



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Comportamiento hidráulico de flujos y mejoramiento en redes de distribución de agua potable, distrito San Marcos Región Ancash 2019”

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

Ingeniero Civil

**AUTORA:**

Torres Guerra, Flor Marilin (ORCID: 0000-0003-0398-2807)

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

La elaboración de esta tesis se lo dedico a Dios por brindarme la oportunidad de haber llegado hasta esta etapa y darme fuerzas para superar los obstáculos que se han presentado. A mis padres porque siempre me guiaron y estuvieron conmigo en toda decisión importante y que con su ejemplo de trabajo han influenciado mucho en mi persona.

## **Agradecimiento**

A Dios por ser el que me da la bendición siempre, a mis padres por apoyarme darme su amor y comprensión, a mi asesor por su apoyo y paciencia, a todos los compañeros y profesores que me guiaron en toda esta etapa de mi formación universitaria

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Flor Marilin Torres Guerra, identificado con DNI N° 46769735, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación anexada a la presente tesis es original y de fuentes veraces.

De la misma manera, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se expone en la presente tesis son originales.

Por lo expuesto, asumo la responsabilidad correspondiente ante cualquier plagio o falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de Julio del 2019



---

FIRMA

# Índice

<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Página del jurado</b> .....	iv
<b>Declaratoria de autenticidad</b> .....	v
<b>Índice</b> .....	..vi
<b>Resumen</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MÉTODO</b> .....	23
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	24
2.2. Población, muestra y muestreo .....	25
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	26
2.4. Procedimiento.....	28
2.5. Métodos de análisis de datos .....	28
2.6 Aspectos éticos .....	31
<b>III. RESULTADOS</b> .....	32
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	115
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	119
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	123
<b>REFERENCIAS</b> .....	125
<b>ANEXOS</b> .....	130

## RESUMEN

La presente investigación “Comportamiento hidráulico de flujos y mejoramiento en redes de distribución de agua potable, distrito san marcos región Ancash 2019” se elaboró en el 2019, en el distrito de San Marcos – Huari, se tomaron fundamentos teóricos en base a la velocidad, caudal y presión y parámetros de diseño. Como objetivo se tuvo que analizar el comportamiento hidráulico de flujos en redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos región Ancash 2019.

El diseño de la investigación se realizó en base al método científico de tipo aplicada, nivel descriptivo – explicativos, no experimental, la población fue el distrito de San Marcos – Ancash, como muestra fue las redes de agua potable del distrito de San Marcos. Se analizó dos panoramas; los datos de la red actual los cuales dieron resultados donde se determinó que un sector no estaba recibiendo la adecuada distribución del agua y también se analizó los datos optimizados de la red proyectada.

Donde se analizaron resultados de tres parámetros: Velocidades, caudales y presiones, para las nuevas velocidades dio un resultado máximo de 2.06m/s, para los nuevos caudales un resultado máximo de 15.97l/s y para las nuevas presiones un resultado máximo de 47.79m.c.a, donde los parámetros cumplen con la norma OS.050 del reglamento nacional de edificaciones, y se utilizaron diámetros: sector 1 (57mm, 67.8mm, 81.4mm, 99.4mm), sector 2(57mm, 67.8mm, 81.4mm) sector 3 (57mm, 67.8mm, 81.4mm).

Los coeficientes de variación para los parámetros de la velocidad en la redes fue de C.V(red existente)= 0.948, C.V(red proyectada)=0.95, caudal C.V(red existente)=1.229, C.V(red proyectada)= 1.233

Presiones C.V (red existente)= 0.397, CV( red proyectada)= 0.283. De esa manera se logró optimizar los datos para una cobertura del agua a todo el distrito de San Marcos.

**Palabras Claves:** Velocidad, Caudal, Presión, comportamiento hidráulico

## ABSTRACT

The present investigation “Behavior Hydraulic flows and improvement in potable water distribution networks, San Marcos district Ancash region 2019 ”was developed in 2019, in the San Marcos - Huari district, theoretical foundations were taken based on speed, flow and pressure and design parameters The objective was to analyze the hydraulic behavior of flows in drinking water distribution networks in the San Marcos district of Ancash region 2019.

The research design was carried out based on the scientific method of applied type, descriptive level - explanatory, not experimental, the population was the district of San Marcos - Ancash, as shown was the drinking water networks of the district of San Marcos. Two scenarios were analyzed; the data of the current network which gave results where it was determined that a sector was not receiving the adequate distribution of water and the optimized data of the projected network was also analyzed.

Where results of three parameters were analyzed: Speeds, flows and pressures, for the new speeds it gave a maximum result of 2.06m / s, for the new flows a maximum result of 15.97l / s and for the new pressures a maximum result of 47.79mca , where the parameters comply with OS.050 of the national building regulations, and diameters were used: sector 1 (57mm, 67.8mm, 81.4mm, 99.4mm), sector 2 (57mm, 67.8mm, 81.4mm) sector 3 (57mm, 67.8mm, 81.4mm).

The coefficients of variation for the speed parameters in the networks were C.V (existing network) = 0.948, C.V (projected network) = 0.95, flow C.V (existing network) = 1.229, C.V (projected network) = 1.233

Pressures C.V (existing network) = 0.397, CV (projected network) = 0.283. In that way, the data for water coverage throughout the San Marcos district was optimized.

**Keywords:** Speed, Flow, Pressure, hydraulic behavior

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **Realidad problemática**

Hoy en día existen muchos países que aún no cuentan con el servicio de agua potable en sus hogares, o no tienen la calidad adecuada debido un mal diseño que no cumple con los parámetros necesarios o un inadecuado proceso constructivo.

Según la UNESCO (2002). Afirma que; a nivel mundial, América latina ocupa el tercer lugar con una deficiencia de servicio de agua potable del 6%.

Estudiar sobre la problemática del agua potable hace referencia a la calidad de vida de las personas, se entiende que es un tema ambiguo, que se estudia de manera conjunta no individual y posee una envergadura para analizar, pues si observamos los problemas del agua que ocurre en la capital es urgente, muchas veces en zonas rurales se torna aún más por varios factores. Según; Becerra y Salas (2016, p. 125), Es un derecho humano y social tener acceso a agua potable como un tema de dignidad. Esto incluye la satisfacción de las necesidades biológicas del ser humano.

Un adecuado comportamiento hidráulico del flujo en los sistemas de la red de distribución de agua potable es fundamental para abastecer la repartición de agua a los predios en las regiones agrestes. Este abastecimiento es desatendido muchas veces, promoviendo una iniciativa a profundizar futuros estudios.

Esta investigación se desarrolla en el distrito de San Marcos, capital de la provincia de Huari, la zona más céntrica y concurrida de la provincia a causa del Canon minero, que justifica una buena economía de los pobladores del distrito, dando motivos a las personas que no son de la zona, venir a establecerse a San Marcos para que realicen diferentes tipos de actividades como el comercio, de esa forma se incrementa la demanda. Según Cabrera y Gueorguiev (2012, p.12-13) indica que; los modelos matemático conocidos para diseñar redes de distribución fueron creados en países desarrollados donde tienen un servicio de agua continuo y la demanda sea satisfecha las 24 horas es por eso que esos modelos son dependientes de la demanda, La cantidad de agua que un usuario puede captar solo depende de la presión que hay en su conexión, por ende el comportamiento hidráulico dependiente de la presión es muy diferente al comportamiento hidráulico dependiente de la demanda. Así mismo cabe resaltar que un que una red de distribución con servicio continuo siempre están

con agua dentro de las redes mientras que las redes de distribución del distrito de San Marcos se llenan cada vez que se reanuda el servicio, por el servicio intermitente que posee.

