



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES DISTRITO  
DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE PIURA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR(ES):**

Battifora Caballero, Roberto Carlos (ORCID: 0000-0003-3607-6798)

Imán Lachira, Jhonatan (ORCID: 0000-0002-4718-8050)

**ASESOR(A):**

Mg. Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (ORCID: 0000-0001-5207-4421)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

PIURA — PERÚ

2021

## **AGRADECIMIENTO:**

Un especial agradecimiento a Dios por brindarme la vida y la fuerza para poder concluir con esta gran etapa de mi vida.

También agradezco a mis padres y hermanos por su constante apoyo.

A mi esposa y su familia por su apoyo incondicional.

A mi familia por darme aliento siempre.

A mis amigos por acompañarme en todo momento.

A mi Asesor de Tesis, por sus sabios consejos.

A los ingenieros Wilder y Javier S., Ricardo S., Jaime R., Víctor C. y al comandante Juan B.

**Robertto C Battifora Caballero**

A Dios por darme la fuerza y sabiduría para seguir adelante, por bendecirme en cada día. A mis padres y hermanos por estar ahí siempre que los necesito y apoyarme en todo, mi principal motivo para seguir adelante.

A mi esposa, hijo Marlon J. Imán R. mi fuente de motivación para seguir adelante y ser mejor cada día.

**Jhonatan Imán Lachira**

### **DEDICATORIA:**

Dedico esta tesis a mis queridos hijos Mattius Martín y Mayté Miranda. A mi esposa Dilcia. A mis padres Iris y Juan, a mis Hermanos Lestter y Denis, a mis abuelitas Miguelina y Elena, y a toda mi Familia.

**Robertto C Battifora Caballero**

En primer lugar, a Dios por permitir cumplir una meta que es mi grado de titulación, por permitir tener a mis padres a mi lado y gracias por todo lo que me brindo para seguir adelante.

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Alberto Imán N. y María P. Lachira S., por formarme con buenos valores, ya que ellos fueron participes de todo esto por su gran apoyo, confianza y paciencia que pusieron en mí para seguir adelante en mis metas.

**Jhonatan Imán Lachira**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO .....	4
III.	METODOLOGÍA .....	10
3.1.	Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2.	Variables y operacionalización.....	10
3.3.	Población y muestra.....	10
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5.	Procedimientos .....	10
3.6.	Métodos de análisis.....	10
3.7.	Aspectos éticos.....	11
3.7.1.	Ética en la recolección de datos .....	11
3.7.2.	Ética para el inicio de la evaluación.....	11
3.7.3.	Ética en resultados.....	11
3.7.4.	Ética para los análisis.....	11
IV.	RESULTADOS.....	12
4.1.	OBJETIVO 01 - REALIZAR LOS ESTUDIOS BÁSICOS PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES.....	12
4.1.1.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO – ALTIMETRIA.....	12
4.1.1.1.	Ubicación geográfica .....	12
4.1.1.2.	Territorio.....	13
4.1.1.3.	Clima.....	13
4.1.1.4.	Altitud.....	14
4.1.1.5.	Levantamiento topográfico.....	14
4.1.1.5.1.	Método empleado .....	14
4.1.1.5.2.	Desarrollo del trabajo de campo .....	14
4.1.1.5.3.	Desarrollo del trabajo de gabinete .....	14
4.1.1.6.	Cuadro de puntos geo referenciales .....	15
4.1.1.7.	Resultado de la topografía.....	15
4.1.2.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO – LOTIZACION Y PERIMETRIA .....	15
4.1.3.	PRUEBA DE BOMBEO DE POZO TUBULAR.....	30
4.1.3.1.	Prueba de rendimiento del pozo.....	30
4.1.3.2.	Test de producción del pozo.....	30
4.1.3.3.	Análisis de resultados.....	32
4.1.3.4.	Resultado de parámetros del estudio.....	34

4.1.3.5.	Recomendaciones del estudio.....	35
4.2.	OBJETIVO 02 - DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES .....	35
4.2.1.	PERIODO DE DISEÑO .....	35
4.2.2.	POBLACIÓN.....	36
4.2.2.1.	Censos Nacionales 1981 .....	36
4.2.2.2.	Censos Nacionales 1993.....	37
4.2.2.3.	Censos Nacionales 2007.....	37
4.2.2.4.	Censos Nacionales 2017.....	37
4.2.2.5.	Resumen de población Censada 1981 - 2017.....	38
4.2.2.6.	Método de estimación de población futura.....	38
4.2.2.7.	Calculo de poblaciones de diseño.....	39
4.2.2.7.1.	Viviendas.....	39
4.2.2.7.2.	Educación.....	40
4.2.2.7.3.	Otros fines – Comercial.....	40
4.2.2.7.4.	Servicios comunales .....	40
4.2.2.7.5.	Áreas Verdes .....	40
4.2.3.	DOTACIÓN UNITARIA.....	41
4.2.3.1.1.	Dotación de agua para viviendas, de acuerdo al número de habitantes: 41	
4.2.3.1.2.	Dotación de agua para locales educacionales.....	41
4.2.3.1.3.	Dotación de agua para locales comerciales (otros fines).....	41
4.2.3.1.4.	Dotación de agua para servicios comunales .....	41
4.2.3.2.	Dotación de agua para áreas verdes.....	41
4.2.4.	CALCULO DEL CONSUMO DE AGUA.....	41
4.2.5.	VARIACIONES DE CONSUMO .....	42
4.2.5.1.	Promedio anual de la demanda (Qp) .....	42
4.2.5.2.	Máximo anual de la demanda diaria.....	42
4.2.5.3.	Máximo anual de la demanda horaria .....	42
4.2.5.4.	Gasto máximo horario del día de máximo consumo.....	42
4.2.5.5.	Variaciones de consumo por año.....	43
4.3.	OBJETIVO 3 - REALIZAR EL DISEÑO DEL RESERVORIO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES.....	43
4.3.1.	VOLUMEN DE RESERVORIO .....	43
4.3.1.1.	Volumen de regulación (Vreg).....	44

4.3.1.2.	Volumen de contra incendio (Vi) .....	44
4.3.1.3.	Volumen de reservorio total (Vt).....	44
4.3.1.4.	Dimensionamiento del diámetro interior del reservorio .....	44
4.4.	OBJETIVO 4 - REALIZAR EL DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES .....	44
4.4.1.	CÁLCULO DE LINEA DE IMPULSIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO PARA UN PERIODO DE 0 A 10 AÑOS .....	44
4.4.1.1.	DATOS BASICOS DEL DISEÑO .....	44
4.4.1.2.	CÁLCULO DE DIAMETRO EN FUNCION AL CAUDAL .....	45
4.4.1.3.	CÁLCULO DE DIÁMETRO USANDO FORMULA DE BRESSE .....	45
4.4.1.4.	SELECCIÓN DE DIÁMETRO COMERCIAL.....	45
4.4.1.5.	CÁLCULO DE PEDIDA DE CARGA USANDO HAZEN Y WILLIAMS.....	45
4.4.1.6.	CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA.....	45
4.4.2.	CÁLCULO DE LINEA DE IMPULSIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO PARA UN PERIODO DE 11 A 20 AÑOS .....	46
4.4.2.1.	DATOS BASICOS DEL DISEÑO .....	46
4.4.2.2.	CÁLCULO DE DIAMETRO EN FUNCION AL CAUDAL .....	46
4.4.2.3.	CÁLCULO DE DIÁMETRO USANDO FORMULA DE BRESSE .....	46
4.4.2.4.	SELECCIÓN DE DIÁMETRO COMERCIAL.....	47
4.4.2.5.	CÁLCULO DE PEDIDA DE CARGA USANDO HAZEN Y WILLIAMS.....	47
4.4.2.6.	CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA.....	47
4.4.3.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CON WATERCAD.....	48
4.4.3.1.	Creación del proyecto en wáter cad.....	48
4.4.3.2.	Configuración de base de cálculo .....	51
4.4.3.3.	Importación de planos a WaterCAD.....	53
4.4.3.4.	Generación de tuberías y Nodos.....	54
4.4.3.5.	Generación de Elevaciones.....	55
4.4.3.6.	Designación de caudales unitarios.....	56
4.4.3.7.	Diseño de Reservorio Elevado Circular .....	57
4.4.3.8.	Diseño de Tuberías de Conducción y Distribución.....	57
4.4.3.9.	Diseño de Nodos en Tuberías de Conducción y Distribución.....	59
4.5.	OBJETIVO 5 - REALIZAR EL DISEÑO DE LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES.....	63
V.	DISCUSIONES.....	64

VI. CONCLUSIONES .....	67
VII. RECOMENDACIONES .....	69
REFERENCIAS .....	70

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación del departamento de Piura. ....	12
Ilustración 2: : Ubicación de la provincia de Piura .....	13
Ilustración 3: Ubicación del distrito de Castilla y Asentamiento Humano Los Libertadores .....	13
Ilustración 4: Superposición de Lotización en Imagen Satelital .....	17
Ilustración 5: Cuadro de áreas por manzanas.....	25
Ilustración 6: Evaluación de la manzana “J” .....	25
Ilustración 7: Evaluación de las manzanas “R” y “V”.....	26
Ilustración 8: Evaluación de las manzanas “Z” y “D1”.....	26
Ilustración 9: Evaluación de las manzanas “G1” y “K1” .....	27
Ilustración 10: Evaluación de las manzanas “N1” y “Q1” .....	27
Ilustración 11: Evaluación de la manzana “T1”.....	28
Ilustración 12: Evaluación de la manzana “X1” y “W1” .....	28
Ilustración 13: Evaluación de las manzanas “Z1”, “C2” y “E2” .....	29
Ilustración 14: Evaluación de las manzanas “G2” .....	29
Ilustración 15: Resultado de Prueba de Bombeo de 0 a 12 horas.....	33
Ilustración 16: Resultado de Prueba de Bombeo de 13 a 46 horas.....	34
Ilustración 17: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1981. .....	37
Ilustración 18: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1993. .....	37
Ilustración 19: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1993. .....	37
Ilustración 20: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1993. .....	38
Ilustración 21: Crear Proyecto, software Watercad.....	48
Ilustración 22: Nombre del Proyecto, software Watercad.....	49
Ilustración 23: Configuración de Unidades, software Watercad.....	49
Ilustración 24: Seleccionar la Escala, software Watercad .....	50
Ilustración 25: configuración de Etiquetado, software Watercad.....	50
Ilustración 26: Opciones de Cálculo, software Watercad.....	51
Ilustración 27: Asignación de Propiedades, software Watercad .....	51
Ilustración 28: Clasificación de Tuberías, software Watercad.....	52
Ilustración 29: Propiedades de Tuberías, software Watercad.....	52

Ilustración 30: Exportación de plano DXF, software Watercad .....	53
Ilustración 31: Insertamos plano DXF, software Watercad .....	53
Ilustración 32: Plano del 17.AH.Libertadores.DXF, software Watercad .....	54
Ilustración 33: Seleccionamos Junction, software Watercad .....	54
Ilustración 34: Seleccionamos Pipe, software Watercad. ....	55
Ilustración 35: Seleccionamos TRex, software Watercad.....	55
Ilustración 36: Elevaciones Junction, software Watercad .....	56
Ilustración 37: Asignación de Caudales Unitarios, software Watercad .....	56
Ilustración 38: Perfiles de Presiones – Elevación – Gradiente Hidráulica T-1 a J-6, soft. Watercad .....	62
Ilustración 39: Perfiles de Presiones – Elevación – Gradiente Hidráulica J-6 a J-17, soft. Watercad .....	62
Ilustración 40: Perfiles de Presiones – Elevación – Gradiente Hidráulica J-6, J-16 y J-15, Watercad .....	62
Ilustración 41: Perfiles de Presiones – Elevación – Gradiente Hidráulica J-26, J-25, J-24 y J-23, Watercad .....	63
Ilustración 42: Caseta de pozo Los Libertadores – Castilla – Piura.....	75
Ilustración 43: Reservorio Apoyado pozo Los Libertadores – Castilla – Piura. ....	75
Ilustración 44: Placa recordatoria de caseta de pozo Los Libertadores – Castilla – Piura. .....	76
Ilustración 45: Visita a caseta de pozo Los Libertadores.....	76
Ilustración 46: Visita a caseta de pozo Los Libertadores.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro puntos geo referenciales.....	15
Tabla 2: Cuadro general de distribución de áreas.....	15
Tabla 3: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1993 .....	38
Tabla 4: Calculo del Factor de cambio de las poblaciones (r) Promedio. ....	38
Tabla 5: Cálculo de Población de Diseño al año 2042. ....	39
Tabla 6: Calculo de ocupantes en servicios educativos. ....	40
Tabla 7: Calculo de consumo de agua.....	42
Tabla 8: Cálculo de Variaciones de consumo por año.....	43
Tabla 9: Línea de Impulsión - Datos básicos del diseño.....	45
Tabla 10: Línea de Impulsión - Diámetro mínimo. ....	45
Tabla 11: Línea de Impulsión Diámetro máximo. ....	45
Tabla 12: Línea de Impulsión –Diámetro comercial.....	45
Tabla 13: Línea de Impulsión – Perdida de Carga .....	45
Tabla 14: Línea de Impulsión – Potencia de Bomba. ....	46
Tabla 15: Línea de Impulsión - Datos básicos del diseño.....	46
Tabla 16: Línea de Impulsión - Diámetro mínimo. ....	46
Tabla 17: Línea de Impulsión Diámetro máximo. ....	47
Tabla 18: Línea de Impulsión –Diámetro comercial.....	47
Tabla 19: Línea de Impulsión – Perdida de Carga .....	47
Tabla 20: Línea de Impulsión – Potencia de Bomba. ....	47
Tabla 21: Diseño de Reservorio.....	57
Tabla 22: Pipe (Tuberías), software Watercad .....	59
Tabla 23: Junction (Nodos), software Watercad.....	61
Tabla 24: Consumo de agua y variación de caudales según periodo de diseño.....	67
Tabla 25: Dimensionamiento de Reservorio.....	67

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enmarca en el tipo no experimental, descriptiva y de corte transversal (periodo diciembre 2021). Tiene como finalidad proponer una solución al problema del abastecimiento del agua en el asentamiento humano Los Libertadores, realizando una propuesta de diseño para el sistema de agua potable. Se determinó un periodo de diseño de 20 años, una población actual de 3408 habitantes (año 2022) y una población de diseño de 5389 habitantes (año 2042). En el caso del asentamiento humano Los Libertadores, se aprovechó al máximo los recursos existentes dentro del área de intervención, siendo la fuente de agua un pozo profundo existente, perforado en el año 2020, encontrándose actualmente en funcionamiento, que cuenta con la capacidad necesaria para poder satisfacer la demanda de la población durante la vida útil del sistema. El agua es dirigida a un reservorio elevado a través de una tubería de PVC clase C-10 de 6" de diámetro e impulsado mediante una bomba sumergible con impulsores de tazones (23.09 hp – 34.80 hp). El reservorio elevado cuenta con un volumen de 400 m<sup>3</sup> que se distribuye a la población con un sistema de tuberías PVC clase C-7.5 que consta de una línea de aducción de 8" de diámetro con una longitud de 35.00 m y 6" de diámetro con una longitud de 432.23 m, una red primaria de 4" de diámetro con una longitud de 2777.03 m, una red secundaria de 3" de diámetro con una longitud 4697.69 m, cumpliendo con los parámetros de presión y velocidad establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, obteniendo como resultado presiones mínimas de 12.52 m H<sub>2</sub>O y máximas de 23.84 m H<sub>2</sub>O, así como, velocidades mínimas de 0.01 m/s y máximas de 1.61 m/s.

**Palabras clave:** Agua Potable, Pozo Profundo, Velocidad, Presión, Población.

## ABSTRACT

The present research work is framed in the non-experimental, descriptive and cross-sectional type (December 2021 period). Its purpose is to propose a solution to the problem of water supply in the Los Libertadores human settlement, making a design proposal for the drinking water system. A design period of 20 years, a current population of 3408 inhabitants (year 2022) and a design population of 5389 inhabitants (year 2042) were determined. In the case of the Los Libertadores human settlement, the maximum use was made of the existing resources within the intervention area, the water source being an existing deep well, drilled in 2020, currently in operation, which has the necessary capacity to be able to satisfy the demand of the population during the useful life of the system. The water is directed to an elevated reservoir through a 6" diameter class C-10 PVC pipe and driven by a submersible pump with bowl impellers (23.09 hp – 34.80 hp). The elevated reservoir has a volume of 400 m<sup>3</sup> that is distributed to the population with a PVC class C-7.5 piping system consisting of an 8" diameter adduction line with a length of 35.00 m and a 6" diameter with a length of 432.23 m, a primary network of 4" in diameter with a length of 2777.03 m, a secondary network of 3" in diameter with a length of 4697.69 m, complying with the pressure and speed parameters established in the National Building Regulations, obtaining as a result minimum pressures of 12.52 m H<sub>2</sub>O and maximum of 23.84 m H<sub>2</sub>O, as well as minimum speeds of 0.01 m/s and maximum speeds of 1.61 m/s.

**Keywords:** Potable Water, Deep Well, Velocity, Pressure, Population.

## I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la base de Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se puede precisar que a nivel del departamento de Piura se tiene un total de 370,448.00 viviendas, se cuenta con un 80.03% de las viviendas con abastecimiento de agua desde la red pública, el 5.13% se abastecen a través de pilón o pileta de uso público, el 8.47% se abastecen con camión cisterna, el 1.48% se abastecen con pozos subterráneos y el 4.89% restante tienen otros modos de abastecimiento. A nivel del distrito de Castilla existen un total de 37,887.00 viviendas, se cuenta con un 81.49% de las viviendas con abastecimiento de agua desde la red pública, el 6.58% se abastecen a través de pilón o pileta de uso público, el 7.81% se abastecen con camión cisterna, el 0.81% se abastecen con pozos subterráneos y el 3.31% restante tienen otros modos de abastecimiento. En la localidad de Castilla se tiene un total de 35,581.00 viviendas, se cuenta con un 84.34% de las viviendas con abastecimiento de agua desde la red pública, el 4.97% se abastecen a través de pilón o pileta de uso público, el 8.32% se abastecen con camión cisterna, el 0.61% se abastecen con pozos subterráneos y el 1.76% restante tienen otros modos de abastecimiento.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Concertado 2019 - 2030 de la Municipalidad Distrital de Castilla, se puede analizar que existen un total de 50 asentamientos humanos, 5 UPIS y 2 asociaciones que han sido reconocidos ante la Municipalidad Distrital de Castilla o COFOPRI y formalizados. Mientras que existe un total de 5 asentamientos humanos, 11 UPIS y 9 asociaciones que se mantienen en la informalidad y no tienen reconocimiento por parte de estas entidades. Dentro de estos últimos se encuentra el Asentamiento Humano Los Libertadores, la cual será materia del presente estudio de investigación, al encontrarse dentro del 8.32% de las viviendas en la capital del distrito de Castilla, que son abastecidas con camión cisterna.

El Asentamiento Humano Los Libertadores, ha sido creada en el año 2009, actualmente cuenta con un total de 852 lotes habitados y un promedio de

3408 pobladores, considerando 4 personas por lote, las cuales desde su creación y posesión no han contado con el acceso al sistema de agua potable. Considerando que, el servicio de agua potable es indispensable para la salud e higiene de la población, hasta la actualidad esta localidad carece de este sistema, por lo cual se ven obligados a buscar otras opciones de abastecimiento de este elemento para sus hogares y poder satisfacer sus necesidades como hidratarse, preparar sus alimentos y asearse; se debe tener en cuenta que la mala calidad del agua obtenida vulnera a la población y aumenta el riesgo de contraer enfermedades en la piel y gastrointestinales.

Una de las problemáticas frecuentes en el sector sureste del distrito de Castilla es la escases de fuentes de agua superficiales, las cuales tienen un menor costo de implementación y de acuerdo a la ubicación de esta con respecto a la ubicación de la población, las líneas de conducción pueden incrementar estos costos, además la alta demanda de este elemento y el crecimiento acelerado de la población hace que las fuentes existentes sean insuficientes para su abastecimiento, por lo cual el estado está en constante búsqueda de nuevas fuentes de aguas subterráneas, sobre todo para las áreas de menor presencia de aguas superficiales. Para este caso el Asentamiento Humano

Los Libertadores, a finales del año 2020, cuenta con un pozo de agua subterránea perforado a nivel definitivo que asegura una fuente de agua con la capacidad para abastecer a la población de esta localidad y las localidades aledañas.

Para la presente investigación se formula la siguiente problemática: **¿Cuál es la propuesta de diseño para el sistema de agua potable en el asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura - Piura, 2021?**

La investigación se lleva a cabo con la finalidad de poder brindar a la población del Asentamiento Humano Los Libertadores una propuesta de diseño para el sistema de agua potable, que permita conducir este elemento vital, las 24 horas del día, desde la fuente de agua y pueda ser distribuido a

cada vivienda, el que se encuentre acorde con la normativa técnica vigente teniendo en consideración el posible incremento de la demanda por parte del crecimiento de población.

Considerando que, el Asentamiento Humano Los Libertadores es una zona urbano marginal, es necesario la habilitación este sistema de agua potable para de esta forma reducir la incidencia de los casos de enfermedades gastrointestinales y afecciones a la piel, logrando mantener la correcta higiene personal, desinfección de alimentos, aseo en el hogar, entre otros. Así mismo se pretende tener mayores probabilidades de percibir financiamiento por parte del estado para proyectos ejecución de pistas y veredas, aumentando de así la calidad de vida en la población.

La investigación tiene como objetivo principal la elaboración de propuesta de diseño del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Los Libertadores distrito de Castilla, departamento de Piura.

Para cumplir con el objetivo principal, se ha determinado una serie de objetivos específicos que facilitaran el desarrollo de la investigación, dentro de los cuales se tiene, realizar los estudios básicos para el sistema de agua potable, determinar los parámetros de diseño para el sistema de agua potable, realizar el diseño del reservorio para el sistema de agua potable, realizar el diseño de las redes de distribución para el sistema de agua potable, realizar el diseño de las conexiones domiciliarias para el sistema de agua potable, con referencia al Asentamiento Humano Los Libertadores distrito de Castilla, departamento de Piura.

