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626349/Carhuapoma\\_MJ.pdf?sequence=3](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626349/Carhuapoma_MJ.pdf?sequence=3)

Medina Alvarado, A. A. y Vidal Cruz, L. A. (2019). *Modelamiento hidráulico de la red de agua potable usando el software WaterCAD en el centro poblado de Pacanguilla – La Libertad 2022. [Tesis para obtención de título, Universidad Privada del Norte].* <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32052>

Vilela Aguilar, C.E. (2023). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en los centros poblados de Carrizalillo, Cerro de Leones y San Pedro, del distrito de Tambogrande, provincia de Piura, departamento de Piura. [Tesis para obtención de título, Universidad de Piura].* <https://pirhua.udep.edu.pe/item/f8250abe-f363-4f1b-ba73-780d54d24ff1>

Miranda Dextre, R.F. (2019). *Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico del centro poblado de Quenuayoc, distrito independencia, provincia Huaraz, región Ancash, mayo – 2019. [Tesis para obtención de título, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote].* <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/15331?show=full>

Portella Carlos, S.I. y Narvaez Poma, R. E. (2021). *Alternativas de Sistemas de Abastecimiento de agua potable Para Cascajal Alto (Nueva Jerusalen) – Chimbote 2021. [Tesis para obtención de título, Universidad Nacional del Santa].* <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3980>.

Aquino Gonzales, Y.G. y Leon Reyes, C. E. J. (2023). *Evaluación y propuesta de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el A.H. José Sánchez Milla - Chimbote – 2021. [Tesis para obtención de título, Universidad Nacional del Santa].* <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4248>.

Concha Huanuco, J.D. y Guillén Lujan, J. P. (2014). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (caso: urbanización Valle Esmeralda, distrito Pueblo Nuevo, provincia y departamento de Ica). [Tesis para obtención de título,*



*Universidad de San Martín de Porres*.  
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1175>.

Feliz Diaz, L.G. y Chavez Echegaray, B. A. (2022). *Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para mejorar la calidad sanitaria en la localidad de Uramasa, Cajatambo, Lima, 2021. [Tesis para obtención de título, Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion]*.  
<https://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6574>.

Huaman Barron, K.N. y Lovaton Cervantes, M. J. (2021). *Propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable en el asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral. [Tesis para obtención de título, Universidad Ricardo Palma]*. <https://repositorio.urp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/97a97d45-3963-4e33-962f-dd5359bcf801/content>.

Huaman Barron, K.N. y Lovaton Cervantes, M. J. (2021). *Propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable en el asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral. [Tesis para obtención de título, Universidad Ricardo Palma]*. <https://repositorio.urp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/97a97d45-3963-4e33-962f-dd5359bcf801/content>.

SUNASS (2004). *La calidad del agua potable en el Perú* [Archivo PDF]  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1115225/Sunass\\_JICA\\_2004\\_.La\\_calidad\\_del\\_agua\\_potable\\_en\\_el\\_Per%C3%BA..pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1115225/Sunass_JICA_2004_.La_calidad_del_agua_potable_en_el_Per%C3%BA..pdf)

Agüero Pittman, Roger (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).

Machado Medina, C.M. (2021). *Rediseño del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales del CP Unión, Castilla – Arequipa. [Tesis para obtención de título, Universidad de Piura]*. <https://pirhua.udep.edu.pe/item/ded92a0f-71fc-4aaa-885d-f1b60591f3b9>.

SIAPA (17 de febrero de 2014) *Criterios y Lineamientos para Factibilidades Alcantarillado Sanitario*.  
[https://siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_1.\\_criterios\\_basicos\\_de\\_diseno.pdf](https://siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_1._criterios_basicos_de_diseno.pdf).



- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS. 050 Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano DS N° 010-2009.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS. 070 Redes de Agua Residuales DS N° 010-2009.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS. 100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2012). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma I.S. 010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural 2018.*
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2003). *Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS. 060 Drenaje Pluvial.*
- Vierendel, R. (2009). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado.*
- World Health Organization(2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano.*  
[https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1.](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1)
- Doroteo Calderón, F.R. (2014). *Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas Watercad y Sewercad. [Tesis para obtención de título, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].*  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581935/DOROTEO\\_CF.pdf](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581935/DOROTEO_CF.pdf)
- Acosta Alvarez, G. y Azevedo Neto, J. (1976). *Manual de Hidráulica.*



Saldarriaga, Juan (2007). *Hidráulica de tuberías. Abastecimiento de agua, redes y riegos*. Bogotá, Colombia: Alfaomega.

Organización Panamericana de la Salud (2005). Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CEPISO~1.PDF](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPISO~1.PDF)

Metcalf, L. y Harrison, E. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento Vertido y Reutilización. Tercera*. Tercera Edición. España. Mcgraw-Hill.

Sánchez Merlo, Y. M. (2013). *Modelamiento Computarizado de Sistemas de Distribución de Agua con WaterCAD V8i* [Archivo PDF]. <https://issuu.com/michelugartecarrion/docs/manual-completo-watercad-ica-junio->

Sánchez Merlo, Y. M. (2013). *Modelamiento Computarizado de Sistemas de Distribución de Agua con SewerCAD V8i* [Archivo PDF]. <https://es.slideshare.net/slideshow/manual-sewer-cad-250839624/250839624>

Bentley (2023). *Bentley Software*. <https://www.bentley.com/software/openflows-worksuite/>

Instituto Nacional de Calidad (2022). *NTP-ISO 1452 Sistemas de tuberías de plástico para el abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado, enterrado o aéreo con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)*.

Instituto Nacional de Calidad (2022). *NTP-ISO 4435 Tubos y conexiones de poli (cloruro de vinilo) (PVC-U) no plastificado para sistemas de drenaje y alcantarillado*

Invierte.pe. (2021). *Consortio Aguas del Santa: Mejoramiento y Ampliación De Los Servicios De Agua Potable Y Alcantarillado En Los Distritos De Chimbote Y Nuevo Chimbote De La Provincia De Santa - Departamento De Ancash* <https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/formato/verProyecto/199311>

# **CAPÍTULO VII:**

# **ANEXOS**

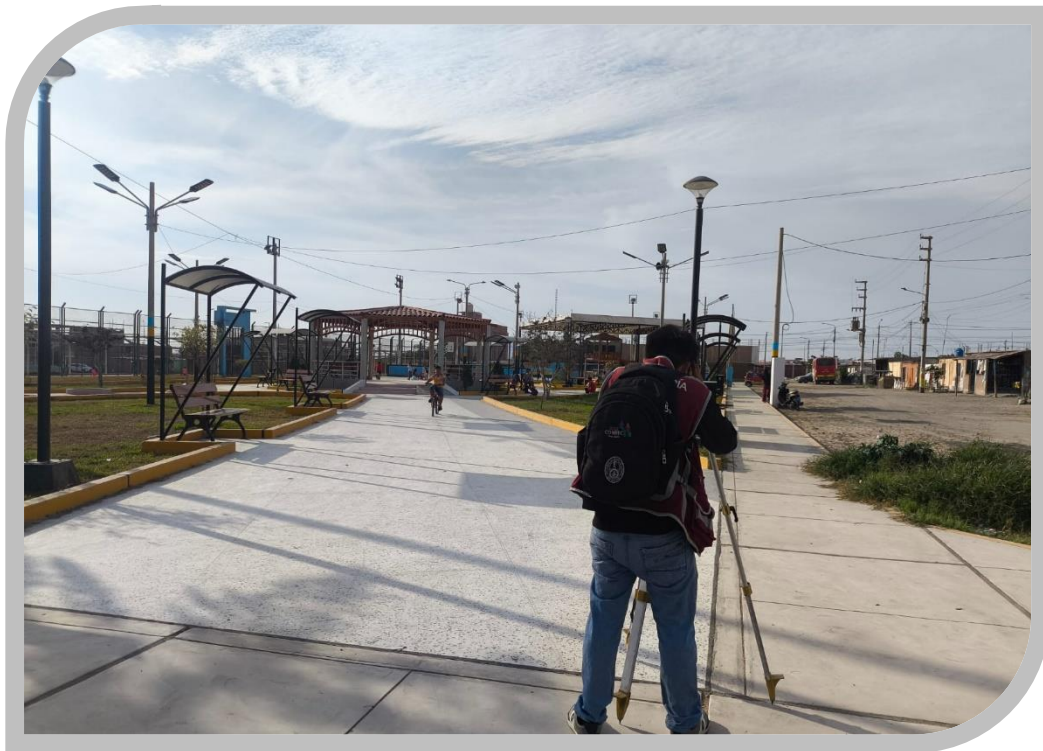
**VII.1**

**ANEXO N°01  
ESTUDIO TOPOGRÁFICO**



## ESTUDIO TOPOGRÁFICO

**ESTUDIO DE TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL DENOMINADO: "PROPUESTA DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO UTILIZANDO WATERCAD Y SEWERCAD PARA EL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO HORIZONTE NUEVO CHIMBOTE"**







## ÍNDICE

- I. Generalidades**
  - 1.1. Objetivo del estudio topográfico
  - 1.2. Metodología
- II. Ubicación geográfica**
  - 2.1. Ubicación y descripción del área de estudio
  - 2.2. Acceso al área de estudio
  - 2.3. Condiciones climáticas
  - 2.4. Recopilación de información
- III. Alcances de los servicios**
  - 3.1. Levantamiento de obras no lineales
  - 3.2. Levantamiento perimétrico de calles
- IV. Metodología y procedimiento de trabajo**
- V. Equipos y personal utilizado**
- VI. Trabajo de gabinete**
- VII. Georreferenciación y puntos de control geodésico**
- VIII. Conclusiones**
- IX. Recomendaciones**



---

## ANEXOS II. INFORME DE ESTUDIO TOPOGRÁFICO

---

### I. Generalidades

#### 1.1. Objetivo Del Estudio Topográfico

El presente Estudio Topográfico tiene el objetivo proporcionar información básica y necesaria basada en informes recopilados y evaluados, en data topográfica tomada en campo y procesada en gabinete de la topografía, cartografía, elementos estructurales, hidráulicos y demás de la zona materia del estudio.

El objetivo secundario es obtener Benchs Marks o Puntos de control en un número suficiente como para desarrollar trabajos de verificación de cotas y tener cotas de referencia para el proyecto de tesis.

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para la representación fidedigna de un determinado sector del terreno a fin de:

- Elaborar planos topográficos a escalas adecuadas.
- Proporcionar información de base para los estudios hidráulicos, hidrogeológicos, obras de ingeniería, suelos, y de impacto ambiental.
- Elaborar planos de los elementos estructurales existentes y a proyectar en campo.

#### 1.2. Metodología

La metodología adoptada para el cumplimiento de los objetivos antes descritos es la siguiente:

- a) Recopilación y evaluación de la información topográfica existente tales como Cartas nacionales, Fichas del IGN de puntos geodésicos de primer orden, planos topográficos realizados en el área de estudio, etc.
- b) Desplazamiento de la brigada de topografía a la zona en estudio coordinándose con el equipo de los tesisistas. Luego de la entrega del terreno, se procedió con el reconocimiento de la zona en campo, verificando el área de trabajo, así como las zonas aledañas para su delimitación.

Es importante mencionar que los levantamientos topográficos en la localidad de **AA.HH NUEVO HORIZONTE** se efectuaron basándose en una poligonal de

apoyo electrónica cerrada con medida directa utilizando la estación total como equipo de precisión, cuyos puntos de vértices han sido ubicados y monumentos teniendo como base los puntos de los vértices en **AA.HH NUEVO HORIZONTE** “BM N°01”, “BM N° 02”, “BM N° 03”, “BM N° 04”, “BM N° 05”, “BM N° 06”, “BM N° 07” Y “BM N° 08”, establecido en BM con un GPS Navegador de +/- 2 m de precisión, luego siendo tomados con estación total, cuyos valores fueron dados con el elipsoide WGS84., con mediciones geométricas de ida vuelta a cada uno de los vértices de la poligonal de cerrada. Toda la base topográfica ha sido “amarrada” al elipsoide WGS84.

- c) Los conceptos, cálculos y diseños, guardan estrecha relación con las Normas Técnicas Peruana e Internacionales, las cuales son compatibles con el Proyecto a desarrollar.

La elaboración del presente Levantamiento Topográfico se ha realizado mediante un adecuado cronograma de trabajo de las diferentes etapas que consta el estudio realizado por los encargados de analizar, evaluar y ejecutar cada una de las etapas del levantamiento.

Se trabajó con los siguientes parámetros, con la cual se obtendrá la información de campo y gabinete en función a:

- Zona: Paralelo 17 S, referido al Meridiano de Greenwich
- Elipsoide: WGS-84, en Proyección Universal Transversa Mercator (U.T.M)
- Datum: Alturas referidas sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m.)

La automatización del trabajo de campo se efectuó en forma diaria y de la siguiente manera: se efectuó la toma de datos de campo durante el día, la transmisión de la información de campo a una computadora al caer la luz del sol, la verificación en la computadora de la información tomada en campo, el procesamiento de la información para obtener planos topográficos a escala conveniente.

Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software



AUTOCAD CIVIL 3D, elaborando planos topográficos a escala 1/1000, para efectuar los diseños respectivos.

Se incluye el presente Informe de Topografía, que contiene información general de los trabajos realizados para la elaboración de este informe, tal como, la descripción detallada de los procedimientos llevados a cabo tanto en campo como en gabinete, información técnica, memorias de cálculo, panel de fotografías, planos topográficos, entre otros relativos al levantamiento topográfico.

## **II. Ubicación geográfica**

### **2.1. Ubicación y descripción del área de estudio**

La localidad del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, pertenece geográfica y políticamente al distrito de Nuevo Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash, el área de estudio se encuentra situada en el extremo Sureste del departamento que corresponde a la región costa del mismo, Se encuentra ubicado al sur de Nuevo Chimbote, el accesos a la localidad es por la carretera panamericana , su área de influencia se encuentra dentro del distrito de Nuevo Chimbote; todas en marcadas en la Provincia Santa, Departamento de Ancash, la localidad de AA.HH Nuevo Horizonte es de topografía con pendiente suave a sus alrededores y de pendiente llana en la parte central del poblado, la localidad presenta poca vegetación a sus alrededores debido a sus condiciones climáticas secas.

La ubicación del área de estudio políticamente y geográficamente se describe de la siguiente manera:

➤ **Ubicación Política:**

**Localidad:** AA. HH NUEVO HORIZONTE

**Distrito:** Nuevo Chimbote

**Provincia:** Santa

**Departamento:** Ancash

➤ **Ubicación Geográfica: AA. HH NUEVO HORIZONTE**

<b>Este:</b>	774829,8951E
<b>Norte:</b>	8989429,288 N
<b>Altitud:</b>	11.100 m.s.n.m

## 2.2. Acceso al Área de Estudio

Tabla 51.

Vías y medios de accesos

Desde	A	Tipo de vía	Estado de la vía	Medio de transporte	Km	Tiempo
Nuevo Chimbote	Nuevo Horizonte	Pavimento	Flexible	Camioneta	8	20 min
					<b>8 km</b>	<b>20 min</b>

*Nota. Elaboración Propia, Trabajo en Campo*

## 2.3. Condiciones Climáticas

En Nuevo Chimbote, los veranos son cortos, calurosos, bochornosos, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 15 °C a 24 °C y rara vez baja a menos de 13 °C o sube a más de 27 °C.

### **Temperatura promedio en Nuevo Chimbote**

La temporada templada dura 2.7 meses, del 13 de enero al 3 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 23 °C. El mes más cálido del año en Nuevo Chimbote es febrero, con una temperatura máxima promedio de 24 °C y mínima de 20 °C.

En Nuevo Chimbote, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año.



La parte más despejada del año en Nuevo Chimbote comienza aproximadamente el 16 de abril; dura 6.1 meses y se termina aproximadamente el 19 de octubre.

El mes más despejado del año en Nuevo Chimbote es Agosto, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 72 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 19 de octubre; dura 5.9 meses y se termina aproximadamente el 16 de abril.

El mes más nublado del año en Nuevo Chimbote es Febrero, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 76 % del tiempo.

#### **2.4. Recopilación de Información**

Para el desarrollo del estudio y en conformidad a los términos de referencia se ha recopilado información cartográfica de campo de las siguientes instituciones y fuentes de información Virtuales

El área de estudio se encuentra ubicada a una altitud promedio entre 11.100 m.s.n.m.

- Trabajo de campo: El cual consiste dentro del plan en la recopilación de información e investigación del campo en la localidad para su posterior procesamiento en gabinete.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET).
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).
- Obteniendo la siguiente información:
- Carta Nacional, escala 1:100 000. (INGEMMET).
- Sistema Nacional de Carreteras del Perú, escala 1:450,000 (MTC).
- Google Earth Pro, Imágenes Panorámicas y Diseño de croquis.

### **III. Alcances de los servicios**

Los Servicios de Campo que conforman este Informe están basados para una tesis de abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Ubicado en AA.HH Nuevo Horizonte

En los levantamientos ejecutados se ha procurado obtener toda la información y características necesarias del terreno y estructuras existentes para el mejor trazo de las obras a proyectarse. El alcance de los servicios comprende las siguientes actividades:

### **3.1. Levantamiento de obras no lineales**

Estos trabajos comprenden los trabajos topográficos necesarios para la ubicación y características de las áreas para los diseños del estadio.

### **3.2. Levantamiento Planimétrico de Calles**

En el Levantamiento Planimétrico de Calles y caminos se considerarán todos los elementos que obstaculicen el área de trabajo; casas, árboles, postes, tranqueras y cualquier otro elemento propio del terreno.

## **IV. Metodología y procedimiento de trabajo**

Los levantamientos topográficos serán divididos en tres clases: Obras Lineales, Obras No Lineales y Levantamiento planímetro de calles.

Se realizaron los siguientes procedimientos:

- Apoyados en los vértices de las Poligonales de Control, se levantaron en campo todos los detalles Planimétricos compatibles con la escala de presentación de los servicios tales como: vivienda, veredas, pistas, postes, etc.
- Toda la información obtenida se ha procesado empleando programas con un software de cálculo en el caso de la Estación Total (Indicado en el equipo de software utilizado).
- Los trazos que generan los planos han sido procesados en dibujos vectorizados en los programas de CIVIL 3D, cuyos archivos están en unidades métricas. Los puntos son incluidos como bloques en la capa Puntos Topográficos y controlada en tres tipos de información básica (número de punto, descripción y elevación).
- El Levantamiento Planimétrico se ejecutó con los siguientes límites de precisión.

### **4.1. Poligonal Cerrada**

Se realizó el reconocimiento del terreno para ver sus características más resaltantes y la posterior ubicación de los vértices de dicha Poligonal.



Posteriormente se realizó la monumentación de los vértices de la Poligonal; Se realizó la medición de ángulos horizontales, verticales y distancias, siendo tomados como puntos de partida el hito BM de Coordenadas U.T.M. y en el Sistema Elipsoidal WGS-84.

#### 4.2. Medición de Ángulos

Se obtuvo ángulos internos (horizontales) y ángulos directos (verticales) apoyados en la Estación Total Topcon GM 52 con precisión al segundo, mediante observaciones a los prismas ubicados en cada vértice de dicha Poligonal.

### V. Equipos y personal utilizado

Para el desarrollo del presente servicio empleamos los siguientes recursos:

#### 5.1. Equipos Topográficos

El control topográfico fue llevado a cabo en forma diaria, mediante el uso de:

- 01 estación total SOKKIA IM 55
- 01 prismas.
- 02 equipos de radiocomunicación Motorola.
- entre otros accesorios como trípodes, baterías, wincha, pintura, cemento, etc.
- 01 navegador GPS garmin

#### 5.2. Recursos equipos y materiales:

- |  |    |    |
|--|----|----|
| • Laptop personal                          | 01 |    |
| • Wincha de 05 metros                      |    | 02 |
| • Navegador GPS Garmin                     | 01 |    |
| • Operadores                               |    | 01 |
| • Ayudantes                                | 01 |    |
| • Comunicación (Radio y Celular RPM y RPC) | 02 |    |
| • Camioneta doble cabina 4X4               |    | 01 |





## VI. Trabajo de gabinete

Consta de las siguientes etapas:

- Ordenamiento de datos y comprobaciones generales de libretas de campo.
- Cálculo de la poligonal de apoyo: lados y ángulos internos.
- Cálculo de Coordenadas Topográficas.
- Cálculo de cotas de las estacas de la poligonal de apoyo.
- Dibujo de planos.

### 6.1. Puntos Topográficos.

Estos puntos fueron levantados como nudos topográficos orientados a generar las curvas de nivel. Se utilizó el equipo de Estación Total para poder ubicarlos en campo. Estos puntos fueron apoyados en coordenadas y cotas desde las Estaciones de control para los levantamientos ya descritos.

La descripción de los puntos tomados en campo se realizó en coordinación con el Técnico de Campo y el Técnico de Gabinete, quienes acordaron una codificación para cada detalle encontrado en campo, tales como:

Tabla 52.

Códigos para el levantamiento Topográficos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
TN	Terreno Natural
COL	Colegio
ESQ.	Esq. Casa
CAP	Capilla
BM	Benchs Marks
CAMP	Campo Deportivo

*Nota. Elaboración Propia, Trabajo en Campo*



## VII. Georreferenciación y puntos de control geodésico

### 7.1. Puntos Topográficos.

El trabajo consistió en la determinación de las coordenadas de dos puntos de control que servirán para ubicar la línea base de inicio, colocados en la zona del proyecto.

## VIII. Conclusiones

- El área de estudio en la Localidad de AA. HH Nuevo Horizonte se encuentra en distrito de Nuevo Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash, el área de estudio tiene una topografía de relieve suave y llano en la parte central, presenta poca vegetación a su alrededor.
- Se realizó el levantamiento topográfico con una estación Topcon GM 52.
- El área de estudio y zona del proyecto levantada se encuentra enteramente en la Zona 17 L.
- Se ha elaborado planos topográficos del área de estudio a escala 1:1000 con equidistancia de curvas de nivel a cada 5m, la topografía procesada sirvió de base para la elaboración de la tesis “Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote”

## IX. Recomendaciones

- Se recomienda proteger los BMS, evitando en lo posible su destrucción, para ello se pueden colocar paneles, letreros, cercos, etc.; que garanticen su permanencia en el tiempo.
- Se recomienda utilizar los BMS para futuros trabajos de ampliaciones y/o futuros mejoramientos incluso para cualquier otro proyecto que la municipalidad decida poner en marcha sobre el área del presente proyecto, así se podrá garantizar la correcta georreferenciación de dichos estudios.



- Se recomienda realizar el replanteo, ingresando los factores combinados apropiadamente a las estaciones totales, para poder ajustar las distancias topográficas, que sufren una distorsión al ser proyectadas en UTM o viceversa

## **ANEXOS**

---



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD  
y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo  
Chimbote

---

# **ANEXO I**

# **GEOREFERENCIACIÓN**

Figura 21.

Georreferenciación del Google Earth del AA.HH. Nuevo Horizonte



Nota. Extraído de Google Earth Pro



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD  
y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo  
Chimbote

---

# **ANEXO II**

## **CERTIFICADOS DE**

### **CALIBRACION**





Lima, 18 de abril de 2024

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N.º 001343 – 0424**

**CLIENTE** : INVERSIONES CAVALA S.A.C.  
**RUC / DNI** : 20601871093  
**EQUIPO** : ESTACION TOTAL      **PRECISION** : 5"  
**MARCA** : SOKKIA                      **AUMENTO** : 30x  
**MODELO** : IM-55                      **ENFOQUE MINIMO** : 1.3 m  
**Nº DE SERIE** : 1Z018120              **ALCANCE** : 4,000 Mts prisma / 500 Mts laser

GLOBAL PRECISION INSTRUMENTS S.A.C, identificada con ruc 20603662793, mediante su laboratorio de servicio técnico, le expide el presente certificado del equipo de topografía arriba descrito, el mismo que ha sido revisado, controlado y calibrado en todos los puntos en nuestro laboratorio.

**EQUIPO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO:**

Equipo /Modelo	MARCA	MODELO	Origen
SET COLIMADOR	KOLIDA	LF-3C	CHINA

**METODOLOGÍA APLICADA TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES:**

Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un SET DE COLIMACIÓN KOLIDA LF-3C con tubo de enfoque paralelo de 30x y en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01". La verificación del alineamiento de los colimadores se realiza de forma diaria según manual de instrucción.

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:**

Por medio del cierre angular en antejo directo e invertido con el enfoque a infinito a través de un SET DE COLIMACIÓN KOLIDA LF-3C considerando valores de temperatura relativa y presión atmosférica para cada lectura del instrumento

TEMPERATURA EN LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA	PRESION ATMOSFERICA
25 °C	73%	1009 mb

**RESULTADOS ANGULARES:**

Ángulos	Valor Obtenido I	Valor Obtenido II	Valor Resultante	Error de Medida	Incertidumbre (Precisión)
Colimación Vertical	90° 00' 00"	270° 00' 00"	360° 00' 00"	0"	5"
Colimación Horizontal	00° 00' 00"	180° 00' 00"	180° 00' 00"	0"	5"

El instrumento se encuentra 100% operativo dentro de los estándares de fabricación.

Los resultados del presente documento son válidos únicamente para el equipo calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones.

**Fecha de Calibración:** 18/04/2024

**Próxima Calibración:** 18/10/2024

**Oficina de Ventas:** Jr. Mayta Capac 1271 - Jesús María - Lima – Lima  
(Ref. Entre la Av. Cuba con Av. Salaverry)  
(01) 228-7128 / 980 726 669 / 989 215 949 / 993 690 222  
[ventas@globalprecision.pe](mailto:ventas@globalprecision.pe) <http://www.globalprecision.pe>



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD  
y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo  
Chimbote

---

**ANEXO III**

**RELACION DE PUNTOS**

**TOPOGRAFICOS**





**Estudio de tesis para optar título profesional de ingeniero civil denominado: “propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote”**

Punto	Este	Norte	Elevación	Descripción
01	775066,756	8989446,748	55,900	TN
02	775034,600	8989447,200	55,700	CAP
03	775034,500	8989451,000	55,900	CAP
04	775021,410	8989464,590	55,800	CAP
05	775044,274	8989477,080	56,200	TN
06	775020,616	8989500,325	56,300	TN
07	774999,541	8989490,035	55,300	COL
08	774991,975	8989507,293	55,200	TN
09	775000,486	8989524,042	56,000	TN
10	774984,269	8989543,810	56,200	TN
11	774964,972	8989544,205	55,400	TN
12	774932,430	8989560,962	55,500	COL
13	774959,266	8989573,749	56,100	TN
14	774932,905	8989591,474	55,800	TN
15	774924,834	8989569,485	55,400	ESQ
16	774893,107	8989602,046	55,200	ESQ
17	774898,987	8989618,700	55,900	TN
18	774879,250	8989613,197	55,800	TN
19	774876,532	8989587,816	55,200	TN
20	774844,917	8989602,138	54,500	TN
21	774862,708	8989572,870	55,100	TN
22	774851,531	8989578,714	54,300	TN
23	774849,443	8989559,551	54,900	ESQ
24	774839,656	8989564,903	54,700	TN
25	774840,265	8989550,980	54,600	ESQ



26	774825,477	8989550,306	54,500	TN
27	774824,749	8989536,478	54,600	TN
28	774808,369	8989532,821	54,200	TN
29	774798,327	8989513,752	53,400	TN
30	774784,147	8989497,561	52,700	ESQ
31	774774,892	8989489,380	52,500	ESQ
32	774741,700	8989458,800	52,400	TN
33	774725,900	8989443,900	52,000	TN
34	774705,672	8989427,996	52,200	ESQ
35	774699,665	8989418,417	52,400	ESQ
36	774657,841	8989444,709	52,800	TN
37	774682,200	8989404,700	52,100	TN
38	774620,925	8989398,203	49,000	TN
39	774642,000	8989365,400	48,400	ESQ
40	774638,700	8989358,100	48,300	TN
41	774655,400	8989352,100	49,100	TN
42	774657,300	8989340,300	48,200	TN
43	774672,300	8989333,000	49,300	ESQ
44	774672,300	8989325,700	48,400	TN
45	774679,300	8989324,900	49,400	BM
46	774684,900	8989313,000	48,300	TN
47	774691,400	8989303,700	48,300	TN
48	774701,900	8989293,300	48,600	TN
49	774708,745	8989292,362	49,300	ESQ
50	774716,931	8989283,857	49,200	ESQ
51	774709,096	8989267,444	47,800	TN
52	774727,323	8989251,994	48,000	TN
53	774739,190	8989235,257	47,500	TN
54	774747,182	8989253,470	49,300	ESQ



55	774753,740	8989244,589	49,400	ESQ
56	774765,133	8989231,746	49,000	TN
57	774757,015	8989222,200	48,100	TN
58	774776,100	8989221,300	48,900	TN
59	774761,488	8989201,745	48,100	TN
60	774784,970	8989212,365	49,000	ESQ
61	774791,988	8989194,399	49,000	TN
62	774805,539	8989230,279	51,400	TN
63	774822,088	8989224,599	51,100	TN
64	774824,100	8989245,100	52,100	TN
65	774844,688	8989246,099	52,300	TN
66	774846,523	8989259,663	52,400	TN
67	774860,788	8989262,699	53,300	TN
68	774850,883	8989275,008	53,100	ESQ
69	774873,088	8989275,899	53,800	TN
70	774874,069	8989295,200	54,000	TN
71	774890,388	8989286,999	54,100	TN
72	774905,088	8989303,099	54,700	TN
73	774900,400	8989319,400	54,400	TN
74	774923,088	8989321,699	54,500	TN
75	774919,035	8989338,592	54,800	ESQ
76	774926,716	8989347,134	55,100	ESQ
77	774945,488	8989343,699	55,600	TN
78	774954,900	8989371,000	55,000	TN
79	774978,324	8989373,040	55,300	TN
80	774983,420	8989400,367	55,800	ESQ
81	775005,085	8989398,878	55,400	TN
82	775004,858	8989419,534	55,100	TN
83	775017,409	8989405,787	55,300	TN



84	775025,300	8989437,300	55,700	TN
85	775049,979	8989434,499	55,600	TN
86	774845,900	8989546,500	54,700	TN
87	774864,800	8989542,900	54,700	TN
88	774862,100	8989530,700	54,500	TN
89	774878,366	8989528,331	54,600	ESQ
90	774870,276	8989519,772	54,900	ESQ
91	774877,863	8989511,858	54,700	ESQ
92	774900,100	8989504,700	54,700	TN
93	774895,400	8989495,000	54,800	TN
94	774908,048	8989480,079	55,200	ESQ
95	774901,800	8989471,800	55,000	TN
96	774893,000	8989463,900	54,800	TN
97	774882,800	8989453,700	54,600	TN
98	774870,700	8989441,300	54,400	TN
99	774858,900	8989430,400	54,100	TN
100	774852,627	8989426,590	53,800	ESQ
101	774766,441	8989346,347	53,000	ESQ
102	774742,666	8989320,870	51,100	TN
103	774726,346	8989305,955	51,600	TN
104	774740,804	8989306,651	50,500	TN
105	774759,664	8989324,872	51,900	TN
106	774776,725	8989339,816	52,600	ESQ
107	774860,139	8989417,900	54,100	ESQ
108	774867,100	8989425,500	54,300	TN
109	774886,700	8989442,900	54,300	TN
110	774907,000	8989460,800	54,900	TN
111	774916,509	8989470,782	55,100	ESQ
112	774927,200	8989460,800	54,800	TN