Ercilio y Rodriguez (2005). Afirma que: La dotación promedio de un peruano es de 120 l/s. Uno de los problemas actuales es el aumento de la demanda del agua potable en el distrito de San Marcos debido al crecimiento horizontal a causa del canon minero. La demanda futura requerida es mayor que el rendimiento de las fuentes que abastecen (p.12). Así mismo, en la actualidad hay una discontinuidad del servicio, interrumpiendo las actividades de su día a día para personas que aún no cuentan con un tanque, sin embargo, hay usuarios que no llegan a recibir el servicio, las pérdidas de agua en las redes por conexiones defectuosas también es parte de problema, se investigara el comportamiento hidráulico de flujos en redes de distribución de agua potable del presente año.

Este estudio solo se enfocará en los comportamientos de flujos en las redes actuales primarias y secundarias para luego optimizar la red existente y plantear la distribución con nuevos datos hidráulicos que abastezcan a toda la población de San Marcos de manera continua sin racionalización y con un diseño a proyección.

A lo mencionado antes, se responderá la siguiente pregunta: ¿Qué relación existe entre el comportamiento hidráulico de flujos y mejoramiento en redes de distribución de agua potable en el distrito de san marcos provincia huari, Ancash en el 2019?

## **Trabajos previos**

### **Antecedentes nacionales**

En el Perú se realizaron las siguientes investigaciones:

Díaz y Vargas ( 2015) sostiene en su tesis para la obtención del título ingeniero civil, sustento en la Universidad Privada Antenor Orrego; la tesis *titulada*: “Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, provincia de Sanchez Carrión aplicando el método de seccionamiento”

Fijo con **objetivo:** Realizar el diseño del sistema de agua potable en los caseríos de Chagualito y Llurayaco, idstrito de Cochorco.

Se utilizo el **método** de seccionamiento, utilizando EPANET y Excel que analizan los resultados hidráulicos en las tuberías en las mismas características de las redes y análisis dinámicas

También para analizar y determinar el caudal y presión en nodos y red añadiendo el análisis respectivo para la calidad del agua y AutoCAD para el diseño de la red.

En tanto para el **resultado** utilizando el método de seccionamiento entre Excel y Epanet ambos son seguros para este proyecto, ya que tienen similitudes. Llegando a las siguientes **conclusiones:** La población futura en el año 2035 será, 185 habitantes. En la red principal los diámetros son;  $\frac{3}{4}$ ", 1" y  $1\frac{1}{2}$ ". Para evitar sean mayor a 60mH<sub>2</sub>O se debe utilizar válvula de purga, cámaras rompe presión clase 7 con coeficiente de rugosidad 150, y cámaras de control.

Leyva (2016) con el objetivo de obtener el grado de ingeniero civil, sustento en la Universidad Nacional: Santiago Antúnez de Mayolo; la tesis **titulada:** "Optimización del diseño en la línea de conducción en el sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Bolognesi Ancash" Tiene como **objetivo:** Para lograr la optimización en el diseño de conducción de agua en la localidad de Yamor se utilizó la combinación de tubería

Respecto al **método**, se utilizó las ecuaciones de; Hazen Williams y Darcy, para la **muestra** se consideró a la línea de conducción que abastecer a la localidad de Yamor. Utilizando como instrumento en su estudio; todos los datos del expediente técnico para los cálculos, el caudal máximo diario para el diseño del mismo expediente que sirvió como fuente en este proyecto. Para los **resultado** se obtuvo; la combinación de tuberías con diámetros y longitudes obtenidos a diferencia del proyecto anterior, que no se había empleado combinación de tuberías, se observó que en el proyecto existente un diámetro  $1\frac{1}{2}$ " y longitud de 6300ml que en la combinación de tuberías se aumentan las longitudes para los diámetros menores y se reducen las longitudes para los diámetros mayores. Se logro **concluir** que fue el método de Hazen Williams que dieron diámetros y longitudes más adecuados, la presión se encontró dentro de los límites máximos y mínimos permitidos que se obtuvo con el uso de ambos métodos; Hazen Williams y Darcy haciendo la combinando las tuberías, se

utilizaron 6 cámaras rompe presión en el trayecto de la línea de conducción de agua, en comparación al proyecto existente con la utilización de la combinación de tuberías resulta ser mejor su comportamiento hidráulico y económicamente también, resumiendo a todo que la línea de conducción de agua se optimizó con la combinación de tuberías.

Concha y Guillén (2014) para obtener el titulado de ingeniero civil, sustentó en la universidad privada San Martín de Porras, la tesis *titulada*: “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (Caso: Urbanización valle esmeralda, distrito pueblo nuevo, provincia y departamento de Ica)” tiene por *objetivo*: regenerar y ampliar el conjunto de repartición de agua potable en la urbanización, identificar y evaluar factores importantes para la distribución de suministro de agua potabilizada. Respecto a los *métodos* que se utilizó para el diseño son: para la determinación de la población futura se aplicó; método analítico y racional, cálculo de demanda para el consumo de agua, prueba para la verticalidad del pozo IRHS, cálculo de arenamiento, diseño de nuevo para el pozo y geofísico. En este proyecto se *concluyó* que; gracias a la prueba de verticalidad el pozo IRHS encontró un torcimiento ligero, el método geofísico ayudó a determinar que el pozo existente se podría profundizar hasta 90 m, ya que el basamento rocoso se halló a partir de los 100m, de acuerdo a los estudios que se realizó al acuífero existe gran cantidad de agua subterránea, el canal de bombeo será de 60lt/seg.

Ayamamani (2018) con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil, sustentó en la Universidad Nacional del Altiplano, la tesis *titulada* “Mejoramiento de la eficiencia hidráulica de la red de distribución de agua potable en la zona rinconada Juliaca por el método de la sectorización” tiene por *objetivo* mejorar la eficiencia hidráulica de la presión, continuidad y caudal por el método de sectorización del sistema de distribución de agua potable, determinando las nuevas propuestas de continuidad y presión optimizada por el método de la sectorización en función al caudal adecuado para incrementar las dimensiones de reservorio R4 de la zona Rinconada. Respecto a los *métodos* que se utilizó en el estudio fueron; levantamientos poligonales con el BM geo referenciado en el reservorio R4. Tuvo *resultados* del  $Q(\text{aducción})=31.33 \text{ l/s}$  según el diseño mientras que también se tomaron datos en campo para determinar el caudal el cual también resulta ser el  $Q_{mh}$ , por otro lado también se obtuvo un  $Q(\text{red sectorizado})= 20.11 \text{ l/s}$ , para los resultados de las presiones se consideró

con los métodos de sectorización y calibración. Se **concluye** que se mejoró la red de agua potable por el método de la sectorización modelado con el programa watercad v8i, logrando un 35.84% respecto al caudal, un 24.95% respecto a la presión y por último un 72% de la continuidad por horas. Las presiones se encuentran dentro del parámetro según el RNE, con resultados de una presión máxima de 36.56mca y la mínima de 10.19 mca y de promedio de 25.64 mca, para seleccionar como nueva propuesta se determinó la presión ponderada según la SUNASS para una red sectorizada y con un volumen de 117.1m<sup>3</sup> del reservorio R4.

