

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO DE MIRAFLORES, DISTRITO DE OXAPAMPA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autores:**

Jhon Davidsson Albengrin Velita

Mauricio Alonso Yaipen Fernandez Davila

**Asesor:**

MBA. José Luis Neyra Torres

<https://orcid.org/0000-0002-6470-2998>

Lima - Perú

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>EDMUNDO VEREAU MIRANDA</b>	<b>10557797</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>RUBEN KEVIN MANTURANO CHIPANA</b>	<b>46905022</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI











Jurado 3	<b>NEICER CAMPOS VASQUEZ</b>	<b>42584435</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Document Information

Analyzed document	TESIS TITULACIÓN - YAIPEN - ALBEGRIN VF.pdf (D154578102)
Submitted	2022-12-28 02:18:00
Submitted by	JOSE LUIS NEYRA TORRES
Submitter email	jose.neyra@upn.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	jose.neyra.delnor@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<p>Universidad Privada del Norte / Medina Alvarado y Vidal Cruz.pdf Document Medina Alvarado y Vidal Cruz.pdf (D142750540) Submitted by: german.sagastegui@upn.edu.pe Receiver: german.sagastegui.delnor@analysis.orkund.com</p>	 5
<b>SA</b>	<p>Universidad Privada del Norte / T1_TALLERDETESIS1_JIMENEZPEREZEDWINULISES.docx Document T1_TALLERDETESIS1_JIMENEZPEREZEDWINULISES.docx (D103086524) Submitted by: n00096775@upn.pe Receiver: robert.carrasco.delnor@analysis.orkund.com</p>	 1
<b>W</b>	<p>URL: <a href="https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/918/Agua_potable_y_saneamiento_en_la_nueva...">https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/918/Agua_potable_y_saneamiento_en_la_nueva...</a> Fetched: 2022-12-28 02:18:00</p>	 2
<b>SA</b>	<p>Universidad Privada del Norte / Tesis_Ticona Talaverano Pedro Miller_V1.docx Document Tesis_Ticona Talaverano Pedro Miller_V1.docx (D139466313) Submitted by: neicer.campos@upn.edu.pe Receiver: neicer.campos.delnor@analysis.orkund.com</p>	 1
<b>SA</b>	<p>Universidad Privada del Norte / SAMANEZ ORE CARLOS EFINAL (1).docx Document SAMANEZ ORE CARLOS EFINAL (1).docx (D110535852) Submitted by: julio.quesada@upn.edu.pe Receiver: julio.quesada.delnor@analysis.orkund.com</p>	 1
<b>SA</b>	<p>1553090642_Tesis final-Jaime Castro, Roddy Rizzo.pdf Document 1553090642_Tesis final-Jaime Castro, Roddy Rizzo.pdf (D49392928)</p>	 4
<b>W</b>	<p>URL: <a href="https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-25632019000200247&amp;script=sci_arttext&amp;lng=en">https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-25632019000200247&amp;script=sci_arttext&amp;lng=en</a> Fetched: 2022-12-28 02:18:00</p>	 1
<b>W</b>	<p>URL: <a href="https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1315">https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1315</a> Fetched: 2022-12-28 02:18:00</p>	 1
<b>W</b>	<p>URL: <a href="https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4330">https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4330</a> Fetched: 2022-12-28 02:18:00</p>	 1
<b>W</b>	<p>URL: <a href="https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Usa-de-tecnologias-de-la-4RI-en-ag...">https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Usa-de-tecnologias-de-la-4RI-en-ag...</a> Fetched: 2022-12-28 02:18:00</p>	 1

## DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mis padres Edú y Bertha, que siempre permanecieron con apoyo incondicional, inculcándome la disciplina de estudiar y luchar desde muy pequeño; a mis abuelos que siempre confiaron en mi capacidad para lograr cualquier triunfo al iniciar nuevos proyectos; además, agradecer a todas las personas que estuvieron presentes directa e indirectamente durante todo el transcurso de mi desarrollo como estudiante a profesional.

*Jhon Davidsson Albengrin Velita*

El siguiente trabajo es dedicado a mi padre Oscar y a mi madre Elvira, quienes, a pesar de las adversidades, siempre apoyaron y aconsejaron a mi persona a alcanzar esta meta de vida, a su vez, agradecer a todas las personas que confiaron en mi realización como profesional.

*Mauricio Alonso Yaipén Fernández-Dávila*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad Privada del Norte por albergarnos como casa de estudio y proporcionarnos las herramientas necesarias para la realización del presente trabajo investigativo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>JURADO EVALUADOR</b> .....	2
<b>INFORME DE SIMILITUD</b> .....	3
<b>DEDICATORIA</b> .....	4
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	5
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	8
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	9
<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>1.1. Realidad problemática</b> .....	12
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	24
<b>1.3. Objetivos</b> .....	25
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	26
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b> .....	28
<b>2.1. Tipo de investigación</b> .....	28
<b>2.2. Materiales, instrumentos y métodos</b> .....	29
<b>2.3. Matriz de Operacionalización de Variables</b> .....	30
<b>2.4. Procedimiento</b> .....	31
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b> .....	46
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	53

4.1	Discusión.....	53
4.2	Conclusiones.....	55
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Operacionalización de Variables.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 2 Información demográfica de los sectores: Miraflores y Llamaquizú.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 3: Información de población según Censo del distrito de Oxapampa.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 4.....</b>	<b>29</b>
<i>Datos de Tasa de Crecimiento Poblacional mediante Método Aritmético.....</i>	<i>29</i>
<b>Tabla 5.....</b>	<b>31</b>
<i>Población total de los sectores.....</i>	<i>31</i>
<b>Tabla 6.....</b>	<b>31</b>
<i>Datos para cálculo de población de diseño.....</i>	<i>31</i>
<b>Tabla 7 Promedio de poblaciones obtenidas de los distintos métodos .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 8.....</b>	<b>35</b>
<i>Dotación de agua por habitantes en clima templado y cálido.....</i>	<i>35</i>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Localización Departamental .....</i>	15
<i>Figura 2. Plano departamental.....</i>	16
<i>Figura 3. Área del proyecto. ....</i>	17
<i>Figura 4. Plano topográfico de Miraflores- Llamaquizú.....</i>	18
<i>Figura 5. Resultados de la Tasa de Crecimiento Poblacional mediante Método Geométrico.....</i>	30
<i>Figura 6. Resultados de la Tasa de Crecimiento Poblacional mediante Método Malthus .....</i>	30
<i>Figura 7. Resultados mediante el método aritmético de la población de diseño a lo largo del tiempo hasta el 2042 para Miraflores y Llamaquizú.....</i>	32
<i>Figura 8. Resultados mediante el método geométrico de la población de diseño a lo largo del tiempo hasta el 2040 para Miraflores y Llamaquizu.....</i>	33
<i>Figura 9. Resultados mediante el método Malthus de la población de diseño a lo largo del tiempo hasta el 2042 para Miraflores Llamaquizu y.....</i>	34
<i>Figura 10. Resultado del Gasto medio diario para Miraflores y Llamaquizu.....</i>	36
<i>Figura 11. Resultados de gasto máximo diario y gasto máximo horario para Miraflores y Llamaquizu. ....</i>	36
<i>Figura 12: Interfaz de trabajo del software Watercad v10i.....</i>	37
<i>Figura 13. Modelación de red con tres elementos.....</i>	38
<i>Figura 14: Tabla de resultados de nodos de una red en Watercad .....</i>	39
<i>Figura 15. Muestra de nodos en red en Watercad.....</i>	40
<i>Figura N°16. Modelamiento en CIVIL para que sea procesado en WATERCAD del Sistema de agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.....</i>	44
<i>Figura N°17. Modelamiento en WATERCAD del Sistema de agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.....</i>	45
<i>Figura N° 18. Modelamiento en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.....</i>	46

**Figura N° 19. Análisis y resultados de las tuberías en el Barrio de Miraflores, Oxapampa para el año 2042..... 47**

**Figura N°20. Resultados representativos de los nodos en el Barrio de Miraflores para el año 2042..... 48**

## RESUMEN

En el siguiente trabajo investigativo, el objeto de estudio fue la demanda requerida para abastecer de agua potable a la población actual y futura del Barrio de Miraflores, Oxapampa. Esta localidad, se encuentra a 4 km del distrito de Oxapampa, consta en la actualidad de 1467 habitantes, los cuales, al no contar con un sistema de abastecimiento de agua potable, el presente trabajo busca satisfacer esa necesidad de agua potable, y por ende diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que cumpla con la demanda requerida por la población actual y futura (proyectada al año 2042). Se calculó que la población del Barrio de Miraflores al año 2042 ascendería a 3241 habitantes, que requerirán un caudal medio de diseño de 13,17 ltrs/seg. Tras diseñar el sistema, se estableció que se requerirían tuberías de transporte de 4” de material de PVC, que permitirá que la velocidad de transporte en promedio (m/s) asegure eficazmente el transporte del caudal requerido, evitándose caídas de presión en el funcionamiento de la red (estas podrían presentarse únicamente en horarios de consumo máximo), por lo tanto, se mejoraría el abastecimiento de agua con un renovado diseño de sistema.

**PALABRAS CLAVES:** Diseño de sistema de Agua potable, Abastecimiento, Watercad, Barrio de Miraflores, Caudal de diseño

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

El consumo de agua es un servicio fundamental al que todo ser humano debe tener accesibilidad, existen barreras que impiden que gran parte de la población mundial no cuenten con este servicio, los cuales pueden ser falta de fuentes de agua, caudales de diseño no óptimos para el abastecimiento, como también consideraciones o fuentes de información erradas, consideradas al momento del diseño. Ante estos factores mencionados, se busca optar por la mejor vía que permita distribuir este recurso natural, y así ponerlo al alcance de todos los usuarios. Los sistemas de agua potable han sido difíciles de manejar, en la actualidad surgen los problemas por mal manejo de información que se tiene sobre la infraestructura instalada, esto genera fallos sobre la misma afectando al desarrollo de futuras obras que se puedan ejecutar. (Gonzales, R., Bejarano, E., 2019). Según Bejarano, se carece de información técnica que facilite el diseño y posterior funcionamiento del nuevo sistema de abastecimiento, por lo que ante obras similares, que deban compartir información, puede generar incompatibilidades, remarcándose así la importancia de contar con un banco de datos que permita interrelacionar todos los proyectos de construcción civil.

En América Latina, alrededor de 34 millones de personas no cuentan con acceso a fuentes mejoradas de agua, de las cuales un total de 21 millones de personas residen en áreas rurales. (CAF,2016). Según el CAF (Banco de Desarrollo Latinoamericano), la importancia de su estudio, es denotar la brecha existente al respecto de la carencia de proyectos que permitan disminuir el rango de personas sin acceso a este servicio.

En el Distrito Federal, en México, los sistemas de distribución de agua potable se caracterizan por trabajar a diversos niveles de presión a lo largo del circuito en distintos horarios y de poseer en su diseño una gran cantidad de circuitos cerrados (fuertemente

mallada), por lo que la operación de la red de distribución se torna compleja, a esto se suma la propia topografía de la zona que no favorece a los diseños existentes, que con más de 30 años de antigüedad y sin un mantenimiento adecuado, originan problemas de fugas y disminución de presiones en ciertas partes de la región. Al realizar el rediseño para el control de las fallas mencionadas, se observó una recuperación notable del volumen de agua del sector, además de combatir las pérdidas de agua. (Sandoval L., Ruiz J. & Toky G., 2016). Así que, según Ruiz y Toky, la importancia de revisar minuciosamente el diseño inicial de un sistema de agua potable, permite detectar las caídas y pérdidas de presión que se generan entre uniones, longitudes de tubería, y demás consideraciones que se contemplan.

En la ciudad de Salsipuedes, en Argentina, se realizó un análisis en el diseño de la red de distribución mediante el uso del software Epanet, llegándose a encontrar distintos problemas en la red existente, se comparó los resultados obtenidos por el software y los datos existentes; en primer lugar, se observó que en los pueblos con mayor densificación de personas, el caudal existente era de 65m<sup>3</sup>/hs, pero tras el análisis de crecimiento poblacional (con proyección a 20 años), el caudal requerido era de 136 m<sup>3</sup>/hs, por lo que a futuro no se podría cubrir el servicio, en segundo lugar, los volúmenes existentes para el almacenamiento en algunos puntos se encontraban muy por encima de los volúmenes requeridos, siendo 765m<sup>3</sup> el volumen requerido y 790 m<sup>3</sup> el máximo total permitido, pero realmente el volumen existente era de 1127m<sup>3</sup>, excediéndose así en los requerimientos mínimos de la normativa en Argentina, sin embargo, en el barrio el Pueblito, no existe almacenamiento alguno, sino que cuenta con un pozo que está conectado directamente a la red, en tercer lugar, se encontraban presiones menores a las mínimas (12mca) establecidas según la ENOSHA, esto quiere decir que el agua no llega a los tanques de las viviendas, siendo imposible la obtención del servicio. Sin embargo, el principal problema no es el abastecimiento o almacenamiento, sino la red de distribución, ya que no podía trasladar agua debido a sus diámetros de tuberías

reducidos que incapacitaban el desarrollo eficiente de este, para comprobar el problema, se cambió los diámetros de tuberías agrandándolos de forma gradual, hasta finalmente obtener un diámetro de 50mm que satisfacía los requerimientos necesarios para entregar el servicio correctamente a la población de Salsipuedes. (Anconetani, 2014). Tras la revisión del artículo, Anconetani, nos explica como la falta de visión a futuro, puede repercutir en el abastecimiento de demandas necesarias para satisfacer tanto la presión requerida, como el caudal requerido para una población determinada, por lo que se nos hace entender que al diseñar, hay que realizar siempre el modelado a una proyección mayor a la establecida para el proyecto.

En el Cantón de Caluma, provincia de Bolívar, Ecuador, el periodo de diseño de la red se encuentra caducada, por lo que ya no se podía abastecer al Cantón; mediante el análisis de la red, se observó que esta trabaja de manera combinada, contando con conexiones cerradas y abiertas en los extremos. Al realizar el análisis de la red actual con el software Epanet, se calculó que la población para el año 2038, requeriría de un caudal de 80.04 l/s, por ende, los diámetros de tuberías actuales no son los adecuados, modificando los diámetros a tuberías de 110mm, 90mm, 63mm y 32mm correspondientemente a las necesidades de la red, garantizando así el abastecimiento a la población futura, a su vez, manteniéndose los niveles de presión menores a 10mca, que por norma de diseño en Colombia viene a ser el máximo permitido. (Castro J. & Rizzo R., 2019). Para Castro y Rizzo, se destaca la necesidad del cambio general de las líneas de conducción, porque una vez vencido el diseño, la demanda de caudal para la población, siempre será exponencial al crecimiento poblacional.

