

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



**Análisis y propuesta para abastecimiento de agua en el Caserío Huaca El**

**Muerto, distrito de Íllimo usando el software WaterCAD**

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

**Autor:**

Bach. Chilca Gabriel, Carol Johanna

Código ORCID: 0009-0005-0375-5972

**Asesor:**

Dra. Ing. Saavedra Vera, Janet Verónica

DNI N° 32964440

Código ORCID: 0000-0002-4195-982X

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2026**

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



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Análisis y propuesta para abastecimiento de agua en el Caserío Huaca**

**El Muerto, distrito de Íllimo usando el software WaterCAD**

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

**Revisado y aprobado por:**

**Dra. Ing. Saavedra Vera, Janet Verónica**

**Asesor**

**DNI N° 32964440**

**Código ORCID: 0000-0002-4195-982X**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2026**

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



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**Análisis y propuesta para abastecimiento de agua en el Caserío Huaca**

**El Muerto, distrito de Íllimo usando el software WaterCAD**

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

**Revisado y aprobado por el siguiente jurado:**

**Ms. Ing. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo**  
**Presidente**  
DNI N° 32904375  
Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

**Dr. Ing. López Carranza, Atílio Rubén**  
**Secretario**  
DNI N° 32965940  
Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

**Dra. Ing. Saavedra Vera, Janet Verónica**  
**Integrante**  
DNI N° 32964440  
Código ORCID: 0000-0002-4195-982X

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2026**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
- EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 01 días del mes de octubre del año dos mil veintiséis, siendo las 10:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 409-2026-UNS-CFI, con fecha 10.09.2026, integrado por los siguientes docentes: **Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo** (Presidente), **Dr. Atilio Rubén López Carranza** (Secretario), **Dra. Janet Verónica Saavedra Vera** (Integrante), **Ms. Luz Esther Alvarez Asto** (Accesitario), en base a la Resolución Decanal N° 551-2026-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL CASERIO HUACA EL MUERTO, DISTRITO DE ÍLLIMO USANDO EL SOFTWARE WATERCARD"**, presentado por la Bachiller **CHILCA GABRIEL CAROL JOHANNA** con cód. N° 0201913026, quien fue asesorado por la docente **Dra. Janet Verónica Saavedra Vera** según lo establece la T. Resolución Decanal N° 459-2025-UNS-FI, de fecha 17.07.2025.

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 |
|------------------------------|--------------------|-------------|
| CHILCA GABRIEL CAROL JOHANNA | 17                 | BUENO       |

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 01 de octubre de 2026.

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
Presidente

Dr. Atilio Rubén López Carranza  
Secretario

Dra. Janet Verónica Saavedra Vera  
Integrante

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

Rectorado: Av. Pacífico N° 508 - Urb. Buenos Aires

Campus Universitario: Av. Universitaria s/n - Urb. Bellamar

Central telefónica: (51)-43-310445 - Nuevo Chimbote - Ancash - Perú

www.uns.edu.pe



## 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: Carol Johanna Chilca Gabriel  
Título del ejercicio: Proyecto tesis 2026-1  
Título de la entrega: INFORME FINAL DE TESIS \_ CHILCA GABRIEL CAROL  
Nombre del archivo: CHILCA-INFORME\_FINAL\_OK\_.pdf  
Tamaño del archivo: 11.28M  
Total páginas: 219  
Total de palabras: 46,584  
Total de caracteres: 238,662  
Fecha de entrega: 10-oct-2026 01:22p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 3055920275

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



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

Análisis y propuesta para abastecimiento de agua en el Caserío Huaca El

Muerto, distrito de Illimo usando el software WaterCAD

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

**Autor:**

Bach. Chilca Gabriel, Carol Johanna  
Código ORCID: 0009-0005-0375-5972

**Asesor:**

Dra. Ing. Saavedra Vera, Janet Verónica  
DNI N° 32964440  
Código ORCID: 0000-0002-4195-982X

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2026

# INFORME FINAL DE TESIS \_ CHILCA GABRIEL CAROL

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | hdl.handle.net<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 12% |
| 2  | Submitted to Universidad Catolica de Trujillo<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1%  |
| 3  | Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1%  |
| 4  | Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                            | 1%  |
| 5  | repositorio.uladech.edu.pe<br>Fuente de Internet                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <1% |
| 6  | Submitted to uncedu<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <1% |
| 7  | Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                      | <1% |
| 8  | Submitted to Universidad Nacional del Santa<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                          | <1% |
| 9  | Karina del Valle Peña Rodríguez. "Desarrollo de una metodología para la evaluación del desempeño y la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua potable. Caso de Estudio: Aguas de Mérida C.A. (Venezuela).", Universitat Politecnica de Valencia, 2019<br>Publicación                                                                   | <1% |
| 10 | Díaz Fernández, José Ney. "Factores Potenciales y Limitantes de la Gestión del Gobierno Local de Asunción en la Implementación y Desarrollo de Agua y Saneamiento en las Comunidades de Chirigual, Pampas de Chamaní, San Miguel de Matarita y Vista Alegre, Años 2017 – 2020", Pontificia Universidad Catolica del Peru (Peru)<br>Publicación | <1% |
| 11 | Submitted to Universidad Peruana Del Centro<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                          | <1% |
| 12 | Submitted to Mountain Lakes High School<br>Trabajo del estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                              | <1% |

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por brindarme salud, fortaleza y perseverancia para culminar esta etapa tan importante de mi vida profesional.

A mi madre, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante a lo largo de mi formación académica, quien ha sido el pilar fundamental en cada uno de mis logros.

A mi familia, por su comprensión y motivación permanente, incluso en los momentos más difíciles, impulsándome a seguir adelante con determinación.

Finalmente, dedico esta tesis a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron en mi crecimiento personal y profesional, y que han sido fuente de inspiración para alcanzar esta meta.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi asesor por su apoyo, orientación y disposición durante el desarrollo de esta tesis.

A mis docentes y a mi universidad, por los conocimientos brindados a lo largo de mi formación profesional.

Y, de manera especial, a mi familia, por su apoyo constante, comprensión y motivación, que me impulsaron a seguir adelante y alcanzar esta meta.

## Índice General

|                                                  |      |
|--------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA .....                                | ii   |
| AGRADECIMIENTO .....                             | iii  |
| Índice General .....                             | iv   |
| Índice de figuras.....                           | ix   |
| RESUMEN .....                                    | xiii |
| ABSTRACT.....                                    | xiv  |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....                   | 15   |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....              | 15   |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....              | 16   |
| 1.2.1. <i>Problema General</i> .....             | 16   |
| 1.2.2. <i>Problemas Específicos</i> .....        | 17   |
| 1.3. OBJETIVOS.....                              | 17   |
| 1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....             | 17   |
| 1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....        | 17   |
| 1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....           | 18   |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....           | 18   |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....                 | 20   |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....      | 20   |
| 2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i> ..... | 20   |
| 2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales</i> .....      | 21   |
| 2.1.3. <i>Antecedentes Regionales</i> .....      | 24   |

|        |                                                                |    |
|--------|----------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.4. | <i>Antecedentes Locales</i> .....                              | 25 |
| 2.2.   | MARCO CONCEPTUAL.....                                          | 27 |
| 2.2.1. | <i>Agua Potable</i> .....                                      | 27 |
| a.     | Definición de Agua Potable .....                               | 27 |
| b.     | Importancia del Agua Potable.....                              | 28 |
| c.     | Características .....                                          | 29 |
| d.     | Acceso al agua potable en zonas rurales.....                   | 30 |
| e.     | Calidad de agua.....                                           | 30 |
| 2.2.2. | <i>Sistema de abastecimiento de agua potable</i> .....         | 30 |
| a.     | Definición de Sistema de abastecimiento .....                  | 30 |
| b.     | Criterios de selección.....                                    | 31 |
| c.     | Algoritmo de Selección.....                                    | 32 |
| d.     | Tipos del sistema de abastecimiento.....                       | 33 |
| 2.2.3. | <i>Componentes del sistema de abastecimiento de agua</i> ..... | 34 |
| a.     | Captación .....                                                | 34 |
| b.     | Línea de conducción .....                                      | 34 |
| c.     | Línea de impulsión.....                                        | 36 |
| d.     | Estación de bombeo .....                                       | 38 |
| e.     | Reservorio .....                                               | 39 |
| f.     | Línea de aducción.....                                         | 41 |
| g.     | Red de distribución .....                                      | 42 |

|                                 |                                                        |    |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------|----|
| h.                              | Conexiones domiciliarias.....                          | 45 |
| 2.2.4.                          | <i>Fuentes de abastecimiento de agua</i> .....         | 47 |
| a.                              | Agua lluvia.....                                       | 47 |
| b.                              | Aguas superficiales .....                              | 47 |
| c.                              | Agua subterráneas .....                                | 48 |
| 2.2.5.                          | <i>Periodos de diseño</i> .....                        | 49 |
| 2.2.6.                          | <i>Demanda de agua potable</i> .....                   | 50 |
| a.                              | Consumo de agua.....                                   | 50 |
| b.                              | Dotación per cápita .....                              | 51 |
| c.                              | Población de diseño .....                              | 52 |
| d.                              | Variaciones de consumo .....                           | 53 |
| 2.2.7.                          | <i>Dimensionamiento hidráulico</i> .....               | 54 |
| a.                              | Pérdida de carga unaria ( $h_f$ ) .....                | 54 |
| b.                              | Presión.....                                           | 56 |
| 2.2.8.                          | <i>Modelamiento matemático (WaterCAD)</i> .....        | 57 |
| a.                              | Definición de WaterCAD .....                           | 57 |
| b.                              | Componentes básicos del modelamiento en WaterCAD ..... | 58 |
| c.                              | Modelos Hidráulicos.....                               | 60 |
| d.                              | Capacidades de Modelado .....                          | 61 |
| CAPITULO III: METODOLOGÍA ..... |                                                        | 64 |
| 3.1.                            | ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....                      | 64 |

|                                           |                                                                                  |    |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.                                      | MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....                                                    | 64 |
| 3.3.                                      | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....                                                     | 65 |
| 3.4.                                      | POBLACIÓN .....                                                                  | 66 |
| 3.5.                                      | MUESTRA.....                                                                     | 66 |
| 3.6.                                      | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....                                            | 67 |
| 3.6.1.                                    | <i>Variables</i> .....                                                           | 67 |
| 3.6.2.                                    | <i>Definición Conceptual</i> .....                                               | 67 |
| 3.6.3.                                    | <i>Definición Operacional</i> .....                                              | 67 |
| 3.7.                                      | TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....                             | 68 |
| 3.7.1.                                    | <i>Técnica</i> .....                                                             | 68 |
| 3.7.2.                                    | <i>Instrumento</i> .....                                                         | 69 |
| a.                                        | Padrón de beneficiarios.....                                                     | 69 |
| b.                                        | Ficha de observación y recolección de datos .....                                | 69 |
| 3.8.                                      | TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE RESULTADOS .....                                         | 72 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... |                                                                                  | 73 |
| 4.1                                       | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....                                     | 73 |
| 4.1.1                                     | <i>Características generales de la zona de estudio</i> .....                     | 73 |
| 4.1.2                                     | <i>Diagnóstico del estado actual del sistema de abastecimiento de agua</i> ..... | 80 |
| 4.1.3                                     | <i>Parámetros de diseño</i> .....                                                | 84 |
| 4.1.4                                     | <i>Diseño de pozo tubular</i> .....                                              | 90 |
| 4.1.5                                     | <i>Diseño de línea de impulsión</i> .....                                        | 91 |

|                                                  |                                                 |     |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----|
| 4.1.6                                            | Modelamiento WaterCAD .....                     | 94  |
| 4.1.7                                            | Diseño de Reservorio .....                      | 100 |
| 4.2                                              | DISCUSIÓN.....                                  | 103 |
| 4.2.1                                            | Discusión respecto a la hipótesis general ..... | 103 |
| CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... |                                                 | 105 |
| 1.1.                                             | CONCLUSIONES .....                              | 105 |
| 1.2.                                             | RECOMENDACIONES .....                           | 106 |
| CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....    |                                                 | 108 |
| ANEXOS .....                                     |                                                 | 114 |

## Índice de figuras

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Algoritmo de selección de sistemas de agua potable para el ámbito rural .....             | 32 |
| <b>Figura 2</b> Sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad y por bombeo .....                 | 34 |
| <b>Figura 3</b> Línea de impulsión .....                                                                  | 38 |
| <b>Figura 4</b> Tipos de reservorios: apoyado y elevado .....                                             | 40 |
| <b>Figura 5</b> Línea de Presión Estática.....                                                            | 42 |
| <b>Figura 6</b> Parámetros establecido en la R.M. N°192-2018-VIVIENDA .....                               | 43 |
| <b>Figura 7</b> Tipos de redes de distribución.....                                                       | 45 |
| <b>Figura 8</b> Conexión domiciliaria .....                                                               | 46 |
| <b>Figura 9</b> Captación de agua de lluvia.....                                                          | 47 |
| <b>Figura 10</b> Captación de agua superficial .....                                                      | 48 |
| <b>Figura 11</b> Captación de agua subterránea (manantial).....                                           | 49 |
| <b>Figura 12</b> Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d) .....                       | 52 |
| <b>Figura 13</b> Dotación de agua para centros educativos .....                                           | 52 |
| <b>Figura 14</b> Coeficiente para el cálculo de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas ..... | 57 |
| <b>Figura 15</b> Estructura del modelo hidráulico.....                                                    | 60 |
| <b>Figura 16</b> Tipos de modelos hidráulicos.....                                                        | 61 |
| <b>Figura 17</b> Bentley WaterCAD 2024 (24.00.00.26).....                                                 | 63 |
| <b>Figura 18</b> Ficha de Observación y Recolección de datos.....                                         | 71 |
| <b>Figura 19</b> Ubicación Geográfica del Caserío Huaca El Muerto.....                                    | 74 |
| <b>Figura 20</b> Pozo Tubular existente en Caserío Huaca El Muerto.....                                   | 81 |
| <b>Figura 21</b> Vista Frontal de reservorio existente .....                                              | 82 |
| <b>Figura 22</b> Estado actual del cuarto de control del sistema de impulsión.....                        | 82 |
| <b>Figura 23</b> Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda .....                            | 84 |

**Figura 24** Censos Nacionales 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades

Indígenas .....84

**Figura 25** Dimensiones de reservorio (cuadrado).....102

## Índice de tablas

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> <i>Periodo de diseño para componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales</i> | 50 |
| <b>Tabla 2</b> Indicadores para el desarrollo de la investigación                                                                   | 68 |
| <b>Tabla 3</b> <i>Formato A: Padrón de Beneficiarios</i>                                                                            | 70 |
| <b>Tabla 4</b> <i>Acceso al caserío Huaca el Muerto desde la ciudad de Chiclayo</i>                                                 | 75 |
| <b>Tabla 5</b> <i>Material predominante en la construcción de viviendas</i>                                                         | 76 |
| <b>Tabla 6</b> <i>Distribución de viviendas y población total</i>                                                                   | 76 |
| <b>Tabla 7</b> <i>Padrón de Beneficiarios</i>                                                                                       | 77 |
| <b>Tabla 8</b> Población de diseño de Huaca El Muerto                                                                               | 86 |
| <b>Tabla 9</b> Dotación de agua según opción tecnológica                                                                            | 86 |
| <b>Tabla 10</b> Coeficientes de variación de consumo                                                                                | 87 |
| <b>Tabla 11</b> <i>Resultados de demanda de agua potable proyectada</i>                                                             | 87 |
| <b>Tabla 12</b> Resumen de los caudales de diseño                                                                                   | 88 |
| <b>Tabla 13</b> Resumen de parámetros de diseño final                                                                               | 89 |
| <b>Tabla 14</b> Reporte de pozo tubular                                                                                             | 90 |
| <b>Tabla 15</b> Diámetro de línea de impulsión                                                                                      | 91 |
| <b>Tabla 16</b> Tipo de flujo                                                                                                       | 92 |
| <b>Tabla 17</b> Pérdida de carga por fricción en la tubería (hf), por Formula de Hazen y Williams                                   | 92 |
| <b>Tabla 18</b> Pérdida de carga por accesorios (hk) en cámara de bombeo                                                            | 92 |
| <b>Tabla 19</b> Pérdida de carga por accesorios (hk) en línea de impulsión                                                          | 93 |
| <b>Tabla 20</b> Pérdida de carga por accesorios (hk) en reservorio                                                                  | 93 |
| <b>Tabla 21</b> Pérdida de carga total                                                                                              | 93 |
| <b>Tabla 22</b> Potencia de bomba                                                                                                   | 94 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 23</b> Calculo Hidráulico - Red distribución Caserío Huaca El Muerto             | 95  |
| <b>Tabla 24</b> Resultados de longitud de tuberías PVC                                    | 97  |
| <b>Tabla 25</b> <i>Reporte Nodo – Modelamiento WATERCAD</i>                               | 97  |
| <b>Tabla 26</b> <i>Reporte Presiones Viviendas – Modelamiento Hidráulico con WATERCAD</i> | 98  |
| <b>Tabla 27</b> Resumen de redes de conexiones domiciliarias                              | 98  |
| <b>Tabla 28</b> Capacidad del reservorio                                                  | 100 |
| <b>Tabla 29</b>                                                                           | 101 |
| <b>Tabla 30</b> Matriz de consistencia                                                    | 114 |
| <b>Tabla 31</b> Matriz de operacionalización de variables                                 | 115 |

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto, distrito de Íllimo, mediante la modelación hidráulica en el software WaterCAD, a fin de formular una propuesta técnica de mejora. La investigación presentó un enfoque mixto, de diseño no experimental, considerando como población de estudio la totalidad del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío. Para la recolección de información se emplearon técnicas de campo y documentales, mediante observación directa, encuestas a los pobladores, entrevistas semiestructuradas y revisión de información técnica; asimismo, se utilizaron como instrumentos el padrón de beneficiarios y la ficha de observación y recolección de datos. Los resultados del diagnóstico evidenciaron limitaciones relacionadas con las condiciones de la infraestructura, la continuidad del servicio y el abastecimiento de las viviendas. La modelación hidráulica permitió evaluar el comportamiento de la red propuesta mediante parámetros de presión, caudal, velocidad y pérdidas de carga. Las presiones obtenidas en los nodos variaron entre 11.26 y 15.15 m.c.a., mientras que en las viviendas se registraron valores entre 11.03 y 14.38 m.c.a., encontrándose dentro del rango adoptado de 5 a 60 m.c.a. Asimismo, se identificaron las pérdidas de carga correspondientes a los diferentes tramos de la red. En conclusión, la modelación mediante WaterCAD permitió sustentar técnicamente una propuesta de mejora con condiciones hidráulicas favorables para el abastecimiento de la población.

***Palabras clave:*** abastecimiento de agua potable, modelación hidráulica, WaterCAD, presión, caudal, pérdidas de carga.

## ABSTRACT

This research aimed to analyze the drinking water supply system of the Huaca El Muerto hamlet, in the district of Íllimo, using hydraulic modeling with WaterCAD software, in order to formulate a technical improvement proposal. The research employed a mixed-methods, non-experimental design, considering the entire drinking water supply system of the hamlet as the study population. Data collection involved field and documentary techniques, including direct observation, surveys of residents, semi-structured interviews, and a review of technical information. The beneficiary registry and an observation and data collection form were used as instruments. The diagnostic results revealed limitations related to infrastructure conditions, service continuity, and household water supply. Hydraulic modeling allowed for the evaluation of the proposed network's behavior using parameters such as pressure, flow rate, velocity, and head loss. The pressures obtained at the nodes ranged from 11.26 to 15.15 m.w.c. (meters of water column), while at the houses, values between 11.03 and 14.38 m.w.c. were recorded, falling within the adopted range of 5 to 60 m.w.c. The corresponding head losses for the different sections of the network were also identified. In conclusion, the WaterCAD modeling provided technical support for a proposed improvement with favorable hydraulic conditions for supplying the population.

**Keywords:** *drinking water supply, hydraulic modeling, WaterCAD, pressure, flow rate, head loss.*

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel internacional; muchas comunidades, especialmente rurales en países en desarrollo aún tienen dificultades para acceder a agua potable segura y continua. Según la Organización Mundial de la Salud y UNICEF, más de 2 mil millones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura, lo que incrementa la incidencia de enfermedades de origen hídrico y limita el desarrollo sostenible (OMS & UNICEF, 2023). Esta problemática se intensifica en áreas rurales debido a la limitada infraestructura, la deficiente gestión de los recursos hídricos y la escasa planificación técnica en los sistemas de abastecimiento (Banco Mundial, 2022).

En regiones como América Latina, África Subsahariana y Asia Meridional, los sistemas de agua presentan fallas técnicas como redes mal diseñadas, baja presión y cortes frecuentes del servicio. En países como Bolivia, Ecuador y México, estas deficiencias son comunes en zonas rurales debido a la falta de estudios técnicos adecuados, lo que provoca pérdidas de agua y problemas de abastecimiento. En cambio, experiencias en países como Chile y Colombia demuestran que el uso de la modelación hidráulica mejora el diseño y funcionamiento de los sistemas de agua potable, reduciendo pérdidas y asegurando un servicio más continuo y sostenible.

En el Perú, el acceso al agua potable no es igual para todos, especialmente entre las zonas urbanas y rurales. En regiones como Cajamarca, Huancavelica, Ayacucho y Lambayeque, muchas comunidades rurales aún no cuentan con un servicio continuo ni con la presión adecuada. Esto se debe, en gran parte, a sistemas contruidos sin un diseño técnico riguroso, a infraestructura deteriorada y a la falta de evaluaciones hidráulicas completas. Además, varios proyectos de agua potable presentan fallas poco tiempo después de entrar en funcionamiento,

ya que no consideran adecuadamente el crecimiento de la población ni los cambios en la demanda. Frente a esta realidad, se vuelve indispensable el uso de herramientas de simulación hidráulica, como WaterCAD, que permitan comprender mejor el funcionamiento de los sistemas y proponer mejoras técnicas acordes con las normas del sector saneamiento.

A nivel local, el Caserío Huaca El Muerto, ubicado en el distrito de Íllimo, región Lambayeque, presenta deficiencias significativas en su sistema de abastecimiento de agua potable. La red de conducción y distribución evidencia un funcionamiento ineficiente, con limitada cobertura y presiones inadecuadas en determinados sectores, lo que obliga a los pobladores a racionar el uso del agua para actividades básicas como el consumo y la higiene. Esta situación incrementa el riesgo de enfermedades y refleja una desigualdad en el acceso a servicios esenciales.

Además, no se cuenta con un estudio técnico integral que permita evaluar el funcionamiento hidráulico del sistema, identificar fallas como pérdidas de carga, caudales insuficientes o problemas de presión, y así plantear soluciones técnicas viables y sostenibles.

Ante esta situación, resulta necesario aplicar herramientas especializadas de modelación hidráulica, como el software WaterCAD, que permitan simular el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable y evaluar alternativas técnicas orientadas a optimizar su desempeño en el corto y mediano plazo.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿En qué condiciones el software WaterCAD permite el análisis y la formulación de una propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío Huaca El Muerto, distrito de Íllimo, durante el año 2025?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto en términos de infraestructura, caudal, presión y continuidad del servicio?
- ¿Qué deficiencias hidráulicas presenta el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto en términos de presión, caudal y pérdidas de carga?
- ¿Qué alternativa técnica de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable resulta más adecuada para optimizar su desempeño hidráulico en el Caserío Huaca El Muerto?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto y formular una propuesta de mejora mediante la modelación hidráulica usando el software WaterCAD.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto mediante la evaluación de su infraestructura y comportamiento hidráulico.
- Identificar y evaluar las deficiencias hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El muerto mediante el análisis de sus parámetros hidráulicos.
- Formular una propuesta técnica de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El muerto mediante la modelación hidráulica usando el software WaterCAD.

#### **1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

El uso del software WaterCAD permite identificar deficiencias hidráulicas y formular una propuesta de mejora que optimiza el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto.

El sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto presenta deficiencias hidráulicas que afectan la continuidad y calidad del servicio.

El sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto presenta deficiencias hidráulicas significativas asociadas a presiones insuficientes, caudales inadecuados y elevadas pérdidas de carga.

La propuesta técnica de mejora basada en la modelación hidráulica mediante WaterCAD optimiza el desempeño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto.

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

##### *Justificación Teórica*

La investigación se justifica teóricamente porque permite aplicar y reforzar los principios de la ingeniería hidráulica y sanitaria en el análisis de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales. El uso del software WaterCAD facilita la comprensión del comportamiento hidráulico de las redes, integrando conceptos como caudales, presiones y pérdidas de carga, lo que contribuye a relacionar la teoría con la modelación hidráulica moderna y genera un soporte técnico para futuros estudios similares.

##### *Justificación Práctica*

Desde el enfoque práctico, el estudio se justifica porque analiza la situación actual del sistema de abastecimiento de agua en el caserío Huaca El Muerto y plantea una propuesta

técnica viable que permita mejorar la eficiencia y continuidad del servicio. Los resultados servirán como referencia técnica para las autoridades locales, contribuyendo a una mejor planificación y ejecución de proyectos de agua potable, optimizando recursos y reduciendo posibles deficiencias en el diseño.

### *Justificación Metodológica*

Metodológicamente, la investigación se justifica por la aplicación de una metodología basada en modelación y simulación hidráulica mediante el uso de WaterCAD. Este enfoque permite evaluar diferentes escenarios de demanda y operación del sistema, constituyendo una guía replicable para futuros proyectos de abastecimiento de agua potable en contextos rurales.

### *Justificación Social*

La justificación social se fundamenta en la necesidad de garantizar el acceso al agua potable como servicio básico esencial. La propuesta planteada contribuirá a mejorar las condiciones sanitarias y la calidad de vida de los habitantes del caserío Huaca El Muerto, promoviendo una gestión más eficiente y sostenible del recurso hídrico y generando un impacto positivo en el desarrollo local del distrito de Íllimo.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Abad y Arizaga (2022) tuvo como objetivo evaluar y rediseñar el sistema de agua potable de la comunidad de Yaritzagua, ubicada en la parroquia El Progreso del cantón Nabón, ante las deficiencias técnicas del sistema existente. La metodología empleada fue de tipo aplicada, basada en el levantamiento de información topográfica, hidráulica y socioeconómica, aforos de las fuentes de agua y análisis de calidad, complementada con la modelación hidráulica mediante el software EPANET y el cumplimiento de la normativa técnica vigente. Los resultados evidenciaron problemas de sobrepresión (superiores a la capacidad de las tuberías de 15 mm y 25 mm), inadecuado tratamiento del agua y deterioro de la infraestructura, por lo que se planteó un rediseño integral del sistema que permitió optimizar la conducción, el tratamiento y la distribución del agua. Se concluyó que la propuesta técnica garantiza un servicio más eficiente y seguro, contribuyendo a la mejora de las condiciones sanitarias y de calidad de vida de la población beneficiaria.

Anaguano y González (2021), mencionó que el objetivo general fue proponer mejoras en el sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Oyambaro. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y de tipo aplicada. Se llevó a cabo el trabajo de campo mediante la recopilación de información técnica, análisis in situ de la calidad del agua, levantamiento topográfico e inventario de los componentes del sistema. Posteriormente, se realizó el modelamiento hidráulico del sistema para evaluar su funcionamiento de acuerdo con las normas técnicas de diseño. Los resultados del diagnóstico del sistema permitieron identificar deficiencias en la calidad del agua, evidenciándose niveles elevados de turbidez durante los periodos de precipitación. A partir del análisis hidráulico y operativo, se formularon propuestas de mejora orientadas a la rehabilitación del sedimentador, la

implementación de sistemas de filtración y la instalación de una malla gruesa para la retención de sólidos. Se concluyó que las propuestas técnicas planteadas contribuyen a mejorar el desempeño del sistema de abastecimiento y la calidad del agua suministrada a la población. Asimismo, se resalta la importancia de realizar evaluaciones hidráulicas y de calidad del agua como base para la optimización y sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento en comunidades rurales.

Vivanco et al. (2024) desarrollaron un artículo cuyo objetivo fue diseñar y evaluar un índice de vulnerabilidad para el acceso a los servicios rurales de agua potable y saneamiento en una región semiárida del norte de Chile; la investigación empleó una metodología basada en la construcción de un índice compuesto de enfoque multidimensional, integrando indicadores sociales, económicos y ambientales obtenidos de fuentes oficiales y encuestas aplicadas a servicios sanitarios rurales, los cuales fueron procesados y ponderados mediante herramientas estadísticas especializadas; los resultados evidenciaron que la mayoría de los sistemas evaluados presentaron un nivel de vulnerabilidad medio, destacando una mayor incidencia de la dimensión ambiental y diferencias significativas entre servicios y comunas; en conclusión, los autores determinaron que el índice propuesto constituye una herramienta eficaz para identificar factores críticos de vulnerabilidad y apoyar la planificación y toma de decisiones orientadas a mejorar la gestión y sostenibilidad de los servicios rurales de agua y saneamiento.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Jibaja (2021) en su investigación “Diseño del sistema de agua potable y UBS en el Caserío Patacón, Jaén, Cajamarca”; tuvo como objetivo proponer una solución al deficiente abastecimiento de agua potable y a la inexistencia de un sistema adecuado de eliminación de excretas en dicha localidad. La metodología se basó en un enfoque aplicado y descriptivo, sustentado en la normativa RM N.º 192-2018-VIVIENDA, estudios físico-químicos y

bacteriológicos de la fuente de agua, estudios de mecánica de suelos y el modelamiento hidráulico del sistema. Como resultados, se determinó la necesidad de implementar una captación tipo barraje, una planta de tratamiento, una línea de conducción, un reservorio, una red de distribución con sus respectivos accesorios y 145 conexiones domiciliarias, así como 145 Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico, tanque séptico mejorado y pozo percolador. Finalmente, se concluyó que la propuesta permitió mejorar el abastecimiento de agua potable y las condiciones sanitarias de la población del caserío Patacón.

Benites y Flores (2023) en su tesis titulada “Diseño del sistema de agua potable y UBS en los centros poblados Pashagón y Casumaca - Huamachuco, departamento de La Libertad”, cuyo objetivo principal fue formular una propuesta de diseño del sistema de agua potable y de Unidades Básicas de Saneamiento (UBS), ante la precariedad y ausencia de infraestructura adecuada que comprometía las condiciones sanitarias de la población. La metodología empleada correspondió a un enfoque técnico–descriptivo, sustentado en la ejecución de trabajos de campo como levantamiento topográfico y excavación de calicatas, los cuales sirvieron como insumos para los estudios básicos del proyecto. Asimismo, se aplicaron criterios hidráulicos y normativos vigentes para el diseño de los componentes del sistema de abastecimiento y saneamiento. En cuanto a los resultados, se planteó un sistema de agua potable conformado por una captación, una cámara de división de caudales y dos reservorios de almacenamiento de 10 m<sup>3</sup>, uno para cada centro poblado. La línea de conducción, aducción y redes de distribución fueron diseñadas con tuberías de PVC de distintos diámetros y clases (tuberías PVC de Ø 1” de clase 5 para Pashagón y de Ø 1 1/2” de clase 5 para Casumaca), incorporando válvulas de aire, válvulas de purga y cámaras rompe presión, asegurando el cumplimiento de los parámetros de presión y velocidad establecidos en la norma NTP 399.002:2015. Asimismo, se diseñaron 108 UBS para el centro poblado de

Casumaca y 60 para Pashagón, considerando biodigestores y pozos de absorción definidos mediante pruebas de percolación. Finalmente, en la conclusión, se determinó que la propuesta técnica resultó viable desde el punto de vista hidráulico y normativo, constituyéndose en una alternativa eficiente para mejorar el abastecimiento de agua potable y las condiciones de saneamiento básico, contribuyendo a la protección de la salud y calidad de vida de la población beneficiada.

Velasco y Lopez (2023) en su tesis titulada *“Diseño de sistema de agua potable y saneamiento con UBS en el caserío de Chontapampa, Huancabamba – Piura”*, cuyo objetivo general fue diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico que permitiera corregir las deficiencias del servicio, ocasionadas por la obsolescencia de la infraestructura existente y la limitada cobertura sanitaria. La metodología empleada fue de enfoque aplicado y descriptivo, sustentada en el levantamiento topográfico del área de estudio y en el análisis de la demanda poblacional. Se diseñó una línea de conducción mediante tuberías de PVC de diámetros de 1”,  $\frac{3}{4}$ ” y  $\frac{1}{2}$ ”, con una longitud aproximada de 5 807 m, así como una línea de aducción con tubería PVC de 1” y una longitud cercana a 7 635 m. Asimismo, se proyectó una red de distribución de agua potable con 126 conexiones domiciliarias, incorporando un reservorio de 7,5 m<sup>3</sup> ubicado en la zona alta del caserío y la implementación de 17 cámaras tipo 7 y 14 cámaras tipo 6 para el control del sistema. Los resultados evidenciaron que el sistema diseñado permitió cubrir la demanda de agua potable de la población y de los principales equipamientos comunales, asegurando un suministro continuo y condiciones sanitarias adecuadas. Finalmente, se concluyó que la propuesta técnica fue viable y adecuada para mejorar el servicio de agua potable y saneamiento, contribuyendo a la reducción de riesgos sanitarios y al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del caserío de Chontapampa.

### **2.1.3. Antecedentes Regionales**

Según Miñano (2023) mencionó que el objetivo general del estudio fue analizar el estado del sistema existente y plantear alternativas de mejoramiento que garantizaran un servicio adecuado en términos de calidad, cantidad y continuidad. Empleó una metodología de enfoque cualitativo, con un diseño no experimental y de tipo descriptivo. Para la recolección de información se emplearon técnicas como encuestas a la población, inspecciones de campo y el uso de fichas técnicas y protocolos, lo que permitió identificar las principales deficiencias del sistema, tales como el deterioro de la captación, fallas en la línea de conducción, ausencia de cerco perimétrico en el reservorio y daños recurrentes en la red de distribución. Los resultados mostraron que el sistema de abastecimiento presentaba una sostenibilidad intermedia, por lo que requirió intervención. Se planteó una captación de manantial de ladera, una línea de conducción con tubería de 1.5", un reservorio apoyado de 8 m<sup>3</sup> y una red de distribución tipo ramal, con tubería principal de 1" y secundaria de ¾". Se concluyó que la evaluación y la propuesta de mejoramiento influyeron positivamente en la condición sanitaria de la población, al garantizar un servicio de agua potable con calidad, cantidad y continuidad, mejorando el bienestar y la salud de los habitantes del caserío.

Machado y Silva (2024) cuyo objetivo general fue evaluar el estado de funcionamiento del sistema de agua potable del Caserío de Vinchamarca con la finalidad de formular una propuesta de mejora para el servicio durante el año 2023. La investigación se desarrolló bajo una metodología de enfoque mixto, integrando procedimientos cualitativos y cuantitativos, con un diseño no experimental y de tipo descriptivo. Para la recolección de información se aplicaron entrevistas a los pobladores y se realizaron inspecciones técnicas de las infraestructuras hidráulicas, lo que permitió evaluar la captación, el reservorio, la red de conducción y la red de distribución del sistema de agua potable. Los resultados evidenciaron múltiples deficiencias en el funcionamiento del sistema, entre las que destacaron una

captación con capacidad limitada, la ausencia de un proceso de tratamiento del agua, el deterioro y la antigüedad de las tuberías, así como una insuficiente capacidad de almacenamiento del reservorio. Por último, se concluyó que era necesaria la implementación de una propuesta de mejora integral, la cual incluyó la optimización de la captación, la rehabilitación del reservorio existente, la construcción de un nuevo reservorio, el reemplazo y reparación de las tuberías deterioradas y la incorporación de un sistema de tratamiento de agua.

Además, Taboada (2021) en su tesis titulada *“Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para determinar la mejora de la condición sanitaria de la población del caserío de Pocos Huanca, distrito de Moro, provincia del Santa, región Ancash – 2021”*, cuyo objetivo general fue realizar una evaluación técnica del sistema existente y proponer mejoras que permitieran optimizar el servicio de agua potable y, en consecuencia, mejorar las condiciones sanitarias de los habitantes del caserío. La tesis se desarrolló bajo una metodología de enfoque cualitativo y cuantitativo, con diseño no experimental, observacional y de nivel descriptivo correlacional. Los resultados mostraron que la captación y el reservorio se encontraban en estado regular, la línea de conducción en estado deficiente y la red de aducción y distribución en buen estado; asimismo, la cobertura, cantidad y continuidad del servicio fueron adecuadas, mientras que la calidad del agua resultó regular. Finalmente, se concluyó que era necesario mejorar la captación, la línea de conducción y el reservorio para optimizar el funcionamiento del sistema y fortalecer la condición sanitaria de la población.

#### **2.1.4. Antecedentes Locales**

Alzamora (2023) en su tesis *“Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de agua potable del centro poblado de Cambio Puente, distrito Chimbote. Provincia de Santa, Región de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2023”*, su

objetivo fue evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Cambio Puente, así mismo, presentó un enfoque metodológico con alcance correlacional, integrando tanto el nivel cualitativo como cuantitativo. Los resultados fueron; el diseño de la nueva captación de fondo, línea de conducción de tubería PVC clase 10, el reservorio con un volumen de  $10\text{m}^3$ , la línea de aducción y red de distribución con tubería PVC clase 10 de diámetro de  $\frac{1}{2}$  hasta 1. Se concluyó con un diagnóstico mediante una evaluación realizada en el actual sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Cambio Puente, distrito Chimbote, provincia de Santa, región de Áncash, donde se obtuvieron resultados desfavorables con la condición del sistema tanto en infraestructura y funcionamiento. Es por ello se propuso el mejoramiento para mejorar la condición sanitaria de la población.

Según Llaure y Vega (2020) en su tesis titulada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado Las Flores –Tangay, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash-2021”, su objetivo general fue diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Las Flores-Tangay. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, el diseño no experimental y descriptivo. En cuanto a los resultados, se dimensionó un sistema de abastecimiento de agua potable que garantizó el caudal necesario para el consumo diario de la población, incorporando un sistema de pretratamiento, una línea de impulsión por bombeo con tuberías de PVC C10 de 2” y 2.5”, una línea de aducción con tubería PVC C7.5 de 2.5”, un reservorio apoyado de  $50\text{ m}^3$  y una red de distribución mixta con válvulas de control. Como conclusión, se determinó que el sistema diseñado cumplió con los criterios técnicos y operativos, considerando una captación tipo barraje fijo con canal de derivación, una línea de impulsión de 516.89 m, una línea de aducción de 124.27 m y un reservorio apoyado con volumen de  $50\text{ m}^3$ . La red de distribución empleó tuberías PVC C7.5 y C10 con diámetros diferenciados, asegurando presiones adecuadas y continuidad del servicio.

También, Huanca y Marin (2022) en su tesis, tuvieron como objetivo general, evaluar la calidad del servicio de agua potable aplicando WaterCAD en el AA.HH “Los Geranios”. Según la metodología, tuvo un enfoque mixto, combinando elementos tanto cuantitativos como cualitativos en la recopilación y análisis de datos; así mismo mostró ser una investigación de tipo aplicada y descriptiva con diseño no experimental transversal. Los resultados mostraron que la turbidez, el color y el pH cumplieron los estándares; sin embargo, los coliformes totales excedieron los 23 NMP/100 mL frente al límite de 0 NMP/100 mL, evidenciando contaminación microbiológica, además de concentraciones elevadas de aluminio, boro, sodio y sílice. El servicio presentó interrupciones, presiones inestables y percepción negativa, siendo que el 89% de los usuarios calificó como ineficiente la atención del suministro. La simulación hidráulica cumplió la normativa, con un caudal de 11,11 l/s, presiones entre 10,58 y 25,18 mca y velocidades de 0,6 a 3,0 m/s, asegurando estabilidad del sistema. Así mismo, se concluyó que el servicio de agua potable en “Los Geranios” presentó deficiencias por contaminación microbiológica, continuidad irregular y percepción negativa; no obstante, el uso de WaterCAD permitió plantear mejoras que optimizaron la distribución y fortalecieron la seguridad y eficiencia del suministro.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Agua Potable**

#### **a. Definición de Agua Potable**

El agua potable es aquella que reúne las condiciones físicas, químicas y microbiológicas adecuadas para ser consumida de manera segura por las personas, sin representar riesgos para la salud. Se caracteriza por estar libre de microorganismos, sustancias tóxicas y contaminantes que puedan provocar enfermedades, además de presentar características aceptables de color, olor y sabor. Asimismo, su acceso seguro constituye un elemento

esencial para la sostenibilidad de las poblaciones, el desarrollo económico y la calidad de vida de la sociedad. (Organización Mundial de la Salud, 2011)

Este recurso es fundamental para la vida y el bienestar de la población, ya que permite cubrir necesidades básicas como beber, preparar alimentos, realizar la higiene personal y mantener condiciones sanitarias adecuadas. Contar con acceso a agua potable no solo mejora la calidad de vida de las personas, sino que también contribuye a prevenir enfermedades y favorece el desarrollo social y económico de las comunidades, especialmente en las zonas rurales donde muchas familias aún enfrentan dificultades para acceder a este servicio básico. (MINSA, 2011)

#### **b. Importancia del Agua Potable**

El agua potable es un recurso fundamental para la vida y el bienestar de las personas, ya que permite cubrir necesidades básicas como el consumo diario, la preparación de alimentos, la higiene personal y las actividades de saneamiento. Contar con acceso adecuado a este servicio ayuda a prevenir enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada y mejora significativamente la calidad de vida de la población, especialmente en las zonas rurales donde las condiciones sanitarias suelen ser más limitadas. (Organización Mundial de la Salud, 2011)

Según la Organización Mundial de la Salud, el acceso seguro al agua potable es esencial para reducir enfermedades infecciosas, gastrointestinales y parasitarias que afectan principalmente a las poblaciones más vulnerables. Además, disponer de agua de manera continua y segura favorece el desarrollo social, económico y educativo de las comunidades, permitiendo mejores condiciones de salud y bienestar para sus habitantes. (Organización Mundial de la Salud, 2011)

En las áreas rurales, la importancia del agua potable es aún mayor, debido a que muchas comunidades presentan sistemas de abastecimiento deficientes, servicio discontinuo y

limitada infraestructura hidráulica. Estas condiciones aumentan el riesgo de contaminación del agua y afectan directamente la salud de la población, así como la eficiencia y sostenibilidad del servicio. (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

Por ello, resulta necesario que los sistemas de abastecimiento de agua potable sean diseñados y evaluados de manera técnica, considerando aspectos hidráulicos, sanitarios y de sostenibilidad, con la finalidad de garantizar una distribución eficiente, continua y segura del recurso hídrico para la población. (Ministerio de vivienda [MVCS], 2018)

### **c. Características**

Las características del agua potable son establecidas mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos que permiten evaluar la calidad del agua destinada al consumo. En primer lugar, el agua potable debe presentar características físicas adecuadas, como ser incolora, inodora e insípida; es decir, no debe tener color, olor ni sabor desagradable. Además, debe mantener niveles bajos de turbidez, ya que la presencia de partículas suspendidas puede afectar su apariencia y favorecer la existencia de microorganismos. Respecto a las características químicas, el agua debe contener concentraciones adecuadas de minerales y sustancias químicas que no sean perjudiciales para la salud humana. Parámetros como el pH, la dureza, la alcalinidad y el cloro residual deben mantenerse dentro de los límites permitidos por las normas de calidad del agua potable. Asimismo, el agua no debe contener sustancias tóxicas ni metales pesados en concentraciones que puedan generar efectos negativos en la salud. En cuanto a las características microbiológicas, el agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos, bacterias, virus y parásitos que puedan ocasionar enfermedades. La ausencia de coliformes fecales y de bacterias como *Escherichia coli* es uno de los principales indicadores de que el agua es apta para el consumo humano (Organización Mundial de la Salud, 2011).

**d. Acceso al agua potable en zonas rurales**

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2024) señaló lo siguiente:

Durante el año 2023, en las zonas rurales, la mayoría de los hogares utilizó el agua proveniente de la red pública principalmente para actividades básicas del hogar. Entre los usos más frecuentes destacan el aseo personal, realizado por el 95,5% de las familias, la preparación de alimentos con un 94,6% y el lavado de ropa con un 91,0%. Asimismo, una parte importante de los hogares destinó el agua para el cuidado de animales, ya que el 61,6% la empleó para dar de beber a animales domésticos y el 58,6% para animales de crianza. En menor proporción, el 14,4% utilizó el agua para el riego de huertos o chacras. (p. 19)

**e. Calidad de agua**

Según Tchobanoglous et al. (2014) la calidad del agua está determinada por sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, las cuales permiten establecer si es adecuada para distintos usos, principalmente para el consumo humano. Cuando estas características no se encuentran dentro de los límites permitidos, el agua puede convertirse en una fuente de transmisión de enfermedades y poner en riesgo la salud de la población. Por ello, es fundamental realizar un control de calidad permanente, tanto en la fuente de abastecimiento como en el sistema de distribución, mediante la aplicación de tecnologías adecuadas de tratamiento y monitoreo. (p. 34).

**2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable****a. Definición de Sistema de abastecimiento**

Un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano es el conjunto de infraestructuras hidráulicas, instalaciones físicas, equipos y procesos operativos y administrativos que permiten captar, conducir, almacenar y distribuir agua hasta las viviendas mediante conexiones domiciliarias, garantizando un servicio adecuado de

acuerdo con las normas técnicas establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Asimismo, cuando el suministro de agua se realiza mediante modalidades no convencionales, como camiones cisterna u otras alternativas de abastecimiento, estos servicios son considerados como sistemas brindados en condiciones especiales. (MINSA, 2011)

Por otro lado, Chavez Ortiz (2021) señala que un sistema de abastecimiento de agua potable se entiende como una obra de ingeniería conformada por diversos componentes esenciales, cada uno con funciones específicas e importantes. Su finalidad es captar el agua desde una fuente determinada, almacenarla, tratarla adecuadamente y distribuirla de manera eficiente para satisfacer las necesidades de consumo de la población de una determinada zona.

#### **b. Criterios de selección**

La selección de la alternativa tecnológica para un sistema de abastecimiento de agua potable se basa en la evaluación de las condiciones de la zona de estudio. Según MVCS (2018), los principales criterios son:

- **Tipo de fuente:** Puede ser superficial (ríos, lagunas o quebradas), subterránea (manantiales, pozos o galerías filtrantes) o pluvial (lluvia).
- **Ubicación de la fuente:** Determina si el sistema funcionará por gravedad o mediante bombeo.
- **Nivel freático:** Define la viabilidad y el tipo de captación de aguas subterráneas.
- **Frecuencia e intensidad de lluvias:** Permite evaluar la disponibilidad de agua en sistemas que aprovechan fuentes pluviales.
- **Disponibilidad de agua:** Verifica que la fuente proporcione un caudal suficiente para atender la demanda de la población.

- **Zona inundable:** Evalúa el riesgo de afectación de la infraestructura por inundaciones.
- **Calidad del agua:** Determina los tratamientos necesarios para garantizar agua apta para el consumo humano.

### c. Algoritmo de Selección

El árbol de decisión para abastecimiento de agua potable permite evaluar los criterios de selección definidos previamente, con el fin de identificar la alternativa tecnológica más adecuada para la zona de estudio. (MVCS, 2018)

**Figura 1**

*Algoritmo de selección de sistemas de agua potable para el ámbito rural*



*Nota.* Adaptado de Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (p. 15), por MVCS, 2018.

#### **d. Tipos del sistema de abastecimiento**

En los **sistemas de agua potable por gravedad**, la fuente de abastecimiento debe encontrarse ubicada en una zona elevada con respecto a la población, de manera que el agua pueda desplazarse a través de las tuberías utilizando únicamente la fuerza de gravedad, permitiendo así su conducción y distribución hacia los diferentes puntos de consumo. Por otro lado, en los **sistemas de agua potable por bombeo**, las fuentes de agua generalmente se localizan en zonas más bajas que la población, por lo que es indispensable emplear equipos de bombeo que permitan impulsar y elevar el agua hasta un reservorio, garantizando de esta manera la presión necesaria para su adecuada distribución en la red. (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

MVCS (2018) identifica siete alternativas tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua potable:

Los **sistemas por gravedad** incluyen una alternativa con tratamiento (SA-01), compuesta por captación, conducción, planta de tratamiento, reservorio, desinfección y red de distribución; y dos alternativas sin tratamiento (SA-03 y SA-04), que consideran captaciones en manantiales o aguas subterráneas, reservorio, desinfección y distribución.

Los **sistemas por bombeo** comprenden una opción con tratamiento (SA-02), integrada por captación, impulsión, planta de tratamiento, reservorio y red de distribución; y dos opciones sin tratamiento (SA-05 y SA-06), que incorporan captación, estación de bombeo, línea de impulsión, reservorio, desinfección y distribución. Finalmente, el **sistema pluvial** (SA-07) contempla la captación de agua de lluvia mediante techos, su almacenamiento en reservorio y la posterior desinfección para su consumo. (p.12)

**Figura 2**

*Sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad y por bombeo*



*Nota. Elaboración propia*

### **2.2.3. Componentes del sistema de abastecimiento de agua**

#### **a. Captación**

La captación es la estructura hidráulica destinada a recolectar el agua proveniente de una fuente superficial o subterránea para incorporarla al sistema de abastecimiento de agua potable. Su principal función es garantizar la extracción adecuada del recurso hídrico en cantidad suficiente y con las mejores condiciones de calidad posibles (MVCS, 2018).

#### **b. Línea de conducción**

Agüero Pittman (1997) señala que la línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad está conformada por un conjunto de tuberías, válvulas, accesorios y estructuras hidráulicas cuya función es transportar el agua desde la captación hasta el reservorio, utilizando la diferencia de nivel o carga hidráulica existente entre ambos puntos.

Para garantizar un funcionamiento eficiente del sistema, a lo largo de la línea de conducción pueden incorporarse elementos complementarios como cámaras rompe presión, válvulas de aire y válvulas de purga, los cuales permiten controlar las presiones, eliminar el aire acumulado y facilitar la limpieza de las tuberías. Cada uno de estos componentes debe ser diseñado de acuerdo con las características hidráulicas y topográficas propias del sistema. (p. 53)

**i. Caudal de diseño**

El caudal de diseño es un parámetro clave para dimensionar la línea de conducción, ya que debe asegurar el transporte de la demanda proyectada de agua. Normalmente se considera el caudal máximo diario, y en sistemas de abastecimiento discontinuo se utiliza el caudal máximo horario para garantizar la continuidad y confiabilidad del servicio. (MVCS, 2018)

**ii. Velocidad del flujo**

La velocidad del agua en la tubería influye directamente en el desempeño de la línea de conducción. Para evitar la sedimentación y reducir las pérdidas de carga, se recomienda mantener velocidades entre 0,60 m/s y 3,00 m/s, permitiéndose valores superiores cuando estén técnicamente justificados. (MVCS, 2018)

**iii. Tuberías**

MVCS (2018) afirma que para el diseño hidráulico de tuberías que funcionan en condiciones de flujo no presurizado, se utiliza la fórmula de Manning, la cual permite determinar el comportamiento del flujo considerando la rugosidad característica del material que conforma la conducción.

$$v = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

$v$  : velocidad del flujo en m/s

$n$  : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| – Hierro fundido dúctil               | 0,015 |
| – Cloruro de polivinilo (PVC)         | 0,010 |
| – Polietileno de Alta Densidad (PEAD) | 0,010 |

$R_h$  : radio hidráulico

$i$  : pendiente en tanto por uno

### **c. Línea de impulsión**

La línea de impulsión es la infraestructura hidráulica destinada a transportar agua desde un punto de menor elevación hacia otro ubicado a una cota superior. Este proceso requiere el uso de equipos de bombeo, generalmente bombas centrífugas, que proporcionan la energía necesaria para vencer el desnivel existente. En los sistemas de abastecimiento de agua, la línea de impulsión conecta la estructura de captación con el reservorio o con la planta de tratamiento de agua potable (PTAP). (MVCS, 2018, p.111)

Previo al diseño de la línea de impulsión y a la selección del sistema de bombeo, es indispensable realizar actividades de recopilación de información de campo. Estas incluyen inspecciones visuales y el reconocimiento de las condiciones del área de estudio, con la finalidad de identificar las características que permitan satisfacer la demanda futura de la población y garantizar una operación eficiente con costos de mantenimiento reducidos. (MVCS, 2018, p.111)

El diseño de una línea de impulsión debe considerar diversos criterios técnicos relacionados con las condiciones de servicio de la tubería, el entorno donde será instalada

y el método constructivo a emplear. Para ello, es necesario disponer de información básica como el caudal de diseño, la longitud de la conducción y el desnivel existente entre los puntos de captación y descarga. (MVCS, 2018, p.111)

#### **i. Tubería**

La selección del material de la tubería debe realizarse considerando aspectos económicos, la disponibilidad de accesorios y la capacidad del material para resistir las condiciones de operación del sistema. Entre las alternativas más utilizadas se encuentran:

- Tuberías de PVC clase 10 o clase 15, conforme a la Norma ISO 4422.
- Tuberías de fundición dúctil (FFD) clase K-9, de acuerdo con la Norma ISO 2531.
- Accesorios de fundición dúctil clase K-9 para sistemas con presiones de servicio superiores a 10 bar.