Córdova y Zelaya (2017), sostiene en su tesis para la obtención del título de ingeniero civil en la universidad nacional; Santiago Antúnez de Mayolo, la tesis **titulada** “Generación de un modelo de simulación para la optimización de redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia provincia de Huaraz- Ancash” tiene por **objetivo** optimizar las redes de agua potable de independencia y Huaraz con la generación de un modelo de simulación hidráulica con calidad, se aplicó el **método** para el nivel de la investigación descriptiva correlacional por la relación que tienen entre las variables. Tiene una **muestra** para el modelamiento hidráulico de la población urbana de Huaraz y para el modelamiento de calidad una **muestra** de 264 conexiones domiciliaria. Tuvo **resultados** como la dotación real para las ciudades de Independencia y Huaraz, coeficientes de rugosidad de tuberías existentes, presión y variación de volumen en los reservorios y caudales de las redes de agua potable. Se **concluye** identificando a las redes principales de los cuales tienen diámetros de 315mm, 250mm, 200mm y 160mm, los cambios de las redes se realizaron tomando criterios de sectorización, micro medición, zonas de presión y zonas de abastecimiento definidas aportando de esa manera a la calidad del servicio

### **Antecedentes internacionales**

Las investigaciones internacionales realizadas respecto al tema son:

Campana y Ortega (2016), con el objetivo de obtener el título profesional en ingeniería civil, expuso en la Escuela Politécnica Nacional, la tesis **titulada:** “Evaluación de la red de distribución de agua potable para determinar pérdidas y fugas de la urbanización del Canton

Rumiñahui” con el **objetivo** de: Diagnosticar la cantidad de desperdicio y fugas de agua en la red de agua de la urbanización, proporcionar el presente estudio como herramienta para mejorar la gestión en cuanto a fugas y pérdidas, determinar los caudales de red, **método**: Se realizó los respectivos censos poblacionales para determinar el número de usuarios, para el modelamiento hidráulico se usó el programa Epanet a una periodo de 25 años con su algoritmo de gradiente permite realizar el proceso de equilibrio hidráulico y para controlar las fugas se utilizaron los siguientes métodos: Sondeo, Control no organizado de Fugas, trazadores y medición en sectores; métodos en conjunto para el desarrollo de este proyecto y llega las **conclusiones** que comparando las dotaciones de la DAPAC y el código Ecuatoriano de la construcción y normas RAS 2000 el valor de la DAPAC es de 250l/hab.día lo cual es muy alto, mediante aforos volumétricos este estudio midió el caudal, por lo tanto tiene ciertas limitaciones, es importante añadir los datos registrados respecto a porcentaje de pérdidas y fugas y de rebose en la red La colina obtuvo un 23.83% de fugas, 33% fraccionadas en 9.17% de pérdidas.

Bravo (2017) sostiene en su tesis; para adquirir el título profesional de ingeniería civil, tuvo que sustentar en la UTMACH la tesis **titulada**: “Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Retiro, Canton Machala provincia el Oro” tiene como **objetivo** determinar las incorrecciones del proyecto para aplicar un modelo hidráulico adecuado en la red de distribución del proyecto existente, asimismo se debe plantear soluciones para la mejoría continua del servicio agua potable, hacer una evaluación a la situación de las redes para sus funciones hidráulicas aplicando Epanet como modelo hidráulico se utilizó el **método** de modelamiento con el programa Epanet para la respectiva evaluación de los datos de la red principal y secundaria, así mismo se utilizó el AutoCAD para plasmar la distribución, para la medición de presión se utilizó un manómetro. En este proyecto se **concluye** El Recreo y San Vicente cumple con presión mínima de 7m.c.a, mas no cumple con la velocidad estandarizada de 0.21m/s, y eso se debe a la distancia que el líquido recorre, el diámetro de la tubería es 50mm y se propone cambiar el diámetros por una de 90mm considerando plano al área de la parroquia El retiro de Canton Machala, luego de eso se detectó una solución respecto a la presión del agua en Guarumal

Menéndez y Velásquez (2017) previa obtención al título de ingeniería civil en la Universidad técnica de Manabí la tesis *titulada*: “Estudio de las variaciones de presión en redes de distribución de agua potable por pérdidas de fricción, aplicada en el dimensionamiento de las redes de la comunidad Chacras adentro de la parroquia rural Rio chico” tiene como *objetivo* determinar cómo varía la presión por causa de la fricción que ocurre dentro de las redes en la comunidad Chacras dentro de la parroquia Riochico. Con los métodos Hazen-Williams-Darcy-Weisbach y Manning se realizó el cálculo del diseño para distribuir correctamente el flujo, para ver la variación de pérdidas que se ha producido por la fricción. Establecer un mejor diseño para la red de distribución en la parroquia Rio chico de la comunidad de Chacras. El *Método* que se utilizó para el modelamiento de la red de distribución para este proyecto fue el programa WaterGEMS mediante los cálculos de Carcy-Weisbach, Hazen-Williams y Manning. Y también se aplicó la entrevista para la recolección de los datos. Se logró *concluir* que con los métodos de Hazen Williams y Manning sobrestiman las pérdidas de carga, ya que sus coeficientes de resistencia aun continúan siendo constante en cuanto al número de Reynolds y caudal y se produce resultados incorrectos cuando son aplicadas fuera de su propio rango. Con el método de Manning se demostró que las variaciones de presión llegan a 151%, mientras que el grado de variación máximo resulto un 46.58%, siendo este menor que el otro utilizando el modelo de Hazen Williams. Con el método de Manning resulta ser más caro.

Beltrán y Abril (2014) para adquirir el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Católica de Colombia la tesis *titulada*: “Análisis de la demanda de agua en el municipio de Aracataca, Colombia” tiene como *objetivo*: Proponer un esquema para optimizar el sistema de distribución de agua potable en la localidad de Aracata, determinado por un análisis estadístico de las presiones de servicio. El *Método* de esta investigación está dada por 3 fases; 1. Diagnosticar los problemas de la distribución de agua potable, 2. Determinación de la demanda actual y proyectada para realizar la respectiva modelación, 3. Optimización de los datos hidráulicos para la correcta continuidad de servicio. Se *concluye* que se logró aportar con un esquema de optimización hidráulica para las redes de distribución de agua potable sectorizando la red actual y que al realizar un análisis estadístico d las presiones resulto ser útil para la optimización proporcionando presiones adecuadas que se ajustan a la necesidad actual de los usuarios de Aracata.

Morales y Pérez (2016), para adquirir el título de ingeniero civil en la universidad de la Fuerzas Armadas la tesis *titulada*: “Diagnostico y formulación actual y futuro del sistema de agua potable San Pedro – Capelo, Canton Rumiñahui” tiene como *objetivo* determinar los problemas actuales del sistema de agua potable para luego formular alternativas para el buen funcionamiento actual y futuro del sistema de agua potable de la localidad de San Pedro. *El método* de esta investigación para determinar la dotación fue utilizar planillas de consumo mensual y la lectura en 3 sectores diferentes con medidores para luego determinar la dotación en base a un consumo mensual. Se *concluye* con la actualización de catastro se deduce que la combinación de distintos materiales de tubería, el mal uso de las válvulas de compuerta, la antigüedad de las tuberías, los cambios bruscos de diámetros, general velocidades altas, pérdidas en la red, disminución de presión, fugas por roturas de red.

## **Teorías relacionadas**

### **Comportamiento hidráulico de flujos**

“Los fluidos afectan de muchas maneras la vida cotidiana de los seres humanos... diseñar y analizar sistemas de fluidos para determinar la clase y tamaño de los componentes que debe emplear” (Mott, 2013, p. 153).

El comportamiento hidráulico de flujos pertenece a un sistema de presión encerrado en tuberías siendo primordial la aplicación de características adecuadas, los flujos están expuestos a cambios de presión de acuerdo al tipo de sistema en que se aplique, el agua dentro de un sistema de tubería, se encuentra más propenso a adquirir una presión mayor que la atmosférica.

Sabiendo la importancia del fluido, conocido como el agua potable, fluido que es utilizado para el consumo humano, es importante conocer el comportamiento hidráulico y sus componentes, tales flujos están expuestos a cambios de caudal, presión de acuerdo al tipo de sistema en que se aplique, siempre el agua dentro de un sistema de tubería, es más propenso a tener una presión mayor que la atmosférica.

Se analiza las variaciones del comportamiento hidráulico con diversos factores tales como: tipo de materia, viscosidad, tipo de flujo, envejecimiento y la densidad.

La dinámica del flujo es originada por él estudio del comportamiento hidráulico, y son estos fluidos los que se mueven dentro de la red de tubería.

Cuando existen secciones constantes en la circulación de un flujo se conoce como principio de continuidad

### **Características del comportamiento hidráulico de flujos**

“El carácter de flujo en un tubo redondo depende de 4 magnitudes: la densidad en el flujo  $\rho$ , la viscosidad  $\eta$ , diametro de la tubería  $D$  y la velocidad promedio del flujo  $v$ ” (Mott, 2013, p. 230).