La investigación por ser de carácter no experimental no sugiere el planteamiento de hipótesis.

## II. MARCO TEÓRICO

Según las investigaciones internacionales se tiene los siguientes autores **AMPIE, David** y **MASIS, Alison** en su trabajo de investigación titulado: **“Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de la comunidad Pasó real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo”** (tesis de pregrado) – **Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (2017)**, donde concluye con una propuesta de sistema de abastecimiento que contará con una fuente de captación subterránea, un tanque de almacenamiento de 19,412 litros y la red de distribución con tubería de PVC de 1.5” a 2” y conexiones domiciliarias de 1/2”; beneficiando a 304 pobladores (población inicial) y 630 pobladores (población proyectada a 20 años). La selección de la tubería proyectada está diseñada para brindar una correcta presión en el sistema, que cumple con las Normas Técnicas de sistemas de agua potable para zonas rurales, en el sistema se proyecta la instalación de válvulas de aire. Así mismo es considerado la propuesta de Letrinas de hoyo seco ventilado, por su construcción rápida y practico mantenimiento.

Por otra parte, **TREJO, Héctor** en su trabajo de investigación titulado **“Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío La Cuesta, Cantón Tunas y diseño de puente vehicular para el caserío El Aguacate, Jutiapa, Jutiapa”** (tesis de pregrado) – **Universidad de San Carlos de Guatemala (2016)**, donde concluye que la posición de los lotes en la asociación, es importante que el suministro de agua potable del caserío La Cuesta sea ramificaciones abiertas ya que estas se encuentran muy dispersas, beneficiando a 373 personas con un periodo de diseño de 20 años. Es de mucha importancia porque podrán contar con el suministro de agua potable reduciendo enfermedades estomacales o infección estomacal a los pobladores del caserío La Cuesta.

También en esta sección se tiene la investigación del autor **PALMA, Freddy** titulada **“Estudio de factibilidad técnica de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas en población de 60 viviendas, comuna**

**de porvenir”** (tesis de pregrado) – **Universidad Austral de Chile (2015)**, dentro de sus objetivos buscan solucionar la problemática de la comuna, desarrollando un diseño de agua y alcantarillado mediante métodos tradicionales que cumplan con la normativa nacional. Para lo cual el autor concluye con un diseño de sistema de agua potable y alcantarillado para una población de 60 viviendas en la comuna de Porvenir, para su diseño se considera los antecedentes teóricos y generales del trabajo de investigación, su abastecimiento parte de una red existente conducido por tuberías de PVC clase 10 de diámetro de 4”, se considera dos grifos contra incendio de 4”, del diseño se obtiene una presión mínima de 15 m.c.a. para el caudal máximo horario y de 5.433 m.c.a. para el caudal máximo diario más el caudal de grifo contra incendio en el nudo 11.

Así mismo se tiene la siguiente investigación nacional de los autores **VARGAS, Juan y HUYHUA, Herixs**, titulado **“Ampliación y mejoramiento integral de los sistemas de agua potable y desagüe en las comunidades de Ccollotaro y Ccoyaraqui del distrito de Caicay, provincia de Paucartambo, región Cusco”** (tesis de pregrado) – **Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (2020)**, en el que cual los autores concluyen con una propuesta de diseño proyectada para una vida útil de 25 años, con mantenimientos periódicos en las instalaciones asegurando esta proyección; para el diseño de la línea de conducción se consideran una válvula purga y una válvula de aire; se proyecta una tubería de PVC clasificación 7.5 por tener mejores que las tuberías de asbesto cemento, con respecto a la manipulación, instalación, transporte y costos; y un reservorio de agua que cumple con las condiciones antisísmicas necesarias, por encontrarse dentro de la ciudad de Cusco, zonificada como un área de moderada sismicidad.

También se cuenta con el trabajo de investigación del autor **MERCADO, Kenyo**, en su trabajo de investigación titulado **“Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Los Libertadores”** (tesis de pregrado) – **Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (2019)**, el autor concluye que debido a la topografía irregular se

diseña un sistema de abastecimiento de agua por gravedad junto con una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), el cual a su vez cuenta con un sedimentador, un filtro lento y un clorinador, los que mejoran la calidad del agua debido a la presencia de bacterias encontrada en el análisis del agua; este sistema beneficiara a la comuna de Los Libertadores y localidades aledañas. Dentro de los componentes hidráulicos se tiene una línea de conducción de dos tramos con su respectiva ubicación de válvula de aire y de purga, también una red de distribución con diámetros de 3/4", 1" y 1.5" de PVC clase 7.5. La fuente de captación asegura el abastecimiento de agua el cual es de tipo barraje fijo sin canal de derivación y una planta de tratamiento con sedimentador y filtro lento de partículas, y un tanque de almacenamiento de 14 metros cúbicos.

Del mismo modo de la autoría de **CARPIO, Mikey** se tiene la investigación titulada **“Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado para la zona urbana del distrito de Querocoto, provincia de Chota, Cajamarca”** (tesis de pregrado) – Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo (2019), donde el autor concluye que se ha cumplido el tiempo de vida útil del sistema, por lo que es necesario realizar un nuevo diseño. Del estudio topográfico se observa una topografía accidentada y cuenta con la cota más alta de 2,572.40 msnm y la más baja de 2,373.98 msnm. La fuente de agua ofrece agua de calidad, sin necesidad de tratamiento, en la cantidad necesaria para satisfacer la demanda. El nuevo diseño se realiza para cubrir los requerimientos del 100% de la población, y abastecerá las 24 horas del día. Se proyectan 3 reservorios de 63 m<sup>3</sup>, 48 m<sup>3</sup> y 25 m<sup>3</sup> para las poblaciones del sector central, sector San Pedro y sector San Juan respectivamente, que cubrirán la demanda de la población para un periodo de 20 años.

También se puede encontrar en el ámbito local la investigación del autor **PALOMINO, Mario** titulada **“Diseño del sistema de agua potable en el Caserío Pueblo Nuevo, distrito de Buenos Aires, provincia de Morropón, región Piura”** (tesis de pregrado) - **Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (2019)** la cual concluye con la evaluación y análisis

de la fuente de captación tipo manantial denominada “El Naranja” teniendo como resultado un caudal de 2.35 litros por segundos y se proyecta un sistema de agua por gravedad con tubería de PVC clase 10 con diámetro de 43.4 milímetros para la línea de conducción y una longitud de 82.78 metros, y con diámetro de 22.9 milímetros para las redes de distribución con una longitud de 1998 metros; cumpliendo con los rangos de velocidad, en la línea de aducción de la fuente al reservorios del tipo apoyado, que van de 0.34 a 1.29 metros por segundos; se diseña un reservorio del tipo apoyado construido en concreto armado con una capacidad de 30 metros cúbicos, ubicado en la cota +161 msnm; y analizando que el sistema tiene un rango de presiones de 26.75 metros de columna de agua como máximo y 5.31 metros de columna de agua como mínimo.

Por otra parte, se tiene al autor **VALVERDE, Yanitza** con su investigación titulado **“Mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado en el AA. HH. Micaela Bastidas I, II, III, y IV etapa en el distrito Veintiséis de Octubre, provincia de Piura - departamento – Piura”** (tesis de pregrado) - **Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (2018)**, donde concluye con los resultados de la evaluación realizada a los sistemas de agua y alcantarillado, determinando que se intervendrá con el mejoramiento de estos sistemas en el Asentamiento Humano Micaela Bastidas en I, II, III y IV etapa, considerando que el sistema de abastecimiento de agua no satisface a la población actual y cuenta con una infraestructura deteriorada; se pretende mejorar la cobertura atendiendo a un total de 4065 habitantes. Se diseña una línea de distribución en PVC con diámetros de 148.4 a 102 mm de diámetro alcanzando presiones de 19 a 20 metros de columna de agua; se especifica que el diseño cumple con la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones (OS.010 – OS.100), al igual que los parámetros de diseño como presiones, velocidades máximas y mínimas.

También se cuenta con el trabajo de investigación del autor **ALERCA, Olmer** titulado: **“Mejoramiento del sistema integral de agua potable para los sectores de aradas de Chonta, Lanche y Naranja- Montero- Ayabaca - Piura”** (tesis de pregrado) - **Universidad Nacional de Piura (2019)**, donde

concluye con un diseño que cumple con los parámetros y normas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, lo que garantiza cubrir la demanda de los habitantes, para garantizar la calidad del agua se proyecta un sistema de clorinación, el diseño se realiza mediante software WaterCAD, recomendando su comprobación mediante hojas de cálculo. A través de datos recopilados en campo se obtiene la población futura usando el método aritmético, de acuerdo al número de habitantes no corresponde considerar un sistema contra incendios. Por la topografía de la zona se modela el sistema obteniendo que la mayoría de los nodos cumplen con las presiones admisibles, sin embargo, en algunos tramos no es posible cumplir con el rango de velocidad admisible, por lo que se prioriza mantener el rango de presiones en las salidas.

Para la presente investigación se realizará la propuesta de diseño utilizando como base teórica lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones; del cual se tomará en cuenta las Norma OS.010 Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano. La cual servirá de referencia para realizar la evaluación de la fuente de agua, que será un pozo existente dentro del Asentamiento Humano Los Libertadores. Así mismo se considera usar la Norma OS.050 Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano, la cual servirá de referencia para el diseño del sistema de tuberías que se encargaran de conducir el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las conexiones domiciliarias, se considera también los estudios topográficos y de mecánica de suelos; el caudal de diseño que estará en función a la comparación de gasto máximo horario y el gasto máximo diario, el que resulte mayor; el análisis hidráulicos para el sistema considerando un circuito cerrado utilizando el método de Hardy Cross o algún otro que sea equivalente; en el caso del análisis hidráulico para las tuberías de conducción se utilizará la fórmula de Hazen y Williams con los coeficientes de fricción establecidos por la normativa; los diámetros mínimos de la tubería de conducción que según la normativa será como mínimo de 75 mm, en este caso en particular se tendrá en consideración que al ser una fuente de agua subterránea el diámetro nominal mínimo es de 38 mm; la velocidad que deberá ser como máximo 3m/s; el cálculo de las presiones que será de 50

m como máximo para la presión estática y no menor de 10 m para la presión dinámica; las conexiones domiciliarias serán diseñadas contando con elementos que permitan la medición y el control del consumo del agua con una caja que permita su protección ante cualquier tipo de manipulación, ubicada como mínimo a 0.30 m de separación del límite de propiedad y en un área pública o de fácil y permanente acceso para la empresa prestadora de servicios.

Del mismo modo se tendrá en cuenta lo establecido en la Norma OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitarias, dentro del cual se norma la determinación de los parámetros para la obtención de la información básica que serán utilizados para el diseño del sistema de agua potable, como es la determinación del periodo de diseño (Vierendel,2009) indica que para una población de 2000 hasta 20000 habitantes se considera un periodo de diseño de 15 años, el cual será el recomendable para el presente proyecto; el cálculo de la población será calculado mediante el método de estimación geométrico para hallar la población para el periodo de diseño establecido, con la fórmula:

$$Pd=Pi*(1+(r*t)/100)$$

Donde:

t: periodo de diseño (años)

Pi: población inicial (habitantes)

Pd: población Futura o de diseño (habitantes)

r: tasa de crecimiento anual (%)

Nos indica también que para el cálculo de la dotación de agua debido a la ubicación geográfica del Asentamiento Humano Los Libertadores se usará una dotación de 220 l/hab/d, usará los parámetros de variaciones de consumo el cual será en función a la máxima anual de la demanda diaria y la máxima anual de la demanda horaria.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación.**

**Tipo de investigación:** La presente investigación está enmarcada en el tipo no experimental - descriptiva, la cual describe la realidad problemática de la situación actual sin alterar nada de ella, analizando el problema sin recurrir a pruebas de laboratorio; y corte transversal por que se ha realizado en el periodo de diciembre 2021.

#### **3.2. Variables y operacionalización.**

La variable para esta investigación es el sistema de agua potable, el cual se define como el conjunto de estructuras hidráulicas que permiten la conducción del agua potable, desde la fuente de captación hasta las conexiones domiciliarias beneficiando a la población.

#### **3.3. Población y muestra.**

Para llevar a cabo la investigación se determina que la población está compuesta por todos los asentamientos humanos en el distrito de Castilla, teniendo como muestra el asentamiento humano Los Libertadores.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Las técnicas a usarse en la presente investigación son las de observación, análisis documental y procesamiento de la información; también se determina que los instrumentos de recolección de datos son fichas de observación, fichas de recojo de información, hojas de cálculo y cuadros.

#### **3.5. Procedimientos.**

Se realizará el estudio o evaluación de las fichas de observación, así como las fichas de recojo para resumir datos relevantes, el procesamiento de la información los visualizaremos con hojas calculo que nos permitirá obtener información precisa para la propuesta de diseño.

#### **3.6. Métodos de análisis.**

Para el análisis e interpretación de los datos se recurrirá al uso de software como google earth, Microsoft Excel 2017, Civil 3D obteniendo volúmenes,

diámetros de tubería con lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones obras de saneamiento.

### **3.7. Aspectos éticos**

#### **3.7.1. Ética en la recolección de datos.**

Compromiso en la recolección de datos reales, sin alterar la realidad de las muestras para obtener resultados claros de la información recopilada en campo.

#### **3.7.2. Ética para el inicio de la evaluación.**

Para comenzar con la evaluación del diseño de agua potable se ha solicitado un permiso. Ya teniendo la aprobación organizamos las materias a utilizar para la ejecución del proyecto de investigación.

#### **3.7.3. Ética en resultados.**

Considerar las medidas y volúmenes reales para obtener los resultados precisos sin alteraciones.

#### **3.7.4. Ética para los análisis.**

Analizar los resultados teniendo en cuenta los parámetros y lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones.

#### **IV. RESULTADOS**

De acuerdo a los objetivos específicos planteados para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se ha podido obtener los siguientes resultados:

#### **4.1. OBJETIVO 01 - REALIZAR LOS ESTUDIOS BÁSICOS PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES**

##### **4.1.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO – ALTIMETRIA:**

##### **4.1.1.1. Ubicación geográfica:**

El asentamiento humano se encuentra ubicado políticamente en el departamento de Piura, provincia de Piura, distrito de Castilla, entre las coordenadas UTM WGS84 de Este: 546879 y por el Norte: 9426130 aproximadamente.

El proyecto de investigación se desarrolla en el área urbana, Asentamiento Humano Los Libertadores, geográficamente se encuentra ubicado conforme a lo siguiente:

Región:	Piura
Departamento:	Piura
Provincia:	Piura
Distrito:	Castilla
Localidad:	Asentamiento Humano Los Libertadores



Ilustración 1: Ubicación del departamento de Piura.  
Fuente: wikipedia.org

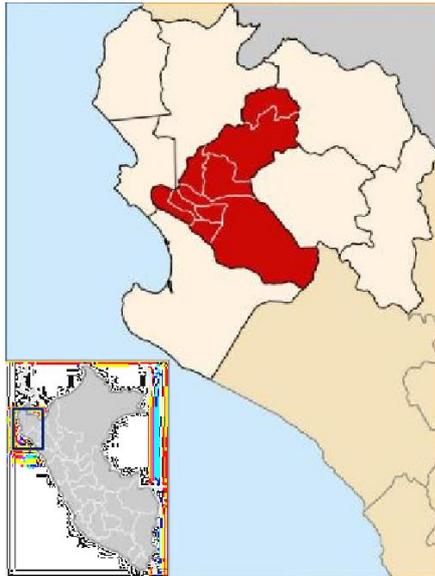


Ilustración 2: : Ubicación de la provincia de Piura  
Fuente: wikipedia.org



Ilustración 3: Ubicación del distrito de Castilla y Asentamiento Humano Los Libertadores  
Fuente: Municastilla.gob.pe

#### 4.1.1.2. Territorio:

El asentamiento humano Los Libertadores, tiene un relieve relativamente plano con desniveles poco pronunciados.

#### 4.1.1.3. Clima

Por su ubicación geográfica, el distrito de Castilla tiene un clima cálido y seco, para la temporada de verano se registran temperaturas entre 30°C y 34°C, lo cual produce en la sierra del departamento lluvias de alta intensidad, mientras que en invierno se registran temperaturas que oscilan entre 18°C y

26°C, para el resto de las estaciones del año no suele variar demasiado la temperatura.

#### **4.1.1.4. Altitud**

La altitud del distrito de Castilla oscila entre los 30 m.s.n.m.

#### **4.1.1.5. Levantamiento topográfico:**

##### **4.1.1.5.1. Método empleado:**

La ejecución del trabajo se dividió en dos fases, la primera de campo, donde se realizó una inspección visual de la zona y la recolección de puntos georeferenciales con GPS; la segunda de gabinete, donde se procesó, en la computadora, los datos obtenidos en campo teniendo como resultado los planos de levantamiento topográfico.

##### **4.1.1.5.2. Desarrollo del trabajo de campo:**

Luego de coordinado con la junta directiva del Asentamiento Humano Los Libertadores, se procedió a realizar el reconocimiento de la zona intervenida, ubicando puntos georeferenciales donde se encuentra ubicada la caseta del pozo de agua existente y donde será proyectado el reservorio elevado, así como algunos vértices de las manzanas perimetrales del Asentamiento Humano, que servirán de referencia para ser ubicados en el plano de lotización alcanzado por las autoridades del Asentamiento Humano.

##### **4.1.1.5.3. Desarrollo del trabajo de gabinete:**

En gabinete se hizo una evaluación de los datos registrados, verificando que sean concordantes con el plano de lotización y la georeferenciación obtenida en campo, para lo cual se ingresan los datos al programa Google Earth Pro y, a la vez, se importa el plano de lotización del Asentamiento Humano, haciendo una superposición del plano en la imagen satelital, con la finalidad de verificar la concordancia entre el plano y la realidad. Se traza una poligonal de un perímetro mayor al del Asentamiento Humano que servirá para la obtención de los datos para elaborar las curvas de nivel del terreno.

Posterior, mediante el software Global Mapper se ingresa la poligonal georreferenciada, mencionada anteriormente, para obtener los datos de elevación de la base de datos del software y ser exportados al programa AutoCAD Civil 3D, donde serán procesados los datos obtenidos, teniendo como resultado un plano con las curvas de nivel, que, servirán de base para el diseño del sistema de agua potable del Asentamiento Humano.

#### 4.1.1.6. Cuadro de puntos geo referenciales:

Se especifican los puntos geo referenciales de la ubicación del pozo existente y la ubicación proyectada del reservorio elevado obtenidos en campo.

ITEM	DESCRIPCION	CODIGO	ESTE	NORTE	COTA
01	Pozo Existente	PMP-1	546989.28	9426079.14	37.60
02	Tanque Elevado	T-1	546864.26	9425643.78	49.47

Tabla 1: Cuadro puntos geo referenciales.  
Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.1.7. Resultado de la topografía:

Se muestra como resultado el plano topográfico obtenido de los programas mencionados líneas arriba, los cuales serán utilizados como base para el diseño del sistema de distribución de agua potable.

#### 4.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO – LOTIZACION Y PERIMETRIA:

De la revisión de los planos de lotización y perimetría, se ha determinado que la distribución de áreas del Asentamiento Humano está compuesta según el siguiente cuadro:

USO	LOTES	AREA (M2)	% PARC.	% GEN.
Área de viviendas	852	150,311.25	49.65%	
Área de parques	2	24,674.00	8.15%	
Área verde	36	5,615.85	1.85%	
Área de educación	1	6,221.60	2.05%	
Área para otros fines	1	9,213.50	3.04%	
Área para servicios comunales	3	540.00	0.18%	
<b>AREA UTIL</b>	<b>895</b>	<b>196,576.20</b>		<b>64.93%</b>
<b>AREA DE CIRCULACION</b>		<b>106,186.42</b>		<b>35.07%</b>
<b>AREA TOTAL</b>		<b>302,762.62</b>		<b>100.00%</b>

Tabla 2: Cuadro general de distribución de áreas.  
Fuente: Plano levantamiento topográfico y adecuación de lotización – Los Libertadores.

De acuerdo con esta distribución de áreas del Asentamiento Humano, se partirá para realizar el cálculo de la demanda de agua.

Dentro de la evaluación, se elabora un plano donde se realizará la superposición del plano de lotización en la imagen satelital del área del proyecto, lo que permite verificar si la ubicación de los lotes existentes concuerda con los planos de lotización del Asentamiento Humano Los Libertadores, a continuación, se muestra el resultado:



Ilustración 4: Superposición de Lotización en Imagen Satelital.  
Fuente propia.