Asimismo, la elección del material debe tomar en cuenta las características del suelo, especialmente en zonas con alta corrosividad, asociada a elevadas concentraciones de sales solubles, sulfatos y cloruros, o cuando el pH se encuentra fuera del rango de 6 a 8. En estas condiciones, el uso de tuberías de PVC suele representar una alternativa adecuada debido a su resistencia a la corrosión.

Por otro lado, la determinación del diámetro de la tubería está estrechamente relacionada con la velocidad de circulación del agua. Velocidades bajas pueden favorecer la acumulación de sedimentos, mientras que velocidades elevadas generan vibraciones, mayores pérdidas de carga y un incremento en los costos de operación. Por ello, se recomienda que la velocidad del flujo en las líneas de impulsión se mantenga una velocidad de 0,6 m/s a 2,0 m/s. (MVCS, 2018, p.111)

Para calcular el diámetro de la tubería de impulsión (m):

$$D = 0.96 * \left( \frac{N}{24} \right)^{\frac{1}{4}} * (Q_b^{0.45})$$

Donde:

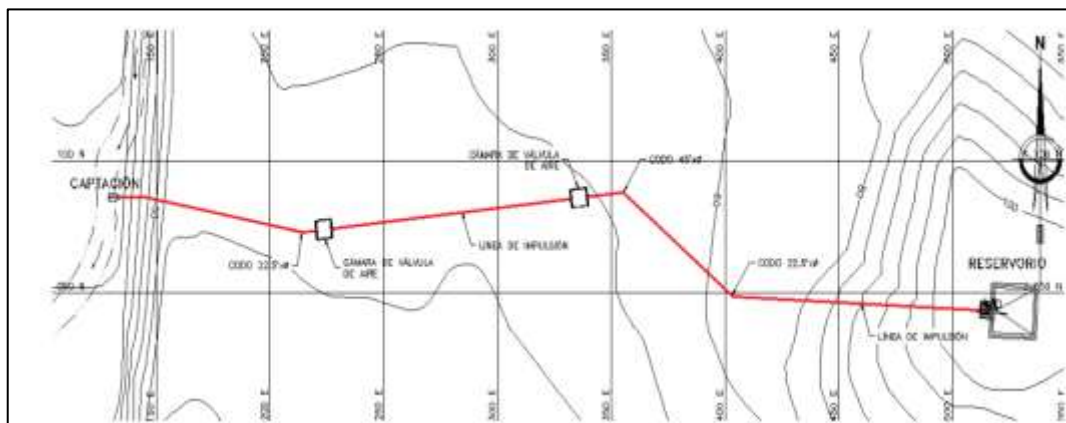
D : Diámetro interior aproximado (m).

N : Número de horas de bombeo al día.

$Q_b$  : Caudal de bombeo obtenido de la demanda horaria por persona, del análisis poblacional y del número de horas de bombeo por día en ( $m^3/s$ ).

### Figura 3

*Línea de impulsión*



*Nota.* Adaptado de R.M. N° 192-2018-VIVIENDA-Norma Técnica de Diseño: Opciones

Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural.

#### d. Estación de bombeo

Una estación de bombeo es una infraestructura compuesta por obras civiles, equipos electromecánicos, tuberías y accesorios, cuya función es impulsar el agua desde la fuente de abastecimiento hacia un reservorio, una planta de tratamiento o la red de distribución cuando el transporte por gravedad no es posible. Estas estaciones pueden ser fijas, cuando los equipos permanecen en una ubicación permanente, o flotantes, cuando se instalan

sobre plataformas ubicadas en cuerpos de agua con variaciones significativas de nivel. (MVCS, 2018, p.106)

Para garantizar su adecuado funcionamiento, las estaciones de bombeo deben ubicarse en zonas seguras y estables, protegidas frente a inundaciones y deslizamientos. Asimismo, deben contar con ventilación e iluminación adecuadas, accesibilidad para el mantenimiento de los equipos y elementos que favorezcan una captación uniforme del agua. (MVCS, 2018, p.106)

#### **e. Reservorio**

El reservorio debe localizarse preferentemente cerca de la población y en una elevación que asegure la presión mínima requerida en los puntos más desfavorables de la red de distribución. Su diseño debe contemplar el funcionamiento como reservorio de cabecera, garantizando la calidad sanitaria del agua y la estanqueidad de la estructura. Generalmente se construye en concreto, siguiendo criterios de estandarización que establecen volúmenes en múltiplos de 5 m<sup>3</sup>. Asimismo, puede ser de tipo enterrado, semienterrado, apoyado o elevado, debiendo contar con cobertura, cerco perimétrico de protección y una tapa sanitaria que facilite el acceso para labores de operación y mantenimiento. (MVCS, 2018, 115)

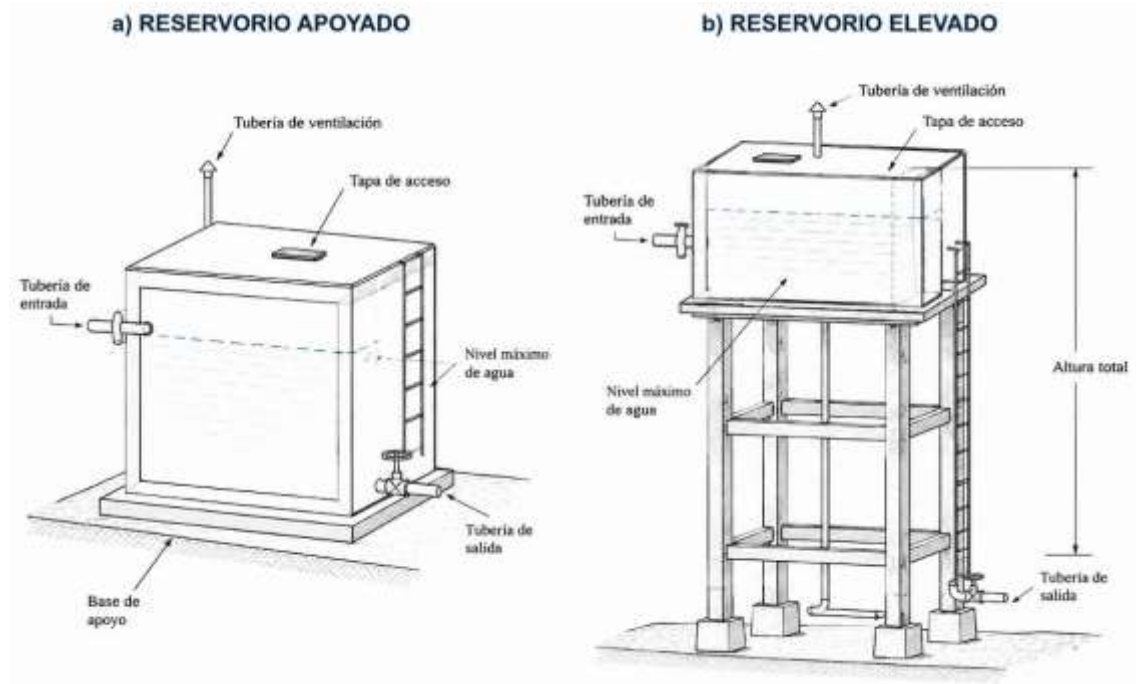
Agüero (1997) afirma que los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son contruidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son contruidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son contruidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada. (p.78)

Para asegurar el adecuado funcionamiento del reservorio y preservar la calidad sanitaria del agua destinada al consumo humano, es fundamental implementar un programa periódico de inspección, limpieza y mantenimiento que permita detectar oportunamente grietas, fisuras o cualquier otro deterioro estructural susceptible de ocasionar pérdidas de agua o favorecer la contaminación. Del mismo modo, deben realizarse controles y muestreos continuos de la calidad del agua con la finalidad de prevenir, identificar y corregir posibles focos de contaminación que comprometan su potabilidad. Asimismo, el reservorio debe someterse a procesos de lavado y desinfección como mínimo dos veces por año, utilizando una solución de cloro con una concentración de 50 ppm o un desinfectante de eficacia equivalente, garantizando así el cumplimiento de las condiciones sanitarias requeridas para el abastecimiento seguro de agua a la población. Ministerio de Vivienda, Construcción y Sanemiento. (2016)

#### **Figura 4**

*Tipos de reservorios: apoyado y elevado*



*Nota.* Adaptado de Agua Potable para Poblaciones Rurales (p. 78), por Agüero Pittman, 1997.

#### **f. Línea de aducción**

La línea de aducción corresponde al tramo de tubería que conecta el reservorio de almacenamiento con el punto de inicio de la red de distribución. Su diseño se realiza considerando el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ), con el fin de garantizar el suministro adecuado de agua durante los periodos de mayor demanda. (Agüero Pittman, 1997)

Según MVCS (2018), para definir el recorrido de la línea de aducción se debe considerar evitar pendientes superiores al 30% e inferiores al 0,50%, buscando la ruta más corta sin generar excavaciones excesivas y evitando terrenos privados, que puedan generar conflictos durante la construcción.

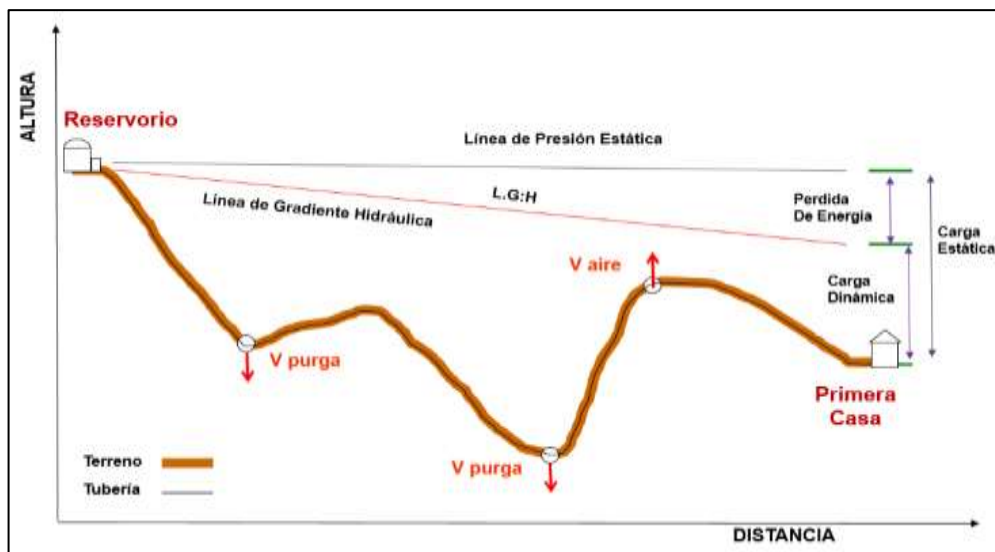
El diseño hidráulico de la aducción debe cumplir con los siguientes criterios:

- Capacidad mínima para conducir el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).
- Carga estática máxima de 50 m.
- Carga dinámica mínima de 1 m.

- Velocidad del agua entre 0,60 m/s y 3,00 m/s, pudiendo alcanzar hasta 5,00 m/s en casos técnicamente justificados.
- Diámetro mínimo de 25 mm (1") en sistemas rurales.
- La Línea Gradiente Hidráulica (LGH), debe mantenerse por encima del terreno.

**Figura 5**

*Línea de Presión Estática*



*Nota.* Adaptado de R.M. N° 192-2018-VIVIENDA-Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural.

#### **g. Red de distribución**

Se trata de una red conformada por tuberías de distintos diámetros, acompañadas de válvulas y grifos, que inicia a partir del punto final de la línea de aducción y se extiende a lo largo de las diversas calles de la comunidad. Para llevar a cabo su diseño, es fundamental determinar previamente la ubicación del reservorio, asegurando que se respeten los rangos establecidos de presión y velocidad. En este proceso, es necesario tomar en cuenta ciertos criterios técnicos específicos. (Agüero Pittman, 1997)

**Figura 6**

*Parámetros establecido en la R.M. N°192-2018-VIVIENDA*



*Nota.* Adaptado de R.M. N° 192-2018-VIVIENDA-Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural.

De acuerdo con la forma en que se organizan los circuitos, los sistemas de distribución de agua se clasifican en dos tipos: el sistema abierto o ramificado y el sistema de circuito cerrado, también denominado sistema mallado o en parrilla.

#### **i. Sistema abierto o ramificado**

El sistema abierto o ramificado está conformado por una tubería principal de la cual se desprenden varias ramificaciones secundarias. Este tipo de red suele emplearse en zonas donde la topografía dificulta la conexión entre los diferentes ramales o en poblaciones con crecimiento lineal, generalmente ubicadas a lo largo de carreteras o ríos. (Agüero Pittman, 1997)

En este sistema, la tubería matriz se instala normalmente siguiendo una vía principal y, a partir de ella, se distribuyen las tuberías secundarias. Sin embargo,

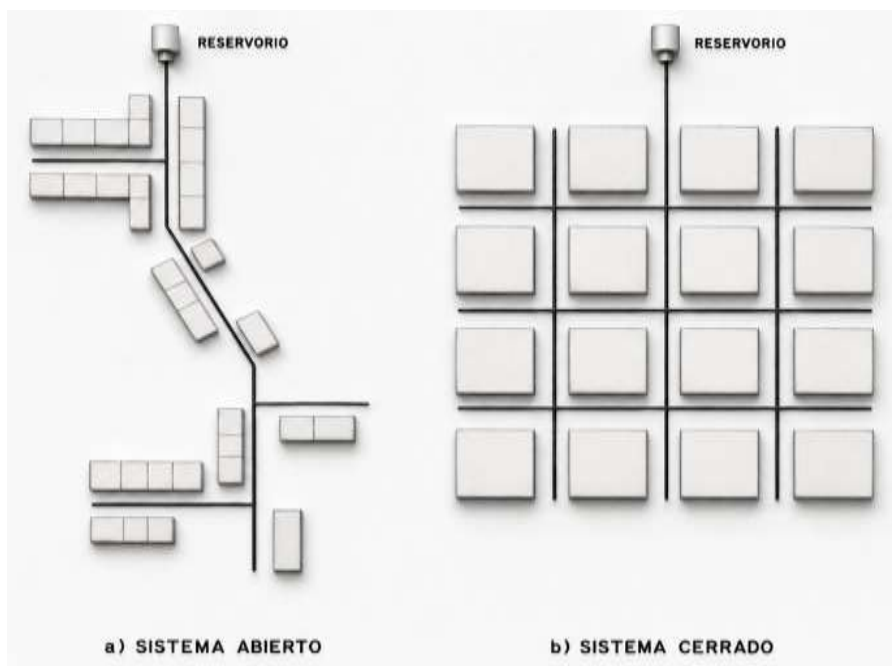
una de sus principales desventajas es que el agua circula en un solo sentido; por ello, cuando ocurre una avería en la red, parte de la población puede quedar sin abastecimiento. (Agüero Pittman, 1997)

Asimismo, en los extremos de los ramales secundarios se generan los llamados puntos muertos, donde el agua deja de circular y permanece estancada dentro de las tuberías. Esta situación puede ocasionar malos olores y alteraciones en el sabor del agua, especialmente en sectores donde las viviendas se encuentran dispersas. Para evitar estos problemas y reducir el riesgo de contaminación, es necesario instalar válvulas de purga que permitan limpiar periódicamente la red. (Agüero Pittman, 1997)

## **ii. Sistema cerrado**

Las redes de distribución malladas están conformadas por tuberías conectadas entre sí, formando circuitos cerrados o mallas. Este tipo de red es considerado uno de los más eficientes, ya que busca interconectar las tuberías para garantizar un suministro de agua continuo y confiable. Gracias a esta configuración, se eliminan los llamados puntos muertos, permitiendo que, en caso de mantenimiento o reparación de alguna tubería, el corte del servicio afecte únicamente a una zona reducida, dependiendo de la ubicación de las válvulas. Además, este sistema resulta más económico porque el agua circula desde ambos extremos de las tuberías, lo que disminuye las pérdidas de carga y permite utilizar diámetros menores. Asimismo, brinda mayor seguridad ante situaciones de incendio, debido a que las válvulas pueden cerrarse estratégicamente para dirigir el agua hacia el lugar donde se necesite. (Agüero Pittman, 1997)

**Figura 7**  
Tipos de redes de distribución



*Nota.* Adaptado de Agua Potable para Poblaciones Rurales (p. 94), por Agüero Pittman, 1997.

#### **h. Conexiones domiciliarias**

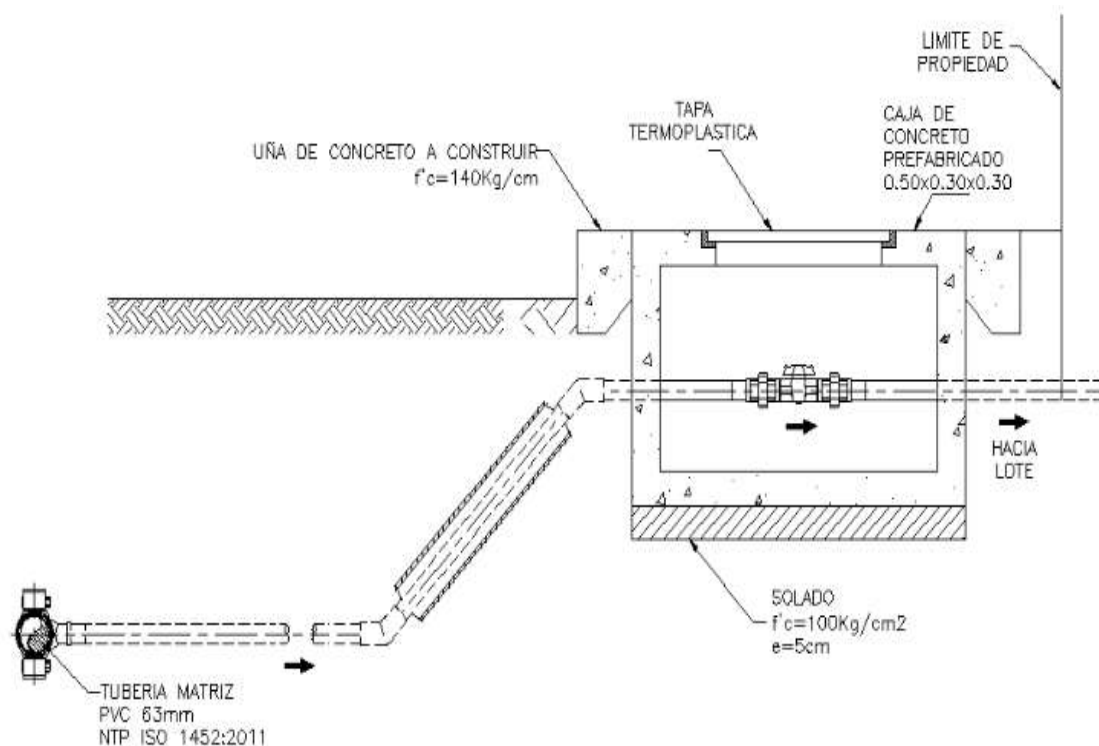
La conexión domiciliaria está conformada por un conjunto de tuberías y accesorios que permiten conducir el agua potable desde la red de distribución hasta el punto de medición del usuario, donde se instala el medidor de la vivienda. Según las especificaciones establecidas en las normas técnicas, las conexiones domiciliarias destinadas a uso residencial se diseñan comúnmente con un diámetro de media pulgada ( $\frac{1}{2}$ " ). (CARE Internacional-Avina, 2012, p. 85)

Entre sus principales componentes se encuentran la abrazadera o collar de derivación, la válvula de incorporación, la tubería de conexión, la llave de corte, el medidor de agua y la caja de protección del medidor. Estos elementos garantizan el control, medición y suministro adecuado del servicio de agua potable hacia cada predio. (CARE Internacional-Avina, 2012, p. 85)

Por otro lado, MVCS (2018) señala que cuando el abastecimiento de agua se realiza mediante una red de distribución, cada vivienda debe contar con una conexión domiciliar que permita conducir el agua hasta la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) y el lavadero multiusos. Esta conexión debe ubicarse frente al predio, cerca del acceso principal, y tener un diámetro mínimo de 15 mm ( $\frac{1}{2}$ "). Además, está conformada por elementos de toma, conducción y unión con la instalación interna, incorporando una llave de control dentro de la propiedad para regular el suministro. La conexión se instala mediante una caja prefabricada de concreto o material termoplástico, apoyada sobre una base de concreto que garantice su estabilidad y adecuado funcionamiento. (p. 134)

**Figura 8**

*Conexión domiciliar*



*Nota.* Adaptado de R.M. N° 192-2018-VIVIENDA-Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural.

#### 2.2.4. Fuentes de abastecimiento de agua

##### a. Agua lluvia

La captación de agua de lluvia se aplica principalmente en zonas donde no existen fuentes de agua superficial o subterránea que sean adecuadas para el consumo. Este tipo de sistema suele utilizarse en lugares donde las lluvias son constantes o abundantes durante determinadas épocas del año. Para recolectar el agua, generalmente se aprovechan los techos de las viviendas u otras superficies impermeables, permitiendo conducirla hacia tanques o sistemas de almacenamiento diseñados según la cantidad de agua que se necesita y la intensidad de las precipitaciones en la zona. (Agüero Pittman, 1997)

**Figura 9**

*Captación de agua de lluvia*



*Nota.* Adaptado de Agua Potable para Poblaciones Rurales (p. 27), por Agüero Pittman, 1997.

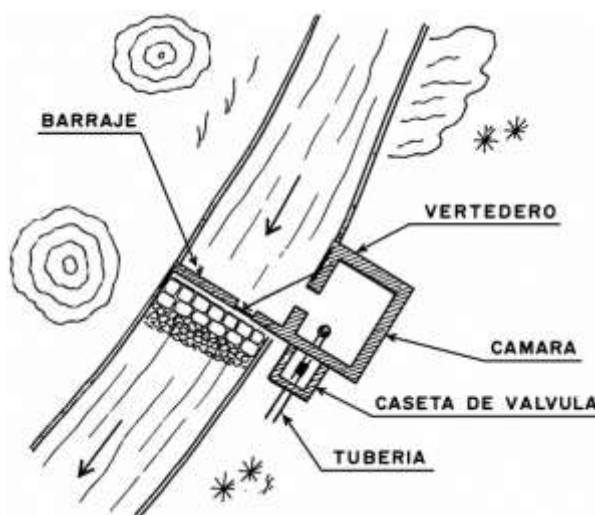
##### b. Aguas superficiales

Las fuentes de agua superficial comprenden corrientes y cuerpos de agua que se encuentran de manera natural sobre la superficie terrestre, tales como riachuelos, ríos, lagunas y lagos. En términos generales, estas fuentes suelen presentar mayores riesgos de contaminación, especialmente cuando existen asentamientos humanos, actividades

agrícolas o zonas de pastoreo ubicadas aguas arriba. No obstante, en muchas comunidades constituyen la única alternativa disponible para el abastecimiento de agua. Por ello, antes de su aprovechamiento es indispensable realizar una evaluación integral que permita conocer sus condiciones sanitarias, la disponibilidad de caudal y las características de calidad del agua, con el fin de garantizar un suministro adecuado y seguro para la población. (Agüero Pittman, 1997)

### Figura 10

#### *Captación de agua superficial*



*Nota.* Adaptado de Agua Potable para Poblaciones Rurales (p. 28), por Agüero Pittman, 1997.

#### **c. Agua subterráneas**

Una parte del agua proveniente de las precipitaciones se infiltra a través de las capas del suelo hasta alcanzar la zona saturada, donde se acumula y da origen a las aguas subterráneas. El aprovechamiento de este recurso hídrico depende principalmente de las condiciones hidrológicas de la cuenca y de las características geológicas que presenta el acuífero. Para su captación pueden emplearse diferentes estructuras, entre las que destacan los manantiales, las galerías filtrantes y los pozos, ya sean excavados o tubulares. La Figura 11 muestra un ejemplo de las diversas alternativas utilizadas para la

extracción y aprovechamiento de aguas subterráneas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano. (Agüero Pittman, 1997)

### **Figura 11**

Captación de agua subterránea (manantial)



*Nota.* Adaptado de Agua Potable para Poblaciones Rurales (p. 28), por Agüero Pittman, 1997.

#### **2.2.5. Periodos de diseño**

El período de diseño de los componentes de un sistema se define considerando factores como la vida útil de las estructuras y equipos, la posibilidad de ampliación de la infraestructura, el crecimiento poblacional proyectado y la capacidad económica disponible para ejecutar las obras. Para los sistemas de agua potable y saneamiento en centros poblados rurales, se recomienda un período de diseño de 20 años, excepto para los equipos de bombeo, cuyo período de diseño es de 10 años. (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

**Tabla 1**

*Periodo de diseño para componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales*

| <b>Estructura</b>                                                                   | <b>Periodo de diseño</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 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.* Esta tabla muestra cómo varía el periodo de diseño de acuerdo a la estructura. Adaptado de Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (p. 30), por MVCS, 2018.

### **2.2.6. Demanda de agua potable**

#### **a. Consumo de agua**

El consumo de agua constituye una necesidad fundamental para el ser humano, debido a su papel en el mantenimiento de la hidratación y el equilibrio fisiológico del organismo.

Además, este recurso es necesario para la elaboración de alimentos y para las prácticas de higiene, factores que resultan esenciales para la protección de la salud y el bienestar de las personas. Este parámetro es fundamental para el diseño de sistemas de abastecimiento, ya que permite estimar la cantidad de agua requerida por los usuarios y garantizar la continuidad del servicio. (Organización Mundial de la Salud, 2011)

El consumo de agua está determinado por diversos factores, como el tipo de comunidad, las condiciones económicas y sociales, el clima y el tamaño de la población. Tanto en zonas urbanas como rurales, se deben considerar los usos domésticos, comerciales, industriales, públicos y las pérdidas del sistema de abastecimiento. Asimismo, las características de las viviendas, la temperatura, las precipitaciones y el número de habitantes influyen directamente en la demanda y el consumo per cápita de agua. (Agüero Pittman, 1997)

#### **b. Dotación per cápita**

La dotación corresponde a la cantidad de agua asignada a cada habitante para cubrir sus necesidades diarias, considerando tanto los diferentes usos del servicio como las pérdidas que pueden presentarse en el sistema de abastecimiento. Generalmente, se expresa en litros por habitante por día (L/hab/día) y se determina a partir de los consumos registrados o mediante estudios de demanda que evalúan las necesidades de la población. (Comisión Nacional del Agua, p. 15)

Para el diseño de sistemas de agua potable, la dotación debe establecerse de acuerdo con las características y condiciones específicas de cada localidad, considerando factores como el tipo de uso predominante, el crecimiento poblacional y la proyección futura de la demanda. Asimismo, es importante analizar los consumos previstos durante el periodo de

diseño del sistema para garantizar un abastecimiento adecuado y sostenible. (Comisión Nacional del Agua, p. 16)

En el caso de las redes de distribución, la dotación se calcula principalmente a partir de la demanda doméstica y comercial por habitante, mientras que los consumos industriales y de servicios públicos se evalúan de manera independiente según su ubicación y volumen requerido dentro de la red. (Comisión Nacional del Agua, p. 16)

### Figura 12

*Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)*

| REGIÓN        | DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)           |                                                      |
|---------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|               | SIN ARRASTRE HIDRÁULICO<br>(COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO) | CON ARRASTRE HIDRÁULICO<br>(TANQUE SÉPTICO MEJORADO) |
| <b>COSTA</b>  | 60                                                            | 90                                                   |
| <b>SIERRA</b> | 50                                                            | 80                                                   |
| <b>SELVA</b>  | 70                                                            | 100                                                  |

*Nota.* Adaptado de MVCS, 2018, p.31

### Figura 13

*Dotación de agua para centros educativos*

| DESCRIPCIÓN                                      | DOTACIÓN (l/alumno.d) |
|--------------------------------------------------|-----------------------|
| Educación primaria e inferior (sin residencia)   | 20                    |
| Educación secundaria y superior (sin residencia) | 25                    |
| Educación en general (con residencia)            | 50                    |

*Nota.* Adaptado de MVCS, 2018, p.31

### c. Población de diseño

Según MVCS (2018) la población de diseño es la cantidad de habitantes proyectada para el final del período de diseño, obtenida a partir del análisis del crecimiento poblacional y utilizada como base para el diseño de los sistemas de infraestructura y servicios.

Para determinar la población proyectada al final del período de diseño, se emplea el método aritmético, el cual se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$P_d = P_i \times \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Donde:

$P_i$  = Población inicial (hab)

$P_d$  = Población futura (hab)

$r$  = Tasa de crecimiento anual (%)

$t$  = Periodo de diseño (años)

Es necesario considerar que la tasa anual de crecimiento debe obtenerse a partir de los períodos intercensales correspondientes a la localidad en estudio. Cuando no se disponga de esta información, podrá utilizarse la tasa de crecimiento de una población con características similares o, en su defecto, la tasa de crecimiento rural del distrito. Asimismo, si la tasa de crecimiento calculada resulta negativa, se recomienda adoptar una población de diseño equivalente a la población actual ( $r = 0$ ); de persistir la necesidad de una evaluación más precisa, se deberá solicitar la opinión técnica del INEI. (MVCS, 2018)

Para realizar la proyección poblacional, es indispensable emplear la información censal disponible del INEI y contar con un padrón actualizado de usuarios de la localidad. Dicho padrón debe encontrarse debidamente legalizado para garantizar la validez y confiabilidad de los datos utilizados. (MVCS, 2018)

#### **d. Variaciones de consumo**

MVCS (2018) indica las siguientes variaciones de consumo:

##### **i. Consumo máximo diario (Qmd)**

Se considera un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$  de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

$Q_p$ : Caudal promedio diario anual en l/s

$Q_{md}$ : Caudal máximo diario en l/s

Dot: Dotación en l/hab. d

$P_d$ : Población de diseño en habitantes (hab)

## ii. Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ )

Se considera un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$  de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 2 \times Q_p$$

Donde:

$Q_p$ : Caudal promedio diario anual en l/s

$Q_{md}$ : Caudal máximo diario en l/s

Dot: Dotación en l/hab. d

$P_d$ : Población de diseño en habitantes (hab)

### 2.2.7. Dimensionamiento hidráulico

#### a. Pérdida de carga uniaria ( $h_f$ )

Según MVCS (2018), para el cálculo de diámetro de la tubería.

– Tuberías  $\varnothing > 50mm$ , Hazen-Williams

$$H_f = 10.674 * \left[ \frac{Q^{1.852}}{(C^{1.852} * D^{4.86})} \right] * L$$

Donde:

$H_f$ : pérdida de carga continua, en m.

$Q$  : Caudal en  $m^3/s$

$D$  : diámetro interior en m

$C$  : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| Acero sin costura                       | $C = 120$ |
| Acero soldado en espiral                | $C = 100$ |
| Hierro fundido dúctil con revestimiento | $C = 140$ |
| Hierro galvanizado                      | $C = 100$ |
| Polietileno                             | $C = 140$ |
| PVC                                     | $C = 150$ |

$L$  : Longitud del tramo, en m.

– Tuberías  $\varnothing \leq 50mm$ , Fair-Whipple

$$H_f = 676.745 * \left[ \frac{Q^{1.751}}{(D^{4.753})} \right] * L$$

Donde:

$H_f$ : pérdida de carga continua, en m.

$Q$  : Caudal en l/min

$D$  : diámetro interior en mm

$L$  : longitud, en m

**b. Presión**

Según MVCS (2018), para el cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), se tiene la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2} * g = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2} * g + H_f$$

Donde:

Z : Cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m

$\frac{P}{\gamma}$  : Altura de carga de presión, en m, P es la presión y  $\gamma$  el peso específico del fluido

V : Velocidad del fluido en m/s

$H_f$  : Pérdida de carga, lineales o locales.

- Para  $V_1 = V_2$  y  $P_1$  está a la presión atmosférica

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

La presión estática de la tubería debe mantenerse por debajo del 75 % de su presión de trabajo y ser compatible con los accesorios y válvulas instalados.

- Pérdidas de carga localizadas

Según MVCS (2018), las pérdidas de carga localizadas en válvulas y accesorios deben calcularse para determinar la energía que pierde el flujo al atravesar estos elementos hidráulicos.

$$\Delta H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

$\Delta H_i$  : Pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.

$K_i$  : Coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula

$V$  : Máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula en m/s

$g$  : aceleración de la gravedad ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

**Figura 14**

*Coeficiente para el cálculo de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas*

| ELEMENTO                   | COEFICIENTE $k_i$                           |           |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|---------------------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ensanchamiento gradual<br> | $\alpha$                                    | 5°        | 10°  | 20°  | 30°  | 40°  | 90°  |      |      |
|                            | $k_i$                                       | 0,16      | 0,40 | 0,85 | 1,15 | 1,15 | 1,00 |      |      |
| Codos circulares<br>       | R/DN                                        | 0,1       | 0,3  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  | 1,0  |
|                            | $K_{90^\circ}$                              | 0,09      | 0,11 | 0,20 | 0,31 | 0,47 | 0,69 | 1,00 | 1,14 |
|                            | $k_s = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$ |           |      |      |      |      |      |      |      |
| Codos segmentados<br>      | $\alpha$                                    | 20°       | 40°  | 60°  | 80°  | 90°  |      |      |      |
|                            | $k_i$                                       | 0,05      | 0,20 | 0,50 | 0,90 | 1,15 |      |      |      |
| Disminución de sección<br> | $S_2/S_1$                                   | 0,1       | 0,2  | 0,4  | 0,6  | 0,8  |      |      |      |
|                            | $k_i$                                       | 0,5       | 0,43 | 0,32 | 0,25 | 0,14 |      |      |      |
| Otras                      | Entrada a depósito                          | $k_i=1,0$ |      |      |      |      |      |      |      |
|                            | Salida de depósito                          | $k_i=0,5$ |      |      |      |      |      |      |      |
| Válvulas de compuerta<br>  | $x/D$                                       | 1/8       | 2/8  | 3/8  | 4/8  | 5/8  | 6/8  | 7/8  | 8/8  |
|                            | $k_i$                                       | 97        | 17   | 5,5  | 2,1  | 0,8  | 0,3  | 0,07 | 0,02 |
| Válvulas mariposa<br>      | $\alpha$                                    | 10°       | 20°  | 30°  | 40°  | 50°  | 60°  | 70°  |      |
|                            | $k_i$                                       | 0,5       | 1,5  | 3,5  | 10   | 30   | 100  | 500  |      |
| Válvulas de globo<br>      | Totalmente abierta                          |           |      |      |      |      |      |      |      |
|                            | $k_i$                                       | 3         |      |      |      |      |      |      |      |

*Nota.* Adaptado de R.M. N° 192-2018-VIVIENDA-Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural.

## 2.2.8. Modelamiento matemático (WaterCAD)

### a. Definición de WaterCAD

WaterCAD es un software especializado desarrollado por Bentley Systems para el análisis, diseño y modelamiento hidráulico de sistemas de abastecimiento de agua

potable. Permite simular el comportamiento de redes de distribución, líneas de conducción, estaciones de bombeo y reservorios, evaluando parámetros como caudal, velocidad, pérdidas de carga y presión, con el propósito de optimizar el funcionamiento y diseño de la infraestructura hidráulica. (Rengifo Cenas & Zárate Yuyes, 2016)

#### **b. Componentes básicos del modelamiento en WaterCAD**

##### **– Nodos (Junctions)**

Son puntos donde convergen dos o más tuberías y representan lugares de consumo o demanda de agua dentro de la red. En estos elementos se asignan parámetros como elevación del terreno y caudal demandado. (Haestad Methods, 2000)

Los nodos de unión son puntos sin almacenamiento donde el agua puede salir de la red para satisfacer las demandas de los consumidores, ingresar a la red como caudal de aporte o permitir la incorporación de constituyentes químicos al sistema. (Haestad Methods, 2000, p. 111)

##### **– Tuberías (Pipes)**

Whitman et al. (2021), menciona que “son los conductos encargados de transportar el agua entre los diferentes componentes de la red. En el modelo se definen mediante características como longitud, diámetro, material y coeficiente de rugosidad”.

De acuerdo con Haestad Methods (2000), “las tuberías son elementos de enlace que conectan entre sí nodos de unión, bombas, válvulas, tanques y reservorios. El agua solo puede desplazarse de un nodo a otro siguiendo una trayectoria a través de una o más tuberías” (p.111).

- **Reservorios (Reservoirs)**

Para Whitman et al. (2021), “representan fuentes de suministro con nivel hidráulico conocido y constante durante la simulación. Se utilizan para modelar captaciones, pozos, lagunas o conexiones a otros sistemas de abastecimiento”.

Los reservorios también son un tipo de nodo de almacenamiento. Sin embargo, durante una simulación en período extendido, la elevación de la superficie del agua permanece constante independientemente de los caudales de entrada o salida. Los reservorios pueden emplearse para representar fuentes externas de abastecimiento de agua, como lagos, ríos y pozos. (Haestad Methods, 2000, p. 111)

- **Tanques (Tanks)**

Según Whitman et al. (2021), “son estructuras de almacenamiento cuya lámina de agua puede variar durante el periodo de simulación, permitiendo evaluar el comportamiento dinámico del sistema”.

Los tanques son un tipo de nodo de almacenamiento. Durante una simulación en período extendido, la elevación de la superficie del agua en un tanque varía conforme el agua entra o sale de él. Los tanques pueden tener una sección transversal circular o no circular. (Haestad Methods, 2000, p. 111)

- **Bombas (Pumps)**

Según Whitman et al. (2021), “son dispositivos que aportan energía al flujo para superar diferencias de elevación y pérdidas de carga, incrementando la presión disponible en la red”.

Una bomba es un elemento que añade carga hidráulica al sistema cuando el agua circula a través de ella. Generalmente se define mediante una curva característica de bombeo y elevaciones de control que determinan su encendido

o apagado. En WaterCAD se representa como un nodo. (Haestad Methods, 2000, p. 111)

– **Válvulas (Valves)**

Según Whitman et al. (2021), “son elementos de control que regulan el caudal o la presión del agua mediante operaciones de apertura, cierre o estrangulamiento del flujo”.

De acuerdo con Haestad Methods (2000), “una válvula es un elemento que puede abrirse, estrangular el flujo o cerrarse para cumplir una condición previamente especificada por el usuario. En WaterCAD se representa como un nodo” (p.111).

**c. Modelos Hidráulicos**

**i. Estructura del modelo hidráulico**

Según Sanchez Merlo (s.f), la estructura del modelo.

**Figura 15**

*Estructura del modelo hidráulico*



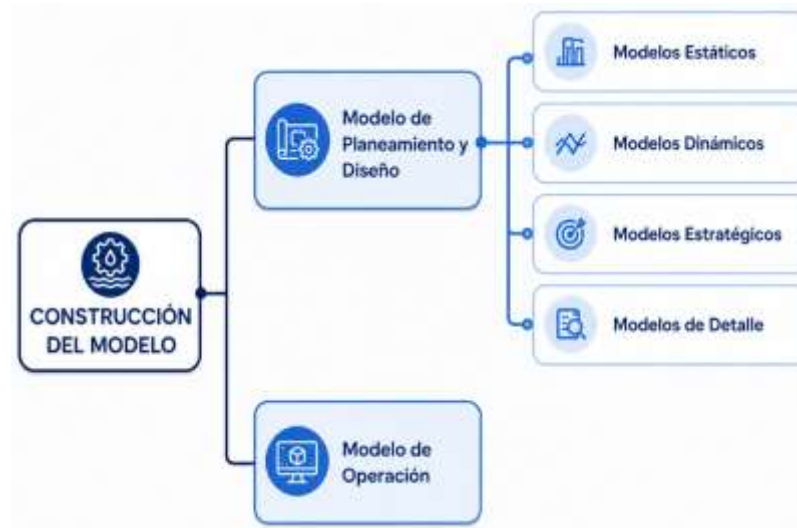
*Nota.* Adaptado de Modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua: Aplicación de WaterCAD V8i, por Sanchez Merlo.

## ii. Tipos de modelos hidráulicos

Según Sanchez Merlo (s.f), los tipos de modelos hidráulicos.

**Figura 16**

Tipos de modelos hidráulicos



*Nota.* Adaptado de Modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua: Aplicación de WaterCAD V8i, por Sanchez Merlo.

## d. Capacidades de Modelado

Según Haestad Methods (2000), WaterCAD ofrece avanzadas herramientas de modelación que permiten representar y optimizar casi cualquier componente de un sistema de distribución de agua, facilitando la realización de diversas operaciones, entre las que se incluyen las siguientes:

### i. Análisis Hidráulico

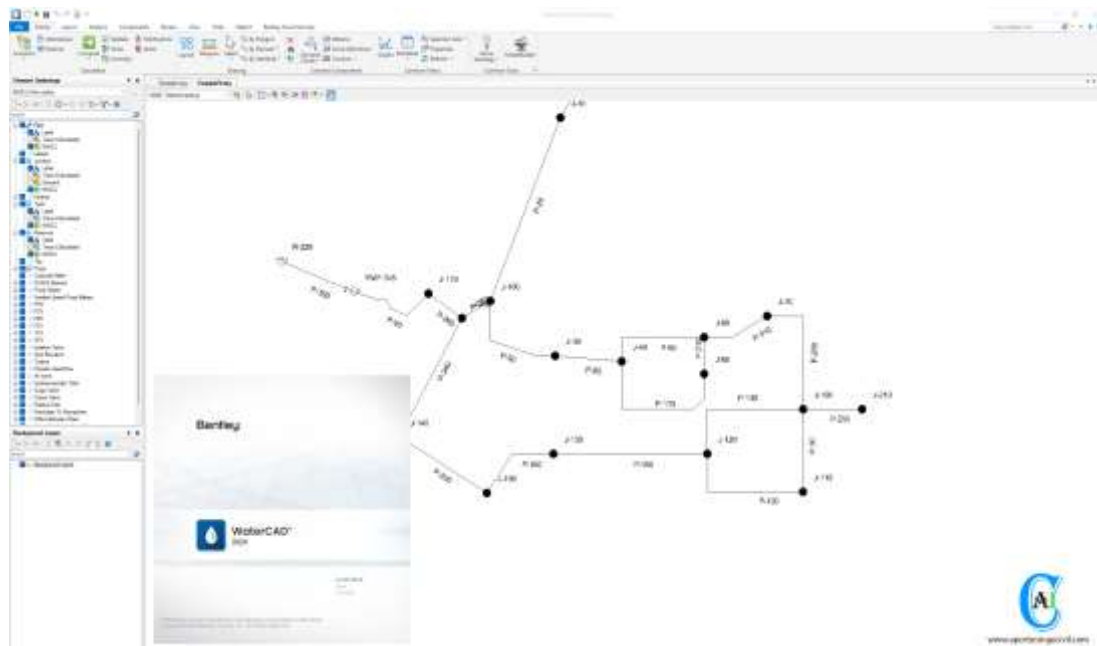
- Ejecutar análisis en régimen permanente para obtener una representación instantánea del comportamiento de la red, o desarrollar simulaciones de período extendido para evaluar su desempeño a través del tiempo.

- Emplear los métodos de cálculo de pérdidas por fricción más utilizados, como Hazen-Williams, Darcy-Weisbach y Manning.
- Utilizar la gestión de escenarios para analizar la respuesta del sistema frente a distintas condiciones operativas, variaciones de demanda y situaciones de emergencia, incluyendo eventos de incendio.
- Gestionar de manera integral las condiciones de presión y caudal mediante configuraciones versátiles de válvulas, permitiendo además la operación automática de tuberías, válvulas y bombas según cambios de presión o horarios predefinidos.
- Programar el funcionamiento de bombas, válvulas y tuberías tomando como referencia cualquier nodo de presión o tanque presente en la red de distribución.
- Llevar a cabo análisis automáticos de caudal para incendios en diferentes sectores y componentes del sistema.

## **ii. Análisis de Calidad del Agua**

- Supervisar la evolución de sustancias presentes en el agua, como el cloro, evaluando su incremento o disminución durante su recorrido por la red.
- Calcular el tiempo de permanencia o edad del agua en cualquier ubicación del sistema de distribución.
- Analizar el comportamiento y la influencia de las distintas fuentes de abastecimiento en toda la red.

Bentley WaterCAD 2024 (24.00.00.26)



*Nota.* Extraído de Bentley Systems, 2026.

### **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación será de enfoque mixto, debido a que la recopilación de datos para el análisis del funcionamiento del sistema de abastecimiento se desarrollará mediante técnicas cualitativas, permitiendo identificar las condiciones actuales, deficiencias y características del sistema. Posteriormente, se elaborará una propuesta de diseño con un enfoque cuantitativo, en la que se utilizarán los datos obtenidos en campo a través de mediciones directas, para luego ser procesados.

#### **3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se desarrolló mediante la aplicación del método analítico-sintético, el cual permitió estudiar de manera sistemática cada uno de los componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua del caserío Huaca El Muerto, distrito de Íllimo. Este método facilitó la identificación y evaluación de las características técnicas, hidráulicas y operativas del sistema existente, considerando los elementos de captación, conducción, almacenamiento y distribución del recurso hídrico.

En la etapa analítica, se realizó la recopilación, organización y evaluación de la información obtenida mediante el levantamiento de campo, inspección de las estructuras existentes, recopilación de datos técnicos y análisis de los parámetros hidráulicos del sistema. Asimismo, se identificaron las principales deficiencias relacionadas con las condiciones de operación, presiones, caudales y capacidad de abastecimiento.

Posteriormente, mediante la fase sintética, se integraron y relacionaron los resultados obtenidos durante el proceso de análisis, permitiendo establecer criterios técnicos para la formulación de una propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua. Para ello, se empleó el software WaterCAD como herramienta de modelación hidráulica, con la finalidad

de simular el comportamiento del sistema y evaluar alternativas que permitan optimizar su funcionamiento.

De manera complementaria, se aplicó el método inductivo–deductivo, el cual permitió partir de la observación y análisis de las condiciones particulares del sistema existente para establecer conclusiones y planteamientos técnicos de carácter general, orientados a mejorar la eficiencia hidráulica y la calidad del servicio de abastecimiento de agua en el caserío Huaca El Muerto.

En consecuencia, la aplicación de los métodos analítico–sintético e inductivo–deductivo permitió desarrollar una evaluación integral del sistema de abastecimiento de agua y sustentar técnicamente la propuesta planteada mediante la modelación hidráulica utilizando el software WaterCAD.

### **3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental, de corte transversal y de nivel descriptivo-propositivo, debido a que las variables de estudio no fueron manipuladas deliberadamente, limitándose el investigador a observar, analizar y evaluar las condiciones existentes del sistema de abastecimiento de agua del caserío Huaca El Muerto, en el distrito de Íllimo.

El diseño es no experimental, puesto que el estudio se realizó sin intervenir o modificar las condiciones reales del sistema de abastecimiento de agua, recopilando información directamente del entorno para analizar el comportamiento hidráulico y operativo de sus componentes.

Asimismo, la investigación corresponde a un diseño transversal, dado que la información necesaria para el desarrollo del estudio se obtuvo en un único periodo de tiempo, permitiendo efectuar el diagnóstico de la situación actual del sistema y determinar sus principales deficiencias.

De igual manera, el estudio presenta un carácter descriptivo-propositivo, debido a que inicialmente se efectuó la descripción y evaluación técnica de los componentes del sistema de abastecimiento de agua, considerando la captación, conducción, almacenamiento y distribución del recurso hídrico. Posteriormente, a partir de los resultados obtenidos y mediante la aplicación del software WaterCAD, se formuló una propuesta técnica orientada a optimizar las condiciones hidráulicas del sistema, garantizando niveles adecuados de presión, caudal y continuidad del servicio.

En consecuencia, el diseño de investigación permitió analizar las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua del caserío Huaca El Muerto y desarrollar una propuesta de mejora sustentada en criterios de ingeniería hidráulica y modelación computacional, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión y planificación de los servicios de agua potable.

### **3.4. POBLACIÓN**

La población estará enfocada en el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto, distrito de Íllimo, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque.

### **3.5. MUESTRA**

En la presente investigación no se realizó un proceso de muestreo, debido a que se trabajó con la totalidad de la población de estudio. En ese sentido, la población estuvo conformada por todo el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto, ubicado en el distrito de Íllimo, provincia de Lambayeque.

### **3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

#### **3.6.1. Variables**

- Variable Independiente:

Modelación hidráulica del sistema mediante el software Watercad.

- Variable Dependiente:

Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto.

#### **3.6.2. Definición Conceptual**

- Modelación hidráulica del sistema mediante el software Watercad

Proceso técnico que consiste en la representación computacional del sistema de abastecimiento de agua potable, permitiendo analizar su comportamiento hidráulico mediante la simulación de caudales, presiones y pérdidas de carga, con el fin de evaluar su desempeño y formular propuestas de mejora. (Systems, 2020)

- Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto

Conjunto de infraestructuras, equipos y procesos destinados a la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua potable a la población, garantizando condiciones adecuadas de calidad, cantidad y continuidad del servicio. (Ministerio de vivienda, 2018)

#### **3.6.3. Definición Operacional**

- Modelación hidráulica del sistema mediante el software Watercad

La modelación hidráulica se realizará mediante el uso del software WaterCAD, ingresando datos de infraestructura existente, demandas, condiciones topográficas y parámetros hidráulicos, con el propósito de simular el funcionamiento del sistema y evaluar su desempeño bajo diferentes escenarios operativos.

- Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto

El sistema de abastecimiento de agua potable será evaluado a partir de los resultados obtenidos en la modelación hidráulica, considerando su capacidad de suministro, condiciones de presión y eficiencia operativa.

**Tabla 2**

*Indicadores para el desarrollo de la investigación*

| Variable                                                                                    | Dimensión                 | Indicadores                     | Instrumentos                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Variable Independiente: Modelación hidráulica del sistema mediante el software WaterCAD     | Comportamiento hidráulico | Presión en modos (m.c.a.)       | Software WaterCAD           |
|                                                                                             | Comportamiento hidráulico | Caudal en tuberías (L/s)        | Software WaterCAD           |
|                                                                                             | Perdidas hidráulicas      | Pérdidas de carga (m)           | Software WaterCAD           |
|                                                                                             | Continuidad del servicio  | Cumplimiento de presión mínima  | Software WaterCAD           |
| Variable dependiente: Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto | Evaluación técnica        | Escenarios de simulación        | Fichas técnicas y planos    |
|                                                                                             | Infraestructura           | Estado de tuberías y accesorios | Ficha de inspección técnica |
|                                                                                             | Capacidad hidráulica      | Adecuación de caudales          | Software WaterCAD           |
|                                                                                             | Nivel de servicio         | Presión y continuidad           | Software WaterCAD           |
|                                                                                             | Eficiencia operativa      | Reducción de pérdidas           | Informe Técnico             |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### 3.7. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.7.1. Técnica

La recolección de datos se realizará mediante la combinación de técnicas de campo y técnicas documentales, con el propósito de obtener información técnica y social relevante del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto. Entre las técnicas empleadas

se consideran la observación directa en campo, la aplicación de encuestas a los pobladores, y entrevistas semiestructuradas a los responsables de la operación y mantenimiento del sistema.

Asimismo, se recopilará información técnica existente como planos, registros de caudales, presiones y características de la infraestructura hidráulica. Esta información permitirá efectuar una evaluación integral y objetiva del sistema actual, facilitando la identificación de deficiencias y la formulación de propuestas de mejora acordes a las necesidades reales de la comunidad.

### **3.7.2. Instrumento**

Para el desarrollo de la investigación se emplearán los siguientes instrumentos, los cuales permitirán obtener información técnica y demográfica necesaria para el análisis del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto y la elaboración de la propuesta mediante el software WaterCAD.

#### **a. Padrón de beneficiarios**

El padrón de beneficiarios constituye el instrumento mediante el cual se recopila la información de los usuarios abastecidos por el sistema de agua potable. Este documento permite identificar el número de conexiones domiciliarias, cantidad de beneficiarios, distribución de viviendas y demás información necesaria para estimar la población de diseño, la demanda de agua y los parámetros requeridos para el análisis y modelamiento hidráulico del sistema.