Se deduce de la cita que todos esos componentes se basan en la determinación de las características del comportamiento hidráulico de flujos. Estos 4 componentes se especificaran en las siguientes definiciones:

**Densidad en el flujo  $\rho$ :** La densidad es una relación entre masa y volumen, tal densidad puede disminuir o incrementar conforme a la temperatura y presión también puedan variar, estas variaciones no son significativas más si depende de la presión, ya que si es grande puede generarse una densidad ligeramente notoria. Su unidad viene a ser (kg/m<sup>3</sup>).

**Viscosidad  $\eta$ :** Es importante analizar esta dimensión ya que posee gran jerarquía

La viscosidad es la dificultad de fluir dentro de algún recipiente, tubería o depósito. La viscosidad la menor o mayor atracción que hay entre sus moléculas, la temperatura también es un punto importante para una mayor o menor viscosidad, deduciendo a continuación la relación entre estos componentes

Menor viscosidad: Mayor temperatura y menor cohesión molecular

Mayor viscosidad: Menor temperatura y mayor cohesión molecular.

En los fluidos de agua potable que recorren en las tuberías existen casos en donde hay ingresos de sedimentos pequeños que pueden obstaculizar el flujo del agua dentro de la red de tal forma incrementa su viscosidad.

**Diámetro de la tubería D:** Para el diámetro de una tubería se considera la dimensión adecuada considerando requerimientos como: resistencia mecánica, pérdidas de carga y el presupuesto.

### Tipo de flujo

#### Flujo Laminar:

Mott ( 2013) sostiene que “Los flujos con N° de Reynolds bajo son lentos y suaves, y se les conoce como flujos laminar” (p. 226).

Ante lo dicho por el autor las velocidades se reducen por efectos que causan la viscosidad; un flujo laminar está compuesta por capas paralelas y cada capa posee su respectiva velocidad. Estas capas tienen forma de láminas o pliegues y por eso se le denomina laminar.

Los flujos laminares son direccionados y tienen un movimiento ordenado, para que el flujo sea determinado como un flujo laminar el N° de Reynolds debe ser menor a 2000.

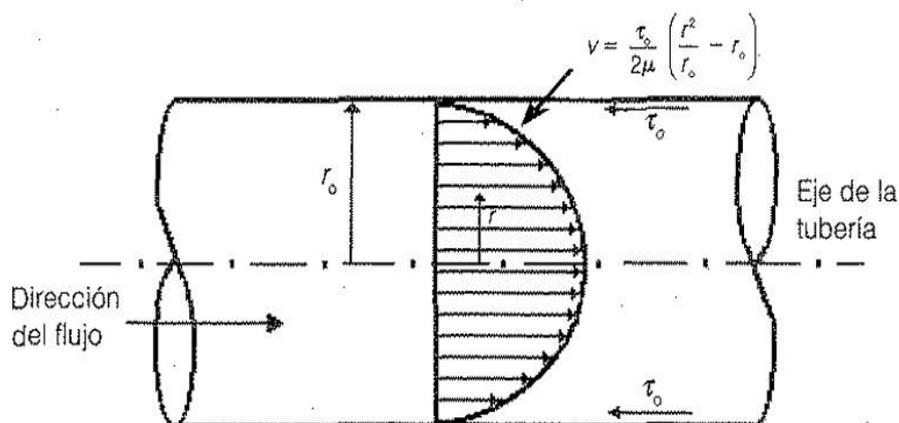


Figura 1: Velocidad en flujos laminares

Fuente: (Saldarriaga , 200, p. 19).

## Flujo turbulento:

Según el autor, Saldarriaga (2001) identifica que un flujo turbulento genera cierto desorden en la sección, debido a esfuerzos cortantes entre las diversas capas del flujo esto puede ser ocasionado por alta velocidad o una viscosidad diminuta, también puede ser generada por obstáculos pequeños dentro de la red provocando así direcciones distorsionadas en la tubería. (p.20).

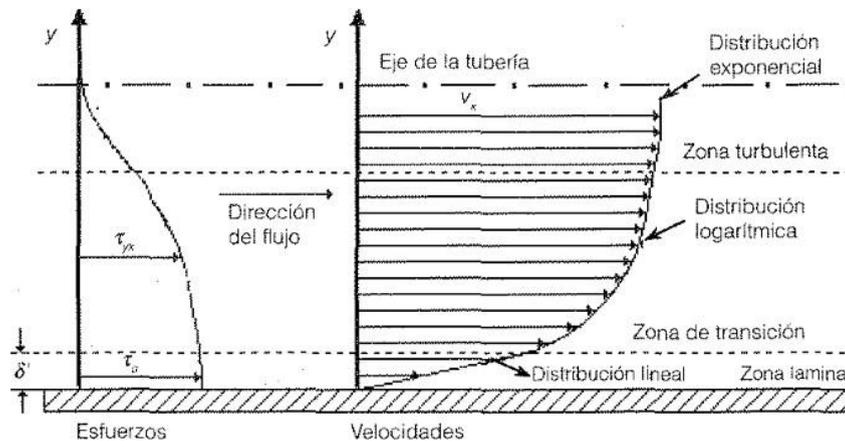


Figura 2: Esquema de flujos en esfuerzos y velocidades que generan turbulencia

Fuente: (Saldarriaga , 200, p. 20).

Mott (2013) describe que “Los flujos con N° de Reynolds elevado son rápidos e irregulares, y se les conoce como flujos turbulentos” (p.226).

Es un flujo turbulento si el N° de Reynolds es mayor a 4000.

## Flujo transicional:

El flujo transicional es el flujo que se encuentra entre dos tipos de flujos tal como lo sostiene (Saldarriaga, 2001, pág. 22), prácticamente se encuentre entre el flujo laminar y flujo turbulento. Las pérdidas de energía se calcula haciendo un previo análisis al tipo de flujo

es decir; si es laminar o turbulento o transicional ya que existe una zona de transicion donde se encuentra la capa del flujo transicional.

## **Caudal**

Existen 2 fórmulas para calcular el caudal y son las de Hazen Williams y Manning .

### Fórmula de Hazen y Williams

Esta fórmula fue creada para calcular el caudal y los las dimensiones a emplear son el coeficiente de fricción, el diámetro y la pendiente, cabe menciona que tales coeficientes son diferentes para cada tipo de material de tubería.

$$Q = 0.0004264CD^{2.63}S^{0.54} \quad (E.1.1)$$

Dónde:

C= Coeficiente de fricción

D= Diámetro

S= Pendiente

### Fórmula de Manning

Esta es otra fórmula para determinar el caudal, y sus componentes son la velocidad, el área, perímetro, coeficiente de fricción y el radio hidráulico.

$$Q = A.V \quad (E.1.2)$$

$$V = (S^{1/2} * R^2)/n \quad (E.1.3)$$

Coeficientes de fricción:

-PVC = 0.009

-Fierro galvanizado= 0.010

\*En tuberías de PVC C=140

### **Caudal máximo diario:**

García (2009) difiere que; “Para el caudal de diseño utilizar el caudal máximo diario con reservorio” (p.39).

Este es el caudal que se refiere al mayor consumo de agua en un día y tiene un factor de K1 igual a 1.3 correspondiente para el cálculo del Qmd.

### **Caudal máximo horario:**

García (2009) sostiene que; “Se usara un máximo horario a la red para el caudal de diseño” (p.39)

En este caudal se toma el dato en la hora, donde se alcanza el mayor consumo de agua y tiene un factor K2 que varía desde los valores 1.8 – 2.5 para zonas urbanas y 1.5 para zona rural y se utiliza para diseñar las redes de agua potable.

### **Caudal promedio o medio diario:**

Este es el caudal que se estima en promedio, donde la población consume en un día y se determina mediante la fórmula.

$$Qmd = \frac{(N^{\circ} \text{de habitantes}) * (\text{dotación})}{86400} \quad (\text{E.1.4})$$

### **Presión**

Una dimensión importante a analizar para el comportamiento hidráulico es la presión. Existen dos formas de operación para la presión en una tubería; por bombeo o por gravedad.