A continuación, se detalla la distribución de áreas por manzanas del Asentamiento Humano:

MANZANA A	
TOTAL	AREA(m2)
1	167.90
2	168.50
3	168.80
4	181.10
5	180.80
6	180.30
TOTAL 6	1047.40

MANZANA B	
TOTAL	AREA(m2)
1	160.30
2	160.70
3	161.00
4	161.20
5	172.60
6	172.40
7	172.00
8	171.50
TOTAL 8	1331.70

MANZANA C	
TOTAL	AREA(m2)
1	175.60
2	176.10
3	176.50
4	176.70
5	176.90
6	188.00
7	187.90
8	187.80
9	187.60
10	187.30
TOTAL 10	1820.40

MANZANA D	
TOTAL	AREA(m2)
1	186.40
2	180.00
3	180.00
4	180.00
5	180.00
6	40.00
7	180.00
8	180.00
9	180.00
10	180.00
11	167.00
TOTAL 11	1833.40

MANZANA E	
TOTAL	AREA(m2)
1	205.70
2	185.20
3	185.20
4	185.20
5	185.30
6	78.00
7	200.90
8	200.90
9	200.90
10	200.90
11	193.80
TOTAL 11	2022.00

MANZANA F	
TOTAL	AREA(m2)
1	203.30
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	66.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	202.90
TOTAL 15	2584.20

MANZANA G	
TOTAL	AREA(m2)
1	218.00
2	178.40
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	66.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	261.90
TOTAL 16	2836.30

MANZANA H	
TOTAL	AREA(m2)
1	235.70
2	157.00
3	170.40
4	183.80
5	197.20
6	210.60
7	224.10
TOTAL 7	1378.80

MANZANA I	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.05
2	176.05
3	176.05
4	176.05
5	176.05
6	176.05
7	259.65
TOTAL 7	1315.95

MANZANA J	
TOTAL	AREA(m2)
1	190.00
2	199.50
3	194.50
4	201.50
5	190.00
TOTAL 5	975.50

MANZANA K	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	88.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA L	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA N	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	234.20
11	212.30
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4230.50

MANZANA P	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA M	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	88.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA O	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	88.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA Q	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	88.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA R	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	246.00
8	239.10
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	88.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
TOTAL 18	3213.10

MANZANA S	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	88.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA T	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA U	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	88.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA V	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	234.30
6	211.70
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
TOTAL 14	2470.00

MANZANA W	
TOTAL	AREA(m2)
1	175.50
2	175.50
3	175.50
4	175.50
5	175.50
6	175.50
7	175.50
8	175.50
9	175.50
10	175.50
11	175.50
12	175.50
TOTAL 12	2106.00

MANZANA X	
TOTAL	AREA(m2)
1	171.00
2	182.30
3	182.30
4	182.30
5	182.30
6	171.00
7	171.00
8	171.00
9	182.20
10	182.20
11	182.20
12	182.20
13	171.00
14	171.00
TOTAL 14	2484.00

MANZANA Y	
TOTAL	AREA(m2)
1	1944.00
2	270.00
3	54.00
4	135.00
5	135.00
TOTAL 5	2538.00

MANZANA Z	
TOTAL	AREA(m2)
1	198.00
2	165.55
3	146.85
4	131.35
5	198.00
6	198.00
TOTAL 6	1037.75

MANZANA A1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	88.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA B1	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA C1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	88.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA D1	
TOTAL	AREA(m2)
1	236.65
2	207.60
3	178.75
4	149.95
5	121.15
TOTAL 5	894.10

MANZANA E1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	88.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA F1	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA G1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	88.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA J1	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA L1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	88.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA H1	
TOTAL	AREA(m2)
1	81.35
TOTAL 1	81.35

MANZANA K1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	233.25
10	229.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 22	3630.25

MANZANA M1	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA I1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	88.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA N1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	175.00
7	93.50
8	164.50
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
TOTAL 15	2545.00

MANZANA O1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	88.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA P1	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA Q1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	175.00
4	161.20
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
TOTAL 8	1392.20

MANZANA R1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	88.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA S1	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4136.00

MANZANA T1	
TOTAL	AREA(m2)
1	307.80
TOTAL 1	307.80

MANZANA U1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	88.00
14	176.00
15	176.00
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
TOTAL 20	3432.00

MANZANA V1	
TOTAL	AREA(m2)
1	88.00
2	176.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	176.00
10	176.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
15	163.40
16	176.00
17	176.00
18	176.00
19	176.00
20	176.00
21	176.00
22	176.00
23	176.00
24	176.00
TOTAL 24	4123.40

MANZANA W1	
TOTAL	AREA(m2)
1	6221.60
2	12860.80
TOTAL 2	19082.40

MANZANA X1	
TOTAL	AREA(m2)
1	170.00
2	170.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	170.00
9	170.00
TOTAL 9	1560.00

MANZANA Y1	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	170.00
3	170.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	170.00
10	170.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
TOTAL 14	2440.00

MANZANA Z1	
TOTAL	AREA(m2)
1	170.00
2	170.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	170.00
9	170.00
TOTAL 9	1560.00

MANZANA A2	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	170.00
3	170.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	170.00
10	170.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
TOTAL 14	2440.00

MANZANA B2	
TOTAL	AREA(m2)
1	9213.50
TOTAL 1	9213.50

MANZANA C2	
TOTAL	AREA(m2)
1	170.00
2	170.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	170.00
9	170.00
TOTAL 9	1560.00

MANZANA D2	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	170.00
3	170.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	170.00
10	170.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
TOTAL 14	2440.00

MANZANA E2	
TOTAL	AREA(m2)
1	170.00
2	170.00
3	176.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	170.00
9	170.00
TOTAL 9	1560.00

MANZANA F2	
TOTAL	AREA(m2)
1	176.00
2	170.00
3	170.00
4	176.00
5	176.00
6	176.00
7	176.00
8	176.00
9	170.00
10	170.00
11	176.00
12	176.00
13	176.00
14	176.00
TOTAL 14	2440.00

MANZANA G2	
TOTAL	AREA(m2)
1	11813.20
TOTAL 1	11813.20

Ilustración 5: Cuadro de áreas por manzanas.

Fuente: Plano levantamiento topográfico y adecuación de lotización – Los Libertadores.

De la evaluación realizada a los límites de cada una de las manzanas y verificada in situ se tiene el siguiente resultado:

En la calle del lado Este de la manzana “J” se encontraron lotes ubicados en el terreno con proyección a vía de circulación, no concordantes con el plano de lotización.



Ilustración 6: Evaluación de la manzana “J”

Fuente: Elaboración propia

En la calle del lado Este de la manzana "R" y "V" se encontraron lotes ubicados en el terreno con proyección a vía de circulación, no concordantes con el plano de lotización.



Ilustración 7: Evaluación de las manzanas "R" y "V"

Fuente: Elaboración propia

En la calle del lado Este de la manzana "Z" y "D1" se encontraron lotes ubicados en el terreno con proyección a vía de circulación, no concordantes con el plano de lotización.



Ilustración 8: Evaluación de las manzanas "Z" y "D1"

Fuente: Elaboración propia

En la calle del lado Este de la manzana "G1" y "K1" se encontraron lotes ubicados en el terreno con proyección a vía de circulación, no concordantes con el plano de lotización.



Ilustración 9: Evaluación de las manzanas "G1" y "K1"  
Fuente: Elaboración propia

En la calle del lado Este de la manzana "N1" y "Q1" se encontraron lotes ubicados en el terreno con proyección a vía de circulación, no concordantes con el plano de lotización.



Ilustración 10: Evaluación de las manzanas "N1" y "Q1"  
Fuente: Elaboración propia

En la calle del lado Norte de la manzana “T1” se encontraron lotes ubicados en el terreno con proyección a vía de circulación, no concordantes con el plano de lotización.



Ilustración 11: Evaluación de la manzana “T1”  
Fuente: Elaboración propia

En las manzanas “X1” se encontró que la distribución de los lotes no corresponde al plano de lotización; y en la manzana “W1” existen construcciones que no están proyectadas de acuerdo a uso del lote.



Ilustración 12: Evaluación de la manzana “X1” y “W1”  
Fuente: Elaboración propia

En las manzanas "Z1", "C2" y "E2" se encontró que la distribución de los lotes no corresponde al plano de lotización.



Ilustración 13: Evaluación de las manzanas "Z1", "C2" y "E2"  
Fuente: Elaboración propia

En la manzana "G2" existen construcciones que no están proyectadas de acuerdo a uso del lote.



Ilustración 14: Evaluación de las manzanas "G2"  
Fuente: Elaboración propia

De la evaluación realizada a los planos de lotización del Asentamiento Humano Los Libertadores, se aprecia en las imágenes satelitales que, al realizar la superposición del plano de lotización existen edificaciones construidas dentro de áreas de usos distintos a viviendas o similares, o en su defecto cuentan con una distribución distinta a la proyectada, teniendo esto una incidencia del 27.12% (16 manzanas) de un total de 59 manzanas, siendo este el caso de las manzanas “J”, “R”, “V”, “Z”, “D1”, “G1”, “K1”, “N1”, “Q1”, “T1”, “X1”, “W1”, “Z1”, “C2”, “E2” y “G2”.

#### **4.1.3. PRUEBA DE BOMBEO DE POZO TUBULAR**

De la revisión documentaria de la prueba de bombeo se han extraído los datos mostrados a continuación

##### **4.1.3.1. Prueba de rendimiento del pozo:**

La presente prueba implica el conocimiento de la geometría de los reservorios y la definición de las condiciones límites, ya sea como la evaluación de los parámetros hidrodinámicos del sistema de acuíferos siendo estos determinados en la interpretación de las medidas y observaciones precisas y metódicas efectuadas durante los ensayos de bombeo. El programa de ensayo debe ser adoptado en función de la naturaleza del sistema a evaluar, los parámetros investigados teniéndose en consideración los objetivo e interpretar dentro de una optimización del costo que puede representar la ejecución del ensayo. No existe un método universal para realizar un ensayo de bombeo, debiendo los mismos tener un objetivo preciso y ser adoptados a las condiciones hidrogeológicas particulares a fin de evitar generar resultados inconsistentes.

##### **4.1.3.2. Test de producción del pozo:**

La finalidad del test de pozo consiste en evaluar las características del pozo para definir el caudal óptimo de explotación de acuerdo con el interés de uso racional, teniendo en cuenta las pérdidas de cargas imputadas al acuífero por la perforación y por el proyecto constructivo. El programa de ensayo consiste en una secuencia de descensos a caudal creciente y de duración constante. Los caudales de cada etapa son definidos en función de lo valores

del test de acuífero. Para un buen resultado de los ensayos es importante observar algunas indicaciones, como son:

- Antes de iniciar los ensayos el pozo debe estar inactivo durante un período mínimo de 24 horas, para obtener un nivel estático representativo.
- El bombeo debe ser realizado con bombas sumergibles o de eje prolongado, con capacidad de extraer un caudal igual o superior al estimado en el ensayo preliminar.
- El pozo debe estar equipado con una tubería auxiliar de diámetro 2" a 3" que permita la introducción de una sonda para medir el nivel del agua con precisión centimétrica.
- Las mediciones de caudal deben ser efectuadas con dispositivos compatibles con las tasas de bombeo, sin restricción de caudal para los sistemas continuos como hidrómetros, medidores eléctricos, vertederos, orificios calibrados o también utilizar los volumétricos cuando el caudal es inferior a 20 m<sup>3</sup> /h.
- La tubería de descarga debe ser dotada de una válvula de regulación adecuada, permitiendo maniobras rápidas para la modificación del caudal.
- La descarga de agua bombeada donde el acuífero se encuentra en condiciones libres o en áreas de afloramientos debe ser realizado de manera de evitar recarga inducida hacia el pozo.
- Las medidas de nivel de agua durante los ensayos de descensos, recuperación y de producción deben seguir la frecuencia de tiempo baja y en los intervalos indicados, lo que permitirá una facilidad cuando se realice interpretación de los ensayos en papel monolog (equidistancia de puntos).
- Después del regulado inicial, las medidas de caudal durante el ensayo de bombeo deben ser realizadas a intervalos de una hora.

- Durante los ensayos deben ser elaborados gráficos de acompañamiento, dibujándose los niveles de agua o los descensos en función del tiempo en papel semilog. El comportamiento gráfico debe permitir al técnico y la fiscalización elementos para decidir sobre la prolongación del tiempo de bombeo o de recuperación y la paralización del ensayo cuando se hayan alcanzado los objetivos.
- El test de producción debe ser interpretado en el campo para verificar las condiciones de desarrollo del pozo y en caso sea necesario repetir el ensayo.
- Durante el desarrollo de los ensayos (acuífero o producción) es aconsejado verificar la presencia de arena con la instalación de un ciclón para efectuar las debidas mediciones instantáneas y acumuladas. También se debe monitorear la temperatura del agua durante el test.
- Después de los ensayos de acuífero y de producción, cuando son parte de una batería en zona de interferencia, se recomienda la realización de un ensayo complementario con el bombeo simultáneo de todos los pozos, durante por lo menos 20 horas con la finalidad de conocer las condiciones reales de explotación del acuífero de forma dinámica y calibrar los parámetros determinados.

#### **4.1.3.3. Análisis de resultados:**

A continuación, se muestra el cuadro de resultados que se obtuvieron durante la prueba de bombeo del pozo, los cuales fueron extraídos del Informe final de prueba de bombeo en la asociación de viviendas "Los Libertadores".

PRUEBA DE BOMBEO POZO TUBULAR			
POZO: LOS LIBERTADORES	FECHA:	04 - 07 Noviembre 2020	
NE 2000 m	PRUEBA:	CAUDAL ABIERTO	
ND: 2850 m	PROF. BOMBA:	4000 m	
HORA	MINUTOS	ND	Q (l/seg)
	5	26.48	21.4
	10	26.36	
	15	26.29	203
	20	26.31	
	25	27.97	
	30	28.11	
	35	28.22	
	40	28.4	
	45	28.28	
	50	28.31	
	55	28.21	
1	60	28.64	
	90	28.98	
2	120	28.34	208
	150	28.67	
3	180	28.68	
	210	28.7	
4	240	28.74	
	270	28.79	
5	300	28.53	20.1
	330	28.29	
6	360	28.12	
	390	28.66	
7	420	28.45	
	450	28.38	
8	480	28.37	
	510	28.29	20.5
9	540	28.42	
	570	28.39	
10	600	28.61	
	630	28.31	
11	660	28.28	203
	690	28.29	
12	720	28.4	

Ilustración 15: Resultado de Prueba de Bombeo de 0 a 12 horas.  
Fuente: Informe final de prueba de bombeo en la asociación de viviendas "Los Libertadores"

HORA	MINUTOS	N.O	Q (l/seg)
13	780	28.51	
14	840	28.48	
15	900	28.56	20.4
16	960	28.57	
17	1020	28.68	
18	1080	28.54	
19	1140	28.48	
20	1200	28.49	20.5
21	1260	28.52	
22	1320	28.54	
23	1380	28.51	
24	1440	28.51	20.5
25	1500	28.52	
26	1560	28.52	
27	1620	28.54	
28	1680	28.61	
29	1740	28.59	
30	1800	28.6	20.5
31	1860	28.2	
32	1920	28.3	
33	1980	28.29	
34	2040	28.41	
35	2100	28.51	20.4
36	2160	28.44	
37	2220	28.47	
38	2280	28.56	
39	2340	28.51	
40	2400	28.55	20.4
41	2460	28.54	
42	2520	28.5	
43	2580	28.47	
44	2640	28.47	
45	2700	28.46	20.5
46	2760	28.44	

Ilustración 16: Resultado de Prueba de Bombeo de 13 a 46 horas.  
Fuente: Informe final de prueba de bombeo en la asociación de viviendas "Los Libertadores"

#### 4.1.3.4. Resultado de parámetros del estudio:

- Caudal promedio: 20.5 litros por segundo
- Nivel estático: 20.00 metros
- Nivel Dinámico: 28.5 metros
- Abatimiento: 8.5 metros

Se puede apreciar en las curvas que el mayor descenso se presenta dentro de la primera media hora del tiempo transcurrido, con un caudal de 21.4 l/s presentando estabilidad prolongada con un caudal máximo de 20.6 l/s.

#### **4.1.3.5. Recomendaciones del estudio:**

- Se recomienda la instalación de una bomba sumergible con impulsores de tazones para un caudal igual o mayor a los 15 l/s.
- La potencia de la bomba debe ser de mayor a los 15 HP debido a que se trata de abastecer a la mayor parte de la población posible.
- La tubería de producción de la bomba instalada en el pozo de Los Libertadores deberá ser mayor o igual a 3 pulgadas.
- La bomba debe poseer una conexión trifásica 220 y/o 380.
- Se debe instalar la bomba sumergible en el pozo denominado Los Libertadores a una profundidad de 50-60 metros.
- No se recomienda la instalación de la bomba sumergible en el pozo Los Libertadores en la parte de la tubería ranurada (filtros) pues esto representa un problema de arenamiento del pozo.
- Se recomienda la limpieza y desinfección del pozo Los Libertadores con un periodo de tiempo de 2 años para asegurar la vida productiva del pozo.
- El abatimiento del pozo es de 8.5 metros por lo que se asegura la productividad del pozo.
- Se recomienda la construcción de un reservorio para almacenar el agua del pozo y evitar el constante encendido de la bomba, la cual debe funcionar con un sistema automático.

#### **4.2. OBJETIVO 02 - DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES**

De la revisión de la normativa técnica vigente se ha determinado los parámetros de diseño para el sistema de agua potable del Asentamiento Humano Los Libertadores, los cuales se especifican a continuación:

##### **4.2.1. PERIODO DE DISEÑO:**

Para el cálculo del periodo de diseño, consideraremos que, según el Numeral **1.2 Periodo de Diseño** de la Norma **OS 0.100 Consideraciones Básicas**

de Diseño de Infraestructura del Reglamento Nacional de Edificaciones, se tiene:

“Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliaciones de servicio en asentamientos existentes, el periodo de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los periodos óptimos para cada componente de los sistemas.”

De la revisión de la normativa vigente, y la teoría de Vierendel, se determinará que al contar con una población de entre 2,000 a 20,000 habitantes se considera un periodo de diseño de 15 años y se adiciona un periodo de 5 años para efectos de estudios. Con lo cual se obtendrá un **Periodo de Diseño de 20 años**.

#### 4.2.2. POBLACIÓN:

Para el cálculo de la población de diseño, según el **Numeral 4.3 Población** de la Norma **OS 0.50 Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano** del **Reglamento Nacional de Edificaciones**, se tiene:

“Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.”

Para determinar la tasa de crecimiento poblacional se trabajó con los datos publicados por el **Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)**, de donde se obtienen los siguientes datos:

##### 4.2.2.1. Censos Nacionales 1981

Según los Censos Nacionales 1981 VIII de Población y III de Vivienda, se obtiene que la población censada por el INEI, en el distrito de Castilla, es de 74,723 habitantes.

AREA # 200103 CASTILLA			
Categorías	Casos	%	Acumulado %
Hombre	35,884	48.02	48.02
Mujer	38,839	51.98	100.00
<b>Total</b>	<b>74,723</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Ilustración 17: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1981.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)

#### 4.2.2.2. Censos Nacionales 1993

Según los Censos Nacionales 1993 IX de Población y IV de Vivienda, se obtiene que la población censada por el INEI, en el distrito de Castilla, es de 91,442 habitantes.

CUADRO N° 1: POBLACION TOTAL, POR AREA URBANA Y RURAL, Y SEXO, SEGUN EDADES SIMPLES

DIA DEL CENSO: 11 DE JUL.93

EDADES SIMPLES	POBLACION		URBANA		RURAL				
	N		A						
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES			
DISTRITO CASTILLA	91442	44034	47408	90642	43612	47030	800	422	378

Ilustración 18: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1993.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)

#### 4.2.2.3. Censos Nacionales 2007

Según los Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda, se obtiene que la población censada por el INEI, en el Distrito de Castilla, es de 123,692 habitantes.

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 CASTILLA (000)	123,692	59,834	63,858	122,620	59,281	63,339	1,072	553	519

Ilustración 19: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1993.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)

#### 4.2.2.4. Censos Nacionales 2017

Según los Censos Nacionales 2017 XII de Población, VII de Viviendas y III de Comunidades Indígenas, se obtiene que la población censada por el INEI, en el Distrito de Castilla, es de 166,684 habitantes.

AREA # 200104		Piura, Piura, distrito: Castilla		
P: Sexo	Casos	%	Acumulado %	
Hombre	83 032	49,81%	49,81%	
Mujer	83 652	50,19%	100,00%	
<b>Total</b>	<b>166 684</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	

Ilustración 20: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1993.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)

#### 4.2.2.5. Resumen de población Censada 1981 - 2017

De la revisión documentaria realizada se puede determinar el siguiente cuadro resumen:

Año	Población (hab.)
<b>1981</b>	74,723
<b>1993</b>	91,442
<b>2007</b>	123,692
<b>2017</b>	166,684

Tabla 3: Resultado de Población Censada en el distrito de castilla para el año 1993.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)

#### 4.2.2.6. Método de estimación de población futura

La tasa de crecimiento se determina con el **METODO DE ESTIMACION GEOMETRICO**, debido a que la población en análisis se encuentra en un periodo de saturación. Por lo cual se tienen las siguientes formulas:

$$P = P * r^{(t-t_0)}$$

$$r = t_{i+1} - \sqrt[t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_i}}$$

Por lo cual calculamos el **Factor de cambio de las poblaciones (r)**, obteniendo el siguiente resultado:

Año	Población (hab.)	Δt	r
<b>1981</b>	74,723		
<b>1993</b>	91,442	12	1.017
<b>2007</b>	123,692	14	1.022
<b>2017</b>	166,684	10	1.030
		<b>r<sub>prom</sub></b>	<b>1.023</b>

Tabla 4: Calculo del Factor de cambio de las poblaciones (r) Promedio.  
Fuente: propia

#### 4.2.2.7. Cálculo de poblaciones de diseño

##### 4.2.2.7.1. Viviendas

La población inicial está en función a los lotes existentes, del plano de lotización se determina que existen 852 lotes destinados a viviendas.

De acuerdo al **Artículo 7 Densidad Poblacional** de la **Norma A.020 Vivienda** del **Reglamento Nacional de Edificaciones**, se considera una densidad poblacional de 4 habitantes por lote, de lo cual se obtiene que, la población inicial es de 3,408 habitantes.

De acuerdo al **Periodo de Diseño** determinado, que será de **20 años**, y al **Factor de cambio de las poblaciones (r)**, que será **1.023**, se obtiene que, la población de diseño al **año 2042** será de **5389 habitantes**, expresado en el siguiente cuadro:

Año	$\Delta t$		Población (hab.)	$r_{prom}$
2022	0		3408	
2023	1	1	3487	1.023
2024	2	1	3568	1.023
2025	3	1	3651	1.023
2026	4	1	3736	1.023
2027	5	1	3823	1.023
2028	6	1	3912	1.023
2029	7	1	4003	1.023
2030	8	1	4096	1.023
2031	9	1	4191	1.023
2032	10	1	4288	1.023
2033	11	1	4387	1.023
2034	12	1	4488	1.023
2035	13	1	4592	1.023
2036	14	1	4698	1.023
2037	15	1	4807	1.023
2038	16	1	4918	1.023
2039	17	1	5032	1.023
2040	18	1	5148	1.023
2041	19	1	5267	1.023
2042	20	1	5389	1.023

Tabla 5: Cálculo de Población de Diseño al año 2042.  
Fuente: propia

#### 4.2.2.7.2. Educación

Del plano de Trazado y Lotización se determina que existen 1 lote destinados a educación, con un área de 6221.60 m<sup>2</sup>.