En Perú, departamento de Piura, localidad de Sónдор, distrito de Sónдор, región Huancabamba, distintas localidades pertenecientes a la sierra peruana, fueron beneficiadas con distintos proyectos de abastecimiento de agua potable, la necesidad futura de los

beneficiarios de la localidad de Sándor fue analizada para un requerimiento de población al año 2039, por tal motivo, se realizó el diseño el sistema de agua potable con el software Watergems, obteniéndose valores que cumplían con los parámetros exigidos en la normativa, dotando por completo a la red. Para el primer tramo, se determinó un caudal de 5.04 l/seg que sería proporcionado de la captación 1, para el tramo 2, el caudal determinado era de 1.20 l/seg proporcionado de la captación 2; se utilizaron diámetros de tubería de 2 y 2.5 pulgadas para el tramo 1, mientras que para el tramo 2 se estableció un diámetro de tubería de 1.5 pulgadas. Se logró que el balance hídrico entre la oferta y demanda resultara en un valor positivo, esto debido a que las fuentes de abastecimiento ofrecen un valor por encima del requerido. Gracias a los resultados obtenidos y explicados, la ejecución del nuevo proyecto de diseño, garantizará el abastecimiento requerido por la población de Sándor. (Morante C., 2019). Según Morante, la necesidad de la localidad del Sándor, facilitó la aplicación de un diseño de sistema de agua potable haciendo uso del software Watergems, el cual permite detectar las necesidades reales según la característica del tramo, esto permite al diseñador, proporcional al cliente el modelo que mejor se adecúa a sus necesidades.

En Nuevo Moro, Chimbote, en Perú, el servicio de abastecimiento de agua potable era insuficiente en 2 áreas de estudio, el sector Los Arenales, y el sector Nuevo Moro. Debido a que no se cubría la demanda y presión requerida a causa del crecimiento demográfico, se evaluó el sistema actual desde los reservorios hasta la red de distribución. Los resultados de los estudios dieron cuenta que, para satisfacer a la población actual y proyectada en 20 años, el caudal promedio requerido en el sector Los Arenales sería de 7.23 l/seg, con una línea de aducción de 8 pulgadas y una presión promedio de 17.725 MCA, mientras que para el sector Nuevo Moro, el caudal promedio sería de 3.292 l/seg, con una línea de aducción de 6 pulgadas y una presión promedio de 18.01 MCA (Rodríguez L. ,2015). Para Rodríguez, el análisis detallado de las necesidades de la población de Nuevo Moro, en Chimbote, analizar

localidades conjuntas de una misma ciudad, deben realizarse por separado, ya que las necesidades de un sector u otro pueden variar en medida de necesidades, por lo que Rodríguez denota esta diferencia que se transmitirá en la realidad en la ejecución en materiales, accesorios, etc.

El barrio de Miraflores se encuentra ubicado a 4km de distancia del distrito principal de Oxapampa, provincia de Oxapampa, región de Pasco. El barrio de Miraflores comprende de 2 sectores, estos sectores son Miraflores y Llamaquizú, que limitan geográficamente de la siguiente manera:

- Este: Anexo La Florida, Churumazú.
- Oeste: Anexo Puellas.
- Norte: Ciudad de Oxapampa.
- Sur: Localidad de Abra.

Se adjunta a continuación la localización a rasgo departamental, como también el plano departamental y área de trabajo del proyecto:

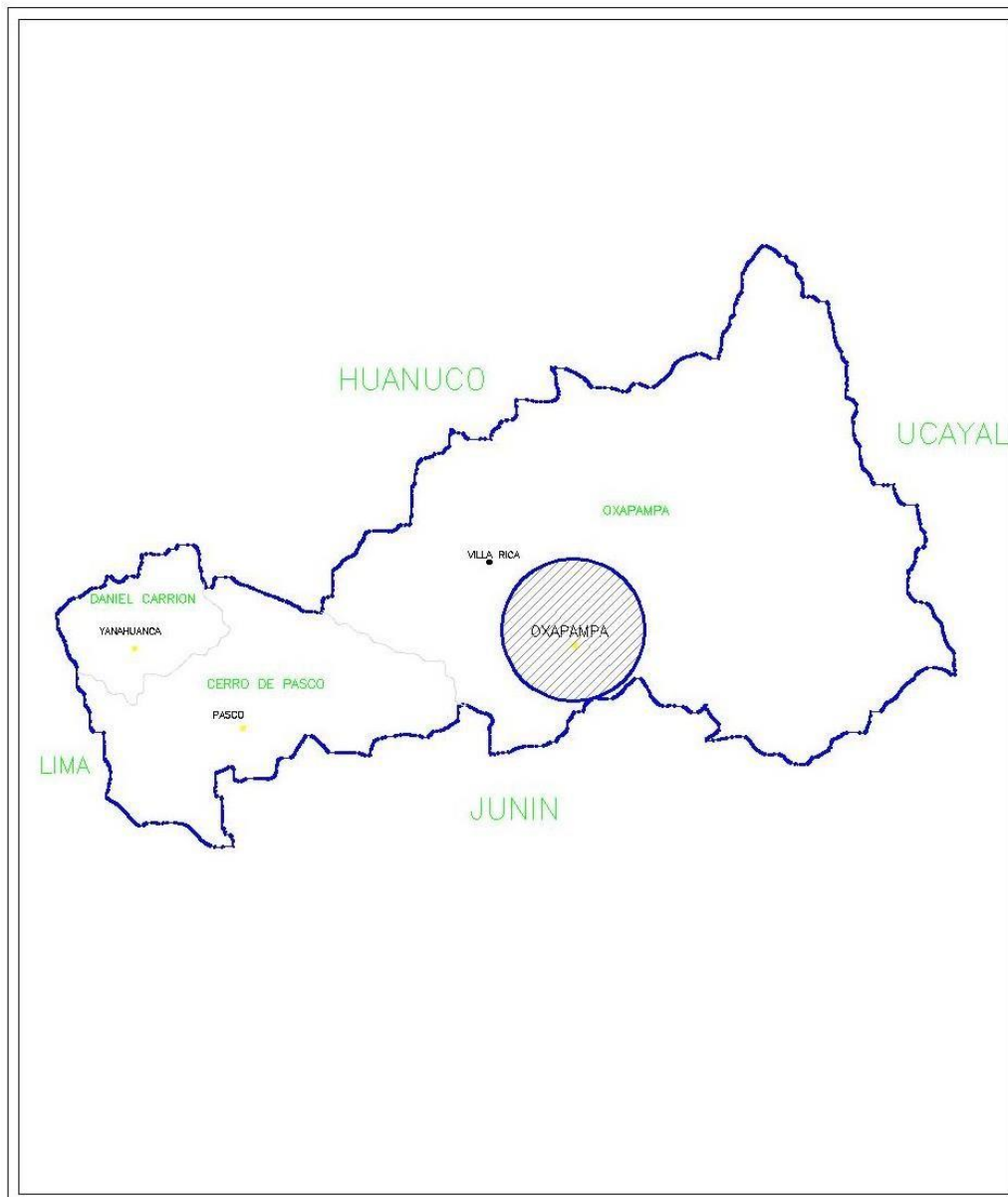


Figura 1. Localización Departamental.



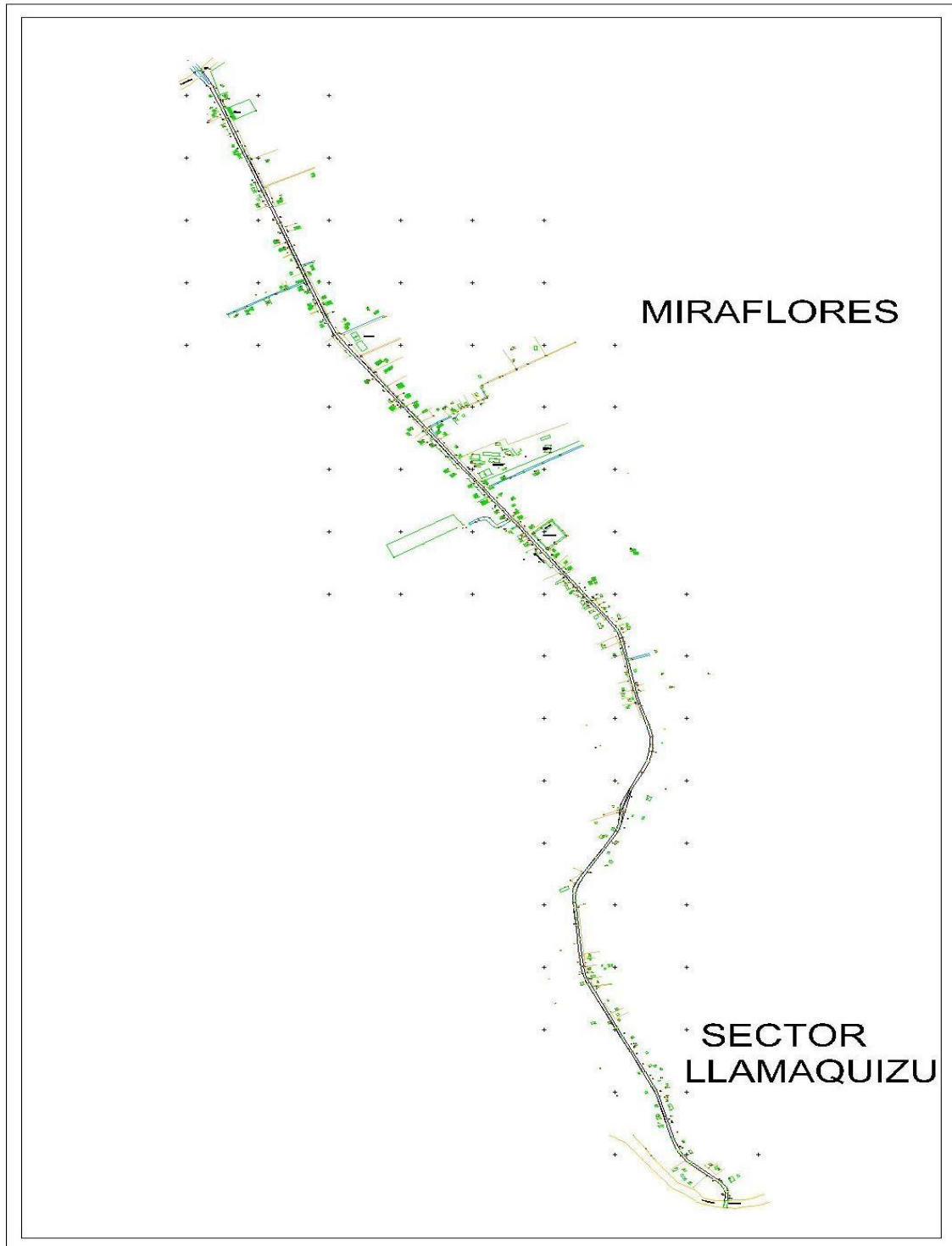
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Plano departamental



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Área del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

La topografía del barrio de Miraflores (sectores Miraflores y Llamaquizú) es de relieve con pendiente suave, con altitudes que varían entre 1850 – 1880 msnm. La población total que comprende los sectores Miraflores y Llamaquizú consta de 1467 habitantes, distribuidas en 262 viviendas domiciliarias y 5 instituciones del estado, por lo que la densidad es de 5.0 hab./viv. Según información extraída del padrón de los 2 sectores que comprenden el barrio de Miraflores, la distribución por sexo de la población indica que las mujeres representan el 49% y los hombres el 51%.

Figura 4. Plano topográfico de Miraflores- Llamaquizú



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth, Global Mapper y Civil 3D

Del sistema de agua potable del barrio de Miraflores se cuenta con la siguiente información:

**Fuentes:** Las fuentes actuales de aguas superficiales existentes provienen de los manantiales de La Colina, con una capacidad de 43 l/s, de los cuales se destinan 35 l/s para Oxapampa distrito y 4 l/s para Miraflores. Se estima que un pequeño caudal de 4 l/s debe ser descargado en el área para usos locales, principalmente para agua de bebida de los animales. A su vez, existe un manantial denominado San Luis que se encuentra aproximadamente a 3 Km. del barrio de Miraflores, situándose a una cota topográfica apropiada para su conducción por gravedad y cuyo rendimiento es de 14 l/s. por lo que se puede considerar a este manantial como una oferta potencial de abastecimiento.

**Captación:** Existen tres Captaciones de manantiales ubicados en la zona denominada La Colina. Dos manantiales, el C1 y C2 que están interconectados a una línea de 10" de PVC que conduce el agua de estas captaciones hasta una cámara de reunión a la cual también llega el agua de la captación C3 adyacente a las otras cajas de captación y, que tiene una línea de conducción paralela de 8" de PVC. De la mencionada cámara de reunión salen dos líneas una de 6" de PVC, hacia el reservorio de 690 m<sup>3</sup> para la Ciudad Oxapampa y otra línea de 3" también de PVC, hasta otro reservorio de sección rectangular de 50 m<sup>3</sup> de capacidad que se utiliza para abastecer al barrio de Miraflores. Las captaciones C1, antigua, y C3 fueron construidos hace 20 años, la C1 tuvo que reubicarse en el año 2001, para no perder su capacidad de captación. La captación C2 se construyó posteriormente a las antiguas con la finalidad de incrementar caudal de captación y poder satisfacer la demanda de la localidad de Miraflores.

**Reservorio:** El reservorio apoyado es de concreto armado de forma rectangular de 50.0 m<sup>3</sup> de volumen de sección rectangular de 4.2 x 2.30 m., con una altura útil de 1.6 m, por su estado actual se encuentra en buenas condiciones estructurales e hidráulicas.

**Línea de Aducción:** La línea de aducción tiene una longitud de 300 m de tubería de PVC 6“de diámetro, siendo su capacidad máxima de conducción de 10 lps.

Tras analizar el sistema de agua potable perteneciente al barrio de Miraflores, del cual no se cuentan planos del diseño original construido en el año de 1978, se determinó que la producción diaria proveniente de los manantiales de la Colina es menor al 25% de la capacidad del reservorio, siendo insuficiente para las normas vigentes y para el caudal que se debe destinar a la población en la actualidad que es de 5 litros/seg.

En base a los expedientes técnicos obtenidos de la municipalidad de Oxapampa, se extrajo la información de que existe la presencia de caídas de presiones y un mal diseño de tuberías a lo largo del sistema (de las pocas tuberías que se han podido detectar), lo que genera pérdidas graduales de agua en la red junto con vacíos o sobrecarga en los reservorios, de todo esto se desprende que realizar un nuevo diseño de agua potable es necesario para no sólo solucionar los distintos problemas que puedan existir en cuanto a infraestructura actual y abastecimiento de agua potable, sino para garantizar el abastecimiento de agua potable para la población a futuro del barrio de Miraflores.

El presente trabajo investigativo propone un nuevo diseño del sistema de agua potable que garantice el abastecimiento de agua potable al barrio de Miraflores, que con una población actual de 1467 habitantes requiere de un caudal de 5 litros/seg y que con una población proyectada de 3241 habitantes al año 2042, requerirá de un caudal de diseño de 13.17 litros/seg. y una dotación de agua por habitante de 220 l/hab/día.