#### **b. Ficha de observación y recolección de datos**

La ficha de observación y recolección de datos es un instrumento diseñado para registrar de manera sistemática la información obtenida durante las visitas de campo. Mediante este instrumento se recopilan las características físicas y operativas de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, incluyendo la fuente de abastecimiento,

La información obtenida mediante ambos instrumentos permitirá evaluar objetivamente las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable e identificar las deficiencias existentes, constituyendo la base para el desarrollo de la propuesta técnica de mejora.

### Formato A: Padrón de Beneficiarios

[illegible]

70

**Figura 18**

*Ficha de Observación y Recolección de datos*

**FICHA DE OBSERVACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS**

**Objetivo:** Recopilar información técnica para el diagnóstico y modelamiento hidráulico en WaterCAD.

**I. Información general**

Número de viviendas abastecidas \_\_\_\_\_  
 Población beneficiaria \_\_\_\_\_ hab  
 Fuente de abastecimiento \_\_\_\_\_  
 Servicio continuo ☐ Sí ☐ No  
 Horas promedio de abastecimiento \_\_\_\_\_ h/día  
 Existe sistema de cloración ☐ Sí ☐ No  
 Presión adecuada en la red ☐ Sí ☐ No

**II. Estado de los componentes**

| Componente               | Bueno                    | Regular                  | Malo                     | Observaciones |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|
| Pozo tubular             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |               |
| Caseta de bombeo         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |               |
| Equipo de bombeo         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |               |
| Línea de impulsión       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |               |
| Reservorio               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |               |
| Red de distribución      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |               |
| Válvulas                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |               |
| Conexiones domiciliarias | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |               |

**III. Datos para modelamiento hidráulico**

| Parámetro                     | Registro |
|-------------------------------|----------|
| Caudal disponible (L/s)       |          |
| Capacidad del reservorio (m³) |          |
| Cota de captación (msnm)      |          |
| Cota del reservorio (msnm)    |          |
| Material de tubería           |          |
| Diámetro(s)                   |          |
| Longitud de red (m)           |          |

**IV. Observaciones del servicio**

| Aspecto                             | Sí                       | No                       |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fugas visibles                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tuberías deterioradas               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Reservorio deteriorado              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Agua con color                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| La población recibe agua suficiente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mantenimiento periódico             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### **3.8. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Una vez recopilada la información a partir de los indicadores establecidos, se procederá al análisis técnico de los datos, orientado a evaluar el desempeño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable. Para ello, se utilizará el software especializado WaterCAD, mediante el cual se modelará la red existente y se analizarán parámetros hidráulicos tales como caudales, presiones, pérdidas de carga y continuidad del servicio.

Este proceso permitirá identificar con precisión los tramos del sistema que presentan deficiencias hidráulicas y evaluar diferentes escenarios de mejora. Los resultados obtenidos servirán como base para la formulación de una propuesta técnica integral, sustentada en criterios normativos, hidráulicos y de diseño. Finalmente, los hallazgos permitirán establecer conclusiones y formular recomendaciones técnicas aplicables a sistemas de abastecimiento de agua potable en contextos rurales con características similares.

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1.1 *Características generales de la zona de estudio*

##### a. Ubicación

El proyecto se encuentra localizado en el caserío HUACA EL MUERTO del Distrito de LAMBAYEQUE, de la Provincia de LAMBAYEQUE, Departamento de LAMBAYEQUE. El área de influencia de la propuesta se encuentra comprendida en:

- REGION : LAMBAYEQUE
- PROVINCIA : LAMBAYEQUE
- DISTRITO : ILLIMO
- CASERIO : HUACA EL MUERTO
  
- REGION : CHALA
- ALTITUD PROMEDIO : 48.00 m.s.n.m.
- UBIGEO
  - HUACA EL MUERTO : 1403030006
  
- DATUM : WORLD GEODESIC SYSTEM  
1984(WGS84)
- PROYECCION : UNIVERSAL TRANSVERSAL  
MERCATOR (UTM)
- SISTEMA DE COORDENADAS : PLANAS
- ZONA GEOGRAFICA : 17S
- CUADRICULA : M

– LIMITES

- NORTE : DISTRITO DE PACORA
- SUR : DISTRITO DE TUCUME
- ESTE : DISTRITO DE PATAPO
- OESTE : DISTRITO DE MORROPE

**Figura 19**

*Ubicación Geográfica del Caserío Huaca El Muerto*



*Nota.* Extraído de Google Earth

**b. Vías de acceso**

El acceso al caserío Huaca el Muerto, tomando como punto de partida la ciudad de Chiclayo, se hace de la siguiente manera:

**Tabla 4**

*Acceso al caserío Huaca el Muerto desde la ciudad de Chiclayo*

| Desde                                | Hacia           | Frecuencia de transporte | Tipo de Vía | DISTANCIA (km)  | TIEMPO (h/min)  |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| Chiclayo                             | Íllimo          | Diario                   | Asfaltada   | 37.40 km        | 55min           |
| Íllimo                               | Huaca El Muerto | Diario                   | Trocha      | 4.40 km         | 10 min          |
| <b>DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE</b> |                 |                          |             | <b>41.80 km</b> | <b>1h 05min</b> |

*Nota. Elaboración Propia*

#### **c. Clima**

El clima en Íllimo, ubicado en la región de Lambayeque, Perú, se caracteriza por ser cálido y desértico, con veranos cortos, cálidos y nublados, e inviernos largos, cómodos, ventosos y mayormente despejados. La humedad es baja durante todo el año. La temperatura es variable por las influencias del fenómeno El Niño, la temperatura mínima en invierno es 15 °C y la máxima de 18 °C mientras que en verano la temperatura mínima es de 22°C y la máxima de 36°C.

#### **d. Topografía**

La zona presenta relieve de tipo variado con presencia de laderas bastantes accidentados, en su superficie se puede observar un área extensa encontrándose entre ellos arbustos de tamaño variable que son características propias de la zona, presentándose pendientes que varían entre 1% a 10%.

#### **e. Vivienda**

Las viviendas están construidas en su mayoría con material de la zona, paredes de adobe y techos con cobertura de calamina en su totalidad, con la arquitectura típica del lugar. En la actualidad estas viviendas no cuentan con un sistema de alcantarillado operativo,

puesto que algunas de las viviendas cuentan con letrinas en pésimas condiciones y otros pobladores hacen sus necesidades al aire libre.

**Tabla 5**

*Material predominante en la construcción de viviendas*

| Tipo de vivienda | Tapial | Adobe   | Quincha | Material Noble | TOTAL   |
|------------------|--------|---------|---------|----------------|---------|
| Huaca El Muerto  | 0      | 47      | 0       | 0              | 47      |
| Total %          | 0.00%  | 100.00% | 0.00%   | 0.00%          | 100.00% |

*Nota. Elaboración Propia*

#### **f. Población beneficiaria**

La población directamente afectada corresponde a los habitantes del caserío Huaca El Muerto, ubicado dentro del área de estudio. Con la ejecución del presente estudio se prevé beneficiar directamente a la población del referido caserío, contribuyendo a mejorar las condiciones del servicio.

**Tabla 6**

*Distribución de viviendas y población total*

| Resumen viviendas habitadas año 2025                                                           |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Nº de familias                                                                                 | 47   |
| Nº de viviendas habitadas                                                                      | 47   |
| Nº de viviendas no habitadas                                                                   | 0    |
| Nº de instituciones publicas                                                                   | 0    |
| Nº de instituciones sociales                                                                   | 0    |
| Nº promedio de integrantes por vivienda                                                        | 2.40 |
| Población Total de Habitantes                                                                  | 113  |
| Nº de viviendas, instituciones Públicas y organizaciones Sociales beneficiadas con el proyecto | 47   |
| Población Beneficiaria                                                                         | 113  |

*Nota. Elaboración Propia*

**Tabla 7**
*Padrón de Beneficiarios*

| <b>PADRON DE BENEFICIARIOS</b>                                                                                                                 |                                        |            |                                        |                    |          |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------|----------------------------------------|--------------------|----------|--------------|
| <b>TESIS: "Análisis y propuesta para abastecimiento de agua en el Caserío Huaca El Muerto, distrito de Íllimo usando el software WaterCAD"</b> |                                        |            |                                        |                    |          |              |
| <b>N° Vivienda</b>                                                                                                                             | <b>Nombres y Apellidos del Titular</b> | <b>DNI</b> | <b>Estado (Habitado / No Habitado)</b> | <b>N° Miembros</b> |          |              |
|                                                                                                                                                |                                        |            |                                        | <b>M</b>           | <b>H</b> | <b>Total</b> |
| 1                                                                                                                                              | MARIA CHAPOÑAN ROJAS                   | 17621861   | Habitado                               | 1                  | 3        | 4            |
| 2                                                                                                                                              | CIRO MARIO PINGLO SANDOVAL             | 75522505   | Habitado                               | 2                  | 2        | 4            |
| 3                                                                                                                                              | JUANA ROSA SANDOVAL SANTAMARIA         | 17599906   | Habitado                               | 1                  | 1        | 2            |
| 4                                                                                                                                              | ANA LIZET BANCES BANCES                | 75525406   | Habitado                               | 3                  | 1        | 4            |
| 5                                                                                                                                              | ALEX PINGLO LLONTOP                    | 46944922   | Habitado                               | 0                  | 1        | 1            |
| 6                                                                                                                                              | CRUZ CARMEN PINGLO BALDERA             | 17549708   | Habitado                               | 0                  | 1        | 1            |
| 7                                                                                                                                              | MARIA LLONTOP GUZMAN                   | 17599810   | Habitado                               | 1                  | 1        | 2            |
| 8                                                                                                                                              | FLOR ENCARNA BARRETO SANDOVAL          | 42893165   | Habitado                               | 1                  | 4        | 5            |
| 9                                                                                                                                              | MARIA IRMA FIGUEROA SANTAMARIA         | 17548344   | Habitado                               | 2                  | 2        | 4            |
| 10                                                                                                                                             | IRAIDA DAMIAN DE ACOSTA                | 17546641   | Habitado                               | 1                  | 3        | 4            |
| 11                                                                                                                                             | JOSE WILIAN ACOSTA DAMIAN              | 41224085   | Habitado                               | 0                  | 2        | 2            |
| 12                                                                                                                                             | CARMEN ROSA ACOSTA CAJUSOL             | 60530361   | Habitado                               | 3                  | 1        | 4            |
| 13                                                                                                                                             | TEODORO GRANADO SANDOVAL               | 17545545   | Habitado                               | 0                  | 1        | 1            |
| 14                                                                                                                                             | HUGO GRANADO LLONTOP                   | 16741659   | Habitado                               | 1                  | 1        | 2            |
| 15                                                                                                                                             | CLAUDIA PINGLO BALDERA                 | 16431794   | Habitado                               | 1                  | 1        | 2            |
| 16                                                                                                                                             | DOROTEA LLONTOP ACOSTA                 | 17549851   | Habitado                               | 1                  | 0        | 1            |

|    |                                    |          |          |   |   |   |
|----|------------------------------------|----------|----------|---|---|---|
| 17 | LORENZO LLONTOP ACOSTA             | 17549174 | Habitado | 0 | 1 | 1 |
| 18 | ANA ELIZABETH ACOSTA<br>LLONTOP    | 45595451 | Habitado | 2 | 3 | 5 |
| 19 | SANTOS LLONTOP ACOSTA              | 17545854 | Habitado | 1 | 1 | 2 |
| 20 | MARIA SANTOS ACOSTA<br>LLONTOP     | 75913985 | Habitado | 2 | 1 | 3 |
| 21 | MARIA YOLANDA LLONTOP<br>GUZMAN    | 48191595 | Habitado | 1 | 0 | 1 |
| 22 | VILMA LLAUCE LLONTOP               | 45014432 | Habitado | 3 | 1 | 4 |
| 23 | GENARO LLONTOP GUZMAN              | 17547407 | Habitado | 0 | 1 | 1 |
| 24 | ALBERTO FLORES JIMENEZ             | 17624344 | Habitado | 1 | 1 | 2 |
| 25 | JUANA SANCHEZ BANCES               | 17603299 | Habitado | 1 | 0 | 1 |
| 26 | DOROTEA SANDOVAL<br>CHAMPOÑAN      | 17548061 | Habitado | 1 | 1 | 2 |
| 27 | PEDRO PABLO BARRETO<br>SANDOVAL    | 75795463 | Habitado | 0 | 1 | 1 |
| 28 | NANCY MILAGROS BARRETO<br>SANDOVAL | 46859744 | Habitado | 2 | 3 | 5 |
| 29 | SANTOS FLORES JIMENEZ              | 42522883 | Habitado | 1 | 2 | 3 |
| 30 | FELIPA JIMENEZ VICENTE             | 80353231 | Habitado | 1 | 0 | 1 |
| 31 | WALTER FLORES JIMENEZ              | 41670868 | Habitado | 0 | 1 | 1 |
| 32 | ELENA FLORES JIMENEZ               | 80353228 | Habitado | 1 | 0 | 1 |
| 33 | MIGUEL ANGEL LLONTOP<br>FLORES     | 75529234 | Habitado | 0 | 1 | 1 |
| 34 | ANDRES FLORES BALDERA              | 17597096 | Habitado | 0 | 1 | 1 |
| 35 | NICOLAS TUÑOQUE FLORES             | 16742117 | Habitado | 0 | 1 | 1 |
| 36 | NELLY FLORES MONTALVAN             | 16741739 | Habitado | 1 | 1 | 2 |
| 37 | JOSE GUILLERMO ACOSTA<br>ZUÑIGA    | 17547886 | Habitado | 2 | 1 | 3 |
| 38 | MAYRA MORAN MORALES                | 74706055 | Habitado | 3 | 1 | 4 |
| 39 | MARIA HAYDEE MORALES<br>BANCES     | 17637055 | Habitado | 1 | 5 | 6 |
| 40 | ALEIDA NANTON BARRETO              | 75783218 | Habitado | 1 | 2 | 3 |

|              |                              |          |          |           |           |            |
|--------------|------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 41           | ISABEL SANTIESTEBAN BANCES   | 17598700 | Habitado | 1         | 2         | 3          |
| 42           | FRANK RODOLFO MONSA ASALDE   | 41848586 | Habitado | 0         | 1         | 1          |
| 43           | CORINA SOLEDAD ASALDE REYES  | 17599116 | Habitado | 1         | 1         | 2          |
| 44           | MARIA ANTONIA BANCES CABELLO | 41524594 | Habitado | 1         | 2         | 3          |
| 45           | MANUELA REYES SANDOVAL       | 80351032 | Habitado | 1         | 1         | 2          |
| 46           | ASUNCIONA REYES SANDOVAL     | 17624601 | Habitado | 1         | 0         | 1          |
| 47           | SEVERIANO TANTARICO PERCIAL  | 17548847 | Habitado | 2         | 1         | 3          |
| <b>TOTAL</b> |                              |          |          | <b>50</b> | <b>63</b> | <b>113</b> |

*Nota. Elaboración Propia*

#### **g. Enfermedades**

El caserío Huaca El Muerto no cuenta con un establecimiento de salud propio, por lo que la población debe acudir al Puesto de Salud del distrito de Íllimo, correspondiente al primer nivel de atención, con nivel de complejidad I y categoría I-4, donde se brindan servicios básicos de salud. Sin embargo, dicho establecimiento presenta condiciones deficientes de infraestructura, debido a que ambientes como el tópico, la farmacia, el consultorio del niño y el área de emergencia funcionan en espacios improvisados, lo que limita la adecuada prestación de los servicios de atención a la población.

Esta problemática constituye una limitación para el acceso oportuno y adecuado a los servicios de salud, situación que se relaciona con la presencia de indicadores desfavorables como la mortalidad infantil, la desnutrición crónica y la mortalidad materna, así como con la incidencia de infecciones respiratorias agudas (IRAs) y enfermedades diarreicas agudas (EDAs).

## **h. Educación**

Uno de los componentes claves de la calidad de vida de las personas y el desarrollo; económico y social de todo distrito es el nivel educativo de su población, la participación en el sistema educativo ofrece a las personas diversos instrumentos para incrementar su bienestar tanto desde el punto de vista económico como social. En el caserío Huaca el Muerto cuenta no cuenta con una institución educativa de nivel inicial, tampoco de nivel primario.

### ***4.1.2 Diagnóstico del estado actual del sistema de abastecimiento de agua***

Actualmente, el caserío Huaca El Muerto dispone de un sistema de abastecimiento de agua subterránea, captada mediante un pozo tubular e impulsada hacia un reservorio elevado de 10 m<sup>3</sup>, sin recibir tratamiento previo. No obstante, el servicio presenta deficiencias, principalmente por la limitada continuidad del suministro, que se restringe a pocas horas al día, y por las bajas presiones registradas en las redes de distribución.

#### **a. Captación (Pozo Tubular)**

El sistema cuenta con una captación de agua subterránea mediante un pozo tubular, ubicado en las coordenadas UTM 622 766 E – 9 284 397 N, a una cota de 53,00 m s. n. m. Actualmente, presenta deficiencias relacionadas con la calidad del agua para consumo, asociadas a una inadecuada gestión de los servicios de saneamiento, así como una cobertura insuficiente del servicio de agua para la totalidad de la población beneficiaria.

**Figura 20**

*Pozo Tubular existente en Caserío Huaca El Muerto*



**b. Reservorio (Tanque Elevado)**

Se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 622 766 E – 9 284 397 N, a una cota de 53,00 m s. n. m., y presenta una altura aproximada de 15,00 m. Actualmente, la estructura presenta deficiencias en sus condiciones de diseño y funcionamiento. Asimismo, no cuenta con cerco perimétrico ni sistema de cloración. El sistema presenta limitaciones para garantizar el abastecimiento de agua a las viviendas de la población beneficiaria, debido a que el volumen de agua captado resulta insuficiente para cubrir la demanda existente en el sector.

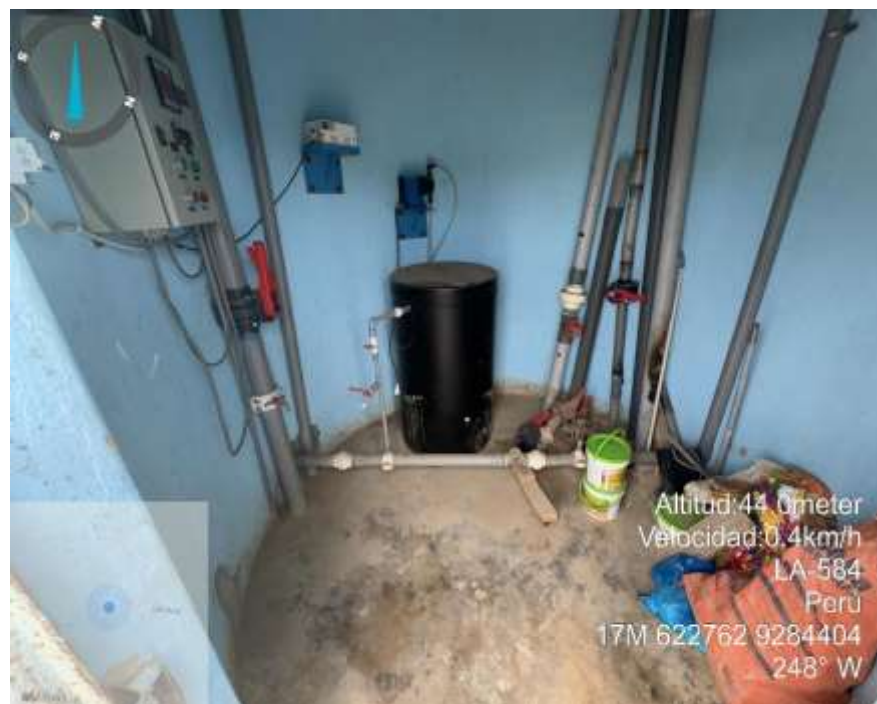
**Figura 21**

*Vista Frontal de reservorio existente*



**Figura 22**

*Estado actual del cuarto de control del sistema de impulsión*



**c. Conexiones Domiciliarias de Agua**

En el caserío Huaca El Muerto, actualmente existen 47 conexiones domiciliarias de agua potable, las cuales benefician a 47 viviendas.

Estas conexiones domiciliarias están formadas por tuberías de PVC Ø 1/2", y actualmente se encuentran en mal estado debido a la poca intervención de la población, sin embargo, para mejorar su funcionamiento son necesarias algunas actividades de mantenimiento.

### 4.1.3 Parámetros de diseño

#### a. Tasa de Crecimiento

Para la estimación del crecimiento poblacional, se tomó como referencia la información registrada en los Censos Nacionales del INEI correspondientes a los años 2007 y 2017, considerando específicamente la población del ámbito rural del distrito. A partir de estos datos, se determinó el coeficiente de crecimiento poblacional mediante el método aritmético, cuyos resultados se presentan a continuación.

| DISTRITO DE ILLIMO |      |      | ZONA URBANA |      |      | ZONA RURAL |  |  |
|--------------------|------|------|-------------|------|------|------------|--|--|
| Po=                | 9107 | 2007 | 4699        | 2007 | 4408 | 2007       |  |  |
| Pf=                | 9244 | 2017 | 5175        | 2017 | 4069 | 2017       |  |  |

**Figura 23**

Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda

| CUADRO N° 1: POBLACIÓN TOTAL, POR ÁREA URBANA Y RURAL, Y SEXO, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES |       |           |         |       |         |         |       |         |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
| DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES                                                                      | TOTAL | POBLACIÓN |         | TOTAL | URBANA  |         | TOTAL | RURAL   |         |
|                                                                                                                         |       | HOMBRES   | MUJERES |       | HOMBRES | MUJERES |       | HOMBRES | MUJERES |
| Distrito ILLIMO (000)                                                                                                   | 9,107 | 4,568     | 4,539   | 4,699 | 2,318   | 2,381   | 4,408 | 2,250   | 2,158   |

Nota. Fuente: INEI

**Figura 24**

Censos Nacionales 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

| AREA # 140303 Lambayeque, Lambayeque, distrito: Illimo |              |                |                |
|--------------------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|
| P: Área concepto encuesta                              | Casos        | % Acumulado %  |                |
| Urbano encuesta                                        | 5 175        | 55,98%         | 55,98%         |
| Rural encuesta                                         | 4 069        | 44,02%         | 100,00%        |
| <b>Total</b>                                           | <b>9 244</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> |

Nota. Fuente: INEI

### Cálculo de la tasa de crecimiento

| TASA DE CRECIMIENTO DEL DISTRITO |                                                                                              |                   |       |                     |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|---------------------|
| DESCRIPCION                      | UBICACIÓN                                                                                    | POBLACION CENSADA |       | TASA DE CRECIMIENTO |
|                                  |                                                                                              | 2007              | 2017  |                     |
| DISTRITO                         | ILLIMO                                                                                       | 9,107             | 9,244 | 0.150%              |
| 0.150%                           | Tasa de crecimiento que se utilizará para el cálculo de la población de diseño del proyecto. |                   |       |                     |

$$r = \frac{P_f - P_o}{P_o \cdot t} \times 100$$

$$r = \frac{9244 - 9107}{9107 \times 10} \times 100$$

$$r = 0.15 \%$$

### b. Población Futura

Para determinar la población futura o de diseño, se tomó como referencia la población actual del caserío, cuyos datos fueron obtenidos mediante el padrón de usuarios. Con base en esta información, se realizó la proyección de la población de diseño considerando un periodo de 20 años. Para el desarrollo de esta proyección se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Densidad poblacional de 2.40 hab/lote.
- Número de viviendas de 47.
- Población actual de 113 habitantes.
- Tasa de crecimiento de 0.15%.
- Uso del método aritmético conforme lo indica la normativa RM 192-2018-VIVIENDA.

### Método Aritmético:

Usando:

$$P_f = P_o \times \left(1 + \frac{r \times t}{100}\right)$$

Donde:

Pf= Poblacion Futura    t= Tiempo (Año base - Año proyectado)

Po= Poblacion Actual    r= Calculado (%)

**Tabla 8**

Población de diseño de Huaca El Muerto

| SISTEMA PROYECTADO      | VIVIENDAS | Densidad Poblacional | POBLACION     |                |
|-------------------------|-----------|----------------------|---------------|----------------|
|                         |           |                      | Año 0<br>2025 | Año 20<br>2045 |
| Sistema de Agua Potable | 47        | 2.40 hab/viv         | 113           | 116            |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### c. Dotación

La Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (RM N° 192-2018-VIVIENDA) establece que la dotación depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos en el Capítulo IV del presente documento, las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son:

**Tabla 9**

Dotación de agua según opción tecnológica

| REGIÓN | DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN TECNOLÓGICA (l/hab.d)           |                                                      |
|--------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|        | SIN ARRASTRE HIDRÁULICO<br>(Compostera y hoyo seco ventilado) | CON ARRASTRE HIDRÁULICO<br>(Tanque séptico mejorado) |
| Costa  | 60                                                            | 90                                                   |
| Sierra | 50                                                            | 80                                                   |
| Selva  | 70                                                            | 100                                                  |

*Nota.* Fuente: RM 192-2018-VIVIENDA

Se estimó la dotación en **90 l/hab.d**, según Tabla 9, teniendo en cuenta la ubicación (Costa) y el tipo de opción tecnológica, considerada a futuro un sistema sanitario de excretas con arrastre hidráulico.

#### d. Variación de consumo o demanda

**Tabla 10**

*Coeficientes de variación de consumo*

| COEFICIENTE     |            |
|-----------------|------------|
| DEMANDA DIARIA  | K 1 = 1.30 |
| DEMANDA HORARIA | K 2 = 2.00 |

#### Consumo Promedio Anual (Qp)

Estimación del consumo de agua por habitante de la población proyectada durante el periodo de diseño, expresado en litros por segundo (L/s).

$$Q_p = \frac{(Dotación) \times (Población)}{86,400}$$

**Tabla 11**

*Resultados de demanda de agua potable proyectada*

| Años del proyecto | Población proyectada (2045) | Demanda diaria (L/s) |
|-------------------|-----------------------------|----------------------|
| 0                 | 113                         | 0.12                 |
| 1                 | 113                         | 0.12                 |
| 2                 | 113                         | 0.12                 |
| 3                 | 114                         | 0.12                 |
| 4                 | 114                         | 0.12                 |
| 5                 | 114                         | 0.12                 |
| 6                 | 114                         | 0.12                 |
| 7                 | 114                         | 0.12                 |
| 8                 | 114                         | 0.12                 |
| 9                 | 115                         | 0.12                 |
| 10                | 115                         | 0.12                 |

|    |     |      |
|----|-----|------|
| 11 | 115 | 0.12 |
| 12 | 115 | 0.12 |
| 13 | 115 | 0.12 |
| 14 | 115 | 0.12 |
| 15 | 116 | 0.12 |
| 16 | 116 | 0.12 |
| 17 | 116 | 0.12 |
| 18 | 116 | 0.12 |
| 19 | 116 | 0.12 |
| 20 | 116 | 0.12 |

Nota. Fuente: Propia

### **Consumo Maximo Diario (Qmd)**

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante un año, expresado en litros por segundo (L/s).

$$Q_{MAX, DIARIO} = Q_P \times K_1$$

### **Consumo Maximo horario (Qmh)**

Se define también el Consumo Máximo Horario, como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, expresado en litros por segundo (L/s).

$$Q_{MAX, HORARIO} = Q_P \times K_2$$

**Tabla 12**

*Resumen de los caudales de diseño*

| Caserio         | Caudales de diseño (L/s) |                     |                      |
|-----------------|--------------------------|---------------------|----------------------|
|                 | <b>Qp</b>                | <b>Q.max diario</b> | <b>Q.max horario</b> |
| Huaca El Muerto | 0.12                     | 0.16                | 0.24                 |

Nota. Fuente: Propia

### e. Parámetros de diseño del Sistema de Agua Potable

**Tabla 13**

*Resumen de parámetros de diseño final*

| PARAMETROS DE DISEÑO FINAL                                                                  |  |                            |      |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------|------|-----|
| <div>AMBITO GEOGRAFICO</div> <div>COSTA</div> <div>DOTACION ADOPTADA 90 l/hab.d</div>       |  | CAUDAL PROMEDIO ANUAL (Qp) | 0.12 | l/s |
|                                                                                             |  | FACTOR DIA MAXIMO          | 1.3  |     |
|                                                                                             |  | CAUDAL DIA MAXIMO (Qmd)    | 0.16 | l/s |
|                                                                                             |  | FACTOR HORA MAXIMA         | 2.0  |     |
|                                                                                             |  | CAUDAL HORA MAXIMA (Qmh)   | 0.24 | l/s |
| Caudal de micromedición (Aforo de pozo tubular) es mayor del caudal máximo diario (Qmd) ==> |  |                            | OK   |     |
| ACREDITACIÓN DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA SUPERFICIAL ==>                                      |  |                            | 5.00 | l/s |
| Conforme el caudal autorizado ==>                                                           |  |                            | OK   |     |

*Nota.* Fuente: Propia

#### 4.1.4 Diseño de pozo tubular

Para el diseño del pozo tubular se determinó inicialmente el diámetro de la electrobomba en función del caudal de bombeo de **3,84 L/s**, obteniéndose un diámetro de tazones de 6 pulgadas. Posteriormente, se estableció un diámetro de ademe de **12 pulgadas**, considerando el espacio necesario para el funcionamiento de la bomba y las condiciones requeridas para la instalación del sistema de captación.

Asimismo, el cálculo del contra-ademe, considerando las condiciones de cementación, determinó un diámetro de **22 pulgadas**. Para el elemento de captación se obtuvo un diámetro de cedazo de **15 pulgadas**, con espesor de 1/4 de pulgada, abertura de ranura de 1 mm y un área de infiltración de **14,222 cm<sup>2</sup>/ml**. El cálculo verifica que el área de infiltración disponible, correspondiente a **574 cm<sup>2</sup>/ml**, supera el área mínima requerida de **14,222 cm<sup>2</sup>/ml**, por lo que, según la comprobación consignada en el cálculo, se cumple esta condición de diseño.

En consecuencia, el diseño del pozo queda caracterizado por una bomba de 6 pulgadas, un ademe de 12 pulgadas, un contra-ademe de 18 pulgadas y un cedazo de 15 pulgadas. Estos resultados permiten definir las dimensiones principales de la infraestructura de captación y establecer las condiciones necesarias para la extracción del caudal requerido.

**Tabla 14**

*Reporte de pozo tubular*

| Parámetro                         | Resultado    | Unidad      |
|-----------------------------------|--------------|-------------|
| <i>Caudal de bombeo</i>           | <i>3.84</i>  | <i>Lt/s</i> |
| <i>Horas de bombeo</i>            | <i>1.00</i>  | <i>h</i>    |
| <i>Diámetro del tazón (bomba)</i> | <i>6.00</i>  | <i>pulg</i> |
| <i>Diámetro del Ademe</i>         | <i>12.00</i> | <i>pulg</i> |
| <i>Diámetro del contra ademe</i>  | <i>18.00</i> | <i>pulg</i> |

|                              |                |               |
|------------------------------|----------------|---------------|
| <i>Diámetro del cedazo</i>   | <i>15.00</i>   | <i>pulg</i>   |
| <i>Espesor</i>               | <i>0.25</i>    | <i>pulg</i>   |
| <i>Peso por metro lineal</i> | <i>64.30</i>   | <i>kg</i>     |
| <i>N° de Ranuras</i>         | <i>1104.00</i> | <i>und</i>    |
| <i>Abertura de la ranura</i> | <i>1.00</i>    | <i>mm</i>     |
| <i>área de infiltración</i>  | <i>14.22</i>   | <i>cm2/ml</i> |

*Nota. Fuente: Propia*

#### 4.1.5 Diseño de línea de impulsión

##### a. Diámetro de línea de impulsión

La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a las fórmulas de Bresse.

**Tabla 15**

*Diámetro de línea de impulsión*

| <b>Diámetro teórico máximo (Dmax.)</b> | <b>Diámetro teórico económico (Decon.)</b> | <b>Diámetro comercial seleccionado (D select)</b> |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 36.40 mm                               | 35.50 mm                                   | 63.00 mm                                          |

|                    |          |
|--------------------|----------|
| <b>D select</b>    | 63.00 mm |
| <b>Clase</b>       | PN 10    |
| <b>Espesor</b>     | 3.00 mm  |
| <b>D. interior</b> | 57.00 mm |

*Nota. Para Dmax y Deco,  $Qb=0.00384 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $N=1h$ . Fuente: Propia*

## b. Flujo

**Tabla 16**

*Tipo de flujo*

| Velocidad | Re       | Tipo de Flujo |
|-----------|----------|---------------|
| 1.50 m/s  | 96377.46 | Turbulento    |

Nota. Donde  $A_i = 0.00255 \text{ m}^2$ ,  $Q_b = 0.00384 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $\mu = 0.00089 \text{ Pa.s}$  y  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

Fuente: Propia

## c. Pérdidas de carga

**Tabla 17**

*Pérdida de carga por fricción en la tubería ( $h_f$ ), por Formula de Hazen y Williams*

| Tramo        | Material       | Caudal<br>(Lts./seg) | Longitud<br>(m) | C<br>(H y W) | Diámetro<br>(pulg) | $h_f$<br>(m) |
|--------------|----------------|----------------------|-----------------|--------------|--------------------|--------------|
| 1            | Hierro Fundido | 3.84                 | 100.50          | 110          | 2.24               | 6.90         |
| 2            | PVC            | 3.84                 | 10.00           | 150          | 2.24               | 0.39         |
| 3            | Hierro Ductil  | 3.84                 | 10.00           | 130          | 2.24               | 0.50         |
| <b>Total</b> |                |                      |                 |              |                    | <b>7.79</b>  |

Nota. Fuente: Propia

**Tabla 18**

*Pérdida de carga por accesorios ( $h_k$ ) en cámara de bombeo*

| Accesorios                                       | Cantidad | D (mm) | K    | V (m/s) | $h_k$ (m)   |
|--------------------------------------------------|----------|--------|------|---------|-------------|
| Codo 90°                                         | 1.00     | 57.00  | 0.28 | 1.50    | 0.03        |
| Caudalímetro                                     | 1.00     | 57.00  | 2.50 | 1.50    | 0.29        |
| Codo 45°                                         | 1.00     | 57.00  | 0.24 | 1.50    | 0.03        |
| Válvula Check                                    | 1.00     | 57.00  | 2.50 | 1.50    | 0.29        |
| Válvula Compuerta                                | 1.00     | 57.00  | 0.20 | 1.50    | 0.02        |
| Tee                                              | 3.00     | 57.00  | 0.30 | 1.50    | 0.10        |
| <b>Total <math>h_k</math> – cámara de bombeo</b> |          |        |      |         | <b>0.76</b> |

Nota. Fuente: Propia

**Tabla 19**
*Pérdida de carga por accesorios (hk) en línea de impulsión*

| Accesorios              | Cantidad | D (mm) | K    | V (m/s) | hk (m)      |
|-------------------------|----------|--------|------|---------|-------------|
| Codo 90°                | 5.00     | 57.00  | 0.35 | 1.50    | 0.20        |
| Codo 45°                | 8.00     | 57.00  | 0.35 | 1.50    | 0.32        |
| Codo 22.5°              | 9.00     | 57.00  | 0.35 | 1.50    | 0.36        |
| Codo 11.25°             | 14.00    | 57.00  | 0.35 | 1.50    | 0.57        |
| <b>Total hk – línea</b> |          |        |      |         | <b>1.45</b> |

Nota. Fuente: Propia

**Tabla 20**
*Pérdida de carga por accesorios (hk) en reservorio*

| Accesorios                   | Cantidad | D (mm) | K    | V (m/s) | hk (m)      |
|------------------------------|----------|--------|------|---------|-------------|
| Codo 90°                     | 1.00     | 57.00  | 0.28 | 1.50    | 0.03        |
| Caudalímetro                 | 1.00     | 57.00  | 2.50 | 1.50    | 0.29        |
| Codo 45°                     | 1.00     | 57.00  | 0.24 | 1.50    | 0.03        |
| Válvula Check                | 1.00     | 57.00  | 2.50 | 1.50    | 0.29        |
| Válvula Compuerta            | 1.00     | 57.00  | 0.20 | 1.50    | 0.02        |
| Tee                          | 3.00     | 57.00  | 0.30 | 1.50    | 0.10        |
| <b>Total hk – reservorio</b> |          |        |      |         | <b>0.76</b> |

Nota. Fuente: Propia

**Tabla 21**
*Pérdida de carga total*

| hf     | hk     | hf +hk=hf <sub>(total)</sub> |
|--------|--------|------------------------------|
| 7.79 m | 2.98 m | 10.77 m                      |

Nota. Fuente: Propia

#### d. Altura dinámica

 De la ecuación de energía, y para nuestro caso haciendo  $P_1=P_2=0$  ^  $v_1=v_2=0$ 

|            |   |              |
|------------|---|--------------|
| H          | = | 90.50 m      |
| hf (total) | = | 10.77 m      |
| Ps         | = | 2.00 m.c.a   |
| HDT        | = | 103.27 m.c.a |

**e. Potencia de bomba**

$$n = n_{motor} \cdot n_{bomba}$$

$$n = 65.00\%$$

**Tabla 22**

*Potencia de bomba*

| <i>Pot teórica de Bomba</i> | <i>Pot Motor</i> | <i>Pot adoptada de Bomba</i> |
|-----------------------------|------------------|------------------------------|
| <i>8.13 HP</i>              | <i>10.17 HP</i>  | <i>10.00 HP</i>              |

*Nota. Fuente: Propia*

**4.1.6 Modelamiento WaterCAD**

**Tabla 23**

*Calculo Hidráulico - Red distribución Caserío Huaca El Muerto*

| REPORTE TUBERIAS - MODELAMIENTO WATERCAD |              |            |              |               |          |       |              |                 |                                   |                  |
|------------------------------------------|--------------|------------|--------------|---------------|----------|-------|--------------|-----------------|-----------------------------------|------------------|
| TRAMO                                    | NODO INICIAL | NODO FINAL | LONGITUD (m) | DIAMETRO (in) | Material | CLASE | CAUDAL (L/s) | VELOCIDAD (m/s) | Gradiente Hidraulica (Inicio) (m) | Perdida de Carga |
| T - 1                                    | Reservorio   | N-1        | 14.55        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.24         | 0.48            | 68.93                             | 0.20             |
| T - 2                                    | N-1          | N-2        | 5.84         | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.18         | 0.36            | 68.73                             | 0.05             |
| T - 3                                    | N-1          | N-3        | 98.18        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.06         | 0.20            | 68.73                             | 0.42             |
| T - 4                                    | N-2          | N-6        | 64.22        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.07         | 0.13            | 68.69                             | 0.08             |
| T - 5                                    | N-2          | N-26       | 296.76       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.12         | 0.23            | 68.69                             | 1.15             |
| T - 6                                    | N-3          | N-4        | 49.60        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.31                             | 0.02             |
| T - 7                                    | N-3          | N-27       | 93.20        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.05            | 68.31                             | 0.02             |
| T - 8                                    | N-6          | N-7        | 40.01        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.60                             | 0.01             |
| T - 9                                    | N-6          | N-8        | 224.71       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.06         | 0.11            | 68.60                             | 0.18             |
| T - 10                                   | N-8          | N-9        | 99.39        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.02            | 68.42                             | 0.02             |
| T - 11                                   | N-8          | N-10       | 259.31       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.05         | 0.10            | 68.42                             | 0.16             |
| T - 12                                   | N-10         | N-11       | 31.95        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.26                             | 0.01             |
| T - 13                                   | N-10         | N-12       | 245.37       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.04         | 0.08            | 68.26                             | 0.10             |
| T - 14                                   | N-12         | N-13       | 130.26       | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.16                             | 0.04             |
| T - 15                                   | N-12         | N-28       | 141.38       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.04            | 68.16                             | 0.03             |
| T - 16                                   | N-15         | N-16       | 76.57        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.05            | 66.97                             | 0.04             |

|        |      |      |        |      |     |       |      |      |       |      |
|--------|------|------|--------|------|-----|-------|------|------|-------|------|
| T - 17 | N-15 | N-17 | 116.37 | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.10 | 0.20 | 66.97 | 0.35 |
| T - 18 | N-17 | N-19 | 50.32  | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.07 | 0.14 | 66.61 | 0.08 |
| T - 19 | N-17 | N-18 | 300.23 | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.03 | 66.61 | 0.08 |
| T - 20 | N-19 | N-20 | 92.23  | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.03 | 0.05 | 66.53 | 0.02 |
| T - 20 | N-19 | N-25 | 386.52 | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.04 | 0.08 | 66.37 | 0.16 |
| T - 21 | N-20 | N-21 | 37.16  | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.04 | 66.51 | 0.01 |
| T - 22 | N-20 | N-22 | 259.82 | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.02 | 66.51 | 0.04 |
| T - 23 | N-22 | N-23 | 71.66  | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.02 | 66.47 | 0.01 |
| T - 24 | N-25 | N-29 | 502.75 | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.04 | 0.08 | 65.96 | 0.20 |
| T - 21 | N-26 | N-15 | 146.23 | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.12 | 0.23 | 67.53 | 0.57 |
| T - 22 | N-27 | N-5  | 43.96  | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.04 | 68.29 | 0.01 |
| T - 23 | N-28 | N-14 | 325.91 | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.04 | 68.13 | 0.11 |
| T - 24 | N-29 | N-24 | 306.30 | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.02 | 0.07 | 65.96 | 0.20 |

*Nota.* Adaptado de Software WaterCAD

**Tabla 24**
*Resultados de longitud de tuberías PVC*

| <b>TUBERIA MATERIAL PVC</b>                           |   |          |   |
|-------------------------------------------------------|---|----------|---|
| <i>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 3/4"</i> | = | 1,964.20 | m |
| <i>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 1"</i>   | = | 2,546.56 | m |

Nota. Fuente: Propia

**Tabla 25**
*Reporte Nodo – Modelamiento WATERCAD*

| <b>NODO</b> | <b>ELEVACION<br/>(m)</b> | <b>GRADIENTE<br/>HIDRAULICA<br/>(m)</b> | <b>PRESION<br/>(m H2O)</b> |
|-------------|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|
| N-1         | 53.55                    | 68.73                                   | 15.15                      |
| N-2         | 53.75                    | 68.69                                   | 14.91                      |
| N-3         | 54.34                    | 68.31                                   | 13.94                      |
| N-4         | 54.76                    | 68.29                                   | 13.51                      |
| N-5         | 55.69                    | 68.27                                   | 12.56                      |
| N-6         | 54.01                    | 68.60                                   | 14.56                      |
| N-7         | 54.25                    | 68.59                                   | 14.31                      |
| N-8         | 53.85                    | 68.42                                   | 14.55                      |
| N-9         | 54.00                    | 68.41                                   | 14.38                      |
| N-10        | 54.10                    | 68.26                                   | 14.13                      |
| N-11        | 54.00                    | 68.25                                   | 14.22                      |
| N-12        | 54.20                    | 68.16                                   | 13.93                      |
| N-13        | 54.79                    | 68.12                                   | 13.30                      |
| N-14        | 55.21                    | 68.03                                   | 12.79                      |
| N-15        | 52.86                    | 66.97                                   | 14.08                      |
| N-16        | 53.59                    | 66.93                                   | 13.31                      |
| N-17        | 53.00                    | 66.61                                   | 13.59                      |
| N-18        | 54.07                    | 66.53                                   | 12.43                      |

|      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| N-19 | 52.99 | 66.53 | 13.51 |
| N-20 | 53.00 | 66.51 | 13.48 |
| N-21 | 53.48 | 66.50 | 12.99 |
| N-22 | 52.75 | 66.47 | 13.69 |
| N-23 | 52.73 | 66.45 | 13.69 |
| N-24 | 54.68 | 65.96 | 11.26 |
| N-25 | 53.54 | 66.37 | 12.81 |
| N-26 | 53.15 | 67.53 | 14.35 |
| N-27 | 55.06 | 68.29 | 13.20 |
| N-28 | 54.51 | 68.13 | 13.60 |
| N-29 | 54.24 | 66.16 | 11.89 |

*Nota.* Adaptado de Software WaterCAD

**Tabla 26**

*Reporte Presiones Viviendas – Modelamiento Hidráulico con WATERCAD*

| <b>REPORTES PRESIONES VIVIENDAS - M.H. WATERCAD</b><br><b>VIVIENDAS CASERIO HUACA EL MUERTO</b> |       |                     |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| <b>PRESION MIN.</b>                                                                             | 11.03 | <b>PRESION MAX.</b> | 14.38 |

*Nota.* Según Ítem 2.16 RM 192-2018-MVCS, Presión debe estar entre los valores 5 y 60m.c.a.

**Tabla 27**

*Resumen de redes de conexiones domiciliarias*

| <b>NODO</b> | <b>ELEVACION<br/>(m)</b> | <b>GRADIENTE<br/>HIDRAULICA<br/>(m)</b> | <b>PRESION<br/>(m H2O)</b> | <b>Long. (m)</b> |
|-------------|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|------------------|
| VIV. 01     | 53.13                    | 66.45                                   | 13.30                      | 8.40             |
| VIV. 02     | 53.28                    | 66.50                                   | 13.19                      | 8.14             |
| VIV. 03     | 53.11                    | 66.50                                   | 13.36                      | 11.66            |
| VIV. 04     | 53.09                    | 66.50                                   | 13.38                      | 11.00            |
| VIV. 05     | 53.38                    | 66.52                                   | 13.11                      | 8.19             |

|         |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| VIV. 06 | 54.25 | 66.53 | 12.25 | 10.83 |
| VIV. 07 | 54.16 | 66.04 | 11.86 | 18.78 |
| VIV. 08 | 54.77 | 66.01 | 11.22 | 15.46 |
| VIV. 09 | 54.91 | 65.96 | 11.03 | 22.98 |
| VIV. 10 | 54.44 | 66.11 | 11.64 | 29.62 |
| VIV. 11 | 54.50 | 66.08 | 11.55 | 3.18  |
| VIV. 12 | 54.50 | 66.06 | 11.53 | 5.40  |
| VIV. 13 | 54.00 | 66.04 | 12.02 | 22.95 |
| VIV. 14 | 54.00 | 66.04 | 12.01 | 25.79 |
| VIV. 15 | 54.06 | 66.53 | 12.45 | 13.25 |
| VIV. 16 | 54.00 | 66.57 | 12.54 | 16.94 |
| VIV. 17 | 53.57 | 66.60 | 13.00 | 14.71 |
| VIV. 18 | 53.92 | 66.66 | 12.71 | 7.78  |
| VIV. 19 | 53.72 | 66.71 | 12.96 | 15.99 |
| VIV. 20 | 54.07 | 66.61 | 12.51 | 17.92 |
| VIV. 21 | 53.03 | 66.95 | 13.89 | 6.74  |
| VIV. 22 | 53.71 | 66.94 | 13.20 | 12.24 |
| VIV. 23 | 53.99 | 66.93 | 12.92 | 14.98 |
| VIV. 24 | 54.25 | 68.59 | 14.31 | 15.15 |
| VIV. 25 | 54.25 | 68.59 | 14.31 | 18.46 |
| VIV. 26 | 54.69 | 68.49 | 13.78 | 11.09 |
| VIV. 27 | 54.86 | 68.37 | 13.49 | 10.00 |
| VIV. 28 | 54.85 | 68.37 | 13.49 | 10.22 |
| VIV. 29 | 55.46 | 68.30 | 12.82 | 6.85  |
| VIV. 30 | 55.43 | 68.30 | 12.85 | 7.04  |
| VIV. 31 | 54.82 | 68.30 | 13.46 | 10.18 |
| VIV. 32 | 54.49 | 68.29 | 13.78 | 4.16  |
| VIV. 33 | 55.17 | 68.30 | 13.10 | 5.98  |
| VIV. 34 | 55.82 | 68.27 | 12.43 | 3.11  |
| VIV. 35 | 55.89 | 68.27 | 12.36 | 8.08  |
| VIV. 36 | 55.69 | 68.29 | 12.57 | 7.84  |
| VIV. 37 | 54.00 | 68.41 | 14.38 | 6.89  |
| VIV. 38 | 54.34 | 68.25 | 13.88 | 9.30  |
| VIV. 39 | 54.20 | 68.25 | 14.03 | 12.60 |
| VIV. 40 | 54.44 | 68.20 | 13.73 | 18.17 |
| VIV. 41 | 54.49 | 68.20 | 13.68 | 23.61 |

|                                                       |       |       |       |               |
|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|---------------|
| VIV. 42                                               | 55.20 | 68.13 | 12.90 | 20.66         |
| VIV. 43                                               | 54.88 | 68.12 | 13.21 | 15.70         |
| VIV. 44                                               | 55.07 | 68.13 | 13.04 | 14.13         |
| VIV. 45                                               | 55.27 | 68.13 | 12.84 | 14.26         |
| VIV. 46                                               | 55.20 | 68.03 | 12.80 | 21.78         |
| VIV. 47                                               | 55.20 | 68.03 | 12.80 | 18.48         |
| <b>TOTAL DE TUBERIA (m)</b>                           |       |       |       | <b>616.67</b> |
| <b>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 1/2"</b> |       |       |       |               |

Nota. Adaptado de Software WaterCAD

#### 4.1.7 Diseño de Reservorio

|          |   |                           |
|----------|---|---------------------------|
| Q.diseño | = | Q.promedio                |
| Q.diseño | = | 0.12 l/s                  |
| Q.diseño | = | 10.37 m <sup>3</sup> /día |

Como se cuenta con un sistema continuo de agua se considera un volumen de regulación:

|                         |   |                           |
|-------------------------|---|---------------------------|
| Capacidad de regulación | = | 25%                       |
| Volumen de regulación   | = | 2.59 m <sup>3</sup> /día  |
| Consumo máximo diario   | = | 1.50 m <sup>3</sup> /hora |
| Vol. Pérdidas Físicas   | = | 0.00 m <sup>3</sup> / día |
| Vol. Contra Incendios   | = | 0.00 m <sup>3</sup> / día |

**Tabla 28**

Capacidad del reservorio

| Vol. Reservorio | Vol. Reserv.<br>requerido | Vol. Reserv.<br>final |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|
| 2.59            | 5.00                      | 10.00 m <sup>3</sup>  |

#### Justificación:

Teniendo en cuenta que la tasa de crecimiento considerada es 0.15% y que la capacidad del reservorio existente es 10 m<sup>3</sup>, se usara la misma capacidad de reservorio. Esta decisión es respaldada por el diagnóstico y la modelación hidráulica.

**Tabla 29**

*Dimensiones de reservorio apoyado (cuadrado)*

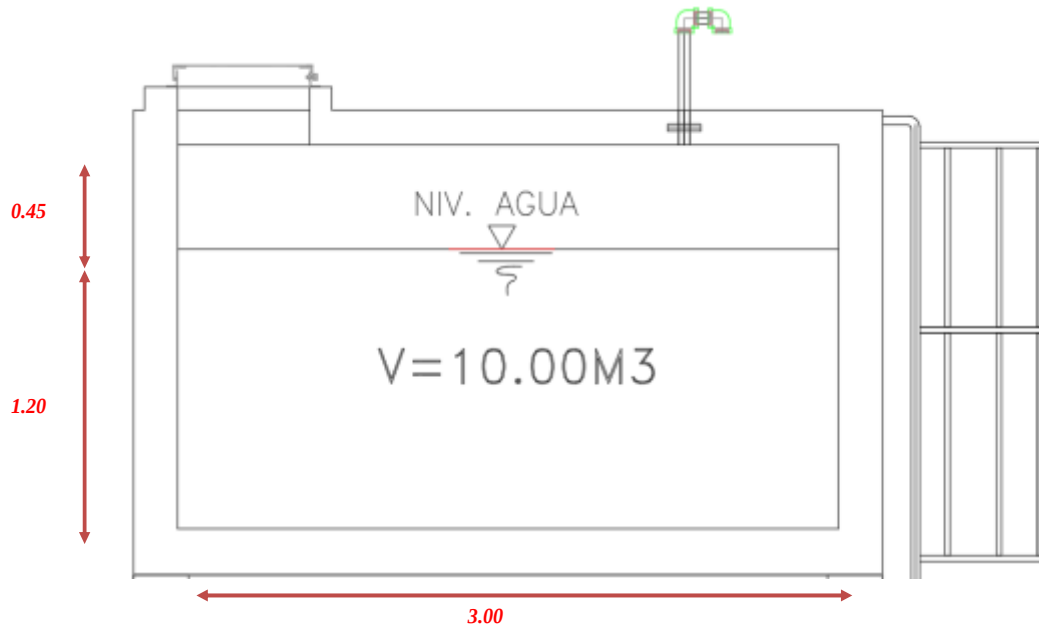
| Item | Descripción                                                        |    |               |      |              |                                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------|----|---------------|------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Ancho Interno                                                      | b  | Dato          | 3.00 | m            | asumido                                                                                                                |
| 2    | Largo Interno                                                      | l  | Dato          | 3.00 | m            | asumido                                                                                                                |
| 3    | Altura Util de Agua                                                | h  |               | 1.10 |              |                                                                                                                        |
| 4    | Distancia Vertical Eje Salida y Fondo Reservorio                   | hi | Dato          | 0.10 | m            | Referencia 1, Capítulo V ítem 5 inciso 5.4. Para instalación de canastilla y evitar entrada de sedimentos              |
| 5    | Altura Total de Agua                                               |    |               | 1.20 | m            |                                                                                                                        |
| 6    | Relación del Ancho de la Base y la Altura (b/h)                    | j  | $j=b/h$       | 2.73 | adimensional | Referencia 3: (b)/(h) entre 0.5 y 3 -> OK<br>< 0.5: Paredes muy altas y angostas.<br>> 3.0: Paredes muy largas y bajas |
| 7    | Distancia Vertical Techo Reservorio y Eje Tubo de Ingreso de Agua  | k  | Dato          | 0.20 | m            | Referencia 1 capítulo II ítem 1.1, párrafo 4. Referencia 2, Norma IS 010 Ítem 2.4 Almacenamiento y regulación Inciso i |
| 8    | Distancia Vertical entre Eje tubo de Rebose y Eje Ingreso de Agua  | l  | Dato          | 0.15 | m            | Referencia 1 capítulo II ítem 1.1, párrafo 4. Referencia 2, Norma IS 010 Ítem 2.4 Almacenamiento y regulación Inciso j |
| 9    | Distancia Vertical entre eje Tubo de Rebose y Nivel Máximo de Agua | m  | Dato          | 0.10 | m            | Referencia 1 capítulo II ítem 1.1, párrafo 4. Referencia 2, Norma IS 010 Ítem 2.4 Almacenamiento y regulación Inciso k |
| 10   | Altura Total Interna                                               | H  | $H=h+(k+l+m)$ | 1.65 | m            |                                                                                                                        |

*Nota.* Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada mediante R.M. N.º 192-2018-VIVIENDA. Referencia 2:

"Reglamento Nacional de Edificaciones". Referencia 3: "Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados" OPS 2004.