De acuerdo al **Numeral 8.2 Área de los terrenos para intervenciones de IIEE públicas** de la **Norma Técnica Criterio de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria** Se especifica el cálculo de la cantidad de ocupantes para locales educacionales en el siguiente cuadro:

Nivel	# Secciones	# Alumnos	ocupantes
Primaria	6	30	180
Secundaria	5	30	150
Total de ocupantes			330

Tabla 6: Calculo de ocupantes en servicios educativos.

Fuente: propia

#### 4.2.2.7.3. Otros fines – Comercial

Del plano de Trazado y Lotización se determina que existen 1 lote destinados a otros fines, donde se considera de uso comercial, con un área de 9213.50 m<sup>2</sup> y se considera un área útil de 7,370.00 m<sup>2</sup>.

#### 4.2.2.7.4. Servicios comunales

Del plano de Trazado y Lotización se determina que existen 3 lote destinados a servicios comunales, con un área de 540.00 m<sup>2</sup> y se considera un área útil de 360.00 m<sup>2</sup>.

De acuerdo al **Artículo 11** de la **Norma A.090 Servicios comunales** del **Reglamento Nacional de Edificaciones**, según la tabla de ocupación para Amientes de Reunión se considera por persona 1 m<sup>2</sup>.

Para los lotes de servicios comunales se considera un total de 360 habitantes (asientos).

#### 4.2.2.7.5. Áreas Verdes

Del plano de Trazado y Lotización se determina que existen 36 lote destinados a áreas verdes, con un área de 5615.85 m<sup>2</sup> y 2 lote destinados a parques, con un área de 24,674.00 m<sup>2</sup>; en total 30,289.85 m<sup>2</sup>.

#### **4.2.3. DOTACIÓN UNITARIA:**

De la revisión documentaria del **Reglamento Nacional de Edificaciones**, en el **Numeral 1.4 Dotación de Agua** de la **Norma OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria** y el **Numeral 2.2 Dotaciones** de la **Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones**, se designa la dotación unitaria de agua para cada uno de los distintos fines que tienen los lotes del Asentamiento Humano, según el siguiente detalle

##### **4.2.3.1.1. Dotación de agua para viviendas, de acuerdo al número de habitantes:**

La dotación de agua en climas cálidos es de 220 l/hab/d.

##### **4.2.3.1.2. Dotación de agua para locales educacionales:**

La dotación de agua para locales educacionales es de 50 l/hab/d.

##### **4.2.3.1.3. Dotación de agua para locales comerciales (otros fines):**

La dotación de agua para locales comerciales es de 6 l/d por m<sup>2</sup>.

##### **4.2.3.1.4. Dotación de agua para servicios comunales:**

La dotación de agua para locales de espectáculos o centros de reuniones es de 3 l/d por asiento.

##### **4.2.3.2. Dotación de agua para áreas verdes:**

La dotación de agua para áreas verdes es de 2 l/d por m<sup>2</sup>.

#### **4.2.4. CALCULO DEL CONSUMO DE AGUA:**

Para el cálculo del consumo de agua para el proyecto se halla el producto de la población con la dotación unitaria de agua para cada uno de los distintos fines que tienen los lotes, obteniendo se un total de 1,307,965.00 litros por día. Se detalla el cálculo en el siguiente cuadro.

<b>Población</b>	<b>U.M.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Dotación</b>	<b>Consumo</b>	<b>U.M</b>
<b>Vivienda</b>	hab	5,389	220	1,185,580.00	l/d

Educación	hab	330	50	16,500.00	l/d
Comercio	m2	9,213.50	6	44,224.80	l/d
Serv. Comun.	asiento	360	3	1,080.00	l/d
A. Verdes	m2	30,289.85	2	60,580.00	l/d
			<b>TOTAL</b>	<b>1,307,965.00</b>	<b>l/d</b>

Tabla 7: Calculo de consumo de agua.

Fuente: propia

#### 4.2.5. VARIACIONES DE CONSUMO:

##### 4.2.5.1. Promedio anual de la demanda ( $Q_p$ ):

$$Q_p = \frac{Dot.*Pob.}{86,400}$$

$$Q_p = \frac{1,307,965}{86,400}$$

$$Q_p = 15.14 \text{ l/s}$$

##### 4.2.5.2. Máximo anual de la demanda diaria:

Se considera el coeficiente  $k_1 = 1.3$

$$Q_{m\acute{a}x.Diario} = Q_p * K_1$$

$$Q_{m\acute{a}x.Diario} = 15.14 * 1.3$$

$$Q_{m\acute{a}x.Diario} = 19.68 \text{ l/s}$$

##### 4.2.5.3. Máximo anual de la demanda horaria:

Para poblaciones de 2,000 a 10,000 habitantes se considera el coeficiente  $k_2 = 2$

$$Q_{m\acute{a}x.Horario} = Q_p * K_2$$

$$Q_{m\acute{a}x.Horario} = 15.14 * 2$$

$$Q_{m\acute{a}x.Horario} = 30.28 \text{ l/s}$$

##### 4.2.5.4. Gasto máximo horario del día de máximo consumo:

$$Q_{m\acute{a}x.m\acute{a}x.} = Q_p * K_1 * K_2$$

$$Q_{m\acute{a}x.m\acute{a}x.} = 15.14 * 1.3 * 2$$

$$Q_{m\acute{a}x.m\acute{a}x.} = 39.36 \text{ l/s}$$

#### 4.2.5.5. Variaciones de consumo por año:

Se elabora el cálculo de las variaciones de consumo por año para el total del periodo de diseño del proyecto, el cual se detalla a continuación:

Año		Demanda Agua		Caudales (lps)			
		l/d	m3/año	Qp	Qmd	Qmh	Qb
2022	0	872,145	318,333	10.09	13.12	20.19	26.25
Año		Demanda Agua		Caudales (lps)			
		l/d	m3/año	Qp	Qmd	Qmh	Qb
2023		l/d	m3/año	Qp	Qmd	Qmh	Qb
2024	2	907,345	331,181	10.50	13.65	21.00	27.30
2025	3	925,605	337,846	10.71	13.93	21.43	27.85
2026	4	944,305	344,671	10.93	14.21	21.86	28.42
2027	5	963,445	351,657	11.15	14.50	22.30	28.99
2028	6	983,025	358,804	11.38	14.79	22.76	29.58
2029	7	1,003,045	366,111	11.61	15.09	23.22	30.18
2030	8	1,023,505	373,579	11.85	15.40	23.69	30.80
2031	9	1,044,405	381,208	12.09	15.71	24.18	31.43
2032	10	1,065,745	388,997	12.34	16.04	24.67	32.07
2033	11	1,087,525	396,947	12.59	16.36	25.17	32.73
2034	12	1,109,745	405,057	12.84	16.70	25.69	33.40
2035	13	1,132,625	413,408	13.11	17.04	26.22	34.08
2036	14	1,155,945	421,920	13.38	17.39	26.76	34.79
2037	15	1,179,925	430,673	13.66	17.75	27.31	35.51
2038	16	1,204,345	439,586	13.94	18.12	27.88	36.24
2039	17	1,229,425	448,740	14.23	18.50	28.46	37.00
2040	18	1,254,945	458,055	14.52	18.88	29.05	37.76
2041	19	1,281,125	467,611	14.83	19.28	29.66	38.55
2042	20	1,307,965	477,407	15.14	19.68	30.28	39.36

Tabla 8: Cálculo de Variaciones de consumo por año.  
Fuente: propia

### 4.3. OBJETIVO 3 - REALIZAR EL DISEÑO DEL RESERVORIO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES

#### 4.3.1. VOLUMEN DE RESERVORIO:

Según, el Numeral 4 Volumen de Almacenamiento de la Norma OS.030 Almacenamiento de Agua para Consumo Humano del Reglamento Nacional de Edificaciones, se determinan los siguientes cálculos.

#### 4.3.1.1. Volumen de regulación (Vreg):

$$V_{reg} = 0.25 * Q_p * 86400$$

$$V_{reg} = 0.25 * 14.56 * 86400$$

$$V_{reg} = 314,496 \text{ lt} \cong \mathbf{315 \text{ m}^3}$$

#### 4.3.1.2. Volumen de contra incendio (Vi):

$$V_i = \mathbf{50 \text{ m}^3}$$

#### 4.3.1.3. Volumen de reservorio total (Vt):

$$V_t = V_{reg} + V_i$$

$$V_t = 315 + 50$$

$$V_t = \mathbf{365 \text{ m}^3} \cong \mathbf{400 \text{ m}^3}$$

#### 4.3.1.4. Dimensionamiento del diámetro interior del reservorio:

Volumen  $V = 400.00 \text{ m}^3$

Altura de agua  $h_1 = 4.00 \text{ m}$

Altura libre de Agua  $h_2 = 0.30 \text{ m}$

Altura total de Caisson  $H = 4.30 \text{ m}$

El diámetro será:  $D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi(H)}}$

Diámetro  $D = 10.88 \text{ m} = 11.00 \text{ m}$

Radio  $R = 5.50 \text{ m}$

### 4.4. OBJETIVO 4 - REALIZAR EL DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES

#### 4.4.1. CÁLCULO DE LINEA DE IMPULSIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO PARA UN PERIODO DE 0 A 10 AÑOS

##### 4.4.1.1. DATOS BASICOS DEL DISEÑO

Población de Inicial - Año 2022	3408	hab
Periodo de Diseño para Eq. Bombeo	10	años
Poblacion de Diseño - Año 2032	4288	hab
Promedio anual de la demanda (Qp)	12.34	l/s

Coeficiente K1	1.30	
Caudal Maximo diario (Qmd)	16.04	l/s
Horas de Bombeo (Hb)	18.00	horas
<b>Caudal de Impulsión (Qi) = Qmd*(24/Hb)</b>	<b>21.38</b>	<b>l/s</b>

Tabla 9: Línea de Impulsión - Datos básicos del diseño.

Fuente: propia

#### 4.4.1.2. CÁLCULO DE DIAMETRO EN FUNCION AL CAUDAL

Velocidad Asumida (V)	1.50	m/s
Caudal de Impulsión (Qi)	0.0214	m3/s
Área = Qi/V	0.0143	m2
Diámetro Mínimo (Dm)	134.72	mm
<b>Diámetro Mínimo (Dm)</b>	<b>5.30</b>	<b>pulgadas</b>

Tabla 10: Línea de Impulsión - Diámetro mínimo.

Fuente: propia

#### 4.4.1.3. CÁLCULO DE DIÁMETRO USANDO FORMULA DE BRESSE

Caudal de Impulsión (Qi)	0.0214	m3/s
Constante K = 1.1<K<1.3	1.10	
Diámetro Máximo (DM) = K*(Qi^(1/2))	160.84	mm
<b>Diámetro Máximo (DM)</b>	<b>6.3324</b>	<b>pulgadas</b>

Tabla 11: Línea de Impulsión Diámetro máximo.

Fuente: propia

#### 4.4.1.4. SELECCIÓN DE DIÁMETRO COMERCIAL

Diámetro Mínimo (Dm)	5.30	pulgadas
Diámetro Máximo (DM)	6.33	pulgadas
<b>Diametro Comercial (D)</b>	<b>6.00</b>	<b>pulgadas</b>

Tabla 12: Línea de Impulsión –Diámetro comercial.

Fuente: propia

#### 4.4.1.5. CÁLCULO DE PEDIDA DE CARGA USANDO HAZEN Y WILLIAMS

<b>FORMULA HAZEN Y WILLIAMS <math>Q=0.0004264 \cdot C \cdot (D^{2.65}) \cdot ((hf/L)^{0.54})</math></b>		
Diametro Comercial (D)	6.00	pulgadas
Coeficiente de Hazen "C"	150.00	(pie <sup>0.5</sup> )/s
Caudal de Impulsión (Qi)	21.38	L/s
Longitud de Linea de Impulsión (Li)	0.493	km
<b>Perdida de carga (hf)</b>	<b>3.54</b>	<b>m</b>

Tabla 13: Línea de Impulsión – Perdida de Carga.

Fuente: propia

#### 4.4.1.6. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

FORMULA PARA POTENCIA DE BOMBA  $P_b=(Y \cdot Q_i \cdot H)/(75 \cdot n)$

Peso específico del agua (Y)	1,000.00	kg/m <sup>3</sup>
Caudal de Impulsión (Qi)	0.0214	m <sup>3</sup> /s
Cota del pozo	37.60	msnm
Nivel Dinámico del Pozo (hp)	28.50	m
Profundida de ubicación de bomba	40.00	m
Cota de bomba (Cbo)	-2.40	msnm
Cota de Reservorio Elevado	49.46	msnm
Cota de Nivel Máximo de Reservorio (Crv)	63.96	msnm
Presion de Llegada al Reservorio (Prv)	3.00	m
Altura geometrica(Ag = Cbo-Crv)	66.36	m
Perdida de carga (hf)	3.54	m
<b>ALTURA DINAMICA TOTAL (H = Ag+Prv+hf)</b>	<b>72.90</b>	<b>m</b>
Eficiencia de la Bomba (n)	90.00	%
<b>Potencia de Bomba (Pb)</b>	<b>23.09</b>	<b>HP</b>

Tabla 14: Línea de Impulsión – Potencia de Bomba.  
Fuente: propia

#### 4.4.2. CÁLCULO DE LINEA DE IMPULSIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO PARA UN PERIODO DE 11 A 20 AÑOS

##### 4.4.2.1. DATOS BASICOS DEL DISEÑO

Población de Inicial - Año 2022	3408	hab
Periodo de Diseño para Eq. Bombeo	20	años
Poblacion de Diseño - Año 2042	5389	hab
Promedio anual de la demanda (Qp)	15.14	l/s
Coeficiente K1	1.30	
Caudal Maximo diario (Qmd)	19.68	l/s
Horas de Bombeo (Hb)	18.00	horas
<b>Caudal de Impulsión (Qi) = Qmd*(24/Hb)</b>	<b>26.24</b>	<b>l/s</b>

Tabla 15: Línea de Impulsión - Datos básicos del diseño.  
Fuente: propia

##### 4.4.2.2. CÁLCULO DE DIAMETRO EN FUNCION AL CAUDAL

Velocidad Asumida (V)	1.50	m/s
Caudal de Impulsión (Qi)	0.0262	m <sup>3</sup> /s
Área = Qi/V	0.0175	m <sup>2</sup>
Diámetro Mínimo (Dm)	149.24	mm
<b>Diámetro Mínimo (Dm)</b>	<b>5.88</b>	<b>pulgadas</b>

Tabla 16: Línea de Impulsión - Diámetro mínimo.  
Fuente: propia

##### 4.4.2.3. CÁLCULO DE DIÁMETRO USANDO FORMULA DE BRESSE

Caudal de Impulsión (Qi)	0.0262	m <sup>3</sup> /s
--------------------------	--------	-------------------

Constante K = $1.1 < K < 1.3$	1.10	
Diámetro Máximo (DM) = $K \cdot (Q_i^{1/2})$	178.19	mm
<b>Diámetro Máximo (DM)</b>	<b>7.02</b>	<b>pulgadas</b>

Tabla 17: Línea de Impulsión Diámetro máximo.

Fuente: propia

#### 4.4.2.4. SELECCIÓN DE DIÁMETRO COMERCIAL

Diámetro Mínimo (Dm)	5.88	pulgadas
Diámetro Máximo (DM)	7.02	pulgadas
<b>Diametro Comercial (D)</b>	<b>6.00</b>	<b>pulgadas</b>

Tabla 18: Línea de Impulsión – Diámetro comercial.

Fuente: propia

#### 4.4.2.5. CÁLCULO DE PEDIDA DE CARGA USANDO HAZEN Y WILLIAMS

FORMULA HAZEN Y WILLIAMS $Q = 0.0004264 \cdot C \cdot (D^{2.65}) \cdot ((hf/L)^{0.54})$		
Diametro Comercial (D)	6.00	pulgadas
Coeficiente de Hazen "C"	150.00	(pie <sup>0.5</sup> )/s
Caudal de Impulsión (Qi)	26.24	L/s
Longitud de Linea de Impulsión (Li)	0.493	km
<b>Perdida de carga (hf)</b>	<b>5.17</b>	<b>m</b>

Tabla 19: Línea de Impulsión – Perdida de Carga.

Fuente: propia

#### 4.4.2.6. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

FORMULA PARA POTENCIA DE BOMBA $P_b = (Y \cdot Q_i \cdot H) / (75 \cdot n)$		
Peso especifico del agua (Y)	1,000.00	kg/m <sup>3</sup>
Caudal de Impulsión (Qi)	0.0262	m <sup>3</sup> /s
Cota del pozo	37.60	msnm
Nivel Dinámico del Pozo (hp)	28.50	m
Profundida de ubicación de bomba	55.00	m
Cota de bomba (Cbo)	-17.40	msnm
Cota de Reservoirio Elevado	49.46	msnm
Cota de Nivel Máximo de Reservoirio (Crv)	63.96	msnm
Presion de llegada al Reservoirio (Prv)	3.00	m
Altura geometrica (Ag = Cbo - Crv)	81.36	m
Perdida de carga (hf)	5.17	m
<b>ALTURA DINAMICA TOTAL (H = Ag + Prv + hf)</b>	<b>89.53</b>	<b>m</b>
Eficiencia de la Bomba (n)	90.00	%
<b>Potencia de Bomba (Pb)</b>	<b>34.80</b>	<b>HP</b>

Tabla 20: Línea de Impulsión – Potencia de Bomba.

Fuente: propia

### 4.4.3. CÁLCULO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CON WATERCAD

#### 4.4.3.1. Creación del proyecto en wáter cad.

1. Ejecutamos el programa WaterCAD, y creamos el proyecto. Hacemos clic en **Create New Hydraulic Model**.

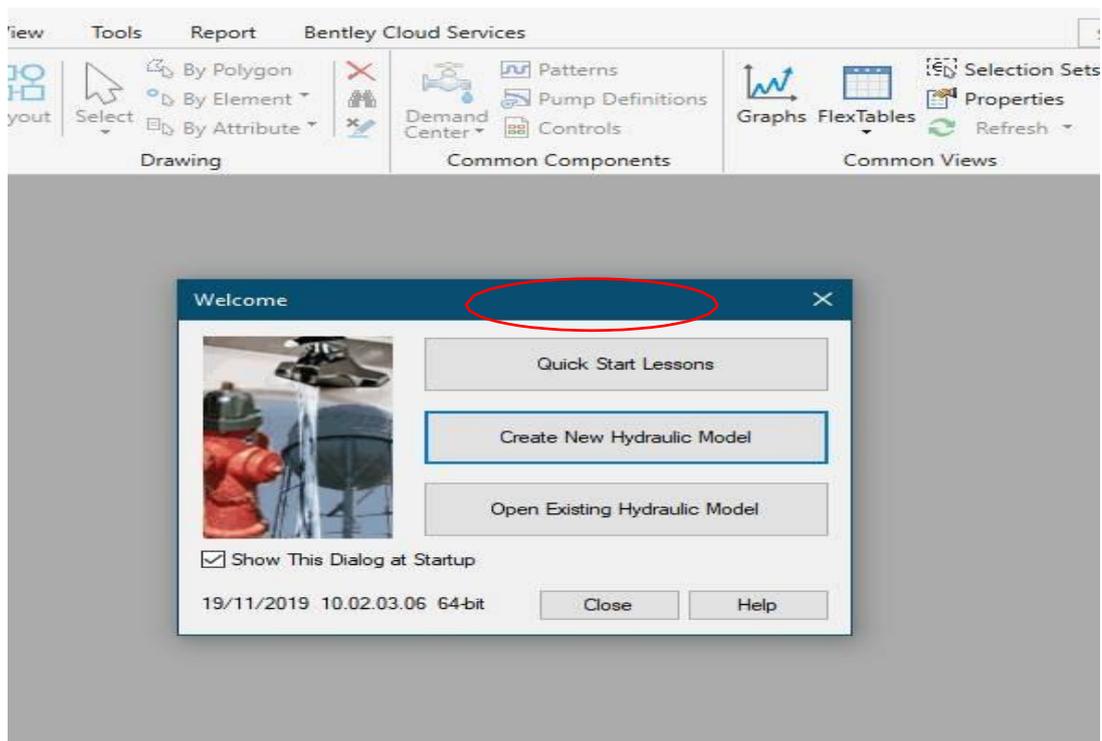


Ilustración 21: Crear Proyecto, software Watercad.