### *Definiciones conceptuales*

Según la Norma Técnica “Guía de Diseños Estandarizados para Infraestructura Sanitaria Menor en Proyectos de Saneamiento en el Ámbito Urbano - Etapa 1 y sus Anexos” y el Reglamento Nacional (Sencico, 2020) de edificaciones define:

- **Caudal de Diseño:** Caudal utilizable para el dimensionamiento de los componentes de los proyectos de saneamiento, y que es aplicable a lo largo del periodo de diseño.
- **Conexión Domiciliaria de Agua Potable:** conjunto de elementos y accesorios desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable hasta la entrada del domicilio o local público, con la finalidad de abastecer de agua a cada lote, vivienda o local público.
- **Período óptimo de diseño:** Es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua potable o saneamiento cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación de un proyecto.
- **Población de diseño:** Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño.
- **Dotación de Agua:** La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.
- **Red de distribución:** Sistema de tuberías compuestos por alimentadores y ramales.
- **Conducción por Gravedad:** Transporte de agua o liquido de flujo laminar, desde la fuente de captación, hasta el punto de captación, sin mecanismos de bombeo.
- **Línea de Aducción:** Infraestructura construida y utilizada para el transporte de agua, desde los puntos de captación, hasta los centros de consumo.

- **Caída de presión en tuberías:** Cantidad de presión que se pierde permanentemente en la línea de aducción, esto ocasionado por el paso del agua o flujo laminar.
- **Flujo Laminar:** Fluido que se mueve de forma ordenada a través de un sistema de conducción.
- **Reservorio:** Estructura impermeable que reúne agua proveniente de una línea de aducción o afluente natural de agua.
- **Impacto Ambiental:** Cambio del ambiente, generado por la acción del hombre o la naturaleza.
- **Impacto Social:** Modificación generada en un grupo social, producto de investigaciones generadas. (Libera B.,2019).
- **WaterCad:** Software de uso comercial, destinado al análisis, modelación, gestión de redes a presión, que facilita soluciones para el diseño, construcción y puesta de operación de infraestructuras en campos afines. (Bentley, 2022)

## 1.2. Formulación del problema

**Pregunta General:** ¿Será el nuevo diseño del sistema de agua potable, planteado en el software Watercad, útil para resolver la demanda actual de agua potable requerida, esto, para los 1467 habitantes de la actualidad, y para la población proyectada al año 2042 de 3241 habitantes en el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022?

**Pregunta Específica:**

**Pregunta Específica 1:** ¿Cuál será la demanda actual, y futura, proyectada al año 2042, para la población del Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022?



**Pregunta Específica 2:** ¿La propuesta de diseño establecerá las presiones internas de la red de agua potable que permitan mitigar fugas y caídas graduales de presión en el sistema de agua potable para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022?

**Pregunta Específica 3:** ¿Las fuentes de captación existentes de agua potable garantizarán la cantidad de agua solicitada para cubrir la demanda del Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar la red de abastecimiento de agua potable que abastezca la demanda requerida para la población actual de 1467 habitantes y la población futura de 3241 habitantes proyectada al año 2042 en el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

**Objetivo Específico 1:** Determinar la demanda actual y futura (proyección al año 2042) de agua potable para la población del Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

**Objetivo Específico 2:** Determinar las presiones internas de la red de agua potable para mitigar las fugas y caídas graduales de presión para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

**Objetivo Específico 3:** Establecer fuentes de captación de agua potable que garanticen la cantidad de agua requerida para el transporte del caudal de diseño a los reservorios para la población actual y futura del Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1 Hipótesis general**

El diseño del sistema de agua potable permitirá dotar el volumen requerido para satisfacer la demanda de la población actual y futura del Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

### **1.4.2 Hipótesis específicas**

**Hipótesis Específica 1:** A través del método Aritmético, Geométrico y de Malthus, se podrá obtener la población a futuro en el año 2040, dato que permitirá mediante las ecuaciones de caudal obtener el caudal de diseño requerido para la población a futuro del Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

**Hipótesis Específica 2:** Mediante simulaciones y elección de diámetros adecuados de tuberías se garantizará que las presiones del sistema de agua potable sean estables para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

**Hipótesis Específica 3:** Las fuentes de agua potable existentes garantizarán la demanda requerida del caudal de diseño para el sistema de agua potable para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

**Justificación:** El presente estudio de investigación tiene como importancia, satisfacer la demanda requerida de agua por parte de la población del Barrio de Miraflores, Oxapampa. Esto se conseguirá, aportando el presente trabajo, al banco de proyectos de la municipalidad del Barrio de Miraflores, Oxapampa, para que pueda ser usado como guía, o, para su planteamiento y ejecución directa, ya que al ser un proyecto viable (por su estructura, e investigación para la obtención de datos), los datos muestran estadísticas que abordan la situación real y actual del distrito de Miraflores, por lo que atender esta problemática con un enfoque social, orientado al derecho de un servicio fundamental de distribución de agua,

permitirá que las generaciones futuras de la zona de estudio, tengan una mejor calidad de vida.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

La investigación es de enfoque cuantitativo, porque se prueban las hipótesis a través de la recolección de datos con fundamento en la medición numérica (Roberto, 2014). La presente investigación estudiada, al ser de enfoque cuantitativo, cuenta con datos numéricos que se originan de distintos tipos de mediciones (Censos por ejemplo), por lo que se caracteriza de hacer uso de variables cuantificables, permitiendo así una descripción de manera objetiva, que brinde un alcance a la realidad del barrio de Miraflores, Oxapampa. Existen distintos tipos de investigación, los cuales se determinan mediante el objetivo de esta, la investigación aplicada, cuenta con el objetivo de generar conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo (Lozada, 2014). Al ser la presente investigación de tipo aplicada, significa que, a través de la aplicación de los conocimientos adquiridos por el investigador, se logrará resolver el problema de investigación a través del uso de un software o herramientas de análisis o diseño, a su vez, el desarrollo de la investigación de tipo aplicada, contempla que los conocimientos, se dirijan a proyectos de interés social. El alcance es exploratorio, ya que no se cuentan con fuentes de estudio ni de factibilidad que resuelvan el problema de investigación, por lo que se hace necesaria la búsqueda de datos para adquirir una visión general del tema de estudio, para facilitar el desarrollo de la misma. (Colomé, Serrano & Reta, 2018). La presente investigación, al ser de carácter exploratorio, requiere la recolección de datos, que se han recolectado tanto de la municipalidad de Oxapampa, como de la base de datos del INEI. El diseño experimental es el tipo más alto de estudio de investigación que permite encontrar

con mayor grado de confianza una solución a la realidad problemática. El diseño de investigación se caracteriza por involucrar al problema que se estudia con las variables de estudio (Rodríguez, 2011). La presente investigación, al ser de diseño experimental, requiere de información como: cantidad de población, planos de línea de agua existentes, catastro del distrito de Miraflores, por lo que las variables a estudiar deben estar relacionadas e inmersas en la investigación.

## **2.2. Materiales, instrumentos y métodos**

La investigación al ser de tipo aplicada, requiere que se haga uso de los conocimientos de ingeniería relacionados al diseño de un sistema de agua potable, por lo que, para determinar la demanda requerida para la población actual y futura del Barrio de Miraflores, Oxapampa, se hará uso de los métodos de proyección de incremento poblacional, que permitirá determinar la cantidad de población de estudio a futuro, a su vez, se hará uso de los métodos de determinación de caudal medio de diseño, para determinar cuánta será la demanda requerida por la población a futuro del distrito de Miraflores, Oxapampa. Por lo que, al contar con la información necesaria (población del distrito de Miraflores, Oxapampa; y demanda de consumo de la población a futuro), se podrá establecer las líneas de conducción de agua potable que permitan obtener el mejor diseño de sistema de abastecimiento de agua potable, esto, acorde a las características requeridas en la presente investigación.

Los métodos de proyección de incremento poblacional a usar serán los siguientes:

- **Método Aritmético:** Método de Proyección teórico, en el cual se estima la población de diseño con una muestra de 2 a más tiempos, por lo general, este método es utilizado para proporciones en plazos de tiempo corto. (Zenteno, 2018)

- **Método Geométrico:** Este método asume un crecimiento poblacional de tasa constante, lo que significa que cada periodo de tiempo, será proporcional, esto verificado por cada periodo censal. (Zenteno, 2018).
- **Método de Malthus:** Este método sugiere que una población aumenta su tamaño en base a una tasa proporcional acorde al número de pobladores actuales, por lo que las tasas de natalidad y mortandad permanecerán constantes, por lo que la población siempre aumentará su tamaño de forma exponencial, permitiendo un análisis de corto plazo. (PARRA, 2018).

### 2.3. Matriz de Operacionalización de Variables

A continuación, se presenta la tabla de operacionalización de variables de estudio para esta investigación.

Tabla 1  
Operacionalización de Variables

Tipo de Variable	Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Abastecimiento de Agua Potable.	Según Patiño (2018), el abastecimiento de agua potable, es el conjunto de obras requeridas para concentrar, transportar, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales, sean subterráneas o superficiales, hasta los domicilios favorecidos.	Presión	Fuerza de transporte en Bares o Psi.
			Caudal	Cantidad de agua transportada, la unidad litros/seg.
			Velocidades de diseño	Velocidad de transporte del fluido movilizado a las zonas de destino.
Variable Dependiente.	Diseño del Sistema.	Según Levin (2015), el diseño de un sistema, representa la estructura, el comportamiento en base a los análisis de la necesidad del sistema.	Software	Watercad es el software a utilizar por sus prestaciones.
			Tiempo	El periodo de tiempo utilizado para el diseño del Sistema de agua acorde a las características del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. Procedimiento

El sistema de abastecimiento de agua potable se proyectará para un uso de 20 años a partir del año 2022, por lo que el procedimiento para determinar la proyección poblacional se realizará extrayendo información de la base de datos de los últimos censos elaborados por el INEI.

Tabla 2  
 Información demográfica de los sectores: Miraflores y Llamaquizú

Departamento	Provincia	Distrito	Nombre de centro Poblado	Población
Pasco	Oxapampa	Oxapampa	Miraflores	1238
Pasco	Oxapampa	Oxapampa	Alto Miraflores	27
Pasco	Oxapampa	Oxapampa	Llamaquizu	202

Fuente: Elaboración propia adaptada de “PERÚ: LISTADO GENERAL DE CENTROS POBLADOS SEGÚN DISTRITO, 2019”, INEI,2019.

Debido a que no se cuenta con información acerca de los censos únicamente del barrio de Miraflores, se determinará a partir del censo general del distrito de Oxapampa el factor de crecimiento poblacional “n” para así obtener la tasa de crecimiento y ajustar los valores obtenidos a los datos de población actual que se cuentan del barrio de Miraflores.

Tabla 3: Información de población según Censo del distrito de Oxapampa

Año Censal	Población
1981	13051
1993	12826
2007	14190
2017	15677

Fuente: Elaboración propia adaptada “Censos Nacionales de Población y Vivienda,1981, 1993,2007,2017” del INEI,2017.

De la tabla 3, se obtuvo la tasa de crecimiento poblacional mediante 3 métodos de incremento poblacional:

- **Método Aritmético:**

Fórmula de la tasa de crecimiento poblacional mediante el método aritmético

$$i = \frac{Pf - Po}{n}$$

Pf= Población final

Po=Población inicial

n=Diferencia de años censales

i= tasa de crecimiento

Tabla 4

*Datos de Tasa de Crecimiento Poblacional mediante Método Aritmético*

Intervalo de años	n	Tasa de crecimiento
1981-1993	12	-18.75
1993-2007	14	97.43
2007-2017	10	148.70
Promedio		75.79

Fuente: Elaboración propia.



- **Método Geométrico.**

Figura 5. Resultados de la Tasa de Crecimiento Poblacional mediante Método Geométrico.

Año Censal	Población
1981	13051
1993	12826
2007	14190
2017	15677

$$i = (P_f / P_o)^{1/n} - 1$$

Tasa de crecimiento	
1981-1993	-0.0014
1993-2007	0.0072
2017-2017	0.0100
Promedio	0.0053

Fuente: Elaboración propia obtenida de Microsoft Excel.

- **Método de Malthus**

Figura 6. Resultados de la Tasa de Crecimiento Poblacional mediante Método Malthus.

Año Censal	Población
1981	13051
1993	12826
2007	14190
2017	15677

$$(P_a / P_i)^{(1/10)} - 1$$

Tasa de crecimiento	
1981-1993	-0.0017
1993-2007	0.0102
2017-2017	0.0100
Promedio	0.0061

Fuente: Elaboración propia obtenida de Microsoft Excel.

- **Cálculo de población de diseño**

Tabla 5  
*Población total de los sectores*

Sector	Población
MIRAFLORES	1238
ALTO MIRAFLORES	27
LLAMAQUIZU	202
TOTAL	1467

Fuente: Elaboración propia adaptada de “PERÚ: LISTADO GENERAL DE CENTROS POBLADOS SEGÚN DISTRITO, 2019”, INEI, 2019.

Se desarrollará el cálculo de la población futura de diseño de cada uno de los métodos, el resultado de población final será el promedio de las poblaciones futuras que se obtengan de cada método desarrollado, esto con el fin de obtener el resultado más específico posible.

Tabla 6  
*Datos para cálculo de población de diseño*

Items	Sector global
Población 2022	1467
Tasa de crecimiento (Aritmético)	75.79
Tasa de crecimiento (Geométrico)	0.53%
Tasa de crecimiento (Malthus)	0.61%

Fuente: Elaboración propia.

- **Proyección de Población mediante el método aritmético.**

Figura 7. Resultados mediante el método aritmético de la población de diseño a lo largo del tiempo hasta el 2042 para Miraflores y Llamaquizú

MÉTODO ARITMÉTICO		
Año	Tasa de crecimiento	Proyección de población (hab)
2019	75.79	1467
2020	75.79	1543
2021	75.79	1619
2022	75.79	1694
2023	75.79	1770
2024	75.79	1846
2025	75.79	1922
2026	75.79	1998
2027	75.79	2073
2028	75.79	2149
2029	75.79	2225
2030	75.79	2301
2031	75.79	2376
2032	75.79	2452
2033	75.79	2528
2034	75.79	2604
2035	75.79	2680
2036	75.79	2755
2037	75.79	2831
2038	75.79	2907
2039	75.79	2983
2040	75.79	3059
2041	75.79	3134
2042	75.79	3210

Fuente: Elaboración propia obtenida de Microsoft Excel

- **Proyección de población mediante el método geométrico.**

Figura 8. Resultados mediante el método geométrico de la población de diseño a lo largo del tiempo hasta el 2040 para Miraflores y Llamaquizu.

MÉTODO GEOMÉTRICO		
Año	Tasa de crecimiento	Proyección de población (hab)
2019	0.53%	1467
2020	0.53%	1475
2021	0.53%	1483
2022	0.53%	1490
2023	0.53%	1498
2024	0.53%	1506
2025	0.53%	1514
2026	0.53%	1522
2027	0.53%	1530
2028	0.53%	1538
2029	0.53%	1547
2030	0.53%	1555
2031	0.53%	1563
2032	0.53%	1571
2033	0.53%	1580
2034	0.53%	1588
2035	0.53%	1596
2036	0.53%	1605
2037	0.53%	1613
2038	0.53%	1622
2039	0.53%	1631
2040	0.53%	1639
2041	0.53%	1648
2042	0.53%	1657

Fuente: Elaboración propia obtenida de Microsoft Excel

- **Proyección de población mediante el método Malthus**

Figura 9. Resultados mediante el método Malthus de la población de diseño a lo largo del tiempo hasta el 2042 para Miraflores Llamaquizu y.