**Figura 25**

*Dimensiones de reservorio (cuadrado)*



*Nota.* Fuente: Propia

## 4.2 DISCUSIÓN

### 4.2.1 Discusión respecto a la hipótesis general

- La hipótesis general de la presente investigación plantea que el uso del software WaterCAD permite identificar deficiencias hidráulicas y formular una propuesta de mejora que optimiza el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto.
- Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis general, debido a que la modelación hidráulica permitió representar el comportamiento de la red de distribución mediante variables como presión, caudal, velocidad y pérdidas de carga, indicadores que fueron considerados dentro de la operacionalización de la variable independiente.
- El diagnóstico inicial evidenció que el sistema existente presenta limitaciones relacionadas principalmente con la continuidad del servicio, las condiciones de infraestructura y el abastecimiento de las viviendas. Se identificó que el sistema dispone de un pozo tubular y un reservorio elevado de 10 m<sup>3</sup>, pero presenta restricciones para garantizar el abastecimiento adecuado de la población, además de deficiencias en el reservorio y conexiones domiciliarias.
- Frente a esta situación, la modelación hidráulica permitió evaluar la alternativa propuesta bajo condiciones de diseño. Los resultados muestran que las presiones obtenidas en los nodos de la red se encuentran entre 11.26 y 15.15 m.c.a., mientras que en las viviendas se obtiene un rango de 11.03 a 14.38 m.c.a.. Estos valores se encuentran dentro del rango de presión de 5 a 60 m.c.a. considerado en el estudio conforme a la R.M. N.º 192-2018-VIVIENDA.
- Asimismo, el modelo permitió determinar el comportamiento de las pérdidas de carga en cada tramo, identificando valores diferenciados según la longitud, diámetro y

caudal transportado. Por ejemplo, el tramo T-5 presenta una pérdida de carga de 1.15 m, mientras que el tramo T-21, correspondiente a N-26–N-15, alcanza 0.57 m.

- En consecuencia, se considera que WaterCAD constituyó una herramienta adecuada para diagnosticar el comportamiento hidráulico y sustentar técnicamente la alternativa de mejora. Sin embargo, debe precisarse que la optimización demostrada corresponde al comportamiento hidráulico esperado de la propuesta modelada, y no a una mejora física ya ejecutada sobre el sistema existente.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se concluye que la aplicación de la modelación hidráulica mediante el software WaterCAD permitió analizar el comportamiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto y establecer una propuesta técnica sustentada en parámetros hidráulicos de presión, caudal, velocidad y pérdidas de carga. Los resultados del modelamiento evidencian que la configuración propuesta presenta condiciones hidráulicas favorables para el abastecimiento de la población, constituyéndose en una alternativa técnicamente viable para mejorar el nivel de servicio.
- Respecto al diagnóstico del sistema de abastecimiento, se determinó la necesidad de evaluar integralmente sus componentes de captación, impulsión, almacenamiento y distribución, considerando sus condiciones físicas y operativas. El estudio permitió establecer los parámetros necesarios para representar el sistema en WaterCAD y evaluar su comportamiento hidráulico, constituyendo esta información la base para la formulación de la propuesta de mejora.
- En relación con las deficiencias hidráulicas, el modelamiento permitió evaluar el comportamiento de la red mediante los indicadores establecidos en la matriz de variables: presión, caudal y pérdidas de carga. En la red modelada, las presiones obtenidas en los nodos se encuentran entre 11.26 y 15.15 m.c.a., mientras que en las viviendas se registró un rango de 11.03 a 14.38 m.c.a., valores que se mantienen dentro del rango de 5 a 60 m.c.a. adoptado en el estudio.
- Respecto a la capacidad hidráulica y eficiencia operativa, el modelo permitió verificar que la red propuesta trabaja con caudales y velocidades compatibles con la configuración planteada. La red está conformada principalmente por tuberías de PVC

PN-10 de  $\frac{3}{4}$ " y 1", con una longitud reportada de 1 964.20 m de tubería de  $\frac{3}{4}$ " y 2 546.56 m de tubería de 1". Asimismo, las pérdidas de carga obtenidas por tramo permiten identificar los sectores con mayor incidencia en el comportamiento hidráulico de la red.

- Finalmente, se concluye que la propuesta técnica basada en WaterCAD permite contar con una herramienta de evaluación y toma de decisiones para el diseño y optimización del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto. La simulación facilita la verificación de los principales indicadores de la matriz de operacionalización y permite sustentar técnicamente la alternativa propuesta antes de su eventual implementación.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que, previo a la ejecución de la propuesta, se realice una verificación y actualización de los datos de campo, principalmente cotas, longitudes, diámetros, estado de tuberías, accesorios y demandas, de manera que el modelo hidráulico represente con mayor precisión las condiciones reales del sistema.
- Se recomienda implementar un programa periódico de operación y mantenimiento de la red de abastecimiento, considerando inspecciones de tuberías, válvulas, accesorios, reservorio y demás componentes hidráulicos, con la finalidad de conservar las condiciones de funcionamiento previstas en el modelo.
- Se recomienda efectuar un monitoreo periódico de las presiones y caudales en puntos representativos de la red, especialmente en los sectores hidráulicamente más desfavorables, a fin de comparar el comportamiento real del sistema con los resultados obtenidos mediante WaterCAD y detectar oportunamente posibles variaciones.

- Se recomienda mantener operativos los dispositivos de control hidráulico considerados en el diseño, principalmente las válvulas de aire/purga y cámaras rompe presión, verificando su ubicación y funcionamiento durante la operación del sistema. El diseño contempla estos elementos para controlar condiciones particulares de la red y facilitar su adecuado funcionamiento.
- Se recomienda que cualquier modificación futura de la red —como ampliaciones, incorporación de nuevas conexiones o cambios de diámetro— sea previamente evaluada mediante modelación hidráulica, considerando el crecimiento de la demanda y su efecto sobre las presiones, caudales y pérdidas de carga.
- Finalmente, se recomienda que la propuesta hidráulica sea considerada como base técnica para futuras etapas de inversión y mejoramiento del sistema, complementándola con la verificación de disponibilidad hídrica, calidad del agua, condiciones estructurales y presupuesto de ejecución, antes de su implementación definitiva.

## CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad Vásquez, J. C., & Arizaga Bravo, C. S. (2022). *Evaluación y rediseño del Sistema de agua potable para la comunidad de Yaritzagua, Parroquia El Progreso, Cantón Nabón*. [Tesis de pregrado, Universidad del Azuay], Repositorio Institucional de la Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12249>
- Agüero Pittman, R. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales*. Lima: SER.
- Alzamora Viñas, B. A. (2023). *Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de agua potable del centro poblado de Cambio Puente, distrito Chimbote. Provincia de Santa, Región de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote], Repositorio Institucional ULADECH CATÓLICA. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/36271>
- Anaguano Pillalaza, M. J., & González Riera, M. A. (2021). *Propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Oyambaro*. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional], Repositorio Digital Institucional de la Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21988>
- Benites Velásquez, D. A., & Flores Casas, L. N. (2023). *Diseño Del Sistema De Agua Potable Y UBS En Los Centros Poblados Pashagón Y Casumaca - Huamachuco, Departamento De La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego], Repositorio Institucional de Investigación de la Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/item/3d152b9e-5892-42bf-9c99-062cce3b2ac7>
- Bentley Systems. (2026). *OpenFlows Water*. Bentley : <https://es-la.bentley.com/software/openflows-water/>
- CARE Internacional-Avina. (2012). *Módulo 5. Operación y Mantenimiento de Sistemas de*

*Agua Potable*. Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Ecuador.

Chavez Ortiz, J. (2021). *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para su incidencia en la condición sanitaria de la población del caserío de Laria Alto-Sector Salitre, distrito de Moro, provincia del Santa, región Áncash-2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote], Repositorio Institucional ULADECH CATÓLICA. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/25149>

Comisión Nacional del Agua. (s.f.). *Libro 4: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.  
[www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES). (2020). *Unidades Básicas de Saneamiento y su impacto en zonas rurales del Perú*. Lima-Perú.

Haestad Methods. (2000). *WaterCAD v4 user's guide*. Haestad Methods, Inc.  
<https://es.scribd.com/document/680587309/WaterCAD-4>

Huanca Benites, A. E., & Marin Espinola, J. C. (2022). *Evaluación de la calidad del servicio de agua potable aplicando WaterCAD del AA. HH "Los Geranios" Nuevo Chimbote-2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa], Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Santa.  
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4903>

Huaringa Paucaraja, E. L. (2024). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable e instalación de UBS en el centro poblado Fortaleza, distrito de Pangoa, provincia de Satipo*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana del Centro], Repositorio Institucional de la Universidad Peruana del Centro.  
<https://repositorio.upecen.edu.pe/handle/20.500.14127/372>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). *Acceso a los servicios básicos en el Perú 2023*. <https://www.inei.gob.pe/>

- Jibaja Ramos, H. A. (2021). *Diseño del sistema de agua potable y ubs en el Caserío Patacón, Jaén, Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo], Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72133>
- Llaure Chavez, G. L., & Vega Flores, Y. O. (2020). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado Las Flores –Tangay, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash-2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo], Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76417>
- Machado Lunarejo, S. W., & Silva Ramos, E. S. (2024). *Evaluación del sistema de agua potable del caserío de Vinchamarca, Moro, Santa, Ancash-2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa], Repositorio Universidad Nacional del Santa.  
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4964>
- Magne Ayllón, F. M. (2008). *Abastecimiento, Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Modernizando el Aprendizaje y enseñanza en la Asignatura de Ingeniería Sanitaria I*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Simón], Repositorio de Investigación UMSS. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/1522.pdf>
- Medina Salguero, J. R. (2020). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA EL CASERÍO XEPEC Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala], Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad de San Carlos de Guatemala.  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/15276/>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2016). *Consideraciones básicas de diseño de infraestructura*

*sanitaria (Norma OS.100). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).*

Ministerio de vivienda, c. y. (2018). *Manual de diseño de sistemas de agua potable y saneamiento para el ambito rural*. Peru: MVCS.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *R.M. N° 192-2018-VIVIENDA-Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma Técnica G.010: Agua Potable y Alcantarillado*. Lima, Perú.

MINSA. (2006). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Peru: Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA.

MINSA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Dirección General de Salud Ambiental DIGESA.

<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>

Miñano Veliz, J. P. (2023). *Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Caserío Ancón, distrito de Macate, Provincia del Santa, Región áncash, y su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote], Repositorio Institucional ULADECH CATÓLICA.

<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/36914>

Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda*.

<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>

Organización Panamericana de la Salud. (2004). *GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE MANANTIALES*.

Pacheco Peñafiel, A. S. (2024). Acciones para la optimización del sistema de agua potable en

Manglaralto, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 45(1), 45–53.

<https://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/651>

Rengifo Cenas, T. C., & Zárate Yuyes, C. J. (2016). *Diseño estático del flujo de agua en la red de distribución del centro poblado La Palma Central provincia de Jaén aplicación del programa WaterCAD*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego], Repositorio Institucional de Investigación UPAO.

Romero Nina, Y. (2021). Evaluación y rediseño de sistemas de abastecimiento de agua potable. *Revista Boliviana de Ingeniería*, Volumen 3 | No. 1, Página 28-40.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.33996/rebi.v3i1.3>

Sanchez Merlo, Y. M. (s.f.). *Modelamiento computarizado de sistemas de distribución de agua: Aplicación de WaterCAD V8i*. [Manual de curso-taller]. Scribd:  
<https://es.scribd.com/document/525557311/Manual-Watercad-Curso-Taller-Downloadable>

Ssitems, B. (2020). *WaterCAD user's guide*. Bentley Systems.

Systems, B. (2020). *WaterCAD user's guide*. Bentley Systems.

Taboada Chero, D. Y. (2021). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para determinar la mejora de la condición sanitaria de la población del caserío de Pocos Huanca, distrito de Moro, provincia del Santa, región Ancash – 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote], Repositorio Institucional ULADECH CATÓLICA.  
<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/27949?show=full>

Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R., & Burton, F. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. McGraw-Hill Education.

Velasco Adrianzen, L. d., & Lopez Ipanaque, B. H. (2023). *Diseño de sistema de agua potable y saneamiento con UBS en el caserío de Chontapampa, Huancabamba –*

Piura. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego], Repositorio

Institucional de Investigación de la Universidad Privada Antenor Orrego.

<https://repositorio.upao.edu.pe/item/eb818d51-9afc-49d5-8bdf-239fb59091a9>

Vivanco Castillo, C., Núñez Cobo, J., Mancilla Escobar, G., & Salas Bravo, S. (2024).

Development and assessment of a vulnerability index for access to rural drinking water and sanitation services in the semi-arid region of north–central Chile. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development* , 14(3), 145-160.

Whitman, B. E., Walski, T. M., Barnard, T. E., Durrans, S. R., Lowry, S., & Meadows, M. E.

(2021). *Computer Applications in Hydraulic Engineering (9th ed.)*. Bentley Institute Press. <https://es-la.bentley.com/software/openflows-worksuite/>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 30

Matriz de consistencia

| TÍTULO                                                                                                                         | Problemas                                                                                                                                                                                                                      | Objetivos                                                                                                                                                                           | Hipótesis                                                                                                                                                                                                              | Variables                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Análisis y Propuesta para Abastecimiento de Agua en el Caserío Huaca El Muerto, distrito de Íllimo usando el Software WaterCAD | ¿En qué condiciones el software WaterCAD permite el análisis y la formulación de una propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío Huaca El Muerto, distrito de Íllimo, durante el año 2025? | Analizar el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto y formular una propuesta de mejora mediante la modelación hidráulica usando el software WaterCAD. | El uso del software WaterCAD permite identificar deficiencias hidráulicas y formular una propuesta de mejora que optimiza el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto. | Variable Independiente:                                               |
|                                                                                                                                | ¿Cuál es el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto en términos de infraestructura, caudal, presión y continuidad del servicio?                                                | Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto mediante la evaluación de su infraestructura y comportamiento hidráulico.   | El sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto presenta deficiencias hidráulicas que afectan la continuidad y calidad del servicio.                                                          | Modelación hidráulica del sistema mediante el software Watercad       |
|                                                                                                                                | ¿Qué deficiencias hidráulicas presenta el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto en términos de presión, caudal y pérdidas de carga?                                                            | Identificar y evaluar las deficiencias hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto mediante el análisis de sus parámetros hidráulicos.    | El sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto presenta deficiencias hidráulicas significativas asociadas a presiones insuficientes, caudales inadecuados y elevadas pérdidas de carga.      | Variable dependiente:                                                 |
|                                                                                                                                | ¿Qué alternativa técnica de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable resulta más adecuada para optimizar su desempeño hidráulico en el Caserío Huaca El Muerto?                                                    | Formular una propuesta técnica de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto mediante la modelación hidráulica usando el software WaterCAD.   | La propuesta técnica de mejora basada en la modelación hidráulica mediante WaterCAD optimiza el desempeño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío Huaca El Muerto.                        | Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto |

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 31**

Matriz de operacionalización de variables

| Variable                                                                                    | Definición conceptual                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Definición Operacional                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Dimensión                 | Indicadores                     | Instrumentos                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Variable Independiente: Modelación hidráulica del sistema mediante el software Watercad     | Proceso técnico que consiste en la representación computacional del sistema de abastecimiento de agua potable, permitiendo analizar su comportamiento hidráulico mediante la simulación de caudales, presiones y pérdidas de carga, con el fin de evaluar su desempeño y formular propuestas de mejora. (Ssitem, 2020) | La modelación hidráulica se realizará mediante el uso del software WaterCAD, ingresando datos de infraestructura existente, demandas, condiciones topográficas y parámetros hidráulicos, con el propósito de simular el funcionamiento del sistema y evaluar su desempeño bajo diferentes escenarios operativos. | Comportamiento hidráulico | Presión en modos (m.c.a.)       | Software WaterCAD           |
|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Comportamiento hidráulico | Caudal en tuberías (L/s)        | Software WaterCAD           |
|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Perdidas hidráulicas      | Pérdidas de carga (m)           | Software WaterCAD           |
|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Continuidad del servicio  | Cumplimiento de presión mínima  | Software WaterCAD           |
|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Evaluación técnica        | Escenarios de simulación        | Fichas técnicas y planos    |
| Variable dependiente: Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huaca El Muerto | Conjunto de infraestructuras, equipos y procesos destinados a la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua potable a la población, garantizando condiciones adecuadas de calidad, cantidad y continuidad del servicio. (Ministerio de vivienda, 2018)                                  | El sistema de abastecimiento de agua potable será evaluado a partir de los resultados obtenidos en la modelación hidráulica, considerando su capacidad de suministro, condiciones de presión y eficiencia operativa.                                                                                             | Infraestructura           | Estado de tuberías y accesorios | Ficha de inspección técnica |
|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Capacidad hidráulica      | Adecuación de caudales          | Software WaterCAD           |
|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Nivel de servicio         | Presión y continuidad           | Software WaterCAD           |
|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Eficiencia operativa      | Reducción de pérdidas           | Informe Técnico             |

**ANEXO 3: CENSO DE PADRÓN DE BENEFICIARIOS**
**PADRON DE BENEFICIARIOS**

**TESIS: "Análisis y propuesta para abastecimiento de agua en el Caserío Huaca El Muerto,  
 distrito de Íllimo usando el software WaterCAD"**

| N°<br>Vivienda | Nombres y Apellidos del Titular | DNI      | Estado (Habitado /<br>No Habitado) | N° Miembros |   |       |
|----------------|---------------------------------|----------|------------------------------------|-------------|---|-------|
|                |                                 |          |                                    | M           | H | Total |
| 1              | Maria Chapoñan Rojas            | 17621861 | Habitado                           | 1           | 3 | 4     |
| 2              | Ciro Mario Pinglo Sandoval      | 75522505 | Habitado                           | 2           | 2 | 4     |
| 3              | Juana Rosa Sandoval Santamaria  | 17599906 | Habitado                           | 1           | 1 | 2     |
| 4              | Ana Lizet Bances Bances         | 75525406 | Habitado                           | 3           | 1 | 4     |
| 5              | Alex Pinglo Llontop             | 46944922 | Habitado                           | 0           | 1 | 1     |
| 6              | Cruz Carmen Pinglo Baldera      | 17549708 | Habitado                           | 0           | 1 | 1     |
| 7              | Maria Llontop Guzman            | 17599810 | Habitado                           | 1           | 1 | 2     |
| 8              | Flor Encarna Barreto Sandoval   | 42893165 | Habitado                           | 1           | 4 | 5     |
| 9              | Maria Irma Figueroa Santamaria  | 17548344 | Habitado                           | 2           | 2 | 4     |
| 10             | Iraida Damian De Acosta         | 17546641 | Habitado                           | 1           | 3 | 4     |
| 11             | Jose Wilian Acosta Damian       | 41224085 | Habitado                           | 0           | 2 | 2     |
| 12             | Carmen Rosa Acosta Cajusol      | 60530361 | Habitado                           | 3           | 1 | 4     |
| 13             | Teodoro Granado Sandoval        | 17545545 | Habitado                           | 0           | 1 | 1     |
| 14             | Hugo Granado Llontop            | 16741659 | Habitado                           | 1           | 1 | 2     |
| 15             | Claudia Pinglo Baldera          | 16431794 | Habitado                           | 1           | 1 | 2     |
| 16             | Dorotea Llontop Acosta          | 17549851 | Habitado                           | 1           | 0 | 1     |
| 17             | Lorenzo Llontop Acosta          | 17549174 | Habitado                           | 0           | 1 | 1     |
| 18             | Ana Elizabeth Acosta Llontop    | 45595451 | Habitado                           | 2           | 3 | 5     |
| 19             | Santos Llontop Acosta           | 17545854 | Habitado                           | 1           | 1 | 2     |
| 20             | Maria Santos Acosta Llontop     | 75913985 | Habitado                           | 2           | 1 | 3     |
| 21             | Maria Yolanda Llontop Guzman    | 48191595 | Habitado                           | 1           | 0 | 1     |

|              |                                 |          |          |           |           |            |
|--------------|---------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 22           | Vilma Llaue Llontop             | 45014432 | Habitado | 3         | 1         | 4          |
| 23           | Genaro Llontop Guzman           | 17547407 | Habitado | 0         | 1         | 1          |
| 24           | Alberto Flores Jimenez          | 17624344 | Habitado | 1         | 1         | 2          |
| 25           | Juana Sanchez Bances            | 17603299 | Habitado | 1         | 0         | 1          |
| 26           | Dorotea Sandoval Champoñan      | 17548061 | Habitado | 1         | 1         | 2          |
| 27           | Pedro Pablo Barreto Sandoval    | 75795463 | Habitado | 0         | 1         | 1          |
| 28           | Nancy Milagros Barreto Sandoval | 46859744 | Habitado | 2         | 3         | 5          |
| 29           | Santos Flores Jimenez           | 42522883 | Habitado | 1         | 2         | 3          |
| 30           | Felipa Jimenez Vicente          | 80353231 | Habitado | 1         | 0         | 1          |
| 31           | Walter Flores Jimenez           | 41670868 | Habitado | 0         | 1         | 1          |
| 32           | Elena Flores Jimenez            | 80353228 | Habitado | 1         | 0         | 1          |
| 33           | Miguel Angel Llontop Flores     | 75529234 | Habitado | 0         | 1         | 1          |
| 34           | Andres Flores Baldera           | 17597096 | Habitado | 0         | 1         | 1          |
| 35           | Nicolas Tuñoque Flores          | 16742117 | Habitado | 0         | 1         | 1          |
| 36           | Nelly Flores Montalvan          | 16741739 | Habitado | 1         | 1         | 2          |
| 37           | Jose Guillermo Acosta Zuñiga    | 17547886 | Habitado | 2         | 1         | 3          |
| 38           | Mayra Moran Morales             | 74706055 | Habitado | 3         | 1         | 4          |
| 39           | Maria Haydee Morales Bances     | 17637055 | Habitado | 1         | 5         | 6          |
| 40           | Aleida Nanton Barreto           | 75783218 | Habitado | 1         | 2         | 3          |
| 41           | Isabel Santiesteban Bances      | 17598700 | Habitado | 1         | 2         | 3          |
| 42           | Frank Rodolfo Monsa Asalde      | 41848586 | Habitado | 0         | 1         | 1          |
| 43           | Corina Soledad Asalde Reyes     | 17599116 | Habitado | 1         | 1         | 2          |
| 44           | Maria Antonia Bances Cabello    | 41524594 | Habitado | 1         | 2         | 3          |
| 45           | Manuela Reyes Sandoval          | 80351032 | Habitado | 1         | 1         | 2          |
| 46           | Asunciona Reyes Sandoval        | 17624601 | Habitado | 1         | 0         | 1          |
| 47           | Severiano Tantarico Percial     | 17548847 | Habitado | 2         | 1         | 3          |
| <b>TOTAL</b> |                                 |          |          | <b>50</b> | <b>63</b> | <b>113</b> |

#### ANEXO 4: DATA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS

| Punto | Norte       | Este       | Cota   | Descripción |
|-------|-------------|------------|--------|-------------|
| 1001  | 9284462.82  | 622826.178 | 42.972 | C_2013170   |
| 1002  | 9284400.028 | 622769.254 | 42.113 | C_2013169   |
| 1003  | 9284400.871 | 622763.053 | 42.173 | reservorio  |
| 1004  | 9284400.328 | 622762.693 | 42.204 | reservorio  |
| 1005  | 9284400.015 | 622762.008 | 42.212 | reservorio  |
| 1006  | 9284400.096 | 622761.245 | 42.135 | reservorio  |
| 1007  | 9284400.465 | 622760.73  | 42.142 | reservorio  |
| 1008  | 9284401.246 | 622760.38  | 42.14  | reservorio  |
| 1009  | 9284401.691 | 622760.4   | 42.158 | reservorio  |
| 1010  | 9284402.262 | 622760.705 | 42.18  | reservorio  |
| 1011  | 9284402.556 | 622761.109 | 42.153 | reservorio  |
| 1012  | 9284402.686 | 622761.699 | 42.185 | reservorio  |
| 1013  | 9284402.59  | 622762.25  | 42.151 | reservorio  |
| 1014  | 9284402.223 | 622762.76  | 42.188 | reservorio  |
| 1015  | 9284401.907 | 622762.97  | 42.179 | reservorio  |
| 1016  | 9284401.234 | 622763.125 | 42.179 | reservorio  |
| 1017  | 9284401.002 | 622764.044 | 42.068 | vereda      |
| 1018  | 9284401.825 | 622764.036 | 42.061 | vereda      |
| 1019  | 9284402.417 | 622763.818 | 42.01  | vereda      |
| 1020  | 9284403.053 | 622763.342 | 41.998 | vereda      |
| 1021  | 9284403.439 | 622762.733 | 41.959 | vereda      |
| 1022  | 9284403.662 | 622762.026 | 41.938 | vereda      |
| 1023  | 9284403.606 | 622761.228 | 41.937 | vereda      |
| 1024  | 9284403.389 | 622760.572 | 41.985 | vereda      |
| 1025  | 9284402.933 | 622760.02  | 42.059 | vereda      |
| 1026  | 9284402.305 | 622759.598 | 41.903 | vereda      |
| 1027  | 9284401.84  | 622759.47  | 41.988 | vereda      |
| 1028  | 9284400.962 | 622759.44  | 41.975 | vereda      |
| 1029  | 9284400.356 | 622759.628 | 41.947 | vereda      |

|      |             |            |        |                   |
|------|-------------|------------|--------|-------------------|
| 1030 | 9284399.91  | 622759.938 | 42.023 | vereda            |
| 1031 | 9284399.497 | 622760.399 | 42.034 | vereda            |
| 1032 | 9284399.195 | 622760.88  | 42.044 | vereda            |
| 1033 | 9284399.036 | 622761.44  | 41.974 | vereda            |
| 1034 | 9284399.033 | 622761.955 | 41.92  | vereda            |
| 1035 | 9284399.094 | 622762.374 | 41.942 | vereda            |
| 1036 | 9284399.374 | 622762.925 | 42.1   | vereda            |
| 1037 | 9284399.772 | 622763.442 | 42.007 | vereda            |
| 1038 | 9284400.213 | 622763.817 | 41.986 | vereda            |
| 1039 | 9284400.952 | 622764.038 | 42.054 | vereda            |
| 1040 | 9284401.548 | 622764.068 | 42.097 | vereda            |
| 1041 | 9284400.37  | 622766.143 | 42.074 | vereda            |
| 1042 | 9284397.169 | 622764.407 | 42.128 | calle             |
| 1043 | 9284412.982 | 622765.618 | 41.828 | calle             |
| 1044 | 9284408.109 | 622761.561 | 41.731 | TN                |
| 1045 | 9284413.562 | 622761.588 | 41.609 | TN                |
| 1046 | 9284420.48  | 622761.404 | 41.525 | TN                |
| 1047 | 9284420.092 | 622765.716 | 41.825 | calle             |
| 1048 | 9284427.499 | 622765.55  | 41.783 | calle             |
| 1049 | 9284429.381 | 622761.033 | 41.569 | TN                |
| 1050 | 9284436.37  | 622759.605 | 41.609 | TN                |
| 1051 | 9284441.752 | 622760.002 | 41.551 | TN                |
| 1052 | 9284441.137 | 622765.399 | 41.737 | calle             |
| 1053 | 9284450.24  | 622765.428 | 42.326 | calle             |
| 1054 | 9284451.059 | 622758.635 | 41.628 | TN                |
| 1055 | 9284458.165 | 622764.854 | 42.81  | calle             |
| 1056 | 9284460.404 | 622764.346 | 42.808 | V_26<br>EXISTENTE |
| 1057 | 9284465.308 | 622767.07  | 43.52  | V_26              |
| 1058 | 9284464.62  | 622775.549 | 43.539 | V_26              |
| 1059 | 9284472.57  | 622767.571 | 43.654 | V_26              |

---

|      |             |            |        |             |
|------|-------------|------------|--------|-------------|
| 1060 | 9284471.85  | 622777.357 | 43.7   | V_26        |
| 1061 | 9284464.061 | 622783.144 | 43.626 | V_27        |
| 1062 | 9284464.629 | 622775.574 | 43.553 | V_27        |
| 1063 | 9284471.053 | 622783.691 | 43.716 | V_27        |
| 1064 | 9284467.695 | 622802.554 | 43.2   | TN          |
| 1065 | 9284470.6   | 622799.28  | 43.15  | TN          |
| 1066 | 9284474.628 | 622796.281 | 43.261 | TN          |
| 1067 | 9284479.092 | 622797.875 | 43.459 | TN          |
| 1068 | 9284482.866 | 622799.201 | 43.535 | TN          |
| 1069 | 9284481.363 | 622804.682 | 43.492 | TN          |
| 1070 | 9284491.854 | 622801.337 | 43.636 | TN          |
| 1071 | 9284500.001 | 622803.373 | 43.912 | V_29        |
| 1072 | 9284498.866 | 622808.534 | 44.322 | V_29        |
| 1073 | 9284504.635 | 622803.5   | 43.892 | V_29        |
| 1074 | 9284495.627 | 622821.216 | 43.517 | V_30        |
| 1075 | 9284493.179 | 622817.56  | 43.867 | V_30        |
| 1076 | 9284493.583 | 622824.891 | 43.198 | V_31        |
| 1077 | 9284499.672 | 622825.471 | 43.105 | V_31        |
| 1078 | 9284494.146 | 622829.651 | 43.473 | V_31        |
| 1079 | 9284521.278 | 622831.063 | 43.503 | TN          |
| 1080 | 9284523.979 | 622827.135 | 43.617 | TN          |
| 1081 | 9284525.661 | 622824.141 | 43.922 | TN          |
| 1082 | 9284522.323 | 622796.25  | 44.177 | V_48 pronoi |
| 1083 | 9284523.786 | 622791.436 | 44.038 | V_48 pronoi |
| 1084 | 9284519.512 | 622790.048 | 43.632 | V_48 pronoi |
| 1085 | 9284517.629 | 622794.99  | 44.1   | V_48 pronoi |
| 1086 | 9284517.595 | 622799.287 | 44.206 | V_36        |
| 1087 | 9284511.761 | 622797.031 | 43.816 | V_36        |
| 1088 | 9284514.138 | 622808.633 | 44.409 | V_36        |
| 1089 | 9284503.915 | 622862.756 | 42.023 | TN          |

---

|      |             |            |        |       |
|------|-------------|------------|--------|-------|
| 1090 | 9284506.141 | 622865.518 | 41.728 | TN    |
| 1091 | 9284509.85  | 622867.713 | 41.69  | TN    |
| 1092 | 9284512.704 | 622869.278 | 41.719 | TN    |
| 1093 | 9284516.184 | 622871.691 | 41.695 | TN    |
| 1094 | 9284519.724 | 622873.812 | 41.678 | TN    |
| 1095 | 9284523.093 | 622875.6   | 41.771 | TN    |
| 1096 | 9284527.584 | 622878.114 | 41.749 | TN    |
| 1097 | 9284532.664 | 622880.426 | 41.741 | TN    |
| 1098 | 9284542.01  | 622883.583 | 41.754 | TN    |
| 1099 | 9284546.696 | 622885.449 | 41.69  | TN    |
| 1100 | 9284550.609 | 622887.841 | 41.822 | TN    |
| 1101 | 9284561.91  | 622897.996 | 42.207 | calle |
| 1102 | 9284568.543 | 622899.744 | 42.271 | calle |
| 1103 | 9284576.969 | 622902.258 | 42.347 | calle |
| 1104 | 9284586.094 | 622904.831 | 42.245 | calle |
| 1105 | 9284599.341 | 622908.763 | 42.253 | calle |
| 1106 | 9284603.215 | 622909.888 | 42.301 | calle |
| 1107 | 9284614.881 | 622912.958 | 42.334 | calle |
| 1108 | 9284623.563 | 622915.691 | 42.256 | calle |
| 1109 | 9284636.688 | 622918.928 | 42.337 | calle |
| 1110 | 9284646.743 | 622921.596 | 42.318 | calle |
| 1111 | 9284659.761 | 622926.235 | 41.819 | calle |
| 1112 | 9284675.243 | 622929.591 | 42.266 | calle |
| 1113 | 9284691.103 | 622933.799 | 42.439 | calle |
| 1114 | 9284709.244 | 622935.896 | 42.603 | TN    |
| 1115 | 9284709.38  | 622917.654 | 42.059 | TN    |
| 1116 | 9284709.303 | 622911.803 | 42.161 | TN    |
| 1117 | 9284711.547 | 622902.537 | 42.116 | TN    |
| 1118 | 9284711.524 | 622893.273 | 42.05  | TN    |
| 1119 | 9284711.155 | 622886.583 | 42.062 | TN    |

---

|      |             |            |        |    |
|------|-------------|------------|--------|----|
| 1120 | 9284711.038 | 622880.538 | 42.037 | TN |
| 1121 | 9284710.725 | 622873.342 | 42.026 | TN |
| 1122 | 9284710.486 | 622864.427 | 42.092 | TN |
| 1123 | 9284710.809 | 622856.416 | 41.972 | TN |
| 1124 | 9284710.757 | 622850.614 | 41.951 | TN |
| 1125 | 9284710.762 | 622845.441 | 42.058 | TN |
| 1126 | 9284710.724 | 622842.547 | 42.135 | TN |
| 1127 | 9284714.597 | 622844.139 | 42.151 | TN |
| 1128 | 9284721.234 | 622846.671 | 42.112 | TN |
| 1129 | 9284724.401 | 622847.772 | 42.107 | TN |
| 1130 | 9284732.898 | 622851.139 | 42.096 | TN |
| 1131 | 9284739.204 | 622853.689 | 42.088 | TN |
| 1132 | 9284745.389 | 622856.321 | 42.096 | TN |
| 1133 | 9284751.579 | 622857.535 | 42.138 | TN |
| 1134 | 9284757.057 | 622859.601 | 42.147 | TN |
| 1135 | 9284763.342 | 622862.56  | 42.137 | TN |
| 1136 | 9284770.162 | 622865.516 | 42.134 | TN |
| 1137 | 9284777.158 | 622867.875 | 42.157 | TN |
| 1138 | 9284782.318 | 622869.823 | 42.212 | TN |
| 1139 | 9284789.971 | 622871.807 | 42.235 | TN |
| 1140 | 9284797.322 | 622875.644 | 42.296 | TN |
| 1141 | 9284809.042 | 622880.2   | 42.372 | TN |
| 1142 | 9284822.297 | 622886.823 | 42.195 | TN |
| 1143 | 9284837.289 | 622892.073 | 42.331 | TN |
| 1144 | 9284844.095 | 622894.902 | 42.367 | TN |
| 1145 | 9284850.912 | 622897.242 | 42.28  | TN |
| 1146 | 9284860.345 | 622900.895 | 42.351 | TN |
| 1147 | 9284869.677 | 622904.701 | 42.307 | TN |
| 1148 | 9284875.161 | 622906.763 | 42.363 | TN |
| 1149 | 9284881.087 | 622908.776 | 42.394 | TN |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1150 | 9284891.316 | 622912.401 | 42.496 | TN        |
| 1151 | 9284895.777 | 622914.364 | 42.444 | TN        |
| 1152 | 9284907.375 | 622919.242 | 42.405 | TN        |
| 1153 | 9284918.102 | 622923.188 | 42.412 | TN        |
| 1154 | 9284924.444 | 622925.979 | 42.389 | TN        |
| 1155 | 9284931.41  | 622928.579 | 42.516 | TN        |
| 1156 | 9284942.755 | 622932.552 | 42.599 | TN        |
| 1157 | 9284959.83  | 622939.806 | 42.713 | TN        |
| 1158 | 9284971.357 | 622944.498 | 42.745 | TN        |
| 1159 | 9284985.067 | 622950.019 | 42.68  | TN        |
| 1160 | 9284999.619 | 622956.065 | 42.716 | TN        |
| 1161 | 9285007.415 | 622959.013 | 42.695 | TN        |
| 1162 | 9285017.053 | 622961.445 | 42.951 | TN        |
| 1163 | 9285023.987 | 622962.64  | 42.708 | TN        |
| 1164 | 9285038.962 | 622969.692 | 42.842 | TN        |
| 1165 | 9285049.89  | 622973.364 | 42.707 | TN        |
| 1166 | 9285060.326 | 622965.686 | 43.022 | TN        |
| 1167 | 9285063.159 | 622958.051 | 42.981 | TN        |
| 1168 | 9285077.622 | 622938.278 | 42.976 | TN        |
| 1169 | 9285090.806 | 622926.645 | 42.83  | TN        |
| 1170 | 9285094.329 | 622921.37  | 42.876 | TN        |
| 1171 | 9285095.002 | 622912.419 | 42.749 | TN        |
| 1172 | 9285095.547 | 622905.82  | 42.915 | TN        |
| 1173 | 9285093.984 | 622903.145 | 43.095 | carretera |
| 1174 | 9285096.555 | 622899.097 | 42.966 | carretera |
| 1175 | 9285094.963 | 622893.91  | 43.111 | carretera |
| 1176 | 9285090.199 | 622891.483 | 42.882 | carretera |
| 1177 | 9285098.001 | 622877.855 | 42.922 | carretera |
| 1178 | 9285101.582 | 622879.478 | 43.062 | carretera |
| 1179 | 9285108.342 | 622869.703 | 43.038 | carretera |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1180 | 9285106.201 | 622864.68  | 42.971 | carretera |
| 1181 | 9285114.796 | 622859.042 | 42.973 | carretera |
| 1182 | 9285120.319 | 622851.415 | 43.082 | carretera |
| 1183 | 9285118.476 | 622847.402 | 42.981 | carretera |
| 1184 | 9285127.798 | 622839.332 | 43.114 | carretera |
| 1185 | 9285131.948 | 622833.024 | 43.025 | carretera |
| 1186 | 9285128.456 | 622830.508 | 43     | carretera |
| 1187 | 9285139.452 | 622821.61  | 43.211 | carretera |
| 1188 | 9285138.253 | 622815.565 | 43.285 | carretera |
| 1189 | 9285149.312 | 622805.815 | 43.104 | carretera |
| 1190 | 9285147.909 | 622800.656 | 43.065 | carretera |
| 1191 | 9285161.42  | 622785.338 | 43.271 | carretera |
| 1192 | 9285159.29  | 622781.02  | 43.44  | carretera |
| 1193 | 9285172.104 | 622768.607 | 43.292 | carretera |
| 1194 | 9285169.436 | 622765.362 | 43.315 | carretera |
| 1195 | 9285176.712 | 622754.763 | 43.428 | carretera |
| 1196 | 9285180.748 | 622756.037 | 43.298 | carretera |
| 1197 | 9285192.084 | 622739.757 | 43.21  | carretera |
| 1198 | 9285190.029 | 622735.571 | 43.326 | carretera |
| 1199 | 9285203.251 | 622720.256 | 43.423 | carretera |
| 1200 | 9285200.634 | 622717.033 | 43.416 | carretera |
| 1201 | 9285210.399 | 622702.65  | 43.559 | carretera |
| 1202 | 9285215.032 | 622702.429 | 43.549 | carretera |
| 1203 | 9285221.232 | 622692.449 | 43.723 | carretera |
| 1204 | 9285218.513 | 622688.088 | 43.545 | carretera |
| 1205 | 9285221.571 | 622678.368 | 43.253 | carretera |
| 1206 | 9285226.406 | 622675.694 | 43.066 | carretera |
| 1207 | 9285221.464 | 622665.788 | 43.081 | carretera |
| 1208 | 9285216.533 | 622667.066 | 43.024 | carretera |
| 1209 | 9285205.595 | 622653.673 | 43.005 | carretera |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1210 | 9285201.857 | 622654.923 | 43.062 | carretera |
| 1211 | 9285193.984 | 622647.426 | 43.092 | carretera |
| 1212 | 9285195.115 | 622642.812 | 43.087 | carretera |
| 1213 | 9285184.905 | 622634.268 | 43.129 | carretera |
| 1214 | 9285180.756 | 622635.721 | 43.061 | carretera |
| 1215 | 9285166.912 | 622626.334 | 43.074 | carretera |
| 1216 | 9285165.394 | 622621.758 | 43.105 | carretera |
| 1217 | 9285152.929 | 622619.22  | 43.148 | carretera |
| 1218 | 9285148.977 | 622621.711 | 43.019 | carretera |
| 1219 | 9285130.848 | 622613.222 | 42.963 | carretera |
| 1220 | 9285130.561 | 622607.961 | 43.021 | carretera |
| 1221 | 9285122.111 | 622602.294 | 42.977 | carretera |
| 1222 | 9285118.847 | 622604.679 | 42.928 | carretera |
| 1223 | 9285109.56  | 622597.99  | 42.77  | carretera |
| 1224 | 9285109.169 | 622593.957 | 42.852 | carretera |
| 1225 | 9285099.14  | 622589.071 | 42.942 | carretera |
| 1226 | 9285094.606 | 622592.157 | 42.851 | carretera |
| 1227 | 9285083.555 | 622592.382 | 42.897 | carretera |
| 1228 | 9285083.338 | 622584.686 | 43.008 | carretera |
| 1229 | 9285073.355 | 622580.179 | 42.961 | carretera |
| 1230 | 9285067.404 | 622585.939 | 42.866 | carretera |
| 1231 | 9285058.978 | 622581.957 | 43.083 | carretera |
| 1232 | 9285061.265 | 622578.393 | 42.971 | carretera |
| 1233 | 9285045.16  | 622572.593 | 42.954 | carretera |
| 1234 | 9285043.099 | 622575.541 | 43.091 | carretera |
| 1235 | 9285031.695 | 622569.224 | 42.873 | carretera |
| 1236 | 9285029.935 | 622572.924 | 42.91  | carretera |
| 1237 | 9285029.772 | 622536.839 | 42.727 | TN        |
| 1238 | 9285031.167 | 622524.975 | 42.739 | TN        |
| 1239 | 9285030.518 | 622493.752 | 42.506 | camino    |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 1240 | 9285025.04  | 622483.584 | 42.712 | camino |
| 1241 | 9285017.463 | 622464.523 | 42.651 | camino |
| 1242 | 9285011.459 | 622452.686 | 42.631 | camino |
| 1243 | 9285006.556 | 622442.416 | 42.663 | camino |
| 1244 | 9285001.588 | 622432.347 | 42.632 | camino |
| 1245 | 9284994.905 | 622422.699 | 42.74  | camino |
| 1246 | 9284984.695 | 622418.168 | 42.726 | camino |
| 1247 | 9284972.552 | 622412.096 | 42.778 | camino |
| 1248 | 9284957.823 | 622402.239 | 42.646 | camino |
| 1249 | 9284952.041 | 622398.794 | 42.638 | camino |
| 1250 | 9284943.175 | 622393.492 | 42.65  | camino |
| 1251 | 9284936.775 | 622389.085 | 42.613 | camino |
| 1252 | 9284926.88  | 622383.502 | 42.62  | camino |
| 1253 | 9284922.213 | 622380.727 | 42.534 | camino |
| 1254 | 9284917.524 | 622377.617 | 42.374 | camino |
| 1255 | 9284910.812 | 622373.075 | 42.407 | camino |
| 1256 | 9284903.692 | 622367.577 | 42.503 | camino |
| 1257 | 9284891.757 | 622358.551 | 42.41  | camino |
| 1258 | 9284883.471 | 622353.901 | 42.388 | camino |
| 1259 | 9284875.838 | 622350.13  | 42.291 | camino |
| 1260 | 9284864.894 | 622346.69  | 42.356 | camino |
| 1261 | 9284855.221 | 622346.929 | 42.559 | camino |
| 1262 | 9284837.361 | 622347.509 | 42.475 | camino |
| 1263 | 9284826.29  | 622348.016 | 42.505 | camino |
| 1264 | 9284811.679 | 622346.768 | 42.412 | camino |
| 1265 | 9284803.322 | 622344.754 | 42.432 | camino |
| 1266 | 9284786.98  | 622343.544 | 42.608 | camino |
| 1267 | 9284777.18  | 622342.662 | 42.605 | camino |
| 1268 | 9284764.215 | 622329.229 | 42.71  | V_07   |
| 1269 | 9284754.942 | 622328.434 | 42.729 | V_07   |