Fuente: Elaboración propia Watercad

2. Asignamos el nombre del proyecto.

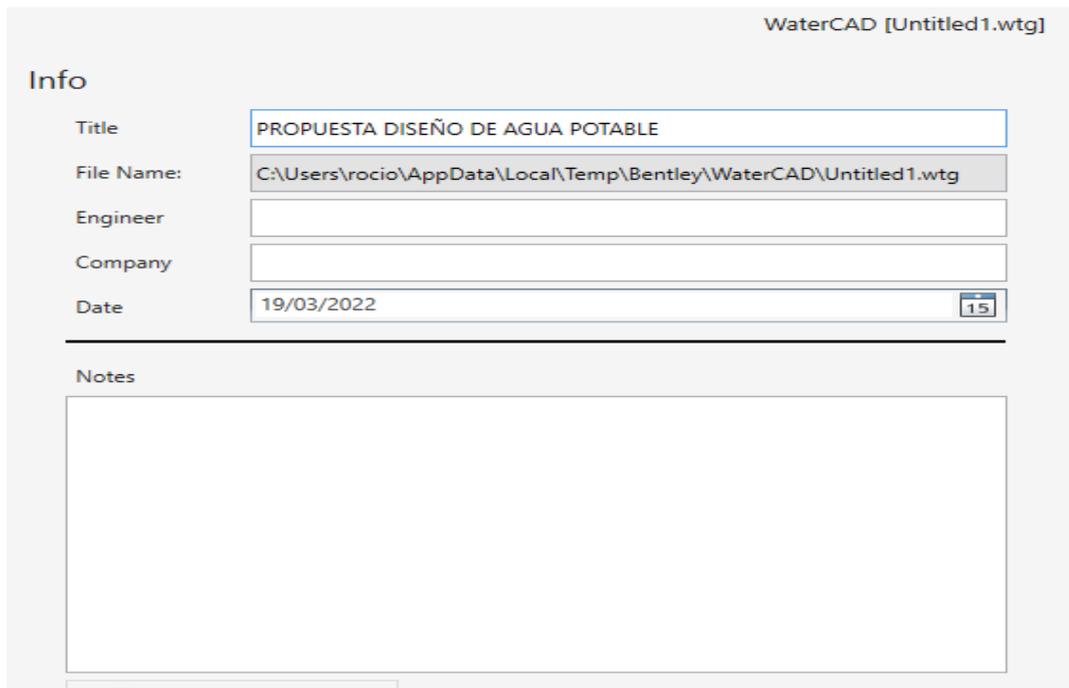


Ilustración 22: Nombre del Proyecto, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad

3. Configuramos las unidades. Trabajamos con el **Sistema Internacional**.

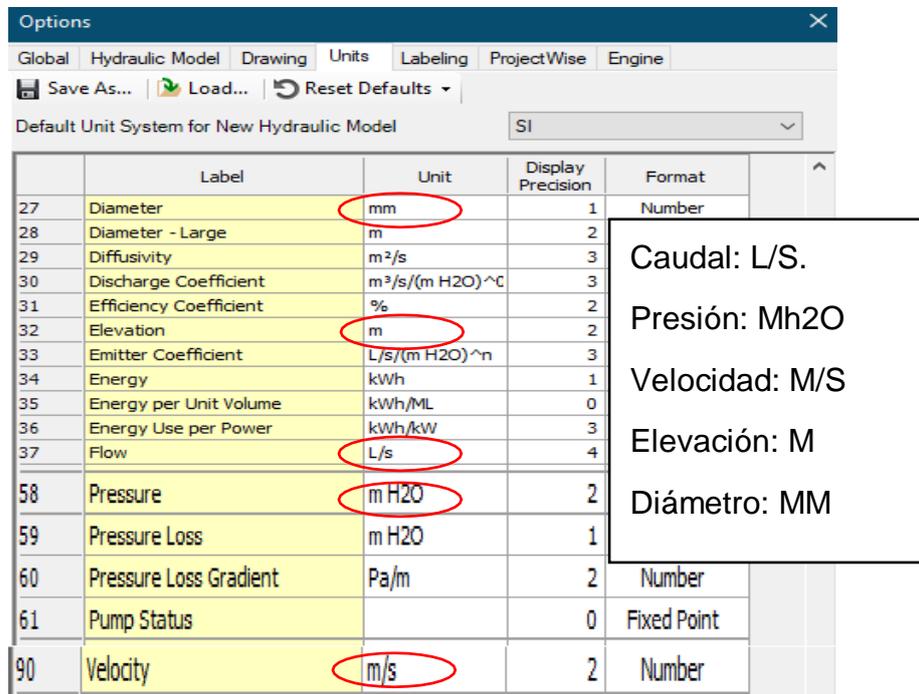


Ilustración 23: Configuración de Unidades, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad

- Configuramos la ventana Drawing, hacemos clic en la opción Drawing Mode y seleccionamos **“scaled”**.

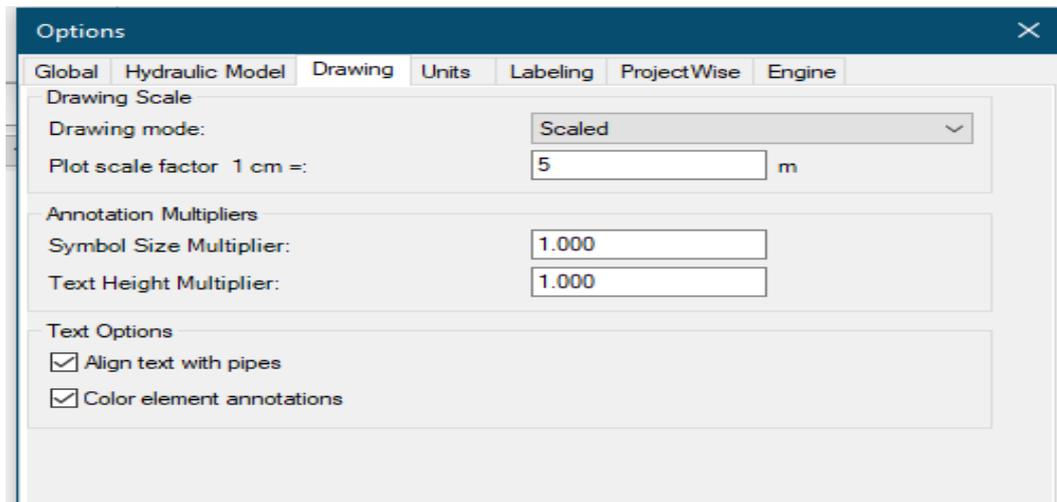


Ilustración 24: Seleccionar la Escala, software Watercad.

Fuente: Elaboración propia Watercad

- Configuramos las unidades. Seleccionamos la **“Ventana Labeling”**.

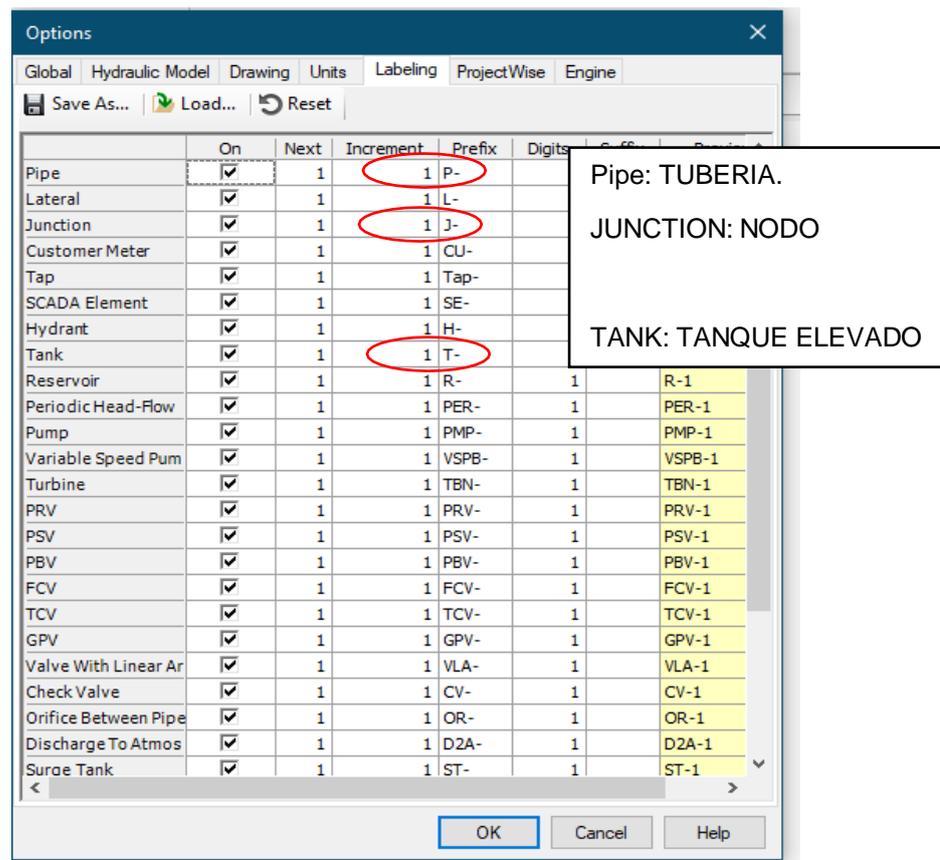


Ilustración 25: configuración de Etiquetado, software Watercad.

Fuente: Elaboración propia Watercad

#### 4.4.3.2. Configuración de base de cálculo:

1. Seleccionamos la Opción de Cálculo. Damos clic en “**Base Calculation Options**”.

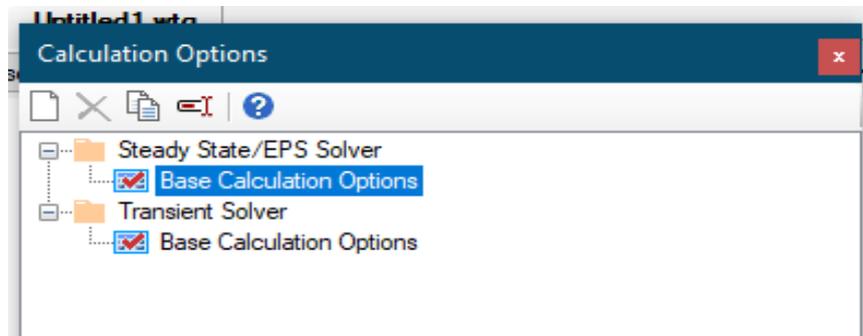


Ilustración 26: Opciones de Cálculo, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad

2. Configuramos **Propiedades**. Seleccionamos el método de **Hazen-Williams** y con un nivel estático de **20°C**.

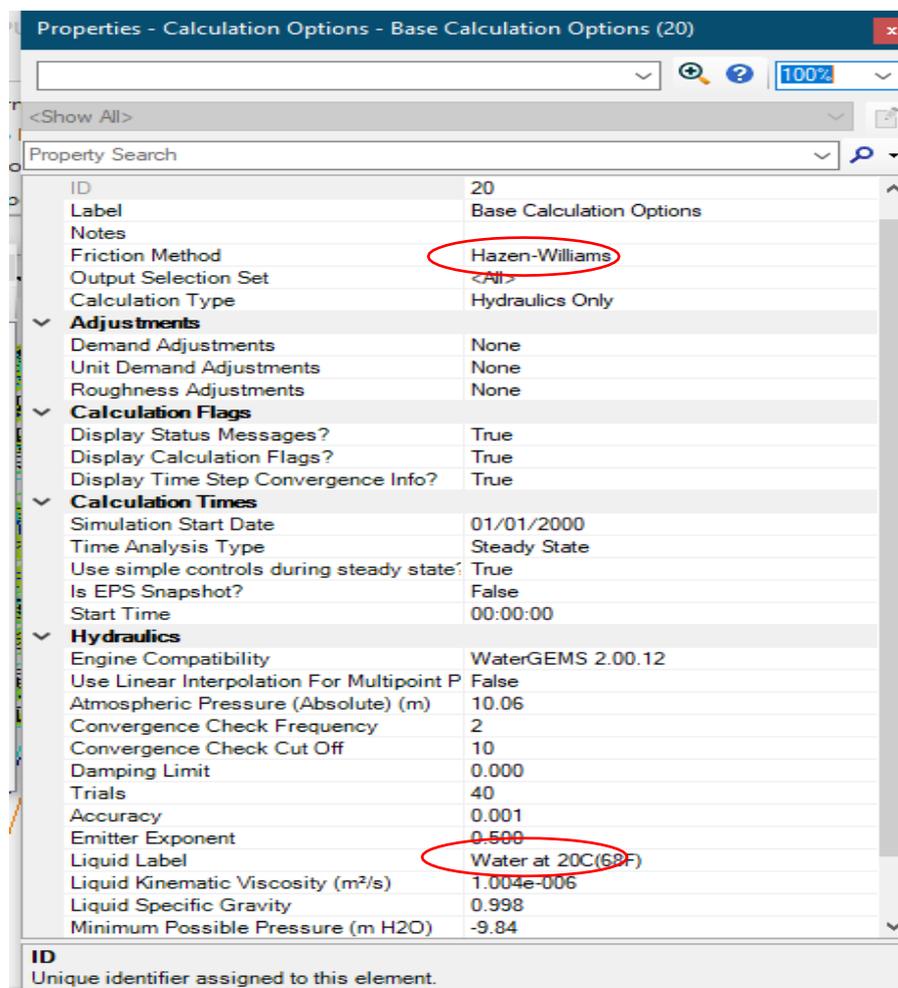


Ilustración 27: Asignación de Propiedades, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad

3. Clasificación de tubería. Creamos el tipo de tubería según su diámetro.

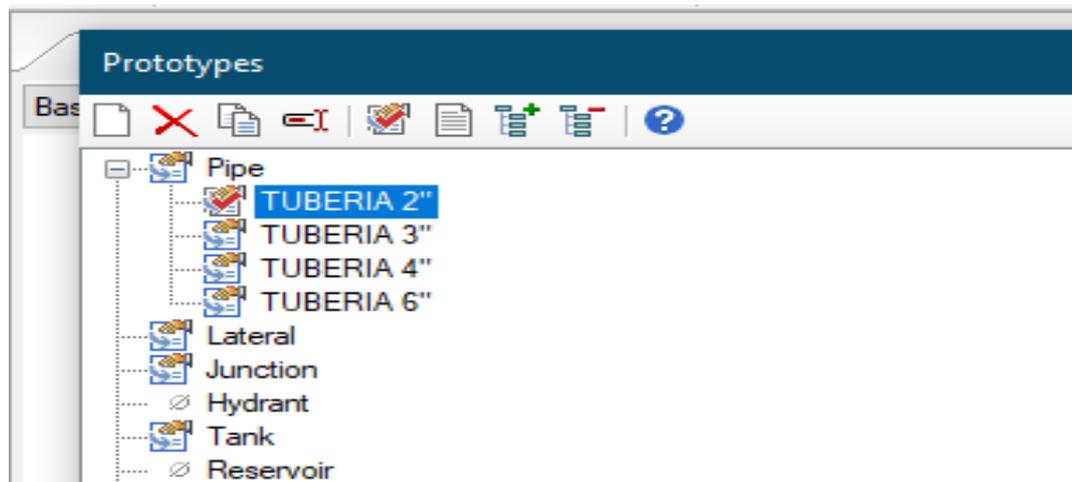


Ilustración 28: Clasificación de Tuberías, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad

#### 4. Propiedades de las tuberías de 2", 3", 4" y 6".

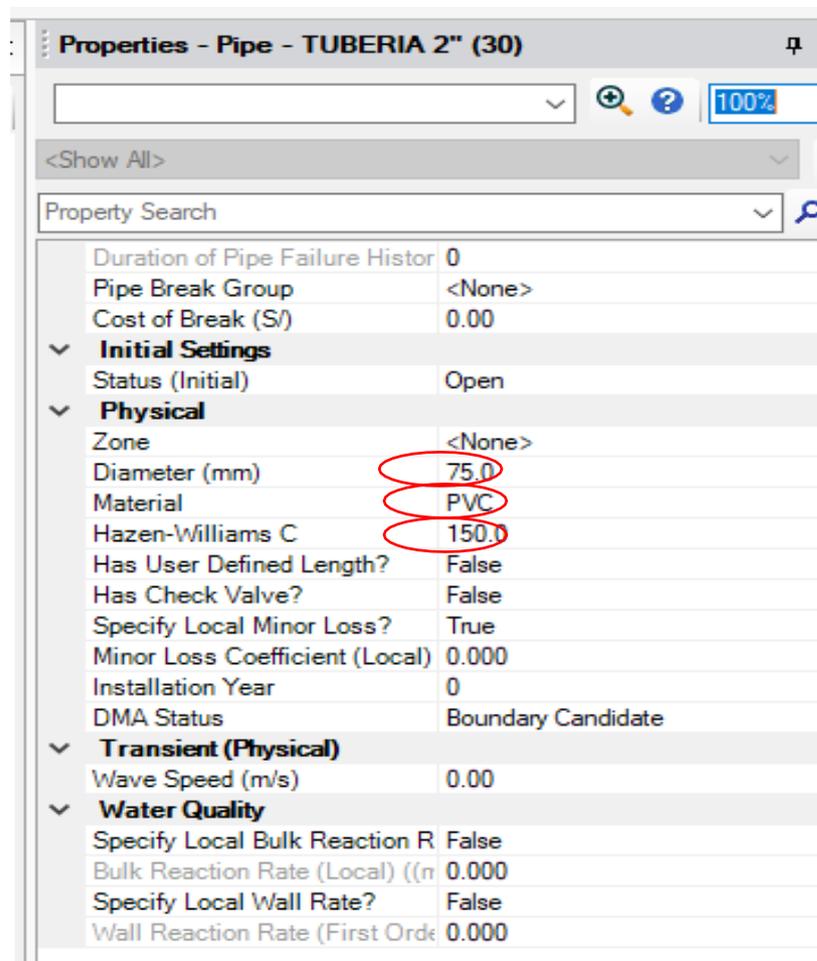


Ilustración 29: Propiedades de Tuberías, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

#### 4.4.3.3. Importación de planos a WaterCAD

1. Importación de plano de lotización del Asentamiento Humano Los Libertadores. Hacemos clic en **“Background Layers”** y seleccionamos **“New File”**

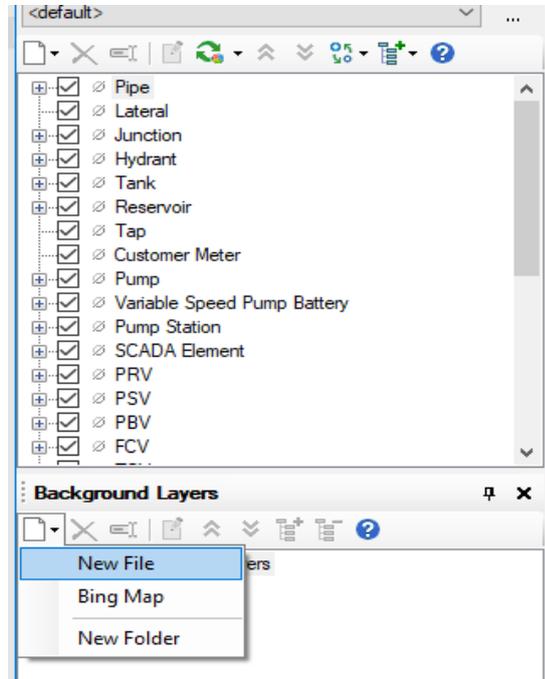


Ilustración 30: Exportación de plano DXF, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

2. Seleccionamos el plano de lotización **“17. AH. Libertadores1.1”**

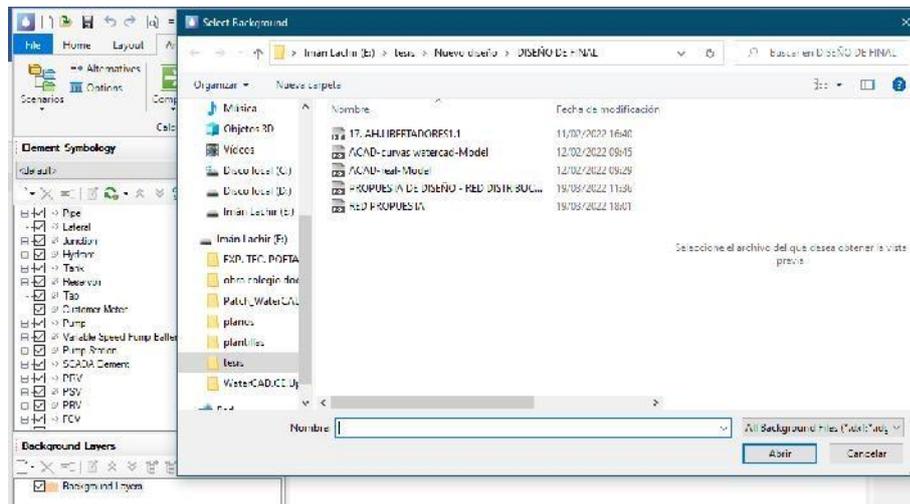


Ilustración 31: Insertamos plano DXF, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

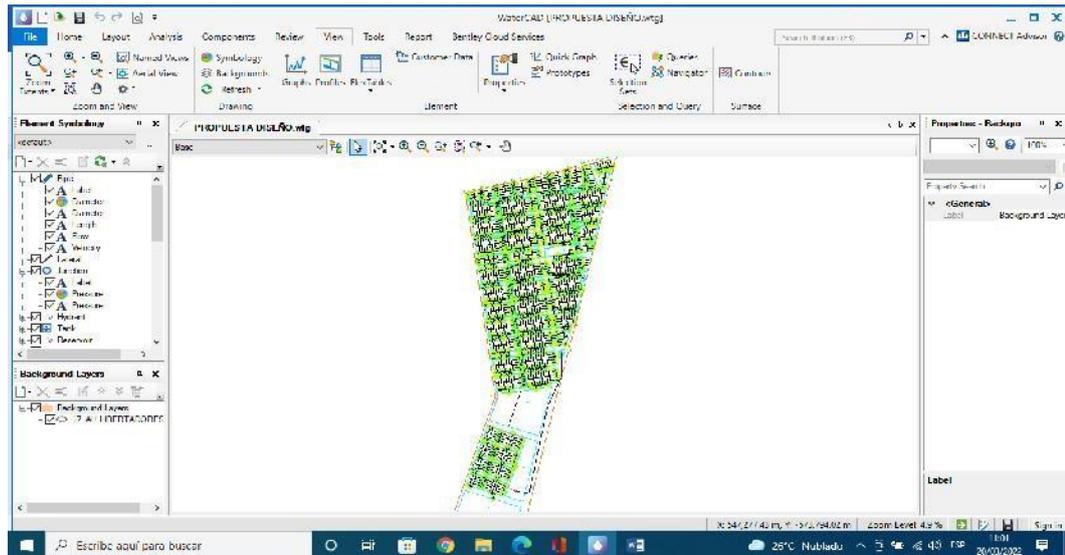


Ilustración 32: Plano del 17.AH.Libertadores.DXF, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

#### 4.4.3.4. Generación de tuberías y Nodos

1. Seleccionamos “**Layout**” y damos clic en Junction para generar nuestros nodos. Una vez generado los Nodos, creamos la tubería que pueden ser de 2”, 3”, 4” y 6”, damos clic en Pipe.