MÉTODO MALTHUS		
Año	Tasa de crecimiento	Proyección de población (hab)
2019	0.61%	1467
2020	0.61%	1559
2021	0.61%	1657
2022	0.61%	1762
2023	0.61%	1872
2024	0.61%	1990
2025	0.61%	2115
2026	0.61%	2248
2027	0.61%	2390
2028	0.61%	2540
2029	0.61%	2700
2030	0.61%	2870
2031	0.61%	3050
2032	0.61%	3242
2033	0.61%	3446
2034	0.61%	3663
2035	0.61%	3893
2036	0.61%	4138
2037	0.61%	4398
2038	0.61%	4675
2039	0.61%	4969
2040	0.61%	5282
2041	0.61%	5614
2042	0.61%	5967

Fuente: Elaboración propia obtenida de Microsoft Excel

A continuación, se determina el promedio de población al año 2042 mediante los 3 métodos utilizados.

Tabla 7  
 Promedio de poblaciones obtenidas de los distintos métodos

Método	Población
ARITMÉTICO	3210
GEOMÉTRICO	1657
MALTHUS	5026
PROMEDIO	3611

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo del caudal de diseño con la población de diseño**

Para determinar la demanda de caudal de la población al año 2040 del Barrio de Miraflores, distrito de Oxapampa, se procederá a determinar mediante las siguientes fórmulas el valor de caudal de diseño

Tabla 8  
 Dotación de agua por habitantes en clima templado y cálido

Dotación de agua por habitantes en clima templado y cálido
150 l/hab/día

Fuente: Elaboración propia adaptada de la” Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones,2016”, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

Figura 10. Resultado del Gasto medio diario para Miraflores y Llamaquizu.

Población de diseño	
2042	3611

Dotación de agua por habitantes en clima templado y cálido	
150	l/hab/día

$$Q_{md} = \frac{P_f \times D}{86400 \text{ seg.}}$$

Gasto medio diario	
Q <sub>med</sub>	6.27 l.p.s

Fuente: Elaboración propia obtenida de Microsoft Excel.

Figura 11. Resultados de gasto máximo diario y gasto máximo horario para Miraflores y Llamaquizu.

$$Q_{\text{maximo diario}} = Q_{\text{medio diario}} \times \text{coeficiente de variación diaria} = \text{l.p.s}$$

$$Q_{\text{maximo Horario}} = Q_{\text{maximo diario}} \times \text{coeficiente de variación horaria} = \text{l.p.s}$$

	Clima uniforme	Und
Coeficiente de variación diaria	1.3	l.p.s
Coeficiente de variación horaria	1.8	l.p.s
Q <sub>max diario</sub>	8.15	l.p.s
Q <sub>max horario</sub>	14.67	l.p.s

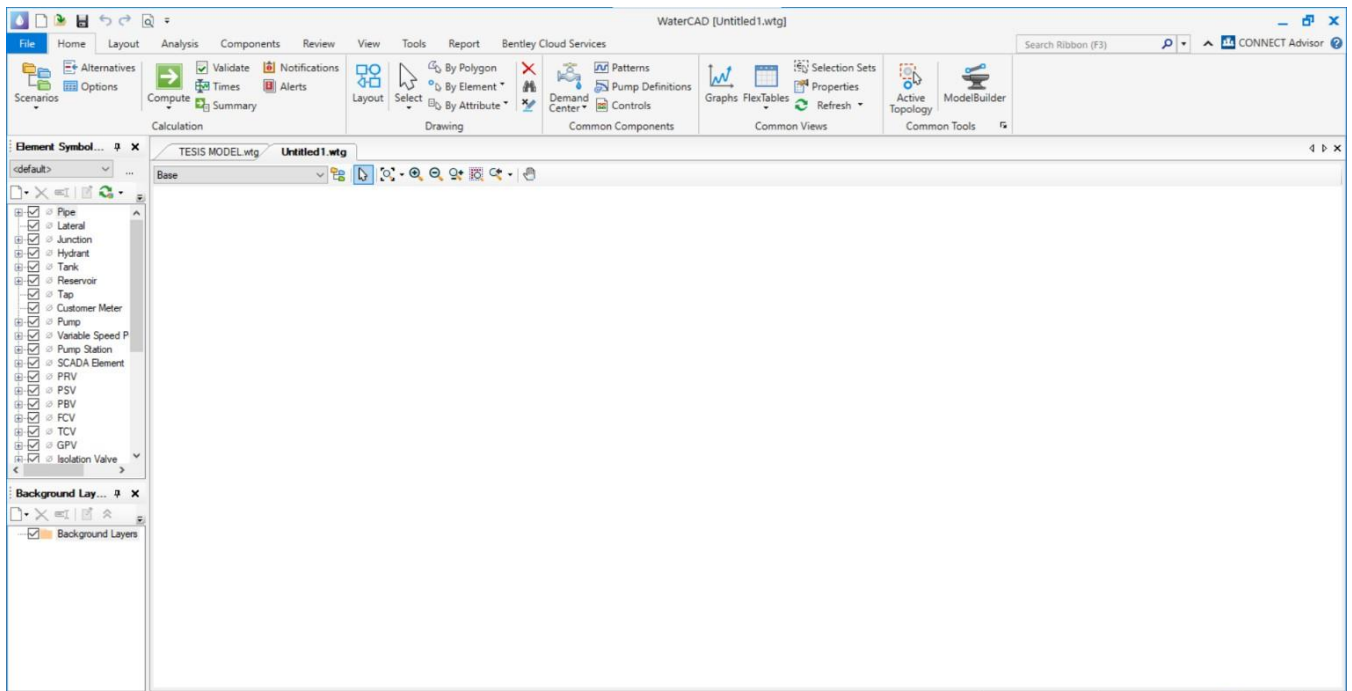
Fuente: Elaboración propia obtenida de Microsoft Excel.

Debido a que el caudal máximo horario (14.67 litros/seg) es mayor al caudal medio de diseño (8.25 litros/seg), se utilizará el caudal máximo horario para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

Para el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, se usará el software WATERCAD, que es un software de uso libre con gran aceptación en España y en Latinoamérica, que se caracteriza por conjugar algoritmos de cálculos más avanzado con un interfaz eficiente, que proporciona resultados visualizados en gráficos. Watercad es un

software comercial de libre uso, desarrollado por la empresa de software Bentley Systems, Incorporated, empresa que se caracteriza por desarrollar y brindar soluciones para diseño, construcción y operación de proyectos en variedad de campos ingenieriles. El software Watercad permite analizar, modelar y gestionar a través de la realización de simulaciones el comportamiento en redes de tuberías a presión (sistemas de distribución o de riego), siendo un programa rápido para trabajos de simulación hidráulica. El uso de WATERCAD está orientado para analizar sistemas de distribución de agua potable o cualquier fluido. Entre la multitud de aplicaciones de WATERCAD, se destaca por permitir la conexión con fuentes de datos externas, permitir la comparación con mediciones de campo, a su vez posee el módulo “DARWIN CALIBRATOR”, que genera la calibración automática de modelos que reflejan el comportamiento real de la red, lográndose esto al añadir datos obtenidos en campo como: presiones en nodos, flujos en tuberías, bombas, válvulas, rugosidades, demandas y estados (Fernández Cacho, 2016).

*Figura 12: Interfaz de trabajo del software Watercad v10i.*



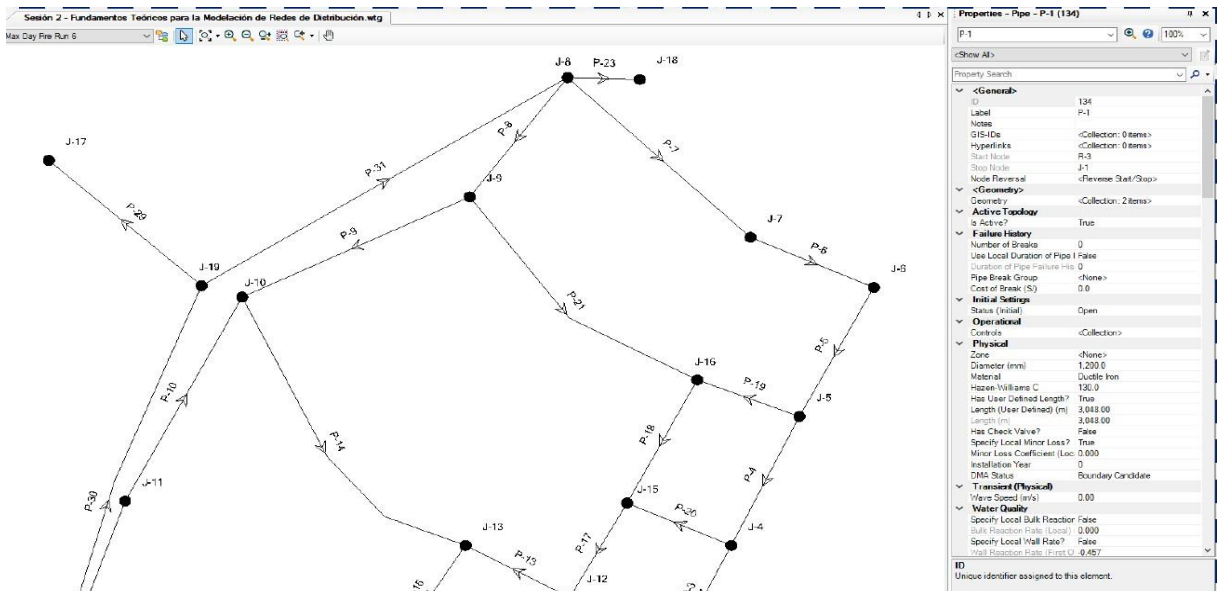
Fuente: “Instituto Científico del Pacífico” (2020)



Los requisitos principales para poder ejecutar un modelamiento de red de aguas son la potencia del cálculo y la precisión del modelo hidráulico, por lo que el simulador ofrece: (Martinez,2017)

- No existe límites en cuanto al tamaño de la red.
- Las pérdidas de carga pueden ser calculadas mediante las fórmulas de Hazen – Williams, Darcy- Weisbach o de Chezy Manning.
- Considera pérdidas menores en accesorios de la red.
- Permite el uso de bombas de velocidad fija o variable.
- Permite considerar distintos tipos de válvulas, como de corte retención y reguladores de presión.
- Permite considerar distintos tipos de demanda en los nudos, cada uno con su modulación.
- Modelamiento de tomas de agua.

Figura 13. Modelación de red con tres elementos.



Fuente: “Instituto Científico del Pacífico”, (2020)

El modelamiento en el software WATERCAD para la distribución de agua es mediante un conjunto de líneas conectadas por sus nudos extremos.

Los nudos de caudal son los puntos donde intersecan las tuberías, los datos básicos que se requieren para los nudos son (Carrión Ugarte, 2018):

- Cota respecto a un nivel de referencia.
- La demanda de agua.
- Calidad inicial del agua.

Figura 14: Tabla de resultados de nodos de una red en Watercad

Flex Table: Junction Table (Current Time: 0.000 hours) (Sesión 2 - Fundamentos Teóricos para la Modelación de Redes de Distribución.wtg)

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (kPa)
92: J-1	92 J-1	243.84	Zone-1	<Collection:	37.85	294.82	498.9
93: J-18	93 J-18	249.94	Zone-1	<Collection:	220.82	294.20	433.2
94: J-17	94 J-17					41	524.8
95: J-11	95 J-11					55	461.8
96: J-3	96 J-3					33	266.3
97: J-10	97 J-10					89	430.7
98: J-16	98 J-16					79	345.3
99: J-2	99 J-2					73	379.2
100: J-6	100 J-6					87	341.0
101: J-4	101 J-4					35	236.6
102: J-14	102 J-14					60	161.7
103: J-5	103 J-5					97	287.4
104: J-12	104 J-12					32	291.3
105: J-7	105 J-7					86	380.5
106: J-15	106 J-15	259.08	Zone-1	<Collection:	18.93	289.58	289.7
107: J-9	107 J-9	248.41	Zone-1	<Collection:	18.93	292.04	426.9
108: J-19	108 J-19	246.89	Zone-1	<Collection:	0.00	294.61	467.1
109: J-8	109 J-8	249.94	Zone-1	<Collection:	9.46	294.22	433.4
110: J-13	110 J-13	256.03	Zone-1	<Collection:	9.46	284.61	279.7

**Statistics**

Count:

Maximum:  kPa

Mean:  kPa

Minimum:  kPa

Sum:  kPa

Standard Deviation:  kPa

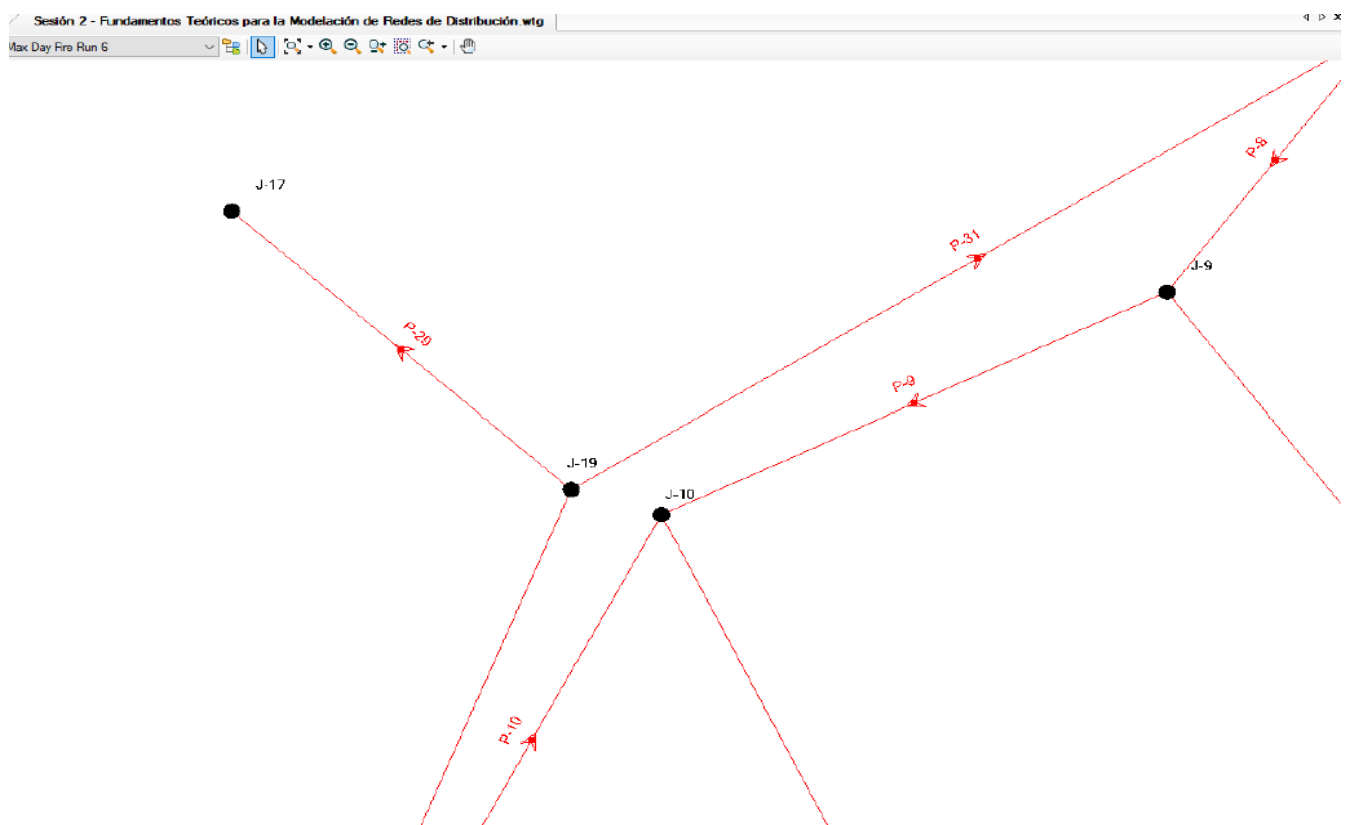
Fuente: “Instituto Científico del Pacífico”, (2020)