Según Roger (1997): “En la línea de conducción, la presión representa... en un tramo de tubería que está operando a tubo lleno” (p.61).

La presión es un importante tema a tallar en esta investigación ya que de esta dimensión depende mucho el comportamiento adecuado en las tuberías a estudiar pues este proyecto está basado en un sistema a gravedad.

El instrumento para medir la presión en las tuberías de agua es el manómetro y se da con las unidades de kg/cm<sup>2</sup>. Haciendo mención que existen 3 tipos de presión; relativa, absoluta y atmosférica. Este instrumento de medición el barómetro; nos da una presión relativa, que está conjuntamente con la presión atmosférica no da la presión absoluta.

### **Presión Mínima y máxima:**

Menéndez y Velásquez (2017) sostiene que es indispensable hacer diseños tomando en cuenta antes, de en qué tipos de zonas vamos a ejecutar las instalaciones básicas de agua potable, si es en un área rural o una zona urbana.

Hace mención lo siguiente: que la presión mínima en las redes distribuidas es de 14m y en zonas rurales 7m. Si tiene topografía muy irregular, la presión estática máxima debe ser 50m hasta un tope de presión estática de 70m.

Una de las situaciones en donde se da la presión máxima es en el golpe de ariete, siendo esta presión una medida que el material de tubería debe soportar, siempre en cuando esta presión sea la adecuada.

### **Redes de distribución de agua potable**

Según Saldarriaga (2001) son sistemas de distribución que permiten canalizar el agua a los predios, ya que se han ramificado mediante una troncal principal el cual llevara el fluido potable a los consumidores (p.20)

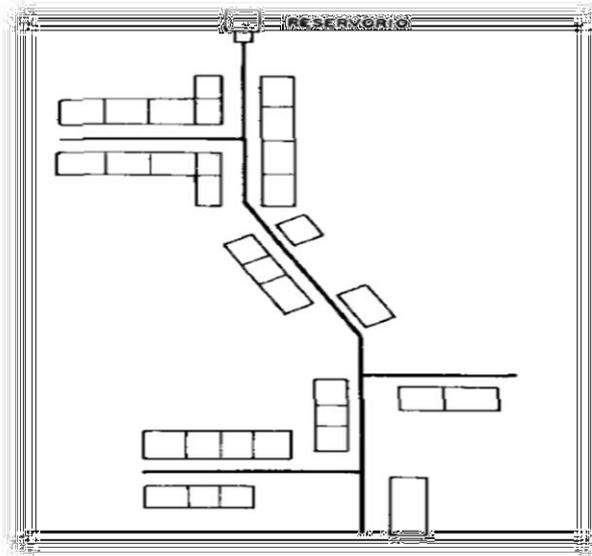
Siendo el sistema convencional, el sistema a abarcar para este estudio, anterior a eso es importante realizar un trazado correcto de las redes haciendo uso de equipos topográficos y analizar la viabilidad del proyecto que se planteara o ejecutara.

## Características de redes en distribución del agua potable

### Tipos de redes

#### **Sistema abierto o ramificado:**

Para Roger (1997) Este sistema es ideal para zonas con relieves irregulares, se puede dar para diseño rural así como también un diseño para zonas urbanas este sistema se da en topografía dificultosa, este tipología de redes son ramificación que dependen de una red más grande o de mayor diámetro llamado matriz (p.94).



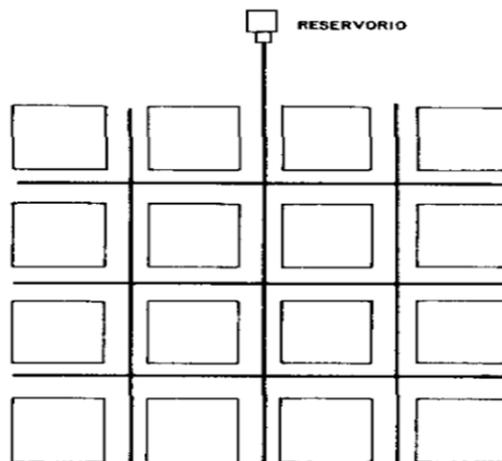
*Figura 3: Red tipo abierta*

Fuente: (Roger, 1997, p.34).

### **Sistema cerrado:**

Agüero (1997) manifiesta lo siguiente: “Un conjunto de red que estan conformadas por una matriz y esta ramificado... círculo cerrado que permita un servicio mas eficaz y duradero” (p.97).

En este tipo de red podemos visualizar una reparticion mas ordenada y de alguna manera conveniente pues la lotizacion tambien presenta un orden adecuado, cabe destacar que este tipo de distribucion se da en el mayor de los casos en zonas urbanas establecidas en lugares llanos, debido a la reparticion de lotes.



*Figura 4: Red tipo cerrado*

Fuente: (Aguero , 1997, p.35)

### **Tipos de material**

En este proyecto de tesis *titulado*: “Comportamiento hidráulico de flujos y mejoramiento en redes de distribución de agua potable, distrito san marcos región Ancash 2019” Se analizarán 3 tipos de material:

## **PVC:**

Coeficientes de fricción para tuberías de PVC:

Según Hazen y Williams:

$C = 140$  a  $150$

Según Manning:

$C = 0.009$

## **Fierro galvanizado:**

Este tipo de material debe estar al margen con la NTP 2341.00

Conforme la OPS (2005) difiere que: Este tipo de material debe estar al margen con la NTP 2341.00, con extremos roscados, y sus uniones deben estar en 11 hilos/pulg y tolerar presiones de 50 lb/pulg<sup>2</sup> (p.5).

## **Fierro fundido:**

La OPS (2005) especifica que; Si las tuberías son de material dúctil se centrifugaran como lo indica la norma internacional ISO 2531-1991, mínima resistencia de tracción debe ser 400N/mm<sup>2</sup>, límite de elasticidad a 0.2% y alargamiento mínimo de rotura 7% (p.4).

## **Características físicas de la tubería**

### **Diámetro de la tubería:**

Aguero (1997) expresa que; el adecuado diámetro en una tubería implica un buen desarrollo del abastecimiento del flujo potable, ya que con el diámetro adecuado de tubería no se presentarían problemas con el gasto, teniendo en cuenta las variaciones de nivel de terreno (p.55).

Los datos necesarios para realizar el cálculo del diámetro son la longitud de tubería, el caudal, la velocidad y la presión con la que cae.

Cuando las pérdidas por fricción son menores debido a la poca diferencia de altura entre la fuente y la red para abastecer, el diámetro de tubería debe ser más grande. De lo contrario,

cuando la presión sobrepasa a la necesaria, el diámetro de tubería se tiene que reducir.

Tomaremos un tramo de 705m de distancia para tomar como referencia las posibles pérdidas de la carga en cada tramo que se observa en la figura.

### **Clases de tubería:**

Garcia (2009) Estable que: “Vamos a utilizar tuberías PVC con presiones de (clases 5, 7.5, 10 o 15) conforme a las presiones requeridas, teniendo en cuenta a la presión con la que se diseñara 80% de la nominal” (p.37).

Conforme a los citado se utilizará 4 tipos de clases de tubería para este proyecto, cada clase consta de una máxima presión a prueba y una de máxima presión a trabajo para lo que respecta el material de PCV.

Las tuberías son de diferentes materiales, con una rugosidad propia

## **Formulación del problema**

### **Problema general**

¿Cuánto varía el comportamiento hidráulico de flujos para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de san marcos provincia huari, Ancash en el 2019?

### **Problemas específicos**

¿Cuánto cambia el caudal de los flujos para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019?

¿Cuánto varia la velocidad del flujo para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019?

¿Qué tanto varía la presión en los flujos para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019?

### **Justificación del problema**

En este proyecto se investiga la relación entre el comportamiento hidráulico de flujos y las redes de distribución de agua potable.