113	774933,500	8989454,200	54,700	TN
114	774945,300	8989455,200	54,900	TN
115	774946,063	8989440,148	54,900	ESQ
116	774954,965	8989448,991	55,200	COL
117	774954,440	8989431,735	55,000	ESQ
118	774960,600	8989440,600	55,100	BM
119	775023,870	8989482,469	55,900	TN
120	774998,200	8989443,900	55,200	CAP
121	775013,500	8989427,600	55,900	CAP
122	774978,700	8989415,200	55,300	TN
123	774814,871	8989443,877	54,400	BM
124	774822,538	8989458,537	53,600	ESQ
125	774838,690	8989474,946	54,400	TN
126	774852,122	8989487,168	54,300	TN
127	774855,500	8989503,400	54,600	TN
128	774831,631	8989483,139	54,300	TN
129	774804,796	8989458,752	53,400	ESQ
130	774797,300	8989448,000	53,200	TN
131	774807,700	8989443,400	54,200	TN
132	774788,233	8989421,342	54,300	TN
133	774775,900	8989427,500	53,100	TN
134	774755,800	8989409,700	53,100	TN
135	774737,333	8989394,910	53,000	ESQ
136	774751,945	8989387,258	53,500	BM
137	774729,000	8989386,000	52,700	ESQ
138	774736,800	8989378,100	52,900	ESQ
139	774718,800	8989375,700	51,700	TN
140	774721,956	8989365,213	52,200	TN
141	774706,500	8989362,700	51,100	TN



142	774692,300	8989349,400	50,700	TN
143	774704,997	8989350,106	51,400	TN
144	774813,439	8989467,892	53,000	ESQ
145	774792,700	8989485,000	52,500	TN
146	774781,423	8989484,567	52,600	TN
147	774829,500	8989446,100	52,600	TN
148	774829,895	8989429,288	54,600	CAMP
149	774850,000	8989426,100	53,700	TN
150	774857,800	8989403,300	54,500	BM
151	774873,200	8989399,100	54,000	TN
152	774898,141	8989377,875	54,300	ESQ
153	774898,400	8989361,400	54,000	TN
154	774915,200	8989357,400	54,700	TN
155	774749,400	8989383,900	53,200	TN
156	774813,226	8989320,668	53,900	BM
157	774805,500	8989307,900	53,400	ESQ
158	774771,900	8989274,100	50,200	TN
159	774774,100	8989264,800	50,300	TN
160	774812,406	8989298,015	53,800	ESQ
161	774820,500	8989291,700	53,800	TN
162	774841,452	8989266,302	52,600	ESQ
163	774836,860	8989286,859	53,000	TN
164	774821,636	8989305,836	54,200	ESQ
165	774840,100	8989323,900	53,200	TN
166	774824,788	8989321,492	53,200	TN
167	774833,700	8989335,200	53,500	TN
168	774853,800	8989337,100	53,600	TN
169	774851,040	8989356,579	53,700	BM
170	774888,199	8989369,446	54,100	ESQ



171	774876,403	8989381,755	54,600	TN
172	774888,982	8989386,505	54,200	ESQ
173	774912,700	8989395,200	54,400	TN
174	774909,300	8989403,400	54,500	TN
175	774932,000	8989410,200	54,300	TN
176	774928,600	8989420,600	54,200	TN
177	774946,882	8989425,283	54,700	TN
178	774804,053	8989404,944	54,300	CAMP
179	774919,200	8989561,100	55,000	TN
180	774912,500	8989543,800	55,000	TN
181	774899,300	8989543,000	54,900	TN
182	774887,400	8989519,900	54,800	TN
183	774691,069	8989465,610	52,800	TN
184	774740,857	8989505,941	52,700	TN
185	774794,186	8989554,475	54,600	TN
186	774835,906	8989584,682	54,800	TN
187	774864,518	8989610,828	54,800	TN
188	774606,122	8989369,534	47,600	TN
189	774558,393	8989328,884	47,200	TN
190	774625,655	8989312,638	47,200	TN
191	774668,416	8989275,688	47,800	TN
192	774720,036	8989231,236	47,600	TN
193	774768,289	8989170,522	48,200	TN
194	774868,879	8989368,109	54,400	TN
195	774600,509	8989287,847	47,700	TN
196	774645,420	8989245,099	47,900	TN
197	774696,460	8989193,962	47,400	TN
198	774744,082	8989149,733	47,700	TN
199	774612,134	8989353,387	47,400	TN



200	774739,851	8989183,787	47,700	TN
201	774789,466	8989420,109	54,300	CAMP
202	774887,400	8989519,900	54,800	TN
203	774887,400	8989519,900	54,800	COL
204	774910,712	8989495,042	54,800	BM
205	774980,200	8989451,952	55,300	TN
206	774993,513	8989470,090	55,700	TN
207	774832,631	8989426,458	54,600	TN
208	774810,049	8989404,036	54,300	TN
209	774853,327	8989358,910	54,400	TN
210	774867,922	8989357,322	54,300	TN
211	774914,928	8989616,654	56,100	TN
212	775073,453	8989458,863	56,300	TN





**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD  
y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo  
Chimbote

---

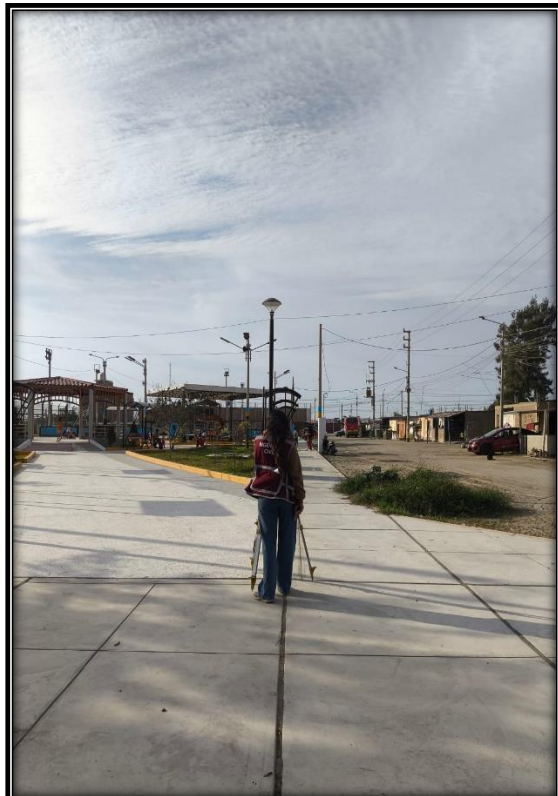
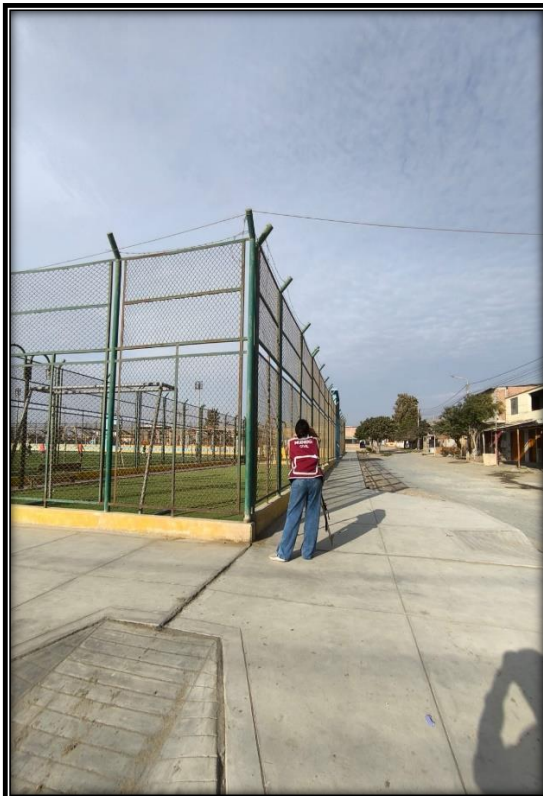
# **ANEXO IV**

## **PANEL FOTOGRAFICO**

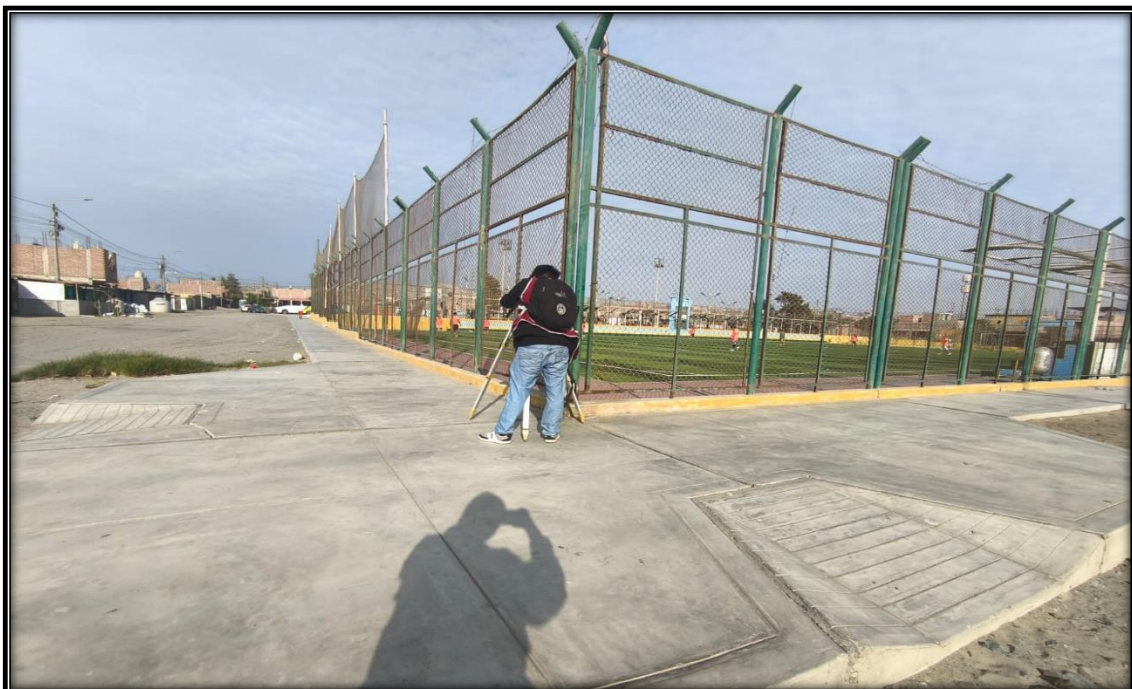
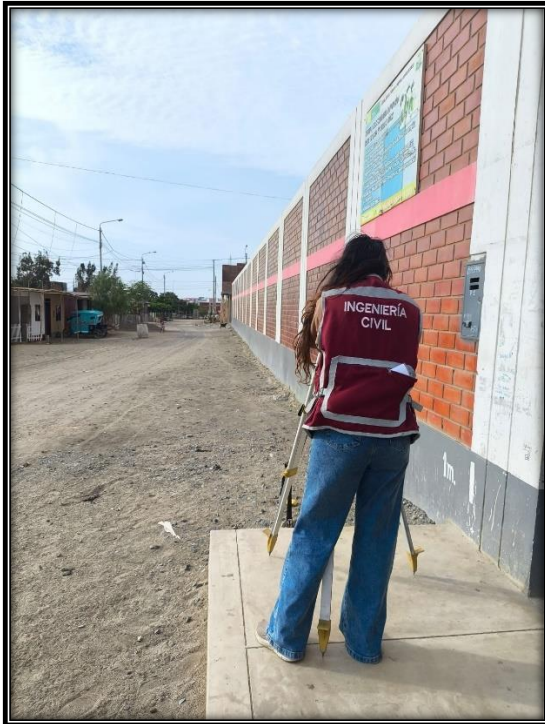
## PANEL FOTOGRÁFICO DEL AA. HH NUEVO HORIZONTE



**FOTOGRAFÍA 01:** Se muestra el terreno a proyectar en la tesis, el cual se encuentra a nivel de terreno natural.







**FOTOGRAFÍA 02:** Se observa la toma de datos con estación.



**FOTOGRAFÍA 03:** Se observa al ayudante prismo utilizando el prisma para poder realizar el levantamiento topográfico.



**FOTOGRAFÍA 04:** Colocación del BM N°01.





**FOTOGRAFÍA 05:** Colocación del BM N°02



**FOTOGRAFÍA 06:** Colocación del BM N°03



**FOTOGRAFÍA 07:** Colocación del BM N°04



**FOTOGRAFÍA 08:** Colocación del BM N°05



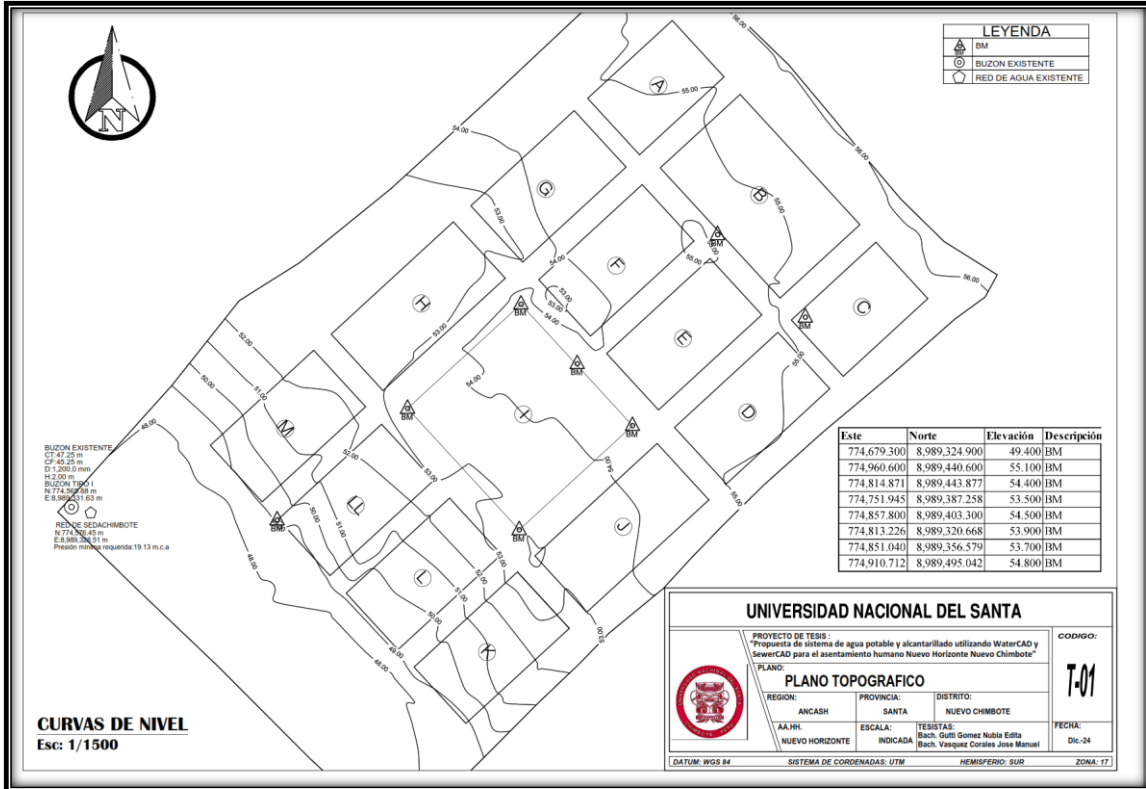


**FOTOGRAFÍA 09:** Colocación del BM N°06



**FOTOGRAFÍA 10:** Colocación del BM N°07





**FOTOGRAFÍA 10:** Curvas de nivel obtenidas con en el procesamiento de puntos del software civil 3D.

**VII.2**

**ANEXO N°02**  
**ESTUDIO DE MECÁNICA**  
**DE SUELOS**

## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ESTUDIO DE TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL DENOMINADO: "PROPUESTA DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO UTILIZANDO WATERCAD Y SEWERCAD PARA EL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO HORIZONTE NUEVO CHIMBOTE"**



## I. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

Con el objetivo de identificar el tipo de suelo y calcular el nivel freático en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, se procederá a realizar una calicata en la zona de estudio con fines académicos.

Para identificar el tipo de suelo se realizó una calicata en la coordenada Norte 774716.665 Este 8989269.3 y se llegó a las siguientes conclusiones.

1. Para el diseño de estructuras resistentes a sismos, es fundamental tomar en cuenta ciertos parámetros establecidos en las normativas correspondientes

**Tabla 53.**

**Factor de Zona y Tipo de Suelo**

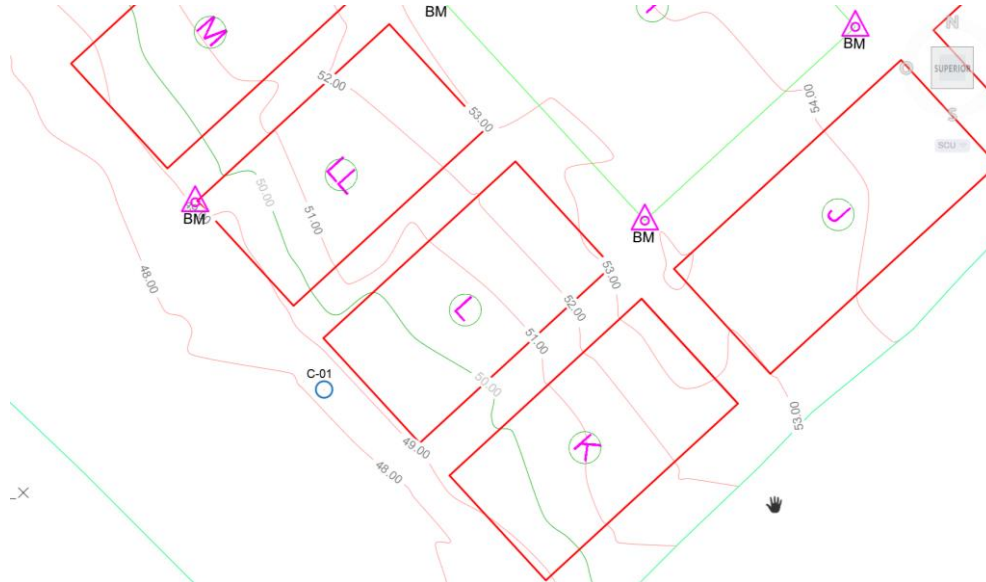
<b>*Factor de Zona:</b>	Z	0.45
<b>*Factor de Importancia:</b>	U	1.0
<b>*Factor de Suelo:</b>	S2	1.05
<b>TP</b>		0.6
<b>TL</b>		2

*Nota. Elaboración Propia*

2. El terreno del área en análisis muestra una topografía con una elevación baja y características de baja humedad. El grado de compactación del suelo varía desde flojo hasta denso, según los resultados obtenidos en exploraciones realizadas hasta -1.50 m de profundidad mediante la calicata realizada.
3. Para determinar las características del suelo en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, se llevaron a cabo investigaciones geotécnicas mediante la excavación de una calicata, la cual fue ubicada de manera estratégica. Este procedimiento permitió obtener datos representativos sobre la composición y comportamiento del suelo en dicha área, esenciales para el análisis de las condiciones geotécnicas del terreno.

Figura 22.

Ubicación de Calicatas en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte



Nota. Elaboración Propia

Tabla 54.

Cuadro de Calicatas

RESUMEN	Nº Calicatas	C-01
	Profundidad	-1.50 mts.

Nota. Elaboración Propia

4. Para evaluar las propiedades físicas de las muestras de suelo, se efectuaron ensayos estándar en la calicata extraída. Estos procedimientos permitieron obtener los resultados que se detallan a continuación.

Tabla 55.

Clasificación de Suelos

CALICAT A	CLASIFICACIÓN					ESPESOR (M)	PROFUNDIDAD (M)
	SUC S	AASHT O	LL	IP	% HUMEDAD		

C-01	MATERIAL DE RELLENO NO CALIFICADO				-0.25	-1.50
	SP	A-2-4 (0)	N.P	N.P	1.75	

Nota. Elaboración Propia

Según el Estudio de Suelos realizado con fines académicos para la tesis denominada “Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote” se determinó que en la calicata C-01 el suelo presenta un estado flojo. Este suelo tiene un color beige claro en condiciones secas y está compuesto por material de relleno no controlado, una mezcla de arena y desmonte.

La excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.50 m respecto al nivel superficial del terreno. Según el sistema de clasificación unificada de suelos (SUCS), el material encontrado se clasifica como SP (arenas mal graduadas), mientras que, conforme a la clasificación de la AASHTO, corresponde a la categoría A-2-4 (0), caracterizada por materiales granulares con partículas finas de tipo limoso. Además, al término de la excavación no se identificó la presencia de napa freática.

5. Para identificar la presencia de nivel freático en la muestra de suelo, se llevó a cabo el respectivo ensayo correspondientes, el cual indicó que no se detectó la existencia de ello en el área de estudio. Sin embargo, se advierte que esta condición podría experimentar variaciones debido a los efectos asociados con el fenómeno de El Niño.

Tabla 56.

Cuadro de resumen del Nivel Freático

CUADRO DE RESUMEN			
Nº CALICATAS	UBICACIÓN SEGÚN PLANO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	COORDENADAS	NAPA FREÁTICA
C-01	AA.HH. Nuevo Horizonte	774716.665 m N. 8989269.300 m E.	NO PRESENTA

Nota. Elaboración Propia

# ANEXOS

---

# **ANEXO I**

## **Panel Fotográfico**



## PANEL FOTOGRÁFICO DEL AA. HH NUEVO HORIZONTE



**FOTOGRAFÍA 01:** Se presenta el terreno seleccionado para la extracción de una muestra con el propósito de realizar una calicata. Este procedimiento se lleva a cabo con fines académicos, permitiendo la caracterización del suelo y el análisis de sus propiedades físicas y mecánicas.





**FOTOGRAFÍA 02:** Se detallan los materiales que serán utilizados para la extracción de la calicata, los cuales son esenciales para garantizar un muestreo adecuado del suelo.



**FOTOGRAFÍA 03:** Proceso de excavación de la calicata hasta alcanzar una profundidad de 1.50 m desde el nivel superficial del terreno, como parte del procedimiento para el estudio geotécnico.





**FOTOGRAFÍA 04:** La calicata fue excavada hasta una profundidad de 1.50 m desde el nivel superficial del terreno, cumpliendo con los parámetros establecidos para el análisis del perfil del suelo.



**FOTOGRAFÍA 05:** Muestra del perfil del suelo obtenido de la calicata excavada a una profundidad de 1.50 m desde el nivel superficial, para su análisis y caracterización geotécnica.

**VII.3**

**ANEXO N°03  
MEMORIA DE  
CÁLCULO**

**a. MEMORIA DE CÁLCULO PARA  
LA POBLACIÓN FUTURA**

### Cálculo de la población futura

Para estimar la población futura del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, se utilizó información recopilada de los censos nacionales de población y vivienda realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en los años 2017, 2007, 1993 y 1981, correspondientes al departamento de Áncash, específicamente, en la provincia del Santa.

**Tabla 57.**  
Censo Nacional 1981 - Provincia del Santa

P: Sexo	Casos	%	Acumulado %
Hombre	138,920	50.41%	50.41%
Mujer	136,680	49.59%	100.00%
<b>Total</b>	<b>275,600</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

*Nota. Censos Nacionales de Población Y Vivienda 1981 – INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática – Perú)*

**Tabla 58.**  
Censo Nacional 1993 - Provincia del Santa

P: Sexo	Casos	%	Acumulado %
Hombre	168.266	49,64%	49,64%
Mujer	170.685	50,36%	100,00%
<b>Total</b>	<b>338.951</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

*Nota. Censos Nacionales de Población Y Vivienda 1993 – INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática – Perú)*

**Tabla 59.**  
Censo Nacional 2007 - Provincia del Santa

P: Sexo	Casos	%	Acumulado %
Hombre	197,865	49.91%	49.91%
Mujer	198,569	50.09%	100.00%
<b>Total</b>	<b>396,434</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

*Nota. Censos Nacionales de Población Y Vivienda 2007 – INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática – Perú)*

**Tabla 60.**  
Censo Nacional 2017 - Provincia del Santa

P: Sexo	Casos	%	Acumulado %
Hombre	211,077	49.39%	49.39%
Mujer	216,294	50.61%	100.00%
<b>Total</b>	<b>427,371</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

*Nota. Censos Nacionales de Población Y Vivienda 2017 – INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática – Perú)*

Para el diseño de la red del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, se realizará una proyección poblacional a fin de estimar la población futura del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte. Este cálculo se fundamentará en los datos obtenidos de los Censos Nacionales realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en los años 2017, 2007, 1993 y 1981.

El período de diseño considerado para este estudio seguirá los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, emitido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), específicamente en el capítulo 3.1.1.

**Tabla 61.**  
Periodo de diseño de infraestructura sanitaria

Estructura	Periodo de diseño
Fuente de Abastecimiento	20 años
Obra de Captación	20 años
Pozos	20 años
Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
Reservorio	20 años
Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
Estación de Bombeo	20 años
Equipos de Bombeo	10 años
Unidad Básica de saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
Unidad Básica de saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

*Nota. Elaboración Propia, extraído del Manual de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, emitido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), en el capítulo 3.1.1.*

Una vez recopilados los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se procederá a elaborar un resumen general que permita sistematizar la información. Este resumen servirá como base para los cálculos de proyección de la población futura, garantizando la precisión y coherencia en los análisis.

**Tabla 62.**

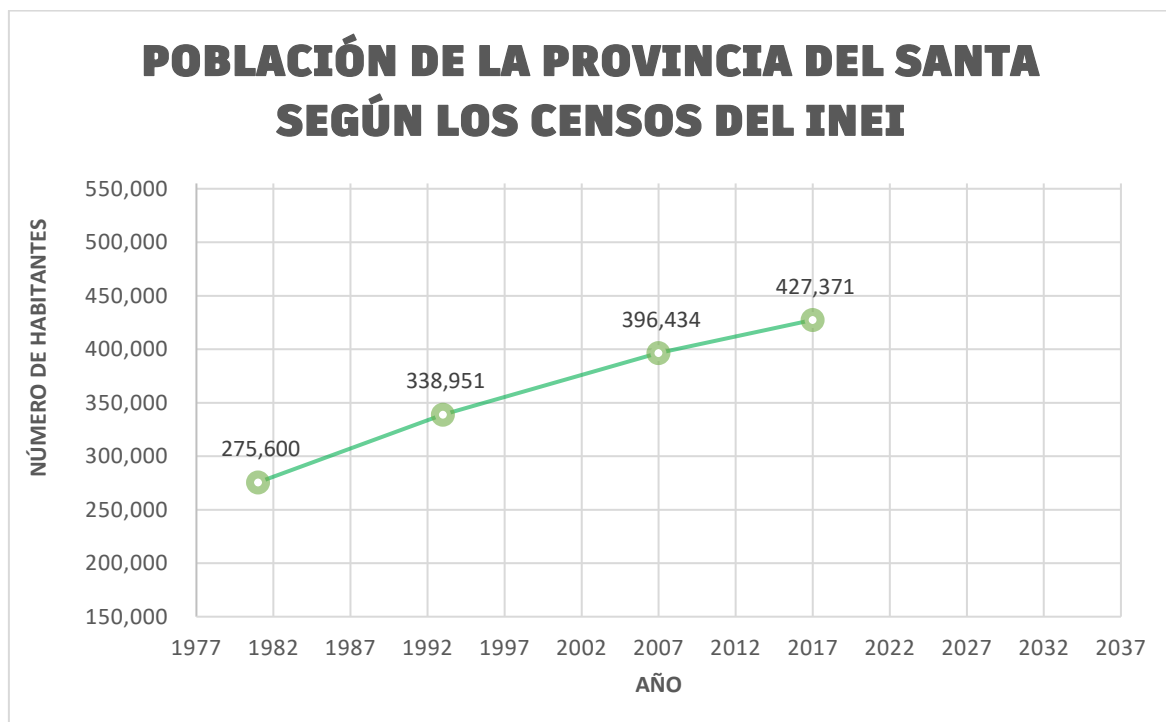
**Resumen General de Censos Nacionales de la Provincia del Santa del departamento de Ancash.**

Censo Nacionales de Población y Vivienda del 2017 - 2007 - 1993 - 1981	
2017	427,371
2007	396,434
1993	338,951
1981	275,600

*Nota. Elaboración Propia, Extraído de Censos Nacionales de Población Y Vivienda 2017 – INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática – Perú)*

**Tabla 63.**

**Proyección de población de la provincia del Santa según I.N.E.I.**



*Nota. Elaboración Propia, Extraído de: Censos Nacionales de Población Y Vivienda 2017 – INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática – Perú)*



Para estimar la población futura del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, aplicamos cuatro métodos de proyección: el Método Aritmético, el Método Geométrico, el Método de Interés Simple y el Método Exponencial.

El Censo de 2017 reveló que, según el área de residencia, el promedio de miembros por hogar era de 3,2 en la zona rural y 3,5 en la urbana (INEI, 2018).

Para nuestras estimaciones, consideramos un promedio de 4 habitantes por vivienda, basándonos en los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el Censo Nacional de 2017, que indicaba esta cifra como referencia.

**Tabla 64.**

**Estimación de población actual del Asentamiento Humano Nuevo Horizonte**

MANZANA	VIVIENDAS	PROM. HAB/VIV	HABITANTES
A	18	4	72
D	22	4	88
E	22	4	88
F	22	4	88
G	22	4	88
H	26	4	104
J	26	4	104
M	22	4	88
LL	22	4	88
L	22	4	88
K	22	4	88
<b>Total, de Viviendas</b>	<b>246</b>	<b>TOTAL</b>	<b>984</b>

*Nota. Elaboración Propia*

### 1. Método aritmético

Utilizando los valores obtenidos del INEI se calculará la razón aritmética de crecimiento.

- Año 1981 a 1993

$$r = \frac{338951 - 275600}{12} = 5279$$

- Año 1993 a 2007

$$r = \frac{396434 - 338951}{14} = 4106$$

- Año 2007 a 2017

$$r = \frac{427371 - 396434}{10} = 3094$$

Se obtiene una razón promedio

$$r_{prom} = \frac{5269 + 4106 + 3094}{3} = 4160$$

**Tabla 65.**  
**Población Futura con el Método Aritmético**

Año	Población (hab.)	t	r
1981	275600	-	-
1993	338951	12	5279
2007	396434	14	4106
2017	427371	10	3094
		r <sub>prom</sub> =	4160

Nota. Elaboración Propia

El Asentamiento humano Nuevo Horizonte cuenta con una población estimada de 984 habitantes. Al estimar la población futura para t=20 años con este método se obtiene:

$$Pf = 984 + 4160 * 20$$

$$Pf = 84176 \text{ habitantes}$$

## 2. Método geométrico

Utilizando los valores obtenidos del INEI se calculará la razón geométrica de crecimiento.

- Año 1981 a 1993

$$r = \left( \frac{338951}{275600} \right)^{\frac{1}{12}} - 1$$

$$r = 0.017$$

- Año 1993 a 2007

$$r = \left( \frac{396434}{338951} \right)^{\frac{1}{14}} - 1$$

$$r = 0.011$$

- Año 2007 a 2017

$$r = \left( \frac{427371}{396434} \right)^{\frac{1}{10}} - 1$$

$$r = 0.008$$

Se obtiene una razón promedio

$$r_{prom} = \frac{0.017 + 0.011 + 0.008}{3} = 0.01206$$

**Tabla 66.**  
**Población Futura con el Método Geométrico**

Año	Población (hab.)	t	r
1981	275600	-	-
1993	338951	12	0.017
2007	396434	14	0.011
2017	427371	10	0.008
			r <sub>prom</sub> = 0,01206

Nota. Elaboración Propia

Asentamiento humano Nuevo Horizonte cuenta con una población estimada de 984 habitantes. Al estimar la población futura para t=20 años con este método se obtiene:

$$Pf = 984(1 + 0.01206)^{20}$$

$$Pf = 1251 \text{ habitantes}$$

### 3. Método de interés simple

Utilizando los valores obtenidos del INEI se calculará la razón de crecimiento.

- Año 1981 a 1993

$$r = \frac{\frac{338951}{275600} - 1}{12}$$

$$r = 0.01916$$

- Año 1993 a 2007

$$r = \frac{\frac{396434}{338951} - 1}{14}$$

$$r = 0.01211$$

- Año 2007 a 2017

$$r = \frac{\frac{427371}{396434} - 1}{10}$$

$$r = 0.00780$$

Se obtiene una razón promedio

$$r_{prom} = \frac{0.01916 + 0.01211 + 0.00780}{3} = 0.01302$$

**Tabla 67.**  
**Población Futura con el Método de Interés Simple**

Año	Población (hab.)	t	r
1981	275600		
1993	338951	12	0.01916
2007	396434	14	0.01211
2017	427371	10	0.00780
			r <sub>prom</sub> = 0.01302

*Nota. Elaboración Propia*

Asentamiento humano Nuevo Horizonte cuenta con una población estimada de 984 habitantes. Al estimar la población futura para t=20 años con este método se obtiene:

$$Pf = 984(1 + 0.01302 * 20)$$

$$Pf = 1240 \text{ habitantes}$$

#### 4. Método exponencial

Utilizando los valores obtenidos del INEI se calculará la razón de crecimiento.