Las tuberías son las encargadas de transportar agua de un nudo al otro, WATERCAD asume que estas están llenas en todo momento, siendo un flujo que trabaja a presión. Los parámetros son: (Carrión Ugarte, 2018)

- Nudos inicial y final
- Diámetro
- Longitud
- Coeficiente de rugosidad
- Estado (abierta, cerrada o con válvula de retención)

Presentación de resultados mediante graficas (Carrión Ugarte. 2018):

Figura 15. Muestra de nodos en red en Watercad



Fuente: “Instituto Científico del Pacífico“, (2020)

ACTIVIDADES
Identificación del problema
Aprobación del proyecto
Búsqueda Bibliográfica
Recolección de datos
Realidad problemática
Objetivos de la investigación
Tipo y diseño de investigación
Materiales, instrumentos y métodos
Redacción del informe Final
Elaboración de los anexos
Presentación del informe Final

- **Aspectos éticos:**

La investigación se desarrolló bajo los estándares éticos de la universidad, los cuales son los pertenecientes al documento: “Código de ética del investigador científico UPN”; los datos obtenidos serán procesados con el fin de ser utilizados para el desarrollo de la investigación, cumpliendo todo lo necesario para la confidencialidad y confiabilidad de los datos obtenidos, respetando la autoría de todas las fuentes usadas. Para el funcionamiento del software Watercad, se respeta su política de funcionamiento, que brinda al usuario la facilidad de un uso libre y abierto para su ejecución. Toda herramienta a usar tiene como único objetivo el enfoque del procesamiento de datos necesarios para el enriquecimiento de la investigación. Al ser el presente trabajo, un proyecto de carácter social, se ha considerado que el proyecto debe encontrarse en un depósito de información, que facilite el acceso a autoridades y competencias encargadas de la planeación y ejecución de este tipo de proyectos, por lo que el proyecto, una vez culminado, y corroborado, será enviado al banco de proyectos de la Municipalidad Provincial de Oxapampa; para su libre uso, sea para la ejecución del proyecto en mención, o para análisis de proyectos similares (Ver Anexo 1). Por otra parte, el proyecto, sigue los lineamientos éticos del Colegio De Ingenieros del Perú,

en base a sus 8 títulos que lo conforman, los que van acorde a la siguiente investigación, se relacionan los siguientes: (CIP, 2022)

- **Título 1:** De la relación con la sociedad: Los ingenieros están en la capacidad de desarrollar e innovar con proyectos en beneficio de la sociedad.
- **Título 2:** De la relación con el público: Los ingenieros deben ser veraces en sus informes y no beneficiar intereses propios; por lo que los ingenieros harán conocer al público la ingeniería aplicada y dar a entender el beneficio que proporcionan a la sociedad.
- **Título 3:** De la competencia y perfeccionamiento de profesionales: Los ingenieros realizarán trabajos o investigaciones, siempre que se cuente con los conocimientos, tanto para certificación de planos elaborados por ellos mismos. Los ingenieros deberán mantenerse actualizados en sus conocimientos en relación con el avance de la sociedad.
- **Título 6:** De los deberes con el colegio: Los ingenieros deben prestar con entusiasmo las actividades que promuevan el éxito de los fines del colegio, a su vez, concientizarán la importancia de colegiarse a sus colegas.
- **Título 8:** Alcance y cumplimiento del código de ética: Las normas del código rigen el ejercicio de la ingeniería en toda la extensión territorial del país, y ninguna circunstancia puede impedir su cumplimiento.

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

Tras modelar la red actual y futura del Barrio de Miraflores, Oxapampa, se obtuvieron los datos más representativos mediante la simulación en el software Watercad, analizándose así los componentes más importantes para un diseño de un sistema de agua potable, los cuales vendrían a ser las tuberías y los nodos de demanda, a su vez, se analizó los resultados más simbólicos obtenidos como lo son las velocidades en las tuberías y las presiones en los nodos de demanda.

### **Modelamiento del sistema de agua potable proyectado para el año 2042 mediante el software WATERCAD.**

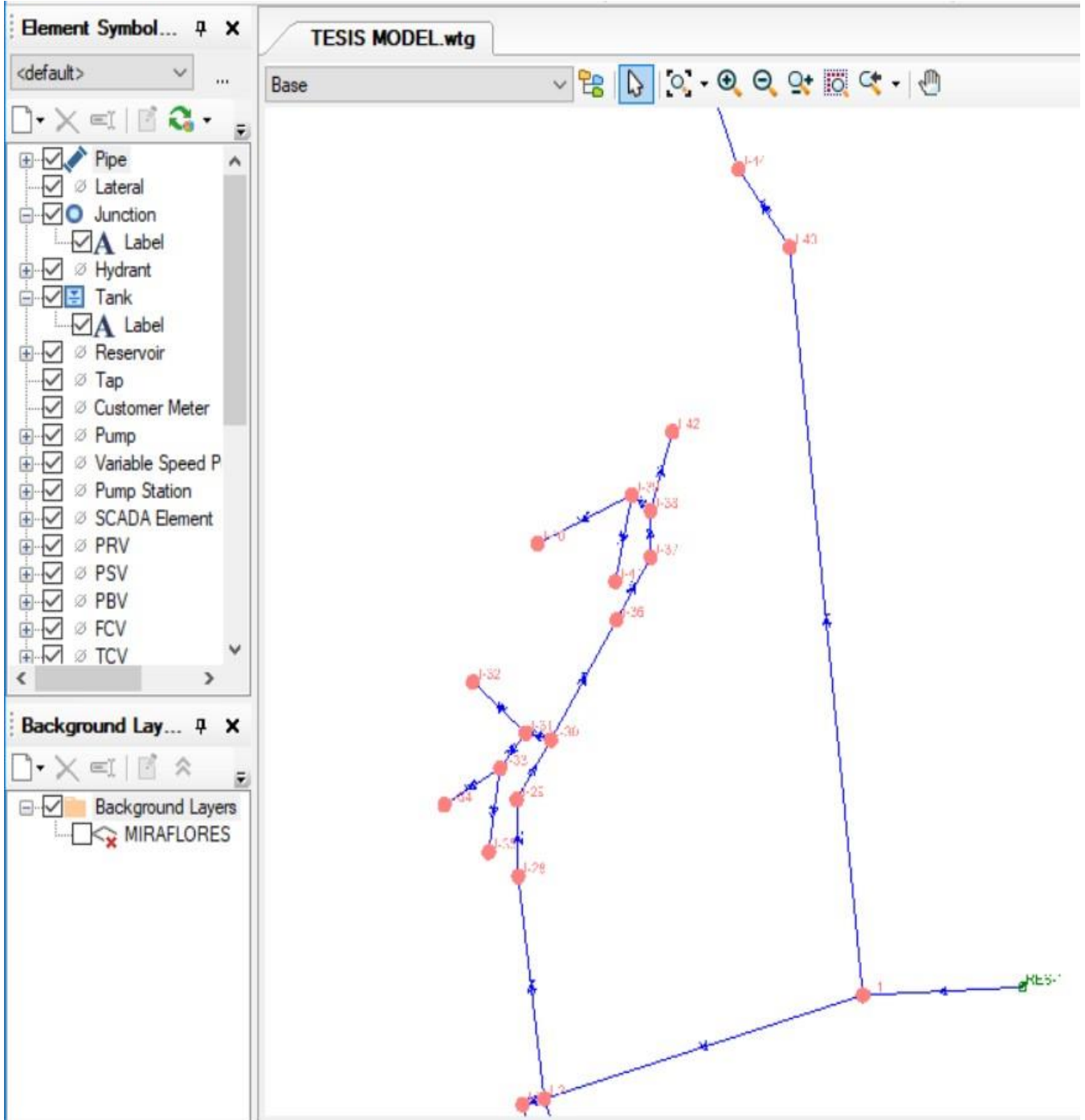
Tras haber calculado la demanda de caudal requerida para la población futura del barrio de Miraflores, Oxapampa, año 2042, se pasó a distribuir proporcionalmente la demanda calculada, optando por: aumentar tramos de tubería con la finalidad de obtener la mayor cantidad de circuitos cerrados posibles.

Figura N°16. Modelamiento en CIVIL para que sea procesado en WATERCAD del Sistema de agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.



Fuente: Elaboración Propia.

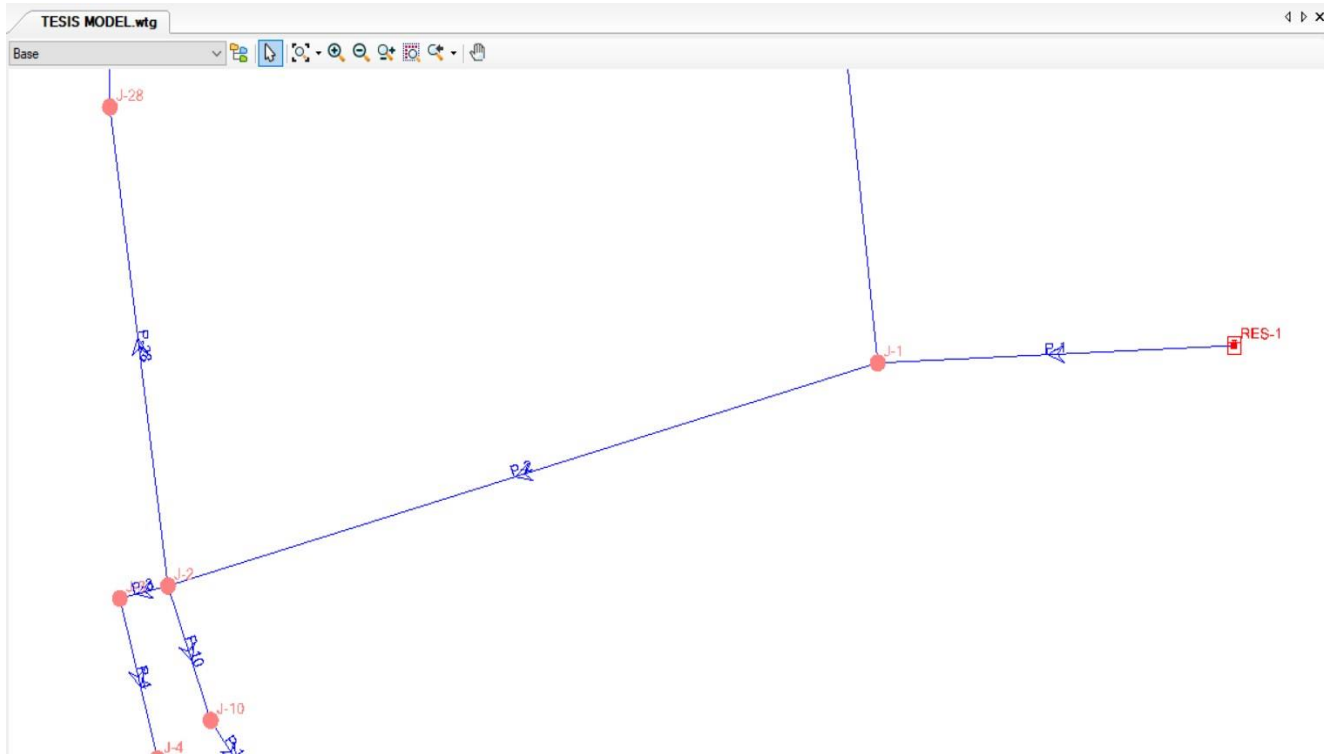
Figura N°17. Modelamiento en WATERCAD del Sistema de agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.



Fuente: Elaboración Propia.



Figura N° 18. Modelamiento en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.



Fuente: Elaboración propia.

### **Resultados del modelamiento del sistema de agua potable para la población futura al año 2042 del Barrio de Miraflores, Oxapampa:**

A continuación, se presenta los resultados más importantes provenientes del modelado del sistema de agua potable en el software WATERCAD para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, en su proyección para satisfacer la demanda de la población en el año 2042, que será de 3241 habitantes y teniendo en cuenta el incremento del caudal de diseño para el año 2042; a su vez, se analizaron los datos más relevantes del sistema como son las velocidades en las tuberías y las presiones en los nodos de demanda.

Figura N° 19. Análisis y resultados de las tuberías en el Barrio de Miraflores, Oxapampa para el año 2042.

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
181: P-1	181	P-1	144.00	RES-1	J-1	198.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	293.64	9.52	0.273
182: P-2	182	P-2	298.24	J-1	J-2	104.80	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	27.05	3.14	0.073
183: P-3	183	P-3	19.95	J-2	J-3	104.80	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	4.16	0.48	0.002
184: P-28	184	P-28	180.36	J-2	J-28	104.80	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	7.93	0.92	0.008
185: P-29	185	P-29	61.70	J-28	J-29	104.80	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	7.18	0.83	0.006
186: P-30	186	P-30	57.06	J-29	J-30	104.80	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	6.49	0.75	0.005
187: P-31	187	P-31	23.27	J-30	J-31	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	2.89	1.25	0.029
188: P-32	188	P-32	62.73	J-31	J-32	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.64	0.28	0.002
189: P-33	189	P-33	36.55	J-31	J-33	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.50	0.65	0.009
190: P-34	190	P-34	57.81	J-33	J-34	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.54	0.23	0.001
191: P-35	191	P-35	68.01	J-33	J-35	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.63	0.27	0.002
192: P-4	192	P-4	61.86	J-3	J-4	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	3.36	1.46	0.038
193: P-10	193	P-10	53.11	J-2	J-10	104.80	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	12.79	1.48	0.018
194: P-11	194	P-11	30.34	J-10	J-11	104.80	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	12.13	1.41	0.017
195: P-12	195	P-12	28.42	J-11	J-12	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	11.38	4.93	0.367
196: P-13	196	P-13	93.38	J-12	J-13	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	10.75	4.66	0.330
197: P-14	197	P-14	47.76	J-13	J-14	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	9.50	4.12	0.263
198: P-15	198	P-15	39.11	J-14	J-15	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	8.47	3.67	0.212
199: P-16	199	P-16	35.92	J-15	J-16	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	7.14	3.09	0.155
200: P-17	200	P-17	36.18	J-16	J-17	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	6.79	2.94	0.141
201: P-18	201	P-18	41.47	J-17	J-18	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	6.43	2.79	0.127
202: P-19	202	P-19	42.58	J-18	J-19	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.85	0.37	0.003
203: P-20	203	P-20	58.52	J-18	J-20	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	5.11	2.21	0.083
204: P-21	204	P-21	22.50	J-20	J-21	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	4.42	1.92	0.064
205: P-22	205	P-22	71.15	J-21	J-22	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	4.06	1.76	0.054
206: P-23	206	P-23	93.22	J-22	J-23	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	3.52	1.53	0.042
207: P-24	207	P-24	73.01	J-23	J-24	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	3.17	1.37	0.034
208: P-25	208	P-25	85.38	J-24	J-25	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	2.68	1.16	0.025
209: P-26	209	P-26	43.19	J-25	J-26	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.72	0.75	0.011
210: P-27	210	P-27	28.90	J-26	J-27	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.74	0.32	0.002
211: P-9	211	P-9	124.00	J-9	J-8	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.67	0.29	0.002
212: P-8	212	P-8	134.18	J-8	J-7	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1.13	0.49	0.005
213: P-7	213	P-7	97.57	J-7	J-6	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1.45	0.63	0.008
214: P-6	214	P-6	125.14	J-6	J-5	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1.78	0.77	0.012
215: P-5	215	P-5	264.56	J-5	J-4	54.20	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2.39	1.04	0.020

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°19 se presentan los resultados de las velocidades en el nuevo diseño del sistema de agua potable del Barrio de Miraflores, Oxapampa para el año 2042, los cuales han sido datos favorables debido a que las velocidades no exceden los valores mínimos y máximos de 0.60 m/s y 5m/s para tuberías de material PVC, por lo que se redujo diámetros de tuberías en algunos tramos de la red principal de distribución como también se optó por cerrar en determinados lotes los ramales abiertos, esto con el fin de disminuir las pérdidas y las caídas graduales de presión.