#### **Justificación teórica:**

Debido a las necesidades de un buen servicio en las zonas rurales del Perú es más que necesario realizar estudios que competen a los cálculos hidráulicos. En ese sentido el concepto de comportamiento hidráulico surge de una manera importante a considerar como afecta a los pobladores de zonas rurales el mal abastecimiento de agua potable. El comportamiento hidráulico contribuye a una variable de vital importancia para simples predios, colegios, negocios entre otros que existen en el distrito de San Marcos. La medición y el manejo del comportamiento hidráulico exigen el desarrollo y comprobación de las principales teorías que la sustentan, por consiguiente la presente investigación contribuirá con el mejoramiento para el sistema.

#### **Justificación práctica:**

De acuerdo a los objetivos de este proyecto, se encontrarán soluciones a los problemas de desabastecimiento de agua debido a la investigación que se elaborara para una optimización de datos hidráulicos, ellos conllevan a entregar los datos respectivos a la municipalidad distrital de San Marcos en la región de Huari. Con estos resultados tendremos la posibilidad de hacer una mejoría al servicio de la comunidad.

#### **Justificación metodológica:**

Se optimizará los datos existentes con un modelo matemático, aplicando el programa llamado WaterCAD, de esa forma recopilemos información nueva y de utilidad para la zona estudiada y de proponer nuevas. En ese sentido el proyecto contribuirá con el desarrollo de un abastecimiento de agua adecuado.

### **Justificación socioeconómica**

Con lo mencionado posteriormente se dará muchos beneficios a la población ya que no tendrán el corte de servicio por alguna falla hidráulica, de cierto modo las actividades de los pobladores del distrito de San Marcos no interrumpirán sus quehaceres del día. El hecho de contar con un servicio óptimo para una adecuada distribución de flujo en el distrito de San Marcos cumpliría un papel importante en la economía y desarrollo puesto que las zonas de comercio se beneficiarían y la producción tendría un buen incremento, ya que San Marcos es un distrito donde los caseríos o centros poblados aledaños se dirigen a abastecerse abarrotes, alimento entre otras cosas.

## **1.6. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

El comportamiento hidráulico de flujos varía significativamente para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019

### **Hipótesis específicas**

-El caudal de los flujos cambia significativamente para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019

- La velocidad de los flujos varía significativamente para el mejoramiento en las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019

-La presión en los flujos varía significativamente para el mejoramiento de las redes en la distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Análisis del comportamiento hidráulico de flujos para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari Región Ancash, 2019.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Cuantificar el cambio del caudal de los flujos para mejorar las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019.

Determinar la variación de la velocidad de los flujos para mejorar las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019.

Analizar la variación de la presión de los flujos para mejorar la distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019.

## **II. MÉTODO**

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

### **Método: científico**

Como señala Jimenez (1998) “El conocido conocimiento común se adquiere de forma coyuntural, más el conocimiento científico se adquiere mediante la aplicación de procedimientos detallados y vigorosos que se logra determinar como Método Científico” (p.8).

De acuerdo con esta cita, el autor refiere que el método científico es un método universal para una transformación global con instrumentos que son de gran utilidad para la concertación de un procedimiento final de estudio. Por ende, en este estudio se aplicará el **método científico**.

### **Tipo de estudio: aplicada**

De acuerdo con el tipo de estudio el autor Jimenez (1998) refiere que “Cuando el problema aparece directamente en lo social y provoca resultados que puede aplicarse son aplicables y tienen una aplicación en el lugar donde se realicen” (p.14).

Se infiere de este proyecto estudios que favorecerán a la sociedad definitivamente, y la aplicación de los estudios en el lugar también se lograra por lo tanto este proyecto de esta investigación es de **tipo aplicada**.

### **Nivel de estudio: descriptivo/explicativo**

En cuanto al nivel de estudio el autor Jimenez (1998) manifiesta que: “Busca alcanzar un panorama más justo de acuerdo a la magnitud de la situación es jerarquizando problemas, derivando elementos de juicio para poder reestructurar políticas, conocer las variables que agrupan y señalar las líneas para la prueba de hipótesis” (p.68)

Conforme a la cita, se utiliza referencias para la recolección de información que nos servirá como objeto de estudio, por la cual nos ayuda a describir los comportamientos hidraulicos de flujos en las redes de gua potable, haciendo de esta investigacion un **nivel descriptivo – explicativo**.

### **Diseño de investigación: No experimental/corte transversal**

Hernandez, Fernandez y Baptista (2010) Refiere que “Se recolecta datos en los diseños de investigación en un determinado tiempo que es único. Su objetivo es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en el tiempo determinado” (p.123).

En el presente estudio las pruebas se dan por observación de una recopilación de datos en un solo momento. Por lo tanto, se deduce que la presente investigación es de **diseño no experimental de corte transversal**.

## **2.2. Población, muestra y muestreo**

### **Población**

Según Cortes y Iglesias (2004):

Por población o universo definimos la totalidad de elementos o individuos que poseen la característica que estamos estudian. Esta población inicial que se desea investigar es lo que se denomina población objetivo. Población es una colección de elementos acerca de los cuales deseamos hacer alguna inferencia (p. 68).

La población la conforma los sistemas de agua potable del distrito con 6599.86ml de red de distribución

### **Muestra**

De acuerdo con Hernandez (2014) toda investigación debe ser transparente, así como estar sujeta a crítica y réplica, y este ejercicio solamente es posible si el investigador delimita

con claridad la población estudiada y hace explícito el proceso de selección de su muestra (p.204).

Para la muestra se considerará los tramos de red de distribución del distrito San Marcos

## **Muestreo**

Como lo establecen Pimienta y De la Orden (2012). “Las muestras no son representativas por el tipo de selección. Son informales o arbitrarias y se basan en supuestos generales sobre la distribución de las variables en la población” (p.265).

Según Cortes y Iglesias (2004). “El investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo cual exige del investigador un conocimiento previo de la población” (p.99).

En esta población el muestreo se consideró **no probabilístico de tipo intencional**.

## **Tipos de muestreo**

Como lo determina el autor Hernandez (2014). “Al no ser probabilística, no es posible calcular con precisión el error estándar, es decir, no podemos calcular con que nivel de confianza hacemos una estimación”. (p.190).

El muestreo de esta investigación es de **tipo intencional**

## **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

“Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (Hernandez et al. 2014, p.123).

Existen casos en los que el autor seleccionara su técnica de instrumentación La técnica de instrumentos de que se usó en este proyecto es la de **observación directa**, la cual el lugar

donde se realizara visitas directas al lugar de estudio donde se analizó la problemática será en la plaza San Marcos, zona céntrica de distrito.

### **Validez**

Según lo mencionado por Hernández et al. (2014) “Abarca en el nivel de grado que el instrumento se medirá con respecto a la variable de interés “(p.125)

La variable se medirá haciendo uso de nuestro instrumento del cual este dará un resultado de validez y este resultado debe ser una respuesta que me brinde una validez de preferencia. Se menciona que se validará el instrumento de medición, que será evaluado por expertos calificados, un ingeniero civil especializado en hidráulica. Existe tango en cuanto a la validez desde una muy alta hasta la más baja teniendo sentido solo en su contexto

Como lo menciona Mejía (2005): La validez hace referencia a los resultados que arroja la prueba, mas no a la valides de la prueba, no son resultados validos o no validos específicamente, si no que posee una progresión tal como escasa valides o mucha validez

### **Confiabilidad**

Según lo establece Hernández et al. (2014) “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales”. (p.126)

Como lo afirma el autor, se detallará el comportamiento hidráulico que tienen las redes de distribución de agua potable teniendo consideraciones los tipos de material teniendo, los tipos de terreno de la zona y establecer cuál es la más confiable. Para este proyecto se consideró que la confiabilidad **no aplica**.

**Tabla 1:** *Valores de la confiabilidad*

<i>Rangos</i>	<i>Magnitud</i>
<i>0.01-0.20</i>	<i>Nulo</i>
<i>0.21-0.40</i>	<i>Bajo</i>
<i>0.41-0.60</i>	<i>Confiable</i>

<i>0.61-0.80</i>	<i>Muy confiable</i>
<i>0.81-1.00</i>	<i>Excelente confiabilidad</i>

Fuente: (Menéndez y Velásquez, 2017, p. 185)

## **2.4. Procedimiento**

-Se recopil todos los datos actuales del distrito San Marcos, como planos de las redes actuales, topografía, Caudales de salida para determinar el diseño hidráulico, Censos de la población.