|      |             |            |        |                   |
|------|-------------|------------|--------|-------------------|
| 1270 | 9284765.135 | 622320.385 | 42.635 | V_07              |
| 1271 | 9284748.448 | 622337.028 | 42.542 | camino            |
| 1272 | 9284745.399 | 622352.669 | 42.329 | V_13              |
| 1273 | 9284739.481 | 622351.325 | 42.217 | V_13              |
| 1274 | 9284744.362 | 622357.597 | 42.599 | V_13              |
| 1275 | 9284745.616 | 622360.121 | 42.27  | V_13<br>EXISTENTE |
| 1276 | 9284749.328 | 622375.335 | 42.22  | TN                |
| 1277 | 9284751.009 | 622395.735 | 42.083 | TN                |
| 1278 | 9284765.269 | 622406.659 | 42.886 | V_15              |
| 1279 | 9284769.864 | 622408.607 | 43.086 | V_15              |
| 1280 | 9284733.973 | 622394.173 | 42.326 | camino            |
| 1281 | 9284723.736 | 622389.742 | 42.211 | camino            |
| 1282 | 9284717.025 | 622386.947 | 42.239 | camino            |
| 1283 | 9284707.476 | 622382.999 | 42.265 | camino            |
| 1284 | 9284702.51  | 622380.863 | 42.574 | camino            |
| 1285 | 9284697.698 | 622378.793 | 42.383 | camino            |
| 1286 | 9284686.72  | 622374.648 | 42.311 | camino            |
| 1287 | 9284679.7   | 622371.473 | 42.211 | camino            |
| 1288 | 9284674.77  | 622369.311 | 42.207 | camino            |
| 1289 | 9284664.128 | 622365.546 | 42.236 | camino            |
| 1290 | 9284658.952 | 622363.45  | 42.186 | camino            |
| 1291 | 9284652.974 | 622361.315 | 42.103 | camino            |
| 1292 | 9284644.992 | 622358.244 | 42.166 | camino            |
| 1293 | 9284640.451 | 622363.79  | 42.554 | V_16              |
| 1294 | 9284637.106 | 622370.938 | 42.58  | V_16              |
| 1295 | 9284630.841 | 622352.14  | 42.102 | camino            |
| 1296 | 9284623.286 | 622349.137 | 42.058 | camino            |
| 1297 | 9284614.16  | 622346.092 | 42.004 | camino            |
| 1298 | 9284607.611 | 622343.205 | 42.008 | camino            |
| 1299 | 9284599.992 | 622340.271 | 42.028 | camino            |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 1300 | 9284590.887 | 622336.925 | 41.994 | camino |
| 1301 | 9284582.502 | 622333.8   | 41.908 | camino |
| 1302 | 9284574.913 | 622330.619 | 41.837 | camino |
| 1303 | 9284567.017 | 622327.71  | 41.802 | camino |
| 1304 | 9284560.724 | 622325.088 | 41.854 | camino |
| 1305 | 9284551.813 | 622321.774 | 41.903 | camino |
| 1306 | 9284544.913 | 622318.851 | 41.869 | camino |
| 1307 | 9284539.903 | 622316.791 | 41.779 | camino |
| 1308 | 9284534.42  | 622314.856 | 41.84  | camino |
| 1309 | 9284528.152 | 622312.679 | 41.821 | camino |
| 1310 | 9284520.104 | 622310.02  | 41.913 | camino |
| 1311 | 9284515.979 | 622321.886 | 42.106 | V_17   |
| 1312 | 9284518.806 | 622323.517 | 42.108 | V_17   |
| 1313 | 9284513.913 | 622325.488 | 42.154 | V_17   |
| 1314 | 9284497.385 | 622248.605 | 41.45  | camino |
| 1315 | 9284509.488 | 622249.378 | 41.443 | camino |
| 1316 | 9284517.398 | 622251.985 | 41.425 | camino |
| 1317 | 9284528.713 | 622256.21  | 41.492 | camino |
| 1318 | 9284539.648 | 622260.835 | 41.613 | camino |
| 1319 | 9284550.037 | 622266.288 | 41.725 | camino |
| 1320 | 9284557.777 | 622270.002 | 41.729 | camino |
| 1321 | 9284566.532 | 622273.176 | 41.733 | camino |
| 1322 | 9284578.001 | 622277.683 | 41.844 | camino |
| 1323 | 9284588.806 | 622282.39  | 41.86  | camino |
| 1324 | 9284594.021 | 622284.359 | 41.878 | camino |
| 1325 | 9284601.856 | 622287.053 | 41.866 | camino |
| 1326 | 9284609.303 | 622290.349 | 41.934 | camino |
| 1327 | 9284618.927 | 622295.504 | 41.947 | camino |
| 1328 | 9284628.131 | 622300.097 | 41.961 | camino |
| 1329 | 9284637.099 | 622303.871 | 42.267 | camino |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1330 | 9284647.18  | 622307.83  | 41.999 | camino    |
| 1331 | 9284653.971 | 622310.884 | 41.936 | camino    |
| 1332 | 9284659.349 | 622313.98  | 42.106 | camino    |
| 1333 | 9284666.148 | 622317.644 | 42.223 | camino    |
| 1334 | 9284675.374 | 622321.346 | 42.145 | camino    |
| 1335 | 9284678.235 | 622318.771 | 42.021 | camino    |
| 1336 | 9284497.264 | 622228.584 | 41.63  | carretera |
| 1337 | 9284497.193 | 622220.891 | 41.522 | carretera |
| 1338 | 9284495.685 | 622211.654 | 41.657 | carretera |
| 1339 | 9284499.281 | 622213.357 | 42.694 | V_06      |
| 1340 | 9284506.739 | 622215.984 | 42.936 | V_06      |
| 1341 | 9284494.098 | 622203.458 | 41.487 | carretera |
| 1342 | 9284490.645 | 622189.193 | 41.456 | carretera |
| 1343 | 9284486.711 | 622179.153 | 41.459 | carretera |
| 1344 | 9284485.061 | 622174.929 | 41.463 | carretera |
| 1345 | 9284497.513 | 622173.58  | 41.996 | V_05      |
| 1346 | 9284496.769 | 622177.42  | 41.878 | V_05      |
| 1347 | 9284492.06  | 622176.086 | 41.949 | V_05      |
| 1348 | 9284492.723 | 622172.145 | 41.781 | V_05      |
| 1349 | 9284501.304 | 622157.146 | 41.896 | V_03      |
| 1350 | 9284505.248 | 622157.821 | 41.99  | V_03      |
| 1351 | 9284505.265 | 622157.828 | 41.977 | V_04      |
| 1352 | 9284510.168 | 622158.876 | 41.91  | V_04      |
| 1353 | 9284511.509 | 622153.019 | 41.77  | V_04      |
| 1354 | 9284506.676 | 622151.789 | 41.967 | V_04      |
| 1355 | 9284502.74  | 622150.264 | 41.906 | V_03      |
| 1356 | 9284471.518 | 622154.543 | 41.388 | carretera |
| 1357 | 9284464.915 | 622148.156 | 41.375 | carretera |
| 1358 | 9284459.185 | 622142.574 | 41.418 | carretera |
| 1359 | 9284445.488 | 622132.089 | 41.473 | carretera |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1360 | 9284438.44  | 622126.215 | 41.456 | carretera |
| 1361 | 9284433.949 | 622121.522 | 41.404 | carretera |
| 1362 | 9284427.153 | 622114.81  | 41.411 | carretera |
| 1363 | 9284420.767 | 622108.548 | 41.405 | carretera |
| 1364 | 9284414.633 | 622102.726 | 41.396 | carretera |
| 1365 | 9284408.601 | 622096.827 | 41.44  | carretera |
| 1366 | 9284404.24  | 622092.576 | 41.416 | carretera |
| 1367 | 9284397.424 | 622086.145 | 41.391 | carretera |
| 1368 | 9284386.099 | 622075.991 | 41.249 | carretera |
| 1369 | 9284377.346 | 622067.846 | 41.244 | carretera |
| 1370 | 9284372.27  | 622063.052 | 41.225 | carretera |
| 1371 | 9284365.143 | 622056.523 | 41.31  | carretera |
| 1372 | 9284360.306 | 622052.047 | 41.212 | carretera |
| 1373 | 9284352.94  | 622044.601 | 41.232 | carretera |
| 1374 | 9284344.215 | 622036.08  | 41.308 | carretera |
| 1375 | 9284336.948 | 622028.683 | 41.278 | carretera |
| 1376 | 9284326.608 | 622017.32  | 41.207 | carretera |
| 1377 | 9284322.5   | 622012.14  | 41.188 | carretera |
| 1378 | 9284319.915 | 622008.964 | 41.176 | carretera |
| 1379 | 9284307.74  | 621992.164 | 41.168 | carretera |
| 1380 | 9284301.267 | 621982.833 | 41.207 | carretera |
| 1381 | 9284293.812 | 621973.068 | 41.201 | carretera |
| 1382 | 9284287.21  | 621964.745 | 41.195 | carretera |
| 1383 | 9284295.132 | 621974.579 | 41.145 | TN        |
| 1384 | 9284299.338 | 621971.401 | 41.183 | TN        |
| 1385 | 9284306.014 | 621964.314 | 41.227 | TN        |
| 1386 | 9284311.639 | 621954.091 | 41.043 | TN        |
| 1387 | 9284312.303 | 621947.012 | 41.081 | TN        |
| 1388 | 9284312.426 | 621939.252 | 41.033 | TN        |
| 1389 | 9284314.079 | 621934.313 | 41.076 | TN        |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1390 | 9284315.508 | 621929.487 | 41.052 | TN        |
| 1391 | 9284316.172 | 621924.354 | 40.979 | TN        |
| 1392 | 9284316.632 | 621919.555 | 41.068 | TN        |
| 1393 | 9284316.564 | 621913.229 | 41.042 | TN        |
| 1394 | 9284316.737 | 621905.953 | 41.175 | TN        |
| 1395 | 9284309.017 | 621895.266 | 41.994 | V_01      |
| 1396 | 9284326.086 | 621884.51  | 41.472 | V_01      |
| 1397 | 9284327.218 | 621897.492 | 41.63  | V_01      |
| 1398 | 9284468.73  | 622314.844 | 42.426 | V_19      |
| 1399 | 9284480.933 | 622322.541 | 43.289 | V_19      |
| 1400 | 9284478.271 | 622328.14  | 42.442 | V_19      |
| 1401 | 9284463.439 | 622313.653 | 41.675 | carretera |
| 1402 | 9284443.749 | 622334.103 | 41.763 | carretera |
| 1403 | 9284435.882 | 622342.138 | 41.845 | carretera |
| 1404 | 9284425.518 | 622353.8   | 41.81  | carretera |
| 1405 | 9284420.141 | 622360.119 | 41.735 | carretera |
| 1406 | 9284426.013 | 622367.299 | 41.737 | TN        |
| 1407 | 9284428.74  | 622368.42  | 41.635 | TN        |
| 1408 | 9284435.704 | 622371.472 | 41.872 | TN        |
| 1409 | 9284444.999 | 622375.381 | 41.698 | TN        |
| 1410 | 9284448.753 | 622379.689 | 41.411 | TN        |
| 1411 | 9284450.666 | 622382.062 | 41.541 | TN        |
| 1412 | 9284455.046 | 622414.982 | 41.056 | TN        |
| 1413 | 9284458.183 | 622405.946 | 42.399 | V_22      |
| 1414 | 9284465.09  | 622408.207 | 42.492 | V_22      |
| 1415 | 9284470.771 | 622412.734 | 42.388 | V_23      |
| 1416 | 9284476.455 | 622415.032 | 42.399 | V_23      |
| 1417 | 9284435.486 | 622414.337 | 41.229 | TN        |
| 1418 | 9284426.612 | 622416.614 | 41.123 | TN        |
| 1419 | 9284360.553 | 622427.508 | 41.797 | carretera |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1420 | 9284347.885 | 622442.059 | 41.831 | carretera |
| 1421 | 9284336.244 | 622454.887 | 41.832 | carretera |
| 1422 | 9284327.363 | 622464.74  | 41.925 | carretera |
| 1423 | 9284318.391 | 622474.996 | 41.886 | carretera |
| 1424 | 9284312.895 | 622482.326 | 41.816 | carretera |
| 1425 | 9284308.513 | 622491.72  | 41.678 | carretera |
| 1426 | 9284307.513 | 622495.669 | 41.605 | carretera |
| 1427 | 9284305.636 | 622507.835 | 41.77  | carretera |
| 1428 | 9284304.943 | 622519.588 | 42.009 | carretera |
| 1429 | 9284304.639 | 622527.983 | 42.02  | carretera |
| 1430 | 9284304.444 | 622538.863 | 42.034 | carretera |
| 1431 | 9284304.29  | 622547.81  | 42.023 | carretera |
| 1432 | 9284304.691 | 622556.888 | 41.995 | carretera |
| 1433 | 9284306.53  | 622566.486 | 42.07  | carretera |
| 1434 | 9284308.611 | 622574.291 | 42.145 | carretera |
| 1435 | 9284312.89  | 622584.282 | 42.082 | carretera |
| 1436 | 9284317.321 | 622593.27  | 42.097 | carretera |
| 1437 | 9284320.121 | 622599.721 | 42.108 | carretera |
| 1438 | 9284323.305 | 622606.726 | 42.128 | carretera |
| 1439 | 9284327.515 | 622616.048 | 42.097 | carretera |
| 1440 | 9284330.887 | 622623.766 | 42.057 | carretera |
| 1441 | 9284333.657 | 622629.85  | 42.1   | carretera |
| 1442 | 9284336.212 | 622635.826 | 42.06  | carretera |
| 1443 | 9284340.537 | 622644.413 | 42.047 | carretera |
| 1444 | 9284344.978 | 622653.483 | 42.136 | carretera |
| 1445 | 9284349.705 | 622663.291 | 42.061 | carretera |
| 1446 | 9284354.643 | 622674.558 | 42.289 | carretera |
| 1447 | 9284358.515 | 622685.082 | 42.41  | carretera |
| 1448 | 9284362.618 | 622696.802 | 42.344 | carretera |
| 1449 | 9284367.818 | 622708.965 | 42.33  | carretera |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1450 | 9284373.144 | 622721.6   | 42.319 | carretera |
| 1451 | 9284378.055 | 622730.998 | 42.26  | carretera |
| 1452 | 9284383.312 | 622742.653 | 42.349 | carretera |
| 1453 | 9284387.388 | 622752.688 | 42.374 | carretera |
| 1454 | 9284390.539 | 622760.473 | 42.405 | carretera |
| 1455 | 9284397.206 | 622774.628 | 42.557 | carretera |
| 1456 | 9284401.29  | 622784.022 | 42.443 | carretera |
| 1457 | 9284406.212 | 622794.434 | 42.478 | carretera |
| 1458 | 9284410.635 | 622800.265 | 42.343 | carretera |
| 1459 | 9284416.065 | 622811.281 | 42.388 | carretera |
| 1460 | 9284417.689 | 622818.056 | 42.511 | carretera |
| 1461 | 9284418.24  | 622837.212 | 42.536 | carretera |
| 1462 | 9284418.004 | 622851.728 | 42.678 | carretera |
| 1463 | 9284415.626 | 622865.139 | 42.695 | carretera |
| 1464 | 9284414.543 | 622879.735 | 42.665 | carretera |
| 1465 | 9284413.514 | 622888.506 | 42.6   | carretera |
| 1466 | 9284412.702 | 622896.398 | 42.606 | carretera |
| 1467 | 9284411.8   | 622903.588 | 42.549 | carretera |
| 1468 | 9284410.535 | 622913.566 | 42.684 | carretera |
| 1469 | 9284409.957 | 622920.787 | 42.792 | carretera |
| 1470 | 9284409.217 | 622927.791 | 42.852 | carretera |
| 1471 | 9284407.652 | 622940.073 | 42.821 | carretera |
| 1472 | 9284405.79  | 622955.36  | 42.708 | carretera |
| 1473 | 9284403.746 | 622965.513 | 42.699 | carretera |
| 1474 | 9284402.998 | 622971.491 | 42.724 | carretera |
| 1475 | 9284402.325 | 622978.145 | 42.685 | carretera |
| 1476 | 9284402.098 | 622985.054 | 42.648 | carretera |
| 1477 | 9284401.739 | 622991.231 | 42.718 | carretera |
| 1478 | 9284400.518 | 623001.519 | 42.757 | carretera |
| 1479 | 9284398.893 | 623009.313 | 42.778 | carretera |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1480 | 9284397.566 | 623020.399 | 42.808 | carretera |
| 1481 | 9284396.698 | 623030.429 | 42.71  | carretera |
| 1482 | 9284395.874 | 623038.085 | 42.726 | carretera |
| 1483 | 9284403.354 | 623051.911 | 41.891 | TN        |
| 1484 | 9284417.076 | 623056.019 | 41.873 | TN        |
| 1485 | 9284422.944 | 623057.893 | 41.909 | TN        |
| 1486 | 9284432.375 | 623061.041 | 41.936 | TN        |
| 1487 | 9284438.174 | 623062.894 | 41.96  | TN        |
| 1488 | 9284442.979 | 623063.873 | 41.906 | TN        |
| 1489 | 9284446.81  | 623065.203 | 42.016 | TN        |
| 1490 | 9284450.371 | 623066.566 | 41.933 | TN        |
| 1491 | 9284460.559 | 623070.396 | 41.94  | TN        |
| 1492 | 9284468.392 | 623073.334 | 41.956 | TN        |
| 1493 | 9284478.389 | 623077.09  | 42.017 | TN        |
| 1494 | 9284487.647 | 623077.876 | 42.6   | TN        |
| 1495 | 9284494.263 | 623059.184 | 42.749 | V_S/N     |
| 1496 | 9284491.943 | 623053.008 | 42.593 | camino    |
| 1497 | 9284495.212 | 623053.87  | 42.822 | camino    |
| 1498 | 9284492.06  | 623067.067 | 42.454 | camino    |
| 1499 | 9284488.211 | 623072.328 | 42.567 | camino    |
| 1500 | 9284490.19  | 623075.658 | 42.679 | camino    |
| 1501 | 9284485.67  | 623086.457 | 42.554 | camino    |
| 1502 | 9284487.294 | 623095.362 | 42.65  | V_S/N     |
| 1503 | 9284475.023 | 623146.257 | 42.448 | camino    |
| 1504 | 9284473.142 | 623155.177 | 42.302 | camino    |
| 1505 | 9284470.927 | 623165.254 | 42.376 | camino    |
| 1506 | 9284469.412 | 623172.224 | 42.35  | camino    |
| 1507 | 9284467.357 | 623182.092 | 42.372 | camino    |
| 1508 | 9284465.599 | 623190.498 | 42.41  | camino    |
| 1509 | 9284463.818 | 623198.574 | 42.363 | camino    |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1510 | 9284462.519 | 623205.638 | 42.31  | camino    |
| 1511 | 9284461.133 | 623214.203 | 42.267 | camino    |
| 1512 | 9284456.622 | 623219.742 | 42.28  | camino    |
| 1513 | 9284451.733 | 623226.152 | 42.195 | camino    |
| 1514 | 9284445.932 | 623231.758 | 42.295 | camino    |
| 1515 | 9284441.118 | 623235.471 | 42.255 | camino    |
| 1516 | 9284436.712 | 623238.185 | 42.241 | camino    |
| 1517 | 9284432.322 | 623239.095 | 42.282 | camino    |
| 1518 | 9284427.523 | 623238.554 | 42.207 | camino    |
| 1519 | 9284419.41  | 623234.92  | 42.262 | camino    |
| 1520 | 9284412.059 | 623231.174 | 42.156 | camino    |
| 1521 | 9284406.341 | 623227.974 | 42.112 | camino    |
| 1522 | 9284399.082 | 623224.187 | 42.188 | camino    |
| 1523 | 9284393.507 | 623221.173 | 42.184 | camino    |
| 1524 | 9284388.932 | 623218.891 | 42.089 | camino    |
| 1525 | 9284384.64  | 623216.227 | 42.229 | camino    |
| 1526 | 9284377.669 | 623212.937 | 42.322 | camino    |
| 1527 | 9284364.395 | 623211.989 | 42.843 | carretera |
| 1528 | 9284363.102 | 623220.333 | 42.816 | carretera |
| 1529 | 9284361.467 | 623226.532 | 42.87  | carretera |
| 1530 | 9284357.946 | 623235.698 | 42.949 | carretera |
| 1531 | 9284356.276 | 623241.514 | 42.952 | carretera |
| 1532 | 9284354.383 | 623248.4   | 42.882 | carretera |
| 1533 | 9284352.441 | 623256.087 | 42.914 | carretera |
| 1534 | 9284350.929 | 623262.152 | 42.934 | carretera |
| 1535 | 9284349.186 | 623268.394 | 42.891 | carretera |
| 1536 | 9284347.249 | 623275.388 | 42.887 | carretera |
| 1537 | 9284344.824 | 623284.234 | 42.929 | carretera |
| 1538 | 9284342.403 | 623293.047 | 42.864 | carretera |
| 1539 | 9284340.983 | 623298.634 | 42.843 | carretera |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1540 | 9284342.482 | 623301.208 | 42.695 | TN        |
| 1541 | 9284353.695 | 623305.82  | 42.502 | TN        |
| 1542 | 9284366.654 | 623303.344 | 42.416 | V_39      |
| 1543 | 9284368.134 | 623296.952 | 43.002 | V_39      |
| 1544 | 9284360.121 | 623301.871 | 42.446 | V_39      |
| 1545 | 9284361.741 | 623295.525 | 42.668 | V_39      |
| 1546 | 9284334.41  | 623320.695 | 42.843 | carretera |
| 1547 | 9284333.026 | 623325.842 | 42.859 | carretera |
| 1548 | 9284330.69  | 623333.622 | 43.011 | carretera |
| 1549 | 9284329.566 | 623339.456 | 43.075 | carretera |
| 1550 | 9284327.802 | 623345.746 | 43.132 | carretera |
| 1551 | 9284325.224 | 623353.786 | 43.05  | carretera |
| 1552 | 9284322.607 | 623364.16  | 43.068 | carretera |
| 1553 | 9284318.961 | 623374.103 | 43.013 | carretera |
| 1554 | 9284314.335 | 623388.201 | 43.034 | carretera |
| 1555 | 9284309.664 | 623403.871 | 43.09  | carretera |
| 1556 | 9284304.961 | 623419.474 | 43.14  | carretera |
| 1557 | 9284301.295 | 623431.242 | 43.16  | carretera |
| 1558 | 9284298.413 | 623441.566 | 43.201 | carretera |
| 1559 | 9284299.381 | 623441.725 | 43.005 | TN        |
| 1560 | 9284302.805 | 623442.351 | 42.866 | TN        |
| 1561 | 9284307.329 | 623436.42  | 42.931 | V_40      |
| 1562 | 9284313.666 | 623416.77  | 42.751 | V_40      |
| 1563 | 9284302.504 | 623452.256 | 42.785 | V_41      |
| 1564 | 9284298.963 | 623463.074 | 42.731 | V_41      |
| 1565 | 9284291.016 | 623468.375 | 43.132 | carretera |
| 1566 | 9284284.718 | 623494.175 | 43.181 | carretera |
| 1567 | 9284279.439 | 623511.727 | 43.272 | carretera |
| 1568 | 9284275.631 | 623527.179 | 43.236 | carretera |
| 1569 | 9284272.749 | 623538.82  | 43.152 | carretera |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1570 | 9284274.761 | 623540.676 | 43.022 | camino    |
| 1571 | 9284282.685 | 623543.717 | 42.852 | camino    |
| 1572 | 9284288.323 | 623542.991 | 42.787 | camino    |
| 1573 | 9284295.04  | 623543.623 | 42.768 | camino    |
| 1574 | 9284298.572 | 623544.042 | 42.771 | camino    |
| 1575 | 9284312.461 | 623545.375 | 42.743 | camino    |
| 1576 | 9284323.552 | 623546.604 | 42.669 | camino    |
| 1577 | 9284337.797 | 623549.026 | 42.666 | camino    |
| 1578 | 9284349.115 | 623554.254 | 42.969 | camino    |
| 1579 | 9284359.465 | 623561.112 | 42.725 | camino    |
| 1580 | 9284385.261 | 623575.188 | 43.273 | V_42      |
| 1581 | 9284382.644 | 623587.463 | 43.802 | V_42      |
| 1582 | 9284386.422 | 623597.521 | 43.555 | V_43      |
| 1583 | 9284392.336 | 623598.865 | 43.286 | V_43      |
| 1584 | 9284268.44  | 623552.656 | 43.113 | carretera |
| 1585 | 9284263.474 | 623568.682 | 43.261 | carretera |
| 1586 | 9284259.041 | 623583.803 | 43.233 | carretera |
| 1587 | 9284255.519 | 623596.043 | 43.227 | carretera |
| 1588 | 9284252.722 | 623606.776 | 43.315 | carretera |
| 1589 | 9284249.529 | 623618.141 | 43.316 | carretera |
| 1590 | 9284247.53  | 623625.191 | 43.282 | carretera |
| 1591 | 9284244.063 | 623637.816 | 43.233 | carretera |
| 1592 | 9284239.204 | 623657.835 | 43.267 | carretera |
| 1593 | 9284235.447 | 623675.329 | 43.247 | carretera |
| 1594 | 9284231.87  | 623683.856 | 43.313 | carretera |
| 1595 | 9284238.213 | 623677.21  | 43.112 | camino    |
| 1596 | 9284242.961 | 623678.179 | 43.026 | camino    |
| 1597 | 9284257.245 | 623679.812 | 42.99  | camino    |
| 1598 | 9284268.735 | 623680.781 | 43     | camino    |
| 1599 | 9284283.758 | 623682.477 | 43.001 | camino    |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 1600 | 9284295.147 | 623683.659 | 42.974 | camino |
| 1601 | 9284303.016 | 623684.671 | 43.041 | camino |
| 1602 | 9284315.952 | 623686.516 | 43.001 | camino |
| 1603 | 9284335.357 | 623689.893 | 43.031 | camino |
| 1604 | 9284348.235 | 623692.955 | 43.055 | camino |
| 1605 | 9284364.683 | 623695.478 | 43.071 | camino |
| 1606 | 9284376.779 | 623696.747 | 43.142 | camino |
| 1607 | 9284382.015 | 623697.143 | 43.194 | camino |
| 1608 | 9284382.097 | 623706.867 | 43.848 | V_45   |
| 1609 | 9284388.088 | 623708.088 | 43.803 | V_45   |
| 1610 | 9284385.925 | 623720.91  | 43.894 | V_45   |
| 1611 | 9284379.968 | 623719.825 | 44.002 | V_45   |
| 1612 | 9284412.039 | 623701.134 | 42.921 | camino |
| 1613 | 9284421.926 | 623703.094 | 43.176 | camino |
| 1614 | 9284446.994 | 623709.966 | 43.309 | camino |
| 1615 | 9284457.8   | 623712.328 | 43.188 | camino |
| 1616 | 9284463.443 | 623718.395 | 43.185 | camino |
| 1617 | 9284462.616 | 623725.512 | 43.2   | camino |
| 1618 | 9284459.785 | 623739.112 | 43.22  | camino |
| 1619 | 9284456.928 | 623753.821 | 43.255 | camino |
| 1620 | 9284454.998 | 623762.895 | 43.23  | camino |
| 1621 | 9284454.216 | 623770.416 | 43.052 | camino |
| 1622 | 9284458.251 | 623772.831 | 43.184 | camino |
| 1623 | 9284464.287 | 623773.765 | 43.176 | camino |
| 1624 | 9284473.35  | 623775.969 | 43.188 | camino |
| 1625 | 9284479.993 | 623798.591 | 43.84  | V_46   |
| 1626 | 9284499.867 | 623765.924 | 43.864 | V_47   |
| 1627 | 9284489.479 | 623764.128 | 43.811 | V_47   |
| 1628 | 9284399.057 | 622769.432 | 42.101 | calle  |
| 1629 | 9284394.666 | 622762.809 | 42.481 | pozo   |

---

|      |             |            |        |              |
|------|-------------|------------|--------|--------------|
| 1630 | 9284394.634 | 622763.479 | 42.199 | pozo         |
| 1631 | 9284393.684 | 622762.811 | 42.11  | pozo         |
| 1632 | 9284394.544 | 622761.362 | 41.999 | pozo         |
| 1633 | 9284395.529 | 622761.708 | 41.952 | pozo         |
| 1634 | 9284395.887 | 622762.398 | 41.871 | pozo         |
| 1635 | 9284391.917 | 622764.358 | 42.616 | POSTE luz    |
| 1636 | 9284399.154 | 622763.539 | 42.054 | tabletop luz |
| 1637 | 9284399.416 | 622763.44  | 42.002 | tabletop luz |
| 1638 | 9284398.969 | 622762.466 | 41.91  | tabletop luz |
| 1639 | 9284398.705 | 622762.601 | 41.943 | tabletop luz |
| 1640 | 9284402.734 | 622769.431 | 41.977 | calle        |
| 1641 | 9284406.525 | 622769.424 | 41.952 | calle        |
| 1642 | 9284407.997 | 622765.88  | 41.618 | calle        |
| 1643 | 9284412.072 | 622765.696 | 41.876 | calle        |
| 1644 | 9284414.745 | 622769.313 | 42.024 | calle        |
| 1645 | 9284414.749 | 622769.309 | 42.005 | calle        |
| 1646 | 9284421.519 | 622769.146 | 41.755 | calle        |
| 1647 | 9284421.168 | 622772.221 | 41.952 | TN           |
| 1648 | 9284419.936 | 622777.752 | 41.838 | TN           |
| 1649 | 9284413.407 | 622778.174 | 41.812 | TN           |
| 1650 | 9284429.483 | 622768.788 | 41.857 | calle        |
| 1651 | 9284433.662 | 622768.59  | 41.874 | calle        |
| 1652 | 9284442.134 | 622769.282 | 41.954 | calle        |
| 1653 | 9284447.401 | 622769.723 | 42.05  | calle        |
| 1654 | 9284446.251 | 622775.433 | 41.976 | TN           |
| 1655 | 9284442.189 | 622778.528 | 41.798 | TN           |
| 1656 | 9284438.541 | 622783.573 | 41.74  | TN           |
| 1657 | 9284441.743 | 622787.565 | 41.834 | TN           |
| 1658 | 9284443.118 | 622792.583 | 41.854 | TN           |
| 1659 | 9284445.239 | 622797.332 | 41.816 | TN           |

---

|      |             |            |        |               |
|------|-------------|------------|--------|---------------|
| 1660 | 9284448.67  | 622804.948 | 41.751 | TN            |
| 1661 | 9284450.592 | 622810.159 | 41.726 | TN            |
| 1662 | 9284455.304 | 622811.017 | 41.948 | TN            |
| 1663 | 9284458.941 | 622810.722 | 42.952 | TN            |
| 1664 | 9284462.237 | 622815.958 | 42.911 | TN            |
| 1665 | 9284467.116 | 622816.374 | 41.671 | TN            |
| 1666 | 9284468.565 | 622813.065 | 42.667 | calle         |
| 1667 | 9284466.385 | 622809.71  | 42.904 | calle         |
| 1668 | 9284462.388 | 622801.816 | 43.198 | calle         |
| 1669 | 9284458.96  | 622796.736 | 43.248 | calle         |
| 1670 | 9284457.77  | 622791.775 | 43.301 | tabletop luz  |
| 1671 | 9284457.772 | 622791.774 | 43.299 | POSTE luz     |
| 1672 | 9284456.579 | 622786.123 | 43.385 | calle         |
| 1673 | 9284456.17  | 622780.698 | 43.416 | calle         |
| 1674 | 9284463.071 | 622792.599 | 43.388 | v 28          |
| 1675 | 9284469.179 | 622793.391 | 43.323 | v 28          |
| 1676 | 9284464.555 | 622783.203 | 43.525 | v 28          |
| 1677 | 9284453.63  | 622787.829 | 42.932 | pileta        |
| 1678 | 9284464.609 | 622806.018 | 42.615 | tub existente |
| 1679 | 9284473.509 | 622819.081 | 43.027 | calle         |
| 1680 | 9284476.33  | 622823.348 | 43.016 | calle         |
| 1681 | 9284481.07  | 622830.074 | 42.733 | calle         |
| 1682 | 9284481.897 | 622831.507 | 42.961 | POSTE luz     |
| 1683 | 9284489.13  | 622830.006 | 43.189 | v 32          |
| 1684 | 9284488.821 | 622836.855 | 42.974 | v 32          |
| 1685 | 9284501.996 | 622837.671 | 43.227 | v 32          |
| 1686 | 9284501.951 | 622839.977 | 43.13  | v 33          |
| 1687 | 9284509.263 | 622840.497 | 43.131 | v 33          |
| 1688 | 9284511.765 | 622846.52  | 42.689 | calle         |
| 1689 | 9284507.722 | 622849.28  | 42.495 | calle         |

---

|      |             |            |        |              |
|------|-------------|------------|--------|--------------|
| 1690 | 9284502.903 | 622852.365 | 42.467 | calle        |
| 1691 | 9284501.332 | 622856.593 | 42.322 | POSTE luz    |
| 1692 | 9284497.724 | 622855.094 | 42.397 | calle        |
| 1693 | 9284495.188 | 622855.808 | 42.459 | alcantarilla |
| 1694 | 9284493.31  | 622856.324 | 42.474 | alcantarilla |
| 1695 | 9284491.303 | 622853.68  | 42.456 | alcantarilla |
| 1696 | 9284493.144 | 622853.011 | 42.415 | alcantarilla |
| 1697 | 9284511.709 | 622847.481 | 42.427 | calle        |
| 1698 | 9284514.77  | 622845.581 | 42.547 | calle        |
| 1699 | 9284518.032 | 622844.313 | 42.541 | calle        |
| 1700 | 9284514.823 | 622836.481 | 43.436 | v 34         |
| 1701 | 9284509.84  | 622836.307 | 43.729 | v 34         |
| 1702 | 9284515.155 | 622830.362 | 43.741 | v 34         |
| 1703 | 9284510.203 | 622830.001 | 43.963 | v 34         |
| 1704 | 9284510.376 | 622825.444 | 44.037 | v 33         |
| 1705 | 9284512.855 | 622823.09  | 44.134 | v SN         |
| 1706 | 9284516.804 | 622823.56  | 44.162 | v 34         |
| 1707 | 9284517.526 | 622817.192 | 44.322 | v 34         |
| 1708 | 9284518.177 | 622811.596 | 44.576 | v 35         |
| 1709 | 9284525.317 | 622813.908 | 44.392 | v 35         |
| 1710 | 9284526.764 | 622810.053 | 44.511 | v 35         |
| 1711 | 9284535.894 | 622813.525 | 44.31  | TN           |
| 1712 | 9284537.422 | 622812.689 | 44.36  | TN           |
| 1713 | 9284542.644 | 622811.484 | 44.009 | TN           |
| 1714 | 9284547.855 | 622813.945 | 43.184 | TN           |
| 1715 | 9284546.286 | 622816.88  | 43.033 | TN           |
| 1716 | 9284549.123 | 622819.797 | 41.629 | TN           |
| 1717 | 9284549.76  | 622820.14  | 41.616 | TN           |
| 1718 | 9284550.785 | 622821.194 | 42.446 | TN           |
| 1719 | 9284553.17  | 622821.805 | 42.337 | TN           |

|      |             |            |        |               |
|------|-------------|------------|--------|---------------|
| 1720 | 9284555.023 | 622821.408 | 41.854 | TN            |
| 1721 | 9284558.212 | 622821.791 | 41.756 | TN            |
| 1722 | 9284561.724 | 622819.56  | 41.681 | TN            |
| 1723 | 9284563.259 | 622813.262 | 41.732 | TN            |
| 1724 | 9284561.088 | 622810.969 | 41.816 | TN            |
| 1725 | 9284556.08  | 622810.955 | 41.893 | TN            |
| 1726 | 9284555.817 | 622809.992 | 41.837 | TN            |
| 1727 | 9284552.893 | 622811.39  | 41.669 | TN            |
| 1728 | 9284549.391 | 622807.937 | 42.967 | TN            |
| 1729 | 9284544.759 | 622804.383 | 43.96  | TN            |
| 1730 | 9284538.367 | 622797.4   | 44.554 | TN            |
| 1731 | 9284535.221 | 622791.645 | 44.436 | TN            |
| 1732 | 9284533.806 | 622788.522 | 44.143 | TN            |
| 1733 | 9284534.31  | 622783.539 | 42.754 | TN            |
| 1734 | 9284534.266 | 622780.635 | 41.875 | TN            |
| 1735 | 9284537.196 | 622781.548 | 41.819 | TN            |
| 1736 | 9284544.149 | 622786.03  | 41.772 | TN            |
| 1737 | 9284547.488 | 622781.621 | 41.67  | TN            |
| 1738 | 9284545.089 | 622778.52  | 41.657 | TN            |
| 1739 | 9284536.853 | 622772.713 | 41.631 | TN            |
| 1740 | 9284532.089 | 622770.778 | 41.646 | TN            |
| 1741 | 9284525.231 | 622777.413 | 41.729 | TN            |
| 1742 | 9284522.73  | 622777.184 | 41.771 | TN            |
| 1743 | 9284498.07  | 622857.269 | 42.17  | tub existente |
| 1744 | 9284503.434 | 622868.401 | 41.74  | tub existente |
| 1745 | 9284511.644 | 622872.642 | 42.094 | tub existente |
| 1746 | 9284517.129 | 622875.917 | 42.118 | tub existente |
| 1747 | 9284526.195 | 622881.415 | 42.248 | tub existente |
| 1748 | 9284537.218 | 622887.381 | 42.174 | tub existente |
| 1749 | 9284542.474 | 622889.888 | 42.235 | tub existente |

---

|      |             |            |        |               |
|------|-------------|------------|--------|---------------|
| 1750 | 9284550.516 | 622893.656 | 42.157 | tub existente |
| 1751 | 9284554.3   | 622896.166 | 42.158 | calle         |
| 1752 | 9284550.186 | 622895.802 | 42.222 | calle         |
| 1753 | 9284554.061 | 622900.942 | 42.29  | calle         |
| 1754 | 9284555.428 | 622901.531 | 42.354 | POSTE luz     |
| 1755 | 9284557.403 | 622902.992 | 42.358 | calle         |
| 1756 | 9284570.259 | 622907.366 | 42.345 | calle         |
| 1757 | 9284575.1   | 622909.242 | 42.362 | calle         |
| 1758 | 9284582.288 | 622911.982 | 42.331 | calle         |
| 1759 | 9284586.005 | 622908.85  | 41.986 | tub existente |
| 1760 | 9284602.449 | 622913.283 | 41.93  | tub existente |
| 1761 | 9284613.769 | 622916.599 | 41.923 | tub existente |
| 1762 | 9284618.966 | 622925.499 | 42.093 | calle         |
| 1763 | 9284627.389 | 622928.757 | 42.143 | calle         |
| 1764 | 9284658.402 | 622931.846 | 42.054 | tub existente |
| 1765 | 9284658.56  | 622940.236 | 42.118 | calle         |
| 1766 | 9284669.474 | 622944.827 | 42.242 | calle         |
| 1767 | 9284679.489 | 622948.711 | 42.239 | calle         |
| 1768 | 9284683.467 | 622945.352 | 42.195 | POSTE luz     |
| 1769 | 9284694.985 | 622944.641 | 42.344 | tub existente |
| 1770 | 9284709.867 | 622944.673 | 42.697 | tub existente |
| 1771 | 9284709.818 | 622944.13  | 42.707 | tub existente |
| 1772 | 9284706.129 | 622918.397 | 42.572 | tub existente |
| 1773 | 9284703.792 | 622906.331 | 42.454 | tub existente |
| 1774 | 9284702.363 | 622893.365 | 42.412 | tub existente |
| 1775 | 9284698.399 | 622853.258 | 42.544 | tub existente |
| 1776 | 9284697.968 | 622840.296 | 42.302 | tub existente |
| 1777 | 9284699.265 | 622831.927 | 42.525 | tub existente |
| 1778 | 9284704.891 | 622833.89  | 42.503 | tub existente |
| 1779 | 9284715.167 | 622837.974 | 42.421 | tub existente |

---

|      |             |            |        |               |
|------|-------------|------------|--------|---------------|
| 1780 | 9284733.667 | 622845.665 | 42.516 | tub existente |
| 1781 | 9284749.207 | 622851.394 | 42.579 | tub existente |
| 1782 | 9284754.47  | 622853.271 | 42.602 | tub existente |
| 1783 | 9284769.096 | 622859.438 | 42.497 | tub existente |
| 1784 | 9284777.958 | 622862.919 | 42.611 | tub existente |
| 1785 | 9284789.19  | 622867.415 | 42.762 | tub existente |
| 1786 | 9284803.796 | 622873.065 | 42.704 | tub existente |
| 1787 | 9284820.032 | 622879.897 | 42.672 | tub existente |
| 1788 | 9284824.347 | 622881.733 | 42.59  | tub existente |
| 1789 | 9284835.413 | 622885.841 | 42.693 | tub existente |
| 1790 | 9284843.42  | 622888.975 | 42.655 | tub existente |
| 1791 | 9284851.637 | 622892.269 | 42.706 | tub existente |
| 1792 | 9284861.569 | 622896.235 | 42.739 | tub existente |
| 1793 | 9284870.022 | 622899.842 | 42.745 | tub existente |
| 1794 | 9284880.497 | 622904.086 | 42.72  | tub existente |
| 1795 | 9284891.734 | 622908.217 | 42.918 | tub existente |
| 1796 | 9284900.181 | 622911.784 | 42.67  | tub existente |
| 1797 | 9284908.943 | 622914.989 | 42.871 | tub existente |
| 1798 | 9284918.757 | 622918.943 | 42.897 | tub existente |
| 1799 | 9284924.817 | 622921.392 | 42.829 | tub existente |
| 1800 | 9284932.327 | 622924.347 | 43.002 | tub existente |
| 1801 | 9284943.885 | 622929.063 | 42.907 | tub existente |
| 1802 | 9284962.05  | 622936.221 | 43.093 | tub existente |
| 1803 | 9284972.153 | 622940.336 | 43.043 | tub existente |
| 1804 | 9284982.723 | 622944.671 | 43.005 | tub existente |
| 1805 | 9284995.237 | 622949.535 | 42.996 | tub existente |
| 1806 | 9285008.162 | 622954.627 | 43.085 | tub existente |
| 1807 | 9285017.768 | 622959.265 | 42.999 | tub existente |
| 1808 | 9285024.497 | 622958.401 | 42.639 | tub existente |
| 1809 | 9285029.168 | 622958.545 | 42.648 | tub existente |

---

|      |             |            |        |               |
|------|-------------|------------|--------|---------------|
| 1810 | 9285036.917 | 622961.84  | 42.696 | tub existente |
| 1811 | 9285048.506 | 622962.304 | 42.717 | tub existente |
| 1812 | 9285058.255 | 622961.416 | 43.007 | tub existente |
| 1813 | 9285065.345 | 622952.905 | 42.887 | tub existente |
| 1814 | 9285080.107 | 622943.614 | 43.299 | v 9           |
| 1815 | 9285074.061 | 622956.658 | 43.512 | v 9           |
| 1816 | 9285086.316 | 622962.515 | 43.394 | v 9           |
| 1817 | 9285074.104 | 622950.839 | 43.284 | pileta        |
| 1818 | 9285082.733 | 622938.912 | 43.104 | pileta        |
| 1819 | 9285092.363 | 622949.627 | 43.317 | v 9           |
| 1820 | 9285088.853 | 622942.525 | 43.537 | v 9           |
| 1821 | 9285082.673 | 622939.328 | 43.103 | v 9           |
| 1822 | 9285083.927 | 622936.121 | 43.105 | tub nueva     |
| 1823 | 9285086.817 | 622926.68  | 42.804 | tub nueva     |
| 1824 | 9285088.801 | 622915.762 | 42.778 | tub nueva     |
| 1825 | 9285090.536 | 622904.36  | 42.816 | tub nueva     |
| 1826 | 9285091.842 | 622897.556 | 43.006 | tub nueva     |
| 1827 | 9285092.09  | 622893.735 | 42.94  | tub nueva     |
| 1828 | 9285093.355 | 622885.822 | 42.976 | tub nueva     |
| 1829 | 9285096.413 | 622880.234 | 42.909 | tub nueva     |
| 1830 | 9285102.685 | 622870.592 | 43.018 | tub nueva     |
| 1831 | 9285108.752 | 622861.008 | 42.95  | tub nueva     |
| 1832 | 9285113.451 | 622853.989 | 42.919 | tub nueva     |
| 1833 | 9285116.391 | 622850.182 | 43.016 | tub nueva     |
| 1834 | 9285125.338 | 622836.248 | 43.205 | tub nueva     |
| 1835 | 9285129.326 | 622829.675 | 42.995 | tub nueva     |
| 1836 | 9285135.61  | 622819.931 | 43.189 | tub nueva     |
| 1837 | 9285140.355 | 622812.861 | 43.181 | tub nueva     |
| 1838 | 9285149.397 | 622797.842 | 43.257 | tub nueva     |
| 1839 | 9285159.94  | 622780.126 | 43.342 | tub nueva     |

---

|      |             |            |        |               |
|------|-------------|------------|--------|---------------|
| 1840 | 9285165.451 | 622771.079 | 43.139 | tub nueva     |
| 1841 | 9285174.536 | 622758.321 | 43.231 | tub nueva     |
| 1842 | 9285178.291 | 622753.767 | 43.371 | tub nueva     |
| 1843 | 9285182.992 | 622746.652 | 43.291 | tub nueva     |
| 1844 | 9285190.764 | 622734.113 | 43.371 | tub nueva     |
| 1845 | 9285197.476 | 622722.431 | 43.423 | tub nueva     |
| 1846 | 9285205.008 | 622710.176 | 43.404 | tub nueva     |
| 1847 | 9285211.375 | 622700.513 | 43.547 | tub nueva     |
| 1848 | 9285217.514 | 622690.533 | 43.588 | tub nueva     |
| 1849 | 9285222.169 | 622677.733 | 43.194 | tub nueva     |
| 1850 | 9285220     | 622671.375 | 43.194 | tub nueva     |
| 1851 | 9285217.333 | 622666.432 | 42.919 | tub nueva     |
| 1852 | 9285209.63  | 622660.56  | 42.96  | tub nueva     |
| 1853 | 9285200.298 | 622653.086 | 42.979 | tub nueva     |
| 1854 | 9285193.987 | 622647.419 | 43.104 | tub nueva     |
| 1855 | 9285187.722 | 622640.903 | 43.07  | tub nueva     |
| 1856 | 9285182.036 | 622635.798 | 42.979 | tub nueva     |
| 1857 | 9285175.667 | 622631.003 | 42.98  | tub nueva     |
| 1858 | 9285166.934 | 622626.226 | 43.041 | tub nueva     |
| 1859 | 9285153.573 | 622622.824 | 43.038 | tub nueva     |
| 1860 | 9285144.378 | 622619.314 | 42.98  | tub nueva     |
| 1861 | 9285131.698 | 622613.204 | 42.934 | tub nueva     |
| 1862 | 9285124.485 | 622608.611 | 42.91  | tub nueva     |
| 1863 | 9285117.347 | 622604.844 | 42.998 | tub nueva     |
| 1864 | 9285106.876 | 622614.948 | 43.025 | tub nueva     |
| 1865 | 9285102.998 | 622614.591 | 42.829 | tub existente |
| 1866 | 9285095.943 | 622613.773 | 43.22  | tub existente |
| 1867 | 9285088.566 | 622611.104 | 43.019 | tub existente |
| 1868 | 9285094.509 | 622597.331 | 43.129 | v 12          |
| 1869 | 9285101.141 | 622599.584 | 42.889 | v 12          |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 1870 | 9285101.126 | 622599.521 | 42.808 | v 12   |
| 1871 | 9285105.369 | 622596.974 | 43.013 | pileta |
| 1872 | 9285102.539 | 622595.436 | 43.255 | v 9    |
| 1873 | 9285102.577 | 622595.446 | 43.304 | v 12   |
| 1874 | 9285095.725 | 622593.12  | 43.113 | v 12   |
| 1875 | 9285089.588 | 622585.432 | 43.104 | v 11   |
| 1876 | 9285094.246 | 622575.195 | 43.183 | v 11   |
| 1877 | 9285083.176 | 622582.835 | 43.027 | v 11   |
| 1878 | 9285075.17  | 622582.541 | 42.974 | pileta |
| 1879 | 9285043.387 | 622571.019 | 43.076 | v 10   |
| 1880 | 9285026.108 | 622566.981 | 42.801 | v 10   |
| 1881 | 9285028.154 | 622558.273 | 42.992 | v 10   |
| 1882 | 9285031.757 | 622547.062 | 42.759 | calle  |
| 1883 | 9285032.529 | 622541.983 | 42.748 | TN     |
| 1884 | 9285034.308 | 622530.372 | 42.703 | TN     |
| 1885 | 9285035.558 | 622524.434 | 42.698 | TN     |
| 1886 | 9285037.11  | 622516.475 | 42.618 | TN     |
| 1887 | 9285039.072 | 622508.232 | 42.564 | TN     |
| 1888 | 9285039.988 | 622500.034 | 42.537 | TN     |
| 1889 | 9285035.144 | 622493.666 | 42.544 | camino |
| 1890 | 9285031.584 | 622487.642 | 42.617 | camino |
| 1891 | 9285028.674 | 622482.066 | 42.707 | camino |
| 1892 | 9285026.251 | 622476.277 | 42.746 | camino |
| 1893 | 9285024.666 | 622472.145 | 42.684 | camino |
| 1894 | 9285021.829 | 622465.165 | 42.626 | camino |
| 1895 | 9285017.859 | 622457.872 | 42.597 | camino |
| 1896 | 9285015.336 | 622452.415 | 42.609 | camino |
| 1897 | 9285011.913 | 622445.916 | 42.631 | camino |
| 1898 | 9285004.168 | 622430.942 | 42.693 | camino |
| 1899 | 9285001.257 | 622426.224 | 42.7   | camino |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 1900 | 9284997.021 | 622420.677 | 42.768 | camino |
| 1901 | 9284991.296 | 622415.903 | 42.501 | camino |
| 1902 | 9284986.329 | 622414.499 | 42.39  | camino |
| 1903 | 9284982.057 | 622413.268 | 42.461 | camino |
| 1904 | 9284969.168 | 622406.259 | 42.643 | camino |
| 1905 | 9284958.555 | 622399.412 | 42.571 | camino |
| 1906 | 9284953.442 | 622396.28  | 42.439 | camino |
| 1907 | 9284946.137 | 622391.66  | 42.51  | camino |
| 1908 | 9284940.233 | 622387.927 | 42.574 | camino |
| 1909 | 9284936.192 | 622385.583 | 42.601 | camino |
| 1910 | 9284932.806 | 622383.406 | 42.513 | camino |
| 1911 | 9284927.858 | 622380.674 | 42.423 | camino |
| 1912 | 9284923.976 | 622378.217 | 42.251 | camino |
| 1913 | 9284920.54  | 622375.975 | 42.179 | camino |
| 1914 | 9284913.386 | 622370.981 | 42.142 | camino |
| 1915 | 9284906.636 | 622366.003 | 42.327 | camino |
| 1916 | 9284902.227 | 622362.345 | 42.317 | camino |
| 1917 | 9284896.852 | 622358.256 | 42.28  | camino |
| 1918 | 9284892.693 | 622355.536 | 42.253 | camino |
| 1919 | 9284887.492 | 622352.622 | 42.4   | camino |
| 1920 | 9284881.847 | 622349.817 | 42.222 | camino |
| 1921 | 9284877.412 | 622347.502 | 42.214 | camino |
| 1922 | 9284873.057 | 622345.693 | 42.35  | camino |
| 1923 | 9284868.719 | 622344.054 | 42.535 | camino |
| 1924 | 9284863.601 | 622343.004 | 42.536 | camino |
| 1925 | 9284858.173 | 622343.321 | 42.53  | camino |
| 1926 | 9284850.528 | 622344.65  | 42.431 | camino |
| 1927 | 9284846.889 | 622344.963 | 42.48  | camino |
| 1928 | 9284838.781 | 622344.388 | 42.378 | camino |
| 1929 | 9284834.423 | 622344.388 | 42.076 | camino |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 1930 | 9284830.249 | 622344.494 | 42.478 | camino |
| 1931 | 9284825.981 | 622344.913 | 42.245 | camino |
| 1932 | 9284822.386 | 622344.811 | 42.294 | camino |
| 1933 | 9284814.735 | 622344.035 | 42.405 | camino |
| 1934 | 9284810.616 | 622342.859 | 42.247 | camino |
| 1935 | 9284806.71  | 622341.929 | 42.17  | camino |
| 1936 | 9284799.489 | 622339.956 | 42.2   | camino |
| 1937 | 9284793.746 | 622340.055 | 42.374 | camino |
| 1938 | 9284781.084 | 622339.912 | 42.387 | camino |
| 1939 | 9284777.161 | 622339.221 | 42.412 | camino |
| 1940 | 9284774.02  | 622338.072 | 42.361 | camino |
| 1941 | 9284780.882 | 622330.916 | 43.48  | v 08   |
| 1942 | 9284789.61  | 622330.673 | 43.462 | v 08   |
| 1943 | 9284789.035 | 622333.976 | 43.34  | pileta |
| 1944 | 9284780.349 | 622321.241 | 43.435 | v 08   |
| 1945 | 9284780.362 | 622321.244 | 43.418 | v 08   |
| 1946 | 9284751.015 | 622333.265 | 42.772 | camino |
| 1947 | 9284746.898 | 622332.849 | 42.816 | camino |
| 1948 | 9284751.675 | 622348.81  | 42.242 | v 14   |
| 1949 | 9284769.191 | 622352.781 | 42.346 | v 14   |
| 1950 | 9284748.871 | 622362.082 | 42.706 | v 14   |
| 1951 | 9284746.092 | 622372.802 | 42.223 | TN     |
| 1952 | 9284747.245 | 622394.62  | 42.118 | TN     |
| 1953 | 9284762.788 | 622412.272 | 43.167 | v 15   |
| 1954 | 9284767.438 | 622414.24  | 43.18  | v 15   |
| 1955 | 9284743.123 | 622394.215 | 42.35  | camino |
| 1956 | 9284736.913 | 622391.34  | 42.317 | camino |
| 1957 | 9284725.9   | 622386.437 | 42.33  | camino |
| 1958 | 9284718.842 | 622383.569 | 42.291 | camino |
| 1959 | 9284711.431 | 622380.686 | 42.213 | camino |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 1960 | 9284699.358 | 622376.378 | 42.478 | camino |
| 1961 | 9284688.176 | 622371.618 | 42.242 | camino |
| 1962 | 9284683.45  | 622369.775 | 42.258 | camino |
| 1963 | 9284678.111 | 622367.742 | 42.175 | camino |
| 1964 | 9284671.835 | 622365.166 | 42.225 | camino |
| 1965 | 9284666.95  | 622363.27  | 42.235 | camino |
| 1966 | 9284662.61  | 622361.461 | 42.086 | camino |
| 1967 | 9284658.69  | 622359.671 | 42.183 | camino |
| 1968 | 9284653.031 | 622357.677 | 42.199 | camino |
| 1969 | 9284648.441 | 622355.8   | 42.057 | camino |
| 1970 | 9284643.016 | 622353.754 | 42.131 | camino |
| 1971 | 9284634.921 | 622361.209 | 42.57  | v 16   |
| 1972 | 9284631.538 | 622368.475 | 42.531 | v 16   |
| 1973 | 9284624.846 | 622346.6   | 42.061 | camino |
| 1974 | 9284620.581 | 622344.87  | 42.064 | camino |
| 1975 | 9284615.508 | 622342.837 | 41.962 | camino |
| 1976 | 9284611.17  | 622341.232 | 42.02  | camino |
| 1977 | 9284604.454 | 622338.894 | 42.022 | camino |
| 1978 | 9284597.941 | 622336.144 | 41.978 | camino |
| 1979 | 9284592.149 | 622333.903 | 41.943 | camino |
| 1980 | 9284583.029 | 622330.481 | 41.819 | camino |
| 1981 | 9284577.112 | 622328.089 | 41.894 | camino |
| 1982 | 9284567.659 | 622324.418 | 41.814 | camino |
| 1983 | 9284561.234 | 622322.04  | 41.791 | camino |
| 1984 | 9284553.147 | 622319.191 | 41.883 | camino |
| 1985 | 9284546.352 | 622316.624 | 41.816 | camino |
| 1986 | 9284541.337 | 622314.37  | 41.696 | camino |
| 1987 | 9284536.994 | 622312.786 | 41.753 | camino |
| 1988 | 9284532.75  | 622311.087 | 41.843 | camino |
| 1989 | 9284528.189 | 622309.366 | 41.81  | camino |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 1990 | 9284518.679 | 622305.334 | 41.907 | camino    |
| 1991 | 9284514.616 | 622303.569 | 41.905 | camino    |
| 1992 | 9284510.83  | 622307.153 | 41.908 | camino    |
| 1993 | 9284507.02  | 622305.074 | 41.855 | camino    |
| 1994 | 9284504.667 | 622299.676 | 41.785 | camino    |
| 1995 | 9284501.159 | 622298.404 | 41.773 | camino    |
| 1996 | 9284497.465 | 622296.955 | 41.707 | camino    |
| 1997 | 9284493.516 | 622295.258 | 41.546 | camino    |
| 1998 | 9284489.092 | 622298.133 | 41.393 | camino    |
| 1999 | 9284485.486 | 622292.693 | 41.141 | camino    |
| 2000 | 9284482.522 | 622290.675 | 41.504 | camino    |
| 2001 | 9284479.216 | 622296.005 | 41.243 | camino    |
| 2002 | 9284476.896 | 622298.181 | 41.374 | POSTE luz |
| 2003 | 9284498.373 | 622242.57  | 41.376 | POSTE luz |
| 2004 | 9284509.32  | 622244.991 | 41.566 | camino    |
| 2005 | 9284527.888 | 622251.37  | 41.621 | camino    |
| 2006 | 9284542.749 | 622257.717 | 41.77  | camino    |
| 2007 | 9284561.424 | 622266.523 | 41.63  | camino    |
| 2008 | 9284575.002 | 622271.47  | 41.501 | camino    |
| 2009 | 9284604.182 | 622282.903 | 41.769 | camino    |
| 2010 | 9284612.885 | 622287.215 | 41.858 | camino    |
| 2011 | 9284642.865 | 622301.863 | 42.044 | camino    |
| 2012 | 9284659.545 | 622310.155 | 41.918 | camino    |
| 2013 | 9284659.549 | 622310.142 | 41.913 | camino    |
| 2014 | 9284490.689 | 622228.724 | 41.437 | canal     |
| 2015 | 9284490.498 | 622222.958 | 41.425 | canal     |
| 2016 | 9284489.986 | 622217.636 | 41.427 | canal     |
| 2017 | 9284489.73  | 622215.083 | 41.414 | canal     |
| 2018 | 9284489.362 | 622212.52  | 41.397 | canal     |
| 2019 | 9284488.422 | 622207.33  | 41.428 | canal     |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 2020 | 9284509.442 | 622208.379 | 42.556 | v 06   |
| 2021 | 9284501.844 | 622205.837 | 42.557 | v 06   |
| 2022 | 9284487.531 | 622203.497 | 41.398 | canal  |
| 2023 | 9284486.075 | 622198.094 | 41.419 | canal  |
| 2024 | 9284483.099 | 622189.654 | 41.405 | canal  |
| 2025 | 9284479.566 | 622181.798 | 41.381 | canal  |
| 2026 | 9284476.916 | 622176.697 | 41.383 | canal  |
| 2027 | 9284473.77  | 622171.337 | 41.365 | canal  |
| 2028 | 9284471.373 | 622167.829 | 41.353 | canal  |
| 2029 | 9284483.623 | 622152.773 | 41.856 | v 02   |
| 2030 | 9284483.736 | 622152.67  | 41.774 | v 02   |
| 2031 | 9284486.437 | 622153.445 | 40.405 | v 02   |
| 2032 | 9284486.471 | 622153.632 | 40.405 | v 02   |
| 2033 | 9284487.371 | 622154.479 | 41.705 | v 03   |
| 2034 | 9284486.747 | 622153.833 | 41.715 | v 02   |
| 2035 | 9284485.006 | 622146.696 | 41.926 | v 02   |
| 2036 | 9284488.119 | 622147.379 | 41.76  | v 02   |
| 2037 | 9284489.065 | 622147.567 | 41.767 | v 03   |
| 2038 | 9284485.574 | 622143.372 | 41.214 | TN     |
| 2039 | 9284480.298 | 622142.929 | 41.339 | TN     |
| 2040 | 9284475.024 | 622142.439 | 41.31  | TN     |
| 2041 | 9284470.161 | 622144.32  | 41.329 | TN     |
| 2042 | 9284459.211 | 622153.096 | 41.324 | canal  |
| 2043 | 9284455.503 | 622149.519 | 41.317 | canal  |
| 2044 | 9284454.441 | 622148.537 | 41.31  | puente |
| 2045 | 9284452.685 | 622146.698 | 41.318 | puente |
| 2046 | 9284446.685 | 622152.985 | 41.337 | puente |
| 2047 | 9284448.555 | 622154.634 | 41.375 | puente |
| 2048 | 9284449.31  | 622143.959 | 41.332 | puente |
| 2049 | 9284445.321 | 622140.137 | 41.326 | canal  |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 2050 | 9284436.874 | 622132.234 | 41.295 | canal  |
| 2051 | 9284426.964 | 622122.881 | 41.296 | canal  |
| 2052 | 9284420.232 | 622116.536 | 41.29  | canal  |
| 2053 | 9284414.612 | 622111.313 | 41.283 | canal  |
| 2054 | 9284408.412 | 622105.474 | 41.274 | canal  |
| 2055 | 9284399.796 | 622097.46  | 41.29  | canal  |
| 2056 | 9284392.503 | 622090.538 | 41.263 | canal  |
| 2057 | 9284385.535 | 622083.926 | 41.242 | canal  |
| 2058 | 9284372.996 | 622072.277 | 41.213 | canal  |
| 2059 | 9284365.529 | 622065.215 | 41.203 | canal  |
| 2060 | 9284360.22  | 622060.228 | 41.193 | canal  |
| 2061 | 9284354.325 | 622054.735 | 41.202 | canal  |
| 2062 | 9284349.276 | 622050.056 | 41.191 | canal  |
| 2063 | 9284339.029 | 622040.103 | 41.159 | canal  |
| 2064 | 9284334.033 | 622034.792 | 41.153 | canal  |
| 2065 | 9284327.794 | 622027.994 | 41.133 | canal  |
| 2066 | 9284323.689 | 622023.202 | 41.128 | canal  |
| 2067 | 9284318.261 | 622016.505 | 41.124 | canal  |
| 2068 | 9284313.939 | 622010.873 | 41.101 | canal  |
| 2069 | 9284307.729 | 622002.395 | 41.101 | canal  |
| 2070 | 9284303.687 | 621996.647 | 41.108 | canal  |
| 2071 | 9284299.292 | 621990.4   | 41.091 | canal  |
| 2072 | 9284294.605 | 621983.865 | 41.069 | canal  |
| 2073 | 9284290.588 | 621978.22  | 41.068 | canal  |
| 2074 | 9284286.594 | 621973.589 | 41.065 | canal  |
| 2075 | 9284282.174 | 621968.864 | 41.055 | canal  |
| 2076 | 9284279.429 | 621966.239 | 41.049 | canal  |
| 2077 | 9284290.004 | 621969.172 | 41.238 | camino |
| 2078 | 9284294.084 | 621966.683 | 41.205 | TN     |
| 2079 | 9284297.732 | 621962.932 | 41.376 | TN     |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 2080 | 9284302.255 | 621961.439 | 41.263 | TN     |
| 2081 | 9284303.788 | 621960.303 | 41.285 | TN     |
| 2082 | 9284306.659 | 621958.067 | 41.016 | TN     |
| 2083 | 9284307.916 | 621955.352 | 41.096 | TN     |
| 2084 | 9284307.417 | 621952.99  | 41.059 | TN     |
| 2085 | 9284306.877 | 621948.803 | 41.107 | TN     |
| 2086 | 9284306.355 | 621941.912 | 40.957 | TN     |
| 2087 | 9284307.707 | 621937.624 | 41.011 | TN     |
| 2088 | 9284309.208 | 621932.602 | 41.067 | TN     |
| 2089 | 9284308.671 | 621929.007 | 41.034 | TN     |
| 2090 | 9284306.993 | 621923.711 | 41.079 | TN     |
| 2091 | 9284305.798 | 621918.193 | 41.019 | TN     |
| 2092 | 9284305.357 | 621913.55  | 41.067 | TN     |
| 2093 | 9284303.124 | 621909.55  | 41.048 | TN     |
| 2094 | 9284301.179 | 621905.193 | 41.074 | TN     |
| 2095 | 9284300.714 | 621901.049 | 41.111 | TN     |
| 2096 | 9284302.49  | 621894.294 | 41.046 | TN     |
| 2097 | 9284303.422 | 621889.083 | 41.108 | TN     |
| 2098 | 9284308.094 | 621887.201 | 41.72  | v 01   |
| 2099 | 9284308.433 | 621875.735 | 40.998 | camino |
| 2100 | 9284304.736 | 621874.775 | 41.084 | camino |
| 2101 | 9284300.75  | 621870.993 | 41.364 | camino |
| 2102 | 9284297.2   | 621871.119 | 41.345 | camino |
| 2103 | 9284290.201 | 621872.169 | 41.152 | camino |
| 2104 | 9284287.113 | 621876.014 | 41.174 | camino |
| 2105 | 9284282.062 | 621876.82  | 41.206 | camino |
| 2106 | 9284277.378 | 621874.639 | 41.049 | camino |
| 2107 | 9284272.388 | 621875.751 | 41.063 | camino |
| 2108 | 9284266.953 | 621876.621 | 41.078 | camino |
| 2109 | 9284263.158 | 621880.77  | 41.237 | camino |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 2110 | 9284257.853 | 621881.882 | 41.222 | camino    |
| 2111 | 9284252.376 | 621880.15  | 41.107 | camino    |
| 2112 | 9284247.788 | 621880.559 | 41.073 | camino    |
| 2113 | 9284243.47  | 621881.655 | 41.019 | camino    |
| 2114 | 9284239.372 | 621885.315 | 41.196 | camino    |
| 2115 | 9284233.328 | 621886.848 | 41.242 | camino    |
| 2116 | 9284227.933 | 621884.455 | 40.938 | camino    |
| 2117 | 9284224.203 | 621888.681 | 41.139 | camino    |
| 2118 | 9284218.747 | 621885.941 | 40.88  | camino    |
| 2119 | 9284213.269 | 621886.414 | 40.951 | carretera |
| 2120 | 9284215.587 | 621885.777 | 40.879 | POSTE luz |
| 2121 | 9284209.987 | 621894.648 | 40.92  | canal     |
| 2122 | 9284225.173 | 621917.152 | 40.934 | canal     |
| 2123 | 9284230.195 | 621924.108 | 40.953 | canal     |
| 2124 | 9284238.985 | 621925.259 | 41.122 | canal     |
| 2125 | 9284244.014 | 621929.926 | 41.159 | canal     |
| 2126 | 9284244.318 | 621937.963 | 40.968 | canal     |
| 2127 | 9284250.476 | 621942.825 | 40.988 | canal     |
| 2128 | 9284256.357 | 621947.348 | 41.016 | canal     |
| 2129 | 9284264.955 | 621946.041 | 41.119 | carretera |
| 2130 | 9284271.349 | 621950.696 | 41.094 | carretera |
| 2131 | 9284473.292 | 622310.498 | 42.565 | v 18      |
| 2132 | 9284470.248 | 622315.713 | 42.745 | v 18      |
| 2133 | 9284484.337 | 622317.349 | 42.729 | v 18      |
| 2134 | 9284484.601 | 622324.004 | 42.557 | v 20      |
| 2135 | 9284484.599 | 622323.979 | 42.551 | v 20      |
| 2136 | 9284481.619 | 622322.403 | 42.598 | v 20      |
| 2137 | 9284486.27  | 622321.201 | 42.806 | v 20      |
| 2138 | 9284462.863 | 622301.885 | 41.518 | canal     |
| 2139 | 9284457.065 | 622308.349 | 41.553 | canal     |