Figura N°20. Resultados representativos de los nodos en el Barrio de Miraflores para el año 2042.

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
31: J-1	31	J-1	1,880.00	<None>	0	1,901.42	21
32: J-2	32	J-2	1,869.00	<None>	0	1,900.94	32
33: J-3	33	J-3	1,871.00	<None>	0	1,900.85	30
34: J-4	34	J-4	1,870.50	<None>	0	1,900.83	30
35: J-5	35	J-5	1,870.30	<None>	1	1,900.81	30
36: J-6	36	J-6	1,868.70	<None>	0	1,900.80	32
37: J-7	37	J-7	1,868.30	<None>	0	1,900.80	32
38: J-8	38	J-8	1,866.20	<None>	0	1,900.80	35
39: J-9	39	J-9	1,864.50	<None>	0	1,900.80	36
40: J-10	40	J-10	1,865.00	<None>	0	1,900.79	36
41: J-11	41	J-11	1,860.20	<None>	0	1,900.79	41
42: J-12	42	J-12	1,859.00	<None>	0	1,900.79	42
43: J-13	43	J-13	1,865.50	<None>	0	1,900.79	35
44: J-14	44	J-14	1,869.50	<None>	0	1,900.80	31
45: J-15	45	J-15	1,864.10	<None>	1	1,900.79	37
46: J-16	46	J-16	1,869.40	<None>	0	1,900.80	31
47: J-17	47	J-17	1,864.50	<None>	0	1,900.80	36
48: J-18	48	J-18	1,869.10	<None>	0	1,900.80	32
49: J-19	49	J-19	1,866.50	<None>	0	1,900.94	34
50: J-20	50	J-20	1,867.30	<None>	0	1,900.89	34

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°20, los resultados de presiones en los nodos de la nueva red de diseño de agua potable para el Barrio de Miraflores, Oxapampa para el año 2040, presenta resultados positivos, esto debido a que no se superan los valores de presión máxima de 50 metros de columna de agua (MCA) ni valores por debajo a los de 10 metros de columna de agua (Sedapal, 2020).

- **LIMITACIONES DEL PROYECTO:**

Tras la realización del siguiente trabajo investigativo, los resultados han permitido detectar limitaciones que podrían generar variaciones en el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022. Entra las limitaciones identificadas, tenemos la variación del caudal anual proveniente de las fuentes de agua, este limitante es variable, ya que la zona de Miraflores y Llamaquizú son zonas en las que las lluvias se presentan con

continuidad, pero siempre existiendo una posibilidad de disminución de lluvias o de una época de estiaje ocasionada por las altas temperaturas en la época de verano de la zona de Oxapampa (meses de Abril a Agosto). Esta limitación podría generar que no se entregue la dotación requerida por la población, siendo siempre el factor clima un factor importante de estudiar.

## **CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1 Discusión**

El presente trabajo, tras la obtención de resultados presentados en el ítem anterior, permite generar comparativas que retroalimentan el objetivo del presente trabajo.

Según lo expuesto por Bejarano (2019); la carencia de información, tanto del sistema existente, como de sistemas anteriores, genera retrasos e incertidumbres, que en ingeniería suponen retrasos de ejecución, por lo que en el proyecto presentado en el siguiente trabajo, al no contar con el diseño del sistema existente, se optó por diseñar todo de cero, con el objetivo de abastecer del caudal requerido por la población, evitando así suposiciones.

El estudio descrito por el CAF (2016); denota la ausencia del recurso del agua en 21 millones de personas, que residen en zonas rurales, por ello, es que el siguiente trabajo investigativo, estudia a la localidad del barrio de Miraflores, Oxapampa, que es una ciudad rural de Perú.

Para Ruiz y Toky (2016), el contar con un diseño de agua potable de más de 30 años de antigüedad, originó incompatibilidades en el apartado de alcanzar presiones adecuadas, por ello, tomando en cuenta que en nuestro proyecto no se cuenta con el diseño de sistema de agua potable inicial, se obvió cualquier línea de conducción existente, para así optimizar debidamente el sistema futuro a entregar para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022.

Anconetani (2014), expone que al modelar con el Software Epanet, las simulaciones para detectar presiones de transporte de flujo, evidenciaron las caídas de presiones de la red, otro modelamiento brindó la diferencia de caudal requerida para dotar a la ciudad de Salsipuedes; por lo que para detectar incompatibilidades, el software debe modelar para cada situación una vez, a diferencia del software Watercad, que fue usado para modelar y mostrar el compartamiento de la red diseñada para el Barrio de Miraflores, Oxapampa, 2022. Con el software en un solo modelado, se pudo corroborar los diámetros asignados a las líneas de conducción, las presiones adecuadas de transporte, y por ende, el caudal adecuado para satisfacer la demanda de la población de estudio.

Castro y Rizzo (2019), nos explican como el software Epanet cuenta con herramientas de diseño que permite calcular los diámetros de líneas de conducción, presiones requeridas, accesorios y demás; en comparación al Watercad que posee las mismas propiedades que Epanet, pero que se diferencia en la facilidad de este último para asociarlo con archivos Cad o Civil 3D para agilizar el tema de modelamiento (esto por las cotas y curvas de nivel para el cálculo de caídas que el software Watercad calcula por su cuenta).

Según Morante (2019), la aplicación del software Watergems, permitió que en la localidad del Sónдор, de características similares al de la presente investigación, se pudiera diseñar con variación de caudales para cada tramo de conducción, y con una proyección al 2039, se obtuvieron resultados favorables, esto a que en comparación al Watercad, el software presentado por Morante (2019), presenta características similares al presentado en el proyecto de abastecimiento al Barrio de Miraflores, Oxapampa.

El siguiente trabajo investigativo, permite no sólo tener un antecedente de diseño y guía para así atender casos similares al del Barrio de Miraflores, sino que también permite establecer criterios y parámetros de diseño que permita anteponer al modelador a problemas y situaciones futuras, esto gracias a la modelación y simulación que el software permite

realizar. De los resultados obtenidos, en primer lugar, se puede afirmar que el diseño, satisfará la demanda de agua para la población del Barrio de Miraflores, Oxapampa, en comparación al análisis de los antecedentes propios del Barrio de Miraflores, se tiene la información de que la capacidad del reservorio principal era menor en un 25% de su capacidad receptora, por lo que no cumplía con abastecer el caudal requerido por la población actual a la fecha del estudio, que es de 5 litros/seg. En segundo lugar, las velocidades obtenidas del modelado del nuevo diseño del sistema, oscilan en el intervalo permitido, de 0.60 m/s y 5m/s, para tuberías de material PVC, consiguiendo velocidades óptimas aceptadas, que garantizarán en el presente, y a proyección de 20 años, para lo cual está diseñado el sistema presentado en el siguiente trabajo investigativo, esto en comparación al diseño existente. En último lugar, el diseño del sistema de agua potable presentado en el siguiente trabajo investigativo, mantiene los valores de presión máximos y mínimos permitidos por Sedapal para el diseño, asegurando en los nodos la presión adecuada para la distribución correcta del caudal, siendo estos mayores a 10 MCA (metros columna agua) y menores a 50 MCA, por lo que los valores que se encuentran en el diseño del sistema actual, que a comparación del propuesto, concebían caídas de presiones graduales en los nodos, y no garantizan la llegada del caudal mínimo requerido para la población del Barrio de Miraflores de 5 litros/seg.

## **4.2 Conclusiones**

El Barrio de Miraflores, comprendido por Miraflores y Llamaquizú, posee una geomorfología beneficiosa debido a la forma de su terreno, siendo la cota máxima de 1,991.00 metros, y la cota mínima de 1,989.66 metros, por lo que la red de agua potable podrá distribuir por gravedad el agua de manera satisfactoria.

No se ha incluido ningún hidrante contra incendios para el barrio de Miraflores debido a que su población proyectada al año 2042 no supera el número mínimo de 5000 habitantes que se requiere para la colocación de un hidrante.

El objetivo general, buscaba que se obtenga la propuesta idónea para el diseño del sistema de agua potable requerido para el Barrio de Miraflores, Oxapampa; por lo que mediante los cálculos de diseño de población a futuro, se obtuvo la población y el caudal a futuro requerido para la población del Barrio de Miraflores, Oxapampa, ascendiendo a 3241 habitantes, con un caudal medio de diseño de 13.17 ltrs/seg.

Para responder el objetivo específico 1, diseñada la red de abastecimiento de agua potable, se ha podido abastecer la demanda requerida para la población actual y futura del barrio de Miraflores, Oxapampa, siendo el caudal de dotación de 13.17 ltrs/seg, asignándose los diámetros de tubería para transporte de Ø 4” PVC.

El objetivo específico 2, indicaba determinar las presiones adecuadas para así evitar fugas o caídas graduales de presión, por lo que al modelar el proyecto, se obtuvo que la presión de transporte es mayor a 10 MCA, mientras que la máxima no supera los 50 MCA, que es el ratio establecido por norma (los valores obtenidos presentan como mínima presión 21MCA y como máximo 42MCA).

Se plantea en el objetivo 3, establecer fuentes de captación que garanticen la dotación de agua requerida para el barrio de Miraflores, por lo que se optó por establecer como fuentes de captación, una cámara de reunión de 690 m<sup>3</sup> que abastece también a la ciudad de Oxapampa, y que a su vez abastecerá a la cámara de captación del barrio de Miraflores que es de 50 m<sup>3</sup>, asegurando así la cantidad de agua requerida para transportar el caudal de diseño a la población del Barrio de Miraflores, 2022.



La hipótesis general establece sobre si el sistema será capaz de dotar el volumen requerido para satisfacer la demanda solicitada por el Barrio de Miraflores, Oxapampa; lo cual se confirma, ya que tras modelar el diseño del sistema de agua potable en el Software Watercad, se determinó, que el caudal de diseño medio de 13.17 ltrs/seg, permite que se cumpla con los ratios de presión indicados de diseños, (20 MCA y 50 MCA), y con los ratios de velocidad de diseño (0.6 m/s y 5m/s).

Para dar respuesta a la hipótesis específica 1, se aplicaron los métodos de cálculo poblacional Aritmético, Geométrico y de Malthus, y promediando estos métodos, se determinó la población de diseño que asciende a 3241 en el año 2042.

La hipótesis específica 2, se responde de manera que al elegir el diámetro de 4” PVC para la línea de conducción, la presión del sistema, no caerá de los 20 MCA mínimos, ni los 50 MCA máximos (ya que el diseño de la red, arroja como presión mínima de 21 MCA y máxima de 42 MCA).

La hipótesis específica 3, que establece que hayan fuentes de captación que garanticen la demanda requerida de agua para la población del Barrio de Miraflores, Oxapampa, se hará uso de la fuente de captación de la Ciudad Oxapampa (capital de Oxapampa), para así asegurar la demanda requerida, ya que al ser una cámara de reunión de 690 m<sup>3</sup>, la población del Barrio de Miraflores requerirá únicamente de 50m<sup>3</sup>, por lo que esta cámara podrá cumplir con abastecer a Oxapampa capital y al Barrio de Miraflores.

## REFERENCIAS

- Mejía, A., Castillo, O., & Vera, R. (2016). Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina. Obtenido de [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/918/Agua\\_potable\\_y\\_saneamiento\\_en\\_la\\_nueva\\_ruralidad\\_de\\_Am%c3%a9rica\\_Latina.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/918/Agua_potable_y_saneamiento_en_la_nueva_ruralidad_de_Am%c3%a9rica_Latina.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- González-Ramírez, E. A., & Bejarano-Salazar, E. (2019). Geographic information systems and water network modeling: case studies in the province of Guanacaste, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, (63), 247-272. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-25632019000200247&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-25632019000200247&script=sci_arttext&tlng=en)
- Anconetani, M. (2014). *Modelación y análisis de la red de agua potable de la ciudad de Salsipuedes* (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.). Obtenido de: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1315>
- Castro San Lucas, J. D., & Rizzo Verdesoto, R. E. (2019). *Análisis De La Situación Actual y Solución Para Mejorar La Red De Abastecimiento y Distribución Del Agua Potable Del Cantón Caluma* (Bachelor's thesis, Espol). Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/48201/D-CD70372.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Morante Ramírez, C. A. (2020). Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Sónдор, Huancabamba. Obtenido de: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4330>

- Chávez Rodríguez, R. G., & Rodríguez Vilca, L. (2015). Evaluación y rediseño hidráulico de los reservorios y línea de aducción como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en los AA. HH. Nuevo Moro y el arenal del Distrito de Moro. Obtenido de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2700>
- Stankovic, M., Hasanbeigi, A., Neftenov, M. N., Ventures, T. I., Basani, M., Núñez, A., & Ortiz, R. (2020). Uso de tecnologías de la 4RI en agua y saneamiento en América Latina y el Caribe. Obtenido de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Uso-de-tecnologias-de-la-4RI-en-agua-y-saneamiento-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Instituto del Bien Común (2016). Inventario de fuentes de agua superficial en cinco zonas de interés en la cuenca de Chorobamba. Obtenido de: <https://ibcperu.org/category/publicaciones/>
- Gobierno Regional de Pasco. (2014) Mejoramiento y ampliación de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de Oxapampa (SNIP 2936). Recuperado de: <https://ofi5.mef.gob.pe/ssi/Inicio.aspx?tipo=2&codigo=2030182>
- Sencico. (2018). OS.100 Redes de distribución de agua para consumo humano. Recuperado de: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=189>
- Colome D. y Fermeña P. (2018). METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN PARA ESTUDIANTES DE POSGRADO EN INGENIERÍA. Obtenido de:

[https://www.researchgate.net/publication/332652994\\_METODOLOGIA\\_DE\\_INVESTIGACION\\_PARA\\_ESTUDIANTES\\_DE\\_POSGRADO\\_EN\\_INGENIERIA/citations](https://www.researchgate.net/publication/332652994_METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION_PARA_ESTUDIANTES_DE_POSGRADO_EN_INGENIERIA/citations)

- Rodríguez N. (2011). DISEÑOS EXPERIMENTALES EN EDUCACIÓN. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/659/65926549009.pdf>
- Sánchez Marco Y. (2018). WATERCAD V8i MANUAL COMPLETO WATERCAD. Obtenido de: <https://www.udocz.com/read/14434/manual-watercad-curso-taller->
- Municipalidad provincial de Oxapampa (2012). EXPEDIENTETÉCNICO:” CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LOS SECTORES, LA ESPERANZA, MIRAFLORES Y LLAMAQUIZÚ”, DISTRITO DE OXAPAMPA, PROVINCIA DE OXAPAMPA-PASCO. Recuperado de: <https://munioxapampa.com/>
- Bentley, C. (2022). *Bentley*. Obtenido de <https://www.bentley.com/software/openflows-watercad/>
- CIP. (2022). *CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ*. LIMA.
- Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada: Definición*. CIENCIAMERICA.
- PARRA, E. (2018). *MODELO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DESDE LAS ECUACIONES RECURSIVAS*. COLOMBIA: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Roberto, H. S. (2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Zenteno, M. C. (2018). *CÁCULOS DE POBLACIONES FUTURAS POR MÉTODO ARITMÉTICO, GEOMÉTRICO Y PARABÓLICO*. MÉXICO: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/386702279/Calculo-de-poblaciones-futuras-por-metodo-aritmetico-geometrico-y-parabolico>
- Instituto Científico del Pacífico (2020). *MODELACIÓN Y DISEÑO DE SISTEMAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN WATERCAD CONNECT EDITION*. Obtenido de <https://icip.edu.pe/>

## ANEXOS

ANEXO 1. Cargo de solicitud y entrega de Proyecto de investigación para la Municipalidad Provincial de Oxapampa.