- Año 1981 a 1993

$$k = \frac{\ln 338951 - \ln 275600}{12}$$

$$k = 0.01724$$

- Año 1993 a 2007

$$k = \frac{\ln 396434 - \ln 338951}{14}$$

$$k = 0.01119$$

- Año 2007 a 2017

$$k = \frac{\ln 396434 - \ln 338951}{10}$$

$$k = 0.00751$$

Se obtiene una razón promedio

$$r_{prom} = \frac{0.01724 + 0.01119 + 0.00751}{3} = 0.01198$$

**Tabla 68.**  
Población Futura con el Método Exponencial

Año	Población (hab.)	t	k
1981	275.600		
1993	338.951	12	0,01724
2007	396.434	14	0,01119
2017	427.371	10	0,00751
			k <sub>prom</sub> = 0,01198

Nota. Elaboración Propia

Asentamiento humano Nuevo Horizonte cuenta con una población estimada de 984 habitantes. Al estimar la población futura para t=20 años con este método se obtiene:

$$Pf = 984 e^{0.01198 \cdot 20}$$

$$Pf = 1250 \text{ habitantes}$$

**Tabla 69.**  
Resumen de resultados de la Estimación de Población Futura

Pobl. Actual	Población futura (20 años)			
	Met. Aritmético	Met. Geométrico	Met. Interés simple	Met. Exponencial
984	84176	<b>1,251</b>	1,240	1,250

Nota. Elaboración Propia

**Interpretación.** Se elige la población futura obtenida por el método geométrico por ser el mayor valor obtenido de todos los métodos. Se descartó el método aritmético ya que es un resultado desproporcionado en comparación a los otros métodos.

**b. MEMORIA DE CÁLCULO PARA  
EL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE**

**Cálculo del caudal de diseño para consumo no domestico**

Se identificaron los equipamientos públicos disponibles en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte. Con base en esta información, se calculó la dotación y la demanda de consumo asociadas a estas áreas públicas, siguiendo lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones, en particular las normas IS.010, OS.050 y OS.100.

- I.E. N°88413 inicial -primaria

Se identificó la cantidad de alumnos matriculados en el año 2023 por medio del portal ESCALE del Ministerio de Educación.

Figura 23.

Ficha de Datos de la I.E. N°88413 Inicial -Primaria

**FICHA DE DATOS**

DATOS DE LA IE			
Nombre de la IE	88413	Código de la IE	20706211
Nombre de la DRE o UGEL	UGEL Santa	Código de DRE o UGEL	020018
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Dependencia	Sector Educación
Teléfono		Correo electrónico	
Número de RUC		Página web	
Promotor o Propietario		Forma	Escolarizado
Razón social		Director(a)	Valverde Cueva Maria Ines Del Carmen
DATOS DEL SERVICIO EDUCATIVO			
Código modular	1538222	Anexo	0
Nivel/Modalidad	Primaria	Característica (Censo Educativo 2023)	Polidocente completo
Género	Mixto	Tipo de programa	No aplica
Turno	Continuo mañana y tarde	Estado	Activo
DATOS DEL LOCAL EDUCATIVO			
Código de local	025446	Localidad	NUEVO HORIZONTE
Dirección	Nuevo Horizonte	Centro Poblado	NUEVO HORIZONTE
Departamento	Ancash	Área geográfica	Urbana
Provincia	Santa	Latitud	-9.13319
Distrito	Nuevo Chimbote	Longitud	-78.48631

**ESTADÍSTICA 2023**

Las celdas en blanco indican que el servicio educativo no reportó datos o no funcionó el año respectivo.

Nivel	Total	1º Grado		2º Grado		3º Grado		4º Grado		5º Grado		6º Grado	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Primaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matricula por periodo según grado, 2004-2023

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total									88	73	99	110	117	123	149	174	204	243	278	301
1º Grado									23	17	24	25	23	26	29	31	28	55	42	44
2º Grado									25	20	25	28	30	19	29	36	44	31	62	49
3º Grado									14	14	10	23	27	31	25	31	47	44	32	61
4º Grado									12	10	23	12	20	18	28	27	30	52	57	38
5º Grado									12	7	11	10	9	21	21	25	28	34	49	59
6º Grado									2	5	6	12	8	8	17	24	27	27	36	50

Docentes, 2004-2023

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total									4	5	7	6	6	7	8	8	10	11	11	11

Nota. Extraído del portal web ESCALE- Estadística de la calidad educativa brindado por MINEDU

**Interpretación:** Se puede observar un total de 301 alumnos matriculados para el nivel de Primaria y 11 docentes.

Figura 24.

Ficha de Datos de la I.E. N°88413 Inicial -Primaria

**ESCALE**  
ESTADÍSTICA DE LA CALIDAD EDUCATIVA

88413 2023

FICHA DE DATOS

DATOS DE LA IE			
Nombre de la IE	88413	Código de la IE	20706211
Nombre de la DRE o UGEL	UGEL Santa	Código de DRE o UGEL	020018
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Dependencia	Sector Educación
Teléfono		Correo electrónico	
Número de RUC		Página web	
Promotor o Propietario		Forma	Escotarizado
Razón social		Directora)	Valverde Cueva Maria Ines Del Carmen

DATOS DEL SERVICIO EDUCATIVO			
Código modular	1597921	Anexo	0
Nivel/Modalidad	Inicial - Jardín	Característica (Censo Educativo 2023)	No aplica
Género	Mixto	Tipo de programa	No aplica
Turno	Continuo sólo en la mañana	Estado	Activo

DATOS DEL LOCAL EDUCATIVO			
Código de local	825448	Localidad	NUEVO HORIZONTE
Dirección	Nuevo Horizonte	Centro Poblado	NUEVO HORIZONTE
Departamento	Áncash	Área geográfica	Urbana
Provincia	Santa	Latitud	-9.13319
Distrito	Nuevo Chimbote	Longitud	-78.49831

Fuentes de información: Padrón de Servicios Educativos, Censo Educativo 2023, Carta Educativa del Ministerio de Educación, Unidad de Estadística y cartografía de OpenStreetMap.

**ESTADÍSTICA 2023**

Matrícula por período según edad, 2004-2023

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total										49	75	54	63	54	62	59	59	63	73	69
0 Años										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Año										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Años										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Años										13	15	21	15	15	15	16	13	18	20	21
4 Años										21	25	15	21	16	23	22	20	19	27	25
5 Años										15	35	18	27	23	24	21	26	26	26	23
6 Años										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 Años										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Docentes, 2004-2023

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total										2	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3

**Nota.** Extraído del portal web ESCALE- Estadística de la calidad educativa brindado por MINEDU

**Interpretación:** Se puede observar un total de 69 alumnos matriculados para el nivel de Inicial-Jardín y 3 docentes.



De esta manera, se llevó a cabo la identificación del número total de alumnos y docentes presentes en la institución educativa ubicada en el Asentamiento Humano.

Con esta información, se procedió al cálculo de la dotación correspondiente para cada equipamiento público, asegurando que las proyecciones cumplan con los requerimientos establecidos por las Norma IS.010.

### 1. Dotación para equipamientos públicos

#### a) Dotación para I.E. N°88413 Inicial – Primaria

Utilizando la plataforma ESCALE, se logró identificar el número de alumnos matriculados en la institución educativa ubicada en el Asentamiento Humano. Con esta información, se procedió al cálculo de la dotación correspondiente.

La Norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones aborda específicamente las dotaciones de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles, estableciendo los parámetros técnicos necesarios para dimensionar adecuadamente los sistemas de abastecimiento en función del tipo y uso del equipamiento.

**Tabla 70.**  
**Dotación de agua para locales educacionales**

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente	50 L. por persona
Alumnado y personal residente	200 L. por persona

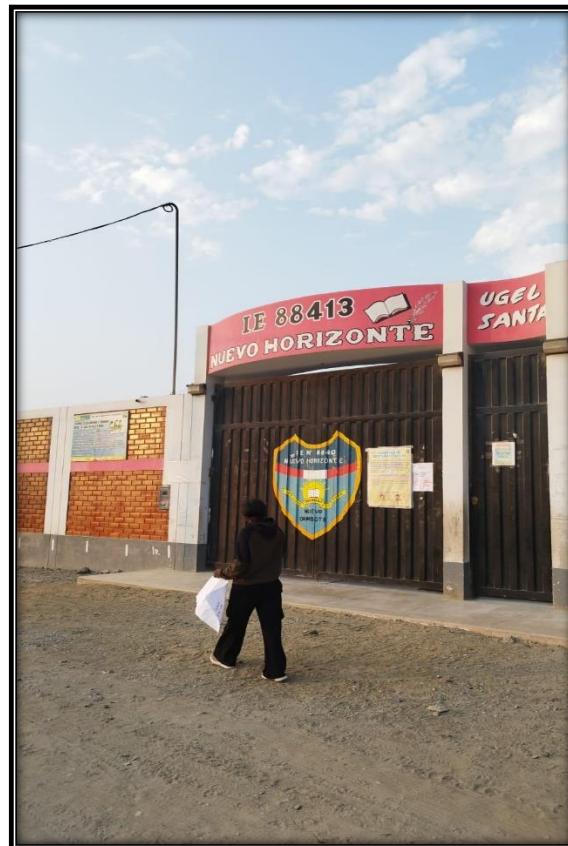
**Nota.** Elaboración propia, *Extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones – norma IS.010*

- La cantidad de alumnos para el nivel inicial no residente es: 69  
 $69 \text{ alumnos} \times 50 \text{ l/alumnos/día} = 3450 \text{ l/día}$
- La cantidad de docentes para el nivel inicial no residente es: 3  
 $3 \text{ alumnos} \times 50 \text{ l/alumnos/día} = 150 \text{ l/día}$
- La cantidad de alumnos para el nivel primaria no residente es: 301  
 $301 \text{ alumnos} \times 50 \text{ l/alumnos/día} = 15050 \text{ l/día}$
- La cantidad de docentes para el nivel primaria no residente es: 11  
 $11 \text{ alumnos} \times 50 \text{ l/alumnos/día} = 550 \text{ l/día}$

En resumen, la dotación total calculada para la Institución Educativa N° 88413, correspondiente a los niveles inicial y primaria, asciende a **19,200 litros por día**, asegurando que se cubran las necesidades diarias de consumo de agua conforme a los parámetros establecidos en la normativa técnica aplicable.

**Figura 25.**

**I.E. 88413 Inicial - Primaria**



**Nota.** Visita a campo

### **b) Dotación para el Parque Nuevo Horizonte**

Para determinar la dotación de este establecimiento público, se utilizó información extraída del expediente técnico titulado “Creación de los Servicios de Recreación en el A.H. Nuevo Horizonte, Distrito de Nuevo Chimbote – Santa – Áncash – II Etapa”, identificado con el Código Único 2341457. A partir de esta fuente, se obtuvo el área correspondiente, lo que permitió calcular con precisión los requerimientos de dotación según las especificaciones técnicas establecidas.

La Norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones aborda específicamente las dotaciones de agua para áreas verdes, estableciendo que será de 2 l/d por m<sup>2</sup>.

Figura 26.

Parque Nuevo Horizonte



*Nota. Extraído del portal web SEACE, del expediente técnico “Creación de los Servicios de Recreación en el A.H. Nuevo Horizonte, Distrito de Nuevo Chimbote – Santa – Ancash – II Etapa”, identificado con el Código Único 2341457*

- El área verde del parque Nuevo Horizonte es: 860.7728

$$860.7728 \text{ m}^2 \times 2 \text{ l/m}^2/\text{día} = 1721.546 \text{ l/día}$$

Figura 27.

Parque Nuevo Horizonte



Nota. Visita a campo

### c) Capilla “Virgen de las Mercedes”

Para determinar la dotación de este establecimiento público, se realizó visita a campo y se logró contabilizar un aproximado de 120 asientos dentro de la capilla, lo que permitió calcular con precisión los requerimientos de dotación según las especificaciones técnicas establecidas.

La Norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones aborda específicamente las dotaciones de agua para cines, teatro y auditorios, la capilla “Virgen de las Mercedes”, es considerado con auditorio por lo tanto se calculó con la dotación de 3 L por asiento. De esta forma se estableció los parámetros técnicos necesarios para dimensionar adecuadamente los sistemas de abastecimiento en función del tipo y uso del equipamiento.



**Tabla 71.**  
Dotación de agua para tipos de establecimientos

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3L por asiento
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L. por m <sup>2</sup> de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares	1 L por espectador
Circos hipódromos, parques de atracción y similares	1 L por espectador mas la dotación requerida para el mantenimiento de animales

**Nota.** Elaboración propia, *Extraído del Reglamento Nacional de Edificaciones – norma IS.010*

- La cantidad de asientos en la Capilla “Virgen de las Mercedes” es: 120 asientos

$$120 \text{ asientos} \times 3 \text{ l/asientos/día} = 360 \text{ l/día}$$

**Figura 28.**  
Capilla “Virgen de las Mercedes”



**Nota.** *Visita a Capilla “Virgen de las Mercedes”*

## 2. Dotación para consumo doméstico

Una vez estimada la población futura, se procederá a determinar la dotación correspondiente, considerando las especificaciones de la normativa aplicable, como el Reglamento Nacional de Edificaciones, y/o referencias de estudios previos disponibles,

en caso de existir. Este enfoque asegura que los cálculos se fundamenten en criterios técnicos y respaldados por datos verificar.

Al analizar las condiciones climáticas de la ciudad en estudio, se identificó que el clima predominante en Nuevo Chimbote es cálido. De acuerdo con lo establecido en la Norma OS.100, específicamente en el ítem 1.4, titulado “Dotación de Agua”, se señala:

“Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 L/hab/d, en clima frío y de 220 L/hab/d en clima templado y cálido.” (OS.100, 2006)

**Tabla 72.**

**Dotación de Agua según Norma OS. 100**

Climas	Lotes <90 M2	Lotes >90 M2
Frío	120 L/Hab/d	180 L/Hab/d
Templado y Cálido	150 L/Hab/d	220 L/Hab/d

*Nota. Elaboración Propia*

Para el dimensionamiento del sistema, se consideró una dotación de 220 L/hab/día, valor que se empleó como base para el desarrollo de los cálculos hidráulicos correspondientes.

### **3. Cálculo de demanda de agua potable para consumo doméstico**

Con base en la población actual previamente calculada utilizando los datos proporcionados por el INEI, se procedió a estimar la población futura aplicando el método geométrico, considerando un horizonte temporal de 20 años. Este análisis arrojó como resultado una población proyectada de **1,251 habitantes**, lo cual servirá como referencia para dimensionar adecuadamente el consumo doméstico.

#### **a) Consumo promedio diario anual**

$$P_f = 1251$$

$$D = 220$$

$$Q_m = P_f \times D = \frac{1251 \text{ hab.} \times 220 \text{ hab/l}}{86400 \text{ s}} = 3.185 \text{ l/s}$$



Siendo:

Pf: Población Futura

D: Dotación

$Q_m$ : Consumo promedio diario anual

**b) Consumo máximo diario**

Para el consumo máximo diario se consideró el siguiente coeficiente en base a la norma OS.100 donde nos dice que el único coeficiente tanto para localidades rurales como urbanas es  $K= 1.3$ .

$$Q_m = 3.1854 \text{ l/s}$$

$$K= 1.3$$

$$Q_{md} = Q_m \times K = 3.185 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 1.3 = 4.141 \text{ l/s}$$

Siendo:

$Q_m$ : Consumo promedio diario anual

$K$  : Coeficiente

$Q_{md}$  : Consumo máximo diario

**c) Consumo máximo horario**

Para el consumo máximo horario se consideró el siguiente coeficiente en base a la norma OS.100 donde nos dice que para localidades urbanas será  $K_2 = 1.8$  a  $2.5$  y para localidades rurales será  $K_2 = 2.0$ , para este proyecto se consideró  $K_2 = 1.8$  porque Nuevo horizonte será una extensión de la red de abastecimiento de agua potable de Nuevo Chimbote, y Nuevo Chimbote es una localidad urbana de más de 10 000 habitantes.

$$Q_m = 3.185 \text{ l/s}$$

$$K_2 = 1.8$$

$$Q_{mH} = Q_m \times K_2 = 3.185 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 1.8 = 5.734 \text{ l/s}$$

Siendo:

$Q_m$ : Consumo promedio diario anual

$K_2$  : Coeficiente

$Q_{mH}$  : Consumo máximo Horario

#### 4. Cálculo de demanda de agua potable para consumo no doméstico

##### a) Demanda de agua potable para la I.E. N°88413

Habiendo calculado la dotación de este establecimiento público se procedió a calcular la demanda.

**Tabla 73.**  
**Resumen General de Dotación de la I.E. N°88413**

Uso:	I.E. N°88413 Inicial -Primaria	
	Inicial	Primaria
Grado		
#Alumnos	69	301
Dotación Lit/alumno/día	50	
Total alumnos	18500	
Docentes inicial	Inicial	Primaria
Docentes primaria	3	11
Dotación Lit/alumno/día	50	
Total docentes	700	
Dotación Total	19200	

*Nota. Elaboración Propia*

##### - Consumo promedio diario anual

DA= 19200

$$Q_m = \frac{DA}{86400} = \frac{19200}{86400} = 0.222 \text{ l/s}$$

Siendo:

DA: Dotación total de docentes y alumnos

Q<sub>m</sub>: Consumo promedio diario anual

##### - Consumo máximo diario

Para el consumo máximo diario se consideró el siguiente coeficiente en base a la norma OS.100 donde nos dice que el único coeficiente tanto para localidades rurales como urbanas es K= 1.3.

$$Q_m = 0.222 \text{ l/s}$$

$$K = 1.3$$

$$Q_{md} = Q_m \times K = 0.222 \times 1.3 = 0.289 \text{ l/s}$$



Siendo:

$Q_m$ : Consumo promedio diario anual

$K$  : Coeficiente

$Q_{md}$ : Consumo máximo diario

- **Consumo máximo horario**

$$Q_m = 2.222 \text{ l/s}$$

$$K_2 = 1.8$$

$$Q_{mH} = Q_m \times K_2 = 2.222 \times 1.8 = 0.400 \text{ l/s}$$

Siendo:

$Q_m$ : Consumo promedio diario anual

$K_2$  : Coeficiente

$Q_{mH}$  : Consumo máximo Horario

### b) Demanda de agua potable para el parque Nuevo Horizonte

Habiendo calculado la dotación de este establecimiento público se procedió a calcular la demanda.

**Tabla 74.**  
**Resumen General de Dotación del Parque Nuevo Horizonte**

	Uso:	Parque Nuevo Horizonte
<b>Dotación</b>	Área	860,7728
	Dotación	2
	<b>Total</b>	<b>1721,546</b>

*Nota. Elaboración Propia*

- **Consumo promedio diario anual**

$$D_p = 1721.546$$

$$Q_m = \frac{D_p}{86400} = \frac{1721.546}{86400} = 0.020 \text{ l/s}$$

Siendo:

$D_p$ : Dotación total del parque Nuevo Horizonte

$Q_m$ : Consumo promedio diario anual

- **Consumo máximo diario**

$$Q_m = 0.020 \text{ l/s}$$

$$K = 1.3$$

$$Q_{md} = Q_m \times K = 0.020 \times 1.3 = 0.026 \text{ l/s}$$

Siendo:

$Q_m$ : Consumo promedio diario anual

$K$  : Coeficiente

$Q_{md}$ : Consumo máximo diario

- **Consumo máximo horario**

$$Q_m = 0.020 \text{ l/s}$$

$$K_2 = 1.8$$

$$Q_{mH} = Q_m \times K_2 = 0.020 \times 1.8 = 0.036 \text{ l/s}$$

Siendo:

$Q_m$ : Consumo promedio diario anual

$K_2$  : Coeficiente

$Q_{mH}$  : Consumo máximo Horario

**c) Demanda de agua potable la Capilla “Virgen de las Mercedes”**

Habiendo calculado la dotación de este establecimiento público se procedió a calcular la demanda.

**Tabla 75.**  
**Resumen General de la capilla “Virgen de las Mercedes”**

	Uso:	Capilla "Virgen de las Mercedes"
<b>Dotación</b>	#De asientos	120
	Dotación	3
	Total	360

Nota. *Elaboración Propia*

- **Consumo promedio diario anual**

$$D_c = 360$$



$$Q_m = \frac{Dc}{86400} = \frac{360}{86400} = 0.004 \text{ l/s}$$

Siendo:

Dc: Dotación total de la capilla “Virgen de las Mercedes”

Q<sub>m</sub>: Consumo promedio diario anual

- **Consumo máximo diario**

$$Q_m = 0.004 \text{ l/s}$$

$$K = 1.3$$

$$Q_{md} = Q_m \times K = 0.004 \times 1.3 = 0.005 \text{ l/s}$$

Siendo:

Q<sub>m</sub>: Consumo promedio diario anual

K : Coeficiente

Q<sub>md</sub>: Consumo máximo diario

- **Consumo máximo horario**

$$Q_m = 0.004 \text{ l/s}$$

$$K_2 = 1.8$$

$$Q_{mH} = Q_m \times K_2 = 0.004 \times 1.8 = 0.008 \text{ l/s}$$

Siendo:

Q<sub>m</sub>: Consumo promedio diario anual

K<sub>2</sub> : Coeficiente

Q<sub>mH</sub> : Consumo máximo Horario

**Tabla 76.**  
Resumen general de demanda de consumo para equipamientos públicos

Consumo no domestico	
Categoría	Consumo de agua no domestico (lt/seg)
I.E. N°88413 inicial -primaria	0,400
Parque Nuevo Horizonte	0,036
Capilla "Virgen de las Mercedes"	0,008
<b>TOTAL</b>	<b>0,443</b>

*Nota. Elaboración Propia*

## 5. Diseño Hidráulico del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Utilizando el Software WaterCAD V10 para el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte

- Al realizar el diseño hidráulico, debemos tener en cuenta que los archivos en .dwg a utilizar, se deben convertir a una extensión que pueda ser leída por el WaterCAD, en este caso utilizaremos la extensión .dxf.

**Figura 29.**

Archivos en formato .dxf para modelamiento del WaterCAD

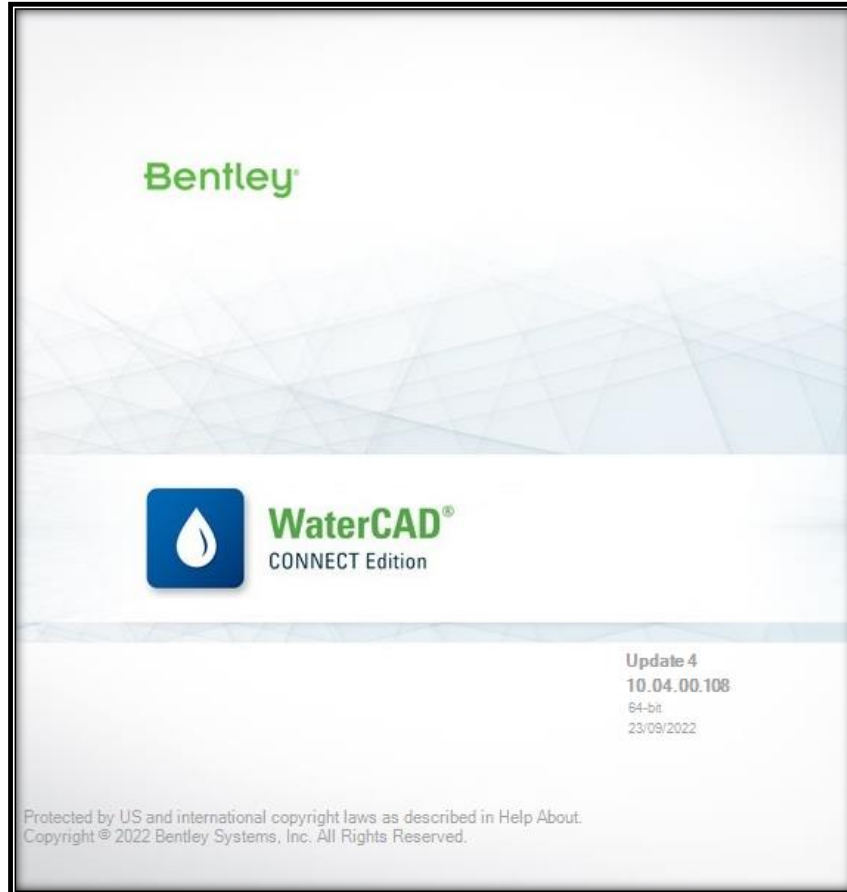
Nombre	Tipo	Tamaño
DWG	Carpeta de archivos	
CONEXIONES DOMICILIARIAS.dxf	AutoCAD Drawing...	192 KB
CURVAS.dxf	AutoCAD Drawing...	1,188 KB
TUBERIAS.dxf	AutoCAD Drawing...	129 KB

*Nota. Elaboración Propia*

- Se procedió a iniciar el software WaterCAD y a seleccionar la opción "Crear un nuevo modelo hidráulico" (**Create New Hydraulic Model**) para el desarrollo del proyecto.

Figura 30.

Interfaz inicial de WaterCAD

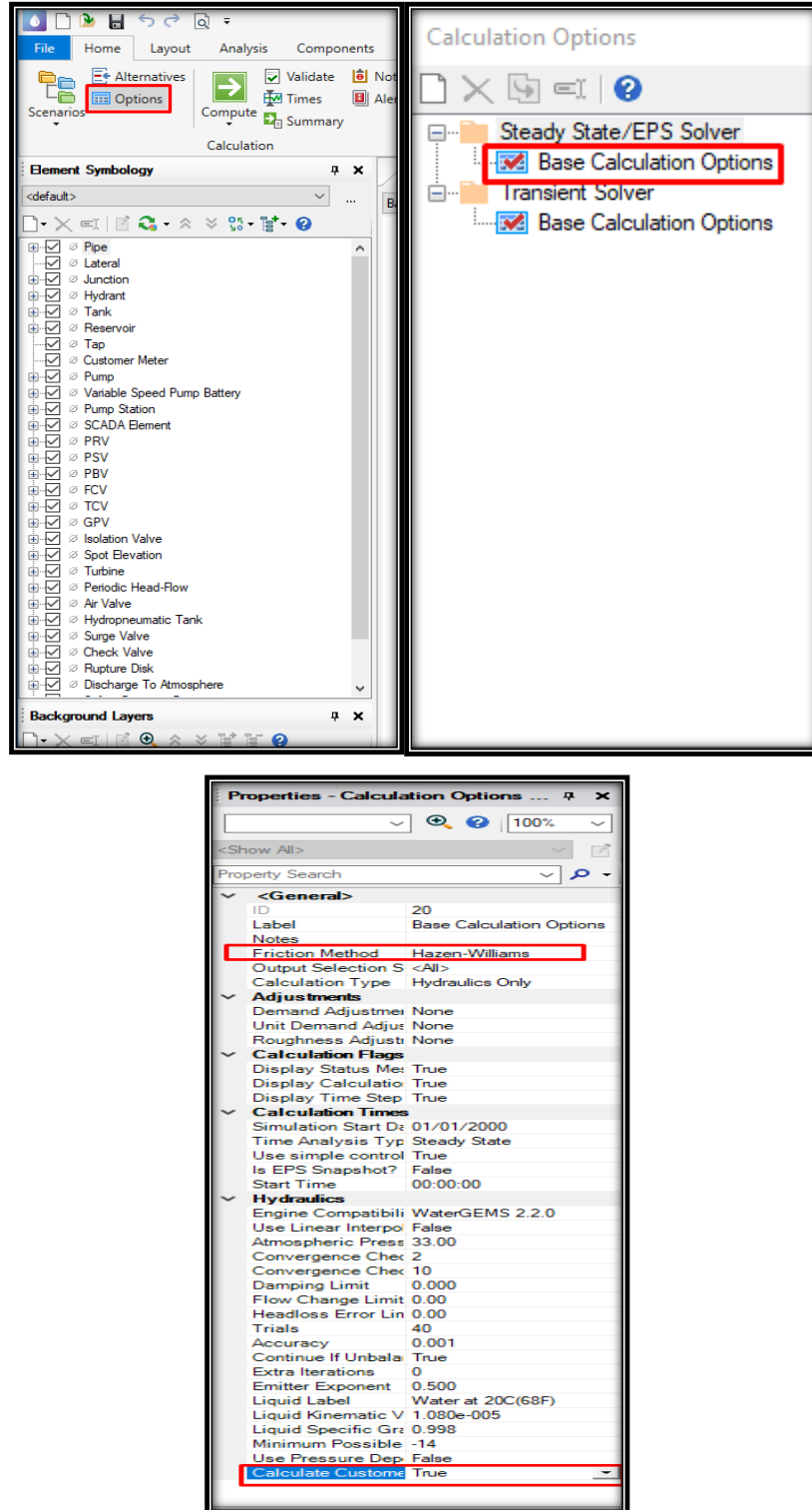


*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

3. Una vez ingresado al modelo, se accedió al menú principal (HOME) para seleccionar **"OPTIONS"**. En la ventana emergente **"Calculation Options"**, se eligió la configuración **"Base Calculation Options"**. Posteriormente, en el apartado **"Friction Method"**, se configuró el método de fricción como **Hazen-Williams**. Adicionalmente, en la sección **"Calculate Customer Results"**, se activó la opción **"True"** para habilitar el cálculo de presiones en cada vivienda.

Figura 31.

Configuración inicial de opciones de cálculo en WaterCAD: Método de fricción

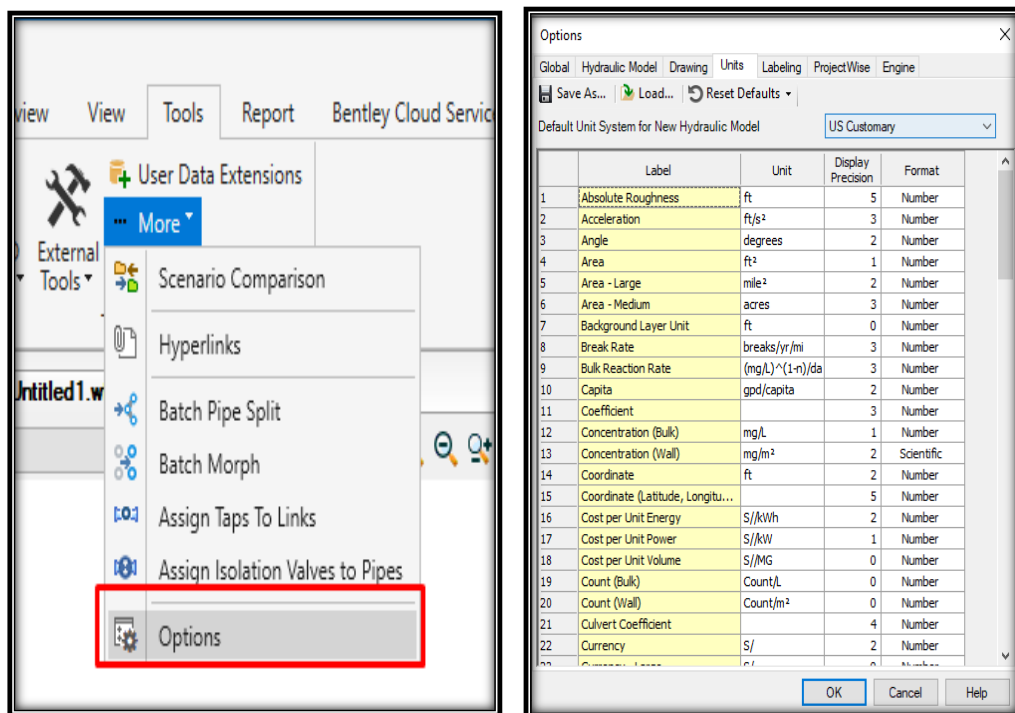


Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10

- En la barra de herramientas, se accedió a la opción "TOOLS" y, dentro del submenú "MORE", se seleccionó "OPTIONS". Este procedimiento permitió configurar las unidades de trabajo, eligiendo metros como unidad principal para el proyecto.