---

|      |             |            |        |       |
|------|-------------|------------|--------|-------|
| 2140 | 9284446.563 | 622320.318 | 41.553 | canal |
| 2141 | 9284440.903 | 622326.824 | 41.566 | canal |
| 2142 | 9284435.946 | 622332.436 | 41.551 | canal |
| 2143 | 9284431.482 | 622337.534 | 41.565 | canal |
| 2144 | 9284427.44  | 622342.156 | 41.588 | canal |
| 2145 | 9284422.417 | 622347.751 | 41.605 | canal |
| 2146 | 9284417.23  | 622353.706 | 41.607 | canal |
| 2147 | 9284411.649 | 622360.124 | 41.622 | canal |
| 2148 | 9284414.118 | 622374.594 | 41.165 | TN    |
| 2149 | 9284412.119 | 622379.528 | 41.061 | TN    |
| 2150 | 9284413.615 | 622384.814 | 41.256 | TN    |
| 2151 | 9284417.683 | 622388.849 | 41.222 | TN    |
| 2152 | 9284423.787 | 622394.264 | 41.232 | TN    |
| 2153 | 9284428.72  | 622397.635 | 41.487 | TN    |
| 2154 | 9284433.804 | 622399.348 | 41.48  | TN    |
| 2155 | 9284438.498 | 622401.188 | 41.209 | TN    |
| 2156 | 9284443.137 | 622403.088 | 41.433 | TN    |
| 2157 | 9284453.191 | 622405.232 | 41.846 | v 21  |
| 2158 | 9284454.52  | 622405.671 | 42.124 | v 21  |
| 2159 | 9284450.411 | 622401.292 | 41.835 | v 21  |
| 2160 | 9284445.425 | 622398.727 | 41.601 | v 21  |
| 2161 | 9284447.893 | 622392.026 | 42.031 | v 21  |
| 2162 | 9284444.854 | 622391.125 | 41.707 | v 21  |
| 2163 | 9284448.694 | 622384.321 | 41.554 | v 21  |
| 2164 | 9284481.077 | 622405.187 | 42.589 | v 22  |
| 2165 | 9284479.524 | 622405.485 | 42.678 | v 23  |
| 2166 | 9284474.492 | 622403.441 | 42.542 | v 23  |
| 2167 | 9284470.729 | 622412.213 | 42.48  | v 23  |
| 2168 | 9284441.581 | 622411.532 | 41.1   | TN    |
| 2169 | 9284432.908 | 622412.609 | 41.177 | TN    |

---

|      |             |            |        |       |
|------|-------------|------------|--------|-------|
| 2170 | 9284429.124 | 622413.906 | 41.174 | TN    |
| 2171 | 9284421.392 | 622415.192 | 41.152 | TN    |
| 2172 | 9284413.593 | 622416.632 | 41.18  | TN    |
| 2173 | 9284355.115 | 622424.388 | 41.725 | canal |
| 2174 | 9284349.561 | 622430.547 | 41.72  | canal |
| 2175 | 9284338.263 | 622443.434 | 41.721 | canal |
| 2176 | 9284332.602 | 622449.942 | 41.755 | canal |
| 2177 | 9284325.836 | 622457.626 | 41.766 | canal |
| 2178 | 9284320.681 | 622463.467 | 41.765 | canal |
| 2179 | 9284311.359 | 622474.006 | 41.799 | canal |
| 2180 | 9284306.705 | 622479.677 | 41.776 | canal |
| 2181 | 9284303.263 | 622485.835 | 41.808 | canal |
| 2182 | 9284301.235 | 622491.158 | 41.82  | canal |
| 2183 | 9284300.009 | 622497.349 | 41.803 | canal |
| 2184 | 9284299.633 | 622502.461 | 41.827 | canal |
| 2185 | 9284299.345 | 622508.386 | 41.839 | canal |
| 2186 | 9284299.073 | 622513.762 | 41.823 | canal |
| 2187 | 9284299.026 | 622519.615 | 41.795 | canal |
| 2188 | 9284298.816 | 622522.995 | 41.853 | canal |
| 2189 | 9284298.763 | 622526.848 | 41.806 | canal |
| 2190 | 9284298.615 | 622535.02  | 41.839 | canal |
| 2191 | 9284298.953 | 622540.975 | 41.864 | canal |
| 2192 | 9284298.014 | 622548.074 | 41.876 | canal |
| 2193 | 9284298.119 | 622553.881 | 41.852 | canal |
| 2194 | 9284298.692 | 622559.937 | 41.849 | canal |
| 2195 | 9284299.92  | 622565.852 | 41.929 | canal |
| 2196 | 9284301.234 | 622570.895 | 41.892 | canal |
| 2197 | 9284303.187 | 622576.427 | 41.914 | canal |
| 2198 | 9284305.417 | 622581.649 | 41.924 | canal |
| 2199 | 9284307.758 | 622586.952 | 41.918 | canal |

---

|      |             |            |        |       |
|------|-------------|------------|--------|-------|
| 2200 | 9284309.868 | 622591.608 | 41.923 | canal |
| 2201 | 9284312.81  | 622598.063 | 41.943 | canal |
| 2202 | 9284315.311 | 622603.598 | 41.955 | canal |
| 2203 | 9284317.672 | 622609.033 | 41.957 | canal |
| 2204 | 9284319.884 | 622614.183 | 41.991 | canal |
| 2205 | 9284325.082 | 622625.978 | 41.987 | canal |
| 2206 | 9284327.437 | 622631.198 | 41.998 | canal |
| 2207 | 9284329.437 | 622635.62  | 41.999 | canal |
| 2208 | 9284331.566 | 622640.585 | 42.007 | canal |
| 2209 | 9284333.556 | 622645.086 | 42.02  | canal |
| 2210 | 9284335.808 | 622650.074 | 42.009 | canal |
| 2211 | 9284337.774 | 622654.644 | 42.008 | canal |
| 2212 | 9284339.823 | 622658.74  | 42.032 | canal |
| 2213 | 9284341.645 | 622662.986 | 42.009 | canal |
| 2214 | 9284343.526 | 622667.589 | 42.024 | canal |
| 2215 | 9284345.767 | 622672.639 | 42.019 | canal |
| 2216 | 9284348.024 | 622677.707 | 42.032 | canal |
| 2217 | 9284351.026 | 622684.381 | 42.056 | canal |
| 2218 | 9284353.31  | 622689.644 | 42.06  | canal |
| 2219 | 9284355.533 | 622694.657 | 42.057 | canal |
| 2220 | 9284357.906 | 622699.978 | 42.064 | canal |
| 2221 | 9284360.049 | 622704.748 | 42.08  | canal |
| 2222 | 9284361.902 | 622709.024 | 42.073 | canal |
| 2223 | 9284363.862 | 622713.385 | 42.093 | canal |
| 2224 | 9284365.641 | 622717.535 | 42.106 | canal |
| 2225 | 9284367.854 | 622722.528 | 42.108 | canal |
| 2226 | 9284369.606 | 622726.516 | 42.118 | canal |
| 2227 | 9284371.394 | 622730.381 | 42.12  | canal |
| 2228 | 9284373.141 | 622734.344 | 42.111 | canal |
| 2229 | 9284374.991 | 622738.579 | 42.122 | canal |

---

|      |             |            |        |       |
|------|-------------|------------|--------|-------|
| 2230 | 9284376.794 | 622742.635 | 42.125 | canal |
| 2231 | 9284378.472 | 622746.359 | 42.127 | canal |
| 2232 | 9284380.164 | 622750.424 | 42.135 | canal |
| 2233 | 9284381.939 | 622754.23  | 42.13  | canal |
| 2234 | 9284383.529 | 622757.848 | 42.15  | canal |
| 2235 | 9284385.235 | 622761.806 | 42.154 | canal |
| 2236 | 9284386.266 | 622763.705 | 42.132 | canal |
| 2237 | 9284387.318 | 622766.385 | 42.159 | canal |
| 2238 | 9284388.758 | 622769.311 | 42.187 | canal |
| 2239 | 9284392.669 | 622778.302 | 42.174 | canal |
| 2240 | 9284395.974 | 622785.805 | 42.207 | canal |
| 2241 | 9284397.843 | 622790.223 | 42.21  | canal |
| 2242 | 9284399.754 | 622794.318 | 42.216 | canal |
| 2243 | 9284402.536 | 622800.821 | 42.198 | canal |
| 2244 | 9284404.656 | 622805.53  | 42.221 | canal |
| 2245 | 9284406.487 | 622810.35  | 42.214 | canal |
| 2246 | 9284408.221 | 622815.414 | 42.21  | canal |
| 2247 | 9284409.765 | 622821.632 | 42.223 | canal |
| 2248 | 9284410.777 | 622826.925 | 42.233 | canal |
| 2249 | 9284411.326 | 622830.468 | 42.242 | canal |
| 2250 | 9284412.017 | 622840.458 | 42.243 | canal |
| 2251 | 9284411.634 | 622845.744 | 42.252 | canal |
| 2252 | 9284411.069 | 622851.121 | 42.268 | canal |
| 2253 | 9284410.094 | 622859.846 | 42.254 | canal |
| 2254 | 9284409.535 | 622865.151 | 42.285 | canal |
| 2255 | 9284408.894 | 622870.398 | 42.295 | canal |
| 2256 | 9284408.394 | 622874.66  | 42.278 | canal |
| 2257 | 9284407.847 | 622879.884 | 42.291 | canal |
| 2258 | 9284407.124 | 622886.113 | 42.281 | canal |
| 2259 | 9284406.524 | 622891.637 | 42.318 | canal |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 2260 | 9284405.932 | 622897.072 | 42.326 | canal     |
| 2261 | 9284405.379 | 622902.127 | 42.297 | canal     |
| 2262 | 9284404.698 | 622907.127 | 42.282 | canal     |
| 2263 | 9284403.548 | 622918.377 | 42.346 | canal     |
| 2264 | 9284402.564 | 622926.424 | 42.353 | canal     |
| 2265 | 9284401.229 | 622939.063 | 42.367 | canal     |
| 2266 | 9284400.817 | 622942.833 | 42.371 | canal     |
| 2267 | 9284400.398 | 622946.647 | 42.4   | canal     |
| 2268 | 9284399.691 | 622951.938 | 42.36  | canal     |
| 2269 | 9284399.194 | 622956.443 | 42.395 | canal     |
| 2270 | 9284398.54  | 622962.488 | 42.397 | canal     |
| 2271 | 9284397.76  | 622968.818 | 42.398 | canal     |
| 2272 | 9284397.016 | 622976.207 | 42.39  | canal     |
| 2273 | 9284396.296 | 622981.815 | 42.405 | canal     |
| 2274 | 9284395.827 | 622986.429 | 42.42  | canal     |
| 2275 | 9284394.723 | 622996.64  | 42.412 | canal     |
| 2276 | 9284394.115 | 623001.729 | 42.436 | canal     |
| 2277 | 9284393.708 | 623006.059 | 42.471 | canal     |
| 2278 | 9284393.039 | 623012.096 | 42.469 | canal     |
| 2279 | 9284392.278 | 623019.285 | 42.45  | canal     |
| 2280 | 9284391.389 | 623026.515 | 42.435 | canal     |
| 2281 | 9284390.462 | 623034.453 | 42.461 | canal     |
| 2282 | 9284397.89  | 623054.235 | 42.289 | tub nueva |
| 2283 | 9284401.194 | 623055.272 | 42.316 | tub nueva |
| 2284 | 9284405.113 | 623056.163 | 42.386 | tub nueva |
| 2285 | 9284414.629 | 623059.494 | 42.33  | tub nueva |
| 2286 | 9284428.123 | 623064.537 | 42.32  | tub nueva |
| 2287 | 9284436.691 | 623068.073 | 42.219 | tub nueva |
| 2288 | 9284445.601 | 623070.042 | 42.344 | tub nueva |
| 2289 | 9284458.867 | 623074.716 | 42.364 | tub nueva |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 2290 | 9284470.426 | 623079.043 | 42.363 | tub nueva |
| 2291 | 9284481.314 | 623083.008 | 42.329 | tub nueva |
| 2292 | 9284485.889 | 623083.694 | 42.477 | tub nueva |
| 2293 | 9284485.882 | 623083.695 | 42.473 | camino    |
| 2294 | 9284489.098 | 623084.854 | 42.659 | camino    |
| 2295 | 9284488.2   | 623088.943 | 42.61  | camino    |
| 2296 | 9284484.454 | 623091.948 | 42.444 | camino    |
| 2297 | 9284483.53  | 623096.971 | 42.462 | camino    |
| 2298 | 9284482.729 | 623102.449 | 42.673 | camino    |
| 2299 | 9284485.11  | 623106.921 | 42.697 | camino    |
| 2300 | 9284480.778 | 623110.98  | 42.458 | camino    |
| 2301 | 9284482.595 | 623117.433 | 42.415 | camino    |
| 2302 | 9284477.893 | 623122.081 | 42.262 | camino    |
| 2303 | 9284476.793 | 623126.333 | 42.296 | camino    |
| 2304 | 9284479.005 | 623130.198 | 42.442 | camino    |
| 2305 | 9284474.827 | 623132.892 | 42.258 | camino    |
| 2306 | 9284473.484 | 623138.7   | 42.21  | camino    |
| 2307 | 9284472.258 | 623143.944 | 42.286 | camino    |
| 2308 | 9284471.321 | 623148.206 | 42.344 | camino    |
| 2309 | 9284470.086 | 623153.731 | 42.349 | camino    |
| 2310 | 9284468.832 | 623158.376 | 42.265 | camino    |
| 2311 | 9284467.581 | 623163.442 | 42.226 | camino    |
| 2312 | 9284466.84  | 623167.742 | 42.274 | camino    |
| 2313 | 9284465.868 | 623172.023 | 42.204 | camino    |
| 2314 | 9284465.023 | 623176.737 | 42.25  | camino    |
| 2315 | 9284464.49  | 623180.668 | 42.225 | camino    |
| 2316 | 9284463.385 | 623185.008 | 42.292 | camino    |
| 2317 | 9284462.702 | 623188.921 | 42.307 | camino    |
| 2318 | 9284461.883 | 623192.834 | 42.235 | camino    |
| 2319 | 9284460.955 | 623196.549 | 42.149 | camino    |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 2320 | 9284460.016 | 623200.761 | 42.213 | camino |
| 2321 | 9284459.12  | 623204.488 | 42.223 | camino |
| 2322 | 9284458.171 | 623208.443 | 42.228 | camino |
| 2323 | 9284457.015 | 623212.315 | 42.165 | camino |
| 2324 | 9284455.436 | 623215.873 | 42.253 | camino |
| 2325 | 9284453.174 | 623219.185 | 42.196 | camino |
| 2326 | 9284450.822 | 623222.302 | 42.098 | camino |
| 2327 | 9284446.813 | 623226.688 | 42.167 | camino |
| 2328 | 9284438.033 | 623233.874 | 42.018 | camino |
| 2329 | 9284433.694 | 623235.509 | 42.171 | camino |
| 2330 | 9284429.6   | 623234.97  | 42.18  | camino |
| 2331 | 9284420.441 | 623231.68  | 42.293 | camino |
| 2332 | 9284415.181 | 623229.316 | 42.236 | camino |
| 2333 | 9284411.053 | 623226.937 | 42.162 | camino |
| 2334 | 9284406.367 | 623224.445 | 42.196 | camino |
| 2335 | 9284401.99  | 623221.999 | 42.132 | camino |
| 2336 | 9284396.128 | 623218.9   | 42.264 | camino |
| 2337 | 9284391.543 | 623216.499 | 42.249 | camino |
| 2338 | 9284382.608 | 623212.059 | 42.296 | camino |
| 2339 | 9284378.232 | 623209.624 | 42.319 | camino |
| 2340 | 9284360.165 | 623204.984 | 42.703 | canal  |
| 2341 | 9284357.144 | 623214.906 | 42.721 | canal  |
| 2342 | 9284355.6   | 623220.549 | 42.745 | canal  |
| 2343 | 9284348.437 | 623245.7   | 42.763 | canal  |
| 2344 | 9284347.313 | 623249.559 | 42.746 | canal  |
| 2345 | 9284344.776 | 623258.525 | 42.759 | canal  |
| 2346 | 9284341.204 | 623270.852 | 42.772 | canal  |
| 2347 | 9284337.431 | 623285.161 | 42.835 | canal  |
| 2348 | 9284336.152 | 623289.212 | 42.813 | canal  |
| 2349 | 9284335.165 | 623293.19  | 42.819 | canal  |

---

|      |             |            |        |       |
|------|-------------|------------|--------|-------|
| 2350 | 9284333.81  | 623297.753 | 42.805 | canal |
| 2351 | 9284332.352 | 623302.949 | 42.834 | canal |
| 2352 | 9284340.083 | 623305.122 | 42.792 | TN    |
| 2353 | 9284343.171 | 623305.756 | 42.593 | TN    |
| 2354 | 9284347.235 | 623307.143 | 42.564 | TN    |
| 2355 | 9284351.374 | 623308.434 | 42.51  | TN    |
| 2356 | 9284357.041 | 623308.913 | 42.442 | TN    |
| 2357 | 9284360.998 | 623308.793 | 42.368 | TN    |
| 2358 | 9284365.17  | 623308.313 | 42.361 | TN    |
| 2359 | 9284369.485 | 623306.988 | 42.457 | TN    |
| 2360 | 9284372.028 | 623304.689 | 42.462 | v 38  |
| 2361 | 9284376.865 | 623305.851 | 42.551 | v 38  |
| 2362 | 9284373.364 | 623298.737 | 42.774 | v 38  |
| 2363 | 9284328.564 | 623315.975 | 42.813 | canal |
| 2364 | 9284326.653 | 623322.227 | 42.843 | canal |
| 2365 | 9284325.424 | 623326.747 | 42.836 | canal |
| 2366 | 9284323.795 | 623332.67  | 42.83  | canal |
| 2367 | 9284321.31  | 623342.459 | 42.837 | canal |
| 2368 | 9284317.609 | 623354.275 | 42.898 | canal |
| 2369 | 9284315.987 | 623360.213 | 42.897 | canal |
| 2370 | 9284312.712 | 623371.944 | 42.888 | canal |
| 2371 | 9284310.807 | 623378.397 | 42.897 | canal |
| 2372 | 9284309.475 | 623383.652 | 42.928 | canal |
| 2373 | 9284307.291 | 623390.864 | 42.898 | canal |
| 2374 | 9284305.665 | 623396.833 | 42.908 | canal |
| 2375 | 9284304.311 | 623401.67  | 42.928 | canal |
| 2376 | 9284302.745 | 623407.358 | 42.93  | canal |
| 2377 | 9284301.213 | 623412.645 | 42.944 | canal |
| 2378 | 9284299.674 | 623417.89  | 42.94  | canal |
| 2379 | 9284298.611 | 623422.131 | 42.966 | canal |

---

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 2380 | 9284297.526 | 623425.82  | 42.991 | canal     |
| 2381 | 9284296.123 | 623430.644 | 42.982 | canal     |
| 2382 | 9284294.961 | 623435.071 | 42.999 | canal     |
| 2383 | 9284293.826 | 623439.142 | 42.994 | canal     |
| 2384 | 9284293.001 | 623441.942 | 42.999 | canal     |
| 2385 | 9284305.894 | 623441.812 | 42.855 | v 40      |
| 2386 | 9284305.9   | 623441.806 | 42.859 | v 40      |
| 2387 | 9284315.842 | 623444.638 | 42.933 | v 40      |
| 2388 | 9284315.847 | 623444.671 | 42.96  | v 40      |
| 2389 | 9284318.047 | 623457.125 | 42.784 | v 41      |
| 2390 | 9284314.92  | 623467.783 | 42.814 | v 41      |
| 2391 | 9284309.652 | 623466.667 | 42.931 | v 41      |
| 2392 | 9284308.456 | 623470.146 | 42.885 | v 41      |
| 2393 | 9284297.787 | 623466.884 | 42.72  | v 41      |
| 2394 | 9284285.579 | 623468.232 | 43.012 | canal     |
| 2395 | 9284280.415 | 623487.009 | 43.06  | canal     |
| 2396 | 9284278.824 | 623492.07  | 43.039 | canal     |
| 2397 | 9284277.406 | 623496.87  | 43.04  | canal     |
| 2398 | 9284275.705 | 623503.159 | 43.034 | canal     |
| 2399 | 9284272.729 | 623514.328 | 43.042 | canal     |
| 2400 | 9284271.335 | 623519.218 | 43.061 | canal     |
| 2401 | 9284269.853 | 623523.995 | 43.059 | canal     |
| 2402 | 9284268.493 | 623528.869 | 43.076 | canal     |
| 2403 | 9284267.063 | 623533.581 | 43.074 | canal     |
| 2404 | 9284265.998 | 623537.601 | 43.081 | canal     |
| 2405 | 9284264.946 | 623541.427 | 43.094 | canal     |
| 2406 | 9284263.814 | 623545.593 | 43.092 | canal     |
| 2407 | 9284262.991 | 623548.639 | 43.095 | canal     |
| 2408 | 9284273.045 | 623547.263 | 42.933 | camino    |
| 2409 | 9284273.144 | 623547.338 | 42.933 | POSTE luz |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 2410 | 9284275.375 | 623546.05  | 42.972 | camino |
| 2411 | 9284282.3   | 623546.778 | 42.88  | camino |
| 2412 | 9284287.641 | 623547.337 | 42.889 | camino |
| 2413 | 9284293.684 | 623547.764 | 42.838 | camino |
| 2414 | 9284307.931 | 623548.849 | 42.912 | camino |
| 2415 | 9284313.314 | 623549.575 | 42.872 | camino |
| 2416 | 9284319.449 | 623550.249 | 42.875 | camino |
| 2417 | 9284325.212 | 623550.735 | 42.92  | camino |
| 2418 | 9284334.791 | 623552.005 | 42.811 | camino |
| 2419 | 9284339.747 | 623554.389 | 42.679 | camino |
| 2420 | 9284344.42  | 623557.099 | 42.636 | camino |
| 2421 | 9284348.417 | 623559.474 | 42.727 | camino |
| 2422 | 9284352.757 | 623562.393 | 42.766 | camino |
| 2423 | 9284370.983 | 623572.046 | 43.101 | v 42   |
| 2424 | 9284370.151 | 623576.525 | 43.361 | v 42   |
| 2425 | 9284368.446 | 623584.432 | 43.61  | v 42   |
| 2426 | 9284387.43  | 623592.562 | 43.413 | v 43   |
| 2427 | 9284393.46  | 623593.926 | 43.288 | v 43   |
| 2428 | 9284263.018 | 623548.479 | 43.089 | canal  |
| 2429 | 9284260.33  | 623557.666 | 43.107 | canal  |
| 2430 | 9284257.516 | 623568.054 | 43.12  | canal  |
| 2431 | 9284254.81  | 623577.682 | 43.109 | canal  |
| 2432 | 9284253.301 | 623582.492 | 43.115 | canal  |
| 2433 | 9284251.764 | 623587.974 | 43.121 | canal  |
| 2434 | 9284250.549 | 623592.237 | 43.129 | canal  |
| 2435 | 9284249.418 | 623596.244 | 43.133 | canal  |
| 2436 | 9284248.242 | 623600.762 | 43.139 | canal  |
| 2437 | 9284243.018 | 623620.214 | 43.158 | canal  |
| 2438 | 9284241.634 | 623625.454 | 43.201 | canal  |
| 2439 | 9284239.182 | 623633.705 | 43.159 | canal  |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 2440 | 9284236.617 | 623642.684 | 43.178 | canal  |
| 2441 | 9284234.433 | 623650.509 | 43.191 | canal  |
| 2442 | 9284231.25  | 623660.943 | 43.214 | canal  |
| 2443 | 9284229.887 | 623665.694 | 43.191 | canal  |
| 2444 | 9284228.617 | 623670.386 | 43.208 | canal  |
| 2445 | 9284227.373 | 623674.661 | 43.225 | canal  |
| 2446 | 9284225.813 | 623680.641 | 43.229 | canal  |
| 2447 | 9284236.277 | 623680.787 | 43.045 | camino |
| 2448 | 9284240.846 | 623681.373 | 42.993 | camino |
| 2449 | 9284246.414 | 623681.962 | 43.185 | camino |
| 2450 | 9284270.582 | 623684.584 | 43.138 | camino |
| 2451 | 9284282.689 | 623685.216 | 42.962 | camino |
| 2452 | 9284297.419 | 623687.287 | 43.101 | camino |
| 2453 | 9284304.715 | 623688.176 | 43.143 | camino |
| 2454 | 9284311.135 | 623688.968 | 43.062 | camino |
| 2455 | 9284317.27  | 623689.996 | 43.062 | camino |
| 2456 | 9284324.418 | 623691.132 | 43.034 | camino |
| 2457 | 9284330.401 | 623691.984 | 42.897 | camino |
| 2458 | 9284335.282 | 623692.986 | 42.848 | camino |
| 2459 | 9284339.943 | 623693.899 | 42.969 | camino |
| 2460 | 9284344.462 | 623695.015 | 43.028 | camino |
| 2461 | 9284349.045 | 623696.14  | 43.049 | camino |
| 2462 | 9284357.595 | 623697.891 | 43.097 | camino |
| 2463 | 9284369.493 | 623699.969 | 42.951 | camino |
| 2464 | 9284372.434 | 623705.286 | 43.622 | v 44   |
| 2465 | 9284370.728 | 623714.72  | 43.606 | v 44   |
| 2466 | 9284377.634 | 623706.172 | 43.584 | v 44   |
| 2467 | 9284408.618 | 623703.524 | 43.132 | camino |
| 2468 | 9284421.46  | 623706.477 | 43.324 | camino |
| 2469 | 9284429.534 | 623708.618 | 43.172 | camino |

---

|      |             |            |        |        |
|------|-------------|------------|--------|--------|
| 2470 | 9284436.842 | 623710.755 | 43.262 | camino |
| 2471 | 9284443.218 | 623712.345 | 43.249 | camino |
| 2472 | 9284448.573 | 623713.654 | 43.278 | camino |
| 2473 | 9284456.307 | 623715.416 | 43.207 | camino |
| 2474 | 9284460.093 | 623717.869 | 43.234 | camino |
| 2475 | 9284460.303 | 623721.729 | 43.22  | camino |
| 2476 | 9284459.516 | 623726.63  | 43.191 | camino |
| 2477 | 9284457.824 | 623734.345 | 43.156 | camino |
| 2478 | 9284456.751 | 623739.847 | 43.215 | camino |
| 2479 | 9284455.647 | 623744.659 | 43.277 | camino |
| 2480 | 9284454.634 | 623749.562 | 43.271 | camino |
| 2481 | 9284453.625 | 623754.586 | 43.289 | camino |
| 2482 | 9284452.705 | 623758.877 | 43.209 | camino |
| 2483 | 9284451.653 | 623763.995 | 43.234 | camino |
| 2484 | 9284451.043 | 623769.059 | 43.227 | camino |
| 2485 | 9284453.725 | 623773.943 | 43.186 | camino |
| 2486 | 9284458.551 | 623775.649 | 43.3   | camino |
| 2487 | 9284462.548 | 623776.464 | 43.298 | camino |
| 2488 | 9284467.099 | 623777.458 | 43.262 | camino |
| 2489 | 9284472.476 | 623778.66  | 43.279 | camino |
| 2490 | 9284470.923 | 623796.106 | 43.644 | v 46   |
| 2491 | 9284468.406 | 623808.437 | 43.963 | v 46   |
| 2492 | 9284499.029 | 623770.931 | 43.943 | v 47   |
| 2493 | 9284444.211 | 622850.191 | 42.804 | v 24   |
| 2494 | 9284443.368 | 622854.707 | 42.754 | v 24   |
| 2495 | 9284443.369 | 622854.719 | 42.744 | v 25   |
| 2496 | 9284442.904 | 622863.325 | 42.38  | v 25   |
| 2497 | 9284456.294 | 622866.443 | 42.862 | v 25   |
| 2498 | 9284458.445 | 622856.547 | 42.951 | v 25   |
| 2499 | 9284458.491 | 622856.217 | 42.964 | v 24   |

|      |             |            |        |           |
|------|-------------|------------|--------|-----------|
| 2500 | 9284459.132 | 622853.124 | 42.794 | v 24      |
| 2501 | 9284453.527 | 622839.169 | 42.915 | pileta    |
| 2502 | 9284452.937 | 622835.91  | 42.826 | POSTE luz |

---

## ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 1:** *Panorámica del árbol de impulsión*



**Fotografía 2:** *Pozo tubular incluye la bomba sumergible*



**Fotografía 3:** *Estado actual de las conexiones domiciliarias.*



**Fotografía 4:** *Levantamiento topográfico en una vía de caserío Huaca el Muerto*

## ANEXO 6: FICHA DE OBSERVACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

Análisis y propuesta para abastecimiento de agua en el Caserío Huaca El Muerto, distrito de Íllimo usando el software WaterCAD

### FICHA DE OBSERVACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS

**Objetivo:** Recopilar información técnica para el diagnóstico y modelamiento hidráulico en WaterCAD.

#### I. Información general

Número de viviendas abastecidas

47

Población beneficiaria

113 hab

Fuente de abastecimiento

Subterránea (pozo tubular)

Servicio continuo

☐ Si ☒ No

Horas promedio de abastecimiento

h/día No precisa pero se brinda solo algunas h/d.

Existe sistema de cloración

☐ Si ☒ No

Presión adecuada en la red

☐ Si ☒ No

#### II. Estado de los componentes

| Componente               | Bueno                    | Regular                             | Malo                                | Observaciones                                                        |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Pozo tubular             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | Presenta deficiencias y se requiere una nueva estructura             |
| Caseta de bombeo         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | Se encuentran deficiencias en el cuarto de control de S. impulsión   |
| Equipo de bombeo         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | Bomba sumergible no suficiente                                       |
| Línea de impulsión       | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                                                                      |
| Reservorio               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | Presenta deficiencias de diseño, no cuenta con cerrojo de seguridad. |
| Red de distribución      | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Se reporta baja presión y deficiencias de servicio.                  |
| Válvulas                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | En mal estado y deteriorado                                          |
| Conexiones domiciliarias | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | Conexiones existentes en mal estado y se requiere nueva red.         |



### III. Datos para modelamiento hidráulico

| Parámetro                                  | Registro                    |
|--------------------------------------------|-----------------------------|
| Caudal disponible (L/s)                    | 5.043                       |
| Capacidad del reservorio (m <sup>3</sup> ) | 10 m <sup>3</sup>           |
| Cota de captación (msnm)                   | 53 m.s.n.m.                 |
| Cota del reservorio (msnm)                 | 42,212 msnm.                |
| Material de tubería                        | PVC                         |
| Diámetro(s)                                | 3/4" y 1" Red. Distribución |
| Longitud de red (m)                        | 446,25 m                    |

### IV. Observaciones del servicio

| Aspecto                             | Sí                                  | No                                  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Fugas visibles                      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Tuberías deterioradas               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Reservorio deteriorado              | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Agua con color                      | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| La población recibe agua suficiente | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Mantenimiento periódico             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |

## **ANEXO 7: MEMORIA DE CÁLCULOS**

### **CALCULO DE PARAMETROS DE DISEÑO**

## MEMORIA DE CALCULO: PARAMETROS DE DISEÑO

### TASA DE CRECIMIENTO PARA EL PROYECTO

#### A. CALCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO

Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda  
- INEI

| CUADRO Nº 1: POBLACIÓN TOTAL, POR ÁREA URBANA Y RURAL, Y SEXO, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES |       |           |         |       |         |         |       |         |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
| DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES                                                                      | TOTAL | POBLACIÓN |         | TOTAL | URBANA  |         | TOTAL | RURAL   |         |
|                                                                                                                         |       | HOMBRES   | MUJERES |       | HOMBRES | MUJERES |       | HOMBRES | MUJERES |
| Distrito ILLIMO (000)                                                                                                   | 9,107 | 4,568     | 4,539   | 4,699 | 2,318   | 2,381   | 4,408 | 2,250   | 2,158   |

Fuente:

<http://censos.inei.gob.pe/CPV2007/TABULADO>

S/#

Censos Nacionales 2017 XII de Población y VII de Vivienda - INEI

| AREA # 140303 Lambayeque, Lambayeque, distrito: Illimo |  |       |               |
|--------------------------------------------------------|--|-------|---------------|
| P: Área concepto encuesta                              |  | Casos | % Acumulado % |
| Urbano encuesta                                        |  | 5 175 | 55,98%        |
| Rural encuesta                                         |  | 4 069 | 44,02%        |
| Total                                                  |  | 9 244 | 100,00%       |

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Poblacion, VII de Vivienda y III de Comunidades Indigenas

#### Método Aritmético:

Usando:

$$Pf = Po * (1 + r * t)$$

Donde:

|     |                  |    |                                    |
|-----|------------------|----|------------------------------------|
| Pf= | Poblacion Futura | t= | Tiempo (Año base - Año proyectado) |
| Po= | Poblacion Actual | r= | Calculado (%)                      |

#### Cálculo de la tasa de crecimiento

| TASA DE CRECIMIENTO DEL DISTRITO |           |                   |                  |
|----------------------------------|-----------|-------------------|------------------|
| DESCRIPCION                      | UBICACIÓN | POBLACION CENSADA | TASA DE CRECIMIE |

|                 |                                                                                                     | 2007  | 2017  | NTO           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------|
| <b>DISTRITO</b> | ILLIMO                                                                                              | 9,107 | 9,244 | <b>0.150%</b> |
| <b>0.150%</b>   | <b>Tasa de crecimiento que se utilizará para el cálculo de la población de diseño del proyecto.</b> |       |       |               |

### POBLACION SISTEMA DE AGUA POTABLE

| POBLACION ACTUAL             |                                |                     |           |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------|
| ITEM                         | DEMANDA                        | CANTIDAD            | POBLACION |
| 1                            | Viviendas Habitadas (1)        | 47                  | 113       |
| 2                            | I.E. Nivel Inicial (2)         | 0                   | 0         |
| 3                            | I.E. Nivel Primaria (2)        | 0                   | 0         |
| 4                            | I.E. Nivel Secundaria (2)      | 0                   | 0         |
| 5                            | Iglesia                        | 0                   | -         |
| 6                            | Local Comunal                  | 0                   | -         |
| 7                            | Puesto de Salud                | 0                   | -         |
| 8                            | Mercado                        | 0                   | -         |
| 9                            | Puesto de Auxilio Rapido - PNP | 0                   | -         |
| 10                           | Campo Deportivo                | 0                   | -         |
| <b>Densidad Poblacional:</b> |                                | <b>2.40 hab/viv</b> |           |

| POBLACION FUTURA                                                                                                    |                                |                          |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------|
| ITEM                                                                                                                | DEMANDA                        | CANTIDAD                 | POBLACION      |
| 1                                                                                                                   | Viviendas Habitadas (1)        | 47                       | 116            |
| 2                                                                                                                   | I.E. Nivel Inicial (2)         | 0                        | 0              |
| 3                                                                                                                   | I.E. Nivel Primaria (2)        | 0                        | 0              |
| 4                                                                                                                   | I.E. Nivel Secundaria (2)      | 0                        | 0              |
| 5                                                                                                                   | Iglesia                        | 0                        | -              |
| 6                                                                                                                   | Local Comunal                  | 0                        | -              |
| 7                                                                                                                   | Puesto de Salud                | 0                        | -              |
| 8                                                                                                                   | Mercado                        | 0                        | -              |
| 9                                                                                                                   | Puesto de Auxilio Rapido - PNP | 0                        | -              |
| 10                                                                                                                  | Campo Deportivo                | 0                        | -              |
| Para el calculo la población futura se utilizó la siguiente formula:<br><b><math>P_f = P_o * (1+r*t/100)</math></b> |                                | Tasa de Crecimiento (*): | <b>0.15 %</b>  |
|                                                                                                                     |                                | Año del Proyecto (**):   | <b>2025</b>    |
|                                                                                                                     |                                | Años Proyectados:        | <b>20 Años</b> |

\* Para el cálculo de tasa de crecimiento se trabajará con los censos 2007 y 2017, usando el método aritmético.

\*\* Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE / R.M. N° 192-2018-MVCS

1) Población obtenido del Padrón de Asociados 2025.

2) Padrón de Instituciones Educativas, Censo Educativo 2024, ESCALE.

## CAUDAL DE CONSUMO

### A. DETERMINACION DE LA DOTACION DE DISEÑO

|                             |         |                           |         |
|-----------------------------|---------|---------------------------|---------|
| <b>POBLACION DE DISEÑO:</b> | 116 hab | <b>PERIODO DE DISEÑO:</b> | 20 Años |
|-----------------------------|---------|---------------------------|---------|

\* La dotación o la demanda per capita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en l/hab/día.

\* Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario.

\* El consumo promedio diario anual, servirá para el cálculo del volumen del reservorio y para estimar el consumo máximo diario y horario.