### MEMORIAL

CARGO

SEÑOR ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OXAPAMPA

S.A: Juan Carlos La Torre Moscoso

Los jóvenes Bachilleres: Jhon Davidsson Albengrin Velita y Mauricio Alonso Yaipén Fernández-Dávila de la facultad de ingeniería civil de la universidad Privada del Norte, nos es grato saludarle y nos presentamos para solicitar lo siguiente:

En vista de no contar con un diseño de agua potable para el Sector La Esperanza, Miraflores, Llamaquizú, hemos realizado un estudio y un diseño de agua potable para los sectores mencionados, planteando en el desarrollo de nuestra tesis lo siguiente: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO DE MIRAFLORES, DISTRITO DE OXAPAMPA, 2022”** para así optar el grado de título de Ingeniería civil.

Una vez que nuestra tesis este aprobada, se le dispondrá la información de esta misma para que pueda evaluarla e incluirla en algún futuro proyecto quedando como antecedente y a su vez se logre involucrar a la población de estudio mencionada en la tesis, esto con el fin se mejore la calidad de vida de los habitantes de estos sectores para poder dotarles el abastecimiento de agua necesario y así mejorar la calidad de vida.

En tal sentido, **SOLICITAMOS LA AUTORIZACIÓN DE BRINDARNOS INFORMACIÓN EN CASO SEA NECESARIO**, para poder seguir con la investigación y culminación del documento.

POR LO EXPUESTO:

Rogamos a usted acceder a lo solicitado por ser justo.

Oxapampa, 19 de setiembre del 2022.



Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 2.** Análisis de resultados de las primeras 37 tuberías en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
181: P-1	181	P-1	144.00	RES-1	J-1	198.20	PVC	150.0	293.64	9.52	0.273
182: P-2	182	P-2	298.24	J-1	J-2	104.80	PVC	150.0	27.05	3.14	0.073
183: P-3	183	P-3	19.95	J-2	J-3	104.80	PVC	150.0	4.16	0.48	0.002
184: P-28	184	P-28	180.36	J-2	J-28	104.80	PVC	150.0	7.93	0.92	0.008
185: P-29	185	P-29	61.70	J-28	J-29	104.80	PVC	150.0	7.18	0.83	0.006
186: P-30	186	P-30	57.06	J-29	J-30	104.80	PVC	150.0	6.49	0.75	0.005
187: P-31	187	P-31	23.27	J-30	J-31	54.20	PVC	150.0	2.89	1.25	0.029
188: P-32	188	P-32	62.73	J-31	J-32	54.20	PVC	150.0	0.64	0.28	0.002
189: P-33	189	P-33	36.55	J-31	J-33	54.20	PVC	150.0	1.50	0.65	0.009
190: P-34	190	P-34	57.81	J-33	J-34	54.20	PVC	150.0	0.54	0.23	0.001
191: P-35	191	P-35	68.01	J-33	J-35	54.20	PVC	150.0	0.63	0.27	0.002
192: P-4	192	P-4	61.86	J-3	J-4	54.20	PVC	150.0	3.36	1.46	0.038
193: P-10	193	P-10	53.11	J-2	J-10	104.80	PVC	150.0	12.79	1.48	0.018
194: P-11	194	P-11	30.34	J-10	J-11	104.80	PVC	150.0	12.13	1.41	0.017
195: P-12	195	P-12	28.42	J-11	J-12	54.20	PVC	150.0	11.38	4.93	0.367
196: P-13	196	P-13	93.38	J-12	J-13	54.20	PVC	150.0	10.75	4.66	0.330
197: P-14	197	P-14	47.76	J-13	J-14	54.20	PVC	150.0	9.50	4.12	0.263
198: P-15	198	P-15	39.11	J-14	J-15	54.20	PVC	150.0	8.47	3.67	0.212
199: P-16	199	P-16	35.92	J-15	J-16	54.20	PVC	150.0	7.14	3.09	0.155
200: P-17	200	P-17	36.18	J-16	J-17	54.20	PVC	150.0	6.79	2.94	0.141
201: P-18	201	P-18	41.47	J-17	J-18	54.20	PVC	150.0	6.43	2.79	0.127
202: P-19	202	P-19	42.58	J-18	J-19	54.20	PVC	150.0	0.85	0.37	0.003
203: P-20	203	P-20	58.52	J-18	J-20	54.20	PVC	150.0	5.11	2.21	0.083
204: P-21	204	P-21	22.50	J-20	J-21	54.20	PVC	150.0	4.42	1.92	0.064
205: P-22	205	P-22	71.15	J-21	J-22	54.20	PVC	150.0	4.06	1.76	0.054
206: P-23	206	P-23	93.22	J-22	J-23	54.20	PVC	150.0	3.52	1.53	0.042
207: P-24	207	P-24	73.01	J-23	J-24	54.20	PVC	150.0	3.17	1.37	0.034
208: P-25	208	P-25	85.38	J-24	J-25	54.20	PVC	150.0	2.68	1.16	0.025
209: P-26	209	P-26	43.19	J-25	J-26	54.20	PVC	150.0	1.72	0.75	0.011
210: P-27	210	P-27	28.90	J-26	J-27	54.20	PVC	150.0	0.74	0.32	0.002
211: P-9	211	P-9	124.00	J-9	J-8	54.20	PVC	150.0	-0.67	0.29	0.002
212: P-8	212	P-8	134.18	J-8	J-7	54.20	PVC	150.0	-1.13	0.49	0.005
213: P-7	213	P-7	97.57	J-7	J-6	54.20	PVC	150.0	-1.45	0.63	0.008
214: P-6	214	P-6	125.14	J-6	J-5	54.20	PVC	150.0	-1.78	0.77	0.012
215: P-5	215	P-5	264.56	J-5	J-4	54.20	PVC	150.0	-2.39	1.04	0.020
216: P-36	216	P-36	113.06	J-30	J-36	54.20	PVC	150.0	2.71	1.17	0.026
217: P-37	217	P-37	59.00	J-36	J-37	54.20	PVC	150.0	2.35	1.02	0.020
218: P-38	218	P-38	37.31	J-37	J-38	54.20	PVC	150.0	2.02	0.88	0.015

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3. Análisis de resultados de la tubería 37-74 en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
219: P-39	219	P-39	21.19	J-38	J-39	54.20	PVC	150.0	1.42	0.62	0.008
220: P-40	220	P-40	93.60	J-39	J-40	54.20	PVC	150.0	0.31	0.13	0.000
221: P-41	221	P-41	71.23	J-39	J-41	54.20	PVC	150.0	0.81	0.35	0.003
222: P-42	222	P-42	66.38	J-38	J-42	54.20	PVC	150.0	0.30	0.13	0.000
223: P-43	223	P-43	604.88	J-1	J-43	152.00	PVC	150.0	253.42	13.97	0.757
224: P-44	224	P-44	77.79	J-43	J-44	152.00	PVC	150.0	244.08	13.45	0.706
225: P-45	225	P-45	156.89	J-44	J-45	152.00	PVC	150.0	234.76	12.94	0.657
226: P-46	226	P-46	65.25	J-45	J-46	152.00	PVC	150.0	225.45	12.42	0.610
227: P-47	227	P-47	60.75	J-46	J-47	152.00	PVC	150.0	216.15	11.91	0.564
228: P-48	228	P-48	61.21	J-47	J-48	152.00	PVC	150.0	206.84	11.40	0.520
229: P-49	229	P-49	57.67	J-48	J-49	152.00	PVC	150.0	134.26	7.40	0.233
230: P-50	230	P-50	69.48	J-49	J-50	152.00	PVC	150.0	128.01	7.05	0.214
231: P-51	231	P-51	60.82	J-50	J-51	152.00	PVC	150.0	122.06	6.73	0.196
232: P-52	232	P-52	136.02	J-51	J-52	104.80	PVC	150.0	4.23	0.49	0.002
233: P-53	233	P-53	59.17	J-51	J-53	152.00	PVC	150.0	112.18	6.18	0.167
234: P-54	234	P-54	86.29	J-53	J-54	152.00	PVC	150.0	108.08	5.96	0.156
235: P-55	235	P-55	133.44	J-54	J-55	152.00	PVC	150.0	103.99	5.73	0.145
236: P-56	236	P-56	118.52	J-55	J-56	152.00	PVC	150.0	99.93	5.51	0.135
237: P-57	237	P-57	173.09	J-56	J-57	104.80	PVC	150.0	7.96	0.92	0.008
238: P-58	238	P-58	134.12	J-57	J-58	152.00	PVC	150.0	3.95	0.22	0.000
239: P-59	239	P-59	129.16	J-56	J-59	152.00	PVC	150.0	87.92	4.84	0.107
240: P-60	240	P-60	117.75	J-59	J-60	152.00	PVC	150.0	85.52	4.71	0.101
241: P-61	241	P-61	66.04	J-60	J-61	104.80	PVC	150.0	11.76	1.36	0.016
242: P-62	242	P-62	120.39	J-61	J-62	104.80	PVC	150.0	8.66	1.00	0.009
243: P-63	243	P-63	55.96	J-62	J-63	104.80	PVC	150.0	5.61	0.65	0.004
244: P-64	244	P-64	227.01	J-63	J-64	104.80	PVC	150.0	2.60	0.30	0.001
245: P-65	245	P-65	130.52	J-60	J-65	152.00	PVC	150.0	70.56	3.89	0.071
246: P-66	246	P-66	111.44	J-65	J-66	152.00	PVC	150.0	68.81	3.79	0.068
247: P-67	247	P-67	114.05	J-66	J-67	152.00	PVC	150.0	67.05	3.69	0.065
248: P-68	248	P-68	47.28	J-67	J-68	152.00	PVC	150.0	65.27	3.60	0.061
249: P-69	249	P-69	126.04	J-68	J-69	104.80	PVC	150.0	9.00	1.04	0.010
250: P-70	250	P-70	130.35	J-69	J-70	104.80	PVC	150.0	6.60	0.77	0.005
251: P-71	251	P-71	183.90	J-70	J-71	104.80	PVC	150.0	3.20	0.37	0.001
252: P-72	252	P-72	50.65	J-68	J-72	152.00	PVC	150.0	54.32	2.99	0.044
253: P-73	253	P-73	50.38	J-72	J-73	152.00	PVC	150.0	37.26	2.05	0.022
254: P-74	254	P-74	54.04	J-73	J-74	152.00	PVC	150.0	35.56	1.96	0.020
255: P-75	255	P-75	79.43	J-74	J-75	152.00	PVC	150.0	34.00	1.87	0.018
256: P-76	256	P-76	46.12	J-75	J-76	104.80	PVC	150.0	1.30	0.15	0.000

Fuente: Elaboración propia.



ANEXO 4. Análisis de resultados de la tubería 74-111 WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
257: P-77	257	P-77	75.46	J-75	J-77	152.00	PVC	150.0	31.39	1.73	0.016
258: P-78	258	P-78	51.41	J-77	J-78	152.00	PVC	150.0	30.13	1.66	0.015
259: P-79	259	P-79	46.68	J-78	J-79	152.00	PVC	150.0	19.72	1.09	0.007
260: P-80	260	P-80	50.89	J-79	J-80	152.00	PVC	150.0	18.48	1.02	0.006
261: P-81	261	P-81	53.94	J-80	J-81	152.00	PVC	150.0	14.63	0.81	0.004
262: P-82	262	P-82	96.33	J-81	J-82	152.00	PVC	150.0	10.35	0.57	0.002
263: P-83	263	P-83	99.65	J-82	J-83	152.00	PVC	150.0	9.30	0.51	0.002
264: P-84	264	P-84	49.87	J-83	J-84	152.00	PVC	150.0	8.27	0.46	0.001
265: P-85	265	P-85	52.54	J-84	J-85	152.00	PVC	150.0	2.64	0.15	0.000
266: P-86	266	P-86	56.68	J-85	J-86	152.00	PVC	150.0	0.78	0.04	0.000
267: P-87	267	P-87	54.83	J-85	J-87	152.00	PVC	150.0	0.85	0.05	0.000
268: P-88	268	P-88	46.06	J-88	J-89	104.80	PVC	150.0	-0.63	0.07	0.000
269: P-89	269	P-89	41.90	J-89	J-92	104.80	PVC	150.0	-1.86	0.22	0.001
270: P-93	270	P-93	18.91	J-92	J-93	104.80	PVC	150.0	-4.70	0.54	0.003
271: P-94	271	P-94	47.58	J-93	J-94	104.80	PVC	150.0	-0.94	0.11	0.000
272: P-90	272	P-90	96.52	J-90	J-91	104.80	PVC	150.0	-0.97	0.11	0.000
273: P-91	273	P-91	101.81	J-91	J-92	104.80	PVC	150.0	-1.91	0.22	0.001
274: P-95	274	P-95	52.60	J-94	J-95	104.80	PVC	150.0	-2.40	0.28	0.001
275: P-96	275	P-96	100.89	J-95	J-96	104.80	PVC	150.0	-3.85	0.45	0.002
276: P-97	276	P-97	50.24	J-96	J-97	104.80	PVC	150.0	-5.39	0.62	0.004
277: P-98	277	P-98	47.62	J-97	J-98	104.80	PVC	150.0	-5.55	0.64	0.004
278: P-99	278	P-99	49.60	J-98	J-99	104.80	PVC	150.0	-4.77	0.55	0.003
279: P-100	279	P-100	49.85	J-99	J-100	104.80	PVC	150.0	-6.73	0.78	0.006
280: P-101	280	P-101	73.04	J-100	J-101	104.80	PVC	150.0	0.49	0.06	0.000
281: P-102	281	P-102	47.29	J-101	J-102	104.80	PVC	150.0	-2.20	0.26	0.001
282: P-100-78	282	P-100-78	21.30	J-78	J-100	104.80	PVC	150.0	9.16	1.06	0.010
283: P-103	283	P-103	23.28	J-80	J-98	104.80	PVC	150.0	2.62	0.30	0.001
284: P-97-81	284	P-97-81	23.23	J-81	J-97	152.00	PVC	150.0	1.46	0.08	0.000
285: P-93-84	285	P-93-84	23.25	J-93	J-84	152.00	PVC	150.0	-4.60	0.25	0.000
286: P-103-1	286	P-103-1	59.99	J-102	J-103	104.80	PVC	150.0	-4.95	0.57	0.003
287: P-104	287	P-104	124.33	J-103	J-104	104.80	PVC	150.0	7.63	0.88	0.007
288: P-105	288	P-105	101.63	J-104	J-105	104.80	PVC	150.0	3.96	0.46	0.002
289: P-106	289	P-106	65.33	J-103	J-106	104.80	PVC	150.0	-15.42	1.79	0.026
290: P-107	290	P-107	31.47	J-106	J-107	104.80	PVC	150.0	-19.04	2.21	0.038
291: P-108	291	P-108	88.59	J-107	J-108	104.80	PVC	150.0	3.30	0.38	0.001
292: P-109	292	P-109	38.19	J-107	J-109	104.80	PVC	150.0	-25.88	3.00	0.068
293: P-109-72	293	P-109-72	22.21	J-109	J-72	152.00	PVC	150.0	-13.86	0.76	0.003
294: P-110	294	P-110	46.53	J-109	J-110	104.80	PVC	150.0	-14.62	1.70	0.024