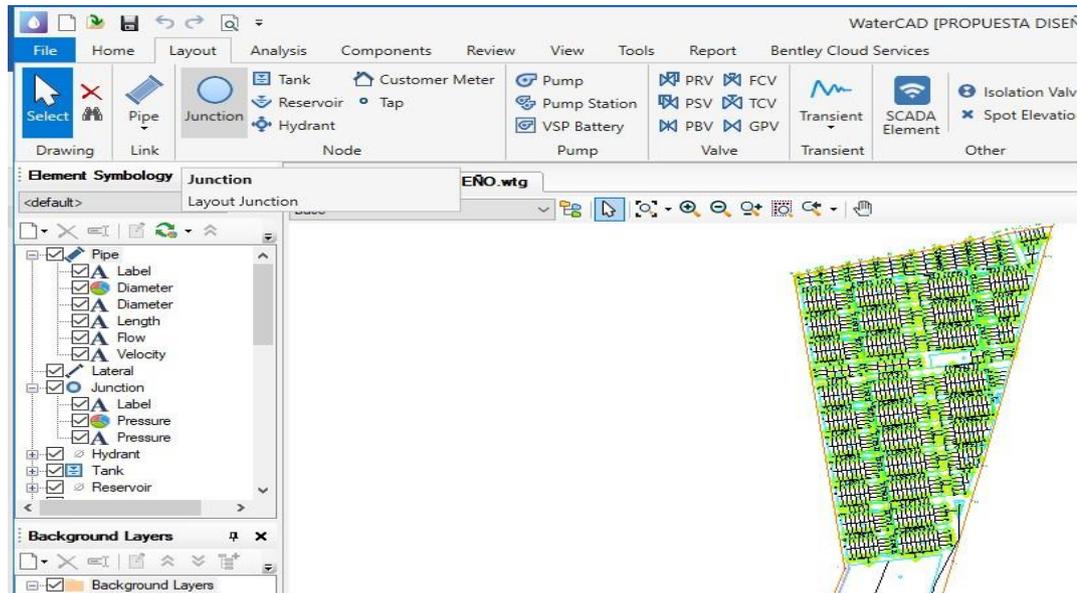


Ilustración 33: Seleccionamos Junction, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

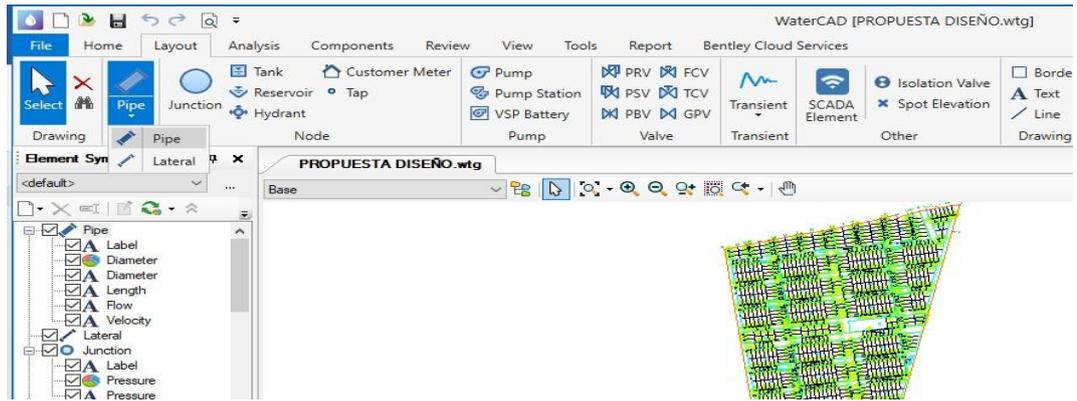


Ilustración 34: Seleccionamos Pipe, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

#### 4.4.3.5. Generación de Elevaciones

1. Seleccionamos “**Tools**”, damos clic en “**TRex**”, se abrirá una ventana de **TRex Wizard** y seleccionamos lo siguiente “**dxf contours**”. Buscamos la ruta del archivo curvas de **Nivel.dxf** y lo abrimos. Seleccionamos la opción **Elevation**. Las unidades de trabajo se establecen en “**m**”

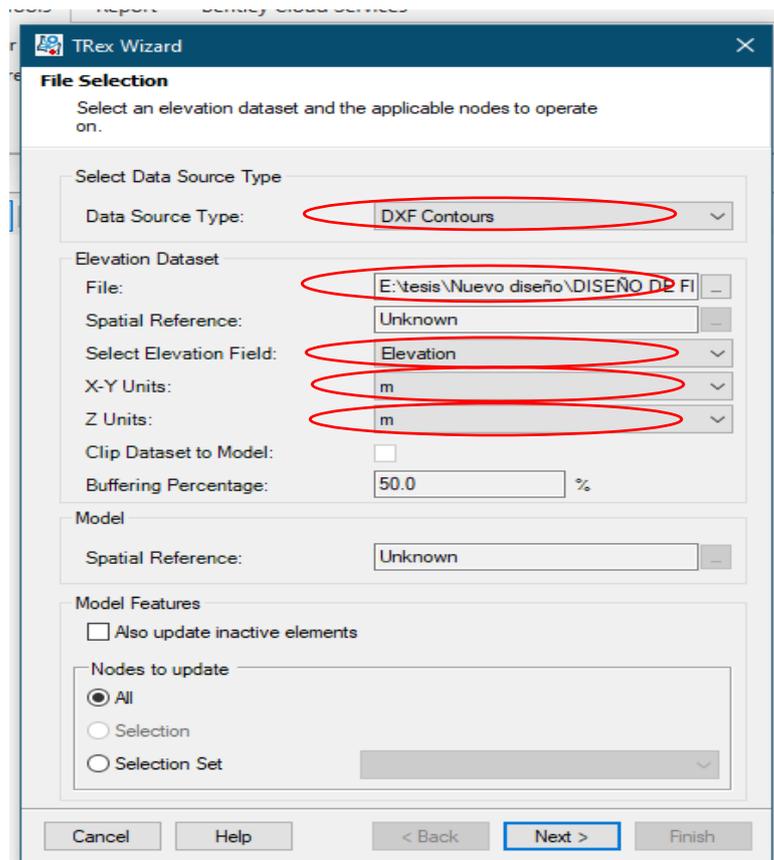


Ilustración 35: Seleccionamos TRex, software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

2. En la siguiente ventana se muestra las conexiones con sus diferentes cotas.

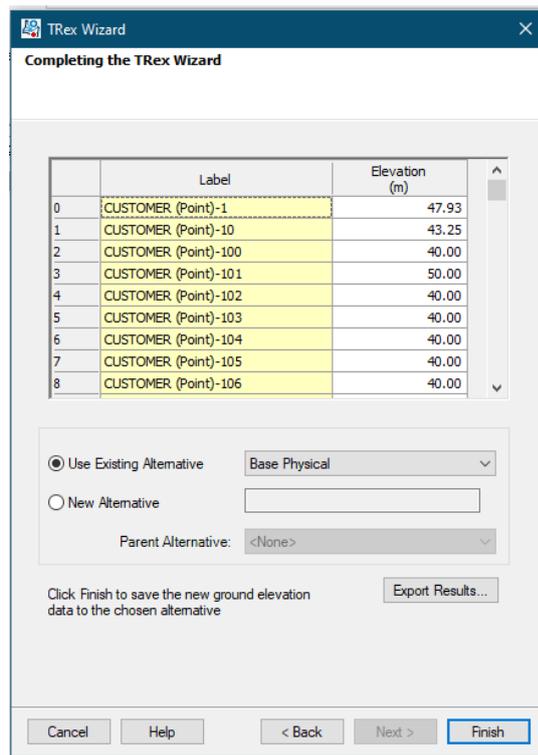


Ilustración 36: Elevaciones Junction, software Watercad.

Fuente: Elaboración propia Watercad.

#### 4.4.3.6. Designación de caudales unitarios

3. Seleccionamos la opción “**Components**”. Damos clic en “**More**” y seleccionamos “**Unit Demands**”.

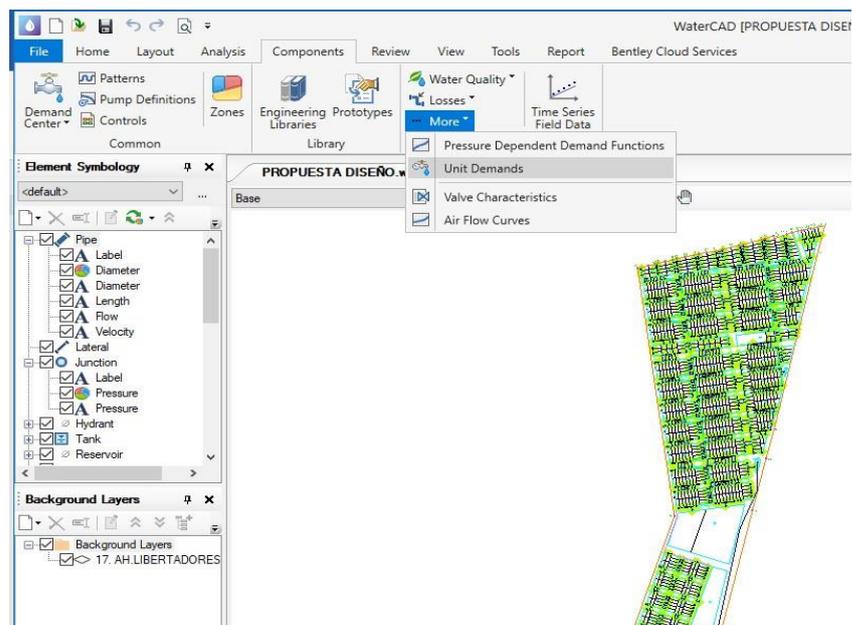


Ilustración 37: Acipnacion de Caudales Unitarios, software Watercad.

Fuente: Elaboración propia Watercad.

#### 4.4.3.7. Diseño de Reservorio Elevado Circular

**FlexTable: Tank Table**

Label	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
T-1	59.46	59.76	63.66	63.96	400.00	11.00	30.2797	63.66

Tabla 21: Diseño de Reservorio.

Fuente: propia

#### 4.4.3.8. Diseño de Tuberías de Conducción y Distribución.

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
P-1	35.04	T-1	J-1	160	30.2797	0.96
P-2	15.46	J-1	J-3	160	24.3168	1.21
P-3	51.98	J-3	J-4	160	20.4282	1.02
P-4	52.13	J-4	J-5	160	17.5595	0.87
P-5	51.99	J-5	J-6	160	14.7463	0.73
P-6	64.88	J-6	J-16	160	14.6110	0.73
P-7	48.88	J-16	J-15	160	18.3203	0.91
P-8	28.47	J-1	J-2	160	5.9121	0.62
P-9	64.90	J-2	J-7	110	5.7768	0.61
P-10	48.97	J-7	J-8	110	3.4687	0.36
P-11	43.86	J-8	J-10	110	3.4010	0.36
P-12	52.01	J-10	J-12	110	5.3198	0.56
P-13	52.20	J-12	J-14	110	6.8716	0.72
P-14	51.96	J-14	J-15	110	8.8469	0.93
P-15	43.88	J-7	J-9	90	2.0375	0.32
P-16	52.13	J-9	J-11	90	3.3475	0.53
P-17	51.90	J-11	J-13	90	3.8524	0.61
P-18	52.05	J-13	J-16	90	3.9122	0.61
P-19	65.04	J-3	J-9	90	3.7025	0.58
P-20	48.86	J-9	J-10	90	2.0203	0.32
P-21	65.07	J-4	J-11	90	2.5980	0.41
P-22	48.74	J-11	J-12	90	1.6533	0.26
P-23	64.86	J-5	J-13	90	2.5764	0.40
P-24	49.08	J-13	J-14	90	2.0768	0.33
P-25	118.40	J-15	J-17	160	27.0994	1.35
P-26	87.89	J-17	J-18	110	11.6067	1.22
P-27	97.99	J-18	J-19	110	6.1227	0.64
P-28	55.75	J-19	J-21	110	5.9197	0.62
P-29	63.25	J-21	J-25	110	7.8618	0.83
P-30	55.90	J-25	J-28	110	8.3711	0.88
P-31	56.06	J-28	J-33	110	8.2530	0.87
P-32	56.06	J-33	J-35	110	7.7077	0.81
P-33	55.75	J-35	J-39	110	5.6433	0.59
P-34	62.25	J-39	J-44	110	3.9344	0.41
P-35	39.08	J-44	J-49	110	3.1899	0.34
P-36	55.88	J-49	J-54	110	2.6268	0.28
P-37	56.00	J-54	J-61	110	1.8949	0.20
P-38	56.14	J-61	J-69	110	1.1236	0.12
P-39	47.80	J-69	J-78	90	0.2030	0.03
P-40	56.26	J-17	J-22	110	15.2897	1.61

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
P-41	62.99	J-22	J-23	110	11.4330	1.20
P-42	55.64	J-23	J-30	110	15.2897	1
P-43	55.98	J-30	J-31	110	11.4330	0.86
P-44	56.26	J-31	J-37	110	9.5358	0.75
P-45	56.01	J-37	J-41	110	8.1853	0.63
P-46	61.90	J-41	J-48	110	7.1743	0.46
P-47	38.87	J-48	J-51	110	5.9548	0.37
P-48	56.15	J-51	J-56	110	4.3585	0.29
P-49	56.13	J-56	J-59	110	3.5309	0.21
P-50	55.85	J-59	J-73	110	2.7597	0.11
P-51	30.01	J-73	J-74	110	1.9646	0.01
P-52	55.93	J-18	J-20	90	1.0785	0.8
P-53	62.89	J-20	J-24	90	0.0507	0.86
P-54	56.17	J-24	J-29	90	5.0611	0.81
P-55	55.89	J-29	J-32	90	5.4534	0.76
P-56	56.10	J-32	J-36	90	5.1835	0.68
P-57	55.76	J-36	J-40	90	4.8589	0.54
P-58	62.25	J-40	J-47	90	4.3177	0.39
P-59	39.06	J-47	J-50	90	3.4494	0.32
P-60	55.74	J-50	J-55	90	2.4992	0.25
P-61	56.42	J-55	J-60	90	2.0084	0.18
P-62	55.81	J-60	J-71	90	1.6083	0.1
P-63	40.49	J-71	J-76	90	1.1229	0.03
P-64	56.17	J-38	J-42	90	0.6188	0.3
P-65	62.07	J-42	J-45	90	0.2030	0.24
P-66	38.71	J-45	J-52	90	1.9023	0.24
P-67	56.21	J-52	J-57	90	1.5352	0.23
P-68	56.18	J-57	J-62	90	1.5110	0.18
P-69	55.84	J-62	J-67	90	1.4442	0.12
P-70	63.15	J-67	J-80	90	1.1208	0.04
P-71	50.03	J-65	J-82	90	0.7560	0.05
P-72	24.07	J-82	J-83	90	0.2537	0
P-73	88.07	J-22	J-20	90	0.3383	0.56
P-74	97.93	J-20	J-21	90	0.0000	0.38
P-75	87.90	J-23	J-24	90	3.5523	0.26
P-76	97.97	J-24	J-25	90	2.3988	0.18
P-77	45.50	J-25	J-26	90	1.6265	0.01
P-78	87.92	J-30	J-29	90	1.1352	0.11
P-79	97.99	J-29	J-28	90	0.0338	0.07
P-80	71.03	J-28	J-27	90	1.0460	0.03
P-81	88.19	J-31	J-32	90	0.6601	0.11
P-82	98.04	J-32	J-33	90	0.1861	0.07
P-83	94.16	J-33	J-34	90	0.7065	0.06
P-84	87.84	J-41	J-40	110	0.4696	0.14
P-85	97.86	J-40	J-39	110	0.3722	0.15
P-86	114.09	J-39	J-42	110	1.2918	0.25
P-87	21.04	J-42	J-43	110	1.4471	0.23
P-88	65.89	J-43	J-46	110	2.4116	0.23
P-89	41.24	J-46	J-53	110	2.2036	0.25
P-90	59.47	J-53	J-58	110	2.2036	0.24
P-91	59.45	J-58	J-63	110	2.4129	0.19
P-92	59.55	J-63	J-64	110	2.3026	0.12
P-93	87.88	J-37	J-36	90	1.7796	0.14

Tubería	Longitud (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
P-81	88.19	J-31	J-32	90	0.6601	0.11
P-82	98.04	J-32	J-33	90	0.1861	0.07
P-83	94.16	J-33	J-34	90	0.7065	0.06
P-84	87.84	J-41	J-40	110	0.4696	0.14
P-85	97.86	J-40	J-39	110	0.3722	0.15
P-86	114.09	J-39	J-42	110	1.2918	0.25
P-87	21.04	J-42	J-43	110	1.4471	0.23
P-88	65.89	J-43	J-46	110	2.4116	0.23
P-89	41.24	J-46	J-53	110	2.2036	0.25
P-90	59.47	J-53	J-58	110	2.2036	0.24
P-91	59.45	J-58	J-63	110	2.4129	0.19
P-92	59.55	J-63	J-64	110	2.3026	0.12
P-93	87.88	J-37	J-36	90	1.7796	0.14
P-107	77.10	J-57	J-58	90	-0.2523	0.04
P-108	87.93	J-59	J-60	90	0.4463	0.07
P-109	98.15	J-60	J-61	90	0.1723	0.03
P-110	113.83	J-61	J-62	90	0.1486	0.02
P-111	97.12	J-62	J-63	90	-0.2986	0.05
P-112	39.77	J-73	J-72	110	0.9432	0.10
P-113	48.08	J-72	J-71	110	0.5033	0.05
P-114	48.50	J-71	J-70	110	0.5977	0.06
P-115	49.30	J-70	J-69	110	0.0226	0.00
P-116	63.30	J-69	J-68	110	0.6387	0.07
P-117	50.68	J-68	J-67	110	-0.0041	0.00
P-118	54.09	J-67	J-66	110	0.0583	0.01
P-119	33.89	J-66	J-65	110	-0.5845	0.06
P-120	29.08	J-65	J-64	110	-1.0074	0.11
P-121	33.08	J-72	J-75	90	0.1184	0.02
P-122	45.06	J-70	J-77	90	0.1692	0.03
P-123	55.13	J-68	J-79	90	0.2199	0.03
P-124	67.47	J-66	J-81	90	0.2030	0.03
P-125	64.01	J-82	J-84	90	0.1861	0.03

Tabla 22: Pipe (Tuberías), software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

#### 4.4.3.9. Diseño de Nodos en Tuberías de Conducción y Distribución.

Nodo	Cota (m)	Presión (m H2O)
J-1	49.06	14.43
J-2	47.72	15.68
J-3	50.00	13.38
J-4	50.00	13.09
J-5	50.00	12.87
J-6	50.00	12.71
J-7	45.00	18.17
J-8	45.12	17.99
J-9	46.96	16.16
J-10	45.67	17.39
J-11	49.84	13.12

<b>Nodo</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Presión (m H2O)</b>
J-1	49.06	14.43
J-2	47.72	15.68
J-3	50.00	13.38
J-4	50.00	13.09
J-5	50.00	12.87
J-6	50.00	12.71
J-7	45.00	18.17
J-8	45.12	17.99
J-9	46.96	16.16
J-10	45.67	17.39
J-11	49.84	13.12
J-23	40.54	18.76
J-24	39.68	19.54
J-25	37.37	21.80
J-26	35.33	23.84
J-27	35.00	23.80
J-28	35.87	22.93
J-29	40.00	18.82
J-30	40.00	18.83
J-31	40.00	18.47
J-32	40.00	18.46
J-33	37.97	20.48
J-34	36.50	21.94
J-35	39.16	18.97
J-36	40.00	18.17
J-37	40.00	18.20
J-38	39.34	18.60
J-39	40.58	17.37
J-40	40.96	17.03
J-41	40.00	18.00
J-42	42.46	15.42
J-43	41.10	16.77
J-44	41.99	15.87
J-45	45.00	12.84
J-46	44.84	13.00
J-47	44.47	13.41
J-48	40.00	17.88
J-49	41.09	16.73
J-50	44.44	13.39
J-51	40.00	17.82
J-52	45.00	12.81
J-53	45.00	12.81

<b>Nodo</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Presión (m H2O)</b>
J-54	40.00	17.77
J-55	42.93	14.84
J-56	40.21	17.57
J-57	44.77	13.00
J-58	43.25	14.53
J-59	40.17	17.59
J-60	40.83	16.92
J-61	40.00	17.74
J-62	43.44	14.31
J-63	40.03	17.72
J-64	40.00	17.74
J-65	40.00	17.73
J-66	40.39	17.34
J-67	41.69	16.05
J-68	40.86	16.87
J-69	40.10	17.64
J-70	40.17	17.57
J-71	40.00	17.74
J-72	40.00	17.74
J-73	40.00	17.74
J-74	40.00	17.74
J-75	40.00	17.74
J-76	40.00	17.74
J-77	40.00	17.73
J-78	40.00	17.73
J-79	40.00	17.73
J-80	41.26	16.47
J-81	41.82	15.91
J-82	41.00	16.73
J-83	41.77	15.96
J-84	41.33	16.40

Tabla 23: Junction (Nodos), software Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

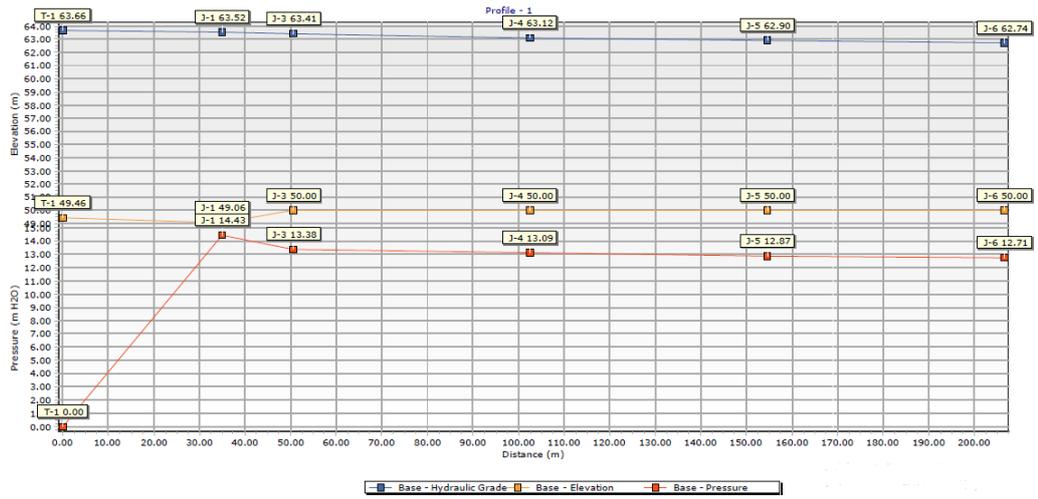


Ilustración 38: Perfiles de Presiones – Elevación – Gradiente Hidráulica T-1 a J-6, soft. Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