#### 1 Reglamento Nacional de Edificaciones RNE

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma OS.100) la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución se considerará, los valores indicados en el cuadro:

| Clima Templado | Clima Frio    | Clima Cálido  |
|----------------|---------------|---------------|
| 220 l/hab/dia  | 180 l/hab/dia | 220 l/hab/dia |

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m<sup>2</sup>, las dotaciones serán:

| Clima Templado | Clima Frio    | Clima Cálido  |
|----------------|---------------|---------------|
| 150 l/hab/dia  | 120 l/hab/dia | 150 l/hab/dia |

## Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento 2 en el Ámbito Rural (RM N° 192-2018- VIVIENDA)

La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos en el Capítulo IV del presente documento, las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son:

### CON ARRASTRE HIDRAULICO (TANQUE SEPTICO MEJORADO)

| Costa               | Sierra          | Selva                |
|---------------------|-----------------|----------------------|
| <b>90 l/hab/día</b> | 80<br>l/hab/día | <b>100 l/hab/día</b> |

## DETERMINACION DE VARIACION DE CONSUMO O DEMANDA

### 1 Reglamento Nacional de Edificaciones RNE

El RNE, recomienda que los valores de las variaciones de consumo referidos al promedio diario anual deban ser fijados en base a un análisis de información estadística comprobada. Si no existieran los datos, se puede tomar en cuenta lo siguiente:

| COEFICIENTE        |           |      |
|--------------------|-----------|------|
| DEMANDA<br>DIARIA  | "K 1<br>" | 1.30 |
| DEMANDA<br>HORARIA | "K 2<br>" | 2.00 |

## Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento 2 en el Ámbito Rural (RM N° 192-2018- VIVIENDA)

Se debe considerar un valor para el consumo promedio maximo diario y para el consumo promedio maximo horario, como se detalla en el cuadro siguiente:

| COEFICIENTE        |           |      |
|--------------------|-----------|------|
| DEMANDA<br>DIARIA  | "K 1<br>" | 1.30 |
| DEMANDA<br>HORARIA | "K 2<br>" | 2.00 |

**a) Consumo Promedio Anual****(Qp):**

Ello nos permite definir el Consumo promedio diario como el promedio de los consumos diarios durante un año de registros expresado en [l/s]. Así mismo, definimos Consumo Máximo Diario, como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante un año y se define también el Consumo Máximo Horario, como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, se determina como se detalla:

$$Q_p = \frac{(Dotación) \times (Población)}{86,400}$$

**b) Consumo Maximo Diario****(Qmd):**

Se debe considerar un valor de 1.3 del consumo promedio diario anual, Qp de este modo:

$$Q_{MAX.DIARIO} = Q_p \times K_1$$

**c) Consumo Maximo horario****(Qmh):**

Se debe considerar un valor de 2.0 del consumo promedio diario anual, Qp de este modo:

$$Q_{MAX.HORARIO} = Q_p \times K_2$$

**PARAMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**
**A. DATOS**

| POBLACION ACTUAL                |      | POBLACION FUTURA         |        |                  |
|---------------------------------|------|--------------------------|--------|------------------|
| AÑO ACTUAL                      | 2025 | PERIODO DE DISEÑO (Años) | 20     | POBLACION DISEÑO |
| NUMERO DE HABITANTES ACTUALES   | 113  | TASA DE CRECIMIENTO (1)  | 0.15 % |                  |
| NUMERO DE VIVIENDAS ACTUALES    | 47   | POBLACION FUTURA         | 116    | 116              |
| DENSIDAD DE POBLACION (hab/viv) | 2.40 | VIVIENDAS FUTURAS        | 47     |                  |

**B. CÁLCULO DE PARÁMETROS DE DISEÑO**

| PARAMETROS DE DISEÑO POBLACION DOMESTICO |            |           |                                |      |     |
|------------------------------------------|------------|-----------|--------------------------------|------|-----|
| DOTACION ADOPTADA (2)                    | 90         | l/hab/dia | CAUDAL PROMEDIO ANUAL (Qp) (1) | 0.12 | l/s |
| CAUDAL MICROMEDICION ADOPTADO            | 5.00       | l/s       | FACTOR DIA MAXIMO (2)          | 1.3  |     |
| CAUDAL QUE PRODUCE LA FUENTE             | 432,000.00 | l/dia     | CAUDAL DIA MAXIMO (Qmd)        | 0.16 | l/s |
| CAUDAL MEDIO DE POBLACION                | 10,475.10  | l/dia     | FACTOR HORA MAXIMA (2)         | 2    |     |
| SUMA DE CAUDAL MEDIO                     | 10,475.10  | l/dia     | CAUDAL HORA MAXIMA (Qmh)       | 0.24 | l/s |

| DATOS DE POBLACION ESTUDIANTIL                 |      |                                        |      |
|------------------------------------------------|------|----------------------------------------|------|
| Población Estudiantil Nivel Inicial - Primaria |      | Población Estudiantil Nivel Secundario |      |
| AÑO DE ACTUAL                                  | 2025 | AÑO DE ACTUAL                          | 2025 |
| NUMERO DE ALUMNOS + DOCENTES                   | 0    | NUMERO DE ALUMNOS + DOCENTES           | 0    |
| NUMERO DE I.E.                                 | 0    | NUMERO DE I.E.                         | 0    |

| DOTACION PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS (l/alumno/día) |                      |
|-------------------------------------------------------|----------------------|
| Educacion Inicial - Primaria                          | Educación Secundaria |
| 20                                                    | 25                   |

| PARAMETROS DE DISEÑO ESTUDIANTIL (2) + (3) |      |     |                                |      |     |
|--------------------------------------------|------|-----|--------------------------------|------|-----|
| Educacion Inicial - Primaria               |      |     | Educación Secundaria           |      |     |
| CAUDAL PROMEDIO ANUAL (Qp) (2)             | 0.00 | l/s | CAUDAL PROMEDIO ANUAL (Qp) (3) | 0.00 | l/s |
| FACTOR DIA MAXIMO (2)                      | 1.3  |     | FACTOR DIA MAXIMO (2)          | 1.3  |     |
| CAUDAL DIA MAXIMO                          | 0.00 | l/s | CAUDAL DIA MAXIMO              | 0.00 | l/s |

|                             |      |     |                             |      |     |
|-----------------------------|------|-----|-----------------------------|------|-----|
| (Qmd)                       |      |     | (Qmd)                       |      |     |
| FACTOR HORA<br>MAXIMA (2)   | 2.0  |     | FACTOR HORA<br>MAXIMA (2)   | 2.0  |     |
| CAUDAL HORA<br>MAXIMA (Qmh) | 0.00 | l/s | CAUDAL HORA<br>MAXIMA (Qmh) | 0.00 | l/s |

| CAUDAL PROMEDIO IGLESIA |       |               |                                   |      |     |
|-------------------------|-------|---------------|-----------------------------------|------|-----|
| N° IGLESIAS             | 0     |               |                                   |      |     |
| N° ASIENTOS             | 50.00 | und           | CAUDAL PROMEDIO<br>ANUAL (Qp) (3) | 0.00 | l/s |
| DOTACION                | 3.00  | l/asiento/dia | Qp=N° Asientos*Dot/86400          |      |     |
| COBERTURA AGUA          | 3.00  | h/dia         |                                   |      |     |

| CAUDAL PROMEDIO LOCAL COMUNAL / CENTRO DE REUNION |       |               |                                   |      |     |
|---------------------------------------------------|-------|---------------|-----------------------------------|------|-----|
| N° LOCAL COMUNAL                                  | 0     |               |                                   |      |     |
| N° ASIENTOS                                       | 50.00 | und           | CAUDAL PROMEDIO<br>ANUAL (Qp) (3) | 0.00 | l/s |
| DOTACION                                          | 3.00  | l/asiento/dia | Qp=N° Asientos*Dot/86400          |      |     |
| COBERTURA AGUA                                    | 8.00  | h/dia         |                                   |      |     |

| CAUDAL PROMEDIO PUESTO DE SALUD |        |        |                                   |      |     |
|---------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|------|-----|
| N° PUESTOS DE SALUD             | 0      |        |                                   |      |     |
| N° ASIENTOS                     | 2.00   | und    | CAUDAL PROMEDIO<br>ANUAL (Qp) (3) | 0.00 | l/s |
| DOTACION                        | 600.00 | l/cama | Qp=N° Camas*Dot/86400             |      |     |
| COBERTURA AGUA                  | 24.00  | h/dia  |                                   |      |     |

| CAUDAL PROMEDIO MERCADO |        |       |                                   |      |     |
|-------------------------|--------|-------|-----------------------------------|------|-----|
| N° MERCADO              | 0      |       |                                   |      |     |
| AREA                    | 813.00 | m2    | CAUDAL PROMEDIO<br>ANUAL (Qp) (3) | 0.00 | l/s |
| DOTACION                | 15.00  | l/m2  | Qp=Area*Dot/86400                 |      |     |
| COBERTURA AGUA          | 8.00   | h/dia |                                   |      |     |

| CAUDAL PROMEDIO MUNICIPALIDAD / OFICINAS |       |          |                                   |      |     |
|------------------------------------------|-------|----------|-----------------------------------|------|-----|
| N°<br>MUNICIPALIDAD/OFIGIN<br>AS         | 0     |          |                                   |      |     |
| AREA                                     | 40.00 | m2       | CAUDAL PROMEDIO<br>ANUAL (Qp) (3) | 0.00 | l/s |
| DOTACION                                 | 6.00  | l/dia/m2 | Qp=Area*Dot/86400                 |      |     |
| COBERTURA AGUA                           | 8.00  | h/dia    |                                   |      |     |

| CAUDAL PROMEDIO CAMPO DEPORTIVO |  |  |  |  |  |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|
|---------------------------------|--|--|--|--|--|

|                    |        |            |                                |      |     |
|--------------------|--------|------------|--------------------------------|------|-----|
| N° CAMPO DEPORTIVO | 0      |            | CAUDAL PROMEDIO ANUAL (Qp) (3) |      |     |
| ESPECTADOR         | 120.00 | und        | Qp=N° Espectadores             | 0.00 | l/s |
| DOTACION           | 1.00   | l/espec./d | *Dot/86400                     |      |     |
| COBERTURA AGUA     | 3.00   | h/dia      |                                |      |     |

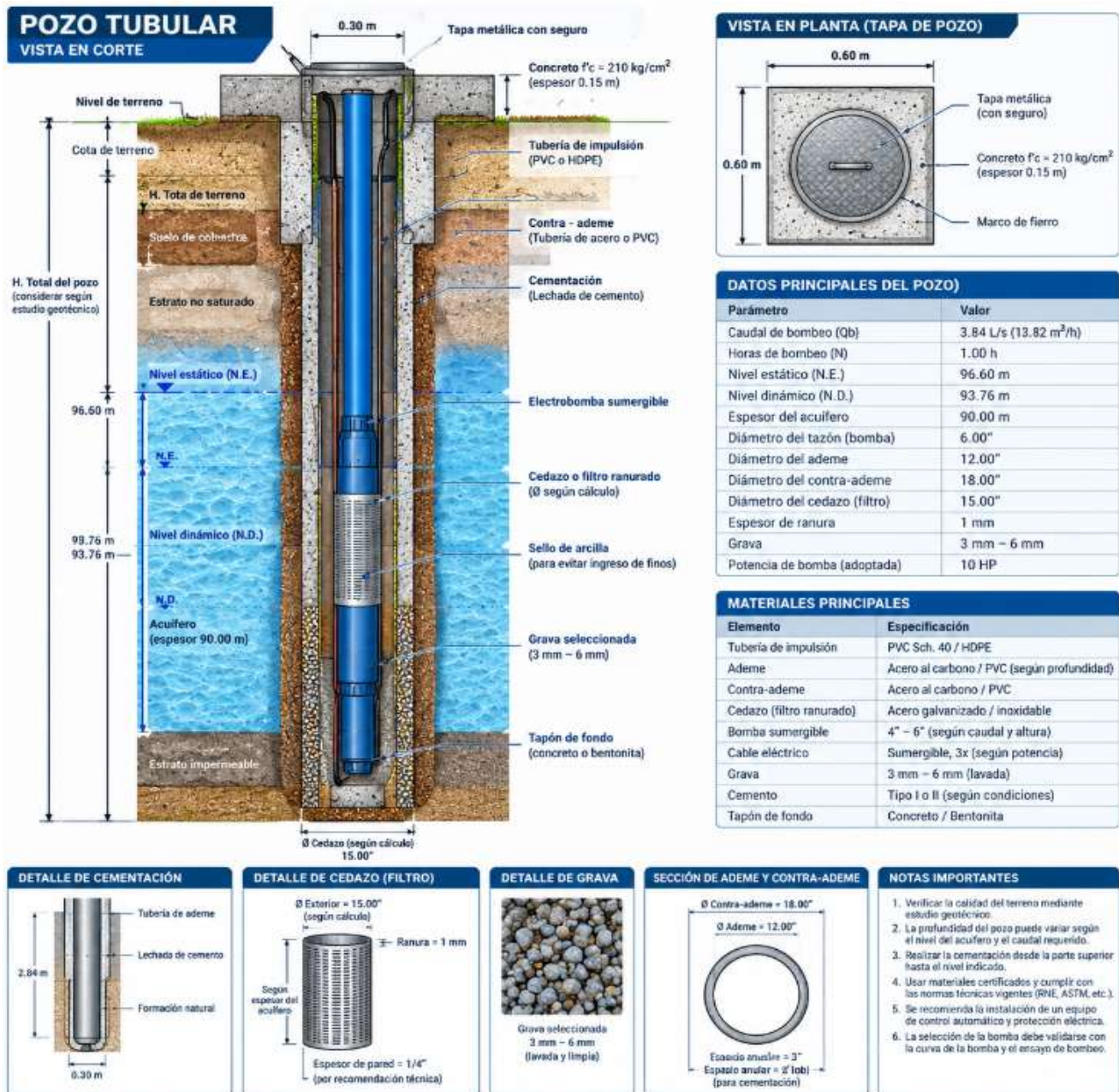
### C. PARAMETROS DE DISEÑO FINAL

|                                                                                             |    |                                    |      |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------|------|----------|
| AMBITO GEOGRAFICO                                                                           |    | CAUDAL PROMEDIO ANUAL (Qp) (1+2+3) | 0.12 | l/s      |
|                                                                                             |    | FACTOR DIA MAXIMO (2)              | 1.3  |          |
| COSTA                                                                                       |    | CAUDAL DIA MAXIMO (Qmd)            | 0.16 | l/s      |
|                                                                                             |    | FACTOR HORA MAXIMA (2)             | 2.0  |          |
| DOTACION ADOPTADA                                                                           | 90 | CAUDAL HORA MAXIMA (Qmh)           | 0.24 | l/s      |
| Caudal de micromedicion (Aforo de pozo tubular) es mayor del caudal maximo diario (Qmd) ==> |    |                                    |      | OK       |
| ACREDITACIÓN DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA SUPERFICIAL ==>                                      |    |                                    |      | 5.00 l/s |
| Conforme el caudal autorizado ==>                                                           |    |                                    |      | OK       |

## **DISEÑO DE POZO TUBULAR**

## **I. DATOS DE ENTRADA**

|                                   |        |                |                                      |
|-----------------------------------|--------|----------------|--------------------------------------|
| Caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ) | 0.16   | L/s            |                                      |
| Número de horas de bombeo ( $N$ ) | 1.00   | h              |                                      |
| Caudal de bombeo ( $Q_b$ )        | 3.84   | L/s            | Calculado:<br>$Q_{md} \times 24 / N$ |
| Nivel estático ( $NE$ )           | 96.60  | m              |                                      |
| Nivel dinámico ( $ND$ )           | 93.76  | m              |                                      |
| Espesor del acuífero              | 90.00  | m              |                                      |
| Cota de terreno                   | 100.00 | m              |                                      |
| Cota de fondo                     | 20.00  | m              |                                      |
| Longitud línea de impulsión       | 100.50 | m              |                                      |
| Longitud tramo PVC                | 10.00  | m              |                                      |
| Cota nivel de agua en reservorio  | 110.50 | m              |                                      |
| Capacidad del reservorio          | 10.00  | m <sup>3</sup> |                                      |
| Presión de salida $P_s$           | 2.00   | m.c.a.         |                                      |
| Eficiencia bomba-motor            | 65%    | %              |                                      |



## 2. DIAMETROS DEL POZO

### 2.1. Cálculo del diametro del ademe (da)

$$da = dt + 6"$$

Diametro de la electrobomba sumergible  
Espacio que se deja para que trabajen holgadamente los tazones

$$dt$$

$$6"$$

#### 2.1.1. Cálculo del diametro de tazones (electrobomba)

a) Cálculo del diametro de la electrobomba sumergible (dt)

Este valor se obtiene de seleccionar la "curva de diseño de la bomba" y esto a su vez se hace en función del gasto de diseño del pozo en (galones/minuto)

2.1.1.1.) Sabiendo que el caudal de bombeo en litro por segundo es:

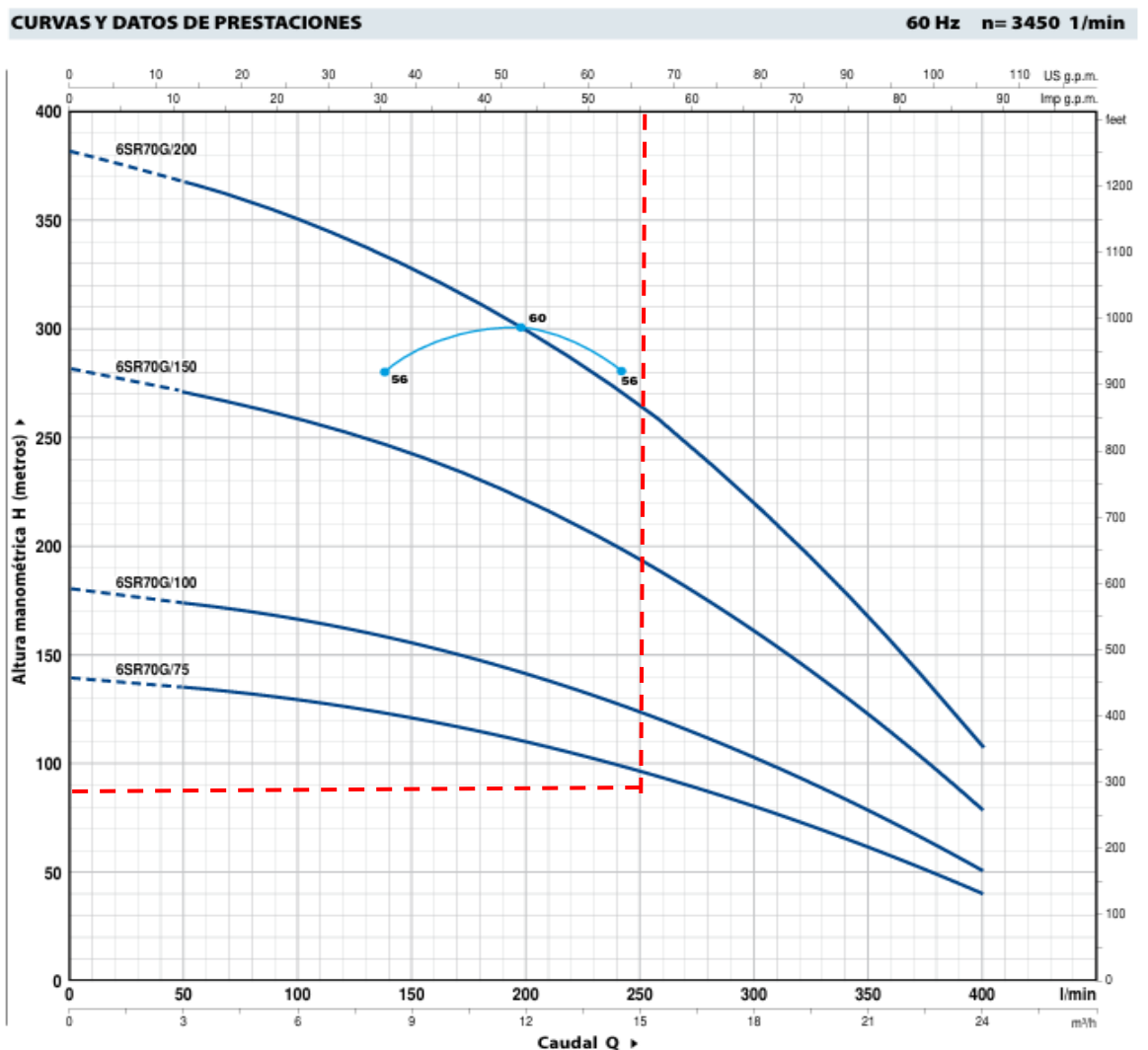
|               |           |
|---------------|-----------|
| $Q_{bomb.} =$ | 3.84 Lt/s |
|---------------|-----------|

Factor de transformacion del lps a gpm 15.85

|                  |       |     |
|------------------|-------|-----|
| Caudal de bombeo | 60.86 | gpm |
|------------------|-------|-----|

**GRAFICO DE LA  
BOMBA**

## 6SR70G



En el grafico se observa para el cual se requiere el diámetro de la electrobomba de:

|   |              |
|---|--------------|
| 6 | pulg<br>adas |
|---|--------------|

2.1.1.2.) Entonces el diametro del Ademe será:

= da

|    |              |
|----|--------------|
| 12 | pulg<br>adas |
|----|--------------|

El diametro del ademe NO coincide con el diametro del **CEDAZO** por lo tanto el diámetro del cedazo es mas 3 pulg:

|    |              |
|----|--------------|
| 15 | pulg<br>adas |
|----|--------------|

## 2.2. Cálculo del diametro del contra-ademe (db)

$$db = da + 6''$$

Donde:

da                      diametro del  
ademe  
6                      espacio anular que se deja para el  
filtro de grava (3" por lado)

|           |           |              |
|-----------|-----------|--------------|
| <b>db</b> | <b>18</b> | pul<br>gadas |
|-----------|-----------|--------------|

## 2.3. Cálculo del diametro del ccontra-ademe (db) considerando cementacion (dbc):

$$dbc = db + 4''$$

Donde:

db                      diametro del  
contra - ademe  
4                      espacio para la cementación del  
pozo (2" por lado)

2.3.1.) Entonces el diámetro del contra ademe considerando cementación será:

22                      pulgad  
as

## 2.4. Cálculo del diametro del CEDAZO (Tubería ranurada):

Datos:

|                         |      |
|-------------------------|------|
| Qbomb                   | 3.84 |
| Espesor de acuífero (h) | 90   |
| Velocidad               | 3    |

lt/s                      0.0                      m  
0384                      3/s  
m  
cm/s                      0.0                      m/  
3                      s

V = velocidad maxima permeable a la entrada del cedazo para evitar turbulencia de agua en el acuífero

Partiendo de la fórmula de continuidad

$$Q = V \times A$$

Donde:

V Velocidad  
en el acuífero  
A Área  
Q Caudal

Y a su vez

$$A = Q / V$$

Sustituyendo valores en  
la fórmula

$$A = 0.128 \text{ m}^2$$

2.5.1. Cálculo del área de infiltración (f):

$$f = A / h$$

Donde:

A Área requerida  
h Espesor del  
acuífero

Sustituyendo valores en  
la fórmula

$$f = 0.001 \text{ m}^2 / \text{ml}$$

f = Área de infiltración total (mínima  
requerida)

De la Tabla N°01: "Catálogo de Tuberías  
Ranuradas"

Área de infiltración en cm<sup>2</sup> / ml  
canastilla vertical

| DIAMETRO Y<br>ESPESOR | PESO POR<br>METRO LINEAL | N° DE<br>RANURAS | ABERTURA DE LA<br>RANURA |        |         |
|-----------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|--------|---------|
|                       |                          |                  | 1 mm                     | 2mm    | 3mm     |
| 8 5/8" x 3/16"        | 25.20 Kg                 | 608.00           | 316.00                   | 608.00 | 985.00  |
| 8 5/8" x 1/4"         | 34.30 Kg                 | 608.00           | 316.00                   | 608.00 | 985.00  |
| 10 3/4" x 3/16"       | 31.90 Kg                 | 752.00           | 391.00                   | 752.00 | 1218.00 |
| 10 3/4" x 1/4"        | 42.80 Kg                 | 752.00           | 391.00                   | 752.00 | 1218.00 |
| 12 3/4" x 1/4"        | 50.70 Kg                 | 912.00           | 474.00                   | 912.00 | 1477.00 |

|                 |           |         |        |         |         |
|-----------------|-----------|---------|--------|---------|---------|
|                 |           |         |        |         | 0       |
| 12 3/4" x 5/16" | 61.70 Kg  | 912.00  | 474.00 | 912.00  | 1477.00 |
| 14" x 1/4"      | 55.70 Kg  | 992.00  | 515.00 | 992.00  | 1607.00 |
| 14" x 5/16"     | 69.80 Kg  | 992.00  | 515.00 | 992.00  | 1607.00 |
| 16" x 1/4"      | 64.30 Kg  | 1104.00 | 574.00 | 1104.00 | 1788.00 |
| 16" x 5/16"     | 80.90 Kg  | 1104.00 | 574.00 | 1104.00 | 1788.00 |
| 18" x 1/4"      | 72.30 Kg  | 1280.00 | 665.00 | 1280.00 | 2073.00 |
| 18" x 5/16"     | 91.50 Kg  | 1280.00 | 665.00 | 1280.00 | 2073.00 |
| 20" x 1/4"      | 80.60 Kg  | 1424.00 | 740.00 | 1424.00 | 2306.00 |
| 20" x 5/16"     | 101.90 Kg | 1424.00 | 740.00 | 1424.00 | 2306.00 |
| 22" x 1/4"      | 88.10 Kg  | 1584.00 | 823.00 | 1584.00 | 2566.00 |
| 22" x 5/16"     | 110.80 Kg | 1584.00 | 823.00 | 1584.00 | 2566.00 |
| 24" x 1/4"      | 96.50 Kg  | 1728.00 | 898.00 | 1728.00 | 2799.00 |
| 24" x 5/16"     | 120.90 Kg | 1728.00 | 898.00 | 1728.00 | 2799.00 |

Tomaremos un diametro de 15.00 pulg  
ya que nuestro casoa deme antes calculado es de: 12.00 pulg

Entonces el área de canastilla de infiltración será:

$$f = \boxed{574.00} \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

Verificando:

$$f_{\text{canastilla}} = 574 > \frac{f_{\text{requerida}}}{14.22} = \text{ok}$$

Se obtiene los siguientes datos del cedazo:

$$\text{Dimetro de Cedazo} = 15.00 \text{ pulg}$$

|                              |   |         |                            |
|------------------------------|---|---------|----------------------------|
| <i>Espesor</i>               | = | 0.25    | <i>pulg</i>                |
| <i>Peso por metro lineal</i> | = | 64.30   | <i>Kg</i>                  |
| <i>N° de Ranuras</i>         | = | 1104.00 | <i>und</i>                 |
| <i>Abertura de la ranura</i> | = | 1.00    | <i>mm</i>                  |
| <i>Área de infiltración</i>  | = | 574.00  | <i>cm<sup>2</sup> / ml</i> |

|                    |        |                   |
|--------------------|--------|-------------------|
| $\emptyset$ cedazo | $\geq$ | $\emptyset$ ademe |
| 15 <i>pulg</i>     | $\geq$ | 12 <i>pulg ok</i> |

### Reporte del pozo tubular

|                                   |         |                          |
|-----------------------------------|---------|--------------------------|
| <i>Caudal de bombeo</i>           | 3.84    | <i>Lt/s</i>              |
| <i>Horas de bombeo</i>            | 1.00    |                          |
| <i>Diametro del tazón (bomba)</i> | 6.00    | <i>pulg</i>              |
| <i>Diametro del Ademe</i>         | 12.00   | <i>pulg</i>              |
| <i>Diámetro del contra ademe</i>  | 18.00   | <i>pulg</i>              |
| <i>Diametro del cedazo</i>        | 15.00   | <i>pulg</i>              |
| <i>Espesor</i>                    | 0.25    | <i>pulg</i>              |
| <i>Peso por metro lineal</i>      | 64.30   | <i>kg</i>                |
| <i>N° de Ranuras</i>              | 1104.00 | <i>und</i>               |
| <i>Abertura de la ranura</i>      | 1.00    | <i>mm</i>                |
| <i>área de infiltración</i>       | 14.22   | <i>cm<sup>2</sup>/ml</i> |

# DISEÑO DE LINEA DE IMPULSION

## **1, DATOS PRELIMINARES**

Del cuadro de la demanda de agua podemos determinar lo siguiente:

### 1.1. En general

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| Caudal Maximo Diario (Qmd)                   | 0.16 |
| Numero de horas de bombas (N)                | 1.00 |
| Caudal de bombeo (Qb)                        | 3.84 |
| Número de equipos de bombeo funcionando (Ne) | 1.00 |

l/s

hrs

l/s

Calculado:  
 $Qmd \times 24 / N$

### 1.2. En el pozo

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| Cota terreno                      | 100.00 |
| Cota de fondo                     | 20.00  |
| Altura del Pozo                   | 80.00  |
| Cota del Nivel Estático de agua   | 96.60  |
| Cota del Nivel Dinámico de agua   | 93.76  |
| Cota de succión de bomba          | 20.00  |
| Longitud de la Linea de Impulsión | 100.50 |
| Qmd                               | 0.16   |
| Qbomb.                            | 3.84   |
| Período de Bombeo                 | 1.00   |

Lt/s

Lt/s

Hr

### 1.3. En el reservorio

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Cota terreno             | 100.00 |
| Altura del reservorio    | 10.00  |
| Cota del nivel de agua   | 110.50 |
| Capacidad del reservorio | 10.00  |

m3

### 1.4. Altura estatica (H)

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Altura estática (H) | 91.00 |
|---------------------|-------|

m



## 2. CALCULO DEL DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSION

La selección del diametro de la linea de impulsión se hará en base a las formulas de Bresse

### 2.1. Diámetro teórico máximo (Dmax.)

$$D_{max} = 1.3 * \left( \frac{N}{24} \right)^{14} * (\sqrt{Q_b})$$

Donde

$Q_b$  Caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/s)  
 $N$  Numero de horas de bombeo

Reemplazand  
o tenemos:

$$D_{max} = 36.40 \text{ m}$$

### 2.2. Diámetro teórico economico (Decon.)

$$Decon = 0.96 * \left( \frac{N}{24} \right)^{14} * (Q_b)^{0.45}$$

Donde

$Q_b$  Caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/s)

$N$  Número de horas de  
bombeo

Reemplazand  
o tenemos:

$$Decon. = \frac{35.}{50} m$$

2.3. Diámetro comercial seleccionado ( $D$   
select)

|                    |       |    |
|--------------------|-------|----|
| <b>D select</b>    | 63.00 | mm |
| <b>Clase</b>       | PN 10 |    |
| <b>Espesor</b>     | 3.00  | mm |
| <b>D. interior</b> | 57.00 | mm |

### 3. CALCULO DEL FLUJO

Para calcular el  $hf$  se determinará acorde  
al flujo

3.1. Velocidad (m/s)

Deberá cumplir con la condición  $V < 3$  m/s

De la Ecuacion de Continuidad  
tenemos

$$Q = A \cdot v$$

Donde

$Q_b$  Caudal de  
bombeo ( $m^3/s$ )  
 $A$  Area interior de la  
tuberia ( $m^2$ )

Reemplazand  
o  $V = \frac{1.5}{s}$  m/ **Cumple**

3.2. Número de Reynolds ( $Re$ )

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Donde

$\mu$  Viscosidad ( $P$   
a.s)  
 $\rho$  Densidad ( $k$   
g/ $m^3$ )  
 $D$  Diámetro ( $m$ )  
 $V$  Vel ( $m/s$ )

ocidad

Sabiendo que:

$$\begin{aligned} p(\text{agua}) &= 1000.00 \text{ kg/m}^3 \\ \mu &= 0.00089 \text{ Pa.s} \end{aligned}$$

Reemplazand

|        |                     |
|--------|---------------------|
| $Re =$ | $\frac{9637}{7.46}$ |
|--------|---------------------|

Teniendo en cuenta lo siguiente:

|           |      |                    |
|-----------|------|--------------------|
| $Re \leq$ | 2300 | (FLUJO LAMINAR)    |
| $Re >$    | 4000 | (FLUJO TURBULENTO) |

Por lo tanto  
nuestro flujo es:

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| <b>FLUJO</b> | <b>TURBULENTO</b> |
|--------------|-------------------|

#### 4. CALCULO DE LA POTENCIA

Se determinara según el tipo de flujo

4.1. Pérdida de carga por fricción en la tubería ( $h_f$ ):  
Darcy

**Formula de**

SE UTILIZA CUANDO EL FLUJO ES LAMINAR

Donde

$$h_f = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

$f$  Coeficiente de Rugosidad  
 $L$  Longitud (m)  
 $D$  Diámetro (m)  
 $V$  Velocidad (m/s)

Donde:

$$f = 0.025$$

Entonces tenemos:

| Tramo | Caudal     | Longitud | $f$     | Diámetro | $h_f$ |
|-------|------------|----------|---------|----------|-------|
|       | (Lts./seg) | (m)      | (Darcy) | (mm)     | (m)   |
| 1     | 3.84       | 120.5    | 0.025   | 57       | 6.10  |

4.2. Pérdida de carga por fricción en la tubería ( $h_f$ ):  
**Hazen y Williams**

**Formula de**

Donde

$Q_b$  Caudal de bombeo (l/s)  
 $L$  Longitud (m)  
 $D$  Diámetro (pulg)  
 $C$  Coef. Hazen Williams

$$h_f = \frac{1745155.28 * L * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

| Tramo        | Material       | Caudal     | Longitud | $C$     | Diámetro | $h_f$       |
|--------------|----------------|------------|----------|---------|----------|-------------|
|              |                | (Lts./seg) | (m)      | (H y W) | (pulg)   | (m)         |
| 1            | Hierro Fundido | 3.84       | 100.50   | 110     | 2.24     | 6.90        |
| 2            | PVC            | 3.84       | 10.00    | 150     | 2.24     | 0.39        |
| 3            | Hierro Ductil  | 3.84       | 10.00    | 130     | 2.24     | 0.50        |
| <b>Total</b> |                |            |          |         |          | <b>7.79</b> |

4.3. Pérdida de carga por accesorios ( $h_k$ ):

Donde

$k$  Coeficiente de pérdida en el accesorio  
 $v$  Velocidad m/s

En la cámara de bombeo

$$h_k = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

| Accesorios                         | Cantidad | D (mm) | K    | V (m/s) | hk (m)      |
|------------------------------------|----------|--------|------|---------|-------------|
| Codo 90°                           | 1.00     | 57.00  | 0.28 | 1.50    | 0.03        |
| Caudalímetro                       | 1.00     | 57.00  | 2.50 | 1.50    | 0.29        |
| Codo 45°                           | 1.00     | 57.00  | 0.24 | 1.50    | 0.03        |
| Válvula Check                      | 1.00     | 57.00  | 2.50 | 1.50    | 0.29        |
| Válvula Compuerta                  | 1.00     | 57.00  | 0.20 | 1.50    | 0.02        |
| Tee                                | 3.00     | 57.00  | 0.30 | 1.50    | 0.10        |
| <b>Total hk – cámara de bombeo</b> |          |        |      |         | <b>0.76</b> |

En la línea de impulsión

| Accesorios              | Cantidad | D (mm) | K    | V (m/s) | hk (m)      |
|-------------------------|----------|--------|------|---------|-------------|
| Codo 90°                | 5.00     | 57.00  | 0.35 | 1.50    | 0.20        |
| Codo 45°                | 8.00     | 57.00  | 0.35 | 1.50    | 0.32        |
| Codo 22.5°              | 9.00     | 57.00  | 0.35 | 1.50    | 0.36        |
| Codo 11.25°             | 14.00    | 57.00  | 0.35 | 1.50    | 0.57        |
| <b>Total hk – línea</b> |          |        |      |         | <b>1.45</b> |

En el reservorio

| Accesorios                   | Cantidad | D (mm) | K    | V (m/s) | hk (m)      |
|------------------------------|----------|--------|------|---------|-------------|
| Codo 90°                     | 1.00     | 57.00  | 0.28 | 1.50    | 0.03        |
| Caudalímetro                 | 1.00     | 57.00  | 2.50 | 1.50    | 0.29        |
| Codo 45°                     | 1.00     | 57.00  | 0.24 | 1.50    | 0.03        |
| Válvula Check                | 1.00     | 57.00  | 2.50 | 1.50    | 0.29        |
| Válvula Compuerta            | 1.00     | 57.00  | 0.20 | 1.50    | 0.02        |
| Tee                          | 3.00     | 57.00  | 0.30 | 1.50    | 0.10        |
| <b>Total hk – reservorio</b> |          |        |      |         | <b>0.76</b> |

4.4. Pérdida de carga total:  $h_f + h_k$  (total)

| Item | $h_f$ (m) | $h_k$ (m) | $h_f$ (total) (m) |
|------|-----------|-----------|-------------------|
| 1    | 7.79      | 2.98      | 10.77             |

4.5. Presión de salida ( $P_s$ )

|         |               |
|---------|---------------|
| $P_s =$ | 2.00<br>m.c.a |
|---------|---------------|

4.6. Altura dinámica total (ADT)

De la ecuación de energía:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - \sum_1^2 h_p + H_{DT} = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2$$

Para nuestro caso  
haciendo  $P_1 = P_2 = 0$   $v_1 = v_2 = 0$

$$H_{DT} = H + \sum_1^2 h_p$$

$$H_{DT} = H + h_{fTotal} + P_s$$

Donde:

$$\begin{aligned} H &= 90.50 \text{ m} \\ h_f (total) &= 10.77 \text{ m} \\ P_s &= 2.00 \text{ m.c.a} \end{aligned}$$

Entonces tenemos:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| $H_{DT} =$ | 103.27<br>m.c.a |
|------------|-----------------|

#### 4.7. Potencia de la bomba teórica

##### Potencia de Bomba

$$n = n_{motor} \cdot n_{bomba}$$

de motor: Con eficiencia  $n = 88.00\%$

de motor: Con eficiencia  $n = 74.00\%$

| DATOS DE PRESTACION |                  |          |             |         |      |                                      |             |                    |             |                          |      |      |
|---------------------|------------------|----------|-------------|---------|------|--------------------------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------------|------|------|
| MODELO              | Potencia nominal |          | Carga axial | Tension | Rev. | Corriente arranque corriente nominal | Rendimiento | Factor de potencia | Par nominal | Par Arranque par Nominal | h    | Peso |
|                     | Trifásica        | P2<br>kW |             |         |      |                                      |             |                    |             |                          |      |      |
| 6PD / 5.5           | 4                | 5.5      | 10000       | 220     | 3450 | 4.8                                  | 72%         | 0.84               | 11.0        | 1.6                      | 633  | 34   |
| 6PD / 7.5           | 5.5              | 7.5      |             | 230     | 3460 | 4.9                                  | 73%         | 0.81               |             | 1.7                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 380     | 3450 | 4.8                                  | 72%         | 0.84               |             | 1.6                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 460     | 3440 | 4.8                                  | 71%         | 0.84               |             | 1.6                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 220     | 3460 | 5.2                                  | 76%         | 0.83               | 1.6         | 15.1                     | 1.7  | 667  |
| 230                 | 3470             | 5.3      |             | 77%     | 0.79 | 1.6                                  |             |                    |             |                          |      |      |
| 380                 | 3460             | 5.2      |             | 76%     | 0.83 | 1.6                                  |             |                    |             |                          |      |      |
| 460                 | 3450             | 5.2      |             | 74%     | 0.81 | 1.6                                  |             |                    |             |                          |      |      |
| 6PD / 10            | 7.5              | 10       |             | 220     | 3450 | 5.3                                  | 77%         | 0.85               | 20.7        | 1.7                      | 698  | 39   |
|                     |                  |          |             | 230     | 3460 | 5.4                                  | 77%         | 0.82               |             | 1.8                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 380     | 3450 | 5.3                                  | 77%         | 0.85               |             | 1.7                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 460     | 3445 | 5.3                                  | 78%         | 0.84               |             | 1.7                      |      |      |
| 6PD / 12.5          | 9.2              | 12.5     |             | 220     | 3460 | 5.4                                  | 78%         | 0.83               | 25.0        | 1.7                      | 731  | 42   |
|                     |                  |          |             | 230     | 3470 | 5.5                                  | 77%         | 0.80               |             | 1.8                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 380     | 3460 | 5.4                                  | 78%         | 0.83               |             | 1.7                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 460     | 3465 | 5.4                                  | 78%         | 0.82               |             | 1.7                      |      |      |
| 6PD / 15            | 11               | 15       |             | 220     | 3510 | 5.9                                  | 81%         | 0.76               | 29.9        | 2.0                      | 826  | 50   |
|                     |                  |          |             | 230     | 3520 | 6.0                                  | 79%         | 0.70               |             | 2.1                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 380     | 3510 | 5.9                                  | 81%         | 0.76               |             | 2.0                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 460     | 3500 | 5.9                                  | 83%         | 0.80               |             | 2.0                      |      |      |
| 6PD / 20            | 15               | 20       |             | 220     | 3500 | 5.9                                  | 83%         | 0.78               | 40.8        | 2.0                      | 894  | 57   |
|                     |                  |          |             | 230     | 3510 | 6.0                                  | 82%         | 0.70               |             | 2.1                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 380     | 3500 | 5.9                                  | 83%         | 0.78               |             | 2.0                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 460     | 3485 | 5.9                                  | 82%         | 0.81               |             | 2.0                      |      |      |
| 6PD / 25            | 18.5             | 25       |             | 220     | 3490 | 6.0                                  | 84%         | 0.80               | 50.7        | 2.1                      | 959  | 65   |
|                     |                  |          |             | 230     | 3500 | 6.1                                  | 83%         | 0.73               |             | 2.2                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 380     | 3490 | 6.0                                  | 84%         | 0.80               |             | 2.1                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 460     | 3470 | 6.0                                  | 82%         | 0.82               |             | 2.1                      |      |      |
| 6PD / 30            | 22               | 30       | 20000       | 220     | 3500 | 6.1                                  | 83%         | 0.74               | 60.0        | 2.2                      | 1116 | 87   |
|                     |                  |          |             | 230     | 3510 | 6.2                                  | 83%         | 0.66               |             | 2.3                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 380     | 3500 | 6.1                                  | 83%         | 0.78               |             | 2.2                      |      |      |
|                     |                  |          |             | 460     | 3490 | 6.1                                  | 84%         | 0.76               |             | 2.2                      |      |      |
| 6PD / 40            | 30               | 40       |             | 380     | 3460 | 5.9                                  | 83%         | 0.84               | 83.0        | 2.0                      | 1243 | 91   |
|                     |                  |          |             | 460     | 3435 | 5.9                                  | 85%         | 0.86               |             | 2.0                      |      |      |



Con eficiencia:

$$n = 65.00\%$$

Donde

e

Qb

n

Caudal de bombeo (l/s)  
Rendimiento del

$$Pot Bomba = \frac{PE \times Qb \times HDT}{75 \times n}$$

conjunto bomba-motor

PE       $\frac{\text{Peso específico del agua}}{\text{kgf/l}} \quad (1)$

|            |         |
|------------|---------|
| Pot Bomba= | 8.13 HP |
|------------|---------|

Potencia de Motor

$$Pot Motor = 1.25 \times \frac{PE \times Qb \times HDT}{75 \times n}$$

|            |          |
|------------|----------|
| Pot Motor= | 10.17 HP |
|------------|----------|

Por lo tanto:

La Potencia de la  
bomba será de: **10.00HP**

#### 4.8. Resultados de Potencia

|                                          |        |        |
|------------------------------------------|--------|--------|
| Pérdida de carga por fricción hf total   | 7.79   | m      |
| Pérdida de carga por accesorios hk total | 2.98   | m      |
| Altura estática                          | 91.00  | m      |
| Presión de salida                        | 2.00   | m.c.a. |
| Altura dinámica total (HDT)              | 103.27 | m.c.a. |
| Potencia teórica de bomba                | 8.13   | HP     |
| Potencia calculada del motor             | 10.17  | HP     |
| Potencia adoptada de bomba               | 10.00  | HP     |

## 7. CARACTERISTICAS DEL DISEÑO

|                              |                       |               |
|------------------------------|-----------------------|---------------|
| <i>Caudal de bombeo</i>      | <i>3.84</i>           | <i>Lt/s</i>   |
| <i>Horas de bombeo</i>       | <i>1.00</i>           | <i>h</i>      |
| <i>Altura dinámica total</i> | <i>103.27</i>         | <i>m.c.a.</i> |
| <i>Potencia de bomba</i>     | <i>10.00</i>          | <i>HP</i>     |
| <i>Material de tubería</i>   |                       |               |
| <i>En el Pozo</i>            | <i>HIERRO FUNDIDO</i> |               |
| <i>En la línea</i>           | <i>PVC</i>            |               |
| <i>En el Reservorio</i>      | <i>HIERRO DUCTIL</i>  |               |

**MODELAMIENTO WaterCAD**  
**RED DISTRIBUCION**  
**CRITERIOS DE DISEÑO**

## CRITERIOS DE DISEÑO (SEGUN R.M. N° 192-2018-VIVIENDA)

### PRESIONES

|                        |       |                    |                  |
|------------------------|-------|--------------------|------------------|
| <i>*Carga Estatica</i> | 60.00 | m H <sub>2</sub> O | Puntos de la red |
| Maxima                 |       |                    |                  |
| <i>*Carga Dinamica</i> | 5.00  | m H <sub>2</sub> O | Puntos de la red |
| Minima                 |       |                    |                  |
| <i>*Carga Dinamica</i> | 3.50  | m H <sub>2</sub> O | Piletas          |
| Minima                 |       |                    |                  |

*\*Presion maxima de trabajo según Clase de Tuberia PVC*

| CLASE | PN (m) | PMT (m) |
|-------|--------|---------|
| C-5   | 50.00  | 35.00   |
| C-7.5 | 75.00  | 50.00   |
| C-10  | 105.00 | 70.00   |
| C-15  | 150.00 | 100.00  |

### VELOCIDAD

|                          |      |                    |
|--------------------------|------|--------------------|
| <i>*Velocidad Maxima</i> | 3.00 | m H <sub>2</sub> O |
| <i>*Velocidad Minima</i> | 0.30 | m H <sub>2</sub> O |

### DIAMETROS

|                         |       |    |          |                             |
|-------------------------|-------|----|----------|-----------------------------|
| <i>*Diametro Minimo</i> | 29.40 | mm | ( 1" )   | Linea de Aduccion           |
| <i>*Diametro Minimo</i> | 29.40 | mm | ( 1" )   | Redes Malladas              |
| <i>*Diametro Minimo</i> | 22.90 | mm | ( 3/4" ) | Redes Ramificadas           |
| <i>*Diametro Minimo</i> | 17.40 | mm | ( 1/2" ) | Conexiones<br>Domiciliarias |

### ELEMENTOS DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

#### Valvulas de Aire/Purga

\*Puntos altos relativos de cada tramo de la línea de agua, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como admitir aire durante el vaciado.

\*Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos de 400 a 800 m.

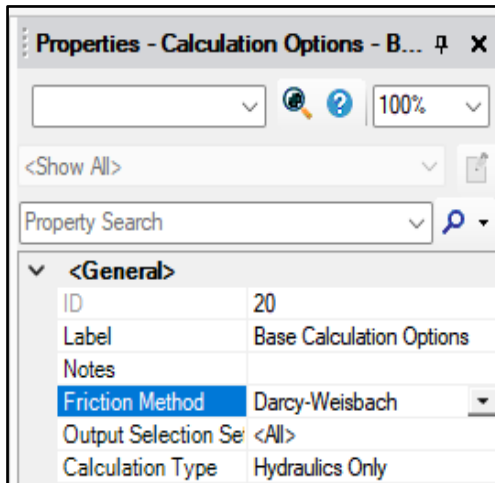
\*A la salida de los reservorios por gravedad, después de la válvula de interrupción.

#### Camara Rompe Presión Tipo

#### VI

\*Se instalaran cada 50 m de desnivel

## **CALCULO DE PERDIDA POR FRICCION**



Para el calculo perdida de CARGA POR FRICCION se esta usando la ecuacion DARCY-WEISBACH, en el programa WaterCAD.

## CALCULO HIDRAULICO - RED DISTRIBUCION CASERIO HUACA EL MUERTO

| REPORTE TUBERIAS - MODELAMIENTO WATERCAD |              |            |              |               |          |       |              |                 |                                   |                      |
|------------------------------------------|--------------|------------|--------------|---------------|----------|-------|--------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAMO                                    | NODO INICIAL | NODO FINAL | LONGITUD (m) | DIAMETRO (in) | Material | CLASE | CAUDAL (L/s) | VELOCIDAD (m/s) | Gradiente Hidraulica (Inicio) (m) | Perdida de Carga (m) |
| T - 1                                    | Reservorio   | N-1        | 14.55        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.24         | 0.48            | 68.93                             | 0.20                 |
| T - 2                                    | N-1          | N-2        | 5.84         | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.18         | 0.36            | 68.73                             | 0.05                 |
| T - 3                                    | N-1          | N-3        | 98.18        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.06         | 0.20            | 68.73                             | 0.42                 |
| T - 4                                    | N-2          | N-6        | 64.22        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.07         | 0.13            | 68.69                             | 0.08                 |
| T - 5                                    | N-2          | N-26       | 296.76       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.12         | 0.23            | 68.69                             | 1.15                 |
| T - 6                                    | N-3          | N-4        | 49.60        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.31                             | 0.02                 |
| T - 7                                    | N-3          | N-27       | 93.20        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.05            | 68.31                             | 0.02                 |
| T - 8                                    | N-6          | N-7        | 40.01        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.60                             | 0.01                 |
| T - 9                                    | N-6          | N-8        | 224.71       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.06         | 0.11            | 68.60                             | 0.18                 |
| T - 10                                   | N-8          | N-9        | 99.39        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.02            | 68.42                             | 0.02                 |
| T - 11                                   | N-8          | N-10       | 259.31       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.05         | 0.10            | 68.42                             | 0.16                 |
| T - 12                                   | N-10         | N-11       | 31.95        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.26                             | 0.01                 |
| T - 13                                   | N-10         | N-12       | 245.37       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.04         | 0.08            | 68.26                             | 0.10                 |
| T - 14                                   | N-12         | N-13       | 130.26       | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.16                             | 0.04                 |
| T - 15                                   | N-12         | N-28       | 141.38       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.04            | 68.16                             | 0.03                 |
| T - 16                                   | N-15         | N-16       | 76.57        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.05            | 66.97                             | 0.04                 |
| T - 17                                   | N-15         | N-17       | 116.37       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.10         | 0.20            | 66.97                             | 0.35                 |
| T - 18                                   | N-17         | N-19       | 50.32        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.07         | 0.14            | 66.61                             | 0.08                 |

|        |      |      |        |      |     |       |      |      |       |      |
|--------|------|------|--------|------|-----|-------|------|------|-------|------|
| T - 19 | N-17 | N-18 | 300.23 | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.03 | 66.61 | 0.08 |
| T - 20 | N-19 | N-20 | 92.23  | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.03 | 0.05 | 66.53 | 0.02 |
| T - 20 | N-19 | N-25 | 386.52 | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.04 | 0.08 | 66.37 | 0.16 |
| T - 21 | N-20 | N-21 | 37.16  | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.04 | 66.51 | 0.01 |
| T - 22 | N-20 | N-22 | 259.82 | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.02 | 66.51 | 0.04 |
| T - 23 | N-22 | N-23 | 71.66  | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.02 | 66.47 | 0.01 |
| T - 24 | N-25 | N-29 | 502.75 | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.04 | 0.08 | 65.96 | 0.20 |
| T - 21 | N-26 | N-15 | 146.23 | 1.00 | PVC | PN 10 | 0.12 | 0.23 | 67.53 | 0.57 |
| T - 22 | N-27 | N-5  | 43.96  | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.04 | 68.29 | 0.01 |
| T - 23 | N-28 | N-14 | 325.91 | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.01 | 0.04 | 68.13 | 0.11 |
| T - 24 | N-29 | N-24 | 306.30 | 0.75 | PVC | PN 10 | 0.02 | 0.07 | 65.96 | 0.20 |

**TUBERIA MATERIAL PVC**

|                                                         |   |                 |          |
|---------------------------------------------------------|---|-----------------|----------|
| <i>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 3/4"</i>   | = | <i>1,964.20</i> | <i>m</i> |
| <i>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 1"</i>     | = | <i>2,546.56</i> | <i>m</i> |
| <i>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 1 1/2"</i> | = | <i>0.00</i>     | <i>m</i> |
| <i>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 2"</i>     | = | <i>0.00</i>     | <i>m</i> |
| <i>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 2 1/2"</i> | = | <i>0.00</i>     | <i>m</i> |
| <i>TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 3"</i>     | = | <i>0.00</i>     | <i>m</i> |

| <b>REPORTE NODOS - MODELAMIENTO WATERCAD</b> |                          |                                         |                            |
|----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|
| <b>NODO</b>                                  | <b>ELEVACION<br/>(m)</b> | <b>GRADIENTE<br/>HIDRAULICA<br/>(m)</b> | <b>PRESION<br/>(m H2O)</b> |
| N-1                                          | 53.55                    | 68.73                                   | 15.15                      |
| N-2                                          | 53.75                    | 68.69                                   | 14.91                      |
| N-3                                          | 54.34                    | 68.31                                   | 13.94                      |
| N-4                                          | 54.76                    | 68.29                                   | 13.51                      |
| N-5                                          | 55.69                    | 68.27                                   | 12.56                      |
| N-6                                          | 54.01                    | 68.60                                   | 14.56                      |
| N-7                                          | 54.25                    | 68.59                                   | 14.31                      |
| N-8                                          | 53.85                    | 68.42                                   | 14.55                      |
| N-9                                          | 54.00                    | 68.41                                   | 14.38                      |
| N-10                                         | 54.10                    | 68.26                                   | 14.13                      |
| N-11                                         | 54.00                    | 68.25                                   | 14.22                      |
| N-12                                         | 54.20                    | 68.16                                   | 13.93                      |
| N-13                                         | 54.79                    | 68.12                                   | 13.30                      |
| N-14                                         | 55.21                    | 68.03                                   | 12.79                      |
| N-15                                         | 52.86                    | 66.97                                   | 14.08                      |
| N-16                                         | 53.59                    | 66.93                                   | 13.31                      |
| N-17                                         | 53.00                    | 66.61                                   | 13.59                      |
| N-18                                         | 54.07                    | 66.53                                   | 12.43                      |
| N-19                                         | 52.99                    | 66.53                                   | 13.51                      |
| N-20                                         | 53.00                    | 66.51                                   | 13.48                      |
| N-21                                         | 53.48                    | 66.50                                   | 12.99                      |
| N-22                                         | 52.75                    | 66.47                                   | 13.69                      |
| N-23                                         | 52.73                    | 66.45                                   | 13.69                      |
| N-24                                         | 54.68                    | 65.96                                   | 11.26                      |
| N-25                                         | 53.54                    | 66.37                                   | 12.81                      |
| N-26                                         | 53.15                    | 67.53                                   | 14.35                      |
| N-27                                         | 55.06                    | 68.29                                   | 13.20                      |
| N-28                                         | 54.51                    | 68.13                                   | 13.60                      |
| N-29                                         | 54.24                    | 66.16                                   | 11.89                      |

| REPORTE PRESIONES VIVIENDAS - M.H. WATERCAD                                               |               |                          |                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|-----------------|-----------|
| VIVIENDAS CASERIO HUACA EL MUERTO                                                         |               |                          |                 |           |
| PRESION MIN.                                                                              | 11.03         | PRESION MAX.             | 14.38           |           |
| Nota: Según Item 2.16 RM 192-2018-MVCS, Presion debe estar entre los valores 5 y 60m.c.a. |               |                          |                 |           |
| NODO                                                                                      | ELEVACION (m) | GRADIENTE HIDRAULICA (m) | PRESION (m H2O) | Long. (m) |
| VIV. 01                                                                                   | 53.13         | 66.45                    | 13.30           | 8.40      |
| VIV. 02                                                                                   | 53.28         | 66.50                    | 13.19           | 8.14      |
| VIV. 03                                                                                   | 53.11         | 66.50                    | 13.36           | 11.66     |
| VIV. 04                                                                                   | 53.09         | 66.50                    | 13.38           | 11.00     |
| VIV. 05                                                                                   | 53.38         | 66.52                    | 13.11           | 8.19      |
| VIV. 06                                                                                   | 54.25         | 66.53                    | 12.25           | 10.83     |
| VIV. 07                                                                                   | 54.16         | 66.04                    | 11.86           | 18.78     |
| VIV. 08                                                                                   | 54.77         | 66.01                    | 11.22           | 15.46     |
| VIV. 09                                                                                   | 54.91         | 65.96                    | 11.03           | 22.98     |
| VIV. 10                                                                                   | 54.44         | 66.11                    | 11.64           | 29.62     |
| VIV. 11                                                                                   | 54.50         | 66.08                    | 11.55           | 3.18      |
| VIV. 12                                                                                   | 54.50         | 66.06                    | 11.53           | 5.40      |
| VIV. 13                                                                                   | 54.00         | 66.04                    | 12.02           | 22.95     |
| VIV. 14                                                                                   | 54.00         | 66.04                    | 12.01           | 25.79     |
| VIV. 15                                                                                   | 54.06         | 66.53                    | 12.45           | 13.25     |
| VIV. 16                                                                                   | 54.00         | 66.57                    | 12.54           | 16.94     |
| VIV. 17                                                                                   | 53.57         | 66.60                    | 13.00           | 14.71     |
| VIV. 18                                                                                   | 53.92         | 66.66                    | 12.71           | 7.78      |
| VIV. 19                                                                                   | 53.72         | 66.71                    | 12.96           | 15.99     |
| VIV. 20                                                                                   | 54.07         | 66.61                    | 12.51           | 17.92     |
| VIV. 21                                                                                   | 53.03         | 66.95                    | 13.89           | 6.74      |
| VIV. 22                                                                                   | 53.71         | 66.94                    | 13.20           | 12.24     |
| VIV. 23                                                                                   | 53.99         | 66.93                    | 12.92           | 14.98     |
| VIV. 24                                                                                   | 54.25         | 68.59                    | 14.31           | 15.15     |
| VIV. 25                                                                                   | 54.25         | 68.59                    | 14.31           | 18.46     |
| VIV. 26                                                                                   | 54.69         | 68.49                    | 13.78           | 11.09     |
| VIV. 27                                                                                   | 54.86         | 68.37                    | 13.49           | 10.00     |
| VIV. 28                                                                                   | 54.85         | 68.37                    | 13.49           | 10.22     |
| VIV. 29                                                                                   | 55.46         | 68.30                    | 12.82           | 6.85      |
| VIV. 30                                                                                   | 55.43         | 68.30                    | 12.85           | 7.04      |
| VIV. 31                                                                                   | 54.82         | 68.30                    | 13.46           | 10.18     |
| VIV. 32                                                                                   | 54.49         | 68.29                    | 13.78           | 4.16      |
| VIV. 33                                                                                   | 55.17         | 68.30                    | 13.10           | 5.98      |

|                                                |       |       |       |        |
|------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| VIV. 34                                        | 55.82 | 68.27 | 12.43 | 3.11   |
| VIV. 35                                        | 55.89 | 68.27 | 12.36 | 8.08   |
| VIV. 36                                        | 55.69 | 68.29 | 12.57 | 7.84   |
| VIV. 37                                        | 54.00 | 68.41 | 14.38 | 6.89   |
| VIV. 38                                        | 54.34 | 68.25 | 13.88 | 9.30   |
| VIV. 39                                        | 54.20 | 68.25 | 14.03 | 12.60  |
| VIV. 40                                        | 54.44 | 68.20 | 13.73 | 18.17  |
| VIV. 41                                        | 54.49 | 68.20 | 13.68 | 23.61  |
| VIV. 42                                        | 55.20 | 68.13 | 12.90 | 20.66  |
| VIV. 43                                        | 54.88 | 68.12 | 13.21 | 15.70  |
| VIV. 44                                        | 55.07 | 68.13 | 13.04 | 14.13  |
| VIV. 45                                        | 55.27 | 68.13 | 12.84 | 14.26  |
| VIV. 46                                        | 55.20 | 68.03 | 12.80 | 21.78  |
| VIV. 47                                        | 55.20 | 68.03 | 12.80 | 18.48  |
| TOTAL DE TUBERIA (m)                           |       |       |       | 616.67 |
| TUBERÍA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PN-10 DN 1/2" |       |       |       |        |

**DISEÑO RESERVORIO**  
**ELEVADO VOL.=10m<sup>3</sup>**  
**CASERIO HUACA EL MUERTO**

## CALCULO HIDRAULICO - RESERVORIO CUADRADO ELEVADO "HUACA EL MUERTO" $V=10m^3$

### A. DATOS DE INGRESO PARA EL DISEÑO

Según **RM-192-2018-VIVIENDA**

#### CAPITULO III

### 2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

#### 2.14. RESERVORIO

##### Criterios de diseño

El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual ( $Q_p$ ), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad debe ser como minimo del 30% de  $Q_p$ .