Figura 32.

Configuración de unidades en WaterCAD: Selección del sistema métrico

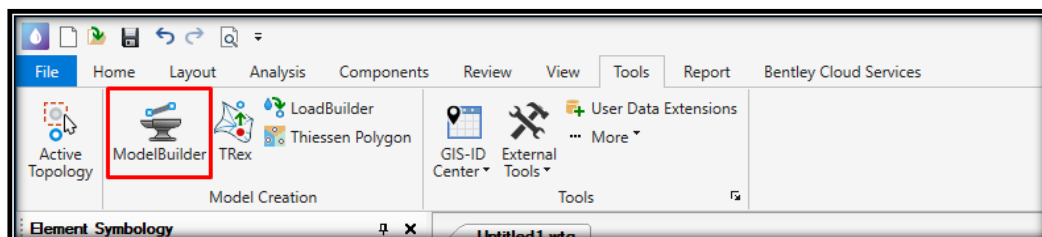


Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10

- Se utilizó la herramienta "ModelBuilder", ubicada en la barra de herramientas, para importar archivos en formato .DXF que contienen las tuberías y conexiones domiciliarias previamente diseñadas y georreferenciadas.

Figura 33.

Importación de archivos .DXF en WaterCAD mediante la herramienta ModelBuilder

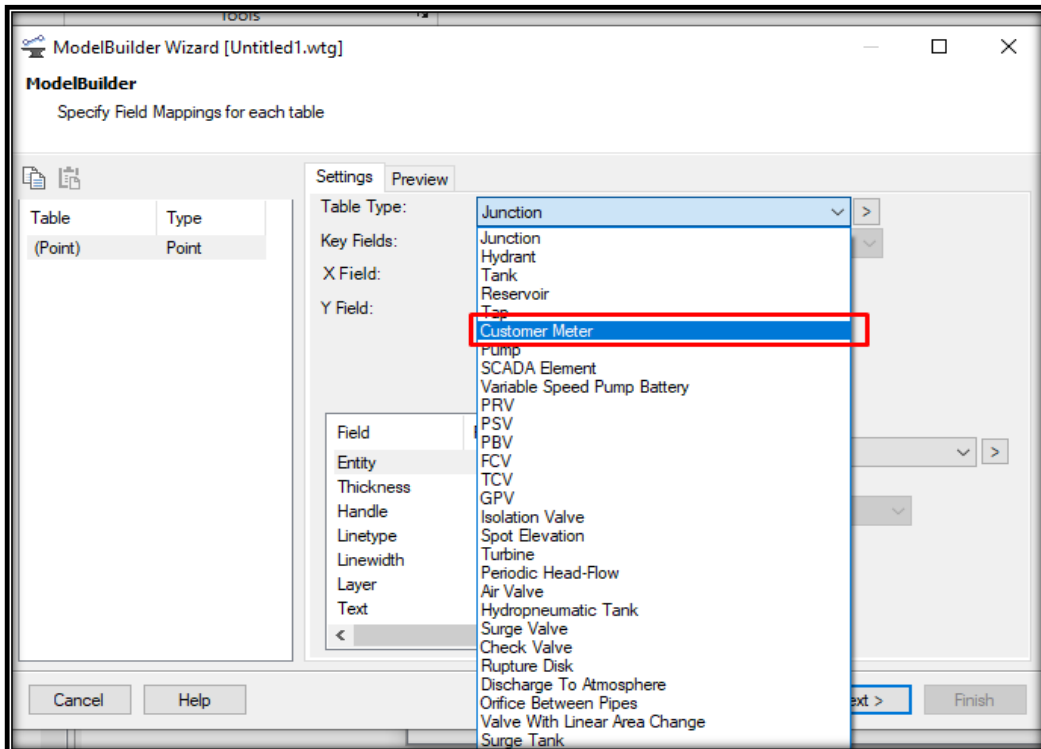
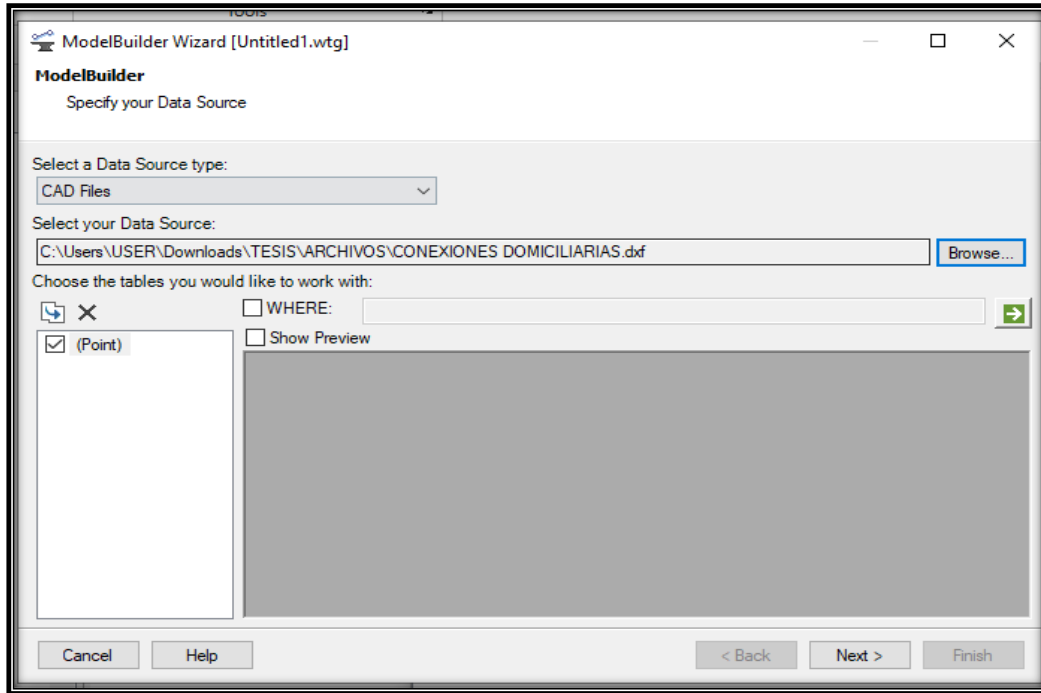


Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10

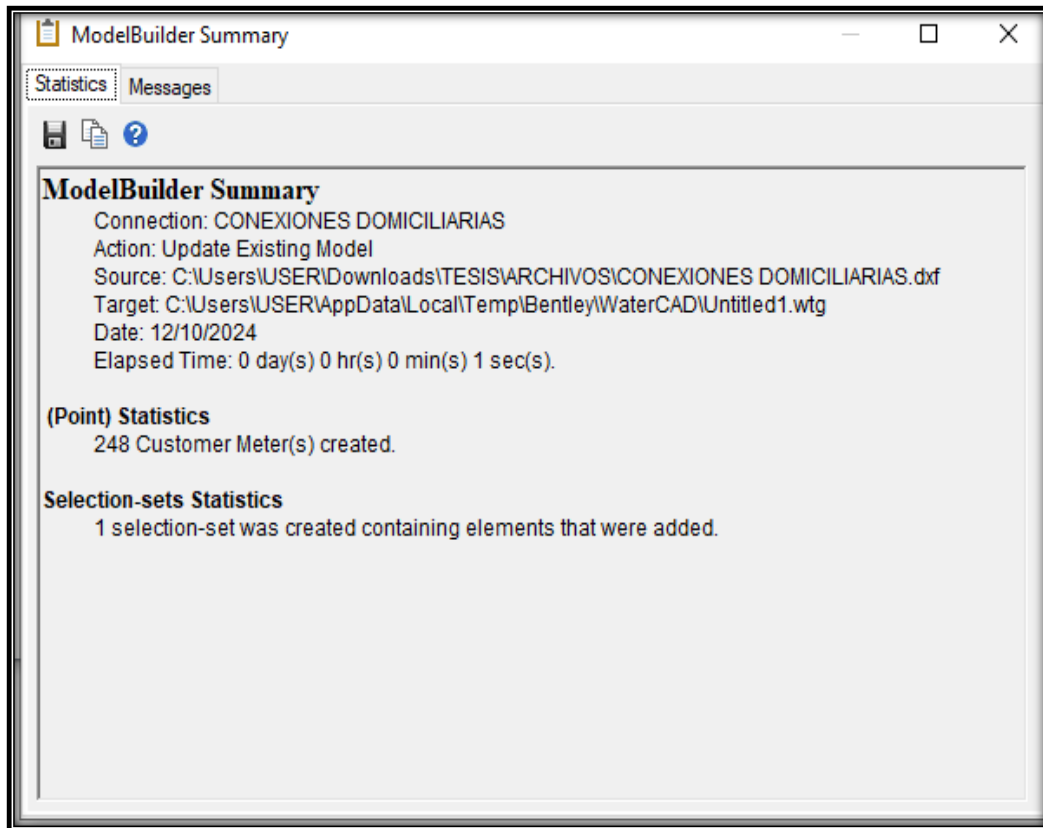
6. Inicialmente, se importó el archivo .DXF correspondiente a las conexiones domiciliarias y se definió cada conexión como "Customer Meter".

Figura 34.

Importación de puntos definidos como Customer Meter





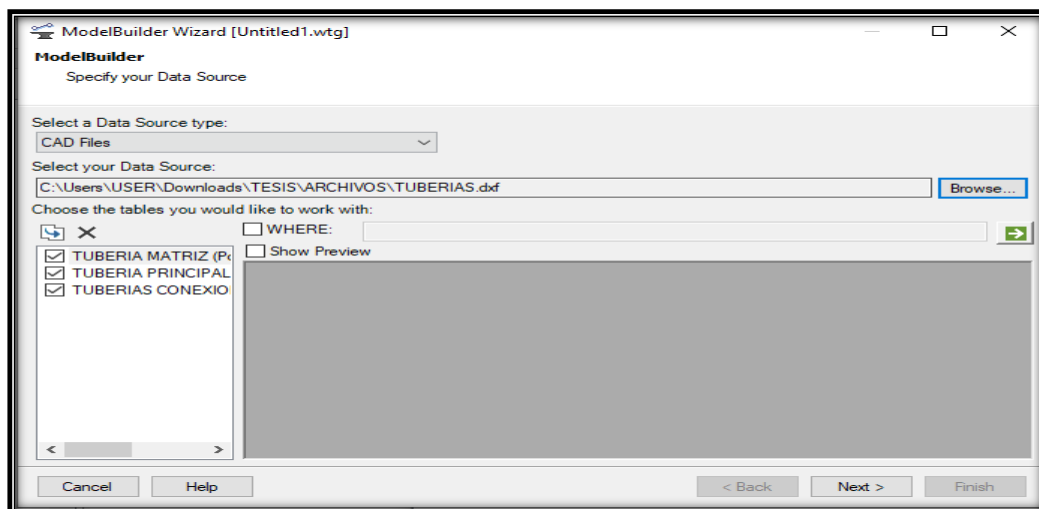


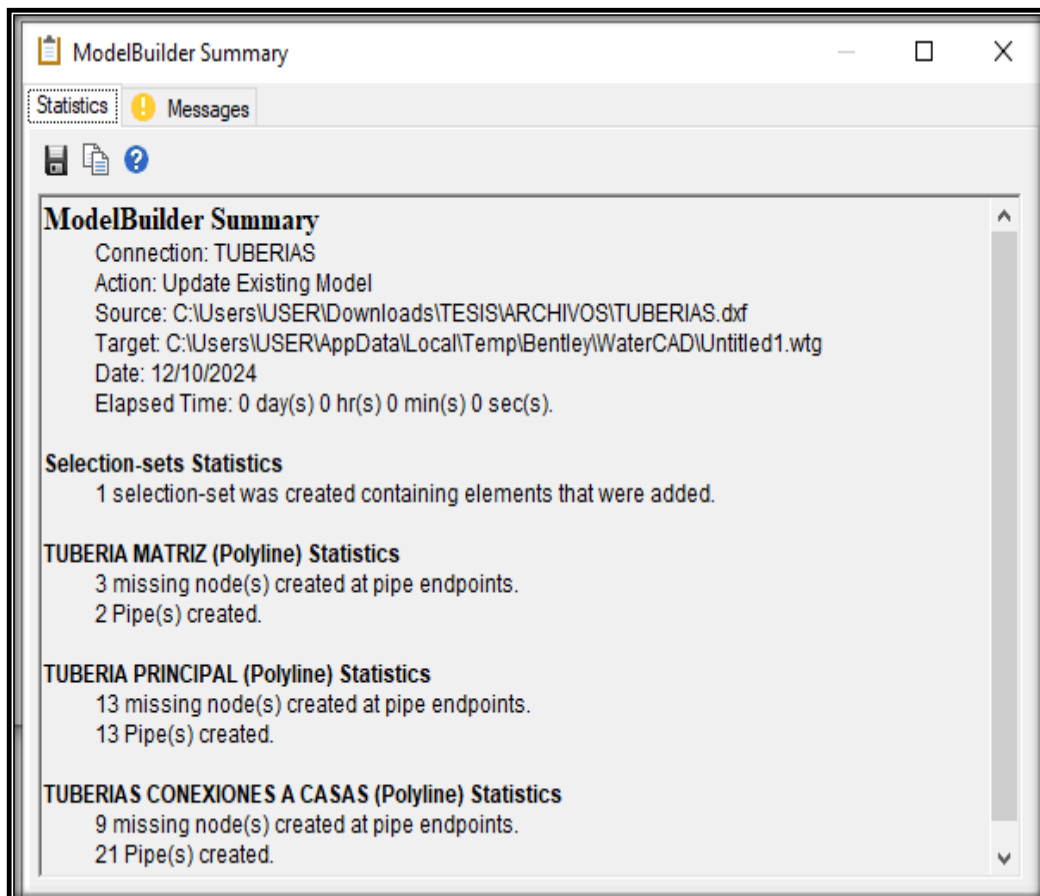
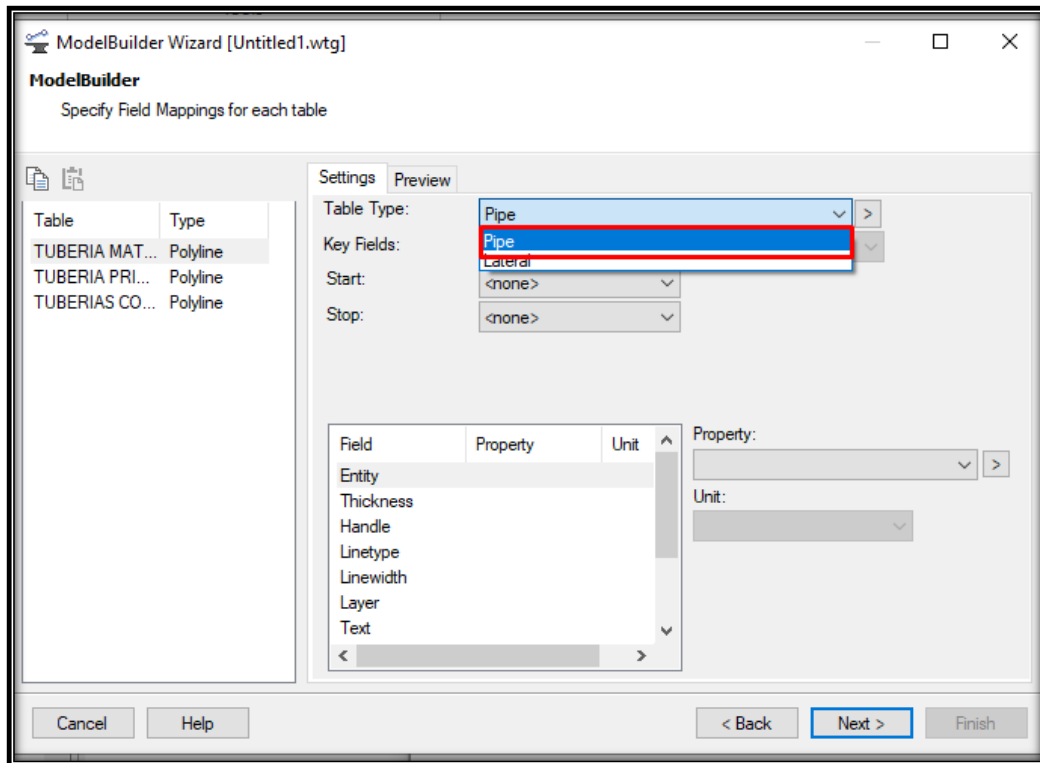
*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

7. Asimismo, se importó el archivo .DXF que contiene las tuberías, asignándolas como elementos del tipo "Pipe".

**Figura 35.**

**Definición de tuberías como elementos de tipo 'Pipe' en WaterCAD**



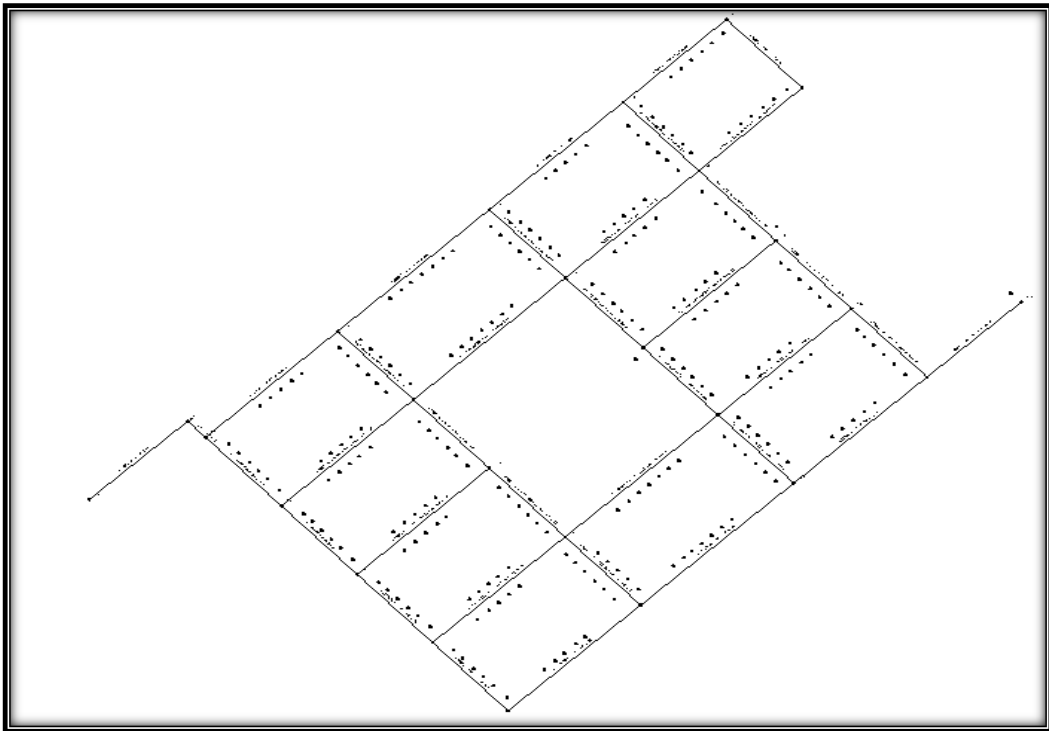


*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

8. En esta etapa, se visualizan todas las tuberías y conexiones domiciliarias generadas a partir de los archivos importados en formato .DXF.

**Figura 36.**

**Vista general de tuberías y conexiones domiciliarias importadas en WaterCAD**

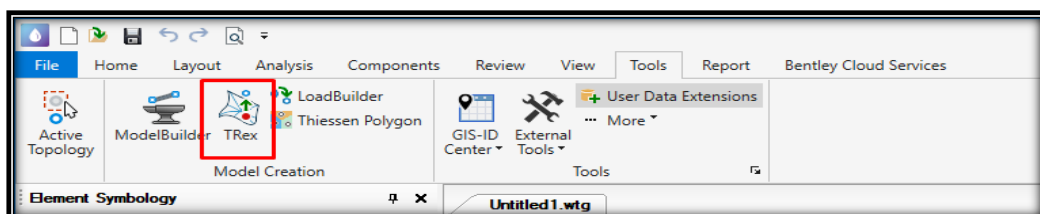


*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

9. El modelo generado en WaterCAD carece de una elevación definida. Para asignarla, se utilizó la herramienta "TRex". Se importó un archivo .DXF que contiene las curvas de nivel, permitiendo que el software asignara automáticamente elevaciones aproximadas a todo el sistema, de acuerdo con la topografía del terreno.

**Figura 37.**

**Asignación automática de elevaciones mediante la herramienta TRex y curvas de nivel en WaterCAD**



**TRex Wizard**

**File Selection**

Select an elevation dataset and the applicable nodes to operate on.

Select Data Source Type

Data Source Type: DXF Contours

Elevation Dataset

File: >ads\TESIS\ARCHIVOS\CURVAS.dxf

Spatial Reference: Unknown

Select Elevation Field: Elevation

X-Y Units: m

Z Units: m

Clip Dataset to Model:

Buffering Percentage: 50.0 %

Model

Spatial Reference: Unknown

Model Features

Also update inactive elements

Nodes to update

All

Selection

Selection Set

Cancel Help < Back Next > Finish

**TRex Wizard**

**Completing the TRex Wizard**

	Label	Elevation (m)
264	(Point)-91	51.64
265	(Point)-92	51.91
266	(Point)-93	52.89
267	(Point)-94	52.93
268	(Point)-95	52.95
269	(Point)-96	52.99
270	(Point)-97	53.01
271	(Point)-98	53.01
272	(Point)-99	51.68

Use Existing Alternative Base Physical

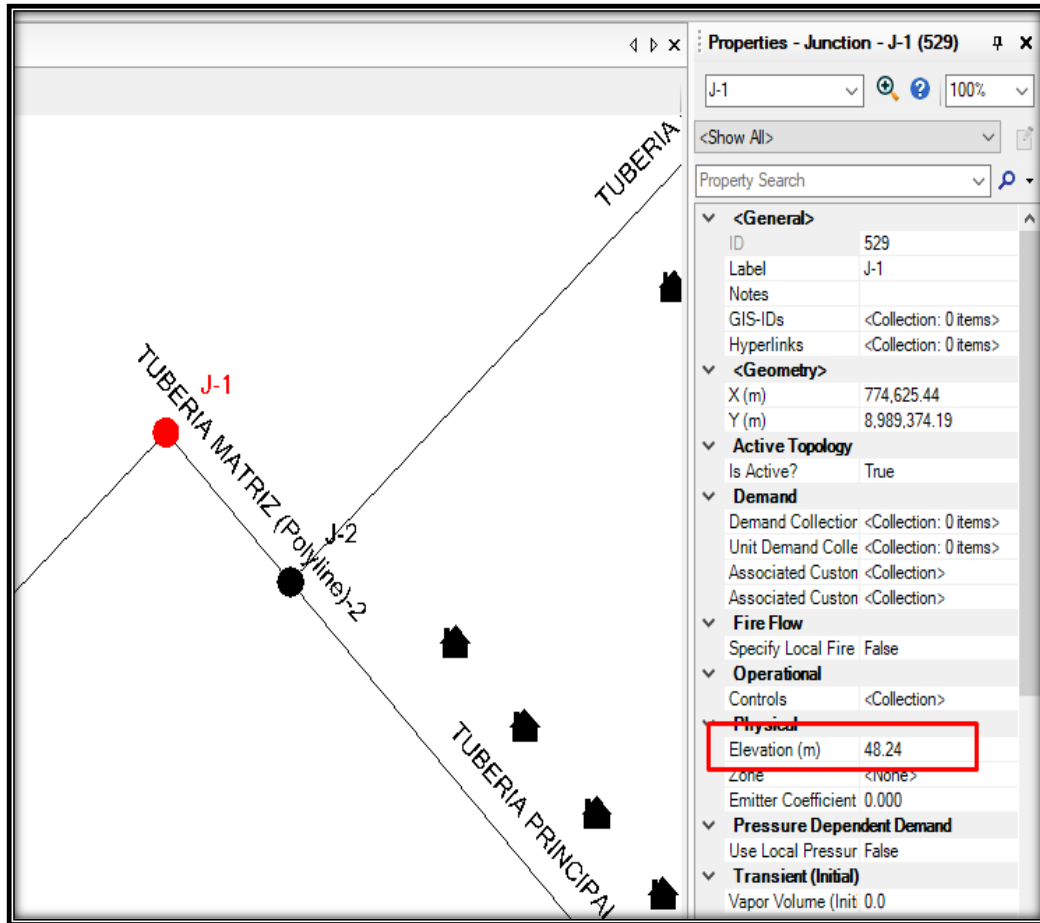
New Alternative

Parent Alternative: <None>

Click Finish to save the new ground elevation data to the chosen alternative

Export Results...

Cancel Help < Back Next > Finish

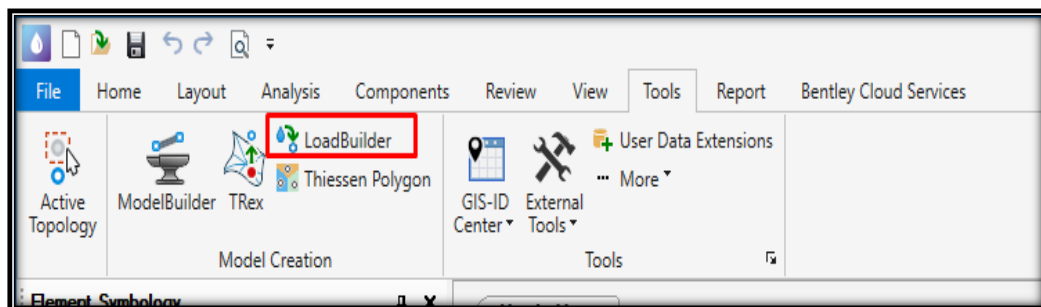


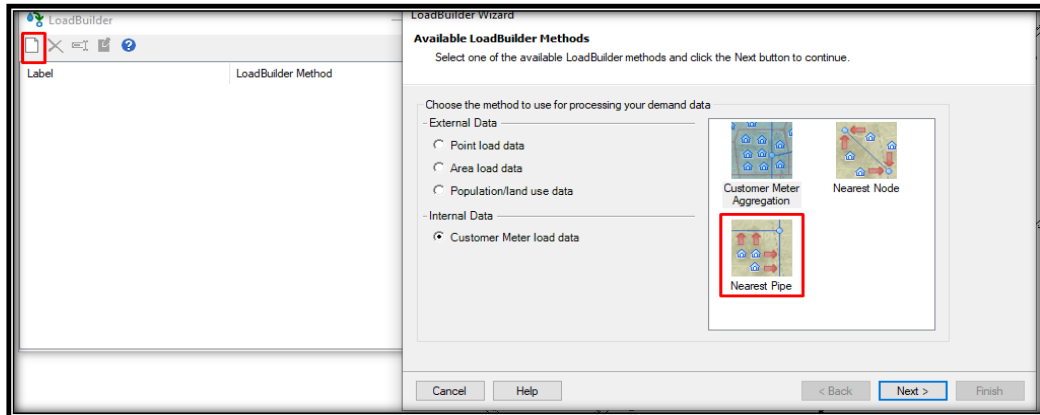
Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10

- Tras cargar el archivo, se identificó que las tuberías no estaban conectadas a los domicilios. Para resolverlo, se utilizó la herramienta "LoadBuilder" seleccionando la opción "Customer Meter Load Data - Nearest Pipe" para establecer las conexiones correspondientes.

Figura 38.

Conexión de Customer Meter mediante LoadBuilder en WaterCAD



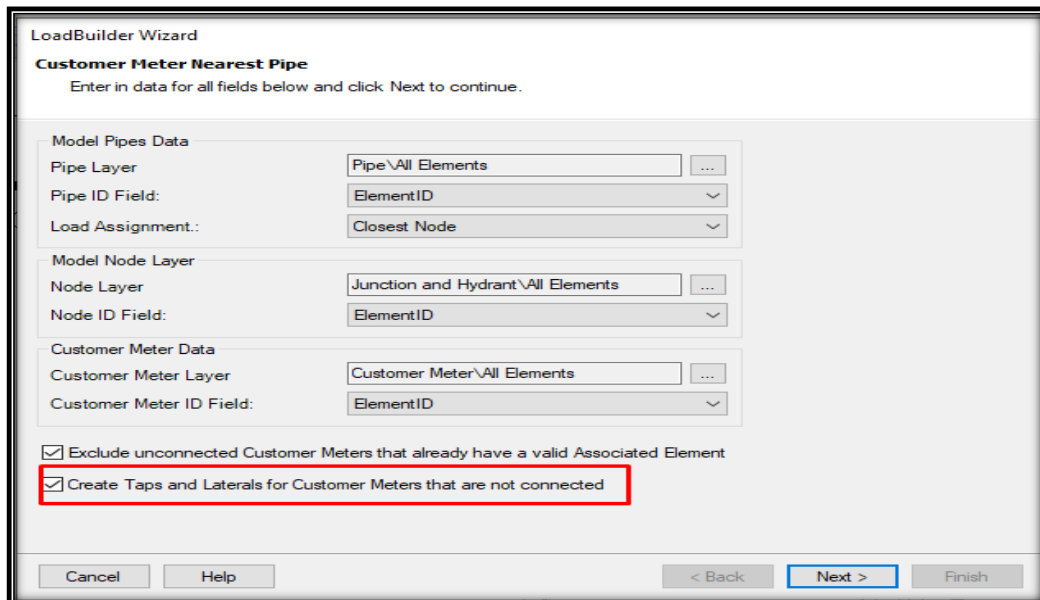


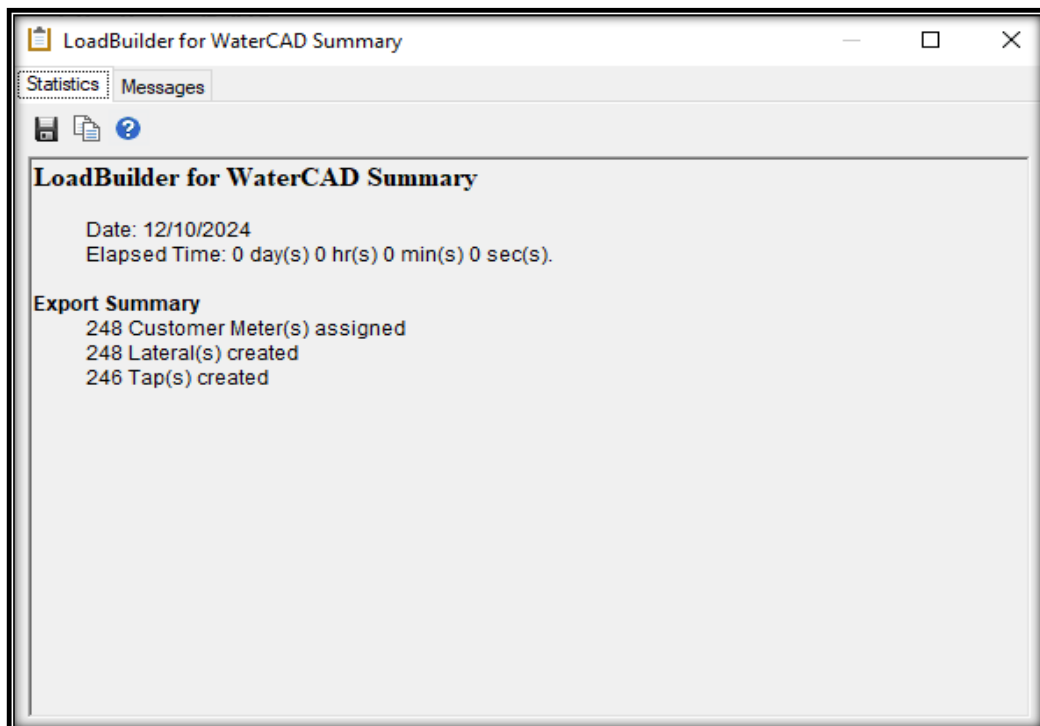
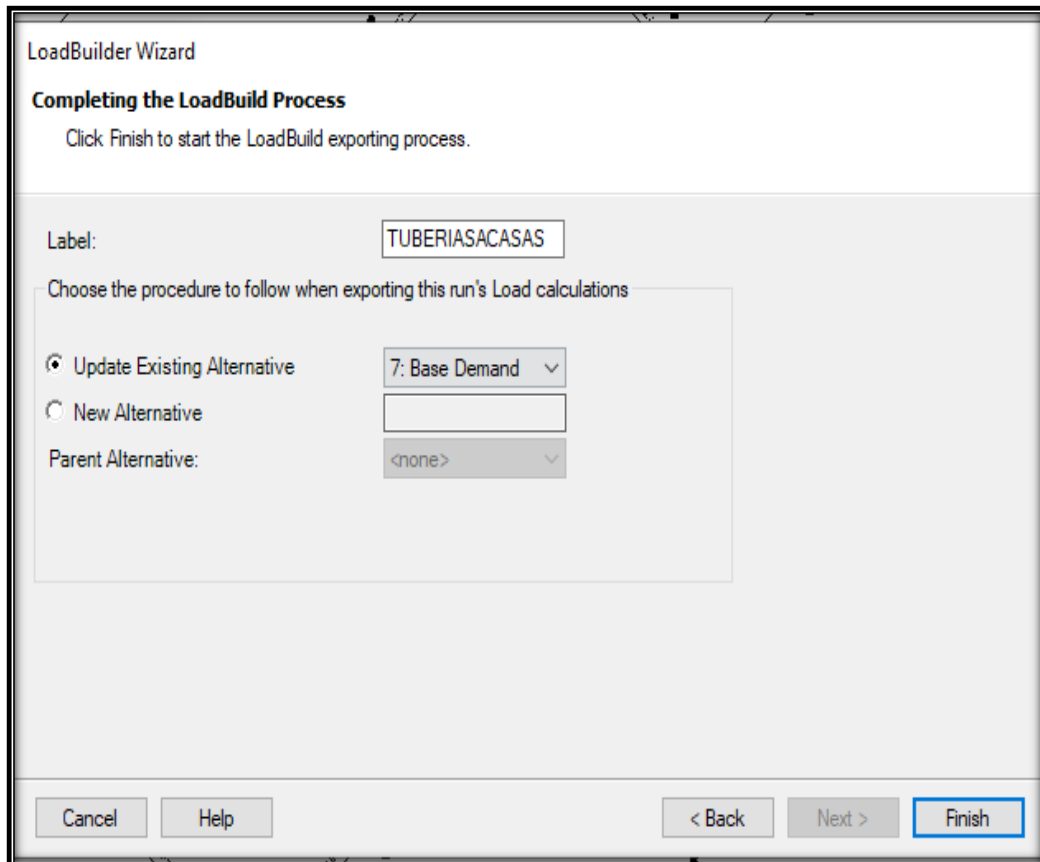
*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

11. Se desplegó la ventana "LoadBuilder Wizard", donde se seleccionó la opción "Create Taps and Laterals for Customer Meters That Are Not Connected". Esta configuración permitió vincular los caudales demandados por cada vivienda con la tubería más cercana.