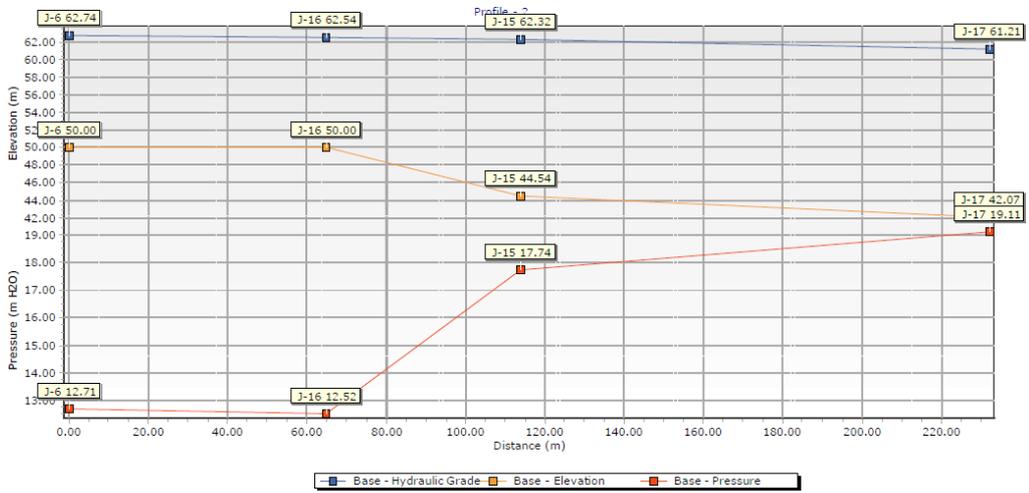


Ilustración 39: Perfiles de Presiones – Elevación – Gradiente Hidráulica J-6 a J-17, soft. Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

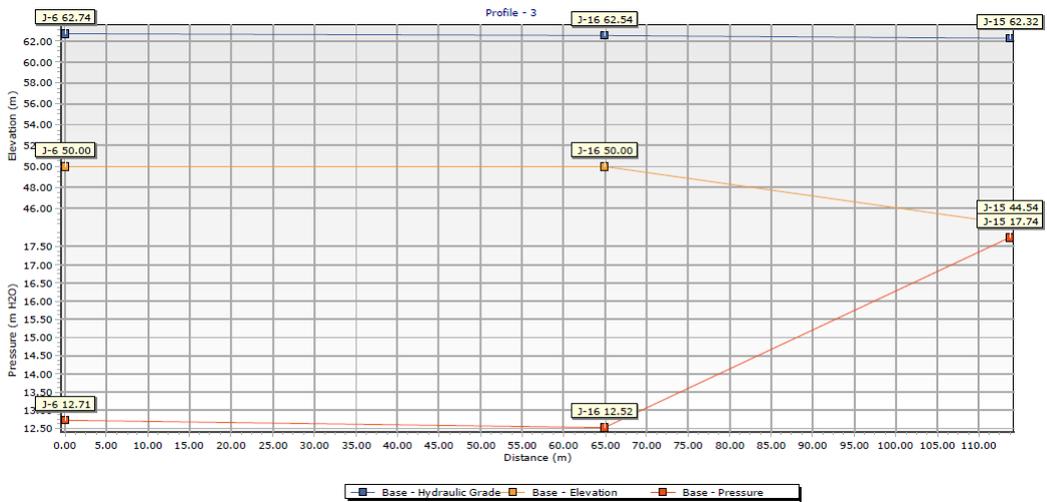


Ilustración 40: Perfiles de Presiones – Elevación – Gradiente Hidráulica J-6, J-16 y J-15, Watercad.  
Fuente: Elaboración propia Watercad.

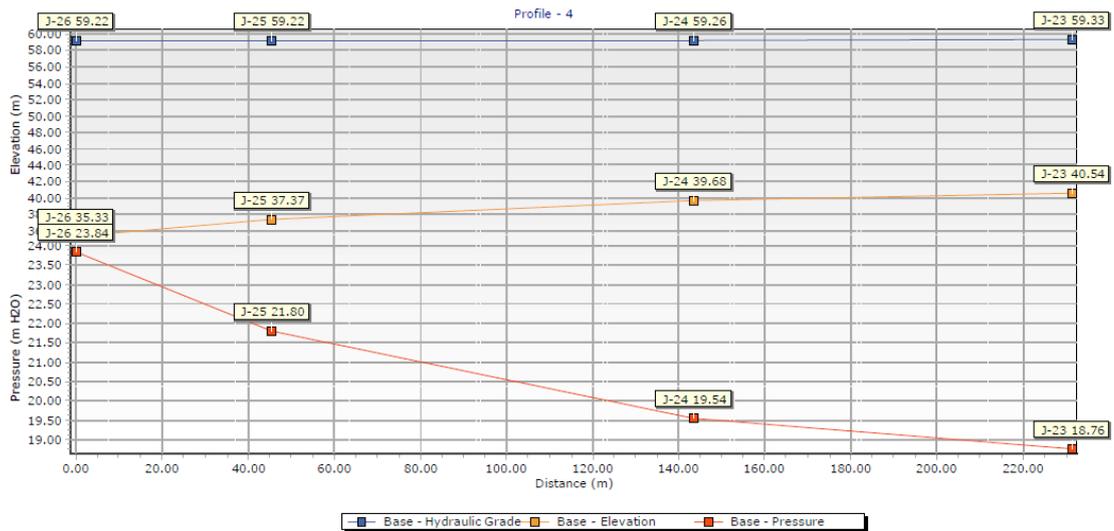


Ilustración 41: Perfiles de Presiones – Elevación – Gradiente Hidráulica J-26, J-25, J-24 y J-23, Watercad.

Fuente: Elaboración propia Watercad.

#### 4.5. OBJETIVO 5 - REALIZAR EL DISEÑO DE LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES

Las conexiones domiciliarias se diseñaron de acuerdo al numeral **5 Conexión Predial** de la norma **OS 0.50 Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano** del **Reglamento Nacional de Edificaciones**, tomando en cuenta los parámetros establecidos para el funcionamiento fácil y eficaz. Se determina una tubería de conducción de 1/2" de diámetro que oscila entre longitudes de 2 a 10 metros, conectada con una abrazadera a la red de distribución, de diámetros entre 90 mm a 160 mm, seguido a la abrazadera lleva una llave de control corporation de 1/2", la tubería de conducción llega a la caja de medición con una inclinación de 45° para evitar la presión, la caja de medición es de concreto con tapa de polietileno, en el interior se ubica un medidor de agua homologado, y una llave de control que sirve de acometida para las viviendas.

## **V. DISCUSIONES**

En el presente trabajo de investigación se ha propuesto un diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Asentamiento Humano Los Libertadores distrito de Castilla, departamento de Piura, con parámetros obtenidos que cumplen con la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En la investigación el primer objetivo consistió en la realización y obtención de los estudios básicos de topografía y prueba de aforo de pozo subterráneo existente. Como resultado del análisis topográfico, del plano de trazado y lotización se pudo determinar que existen viviendas establecidas en áreas que, según el plano, son destinadas a áreas de circulación o de usos distintos a vivienda, teniendo una incidencia de 27.12% con respecto al número total de manzanas. Para efectos de este diseño se considera trabajar con el plano de trazado y lotización existente debido que a la fecha se encuentra en proceso de formalización.

Mediante el uso de software se obtuvo las curvas de nivel que corresponden a la representación gráfica en planta de las alturas del terreno, de donde se obtendrán las cotas para cada uno de los extremos de las tuberías del sistema, la cota para el pozo subterráneo, el tanque y la línea de impulsión. Y posteriormente fueron corroboradas en campo, encontrando que se tiene bastante aproximación con los datos obtenidos mediante software.

De la revisión documentaria se obtienen los parámetros del pozo que servirán de diseño para la línea de impulsión que alimentara el reservorio elevado, encontrando que el caudal ofertado por el pozo satisface la demanda de agua para la población y su proyección para un periodo de 20 años.

Así mismo para AMPIE y MASIS (2017) quienes realizan una revisión documentaria para determinar los parámetros del pozo subterráneo verificando que la fuente de agua cumpla con las condiciones necesarias para mantener abastecida constantemente a la población.

El segundo objetivo consistió en determinar los parámetros de diseño para el sistema de agua potable, de los cuales se adoptaron los criterios establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, dentro de los que se mencionan la búsqueda en la base de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) que es la entidad estatal que registra la variación de los datos poblacionales a nivel nacional, sirviendo de sustento para la obtención de la tasa de crecimiento poblacional y la población futura al final del periodo de diseño establecido (año 2042, población 5,389).

De acuerdo a los datos de población hallados se determina la demanda de agua solicitada y la variación de los consumos, con lo que se determina el caudal máximo horario (30.28 l/s) que servirá de caudal para modelar la red de distribución de agua potable en el programa WaterCAD.

Se encuentra que, en el trabajo de investigación de PALOMINO (2019), considera como fuente para la obtención de datos poblacionales, la base de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), obteniendo como resultado la tasa de crecimiento poblacional, para el centro poblado Pueblo Nuevo, que permite calcular con precisión los parámetros para el diseño de la red de distribución, resaltando el caudal máximo horario con un valor de 2.12 l/s para una población de 946 habitantes.

Para el tercer objetivo se realizó el cálculo del reservorio teniendo como referencia los valores mínimos y máximos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones y la teoría de Vierendel (2009), tomando como caudal base la demanda promedio anual para el año 2042 que tiene un valor de 14.15 l/s, obteniendo como resultado un volumen de 400 m<sup>3</sup>. Es parte clave del diseño del sistema de abastecimiento de agua, calcular las alturas de las cotas base, inicial y máxima del agua dentro del reservorio, para que una vez realizado el análisis del sistema se obtenga las presiones reales que serán ejercidas por el flujo del agua en las intersecciones de las tuberías (Nodos). Así mismo, para este caso en particular se tiene una fuente de agua del tipo subterránea, que será extraído con equipo de bombeo y llevada al reservorio con una línea de impulsión, asegurando que la fuente de agua

cumple con las condiciones para satisfacer el requerimiento del volumen de agua.

Al analizar los resultados obtenidos en el trabajo de PALOMINO (2019), identificamos que el cálculo del dimensionamiento del reservorio resulta en un valor de 30 m<sup>3</sup>, que servirán para el abastecimiento de la población, y la cota donde se encuentra el reservorio permite realizar un sistema que incluye una red de conducción por gravedad.

## VI. CONCLUSIONES

1. El trabajo de campo es clave para la obtención de datos para el diseño del sistema de agua, concluyendo con los planos topográficos de curvas de nivel que determinan las cotas del terreno, la cota del tanque elevado (49.46 m.s.n.m.) y la cota del pozo tubular (37.60 m.s.n.m.). Se determina un total de 852 lotes destinados para viviendas y 43 lotes destinado a otros fines distintos a viviendas. Se obtiene que el pozo subterráneo para un caudal máximo de bombeo de 20.50 l/s, el nivel estático es 20.00 m de profundidad y el nivel dinámico es 28.50 metros de profundidad.
2. Las determinaciones de los parámetros de diseño permiten obtener un correcto diseño del sistema de agua, para lo cual se considera, un periodo de diseño de 20 años, una población inicial de 3,408 habitantes al año 2022, una tasa de crecimiento poblacional de 1.023% y una población de diseño al año 2042 de 5,389 habitantes. Se obtiene del cálculo del consumo de agua y variaciones de consumo, expresados en el siguiente cuadro:

Año		Demanda Agua		Caudales (l/s)			
		l/d	m <sup>3</sup> /año	Qp	Qmd	Qmh	Qb
<b>2032*</b>	<b>10</b>	1,065,745	388,997	12.34	16.04	24.67	32.07
<b>2042</b>	<b>20</b>	1,307,965	477,407	15.14	19.68	30.28	39.36

\*Se considera el horizonte de diseño de 10 años para equipos de bombeo

Tabla 24: Consumo de agua y variación de caudales según periodo de diseño.

Fuente: propia

3. El dimensionamiento del reservorio de agua asegura el constante abastecimiento a la población, de lo cual se concluye con el siguiente cuadro:

Diseño de Reservorio					
Qp	Vreg	Vi	Vt	H	D
15.14 l/s	315 m <sup>3</sup>	50 m <sup>3</sup>	400 m <sup>3</sup>	4.30 m	11.00m

Tabla 25: Dimensionamiento de Reservorio.

Fuente: propia

4. El diseño del sistema de agua potable parte de un pozo subterráneo, a través de una línea de impulsión de tubería de PVC clase C-10 de 160 mm de diámetro, almacenada en un reservorio de 400 m<sup>3</sup> y distribuido eficientemente a través de un sistema de distribución que, según el diseño realizado cuenta con una línea de aducción de tubería PVC Clase C-7.5 de

200 mm con una longitud de 35.00 m y tubería PVC Clase C-7.5 de 160 mm de diámetro con una longitud de 432.23 m, una red primaria de tubería PVC Clase C-7.5 de 110 mm de diámetro con una longitud de 2777.03 m, una red secundaria de tubería PVC Clase C-7.5 de 90 mm de diámetro con una longitud de 4,697.69 m, una presión mínima de 12.52 m H<sub>2</sub>O en la cota 50 m.s.n.m. y una presión máxima de 23.84 m H<sub>2</sub>O en la cota 35.33 m.s.n.m., correspondientes a la cota más alta y más baja del terreno, con una velocidad máxima de 1.61 m/s y una velocidad mínima de 0.01 m/s.

5. Las conexiones domiciliarias permiten la conexión a la red de distribución, el control y micromedición de consumo de agua, para lo cual deben llevar elementos de medición y control en la tubería de conducción de diámetro de 1/2", según el diseño realizado, con una caja de protección que permita ser manipulado por el personal de la empresa prestadora de servicios.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Con respecto a la distribución de lotes encontrados en el terreno, se recomienda realizar un ordenamiento y de ser el caso reubicación de los lotes establecidos en áreas destinadas con fines distintos a viviendas, según lo establecido en los planos de Trazado y Lotización.
2. Se recomienda considerar el presente trabajo como alternativa de solución al problema que actualmente presenta el Asentamiento Humano Los Libertadores con el desabastecimiento de agua, indicando que como punto importante cuentan con una fuente de abastecimiento con la capacidad de satisfacer el requerimiento de agua proyectado al año 2042.
3. Se recomienda que al momento de la ejecución del proyecto se tenga en cuenta que, la calidad de los materiales debe de cumplir con las especificaciones y normas técnicas que aseguren el correcto funcionamiento y la vida útil del diseño del sistema.

## REFERENCIAS:

1. Ampie D y Masis A. Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de la comunidad Pasó real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo [Internet]. Nicaragua; 2017. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/3665/>
2. Trejo H. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío La Cuesta, Cantón Tunas y diseño de puente vehicular para el caserío El Aguacate, Jutiapa, Jutiapa [Internet]. Guatemala; 2016. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1395927>
3. Palma F. Estudio de factibilidad técnica de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas en población de 60 viviendas, comuna de porvenir [Internet]. Chile; 2015. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmf cip171e/doc/bmf cip171e.pdf>
4. Vargas J y Huyhua H. Ampliación y mejoramiento integral de los sistemas de agua potable y desagüe en las comunidades de Ccollotaro y Ccoyaraqui del distrito de Caicay, provincia de Paucartambo, región Cusco [Internet]. Perú; 2020. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5258>
5. Mercado K. Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Los Libertadores [Internet]. Perú; 2019. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/15022?show=full>
6. Carpio M. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado para la zona urbana del distrito de Querocoto, provincia de chota, Cajamarca [Internet]. Perú; 2019. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/2126>
7. Palomino M. Diseño del sistema de agua potable en el Caserío Pueblo Nuevo, distrito de Buenos Aires, provincia de Morropón, región Piura [Internet]. Perú; 2019. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/16840>

8. Valverde Y. Mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado en el AA. HH. Micaela Bastidas I, II, III, y IV etapa en el distrito Veintiséis de Octubre, provincia de Piura - departamento – Piura [Internet]. Perú; 2018. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/xmlui/handle/20.500.13032/19332>
9. Alerca O. Mejoramiento del sistema integral de agua potable para los sectores de aradas de Chonta, Lanche y Naranjo- Montero- Ayabaca -Piura [Internet]. Perú; 2019. Disponible en: <https://1library.co/document/qmw4915z-mejoramiento-sistema-integral-potable-sectores-naranjo-montero-ayabaca.html>
10. Instituto de la construcción y gerencia [Internet]. [Consultado Oct 2021]. Disponible en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
11. Studocu [Internet]. [Consultado Oct 2021]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-piura/dibujo-de-ingenieria/rne-actualizado-solo-saneamiento/8360072>
12. Vierendel. Abastecimiento de agua y alcantarillado. 4ta edición. Lima; 2009
13. A. Regal. Abastecimiento de agua y alcantarillado. 1ra edición. Lima: Ciencias; 2012.
14. Programa nacional de saneamiento urbano. Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento [Internet]. [Consultado Oct 2021]. Disponible en: [https://e\\_preset.vivienda.gob.pe/statics/GUIA\\_ORIENT\\_EXP\\_TEC\\_SANEAMIENTO\\_V-1-5.pdf](https://e_preset.vivienda.gob.pe/statics/GUIA_ORIENT_EXP_TEC_SANEAMIENTO_V-1-5.pdf)
15. Salvador Tixe. Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural [Internet]. Lima; 2004. Disponible en: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/TIXE%202004.%20Dise%C3%B1o%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TIXE%202004.%20Dise%C3%B1o%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf)

**ANEXOS:**

**Matriz de consistencia**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
<b>GENERAL :</b>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	
¿Cuál es la propuesta de diseño para el sistema de agua potable en el asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura - Piura, 2021?	Elaborar la propuesta del sistema de agua potable en el Asentamiento Humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura	La investigación por ser de carácter no experimental no sugiere el planteamiento de hipótesis	Sistema de agua potable
<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICA</b>	<b>DIMENSIONES</b>
¿Cuáles son los estudios básicos para el sistema de agua potable asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura?	Realizar los estudios básicos para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudios básicos</li> <li>2. Parámetros de diseño</li> <li>3. Diseño de Reservorio</li> <li>4. Diseño de redes de distribución</li> <li>5. Conexiones domiciliarias</li> </ol>
¿Cuál son los parámetros de diseño para el sistema de agua potable asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura?	Determinar los parámetros de diseño para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura		
¿Cuál es el diseño del reservorio para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura?	Realizar el diseño del reservorio para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura		
¿Cuál es el diseño de las redes de distribución para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura?	Realizar el diseño de las redes de distribución para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura		
¿Cuál es el diseño de las conexiones domiciliarias para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura?	Realizar el diseño de las conexiones domiciliarias para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores, distrito de Castilla, provincia de Piura		

Tabla 26: Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración propia

## **OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

“PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES DISTRITO DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE PIURA”

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Sistema de agua potable		Conjunto de estructuras hidráulicas que permiten la conducción del agua potable, desde la fuente de captación hasta las conexiones domiciliarias beneficiando a la población	A. Estudios básicos	Topografía, Mecánica de suelos, aforo de pozo, análisis.
			B. Parámetros de diseño	Caudales, población, dotación, presiones.
			C. Diseño de reservorio	Población, volumen.
			D. Diseño de redes de distribución	Presión, diámetros.
			E. diseño de las conexiones domiciliarias	Presión, diámetros.
			F. Distribución de conexiones domiciliarias	Presión, diámetros.

Tabla 27: cuadro de operacionalización de variables  
Fuente: Elaboración propia

## **MATRIZ DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Realizar los estudios básicos para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores	Asentamiento Humano del Distrito de Castilla	Asentamiento Humano Los Libertadores	Observación	Fichas de observación
Determinar los parámetros de diseño para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores			Análisis documental	Ficha de recojo.
Realizar el diseño del reservorio para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores			Procesamiento de la información	Hojas de cálculo, cuadros.
Realizar el diseño de las redes de distribución para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores			Procesamiento de la información	Hojas de cálculo, cuadros.
Realizar el diseño de las conexiones domiciliarias para el sistema de agua potable del asentamiento humano Los Libertadores			Procesamiento de la información	Hojas de cálculo, cuadros.

Tabla 28: Matriz de técnicas e instrumentos.  
Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 42: Caseta de pozo Los Libertadores – Castilla – Piura.  
Fuente: Propia.



Ilustración 43: Reservorio Apoyado pozo Los Libertadores – Castilla – Piura.  
Fuente: Propia.



Ilustración 44: Placa recordatoria de caseta de pozo Los Libertadores – Castilla – Piura.  
Fuente: Propia.