-Se realizo el análisis hidráulico de las redes actuales, determinando los puntos donde no llega la presión del agua y determinando los puntos críticos de presión

-Luego de la determinacion del problema hidráulico, se reeplanteó el sectoramiento de las redes de distribución de agua potable, de 2 sectores a 3 sectores.

-Se considero una fuente nueva para que se pueda abastecer de agua potable todas las redes de distribución

-Se realizo la población futura de cada sector para el calculo hidráulico correspondiente a cada una

-Se obtubo los nuevos datos de las tuberias con el programa WaterCAD, tales como la velocidad, presión, caudal y diámetros adecuados para una correcta distribución del agua potable.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Como lo menciona Hernández et al. (2014) “La recolección de datos se basa en tener conforme una estrategia para desarrollar todo un procedimiento que nos dirija obtener los datos que es de nuestro interés académico” (p. 198).

Son los datos, de los cuales vamos a tener en cuenta para el desarrollo de esta tesis puesto que los utilizaremos para el procedimiento y desarrollo Los Software y herramientas de análisis que utilizaremos para esta investigación son:

- Modelo hidráulico : WaterCAD/WaterGEM CONNECT Edition

## WaterCAD

Este es un programa que analiza la modelación, y administración de redes a presión, este es un programa donde se realiza una simulación hidráulica y sus elementos vienen a ser: tuberías, nodos, tanques, etc.

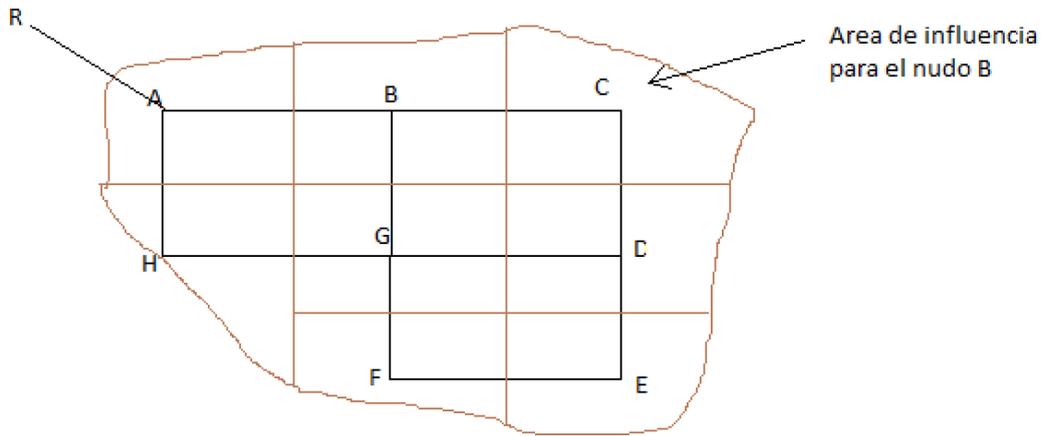
### WaterCAD/WaterGEMS CONNECT Edition

El WaterGEMS CONNECT Edition es un programa de la versión más actual de Bentley Systems este es un software de modelado hidráulico para distribución de agua y sistema de recolección de aguas residuales. Una característica es que me determina la presión con la que llega a cada usuario que entra por las cajas de registro ya que hay situaciones, a comparación del modelamiento de redes con las versiones anteriores es que tales versiones dan resultados menos óptimos ya que se consideraba caudales en cada nodo determinados por el método de áreas, pero ese método no se asemeja a la realidad, ya que si tomas un área determinada para abastecer con cierta demanda no estarías considerando lotes baldíos o menos cantidad de usuarios. En la actualidad las conexiones domiciliarias se dan directo a la tubería y ya no a los nodos y se basa más en un supuesto. y que la interpretaremos de la siguiente manera, es más precisa en cuanto a las demandas por usuario, se considera demanda de



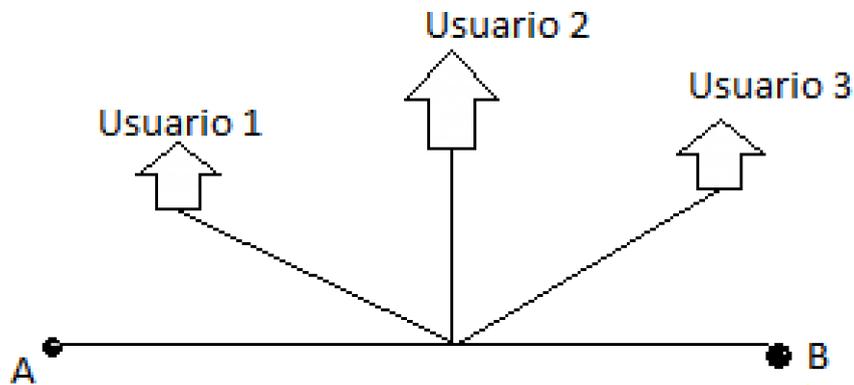
*Figura 5: WaterCAD CONNECT Edition*  
Fuente: Bentley System

En la siguiente figura N° 6 se observa un esquema de cómo se utiliza el área de influencia para versiones antes de WaterCAD CONNECT edition.



*Figura 6:* Método de áreas para versiones antiguas.  
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura N° 7 se observa un esquema de la forma como trabaja en programa, ya que de nodo a nodo se puede abastecer a varios usuarios que están conectados a ese tramo.



*Figura 7:* Usuarios conectados a la red  
Fuente: Elaboración propia

## 2.6 Aspectos éticos

Manifiesta koepsell y Ruiz (2015) “En Grecia los filósofos, Platón y en especial, Aristóteles, la base de la ética siempre ha consistido en cosechar un carácter equilibrado esto se trata de aplicar todas las virtudes del ser humano” (p.20).

Es de gran importancia aplicar la ética en nuestro camino como profesional y ser conscientes de que de nuestro trabajo se verá beneficiada varias personas, de lo contrario a la ética profesional se verán resultados negativos tarde o temprano, puesto que todo lo que uno hace sea bueno o malo en nuestro comportamiento y accionar se verá reflejada con los frutos que uno como persona puede brindar. Y más allá del desarrollo como profesional está el desarrollo como persona, solo así podremos lograr un futuro para nuestra patria, aplicando la ética y moral.

### Procedimiento

- Se recopiló todos los datos actuales del distrito San Marcos, como planos de las redes actuales, topografía, Caudales de salida para determinar el diseño hidráulico, Censos de la apoblación.
- Se realizo el análisis hidráulico de las redes actuales, determinando los puntos donde no llega la presión del agua y determinando los puntos críticos de presión
- Luego de la determinacion del problema hidráulico, se reeplanteó el sectoramiento de las redes de distribución de agua potable, de 2 sectores a 3 sectores.
- Se considero una fuente nueva para que se pueda abastecer de agua potable todas las redes de distribución
- Se realizo la población futura de cada sector para el calculo hidráulico correspondiente a cada una
- Se obtubo los nuevos datos de las tuberias con el programa WaterCAD, tales como la velocidad, presión, caudal y diámetros adecuados para una correcta distribución del agua potable.

### **III. RESULTADOS**

## Descripción de la zona del trabajo

### Ubicación

El distrito de San Marcos se encuentra ubicado en la provincia de Huari, Región y departamento Ancash, con coordenada Este de 263181 y Norte 8946456, Lattitud Sur - 9.523603° Longitud -77.155605°, Altura 2950 m.s.n.m. En la ribera del rio Mosna, tiene una extensión total de 556.75km<sup>2</sup>.