**Figura 39.**

**Vinculación de caudales domiciliarios a tuberías cercanas mediante LoadBuilder Wizard en WaterCAD**



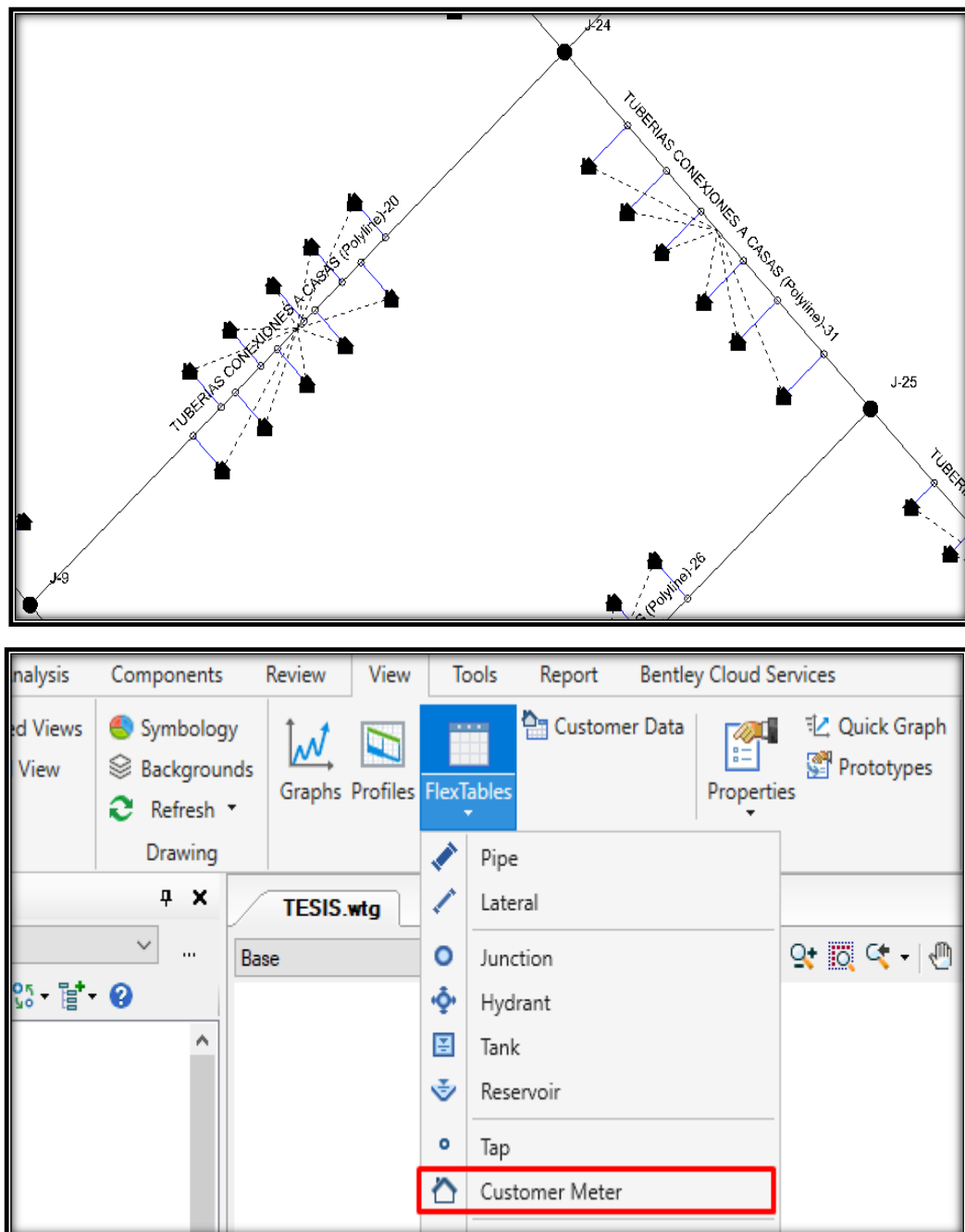


*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

12. Se verificó que las viviendas ahora están conectadas a la tubería de distribución; sin embargo, no poseen un caudal definido. Para asignarlo, se accedió a "FlexTables", se seleccionó "Customer Meter" y se incorporó una demanda base previamente calculada.

Figura 40.

Asignación de demanda base a las conexiones domiciliarias mediante FlexTables en WaterCAD





FlexTable: Customer Meter Table (Untitled1.wtg)

	ID	Label	Associated Element	Demand (Base) (L/s)	Pressure
279: (Point)-1	279	(Point)-1	TUBERIA PRINC:	0.0	(N/A)
280: (Point)-10	280	(Point)-10	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
281: (Point)-10	281	(Point)-100	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
282: (Point)-10	282	(Point)-101	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
283: (Point)-10	283	(Point)-102	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
284: (Point)-10	284	(Point)-103	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
285: (Point)-10	285	(Point)-104	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
286: (Point)-10	286	(Point)-105	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
287: (Point)-10	287	(Point)-106	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
288: (Point)-10	288	(Point)-107	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
289: (Point)-10	289	(Point)-108	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
290: (Point)-10	290	(Point)-109	TUBERIA PRINC:	0.0	(N/A)
291: (Point)-11	291	(Point)-11	TUBERIAS CONE	0.0	(N/A)
292: (Point)-11	292	(Point)-110	TUBERIA PRINC:	0.0	(N/A)
293: (Point)-11	293	(Point)-111	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
294: (Point)-11	294	(Point)-112	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
295: (Point)-11	295	(Point)-113	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
296: (Point)-11	296	(Point)-114	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
297: (Point)-11	297	(Point)-115	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
298: (Point)-11	298	(Point)-116	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
299: (Point)-11	299	(Point)-117	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
300: (Point)-11	300	(Point)-118	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
301: (Point)-11	301	(Point)-119	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
302: (Point)-12	302	(Point)-12	TUBERIAS CONE	0.00	Fixed (N/A)
303: (Point)-12	303	(Point)-120	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
304: (Point)-12	304	(Point)-121	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
305: (Point)-12	305	(Point)-122	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
306: (Point)-12	306	(Point)-123	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
307: (Point)-12	307	(Point)-124	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)
308: (Point)-12	308	(Point)-125	TUBERIA PRINC:	0.00	Fixed (N/A)

248 of 248 elements displayed

Global Edit

Operation: Set

Value: 0.023307927

WHERE: <no filter active>

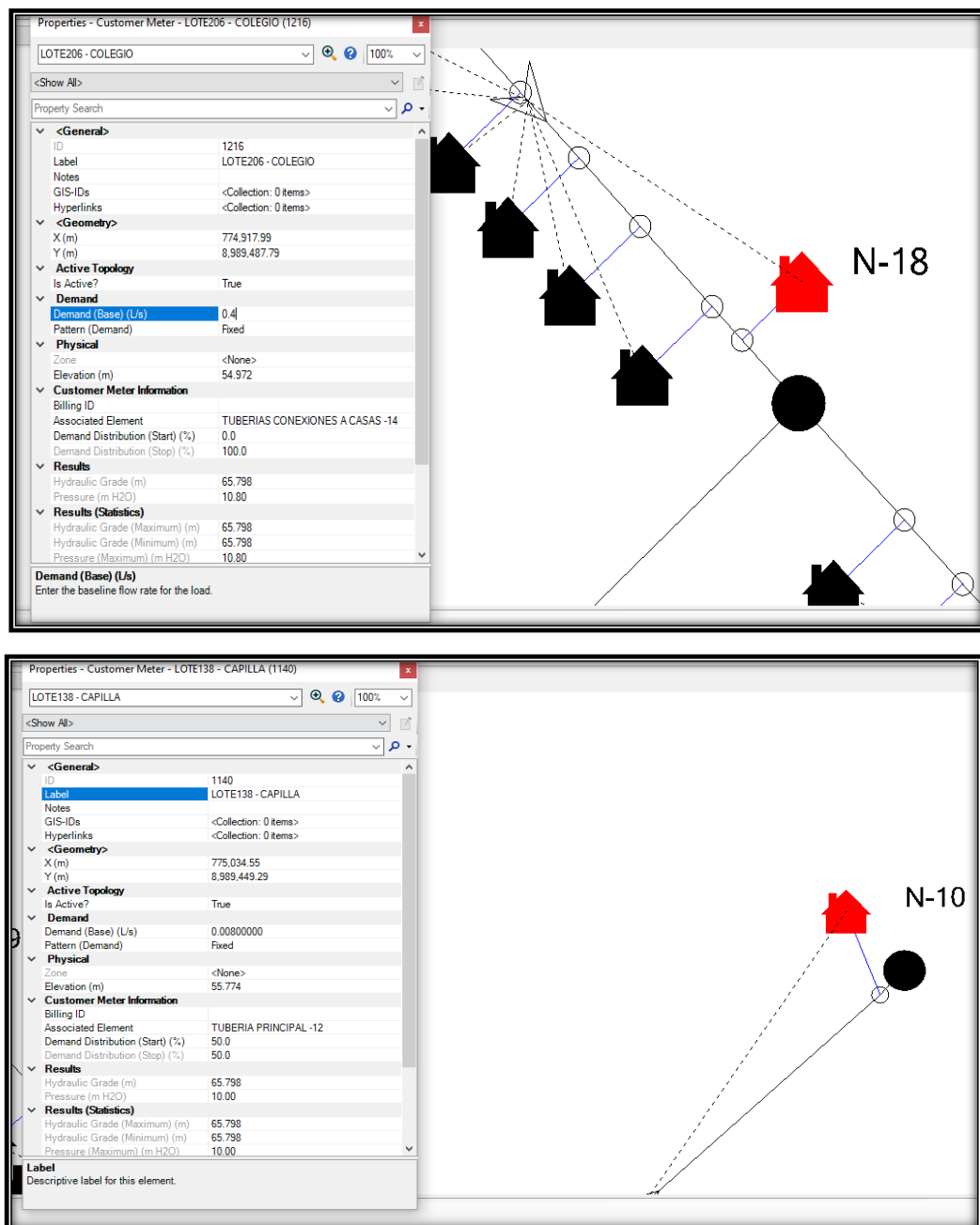
OK Cancel

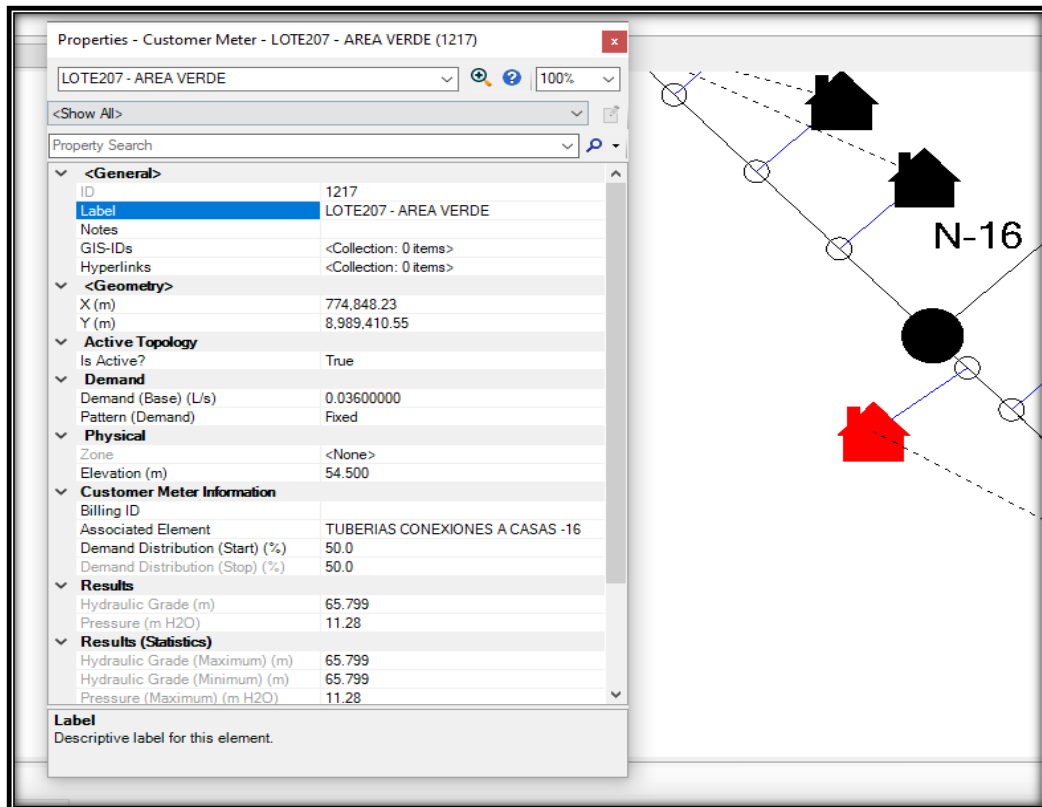
Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10

13. En el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte, se identificó que no todas las áreas corresponden exclusivamente a viviendas. Por tal motivo, se asignaron caudales de demanda específicos según el tipo de uso público identificado. Estos usos incluyen un parque, una capilla y una institución educativa, para los cuales se aplicaron criterios técnicos basados en su funcionalidad y frecuencia de uso.

**Figura 41.**

**Distribución de caudales de demanda según el uso público en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte**



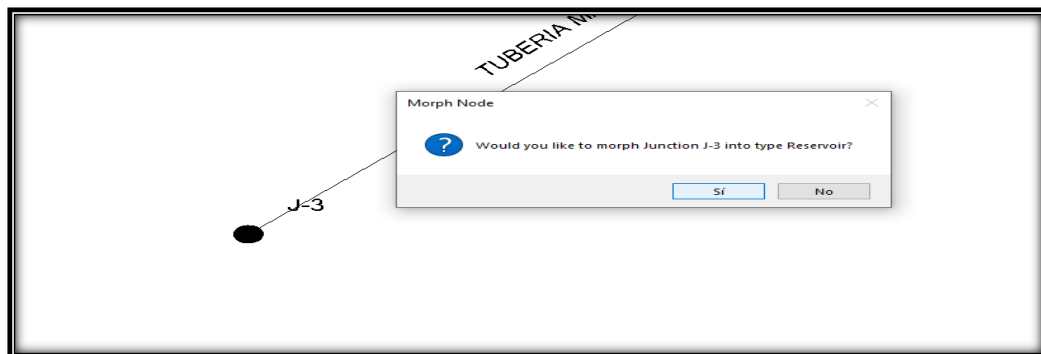


*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

- Para determinar la presión mínima requerida en el sistema, se estableció que el nodo designado para la conexión con la red existente funcionaría como un reservorio.

**Figura 42**

Asignación del nodo como reservorio para el cálculo de la presión mínima



*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

- Al ejecutar el programa de simulación hidráulica, se identificó la presencia de errores relacionados con presiones negativas en determinados nodos de la red.

Figura 43

Resultado de simulación: identificación de errores por presiones negativas

User Notifications		
User Notifications Alerts and Alarms		
Label	Time (hours)	Message
(N/A)	0.000	Negative pressures in system at one or more time steps.

Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10

16. Utilizando la herramienta **FLEXTABLES-PIPE**, se asignaron los diámetros interiores de las tuberías conforme a los lineamientos establecidos en la norma NTP ISO 1452. Para este proyecto, se seleccionaron los diámetros nominales mínimos requeridos por la norma OS.050, considerando la envergadura del sistema. En el caso específico de la tubería matriz, se determinó un diámetro nominal de 160 mm en el punto evaluado.

Figura 44

Asignación de diámetros interiores según NTP ISO 1452 y Norma OS.050

	ID	Label	Material	Diameter (mm)	Hazen-Williams C
1346:	TUBERIA 1346	TUBERIA MATRIZ -2	PVC	148.40	150.0
1349:	TUBERIA 1349	TUBERIA MATRIZ -1	PVC	148.40	150.0
1351:	TUBERIA 1351	TUBERIA PRINCIPAL -10	PVC	83.40	150.0
1354:	TUBERIA 1354	TUBERIA PRINCIPAL -11	PVC	83.40	150.0
1359:	TUBERIA 1359	TUBERIA PRINCIPAL -8	PVC	83.40	150.0
1361:	TUBERIA 1361	TUBERIA PRINCIPAL -9	PVC	83.40	150.0
1362:	TUBERIA 1362	TUBERIA PRINCIPAL -12	PVC	83.40	150.0
1365:	TUBERIA 1365	TUBERIA PRINCIPAL -6	PVC	83.40	150.0
1367:	TUBERIA 1367	TUBERIA PRINCIPAL -26	PVC	83.40	150.0
1369:	TUBERIA 1369	TUBERIA PRINCIPAL -3	PVC	83.40	150.0
1371:	TUBERIA 1371	TUBERIA PRINCIPAL -24	PVC	83.40	150.0
1373:	TUBERIA 1373	TUBERIA PRINCIPAL -5	PVC	83.40	150.0
1375:	TUBERIA 1375	TUBERIA PRINCIPAL -4	PVC	83.40	150.0
1376:	TUBERIA 1376	TUBERIA PRINCIPAL -25	PVC	83.40	150.0
1377:	TUBERIA 1377	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	PVC	83.40	150.0
1380:	TUBERIA 1380	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	PVC	83.40	150.0
1383:	TUBERIA 1383	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	PVC	83.40	150.0
1385:	TUBERIA 1385	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	PVC	83.40	150.0
1386:	TUBERIA 1386	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	PVC	83.40	150.0
1387:	TUBERIA 1387	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	PVC	83.40	150.0
1389:	TUBERIA 1389	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	PVC	83.40	150.0
1391:	TUBERIA 1391	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	PVC	83.40	150.0
1394:	TUBERIA 1394	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	PVC	83.40	150.0
1395:	TUBERIA 1395	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	PVC	83.40	150.0
1396:	TUBERIA 1396	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	PVC	83.40	150.0

Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10

17. A través de la herramienta FLEXTABLES-PIPE, se calculó la pérdida total por fricción en las tuberías del sistema. El análisis arrojó un valor de pérdida total equivalente a 1.16 metros de columna de agua (m.c.a.).

**Figura 45**

**Resultado de pérdida por fricción por cada tubería calculada por el programa**

ID	Label	Material	Pressure Loss (m H <sub>2</sub> O)	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node
1349	TUBERIA MATRIZ -1	PVC	0.059	148.40	150.0	66.984	CONEXION A...	N-1
1346	TUBERIA MATRIZ -2	PVC	0.011	148.40	150.0	12.903	N-1	N-2
1369	TUBERIA PRINCIPAL -3	PVC	0.288	83.40	150.0	90.289	N-2	N-13
1375	TUBERIA PRINCIPAL -4	PVC	0.088	83.40	150.0	103.535	N-13	N-15
1373	TUBERIA PRINCIPAL -5	PVC	0.018	83.40	150.0	91.422	N-15	N-11
1365	TUBERIA PRINCIPAL -6	PVC	0.001	83.40	150.0	70.500	N-11	N-6
1359	TUBERIA PRINCIPAL -8	PVC	0.253	83.40	150.0	54.916	N-2	N-8
1361	TUBERIA PRINCIPAL -9	PVC	0.082	83.40	150.0	54.947	N-8	N-3
1351	TUBERIA PRINCIPAL -10	PVC	0.033	83.40	150.0	54.679	N-3	N-4
1354	TUBERIA PRINCIPAL -11	PVC	0.007	83.40	150.0	54.748	N-4	N-5
1362	TUBERIA PRINCIPAL -12	PVC	0.000	83.40	150.0	64.079	N-9	N-10
1371	TUBERIA PRINCIPAL -24	PVC	0.003	83.40	150.0	90.624	N-14	N-9
1376	TUBERIA PRINCIPAL -25	PVC	0.014	83.40	150.0	104.279	N-12	N-14
1367	TUBERIA PRINCIPAL -26	PVC	0.006	83.40	150.0	90.286	N-5	N-12
1387	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -13	PVC	0.001	83.40	150.0	54.881	N-11	N-21
1396	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14	PVC	0.003	83.40	150.0	55.939	N-21	N-18
1397	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -15	PVC	0.012	83.40	150.0	56.168	N-22	N-16
1377	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -16	PVC	0.000	83.40	150.0	54.133	N-16	N-17
1385	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17	PVC	0.000	83.40	150.0	54.780	N-14	N-17
1402	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -18	PVC	0.004	83.40	150.0	90.819	N-16	N-18
1400	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -19	PVC	0.009	83.40	150.0	90.287	N-3	N-24
1394	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -20	PVC	0.033	83.40	150.0	54.905	N-13	N-23
1391	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -21	PVC	0.022	83.40	150.0	54.899	N-23	N-24
1383	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -22	PVC	0.006	83.40	150.0	54.763	N-20	N-12
1395	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -23	PVC	0.031	83.40	150.0	55.041	N-24	N-20
1401	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -27	PVC	0.069	83.40	150.0	90.288	N-8	N-23
1405	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -28	PVC	0.061	83.40	150.0	103.720	N-23	N-22
1404	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -29	PVC	0.013	83.40	150.0	91.213	N-22	N-21
1398	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30	PVC	0.000	83.40	150.0	70.454	N-21	N-7
1399	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -31	PVC	0.007	83.40	150.0	90.287	N-4	N-20
1406	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -32	PVC	0.020	83.40	150.0	104.093	N-20	N-17
1403	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -33	PVC	0.003	83.40	150.0	90.828	N-17	N-19
1389	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -34	PVC	0.006	83.40	150.0	54.894	N-15	N-22
1380	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35	PVC	0.000	83.40	150.0	54.679	N-19	N-18
1386	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36	PVC	0.000	83.40	150.0	54.794	N-9	N-19
2405	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -37	PVC	0.000	83.40	150.0	54.872	N-6	N-7

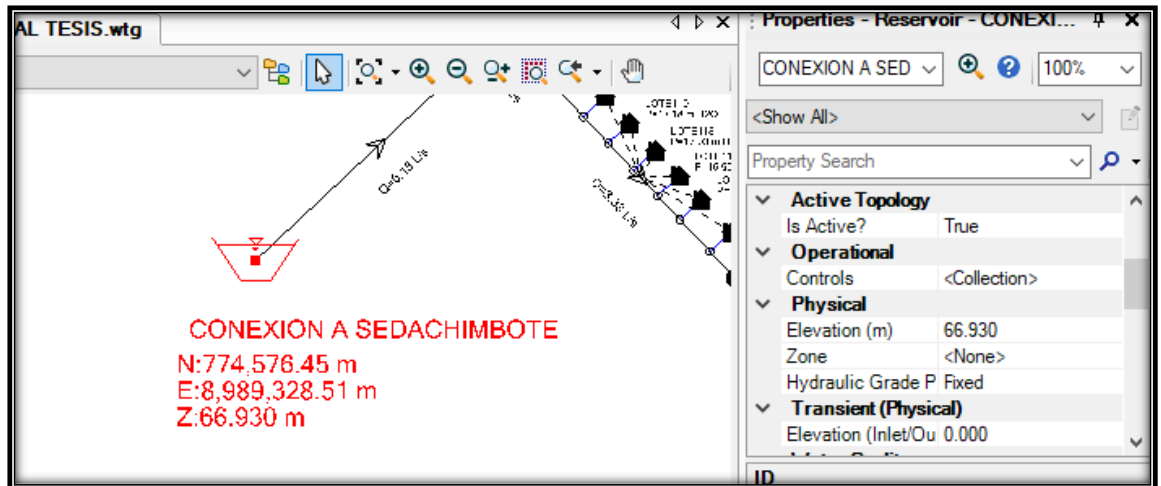
*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

18. Se estableció que la presión dinámica mínima requerida para el sistema es de 10 metros de columna de agua (m.c.a.), conforme a los criterios de la norma OS.050. La elevación del punto de conexión con la red existente es de 47.25 m.s.n.m., mientras que el lote más desfavorable se encuentra a una cota de 55.77 m.s.n.m., resultando en un desnivel de 8.52 metros. Para cumplir con las condiciones normativas, se determinó que la presión necesaria en este punto es de 19.68 m.c.a.

En el modelamiento, se consideró al reservorio con una elevación base de 47.25 m.s.n.m., a la cual se sumó la presión requerida, obteniendo una cota de 66.93 m.s.n.m.

**Figura 46**

**Cálculo de elevación requerida para el cumplimiento de la norma OS.050**

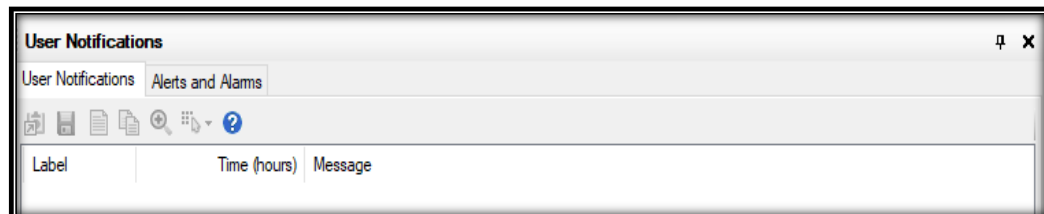


*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

- Tras la ejecución del modelamiento hidráulico, se verificó que el sistema opera sin presentar problemas ni inconsistencias. Los resultados obtenidos confirman que las condiciones de diseño cumplen con los parámetros establecidos en la normativa vigente y garantizan un funcionamiento adecuado.

**Figura 47**

**Ejecución del modelado sin errores.**



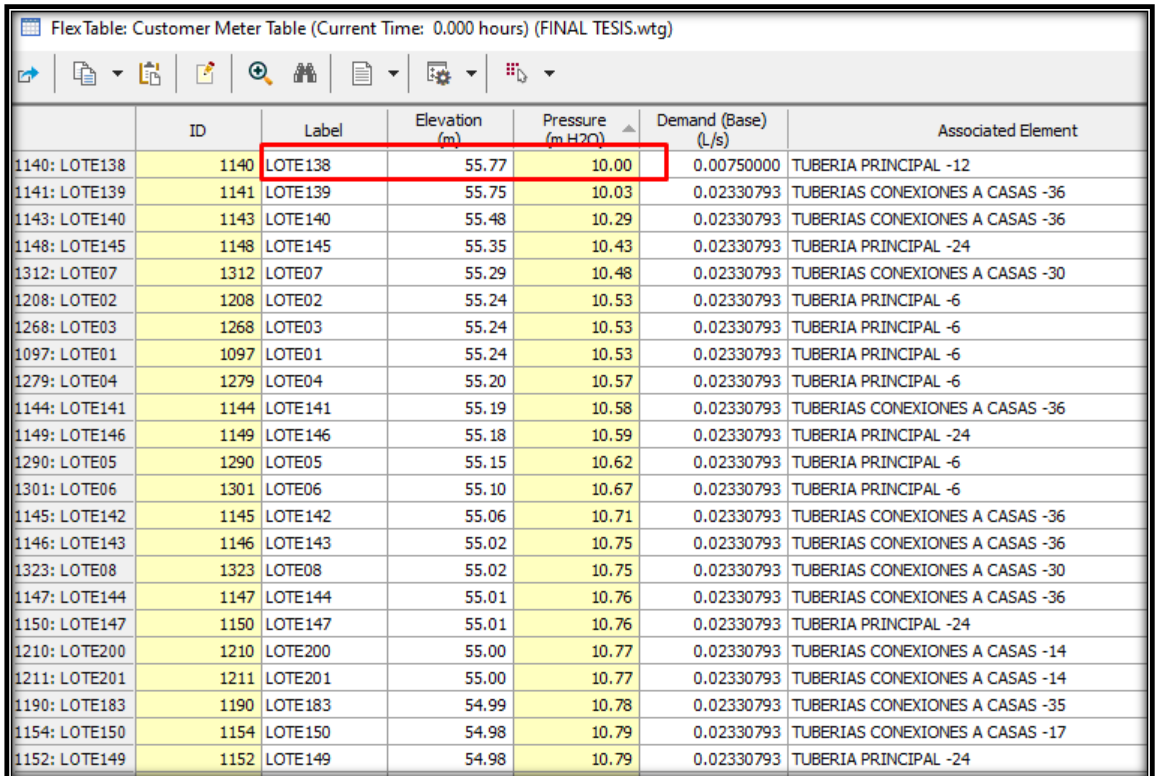
*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*



20. Se verificó mediante el modelamiento hidráulico que en el lote más desfavorable del sistema la presión obtenida cumple con la mínima requerida, alcanzando un valor de 10 metros de columna de agua (m.c.a.). Este resultado confirma que el diseño satisface las especificaciones establecidas en la normativa OS.050.

**Figura 48**

Verificación de la presión mínima para el cumplimiento de la norma OS.050.