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. Análisis de resultados de la tubería 111-133 en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
295: P-111	295	P-111	59.42	J-110	J-111	104.80	PVC	150.0	-17.32	2.01	0.032
296: P-112	296	P-112	63.25	J-111	J-112	104.80	PVC	150.0	-19.62	2.28	0.041
297: P-113	297	P-113	56.35	J-112	J-113	104.80	PVC	150.0	-21.97	2.55	0.050
298: P-114	298	P-114	98.81	J-113	J-114	104.80	PVC	150.0	-24.23	2.81	0.060
299: P-115	299	P-115	126.16	J-114	J-115	104.80	PVC	150.0	-26.50	3.07	0.071
300: P-116	300	P-116	160.33	J-115	J-116	104.80	PVC	150.0	-28.73	3.33	0.082
301: P-117	301	P-117	88.16	J-116	J-117	104.80	PVC	150.0	-30.95	3.59	0.094
302: P-118	302	P-118	112.55	J-117	J-118	104.80	PVC	150.0	-33.16	3.84	0.107
303: P-119	303	P-119	38.24	J-118	J-119	104.80	PVC	150.0	6.37	0.74	0.005
304: P-120	304	P-120	17.97	J-119	J-120	104.80	PVC	150.0	4.23	0.49	0.002
305: P-121	305	P-121	70.98	J-120	J-121	104.80	PVC	150.0	2.10	0.24	0.001
306: P-122	306	P-122	109.22	J-118	J-122	104.80	PVC	150.0	-41.87	4.85	0.165
307: P-123	307	P-123	86.00	J-122	J-123	104.80	PVC	150.0	-43.91	5.09	0.180
308: P-124	308	P-124	50.43	J-123	J-124	104.80	PVC	150.0	-46.01	5.33	0.197
309: P-125	309	P-125	40.92	J-124	J-125	104.80	PVC	150.0	-48.02	5.57	0.213
310: P-126	310	P-126	66.75	J-125	J-126	104.80	PVC	150.0	-49.96	5.79	0.229
311: P-127	311	P-127	115.90	J-126	J-127	104.80	PVC	150.0	-51.94	6.02	0.246
312: P-127-48	312	P-127-48	22.48	J-127	J-48	152.00	PVC	150.0	-63.27	3.49	0.058
313: P-128	313	P-128	67.07	J-127	J-128	104.80	PVC	150.0	7.88	0.91	0.007
314: P-129	314	P-129	101.83	J-128	J-129	104.80	PVC	150.0	2.05	0.24	0.001
315: P-130	315	P-130	51.14	J-128	J-130	104.80	PVC	150.0	3.73	0.43	0.002
316: P-131	316	P-131	119.78	J-130	J-131	104.80	PVC	150.0	1.75	0.20	0.000
317: P-139	317	P-139	123.56	J-81	J-132	104.80	PVC	150.0	1.60	0.19	0.000

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6. Análisis de resultados de los puntos de conexión 1-40 en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
31: J-1	31	J-1	1,880.00	<None>	0	1,901.42	21
32: J-2	32	J-2	1,869.00	<None>	0	1,900.94	32
33: J-3	33	J-3	1,871.00	<None>	0	1,900.85	30
34: J-4	34	J-4	1,870.50	<None>	0	1,900.83	30
35: J-5	35	J-5	1,870.30	<None>	1	1,900.81	30
36: J-6	36	J-6	1,868.70	<None>	0	1,900.80	32
37: J-7	37	J-7	1,868.30	<None>	0	1,900.80	32
38: J-8	38	J-8	1,866.20	<None>	0	1,900.80	35
39: J-9	39	J-9	1,864.50	<None>	0	1,900.80	36
40: J-10	40	J-10	1,865.00	<None>	0	1,900.79	36
41: J-11	41	J-11	1,860.20	<None>	0	1,900.79	41
42: J-12	42	J-12	1,859.00	<None>	0	1,900.79	42
43: J-13	43	J-13	1,865.50	<None>	0	1,900.79	35
44: J-14	44	J-14	1,869.50	<None>	0	1,900.80	31
45: J-15	45	J-15	1,864.10	<None>	1	1,900.79	37
46: J-16	46	J-16	1,869.40	<None>	0	1,900.80	31
47: J-17	47	J-17	1,864.50	<None>	0	1,900.80	36
48: J-18	48	J-18	1,869.10	<None>	0	1,900.80	32
49: J-19	49	J-19	1,866.50	<None>	0	1,900.94	34
50: J-20	50	J-20	1,867.30	<None>	0	1,900.89	34
51: J-21	51	J-21	1,865.00	<None>	0	1,900.90	36
52: J-22	52	J-22	1,867.30	<None>	0	1,900.87	34
53: J-23	53	J-23	1,867.10	<None>	0	1,900.85	34
54: J-24	54	J-24	1,864.00	<None>	0	1,900.80	37
55: J-25	55	J-25	1,862.10	<None>	0	1,900.78	39
56: J-26	56	J-26	1,861.20	<None>	0	1,900.78	39
57: J-27	57	J-27	1,861.00	<None>	0	1,900.77	40
58: J-28	58	J-28	1,859.90	<None>	0	1,900.77	41
59: J-29	59	J-29	1,861.30	<None>	0	1,900.76	39
60: J-30	60	J-30	1,859.80	<None>	0	1,900.75	41
61: J-31	61	J-31	1,864.00	<None>	0	1,900.75	37
62: J-32	62	J-32	1,857.10	<None>	0	1,900.75	44
63: J-33	63	J-33	1,860.50	<None>	0	1,900.74	40
64: J-34	64	J-34	1,860.20	<None>	0	1,900.74	40
65: J-35	65	J-35	1,859.20	<None>	0	1,900.73	41
66: J-36	66	J-36	1,858.00	<None>	0	1,900.74	43
67: J-37	67	J-37	1,860.00	<None>	0	1,900.73	41
68: J-38	68	J-38	1,859.50	<None>	0	1,900.73	41
69: J-39	69	J-39	1,861.00	<None>	0	1,900.72	40
70: J-40	70	J-40	1,863.90	<None>	0	1,900.72	37

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7. Análisis de resultados de los puntos de conexión 41-80 en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
71: J-41	71	J-41	1,866.20	<None>	0	1,900.72	34
72: J-42	72	J-42	1,865.90	<None>	0	1,900.72	35
73: J-43	73	J-43	1,862.70	<None>	0	1,900.73	38
74: J-44	74	J-44	1,875.00	<None>	1	1,900.73	26
75: J-45	75	J-45	1,861.20	<None>	0	1,900.65	39
76: J-46	76	J-46	1,859.50	<None>	0	1,899.97	40
77: J-47	77	J-47	1,858.00	<None>	0	1,899.69	42
78: J-48	78	J-48	1,857.30	<None>	0	1,899.67	42
79: J-49	79	J-49	1,857.10	<None>	0	1,899.67	42
80: J-50	80	J-50	1,857.00	<None>	0	1,899.62	43
81: J-51	81	J-51	1,852.50	<None>	0	1,899.61	47
82: J-52	82	J-52	1,857.20	<None>	0	1,899.61	42
83: J-53	83	J-53	1,858.05	<None>	0	1,899.47	41
84: J-54	84	J-54	1,857.20	<None>	0	1,899.51	42
85: J-55	85	J-55	1,858.50	<None>	0	1,899.26	41
86: J-56	86	J-56	1,859.00	<None>	0	1,899.02	40
87: J-57	87	J-57	1,858.80	<None>	0	1,898.79	40
88: J-58	88	J-58	1,860.10	<None>	0	1,898.81	39
89: J-59	89	J-59	1,859.50	<None>	0	1,898.79	39
90: J-60	90	J-60	1,855.00	<None>	0	1,898.81	44
91: J-61	91	J-61	1,858.00	<None>	0	1,898.65	41
92: J-62	92	J-62	1,857.70	<None>	0	1,898.72	41
93: J-63	93	J-63	1,858.05	<None>	0	1,897.90	40
94: J-64	94	J-64	1,857.80	<None>	0	1,898.20	40
95: J-65	95	J-65	1,859.20	<None>	0	1,897.72	38
96: J-66	96	J-66	1,859.80	<None>	0	1,897.86	38
97: J-67	97	J-67	1,856.80	<None>	0	1,897.86	41
98: J-68	98	J-68	1,856.20	<None>	0	1,897.86	42
99: J-69	99	J-69	1,854.00	<None>	0	1,897.85	44
100: J-70	100	J-70	1,860.05	<None>	0	1,897.57	37
101: J-71	101	J-71	1,859.10	<None>	0	1,897.57	38
102: J-72	102	J-72	1,865.00	<None>	0	1,897.56	32
103: J-73	103	J-73	1,868.00	<None>	0	1,897.56	29
104: J-74	104	J-74	1,860.00	<None>	0	1,897.44	37
105: J-75	105	J-75	1,861.50	<None>	0	1,897.39	36
106: J-76	106	J-76	1,861.00	<None>	0	1,897.23	36
107: J-77	107	J-77	1,862.00	<None>	0	1,897.23	35
108: J-78	108	J-78	1,864.20	<None>	0	1,897.23	33
109: J-79	109	J-79	1,869.40	<None>	0	1,897.22	28
110: J-80	110	J-80	1,870.30	<None>	0	1,897.22	27

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 8. Análisis de resultados de puntos de conexión 81-120 en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
111: J-81	111	J-81	1,875.40	<None>	0	1,897.22	22
112: J-82	112	J-82	1,863.20	<None>	0	1,897.15	34
113: J-83	113	J-83	1,862.05	<None>	0	1,896.84	35
114: J-84	114	J-84	1,863.00	<None>	0	1,896.69	34
115: J-85	115	J-85	1,861.20	<None>	0	1,896.56	35
116: J-86	116	J-86	1,861.30	<None>	0	1,896.40	35
117: J-87	117	J-87	1,863.00	<None>	0	1,896.23	33
118: J-88	118	J-88	1,860.80	<None>	0	1,896.23	35
119: J-89	119	J-89	1,862.20	<None>	0	1,896.04	34
120: J-90	120	J-90	1,861.10	<None>	0	1,896.11	35
121: J-91	121	J-91	1,867.50	<None>	0	1,896.03	28
122: J-92	122	J-92	1,873.50	<None>	0	1,896.02	22
123: J-93	123	J-93	1,875.20	<None>	0	1,896.02	21
124: J-94	124	J-94	1,862.00	<None>	0	1,896.01	34
125: J-95	125	J-95	1,860.80	<None>	0	1,896.02	35
126: J-96	126	J-96	1,861.90	<None>	0	1,895.99	34
127: J-97	127	J-97	1,856.00	<None>	0	1,895.99	40
128: J-98	128	J-98	1,862.00	<None>	0	1,895.98	34
129: J-99	129	J-99	1,861.00	<None>	0	1,895.96	35
130: J-100	130	J-100	1,862.00	<None>	0	1,895.95	34
131: J-101	131	J-101	1,859.20	<None>	0	1,895.92	37
132: J-102	132	J-102	1,855.50	<None>	0	1,895.92	40
133: J-103	133	J-103	1,853.00	<None>	0	1,895.92	43
134: J-104	134	J-104	1,861.80	<None>	0	1,895.90	34
135: J-105	135	J-105	1,860.80	<None>	0	1,895.90	35
136: J-106	136	J-106	1,863.00	<None>	0	1,895.90	33
137: J-107	137	J-107	1,867.50	<None>	0	1,895.87	28
138: J-108	138	J-108	1,867.00	<None>	0	1,895.88	29
139: J-109	139	J-109	1,860.40	<None>	0	1,895.85	35
140: J-110	140	J-110	1,859.80	<None>	0	1,895.85	36
141: J-111	141	J-111	1,860.00	<None>	0	1,895.84	36
142: J-112	142	J-112	1,858.80	<None>	0	1,895.84	37
143: J-113	143	J-113	1,860.10	<None>	0	1,895.83	36
144: J-114	144	J-114	1,859.50	<None>	0	1,895.83	36
145: J-115	145	J-115	1,859.50	<None>	0	1,895.81	36
146: J-116	146	J-116	1,857.80	<None>	0	1,895.81	38
147: J-117	147	J-117	1,858.50	<None>	0	1,895.80	37
148: J-118	148	J-118	1,859.50	<None>	0	1,895.79	36
149: J-119	149	J-119	1,859.30	<None>	0	1,895.78	36
150: J-120	150	J-120	1,859.30	<None>	1	1,895.78	36

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 9. Análisis de resultados de puntos de conexión 121-131 en WATERCAD V10i del Sistema de Agua Potable del Barrio de Miraflores para el año 2042.

151: J-121	151	J-121	1,858.90	<None>	0	1,895.78	37
152: J-122	152	J-122	1,859.20	<None>	0	1,895.77	37
153: J-123	153	J-123	1,858.10	<None>	0	1,895.77	38
154: J-124	154	J-124	1,857.90	<None>	0	1,895.77	38
155: J-125	155	J-125	1,855.50	<None>	0	1,895.77	40
156: J-126	156	J-126	1,854.20	<None>	0	1,895.77	41
157: J-127	157	J-127	1,859.10	<None>	0	1,895.77	37
158: J-128	158	J-128	1,859.80	<None>	0	1,895.77	36
159: J-129	159	J-129	1,857.10	<None>	1	1,895.77	39
160: J-130	160	J-130	1,858.10	<None>	0	1,895.77	38
161: J-131	161	J-131	1,857.40	<None>	0	1,895.77	38

Fuente: Elaboración propia.