**TABLA N°03.06.** Determinacion del  
volumen de almacenamiento

| RANGO                  | V.alm. (REAL)                                                | SE UTILIZA              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1.- Reservoirio        | $\leq 5 m^3$                                                 | 5 m <sup>3</sup>        |
| <b>2.- Reservoirio</b> | <b><math>&gt; 5 m^3</math> hasta <math>\leq 10m^3</math></b> | <b>10 m<sup>3</sup></b> |
| 3.- Reservoirio        | $> 10 m^3$ hasta $\leq 15 m^3$                               | 15 m <sup>3</sup>       |
| 4.- Reservoirio        | $> 15 m^3$ hasta $\leq 20 m^3$                               | 20 m <sup>3</sup>       |
| 5.- Reservoirio        | $> 20 m^3$ hasta $\leq 40 m^3$                               | 40 m <sup>3</sup>       |
| 1.- Cisterna           | $\leq 5 m^3$                                                 | 5 m <sup>3</sup>        |
| 2.- Cisterna           | $> 5 m^3$ hasta $\leq 10 m^3$                                | 10 m <sup>3</sup>       |
| 3.- Cisterna           | $> 10 m^3$ hasta $\leq 20 m^3$                               | 20 m <sup>3</sup>       |

\*\*\* De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla N° 03.06.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{diseño}} &= Q_{\text{promedio}} \\
 Q_{\text{diseño}} &= 0.12 \text{ l/s} \\
 Q_{\text{diseño}} &= \boxed{10.37 \text{ m}^3/\text{dia}}
 \end{aligned}$$

\*\*\*Como se cuenta con un sistema continuo de agua se condiserara un volumen de regulacion:

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad de regulacion} &= \boxed{25\%} \\
 \text{Volumen de regulacion} &= 2.59 \text{ m}^3/\text{di} \\
 \text{Consumo maximo diario} &= 1.50 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\quad \text{ora}
 \end{aligned}$$

## **B. CAPACIDAD DEL RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO**

$$Vol.reservorio = Vol. Regulacion + Vol.Perdidas Físicas + Vol. Contra Incendios$$

$$Vol. Regulacion = 2.59 \text{ m}^3/\text{d}$$

\*\*\* Considerando:

0% Perdidas Físicas

$$Vol. PF = 0 \text{ m}^3/\text{d}$$

\*\*\* No se considera:

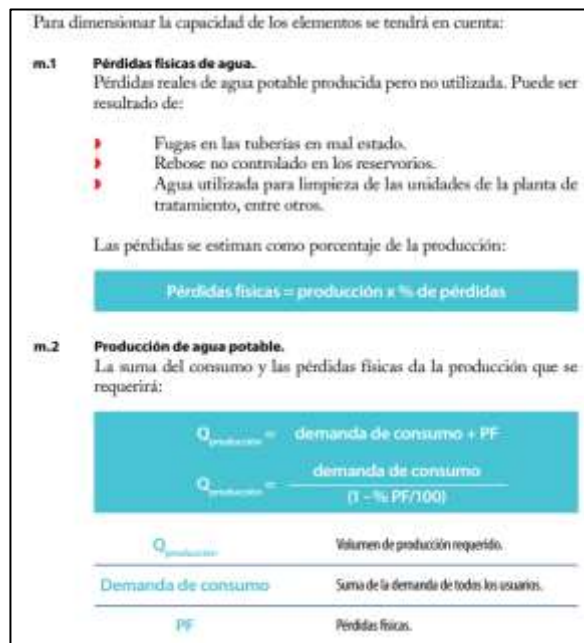
### **Volumen Contra Incendio**

Zona rural y no existen industrias

$$Vol. CI = 0 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Vol. Reservorio = 2.59 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Vol. Reservorio = 10.00 \text{ m}^3$$



Fuente: Adaptado de Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos: Saneamiento básico (MEF, 2011, p. 38).

## **JUSTIFICACIÓN:**

Teniendo en cuenta que la tasa de crecimiento considerada es 0.15% y que la capacidad del reservorio existente es 10 m<sup>3</sup>, se usara la misma capacidad de reservorio.

Esta decisión es respaldada por el diagnóstico y la modelación hidráulica.

## **C. DIMENSIONES DE RESERVORIO APOYADO (CUADRADO)**

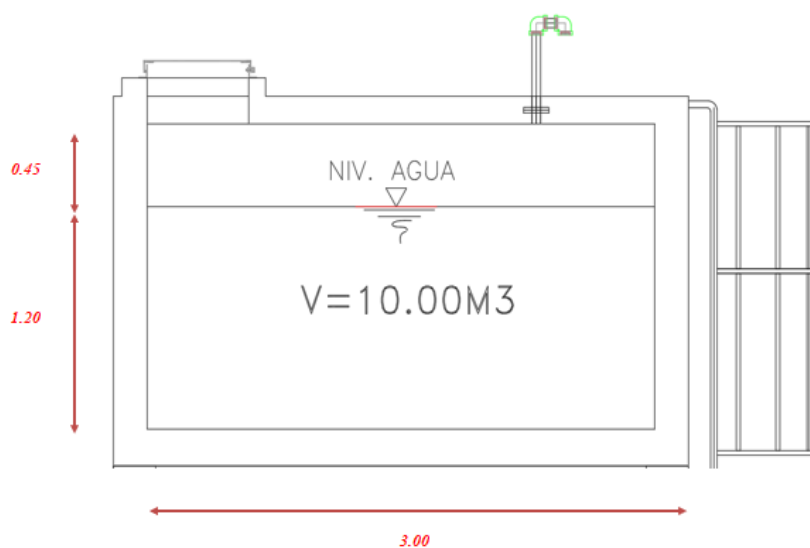
|   |                                                                   |    |         |      |              |                                                                                                                        |
|---|-------------------------------------------------------------------|----|---------|------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ancho Interno                                                     | b  | Dato    | 3.00 | m            | asumido                                                                                                                |
| 2 | Largo Interno                                                     | l  | Dato    | 3.00 | m            | asumido                                                                                                                |
| 3 | Altura Util de Agua                                               | h  |         | 1.10 | m            |                                                                                                                        |
| 4 | Distancia Vertical Eje Salida y Fondo Reservorio                  | hi | Dato    | 0.10 | m            | Referencia 1, Capítulo V ítem 5 inciso 5.4. Para instalación de canastilla y evitar entrada de sedimentos              |
| 5 | Altura Total de Agua                                              |    |         | 1.20 | m            |                                                                                                                        |
| 6 | Relación del Ancho de la Base y la Altura (b/h)                   | j  | $j=b/h$ | 2.73 | adimensional | Referencia 3: (b)/(h) entre 0.5 y 3 -> OK < 0.5: Paredes muy altas y angostas. > 3.0: Paredes muy largas y bajas       |
| 7 | Distancia Vertical Techo Reservorio y Eje Tubo de Ingreso de Agua | k  | Dato    | 0.20 | m            | Referencia 1 capítulo II ítem 1.1, párrafo 4. Referencia 2, Norma IS 010 Ítem 2.4 Almacenamiento y regulación Inciso i |
| 8 | Distancia Vertical entre Eje tubo de Rebose y Eje Ingreso de Agua | l  | Dato    | 0.15 | m            | Referencia 1 capítulo II ítem 1.1, párrafo 4.                                                                          |

|    |                                                                          |   |               |      |   |                                                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------|---|---------------|------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                          |   |               |      |   | Referencia<br>2, Norma<br>IS 010<br>Ítem 2.4<br>Almacena<br>miento y<br>regulación<br>Inciso j                                                              |
| 9  | Distancia Vertical entre eje<br>Tubo de Rebose y Nivel<br>Máximo de Agua | m | Dato          | 0.10 | m | Referencia<br>1 capítulo<br>II ítem<br>1.1,<br>párrafo 4.<br>Referencia<br>2, Norma<br>IS 010<br>Ítem 2.4<br>Almacena<br>miento y<br>regulación<br>Inciso k |
| 10 | Altura Total Interna                                                     | H | $H=h+(k+l+m)$ | 1.65 | m |                                                                                                                                                             |

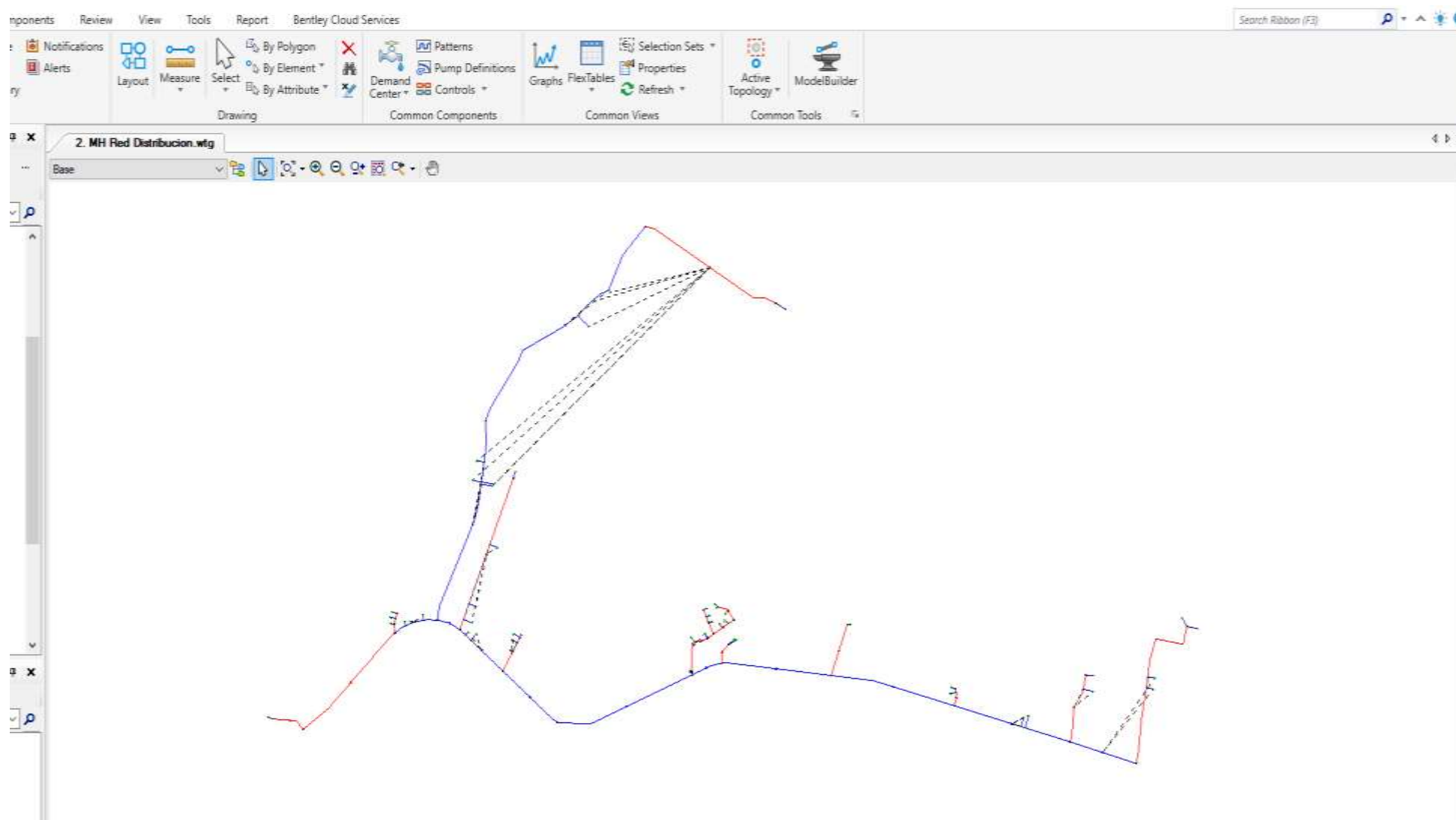
Nota:

- \* Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada mediante R.M. N.º 192-2018-VIVIENDA.
- \*\* Referencia 2: "Reglamento Nacional de Edificaciones"
- Referencia 3: "Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados" OPS 2004
- \*\*\*

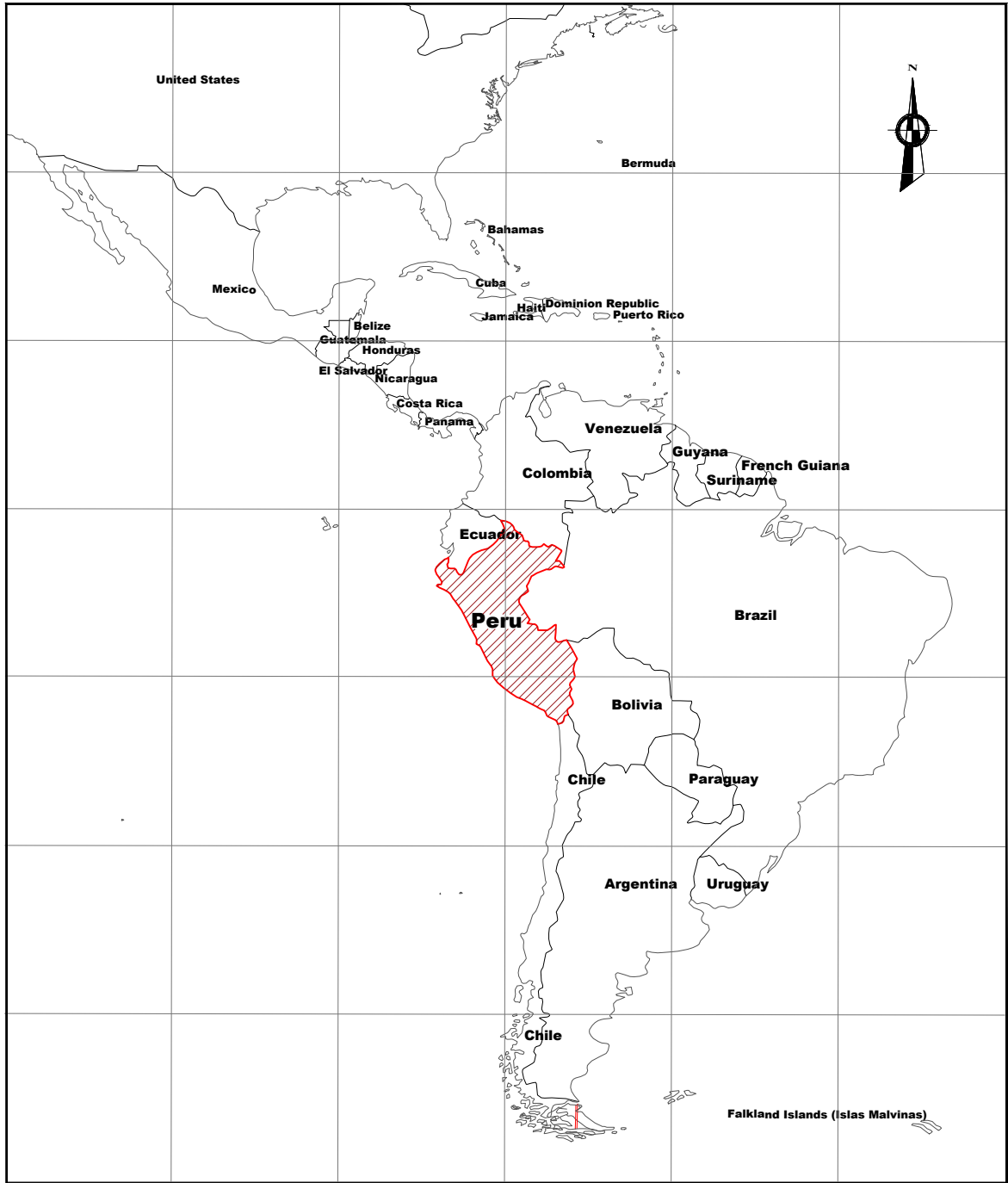
#### **D. GRAFICO DIMENSIONES DE RESERVORIO ELEVADO (CUADRADO)**



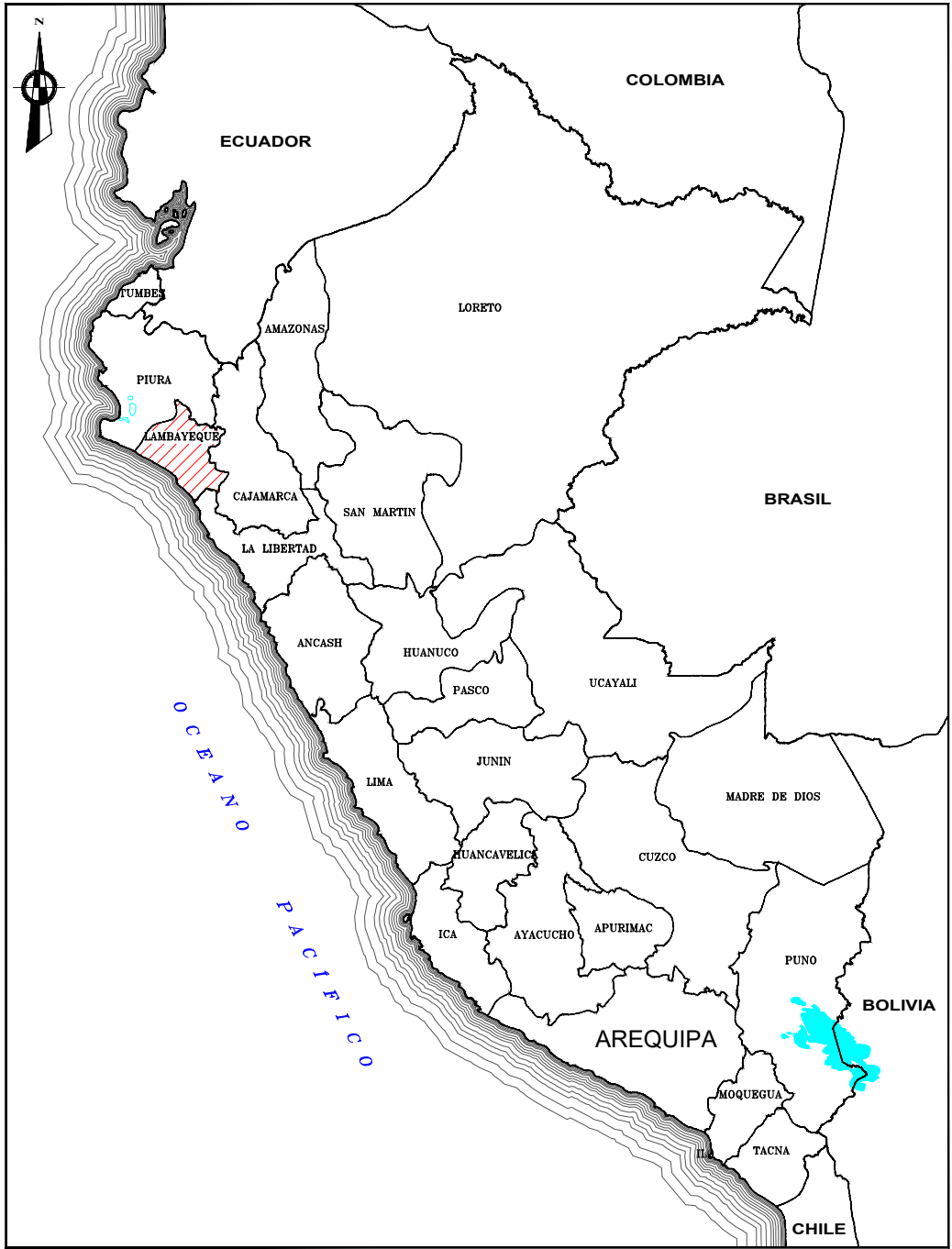
## ANEXO 8: MODELAMIENTO HIDRAULICO EN WATERCAD



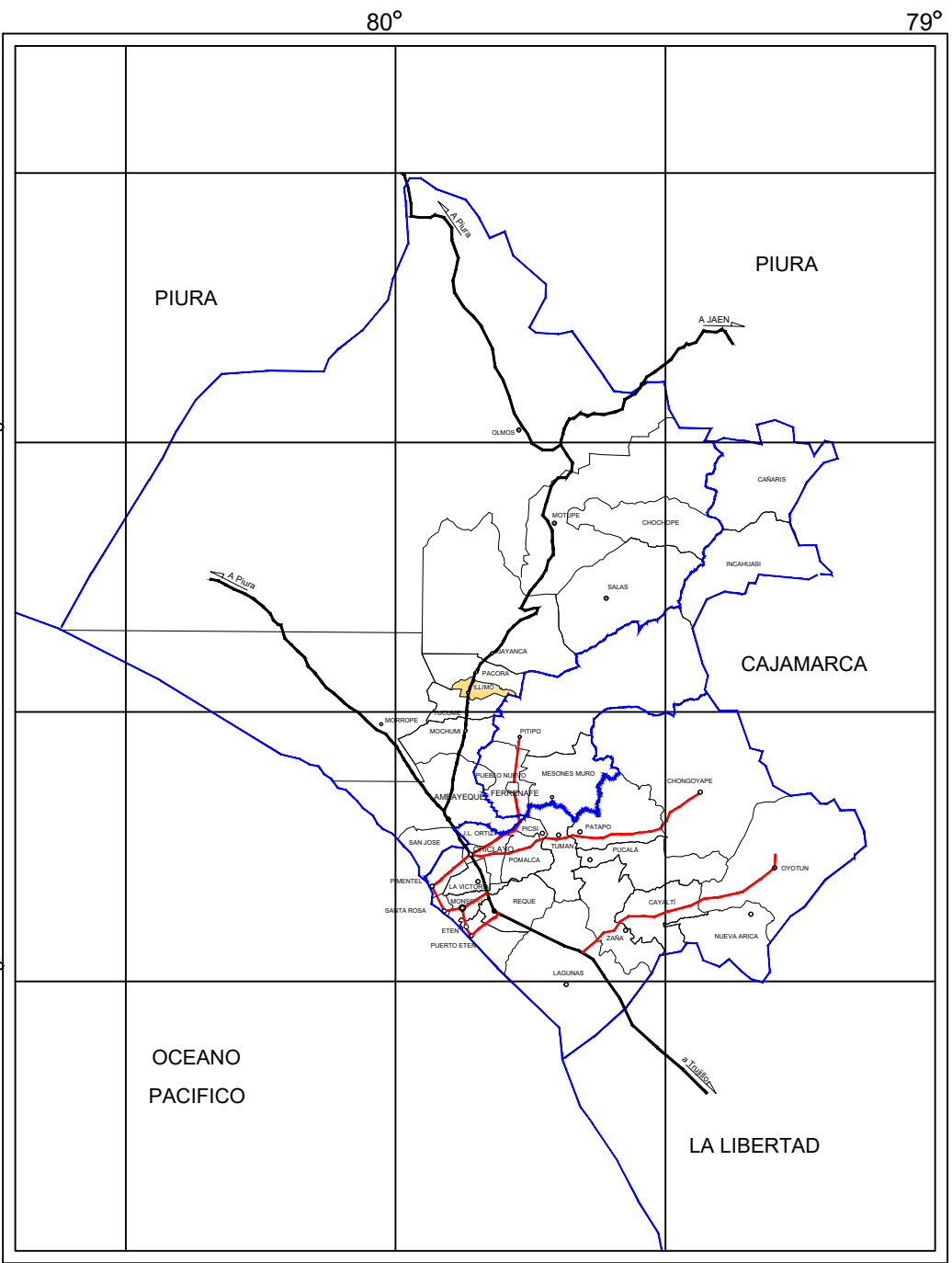
## **ANEXO 9: PLANOS**



UBICACION CONTINENTAL



UBICACION NACIONAL



UBICACION REGIONAL



ZONA DE ESTUDIO

PLANO DE LOCALIZACION  
ESCALA 1/25,000



ZONA DE ESTUDIO

PLANO UBICACION  
ESCALA 1/10,000

ZONA UTM:  
17S-CUADRICULA-M  
DATUM:  
WGS-84



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:  
  
ANALISIS Y PROPUESTA  
PARA ABASTECIMIENTO  
DE AGUA EN EL  
CASERIO HUACA EL  
MUERTO, DISTRITO DE  
ILLIMO USANDO EL  
SOFTWARE WATERCAD

TESISTA:  
  
BACHILLER CHILCA  
GABRIEL CAROL  
JOHANNA

DISTRITO:  
NUEVO CHIMBOTE  
  
PROVINCIA:  
DEL SANTA  
  
DEPARTAMENTO:  
ANCASH

PLANO:  
PLANO UBICACIÓN  
  
ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA  
  
FECHA:  
AGOSTO - 2026  
  
DOCENTE RESPONSABLE:  
DRA. SAAVEDRA VERA  
JANET VERÓNICA

LÁMINA:  
  
PU-01

CONEXIONES DOMICILIARIAS

LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS SE ENCUENTRAN UBICADAS EN LA UBICACIÓN DE LAS VIVIENDAS. TODAS SON CONEXIONES DE MEDIA PULGADA, Y CASI DEL TOTAL DE CONEXIONES EL 90% APROXIMADAMENTE SE ENCUENTRA EN MALAS CONDICIONES, YA SEA ROTAS, FILTRANDO, ENTRE OTRAS FALLAS.



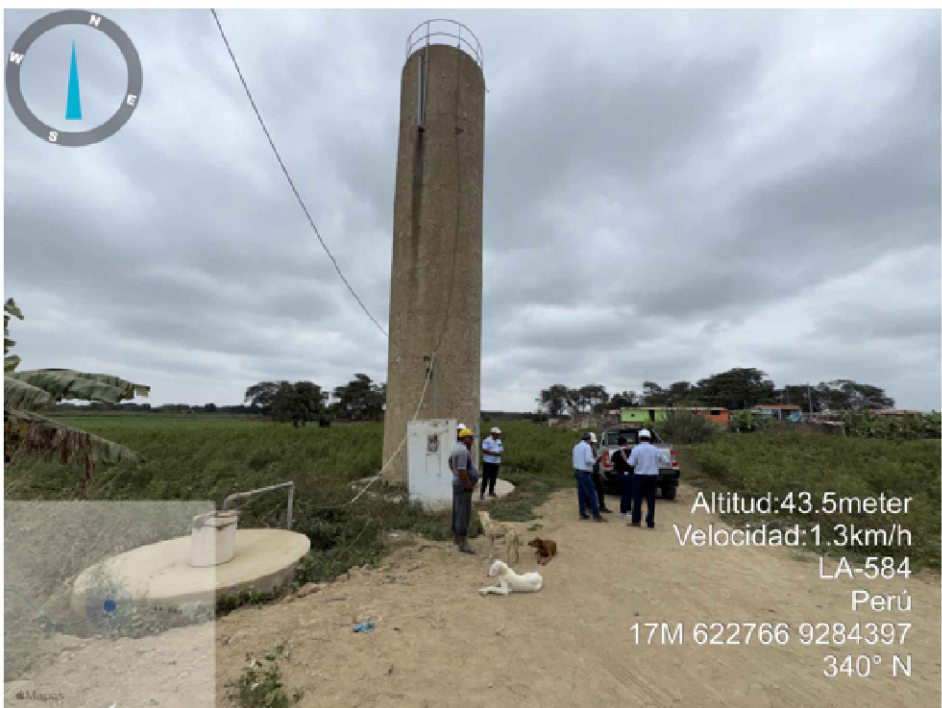
REDES DE DISTRIBUCION

LAS REDES DE DISTRIBUCION SE ENCUENTRAN EN REGULAR ESTADO. CABE RESALTAR QUE EN ALGUNOS TRAMOS SE ENCUENTRA EXPUESTO, TODAS SON DE PVC Y DE 1.5".



RESERVORIO

EL RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA ES UN TANQUE ELEVADO CON UNA CAPACIDAD DE APROXIMADAMENTE 10M3 DE AGUA.



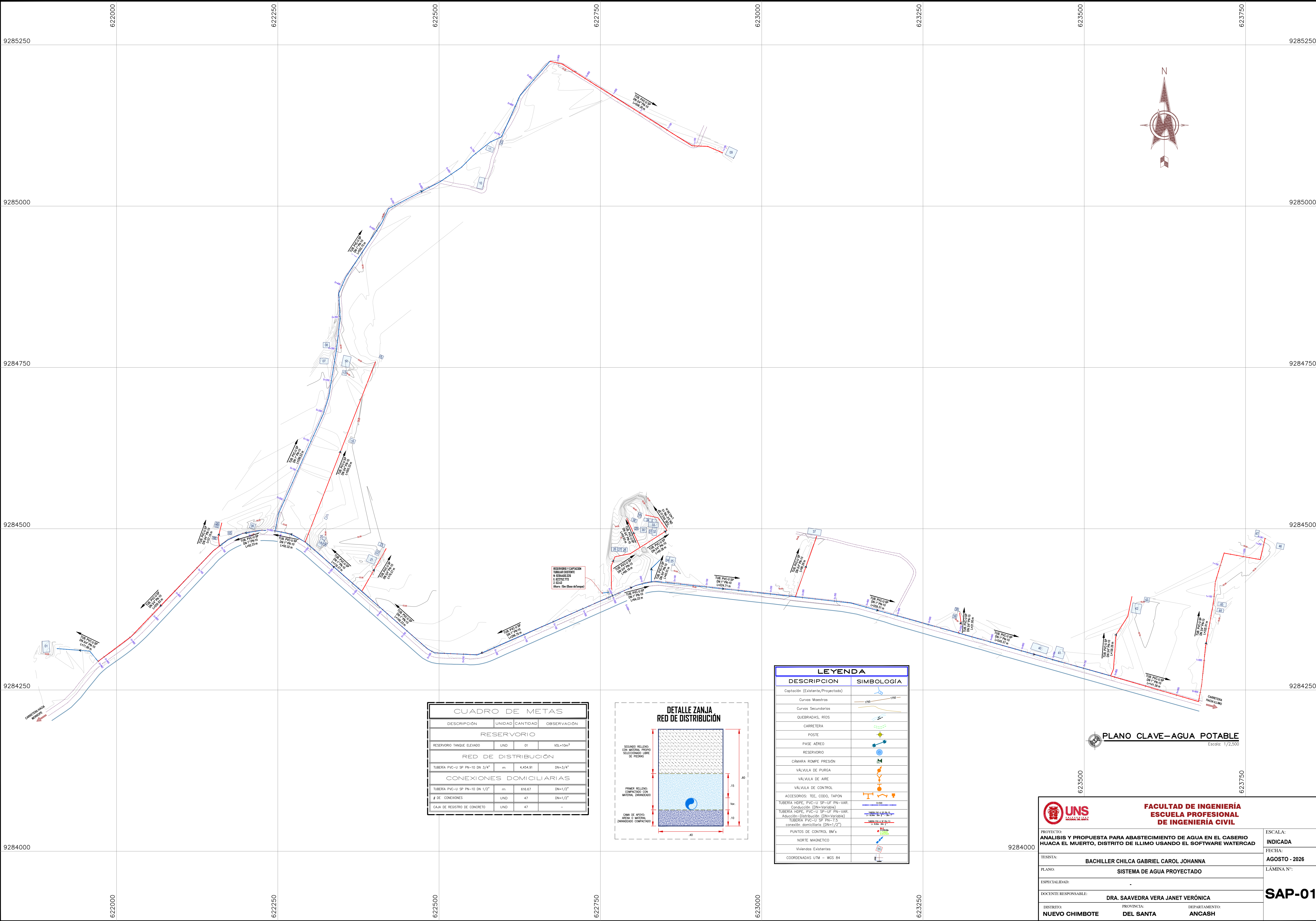
POZO TUBULAR

LA CAPTACION DE AGUA ES DE TIPO SUBTERRANEA, EN ELLA SE ENCUENTRA CONSTRUTIDO UN POZO TUBULAR DE PVC, DE DONDE SE IMPULSA EL AGUA CON UNA BOMBA SUMERGIBLE DE 2" Y EXPULSADA A TRAVÉS DE UNA TUBERIA GALVANIZADA DE 2". .



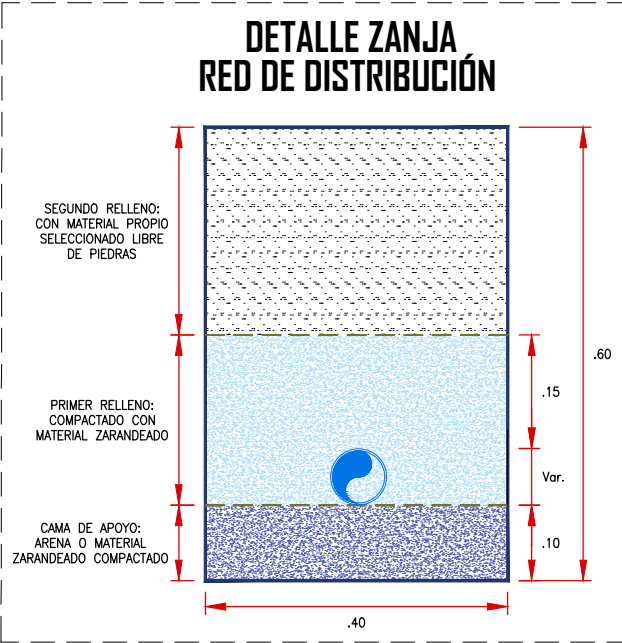
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA CIVIL

|                                                                                                                                             |                         |                         |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| PROYECTO:<br>ANALISIS Y PROPUESTA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL CASERIO HUACA EL MUERTO, DISTRITO DE ILLIMO USANDO EL SOFTWARE WATERCAD |                         |                         | ESCALA:<br>INDICADA     |
| TESISTA:<br>BACHILLER CHILCA GABRIEL CAROL JOHANNA                                                                                          |                         |                         | FECHA:<br>AGOSTO - 2026 |
| PLANO:<br>SISTEMA EXISTENTE                                                                                                                 |                         |                         | LÁMINA N°:              |
| ESPECIALIDAD:<br>-                                                                                                                          |                         |                         |                         |
| DOCENTE RESPONSABLE:<br>DRA. SAAVEDRA VERA JANET VERÓNICA                                                                                   |                         |                         |                         |
| DISTRITO:<br>NUEVO CHIMBOTE                                                                                                                 | PROVINCIA:<br>DEL SANTA | DEPARTAMENTO:<br>ANCASH |                         |



PLANO CLAVE-AGUA POTABLE  
Escala: 1/2,500

| CUADRO DE METAS                |        |          |             |
|--------------------------------|--------|----------|-------------|
| DESCRIPCIÓN                    | UNIDAD | CANTIDAD | OBSERVACIÓN |
| RESERVORIO                     |        |          |             |
| RESERVORIO TANQUE ELEVADO      | UND    | 01       | VOL=10m³    |
| RED DE DISTRIBUCIÓN            |        |          |             |
| TUBERÍA PVC-U SP PN-10 DN 3/4" | m      | 4,454.91 | DN=3/4"     |
| CONEXIONES DOMICILIARIAS       |        |          |             |
| TUBERÍA PVC-U SP PN-10 DN 1/2" | m      | 616.67   | DN=1/2"     |
| # DE CONEXIONES                | UND    | 47       | DN=1/2"     |
| CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO   | UND    | 47       | -           |



| LEYENDA                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| DESCRIPCION                                                             | SIMBOLOGÍA |
| Captación (Existente/Proyectada)                                        |            |
| Curvas Maestras                                                         |            |
| Curvas Secundarias                                                      |            |
| QUEBRADAS, RIOS                                                         |            |
| CARRETERA                                                               |            |
| POSTE                                                                   |            |
| PASE AÉREO                                                              |            |
| RESERVORIO                                                              |            |
| CÁMARA ROMPE PRESIÓN                                                    |            |
| VÁLVULA DE PURGA                                                        |            |
| VÁLVULA DE AIRE                                                         |            |
| VÁLVULA DE CONTROL                                                      |            |
| ACCESORIOS: TEE, CODO, TAPON                                            |            |
| TUBERÍA HDPE, PVC-U, SP-UF, PN-VAR. Conductión (Dn=Variable)            |            |
| TUBERÍA HDPE, PVC-U, SP-UF, PN-VAR. Aducción-Distribución (Dn=Variable) |            |
| TUBERÍA PVC-U, SP, PN-10, conexión domiciliar (DN=1/2")                 |            |
| PUNTOS DE CONTROL, BM's                                                 |            |
| NORTE MAGNETICO                                                         |            |
| Viviendas Existentes                                                    |            |
| COORDENADAS UTM - WGS 84                                                |            |

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL**  
**DE INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO:  
**ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL CASERIO HUACA EL MUERTO, DISTRITO DE ILLIMO USANDO EL SOFTWARE WATERCAD**

TESISTA:  
**BACHILLER CHILCA GABRIEL CAROL JOHANNA**

PLANO:  
**SISTEMA DE AGUA PROYECTADO**

ESPECIALIDAD:  
**-**

DOCENTE RESPONSABLE:  
**DRA. SAAVEDRA VERA JANET VERÓNICA**

DISTRITO:  
**NUEVO CHIMBOTE**

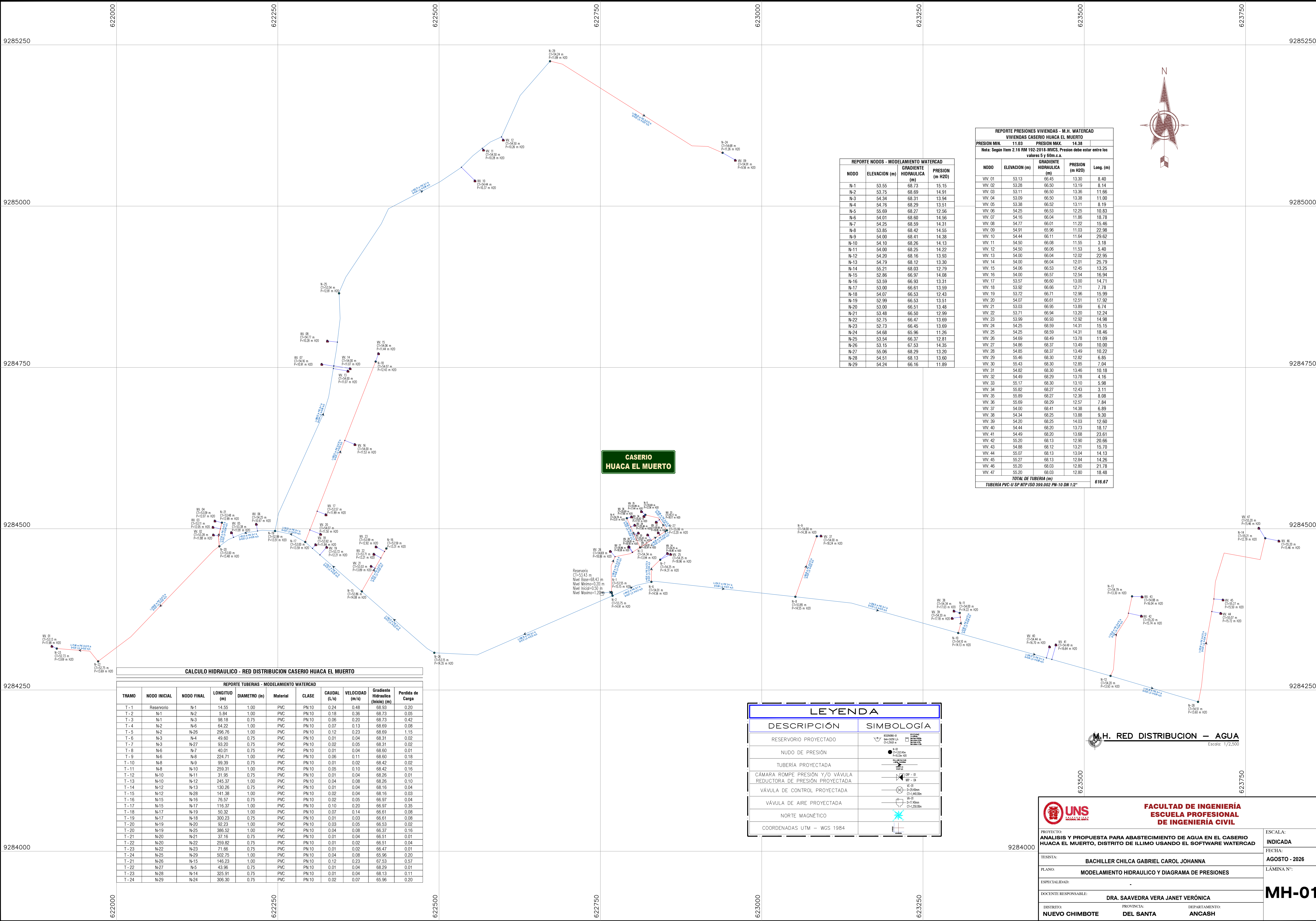
PROVINCIA:  
**DEL SANTA**

DEPARTAMENTO:  
**ANCASH**

ESCALA:  
**INDICADA**

FECHA:  
**AGOSTO - 2026**

LÁMINA N°:  
**SAP-01**



| REPORTE PRESIONES VIVIENDAS - M. H. WATERCAD                                              |               |                          |                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|-----------------|-----------|
| VIVIENDAS CASERIO HUACA EL MUERTO                                                         |               |                          |                 |           |
| PRESION MIN.                                                                              | 11.03         | PRESION MAX.             | 14.38           |           |
| Nota: Segun Item 2.16 RM 192-2018-MVCS. Presion debe estar entre los valores 5 y 60m.c.a. |               |                          |                 |           |
| NODO                                                                                      | ELEVACION (m) | GRADIENTE HIDRAULICA (m) | PRESION (m H2O) | Long. (m) |
| VIV. 01                                                                                   | 53.13         | 66.45                    | 13.30           | 8.40      |
| VIV. 02                                                                                   | 53.28         | 66.50                    | 13.19           | 8.14      |
| VIV. 03                                                                                   | 53.11         | 66.50                    | 13.36           | 11.66     |
| VIV. 04                                                                                   | 53.09         | 66.50                    | 13.38           | 11.00     |
| VIV. 05                                                                                   | 53.38         | 66.52                    | 13.11           | 8.19      |
| VIV. 06                                                                                   | 54.25         | 66.53                    | 12.25           | 10.83     |
| VIV. 07                                                                                   | 54.16         | 66.04                    | 11.86           | 18.78     |
| VIV. 08                                                                                   | 54.77         | 66.01                    | 11.22           | 15.46     |
| VIV. 09                                                                                   | 54.91         | 65.96                    | 11.03           | 22.98     |
| VIV. 10                                                                                   | 54.44         | 66.11                    | 11.64           | 29.62     |
| VIV. 11                                                                                   | 54.50         | 66.08                    | 11.55           | 3.18      |
| VIV. 12                                                                                   | 54.50         | 66.08                    | 11.53           | 5.40      |
| VIV. 13                                                                                   | 54.00         | 66.04                    | 12.02           | 22.36     |
| VIV. 14                                                                                   | 54.00         | 66.04                    | 12.01           | 25.79     |
| VIV. 15                                                                                   | 54.06         | 66.53                    | 12.45           | 13.25     |
| VIV. 16                                                                                   | 54.00         | 66.57                    | 12.54           | 16.94     |
| VIV. 17                                                                                   | 53.57         | 66.60                    | 13.00           | 14.71     |
| VIV. 18                                                                                   | 53.92         | 66.66                    | 12.71           | 7.78      |
| VIV. 19                                                                                   | 53.72         | 66.71                    | 12.96           | 15.99     |
| VIV. 20                                                                                   | 54.07         | 66.61                    | 12.51           | 17.92     |
| VIV. 21                                                                                   | 53.03         | 66.55                    | 13.69           | 6.74      |
| VIV. 22                                                                                   | 53.71         | 66.54                    | 13.20           | 12.24     |
| VIV. 23                                                                                   | 53.99         | 66.53                    | 12.92           | 14.98     |
| VIV. 24                                                                                   | 54.25         | 68.59                    | 14.31           | 15.15     |
| VIV. 25                                                                                   | 54.25         | 68.59                    | 14.31           | 18.46     |
| VIV. 26                                                                                   | 54.69         | 68.49                    | 13.78           | 11.09     |
| VIV. 27                                                                                   | 54.86         | 68.37                    | 13.49           | 10.00     |
| VIV. 28                                                                                   | 54.85         | 68.37                    | 13.49           | 10.22     |
| VIV. 29                                                                                   | 55.46         | 68.30                    | 12.62           | 6.85      |
| VIV. 30                                                                                   | 55.43         | 68.30                    | 12.65           | 7.04      |
| VIV. 31                                                                                   | 54.82         | 68.30                    | 13.46           | 10.18     |
| VIV. 32                                                                                   | 54.49         | 68.29                    | 13.78           | 4.16      |
| VIV. 33                                                                                   | 55.17         | 68.30                    | 13.10           | 5.98      |
| VIV. 34                                                                                   | 55.62         | 68.27                    | 12.43           | 3.11      |
| VIV. 35                                                                                   | 55.69         | 68.27                    | 12.36           | 8.08      |
| VIV. 36                                                                                   | 55.69         | 68.29                    | 12.57           | 7.84      |
| VIV. 37                                                                                   | 54.00         | 68.41                    | 14.38           | 6.89      |
| VIV. 38                                                                                   | 54.34         | 68.25                    | 13.88           | 9.30      |
| VIV. 39                                                                                   | 54.20         | 68.25                    | 14.00           | 12.60     |
| VIV. 40                                                                                   | 54.44         | 68.20                    | 13.73           | 18.17     |
| VIV. 41                                                                                   | 54.49         | 68.20                    | 13.68           | 23.61     |
| VIV. 42                                                                                   | 55.20         | 68.13                    | 12.90           | 20.66     |
| VIV. 43                                                                                   | 54.88         | 68.12                    | 13.21           | 15.70     |
| VIV. 44                                                                                   | 55.07         | 68.13                    | 13.04           | 14.13     |
| VIV. 45                                                                                   | 55.27         | 68.13                    | 12.64           | 14.26     |
| VIV. 46                                                                                   | 55.20         | 68.03                    | 12.80           | 21.78     |
| VIV. 47                                                                                   | 55.20         | 68.03                    | 12.80           | 18.48     |
| TOTAL DE TUBERIA (m)                                                                      |               |                          |                 | 616.67    |
| TUBERIA PVC-U SP NTP ISO 399.002 PH-10 DN 1/2"                                            |               |                          |                 |           |

| CALCULO HIDRAULICO - RED DISTRIBUCION CASERIO HUACA EL MUERTO |              |            |              |               |          |       |              |                 |                                   |
|---------------------------------------------------------------|--------------|------------|--------------|---------------|----------|-------|--------------|-----------------|-----------------------------------|
| REPORTE TUBERIAS - MODELAMIENTO WATERCAD                      |              |            |              |               |          |       |              |                 |                                   |
| TRAMO                                                         | NODO INICIAL | NODO FINAL | LONGITUD (m) | DIAMETRO (in) | Material | CLASE | CAUDAL (L/s) | VELOCIDAD (m/s) | Gradiente Hidraulica (Inicio) (m) |
| T - 1                                                         | Reservorio   | N-1        | 14.55        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.24         | 0.48            | 68.93                             |
| T - 2                                                         | N-1          | N-2        | 5.84         | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.18         | 0.36            | 68.73                             |
| T - 3                                                         | N-1          | N-3        | 98.18        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.06         | 0.20            | 68.73                             |
| T - 4                                                         | N-2          | N-6        | 64.22        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.07         | 0.13            | 68.69                             |
| T - 5                                                         | N-2          | N-26       | 296.76       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.12         | 0.23            | 68.69                             |
| T - 6                                                         | N-3          | N-4        | 49.60        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.31                             |
| T - 7                                                         | N-3          | N-27       | 93.20        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.05            | 68.31                             |
| T - 8                                                         | N-6          | N-7        | 40.01        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.60                             |
| T - 9                                                         | N-6          | N-8        | 224.71       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.06         | 0.11            | 68.60                             |
| T - 10                                                        | N-8          | N-9        | 99.39        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.02            | 68.42                             |
| T - 11                                                        | N-8          | N-10       | 259.31       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.05         | 0.10            | 68.42                             |
| T - 12                                                        | N-10         | N-11       | 31.95        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.26                             |
| T - 13                                                        | N-10         | N-12       | 245.37       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.04         | 0.08            | 68.26                             |
| T - 14                                                        | N-12         | N-13       | 130.26       | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.16                             |
| T - 15                                                        | N-12         | N-28       | 141.38       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.04            | 68.16                             |
| T - 16                                                        | N-15         | N-16       | 78.57        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.05            | 66.97                             |
| T - 17                                                        | N-15         | N-17       | 116.37       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.10         | 0.20            | 66.97                             |
| T - 18                                                        | N-17         | N-19       | 50.32        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.07         | 0.14            | 66.61                             |
| T - 19                                                        | N-17         | N-18       | 300.23       | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.03            | 66.61                             |
| T - 20                                                        | N-19         | N-20       | 92.23        | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.03         | 0.05            | 66.53                             |
| T - 20                                                        | N-19         | N-25       | 386.52       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.04         | 0.08            | 66.37                             |
| T - 21                                                        | N-20         | N-21       | 37.16        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 66.51                             |
| T - 22                                                        | N-20         | N-22       | 259.82       | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.02            | 66.51                             |
| T - 23                                                        | N-22         | N-23       | 71.66        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.02            | 66.47                             |
| T - 24                                                        | N-25         | N-29       | 502.75       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.04         | 0.08            | 65.96                             |
| T - 21                                                        | N-26         | N-15       | 146.23       | 1.00          | PVC      | PN 10 | 0.12         | 0.23            | 67.53                             |
| T - 22                                                        | N-27         | N-5        | 43.96        | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.29                             |
| T - 23                                                        | N-28         | N-14       | 325.91       | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.01         | 0.04            | 68.13                             |
| T - 24                                                        | N-29         | N-24       | 306.30       | 0.75          | PVC      | PN 10 | 0.02         | 0.07            | 65.96                             |

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL**  
**DE INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO:  
**ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL CASERIO HUACA EL MUERTO, DISTRITO DE ILLIMO USANDO EL SOFTWARE WATERCAD**

ESCALA:  
**INDICADA**

TESISTA:  
**BACHILLER CHILCA GABRIEL CAROL JOHANNA**

FECHA:  
**AGOSTO - 2026**

PLANO:  
**MODELAMIENTO HIDRAULICO Y DIAGRAMA DE PRESIONES**

LÁMINA N°:

ESPECIALIDAD:  
**-**

**MH-01**

DOCENTE RESPONSABLE:  
**DRA. SAAVEDRA VERA JANET VERÓNICA**

DISTRITO:  
**NUEVO CHIMBOTE**

PROVINCIA:  
**DEL SANTA**

DEPARTAMENTO:  
**ANCASH**