	ID	Label	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	Demand (Base) (L/s)	Associated Element
1140: LOTE138	1140	LOTE138	55.77	10.00	0.00750000	TUBERIA PRINCIPAL -12
1141: LOTE139	1141	LOTE139	55.75	10.03	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36
1143: LOTE140	1143	LOTE140	55.48	10.29	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36
1148: LOTE145	1148	LOTE145	55.35	10.43	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -24
1312: LOTE07	1312	LOTE07	55.29	10.48	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30
1208: LOTE02	1208	LOTE02	55.24	10.53	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -6
1268: LOTE03	1268	LOTE03	55.24	10.53	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -6
1097: LOTE01	1097	LOTE01	55.24	10.53	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -6
1279: LOTE04	1279	LOTE04	55.20	10.57	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -6
1144: LOTE141	1144	LOTE141	55.19	10.58	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36
1149: LOTE146	1149	LOTE146	55.18	10.59	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -24
1290: LOTE05	1290	LOTE05	55.15	10.62	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -6
1301: LOTE06	1301	LOTE06	55.10	10.67	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -6
1145: LOTE142	1145	LOTE142	55.06	10.71	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36
1146: LOTE143	1146	LOTE143	55.02	10.75	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36
1323: LOTE08	1323	LOTE08	55.02	10.75	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -30
1147: LOTE144	1147	LOTE144	55.01	10.76	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -36
1150: LOTE147	1150	LOTE147	55.01	10.76	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -24
1210: LOTE200	1210	LOTE200	55.00	10.77	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14
1211: LOTE201	1211	LOTE201	55.00	10.77	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -14
1190: LOTE183	1190	LOTE183	54.99	10.78	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -35
1154: LOTE150	1154	LOTE150	54.98	10.79	0.02330793	TUBERIAS CONEXIONES A CASAS -17
1152: LOTE149	1152	LOTE149	54.98	10.79	0.02330793	TUBERIA PRINCIPAL -24

*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional WaterCAD V10*

**c. MEMORIA DE CÁLCULO PARA  
EL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO**





## Cálculo del caudal de diseño para consumo no domestico - Alcantarillado

### 1. Cálculo de demanda de agua potable para consumo doméstico

Con base en el análisis realizado, se obtuvo una población proyectada de 1,251 habitantes, la cual se utilizará como referencia para el dimensionamiento del consumo doméstico en el sistema de alcantarillado. Según lo establecido en la Norma OS.070, el coeficiente de retorno se define como  $C = 80\%$  del caudal de agua potable consumida. Dado que el diseño se desarrolló considerando el consumo máximo horario, se procederá a multiplicar este valor por el 80% para estimar el caudal de aguas residuales a ser manejado por el sistema de alcantarillado.

#### a) Consumo máximo horario

El consumo máximo horario considerado para el alcantarillado es

$$Q_{mHa} = 3.8863 \text{ l/s}$$

$$C = 0.8$$

$$Q_{mH} = Q_{mHa} \times C = 3.8863 \times 0.8 = 3.10904 \text{ l/s}$$

Siendo:

$Q_{mHa}$ : Consumo máximo Horario del agua potable

C: Coeficiente de retorno

$Q_{mH}$ : Consumo máximo Horario del alcantarillado

### 2. Cálculo de demanda de agua potable para consumo no doméstico

#### a) Demanda de agua potable para la I.E. N°88413

##### - Consumo máximo horario

$$Q_{mHa} = 0.400 \text{ l/s}$$

$$C = 0.8$$

$$Q_{mH} = Q_{mHa} \times C = 0.400 \times 0.8 = 0.320 \text{ l/s}$$

Siendo:

$Q_{mHa}$ : Consumo máximo Horario del agua potable

C: Coeficiente de retorno

$Q_{mH}$ : Consumo máximo Horario del alcantarillado

**b) Demanda de agua potable la Capilla “Virgen de las Mercedes”**

**- Consumo máximo horario**

$$Q_{mHa} = 0.008 \text{ l/s}$$

$$C = 0.8$$

$$Q_{mH} = Q_{mHa} \times C = 0.008 \times 0.8 = 0.006 \text{ l/s}$$

Siendo:

$Q_{mHa}$ : Consumo máximo Horario del agua potable

C: Coeficiente de retorno

$Q_{mH}$ : Consumo máximo Horario del alcantarillado

**Tabla 77.**

**Resumen general de demanda de consumo para equipamientos públicos y viviendas**

COEFICIENTE DE RETORNO “C”		80%
Población Proyectada		1251
Dotación diaria		220
<b>Variaciones de Consumo Consumo Máximo Horario</b>	<b>Descargar por Lotes</b>	4,587
	<b>Descargar por Equipamiento Público</b>	
	I.E. N°88413 Inicial-Prima.	0,320
	Capilla Virgen de las Mercedes	0,006
Proyección a 20 años		4,913

*Nota. Elaboración Propia*

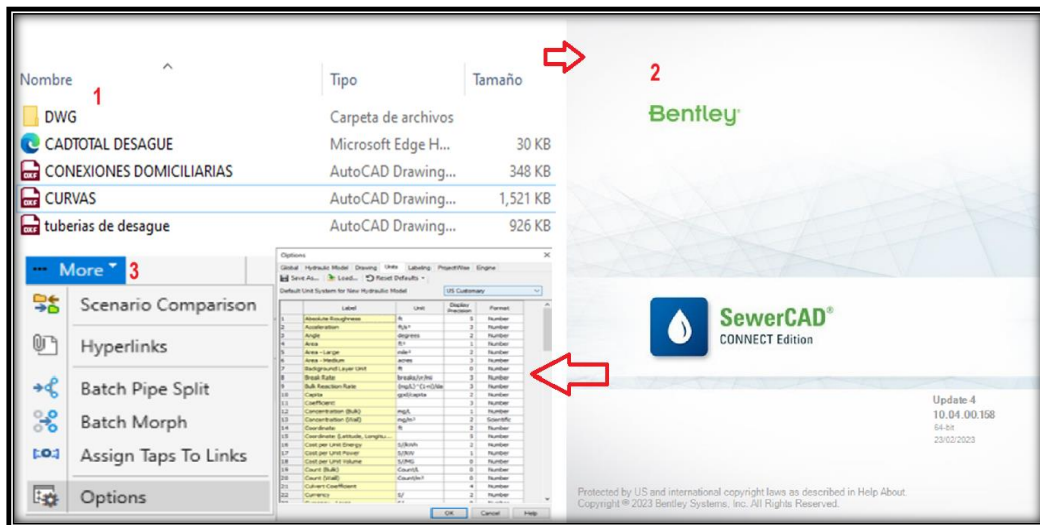
**3. Diseño Hidráulico del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Utilizando el Software WaterCAD V10 para el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte.**

1. Durante el diseño hidráulico, se consideró la compatibilidad de los archivos en formato .dwg con el software SewerCAD. Para ello, se realizó la conversión de dichos archivos a la extensión .dxf, permitiendo su correcta lectura en el programa. Posteriormente, se procedió a abrir el software y se seleccionó la opción Create New Hydraulic Model para iniciar un nuevo modelo hidráulico. En

la barra de herramientas, se accedió a la opción TOOLS, luego a MORE, y finalmente a OPTIONS, donde se configuraron las unidades de trabajo. En este diseño, se optó por el uso de unidades métricas, estableciendo el sistema en metros como referencia para las operaciones.

Figura 49

Configuración inicial del modelo hidráulico en SewerCAD con unidades métricas

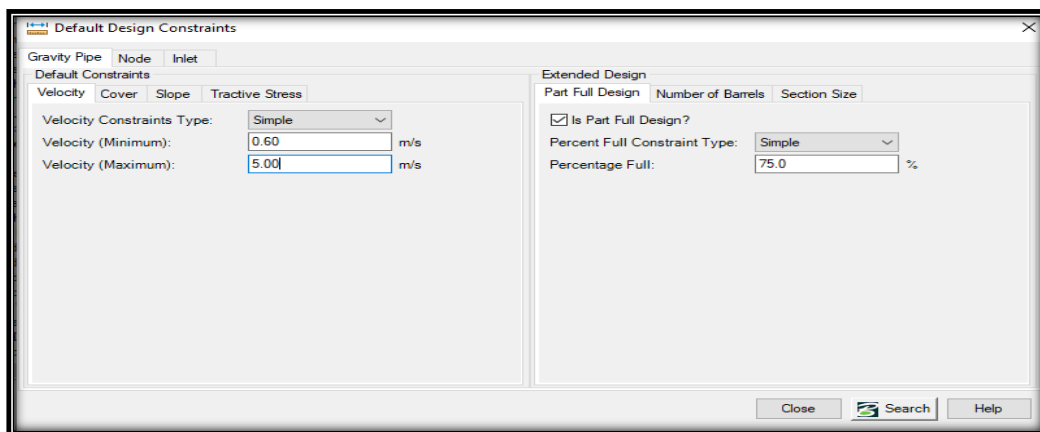


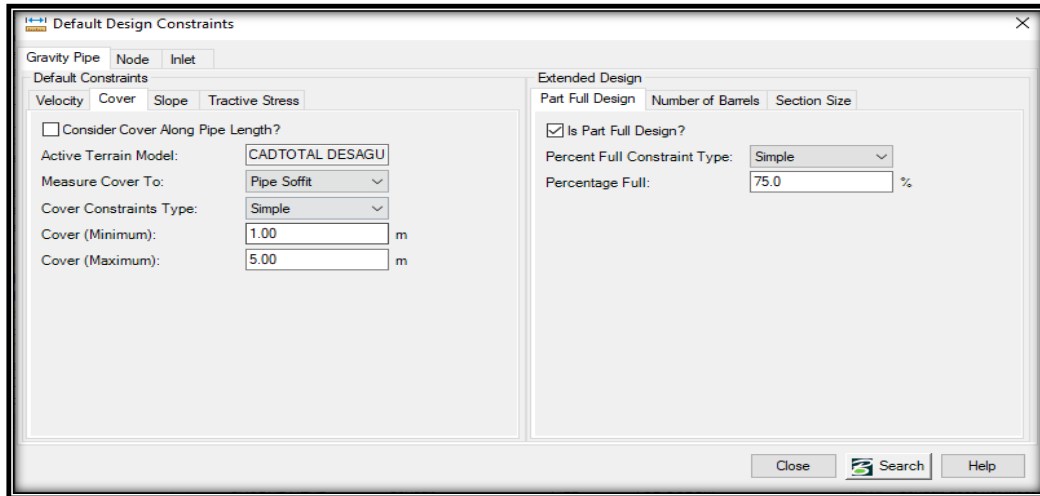
Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10

2. En la barra de tareas de SewerCAD, se seleccionó la opción ANALYSIS, donde se configuraron los límites de diseño de acuerdo con lo estipulado en la norma OS.070.

Figura 50

Configuración de límites de diseño según la norma OS.070 en SewerCAD



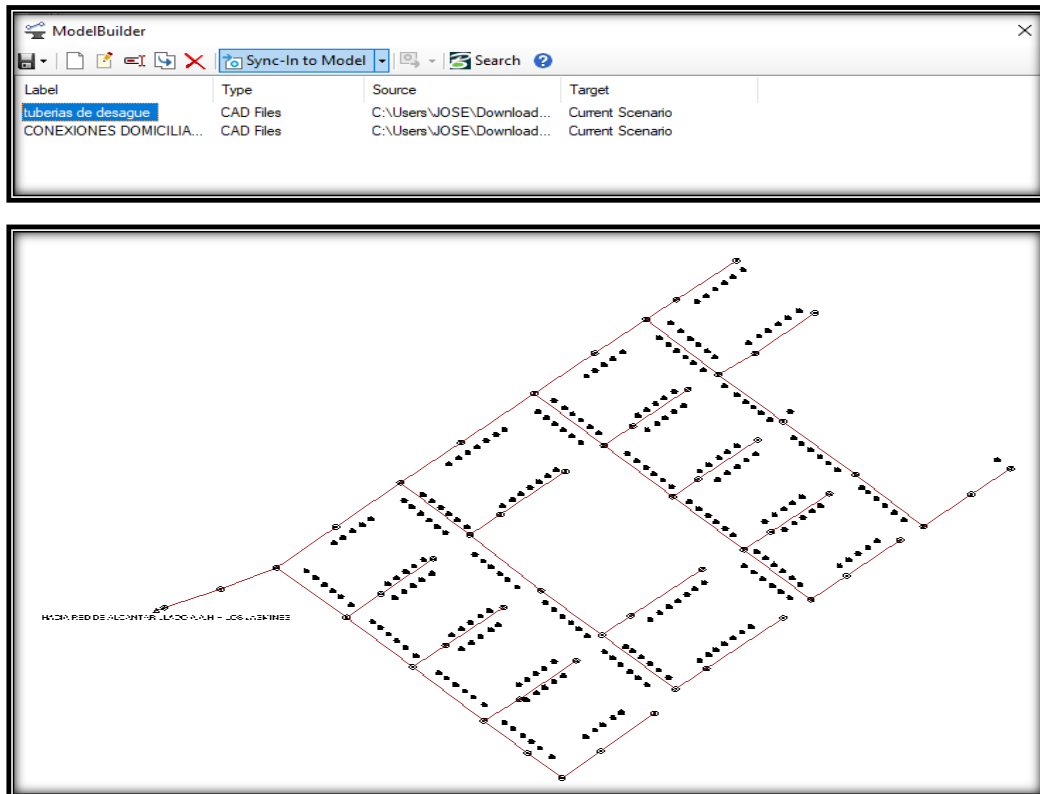


*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

- Utilizando la herramienta **ModelBuilder** de SewerCAD, se importaron las tuberías y conexiones domiciliarias previamente dibujadas y georeferenciadas en AutoCAD.

**Figura 51**

**Importación de tuberías y conexiones domiciliarias mediante ModelBuilder en SewerCAD**

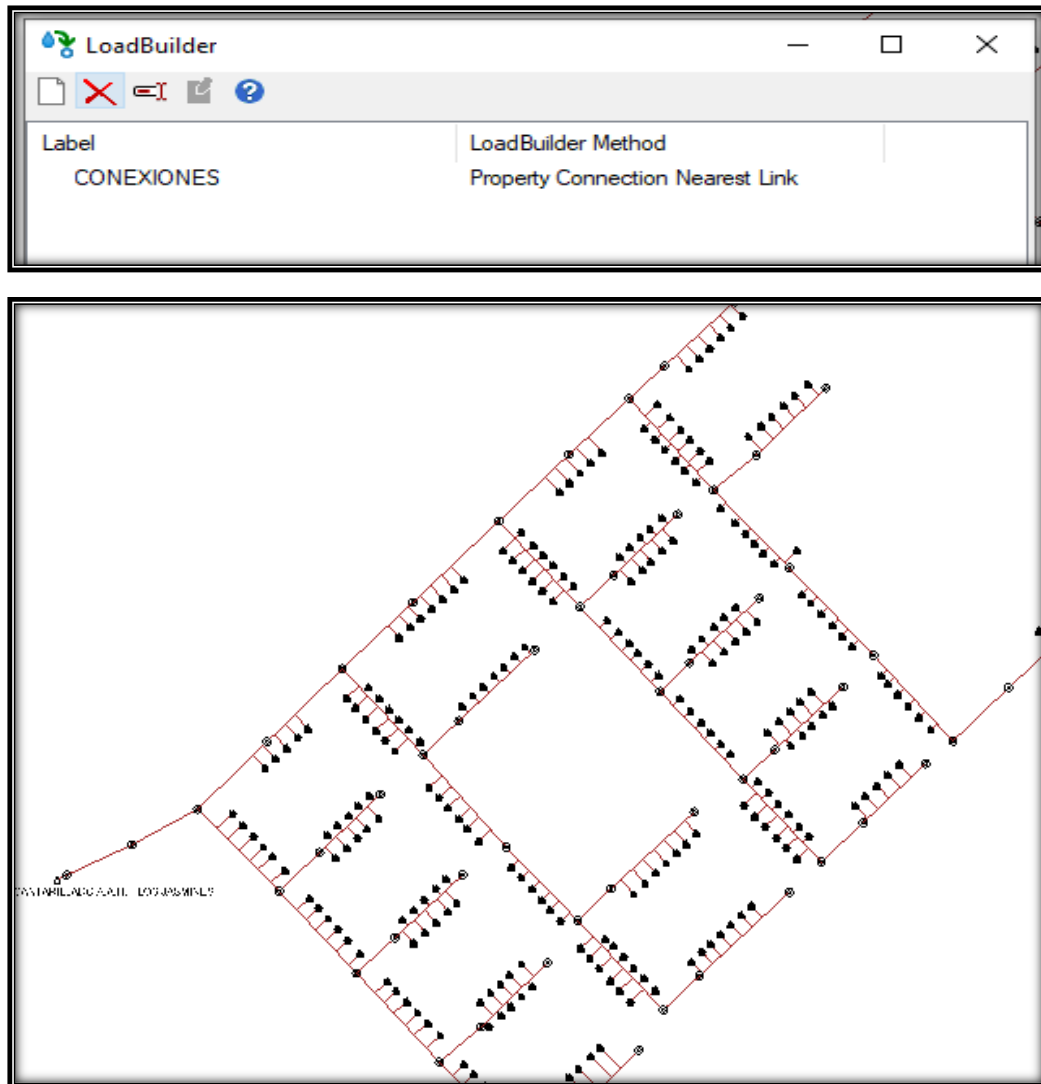


*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

- Mediante la herramienta **LoadBuilder** de SewerCAD, se conectaron las conexiones domiciliarias a la red colectora, permitiendo que cada una, aporte su caudal correspondiente al sistema.

**Figura 52**

**Conexión de las conexiones domiciliarias a la red colectora con LoadBuilder en SewerCAD**



*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

- A través de la herramienta **FLEXTABLE – PROPERTY CONNECTION** en SewerCAD, se asignó un caudal específico para cada lote, diferenciando entre aquellos con uso **doméstico** y **no doméstico**.

**Figura 53**

**Asignación de caudal por tipo de uso (doméstico y no doméstico)**

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Loading Unit Count	Unit Sanitary Load	Base Flow (l/s)	Sanitary Pattern	Flow (Total Out) (l/s)
211: COLEGIO	211 COLEGIO	54.972	0.000	0.000	None	0.320	Fixed	0.320
92: LOTE 1	92 LOTE 1	55.239	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
93: LOTE 2	93 LOTE 2	54.909	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
94: LOTE 3	94 LOTE 3	51.311	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
95: LOTE 4	95 LOTE 4	51.141	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
96: LOTE 5	96 LOTE 5	51.356	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
97: LOTE 6	97 LOTE 6	51.500	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
98: LOTE 7	98 LOTE 7	50.386	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
99: LOTE 8	99 LOTE 8	50.124	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
100: LOTE 9	100 LOTE 9	50.699	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
101: LOTE 10	101 LOTE 10	51.126	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
102: LOTE 11	102 LOTE 11	51.437	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
103: LOTE 12	103 LOTE 12	49.256	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
104: LOTE 13	104 LOTE 13	54.865	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
105: LOTE 14	105 LOTE 14	49.045	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
106: LOTE 15	106 LOTE 15	48.901	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
107: LOTE 16	107 LOTE 16	48.814	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
108: LOTE 17	108 LOTE 17	48.602	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
109: LOTE 18	109 LOTE 18	49.003	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
110: LOTE 19	110 LOTE 19	49.264	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
111: LOTE 20	111 LOTE 20	49.150	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
112: LOTE 21	112 LOTE 21	49.059	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
113: LOTE 22	113 LOTE 22	49.005	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
114: LOTE 23	114 LOTE 23	48.894	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
115: LOTE 24	115 LOTE 24	54.815	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
116: LOTE 25	116 LOTE 25	48.630	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
117: LOTE 26	117 LOTE 26	49.178	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
118: LOTE 27	118 LOTE 27	49.204	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
119: LOTE 28	119 LOTE 28	49.237	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019
120: LOTE 29	120 LOTE 29	49.256	0.000	0.000	None	0.019	Fixed	0.019

*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

- Utilizando la herramienta **FLEXTABLE – CONDUIT** en SewerCAD, se asignaron los valores del número de **Manning** y el **diámetro** correspondiente para cada tubería del sistema.

**Figura 54**

**Asignación del número de Manning y diámetro de tuberías**

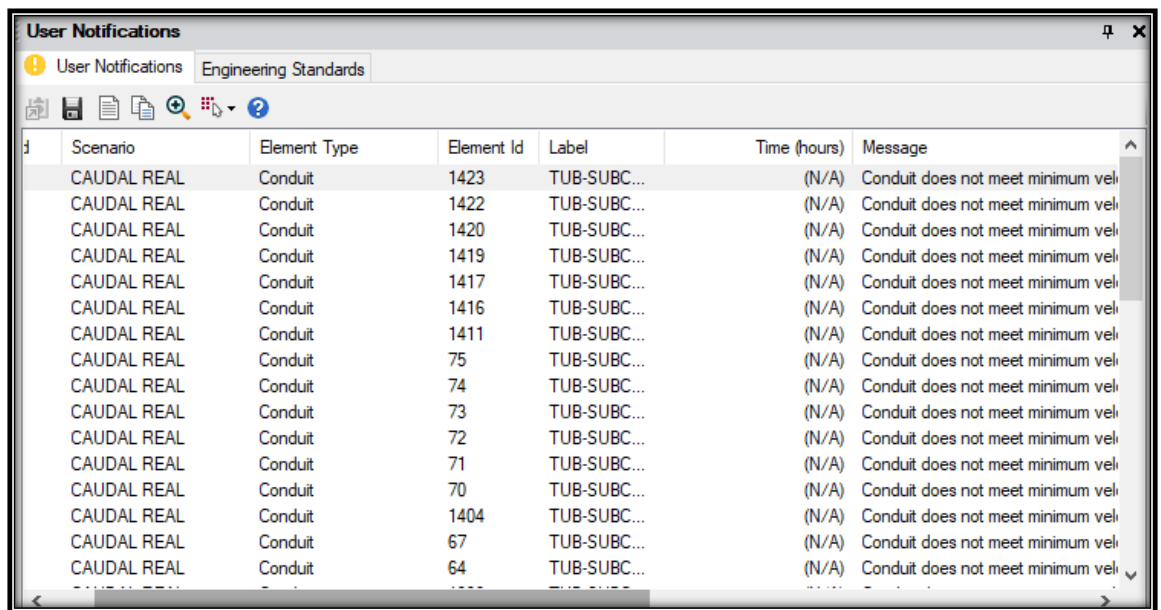
ID	Label	Manning's n	Diameter (mm)
43: TUB-COLE	843 TUB-COLECTOR(0)	0.010	152.0
961: TUB-COL	1961 TUB-COLECTOR(1)	0.010	152.0
962: TUB-COL	1962 TUB-COLECTOR(2)	0.010	152.0
400: TUB-COL	1400 TUB-COLECTOR(3)	0.010	152.0
402: TUB-COL	1402 TUB-COLECTOR(4)	0.010	152.0
413: TUB-COL	1413 TUB-COLECTOR(5)	0.010	152.0
414: TUB-COL	1414 TUB-COLECTOR(6)	0.010	152.0
428: TUB-COL	1428 TUB-COLECTOR(7)	0.010	152.0
429: TUB-COL	1429 TUB-COLECTOR(8)	0.010	152.0
431: TUB-COL	1431 TUB-COLECTOR(9)	0.010	152.0
432: TUB-COL	1432 TUB-COLECTOR(10)	0.010	152.0
9: TUB-SUBCO	39 TUB-SUBCOLECTOR(1)	0.010	152.0
388: TUB-SUB	1388 TUB-SUBCOLECTOR(2)	0.010	152.0
389: TUB-SUB	1389 TUB-SUBCOLECTOR(3)	0.010	152.0
6: TUB-SUBCO	36 TUB-SUBCOLECTOR(4)	0.010	152.0
391: TUB-SUB	1391 TUB-SUBCOLECTOR(5)	0.010	152.0
392: TUB-SUB	1392 TUB-SUBCOLECTOR(6)	0.010	152.0
1: TUB-SUBCO	41 TUB-SUBCOLECTOR(7)	0.010	152.0

*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

7. Al ejecutar el modelamiento en SewerCAD, se identificaron múltiples errores debido a que las velocidades obtenidas no cumplían con el valor mínimo requerido, considerando los caudales aportados por las conexiones domiciliarias.

**Figura 55**

**Resultados iniciales del modelamiento: errores por velocidades inferiores al mínimo requerido**



Scenario	Element Type	Element Id	Label	Time (hours)	Message
CAUDAL REAL	Conduit	1423	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	1422	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	1420	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	1419	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	1417	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	1416	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	1411	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	75	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	74	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	73	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	72	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	71	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	70	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	1404	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	67	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel
CAUDAL REAL	Conduit	64	TUB-SUBC...	(N/A)	Conduit does not meet minimum vel

*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

8. Se realizaron ajustes en los caudales asignados a las tuberías que no alcanzaban el valor mínimo estipulado por la norma OS.070. Para cumplir con los requisitos, se estableció un caudal de 1.5 L/s en aquellas tuberías donde el caudal calculado era inferior a este límite. En caso de cumplir con el mínimo, se mantuvo el valor original.

**Tabla 78.**

**Corrección de caudales en tuberías según el mínimo establecido por la norma OS.070**

Tubería	Caudal real	Caudal restringido por la norma
Tub-colector(0)	4.91	4.91
Tub-colector(1)	4.91	4.91
Tub-colector(2)	4.91	4.91
Tub-colector(3)	3.78	3.78
Tub-colector(4)	3.72	3.72



Tub-colector(5)	2.60	2.60
Tub-colector(6)	2.53	2.53
Tub-colector(7)	1.15	1.50
Tub-colector(8)	1.11	1.50
Tub-colector(9)	0.11	1.50
Tub-colector(10)	0.00	1.50
Tub-subcolector(1)	0.99	1.50
Tub-subcolector(2)	0.19	1.50
Tub-subcolector(3)	0.00	1.50
Tub-subcolector(4)	0.69	1.50
Tub-subcolector(5)	0.19	1.50
Tub-subcolector(6)	0.00	1.50
Tub-subcolector(7)	0.39	1.50
Tub-subcolector(8)	0.19	1.50
Tub-subcolector(9)	0.00	1.50
Tub-subcolector(10)	0.13	1.50
Tub-subcolector(11)	0.09	1.50
Tub-subcolector(12)	0.09	1.50
Tub-subcolector(13)	0.00	1.50
Tub-subcolector(14)	0.84	1.50
Tub-subcolector(15)	0.13	1.50
Tub-subcolector(16)	0.00	1.50
Tub-subcolector(17)	0.60	1.50
Tub-subcolector(18)	0.48	1.50
Tub-subcolector(19)	0.13	1.50
Tub-subcolector(20)	0.00	1.50
Tub-subcolector(21)	0.13	1.50
Tub-subcolector(22)	0.13	1.50
Tub-subcolector(23)	0.00	1.50
Tub-subcolector(24)	1.10	1.50
Tub-subcolector(25)	0.19	1.50
Tub-subcolector(26)	0.00	1.50
Tub-subcolector(27)	0.80	1.50
Tub-subcolector(28)	0.19	1.50
Tub-subcolector(29)	0.00	1.50



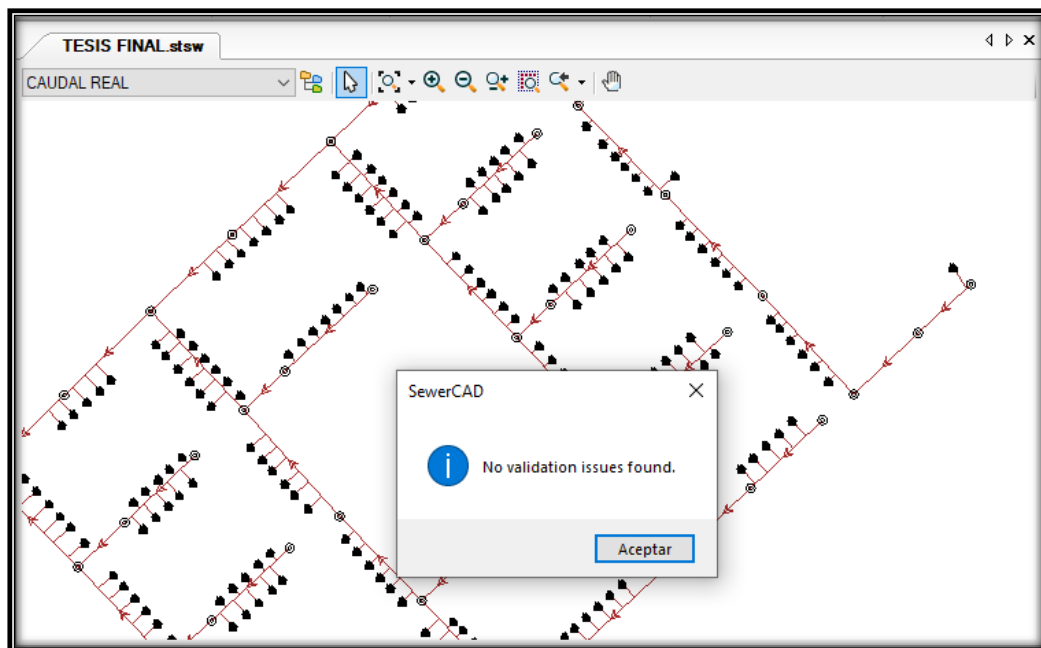
Tub-subcolector(30)	0.50	1.50
Tub-subcolector(31)	0.19	1.50
Tub-subcolector(32)	0.00	1.50
Tub-subcolector(33)	0.09	1.50
Tub-subcolector(34)	0.09	1.50
Tub-subcolector(35)	0.00	1.50
Tub-subcolector(36)	0.77	1.50
Tub-subcolector(37)	0.11	1.50
Tub-subcolector(38)	0.00	1.50
Tub-subcolector(39)	0.23	1.50
Tub-subcolector(40)	0.23	1.50
Tub-subcolector(41)	0.12	1.50
Tub-subcolector(42)	0.01	1.50
Tub-subcolector(43)	0.00	1.50

**Nota.** Elaboración Propia, resultado extraído del programa computacional SewerCAD V10

- Con los caudales corregidos, se realizó la validación del sistema en SewerCAD, confirmándose que no se presentaron errores en el modelamiento.

**Figura 56**

**Validación del sistema con caudales corregidos: modelamiento sin errores**



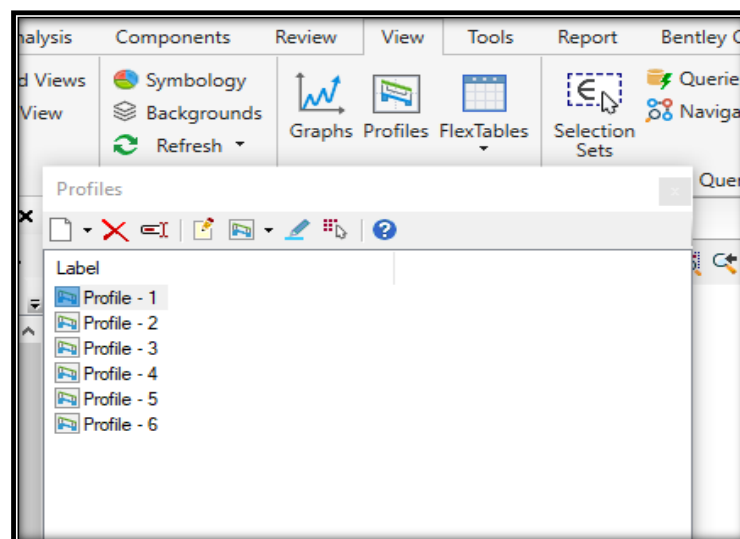


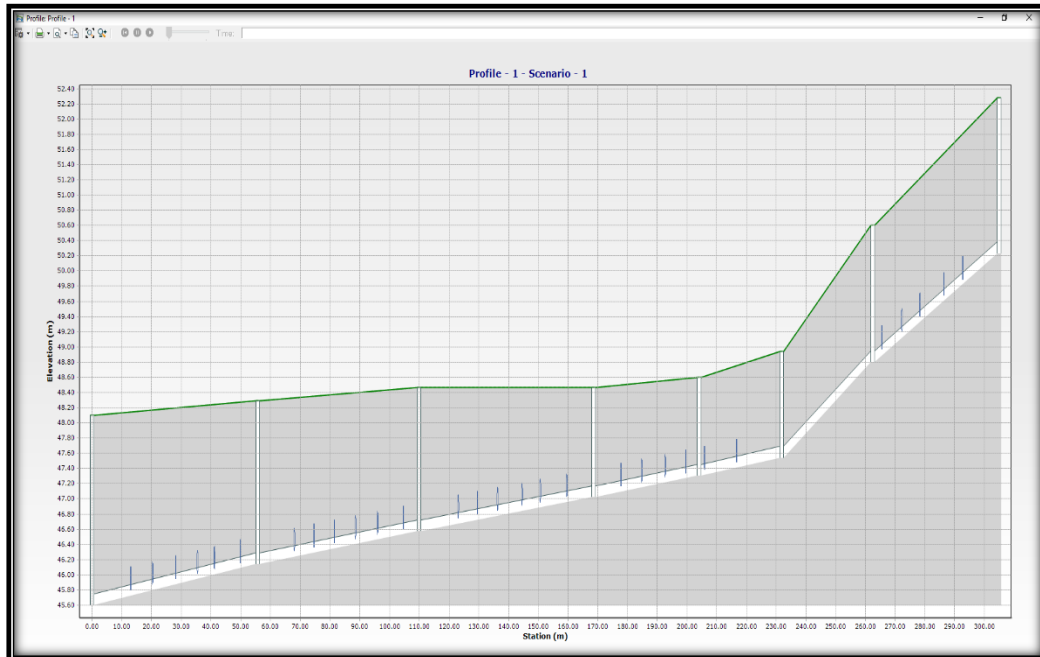
*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

10. Se generaron perfiles longitudinales utilizando la herramienta **PROFILE** en SewerCAD, con el objetivo de visualizar detalladamente las pendientes y definir la ubicación precisa de los buzones.