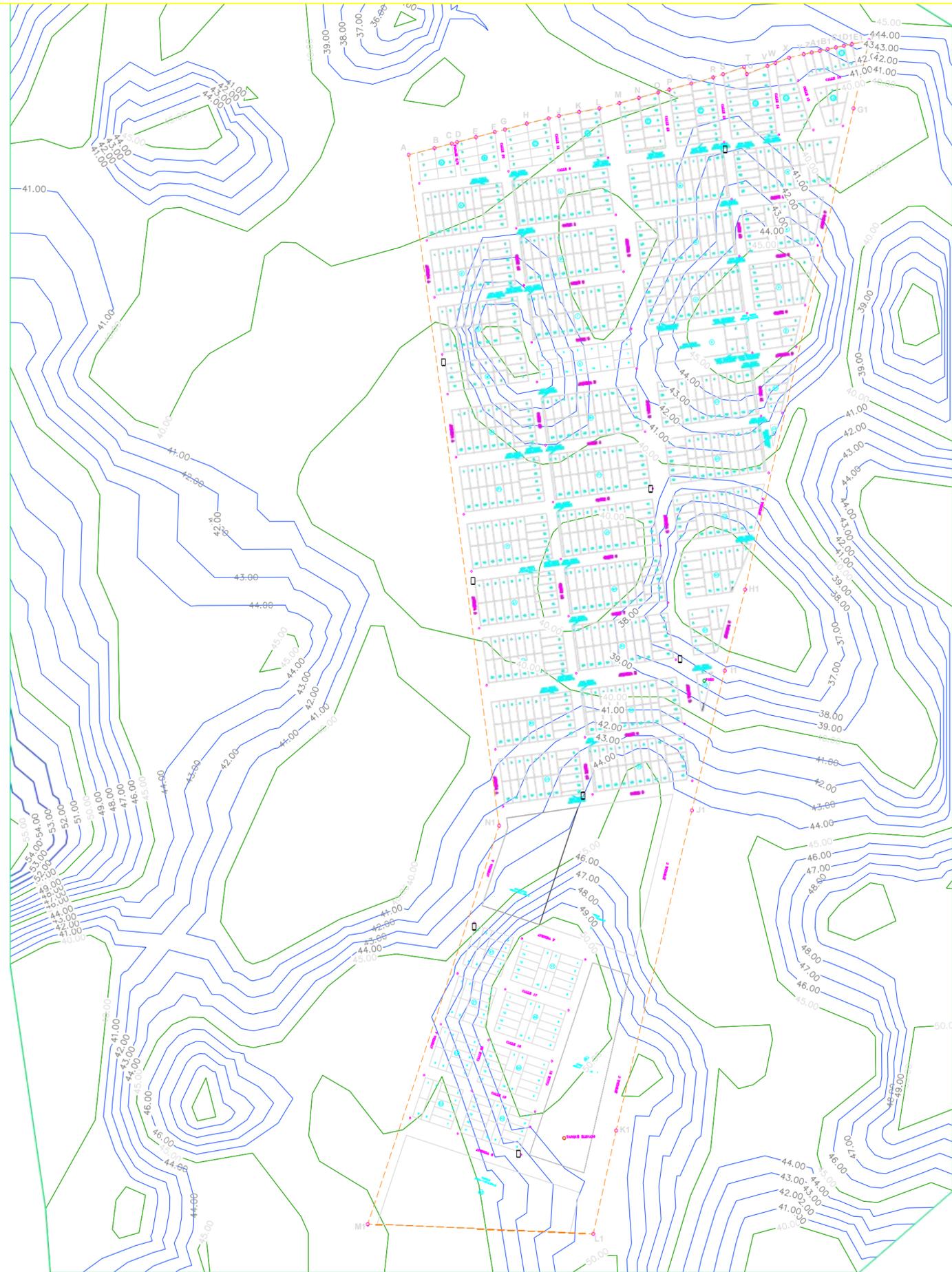


Ilustración 45: Visita a caseta de pozo Los Libertadores  
Fuente: Propia.



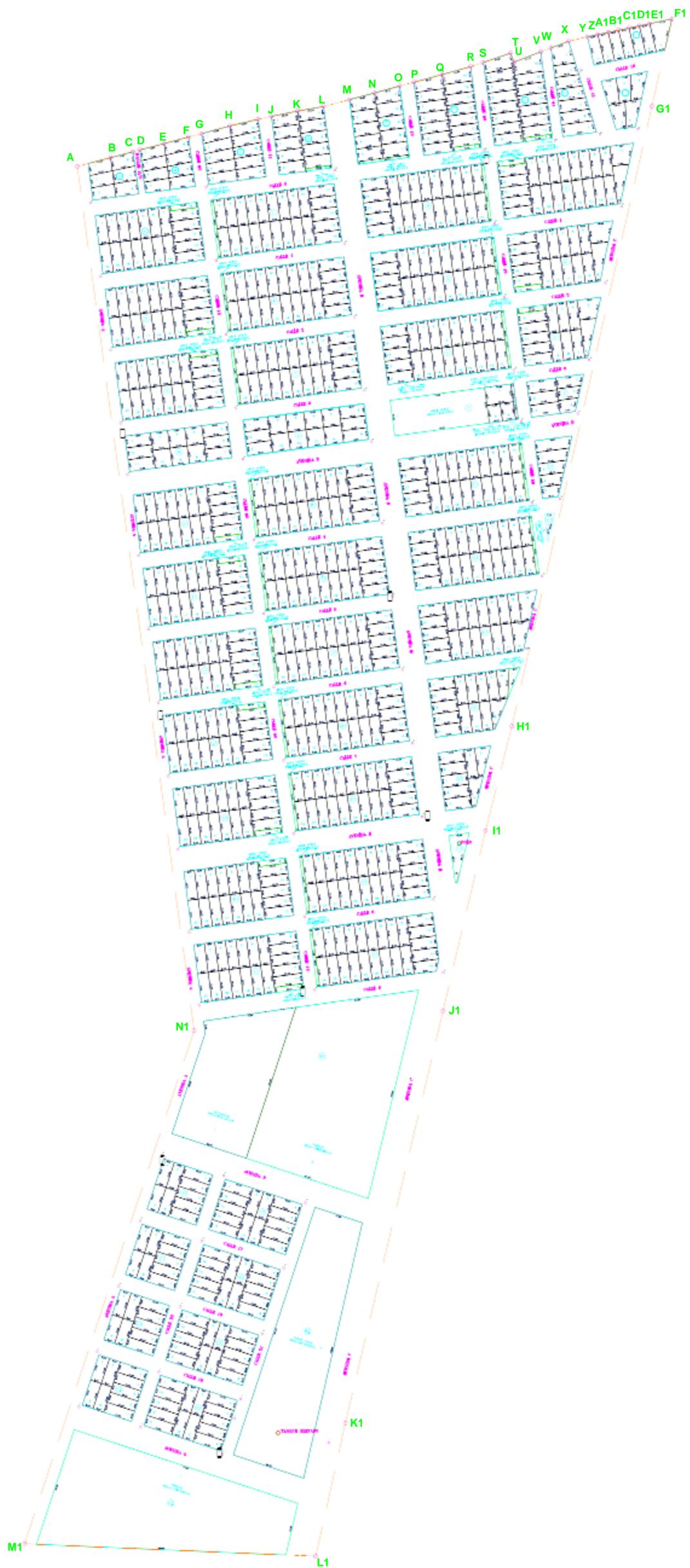
Ilustración 46: Visita a caseta de pozo Los Libertadores  
Fuente: Propia.

# PLANOS



PROYECTO: <b>"PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE          DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES          DISTRITO DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE PIURA"</b>	
UBICACIÓN: AA HH LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA	
PLANO: <b>CURVAS DE NIVEL</b>	MCG 2 - INE
ESCALA: IND	FECHA: PIURA, 2022

**CN-01**

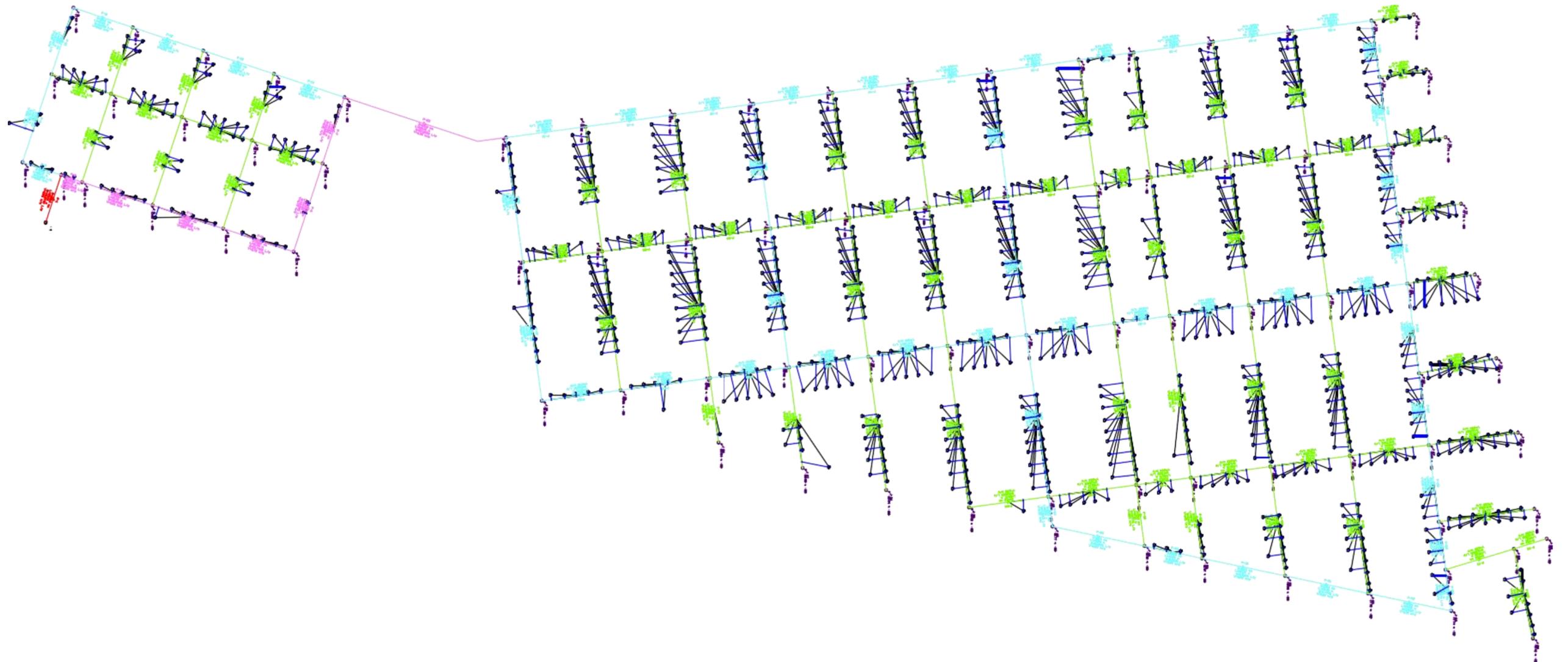


PROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL ANILAMANTO HUMANA LOS LIBERTADORES  
 DISTRITO DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE PUÑO

INGENIEROS: ANIL LOS LIBERTADORES, S.A.S. (CALLE 100 N. 100)  
 INGENIEROS: ANIL LOS LIBERTADORES, S.A.S. (CALLE 100 N. 100)

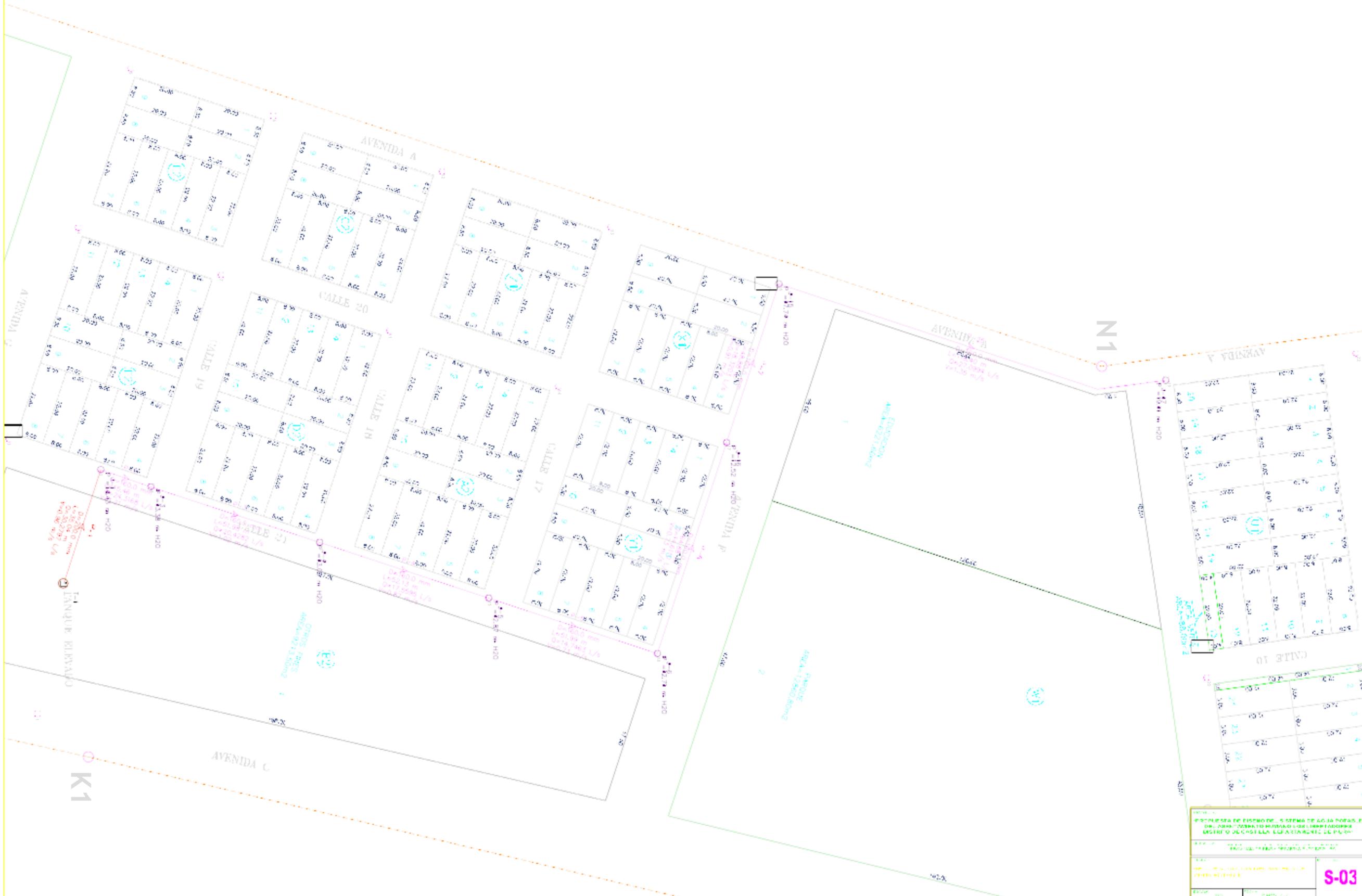
**LZ-01**

ESCALA: 1:500  
 FECHA: ABRIL 2017

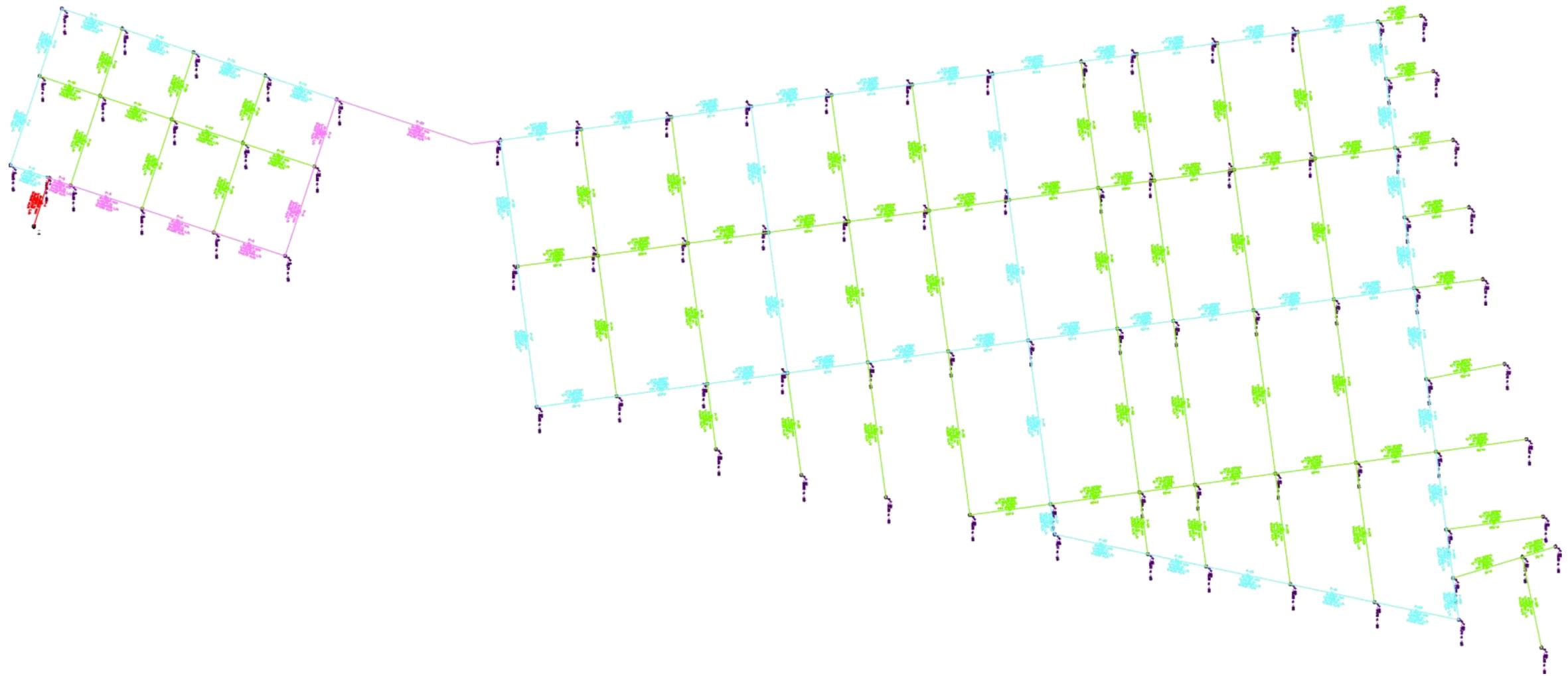


PROYECTO:	
"PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES DISTRITO DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE PIURA"	
UBICACION:	
AA. 181 LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA	
PLANO:	HOJA 2 DE 06
RED GENERAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
ESCALA:	FECHA:
IND	PIURA - 2022

S-01

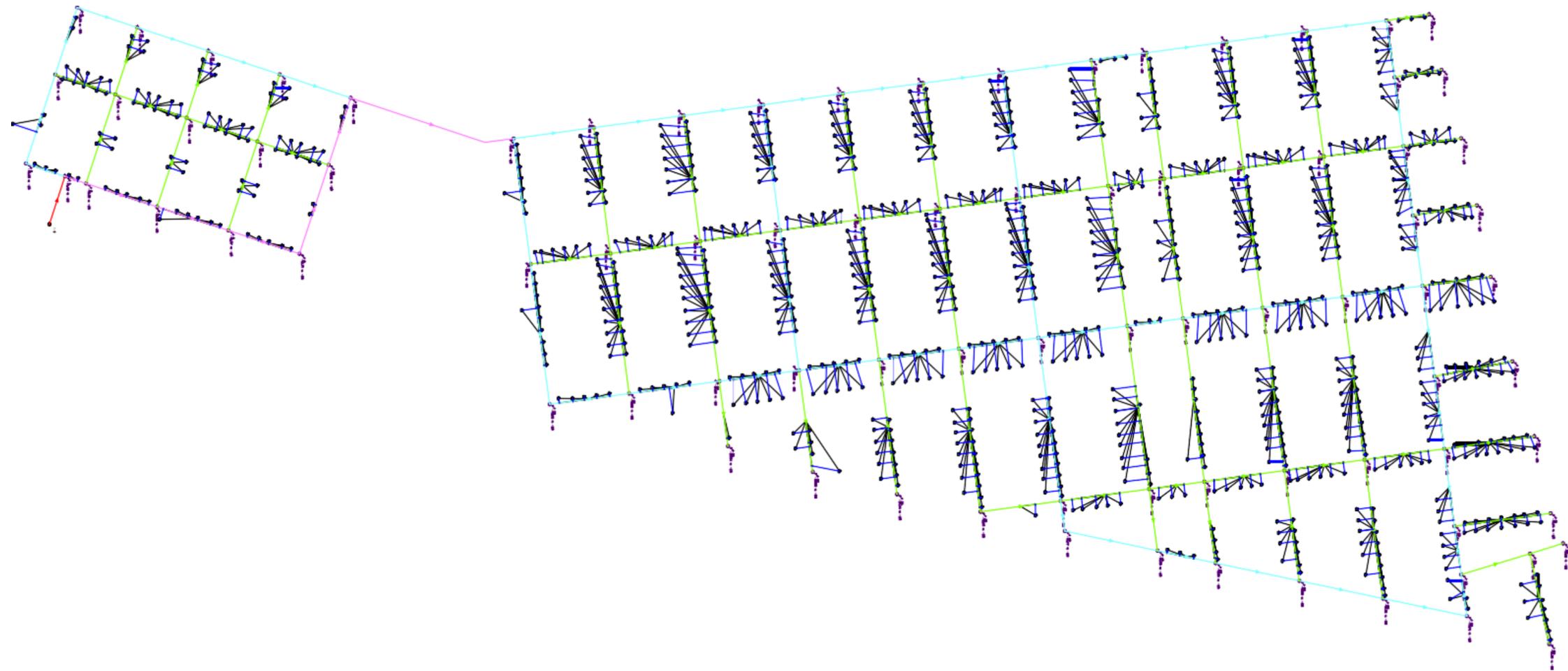


PROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL AREA DE BARRIO MURADO LOS LIMPIADORES DISTRITO DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE PUERTO RICO.	
TITULO: PLAN DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.	
ESCALA: 1:1000	
FECHA: 15/05/2024	
DISEÑADO POR: [Nombre]	
REVISADO POR: [Nombre]	
APROBADO POR: [Nombre]	
<b>S-03</b>	



PROYECTO:	PROYECTO DE MEJORA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL ASOCIAMIENTO DE MANOS UNIDAS CERRADOS DEL DISTRITO DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE PIRA		
UBICACION:	UBICACION: LOS CERRADOS (DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA DE SUCRE) PIRA (CANTON SUCRE) DE PIRA		
PLANO:	PLANO:	MOD 2-III	MOD 2-III
RED DE AGUA POTABLE:	RED DE AGUA POTABLE DE AGUA POTABLE		
ESCALA:	ESCALA:	1:1000	1:1000
FECHA:	FECHA:	15/05/2022	15/05/2022

**E-48-02**



PROYECTO: <b>*PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE          DEL ASENTAMIENTO HUMANO LOS LIBERTADORES          DISTRITO DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE PIURA*</b>	
UBICACION: AA 101 LOS LIBERTADORES, DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA	
PLANO: <b>RED DE CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>	MOD 2 - INE
ESCALA: IND	FECHA: PIURA - 2022

**S-04**