**Figura 57**

**Creación de perfiles longitudinales para visualización de pendientes y ubicación de buzones**



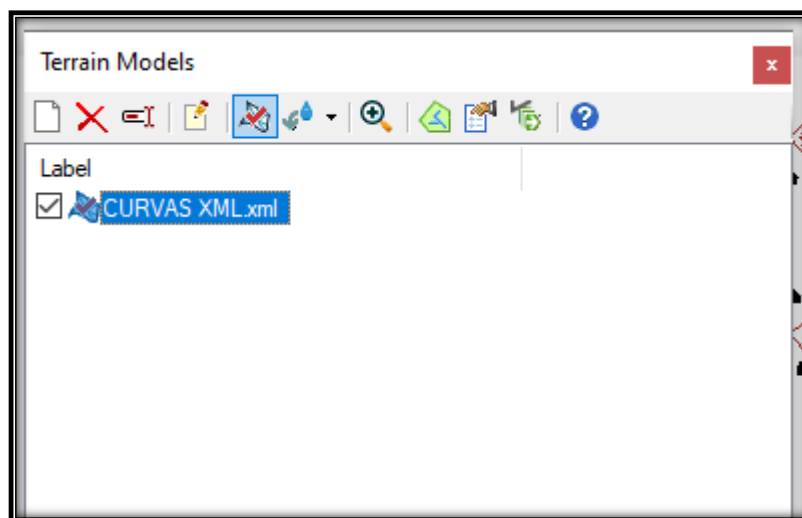


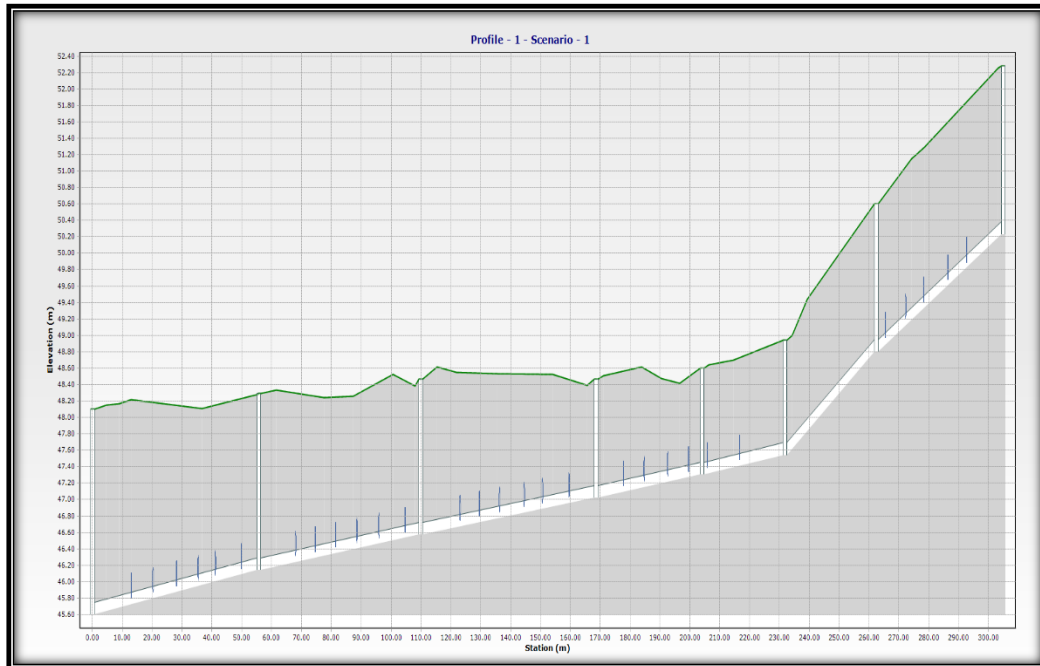
*Nota. Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

11. Con el objetivo de mejorar la visualización del terreno en los perfiles longitudinales, se empleó la herramienta "**Terrain Models**" para importar las curvas de nivel en formato XML.

**Figura 58**

**Importación de curvas de nivel en formato XML mediante Terrain Models en SewerCAD**





**Nota.** *Elaboración Propia, extraído del programa computacional SewerCAD V10*

**VII.4**

**ANEXO N°04  
MATRIZ DE ESTUDIO**

**a. MATRIZ DE  
OPERACIONALIZACIÓN DE  
VARIABLES**

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escalas
<b>Variable Independiente:</b> Asentamiento Humano Nuevo Horizonte	Un asentamiento humano es la concentración de viviendas en un área determinada, donde las condiciones de vivienda y los servicios básicos pueden ser precarios debido a la falta de regularización y el crecimiento rápido de la población.	La cantidad de pobladores del asentamiento humano se calculará por medio del promedio de habitantes por vivienda según el INEI o tablas censales, para la lotización, dividiremos el terreno extenso en parcelas más pequeñas, mientras que el tipo de terreno nos mostrará las propiedades físicas y geográficas del suelo en el Asentamiento Humano.	Topográfica	Tipo de terreno	Planos o libreta topográfica	Nominal
				Lotización		
			Demográfica	N° habitantes	Tablas censales o el INEI	Nominal y Ordinal
				Dotación	RNE	
<b>Variable Dependiente:</b> Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado con WaterCAD y SewerCAD.	WaterCAD y SewerCAD son dos aplicaciones de modelado hidráulico desarrolladas por Bentley Systems para el análisis y diseño de redes de abastecimiento de agua y sistemas de alcantarillado, respectivamente.	El algoritmo de cálculo usado en el WaterCAD es el método de Gradiente Hidráulico, por otro lado, el SewerCAD se basa en el algoritmo de cálculo de Flujo gradualmente Variado.	Datos hidráulicos	Velocidad	Informe de modelamiento	Ordinal
				Tipo de tubería	Reporte del Modelamiento	Ordinal
				Caudal	Informe de Modelamiento	Ordinal
				Coefficiente de Chézy	Reporte del Modelamiento	Ordinal
				Presiones	Informe de Modelamiento	Ordinal
			Datos topográficos	Levantamiento Topográfica	Plano General	Ordinal

## **b. MATRIZ DE CONSISTENCIA**



<b>TÍTULO</b>	<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>
<b>Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote</b>	<b>Problemas Generales</b>	<b>Objetivos Generales</b>	<b>Hipótesis Generales</b>	<b>Variables Independiente</b>
	¿Cómo es la propuesta de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano Nuevo Horizonte?	Realizar la propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte	Utilizando el WaterCAD y SewerCAD se elaborará la propuesta de agua potable para el asentamiento humano Nuevo Horizonte	El asentamiento humano Nuevo Horizonte.
	<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variables Dependiente</b>
	¿Cuáles son los parámetros de diseño para el sistema de agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano Nuevo Horizonte?	Evaluar los parámetros de diseño para el sistema de agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano Nuevo Horizonte	En el asentamiento humano Nuevo Horizonte se obtendrán los parámetros de diseño.	Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado con WaterCAD y SewerCAD.
	¿Cómo se diseña el sistema de agua potable con el programa WaterCAD?	Diseñar el sistema de agua potable utilizando WaterCAD	Utilizando el programa WaterCAD se diseñará el sistema de agua potable.	
	¿Cómo se diseña el sistema de alcantarillado?	Diseñar el sistema de alcantarillado utilizando SewerCAD	Utilizando el programa SewerCAD se diseñará el sistema de alcantarillado.	
	¿Cuál es la factibilidad del correcto diseño?	Determinar la factibilidad del diseño de Agua Potable y alcantarillado en el asentamiento humano Nuevo Horizonte para un correcto diseño.	Para un correcto diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, se determinará la factibilidad.	
¿Cuál es la alternativa de agua potable y alcantarillado que mejora la calidad de vida en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte?	Proponer una alternativa de agua potable y alcantarillado para ayudar a mejorar una calidad de vida en el Asentamiento Humano Nuevo Horizonte	La elaboración de una alternativa de agua potable y alcantarillado mejorará la calidad de vida en el Asentamiento humano Nuevo Horizonte.		

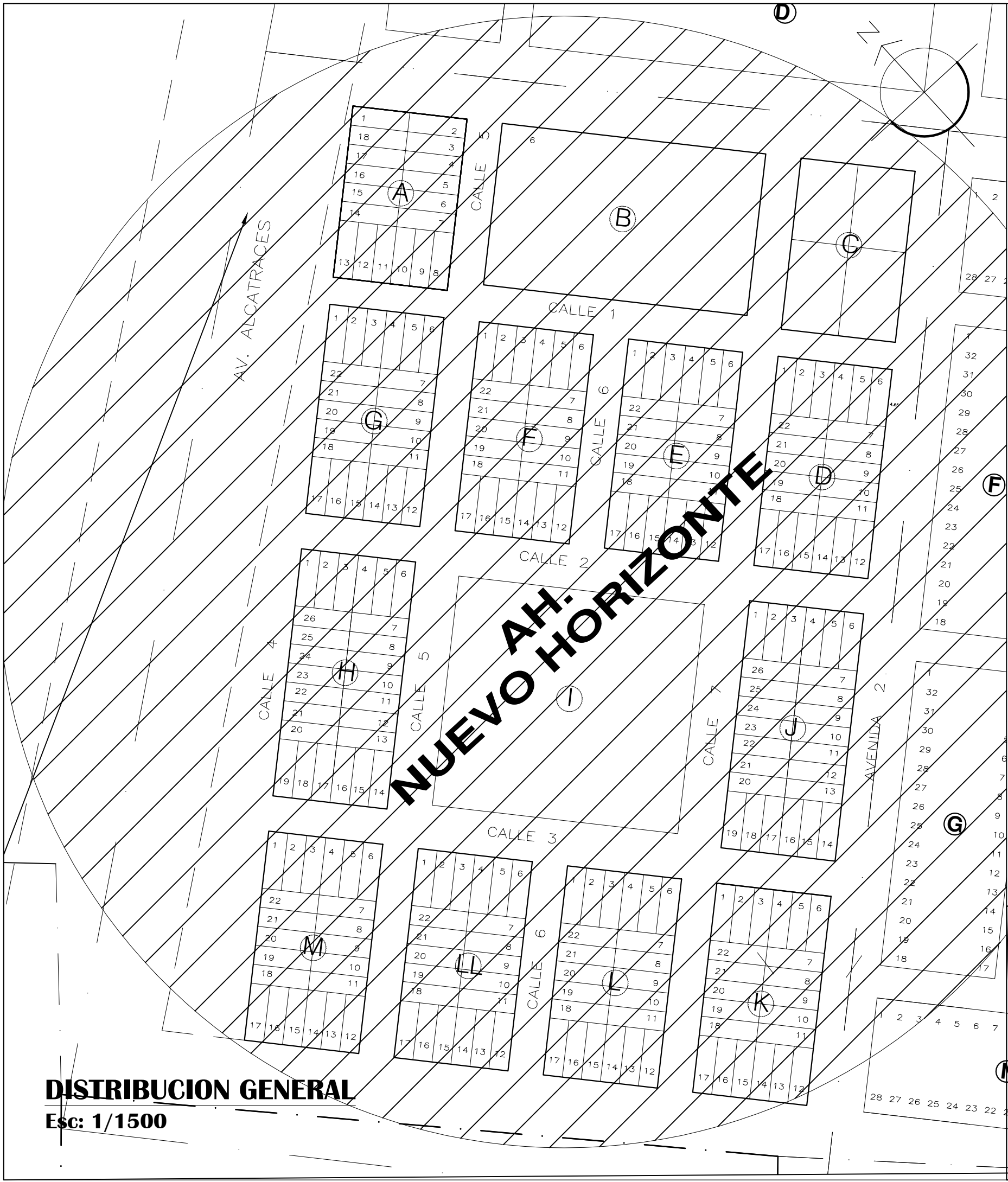
**VII.5**

**ANEXO N°05  
PLANOS**

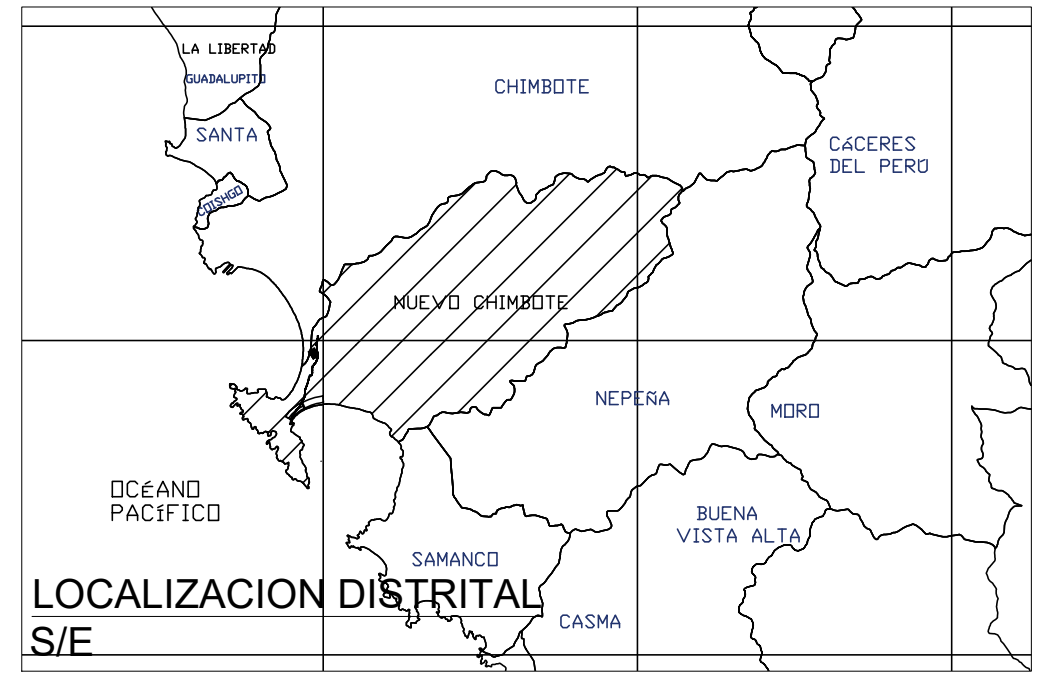
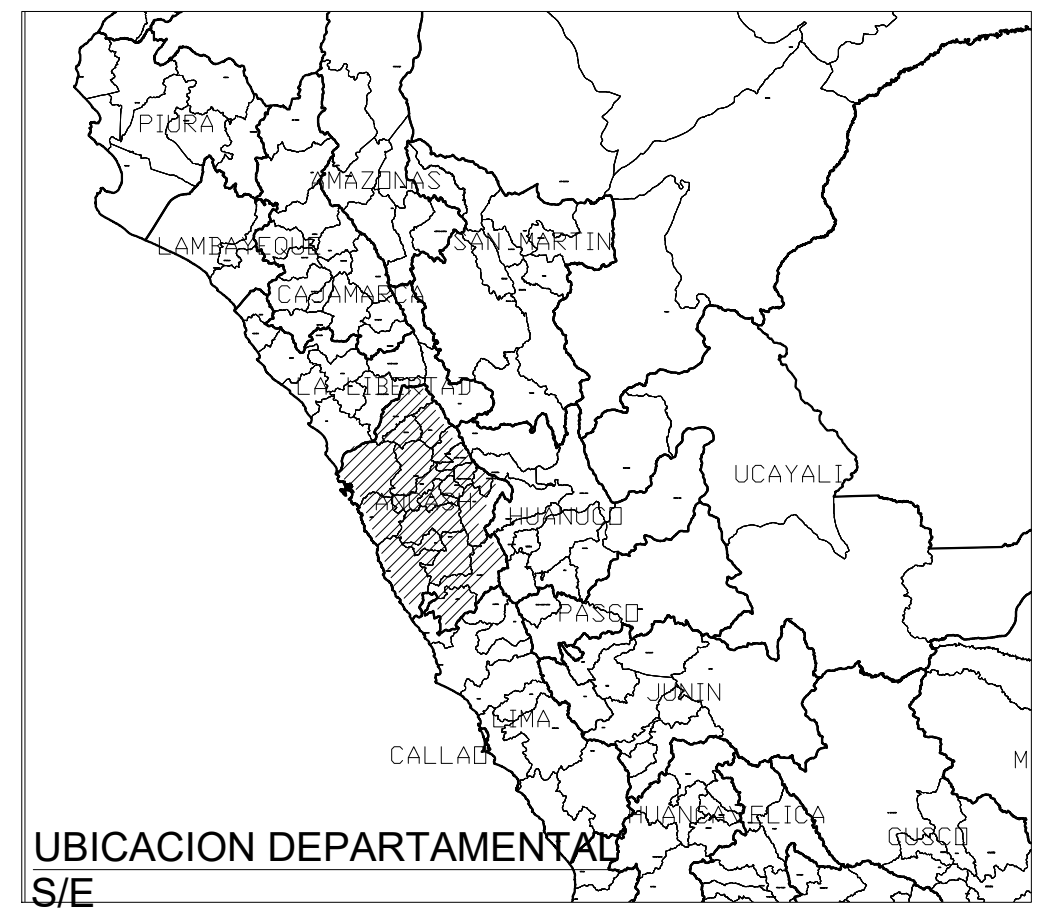


## LISTA DE PLANOS

N°	Descripción	Código	Escala
1	PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	UL-01	Indicada
2	PLANO TOPOGRÁFICO	PT-01	Indicada
3	PLANO CLAVE - RED DE AGUA POTABLE	PC-01	Indicada
4	PLANO CLAVE - RED DE ALCANTARILLADO	PC-02	Indicada
5	PLANO REDES - RED DE AGUA POTABLE	PR-01	Indicada
6	PLANO REDES - RED DE ALCANTARILLADO	PR-02	Indicada
7	PLANO REDES - BUZONES	PR-03	Indicada
8	PERFILES - RED DE ALCANTARILLADO	PL-01	Indicada
9	PERFILES - RED DE ALCANTARILLADO	PL-02	Indicada
10	PERFILES - RED DE ALCANTARILLADO	PL-03	Indicada
11	PLANO CONEXIONES DOMICILIARIAS - RED DE AGUA POTABLE	PC-01	Indicada

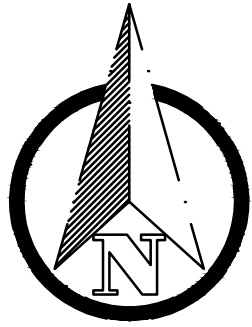


**DISTRIBUCION GENERAL**  
Esc: 1/1500



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>			
PROYECTO DE TESIS : "Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"			<b>CODIGO:</b>  <b>UL-01</b>
<b>PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>			
<b>REGION:</b> ANCASH	<b>PROVINCIA:</b> SANTA	<b>DISTRITO:</b> NUEVO CHIMBOTE	
<b>AA.HH.</b> NUEVO HORIZONTE	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>TESISTAS:</b> Bach. Gutti Gomez Nubia Edita Bach. Vasquez Corales Jose Manuel	
<b>DATUM:</b> WGS 84		<b>SISTEMA DE CORDENADAS:</b> UTM	<b>HEMISFERIO:</b> SUR
<b>ZONA:</b> 17			





LEYENDA	
	BM
	BUZON EXISTENTE
	RED DE AGUA EXISTENTE

BUZON EXISTENTE  
 CT:47.25 m  
 CF:45.25 m  
 D:1.200.0 mm  
 H:2.00 m  
 BUZON TIPO I  
 N:774,569.88 m  
 E:8,989,331.63 m

RED DE SEDACHIMBOTE  
 N:774,576.45 m  
 E:8,989,328.51 m  
 Presión mínima requerida:19.68 m.c.a

Este	Norte	Elevación	Descripción
774,679.300	8,989,324.900	49.400	BM
774,960.600	8,989,440.600	55.100	BM
774,814.871	8,989,443.877	54.400	BM
774,751.945	8,989,387.258	53.500	BM
774,857.800	8,989,403.300	54.500	BM
774,813.226	8,989,320.668	53.900	BM
774,851.040	8,989,356.579	53.700	BM
774,910.712	8,989,495.042	54.800	BM

**CURVAS DE NIVEL**  
 Esc: 1/1500

## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



PROYECTO DE TESIS :  
 "Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y  
 SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"

PLANO:

### PLANO TOPOGRAFICO

REGION: ANCASH	PROVINCIA: SANTA	DISTRITO: NUEVO CHIMBOTE
AA.HH. NUEVO HORIZONTE	ESCALA: INDICADA	TESISTAS: Bach. Gutti Gomez Nubia Edita Bach. Vasquez Corales Jose Manuel

CODIGO:

**T-01**

FECHA:




May.-25

DATUM: WGS 84

SISTEMA DE CORDENADAS: UTM

HEMISFERIO: SUR


ZONA: 17

LEYENDA	
	CONEX. DOMICILIARIAS
	NODOS
	CONEX. A SEDACHIMBOTE

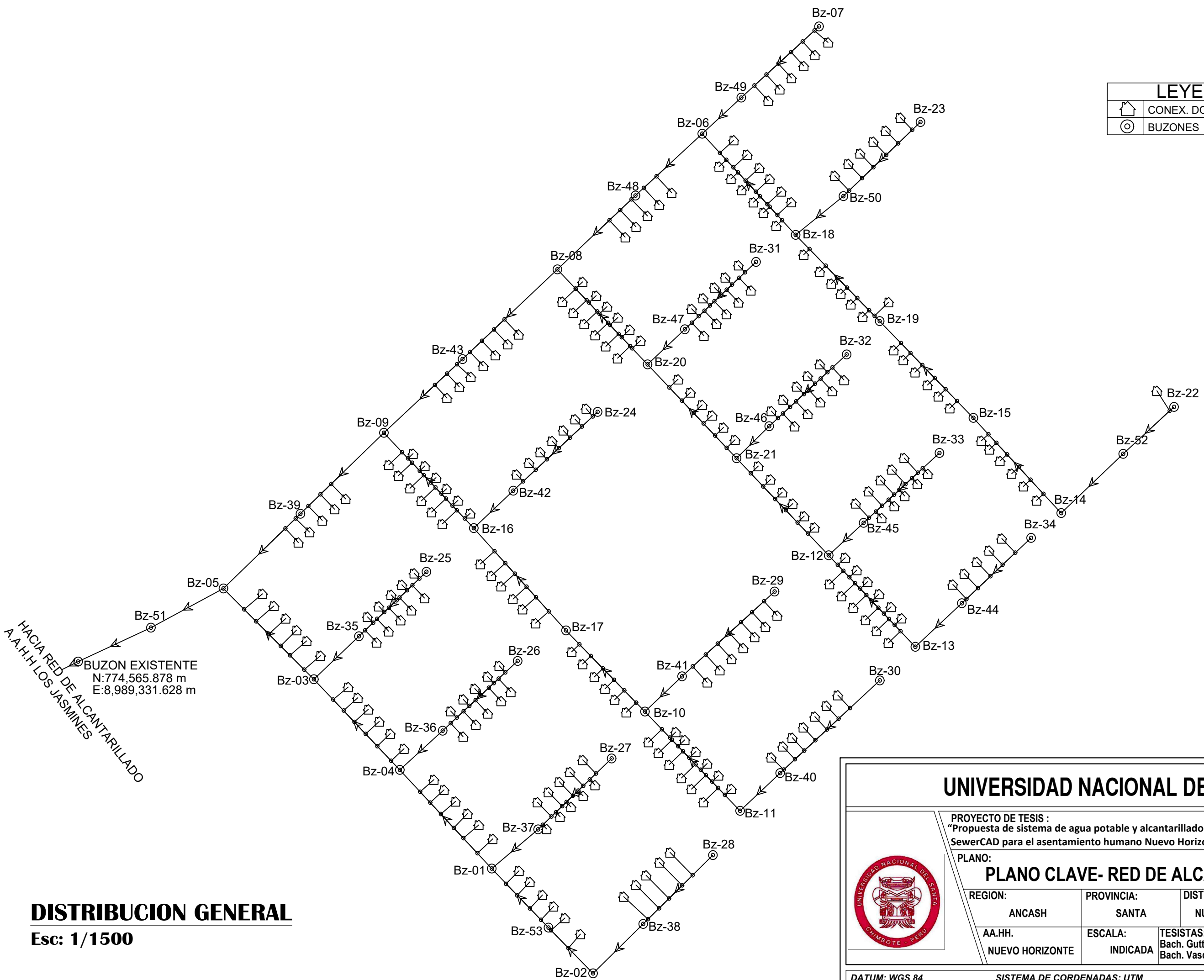


CONEXION A SEDACHIMBOTE  
 N:774,576.45 m  
 E:8,989,328.51 m  
 Presión mínima requerida:19.68 m.c.a

**DISTRIBUCION GENERAL**  
 Esc: 1/1500

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>			
	PROYECTO DE TESIS : "Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"		CODIGO:
	PLANO: <b>PLANO CLAVE - RED DE AGUA POTABLE</b>		<b>PC-01</b>
	REGION: ANCASH	PROVINCIA: SANTA	
AA.HH. NUEVO HORIZONTE	ESCALA: INDICADA	TESISTAS: Bach. Gutti Gomez Nubia Edita Bach. Vasquez Corales Jose Manuel	FECHA: May.-25
DATUM: WGS 84		SISTEMA DE CORDENADAS: UTM	HEMISFERIO: SUR ZONA: 17





LEYENDA	
	CONEX. DOMICILIARIAS
	BUZONES

HACIA RED DE ALCANTARILLADO  
A.A.H.H. LOS JASMINES

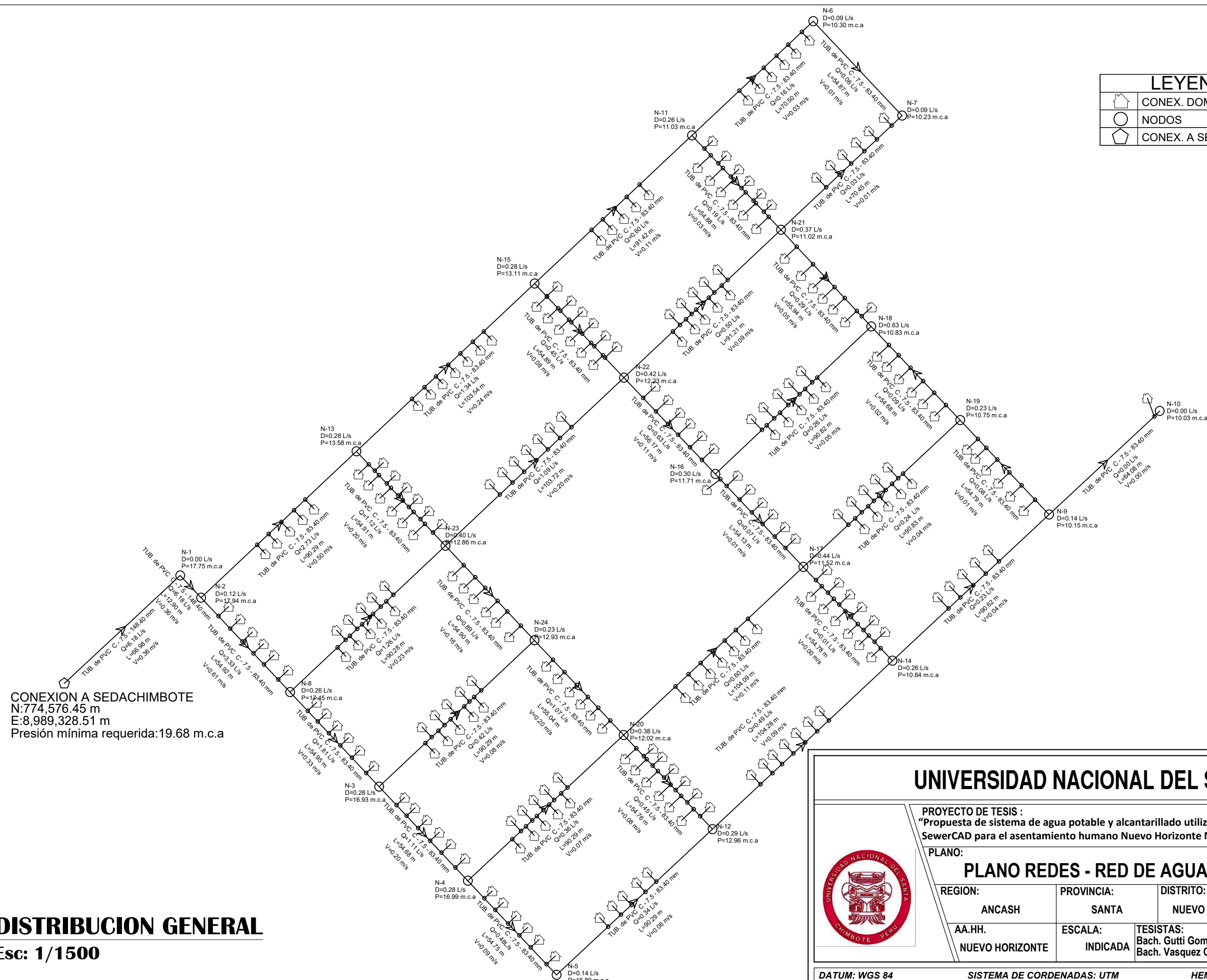
BUZON EXISTENTE  
N:774,565.878 m  
E:8,989,331.628 m

### DISTRIBUCION GENERAL

Esc: 1/1500

			<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>		
			PROYECTO DE TESIS : "Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"		
PLANO: <b>PLANO CLAVE- RED DE ALCANTARILLADO</b>			REGION: ANCASH	PROVINCIA: SANTA	DISTRITO: NUEVO CHIMBOTE
AA.HH. NUEVO HORIZONTE	ESCALA: INDICADA	TESISTAS: Bach. Gutti Gomez Nubia Edita Bach. Vasquez Corales Jose Manuel		FECHA: May.-25	
DATUM: WGS 84		SISTEMA DE CORDENADAS: UTM		HEMISFERIO: SUR	
ZONA: 17					

LEYENDA	
	CONEX. DOMICILIARIAS
	NODOS
	CONEX. A SEDACHIMBOTE

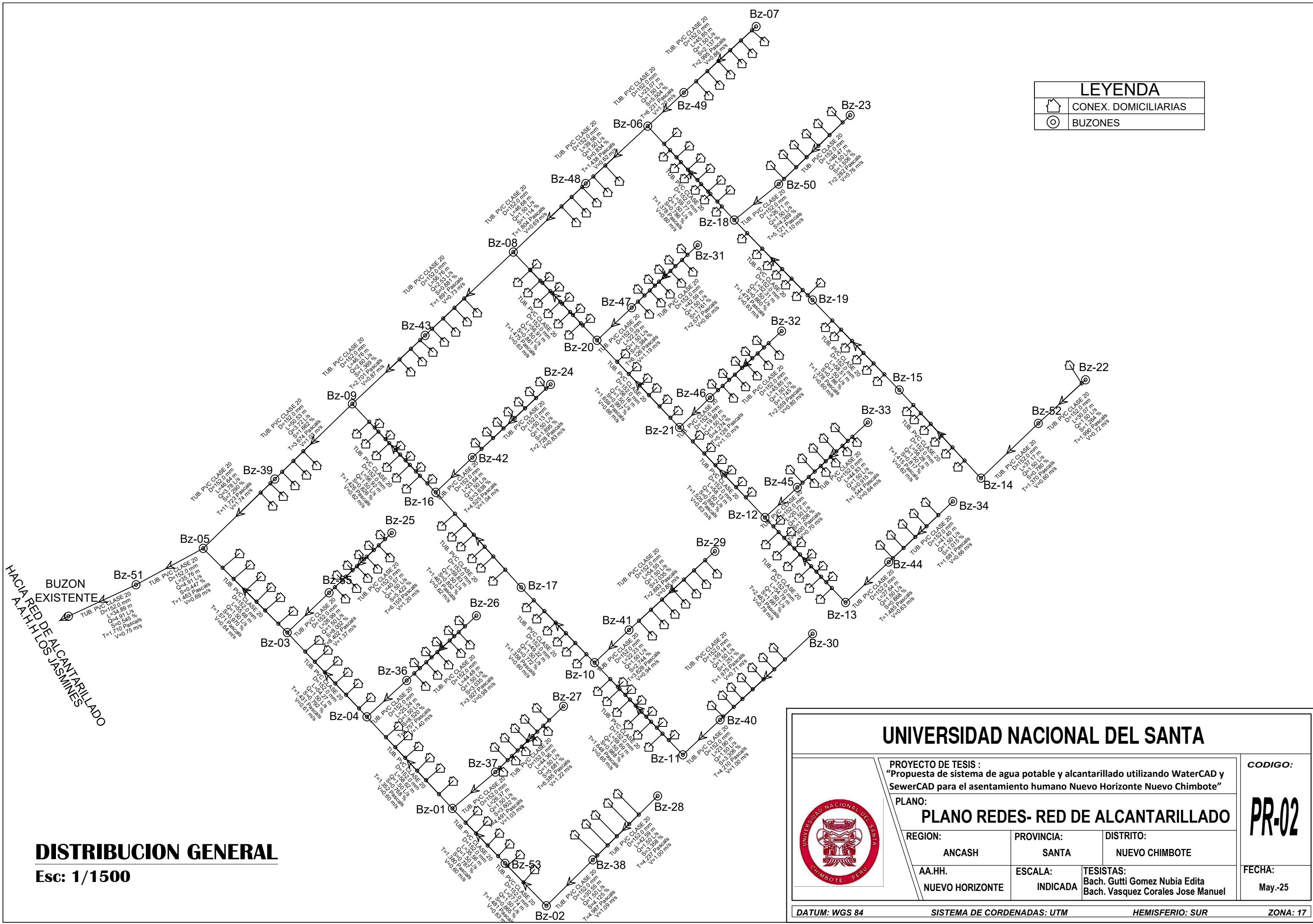


CONEXION A SEDACHIMBOTE  
 N:774,576.45 m  
 E:8,989,328.51 m  
 Presión mínima requerida:19.68 m.c.a

**DISTRIBUCION GENERAL**  
 Esc: 1/1500

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>			<b>CODIGO:</b>  <b>PR-01</b>
			
PROYECTO DE TESIS : "Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"			
PLANO: <b>PLANO REDES - RED DE AGUA POTABLE</b>			
REGION: ANCASH	PROVINCIA: SANTA	DISTRITO: NUEVO CHIMBOTE	
AA.HH. NUEVO HORIZONTE	ESCALA: INDICADA	TESISTAS: Bach. Gutti Gomez Nubia Edita Bach. Vasquez Corales Jose Manuel	
DATUM: WGS 84      SISTEMA DE CORDENADAS: UTM      HEMISFERIO: SUR			FECHA: May.-25      ZONA: 17





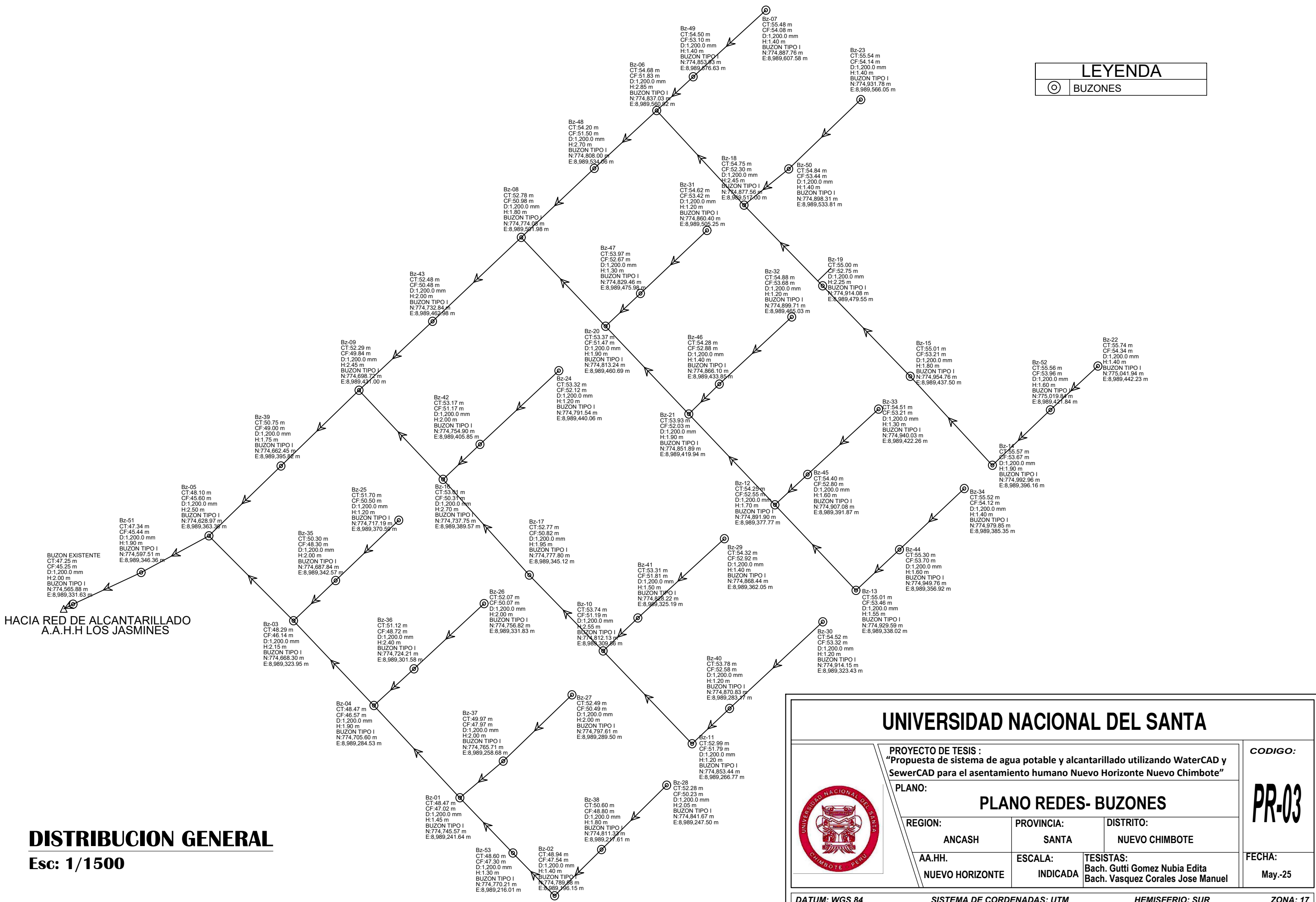
LEYENDA	
	CONEX. DOMICILIARIAS
	BUZONES

HACIA RED DE ALCANTARILLADO

### DISTRIBUCION GENERAL

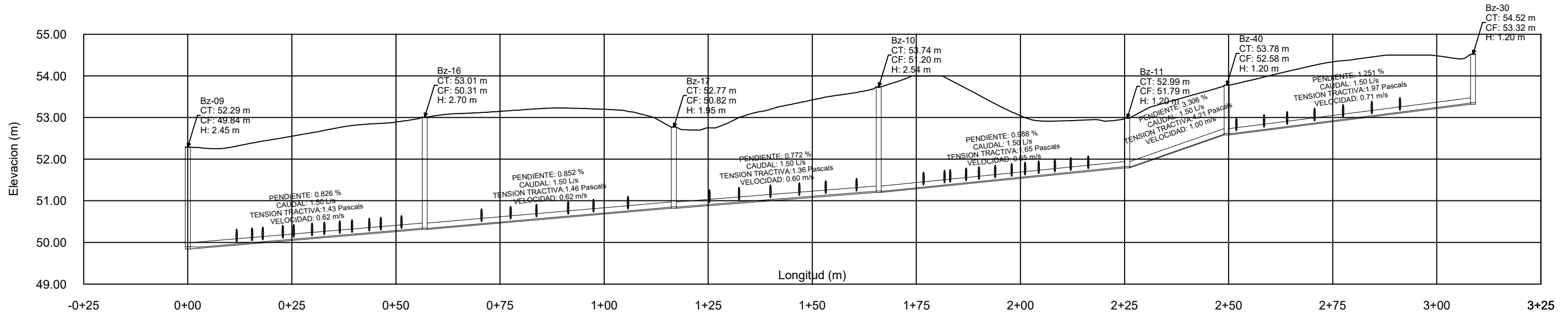
Esc: 1/1500

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>			<b>CODIGO:</b>
			<b>PR-02</b>
PROYECTO DE TESIS : "Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"			
<b>PLANO:</b>			<b>PR-02</b>
<b>PLANO REDES- RED DE ALCANTARILLADO</b>			
REGION:	PROVINCIA:	DISTRITO:	<b>FECHA:</b>
ANCASH	SANTA	NUEVO CHIMBOTE	
AA.HH.	ESCALA:	TESISTAS:	May.-25
NUEVO HORIZONTE	INDICADA	Bach. Gutti Gomez Nubia Edita Bach. Vasquez Corales Jose Manuel	
<b>DATUM: WGS 84</b>		<b>SISTEMA DE CORDENADAS: UTM</b>	<b>HEMISFERIO: SUR</b>
			<b>ZONA: 17</b>



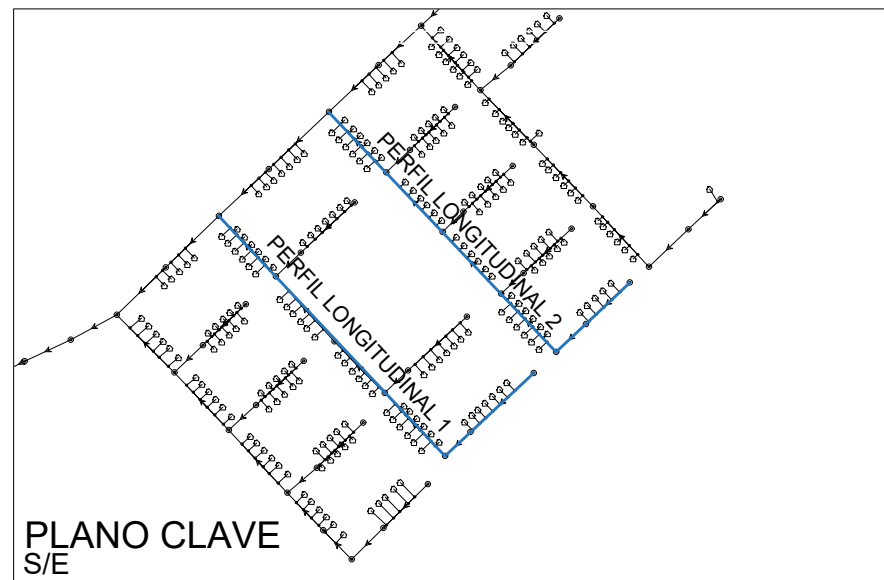
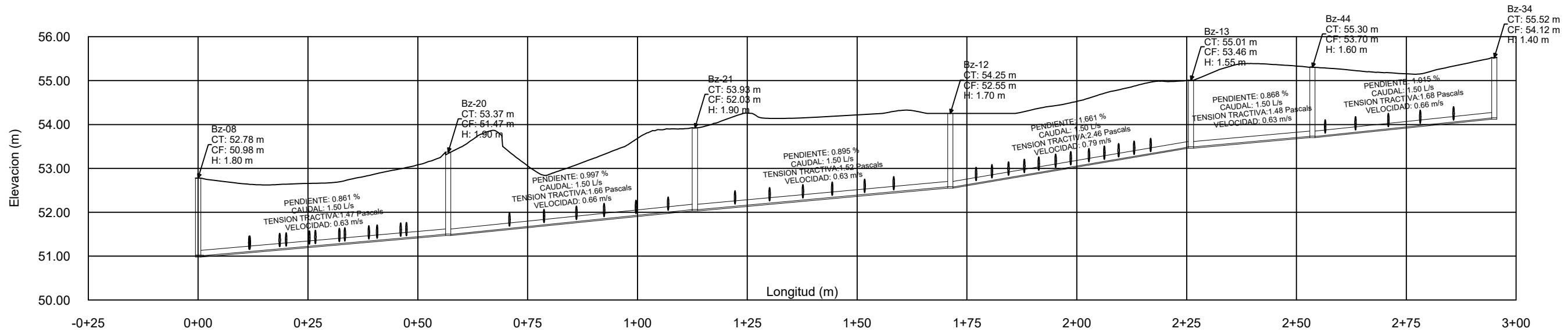
### PERFIL LONGITUDINAL 1

Esc. Vertical 1:100  
Esc. Horizontal 1:1000



### PERFIL LONGITUDINAL 2

Esc. Vertical 1:100  
Esc. Horizontal 1:1000



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

PROYECTO DE TESIS :  
"Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"

CODIGO:

PLANO:

### PERFILES- RED DE ALCANTARILLADO

PL-01

REGION:  
ANCASH

PROVINCIA:  
SANTA

DISTRITO:  
NUEVO CHIMBOTE

AA.HH.  
NUEVO HORIZONTE

ESCALA:  
INDICADA

TESISTAS:  
Bach. Gutti Gomez Nubia Edita  
Bach. Vasquez Corales Jose Manuel

FECHA:  
May.-25



DATUM: WGS 84

SISTEMA DE CORDENADAS: UTM

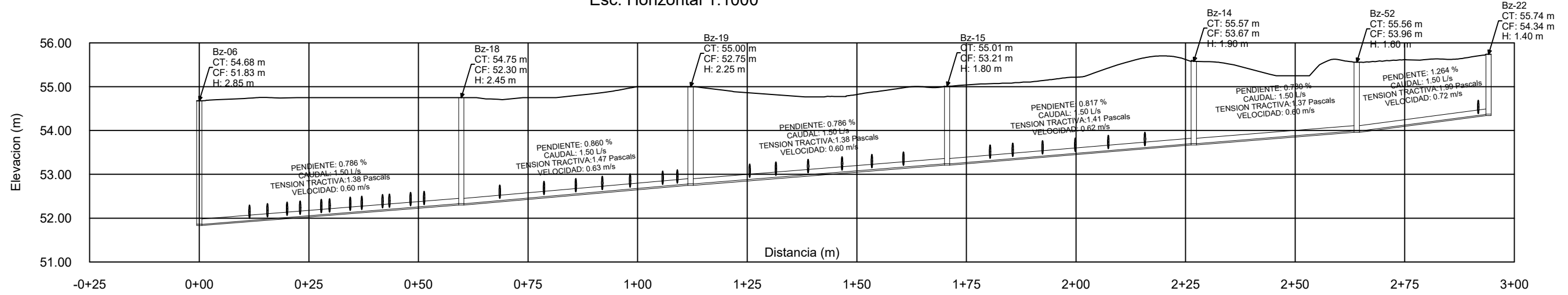
HEMISFERIO: SUR

ZONA: 17



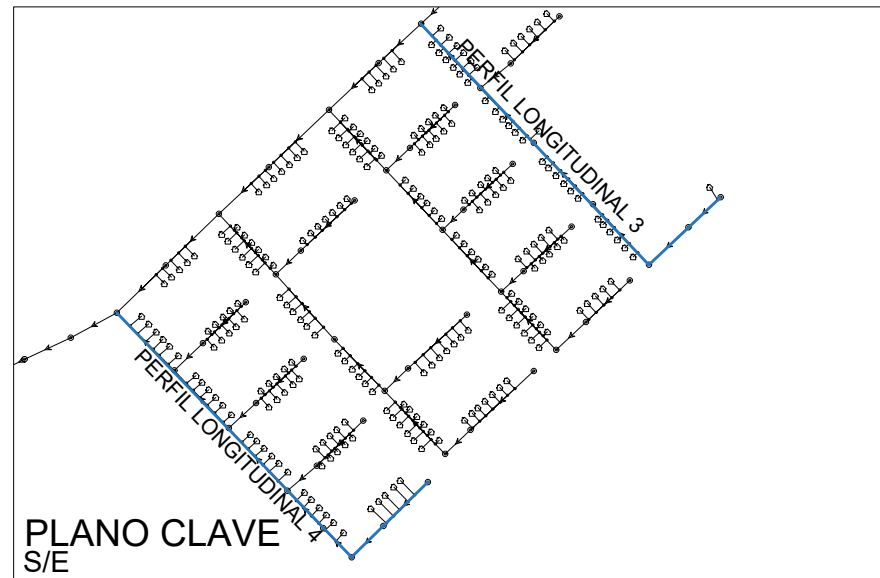
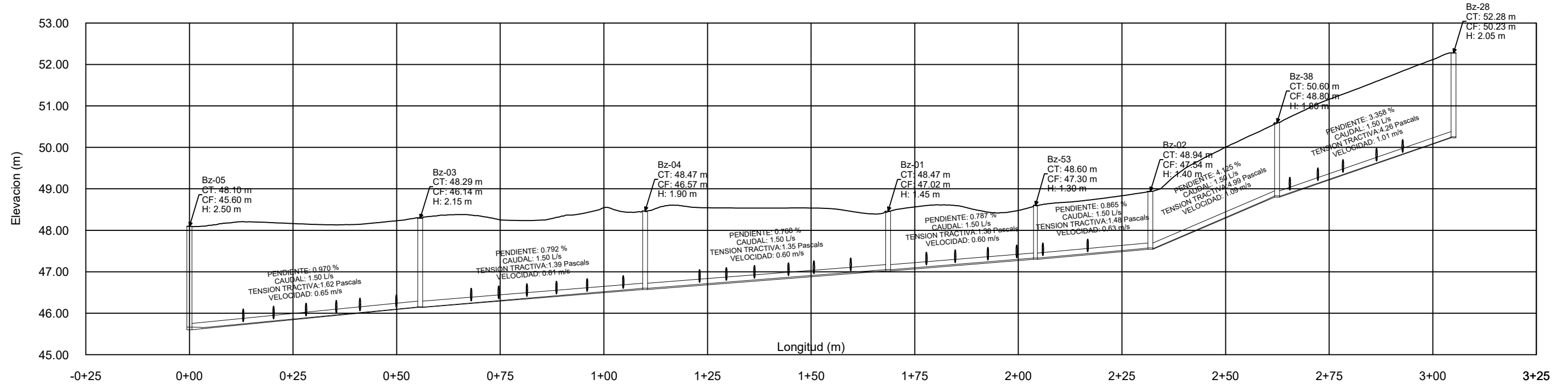
### PERFIL LONGITUDINAL 3

Esc. Vertical 1:100  
Esc. Horizontal 1:1000



### PERFIL LONGITUDINAL 4

Esc. Vertical 1:100  
Esc. Horizontal 1:1000



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

PROYECTO DE TESIS :  
"Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"

CODIGO:

PLANO:

### PERFILES- RED DE ALCANTARILLADO

PL-02

REGION:  
ANCASH

PROVINCIA:  
SANTA

DISTRITO:  
NUEVO CHIMBOTE

AA.HH.  
NUEVO HORIZONTE

ESCALA:  
INDICADA

TESISTAS:  
Bach. Gutti Gomez Nubia Edita  
Bach. Vasquez Corales Jose Manuel

FECHA:  
May.-25

DATUM: WGS 84

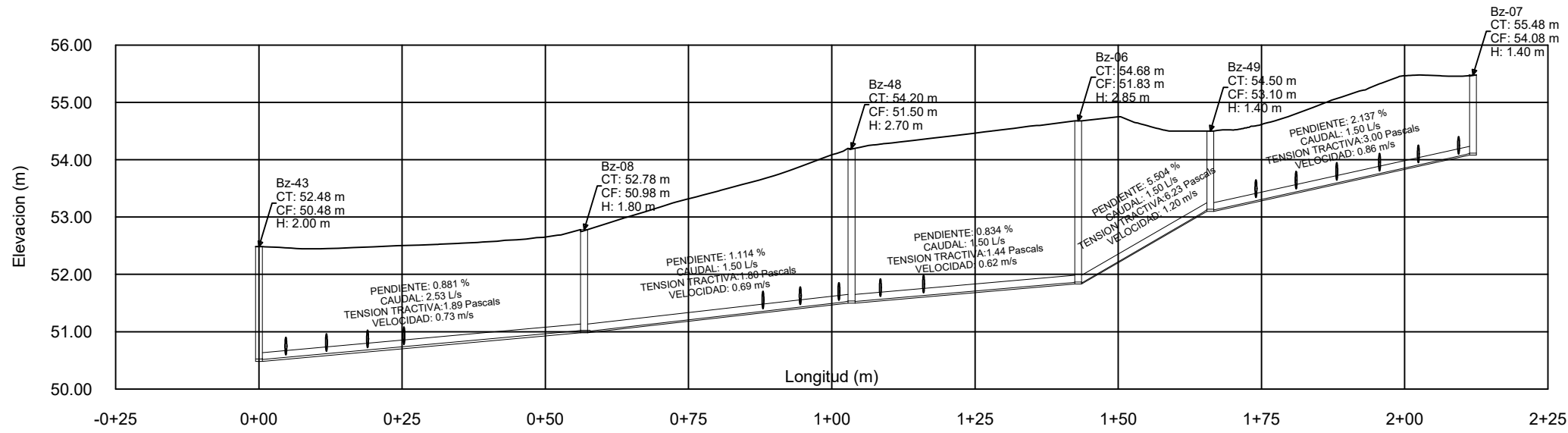
SISTEMA DE CORDENADAS: UTM

HEMISFERIO: SUR

ZONA: 17

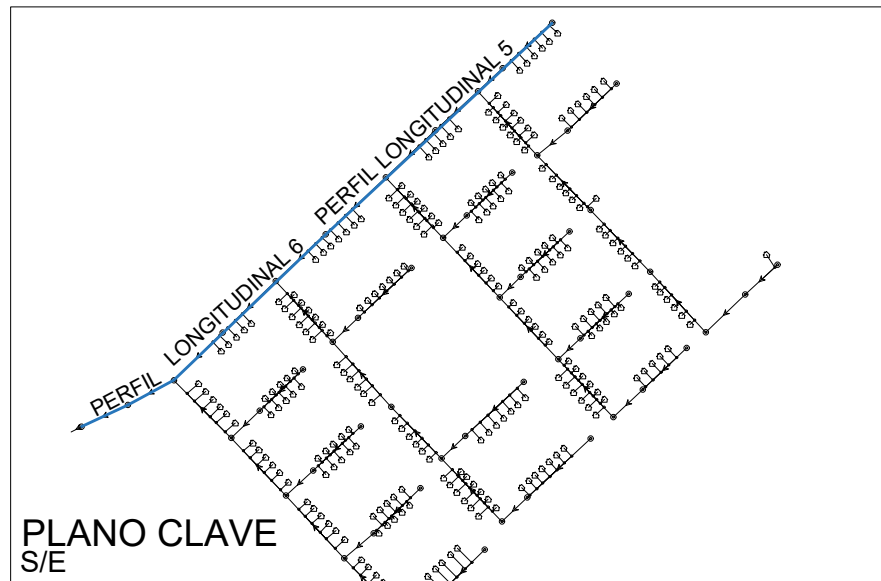
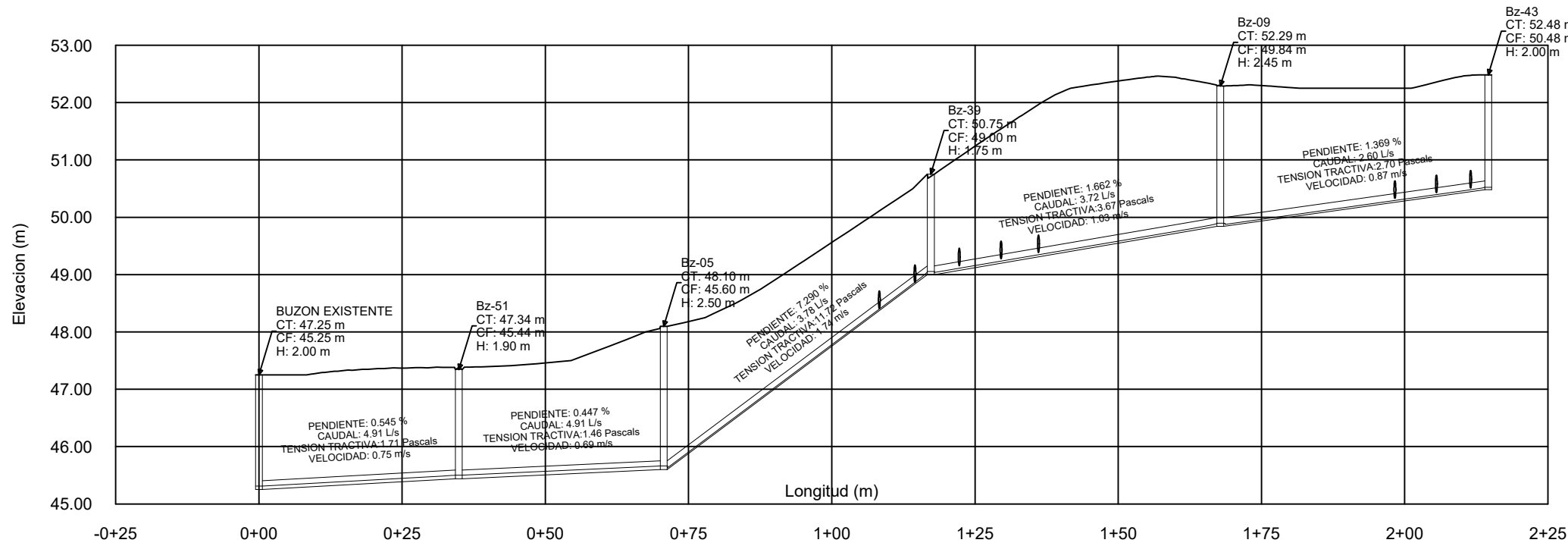
### PERFIL LONGITUDINAL 5

Esc. Vertical 1:100  
Esc. Horizontal 1:1000



### PERFIL LONGITUDINAL 6

Esc. Vertical 1:100  
Esc. Horizontal 1:1000



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

PROYECTO DE TESIS :  
"Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote"

CODIGO:

PLANO:

### PERFILES- RED DE ALCANTARILLADO

PL-03

REGION:  
ANCASH

PROVINCIA:  
SANTA

DISTRITO:  
NUEVO CHIMBOTE

AA.HH.  
NUEVO HORIZONTE

ESCALA:  
INDICADA

TESISTAS:  
Bach. Gutti Gomez Nubia Edita  
Bach. Vasquez Corales Jose Manuel

FECHA:  
May.-25



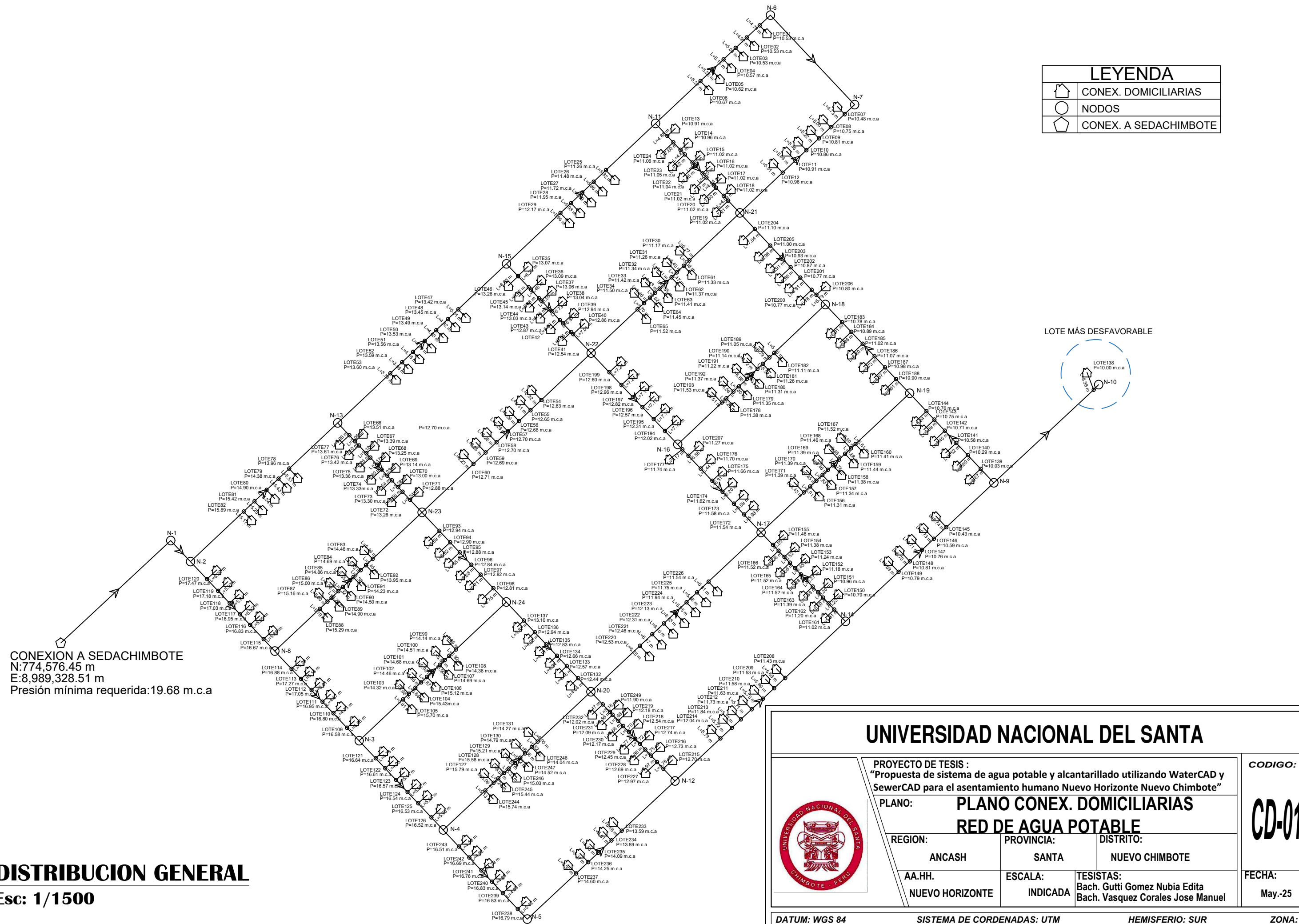
DATUM: WGS 84

SISTEMA DE CORDENADAS: UTM

HEMISFERIO: SUR

ZONA: 17

LEYENDA	
	CONEX. DOMICILIARIAS
	NODOS
	CONEX. A SEDACHIMBOTE



CONEXION A SEDACHIMBOTE  
 N:774,576.45 m  
 E:8,989,328.51 m  
 Presión mínima requerida:19.68 m.c.a

LOTE MÁS DESFAVORABLE  
 LOTE138  
 P=10.00 m.c.a

**DISTRIBUCION GENERAL**  
 Esc: 1/1500

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>			<b>CODIGO:</b>  <b>CD-01</b>
PROYECTO DE TESIS : "Propuesta de sistema de agua potable y alcantarillado utilizando WaterCAD y SewerCAD para el asentamiento humano Nuevo Horizonte Nuevo Chimbote" PLANO: <b>PLANO CONEX. DOMICILIARIAS</b> <b>RED DE AGUA POTABLE</b>			
REGION: <b>ANCASH</b>	PROVINCIA: <b>SANTA</b>	DISTRITO: <b>NUEVO CHIMBOTE</b>	<b>FECHA:</b>  May.-25
AA.HH. <b>NUEVO HORIZONTE</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>	TESISTAS: Bach. Gutti Gomez Nubia Edita Bach. Vasquez Corales Jose Manuel	
<b>DATUM: WGS 84</b>		<b>SISTEMA DE CORDENADAS: UTM</b>	<b>HEMISFERIO: SUR</b>
<b>ZONA: 17</b>			