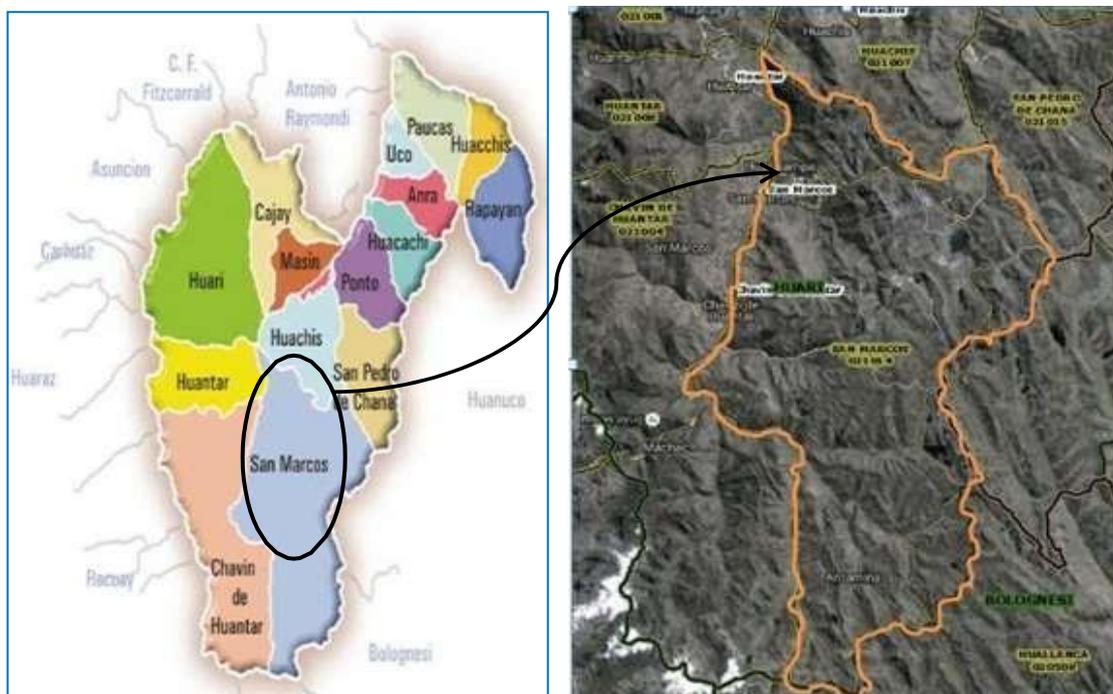


Figura 8: Mapa de ubicación del distrito San Marcos  
Fuente: Google Maps

## Recopilación de información

### Acesibilidad

El principal ingreso a San Marcos es; la carretera que va desde Cátac, de la provincia de Recuay hasta Huari, pasa por el túnel Kahuish. Toda esa carretera esta asfaltada con un proyecto de ampliación. El tiempo de demora desde Huaraz a San Marcos en auto es de 3 horas y en bus, 4 horas aproximadamente

Otro acceso es el de la carretera Conococha que esta asfaltada, por lo general esa carretera es usada por los mineros de la mina Antamina, su trayectoria tiene un recorrido de 30km hasta San Marcos con un afirmado parcial, pasando por Ayash Huaripampa, minería Contonga y Carhuayoc, viaje que tiene una duración de hora y media.

### **Clima y temperatura**

San Marcos tiene un clima templado, clima cálido menos en los puntos más altos como las cordilleras y punas. Entre los meses de Mayo y Junio hay un clima frio y helado en los meses de diciembre a marzo, entre los meses de diciembre y marzo llega el verano con periódicas lluvias. Su temperatura oscila de 6°C a 26°C según las estaciones.

### **Pluviometría**

Según el Ana (2019) La mayor precipitación se dio en el año 2001 en el mes de febrero con 259.3 mm

### **Actividades socioeconomía de la población**

- La actividad agrícola ha disminuido debido a la industria minera, pero sin embargo los pobladores aún siguen sembrando en los lugares más altos de San Marcos para su consumo.
- La actividad con más número de pobladores es la actividad minera, cumpliendo una labor de mano de obra no calificada en su mayoría.
- Un sector de la población se dedica al comercio
- Otro sector se encuentra laborando en actividades de negocios como cabinas de internet, juegos, peluquerías, bodegas, bancos, etc.
- Personas con cargos públicos que laboran en el municipio, centros de salud, educación.
- El sector con menos habitantes realiza labores domésticas y/o otras labores no especificadas.

### **Servicios públicos**

**Energía eléctrica:** Del servicio de la central hidroeléctrica MariaJiray de Huari se ha instalado a San Marcos de la red principal, la misma que abastece a pueblos aledaños correspondientes a San Marcos

**Servicio de agua potable:** Son 46 JAS organizadoras y están formadas por los mismos pobladores con experiencia en el área y son ellos quienes administran el agua, incluso en los centros poblados.

Dentro del municipio existe una oficina que ve los asuntos del saneamiento estando aun en reorganización. Según los pobladores el agua entubada tiene una antigüedad de 30 años y unos 15 años de alcantarillado, pozo séptico.

### Servicio de salud:

El distrito de San Marcos, cuenta con un centro de salud en donde se ha detectado que la enfermedad con más pacientes es la faringitis aguda con 1241 personas que oscilan desde los 0 a 11 años, seguido a viene la desnutrición proteica, no hay cifras altas de enfermedades en pacientes que son adolescentes a mas

**Tabla 2:** *Enfermedades derivadas del agua*

<b>Enfermedades</b>	<b>0-11</b>	<b>12-17</b>	<b>18-29</b>	<b>30-59</b>	<b>60 a (+)</b>	<b>Total</b>
Anemia	307	9	10	14	5	345
Ascariosis	3	-	-	1	-	4
Escabiosos	1	-	-	2	1	4
Esquistosomiasis	3	-	1	-	2	4
Fiebre Tifoidea	-	-	-	-	2	2

Fuente: Elaboración propia

### Servicio de educación

El distrito San Marcos tiene en el sector educación a los siguientes colegio e institutos educativos:

**Tabla 3:** *Instituciones educativas del distrito San Marcos*

<b>Institución educativa</b>	<b>N° Alumnos</b>	<b>Profesores</b>	<b>Auxiliares</b>	<b>Administ.</b>	<b>Total</b>
<b>IE Pachacutec San Marcos</b>	679	41	03	08	52
<b>IE N° 231 San Marcos</b>	150	05	02	01	08
<b>IE N° 381-1 Fraguapampa</b>	90	02	01	01	04

<b>IE N° 86380 San Marcos</b>	530	23	03	04	30
<b>IEP Santiago Marquez Zorilla</b>	260	15	01	01	17
<b>IEP Magnolias De Jesus</b>	45	03	01	-	04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4:** *Instituto tecnológico público del distrito San Marcos*

<b>Institución</b>	<b>N° alumnos</b>	<b>Carreras técnicas</b>
Instituto de educación superior Tecnológico Publico	180	-Computación informática -Producción agropecuaria -Mecánica de producción

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5:** *Institución educativa administrada por la iglesia*

<b>Institución</b>	<b>Turno</b>	<b>Carreras técnicas</b>
CEPTRO Niño Jesús	Tarde	Tejido, cosmetología y costura

Fuente: Elaboración propia

## **Institución administrada por la iglesia**

### **Trabajos de campo - evaluación del sistema actual**

La información para la presente investigación se obtuvo realizando visitas de campo a las estructuras del sistema de abastecimiento del distrito San Marcos y también por la información que la municipalidad de San Marcos brindo, apoyando la realización de esta tesis, toda esta información es información de los componentes existentes.

### **Fuentes de abastecimiento**

- Las redes de distribución de agua potable está dividida en 2 sectores:

El 1° sector tiene 372 lotes, se abastece de los manantiales Quishu1 y Quishu2 que tienen menos rendimiento, el 2° sector tiene un total de 269 lotes, siendo menor al sector 1 se

abastece de los manantiales Añas Potrero y Lucmapampa siendo estas de mayor rendimiento, siendo todas del tipo de fuente subterránea manantial de ladera.

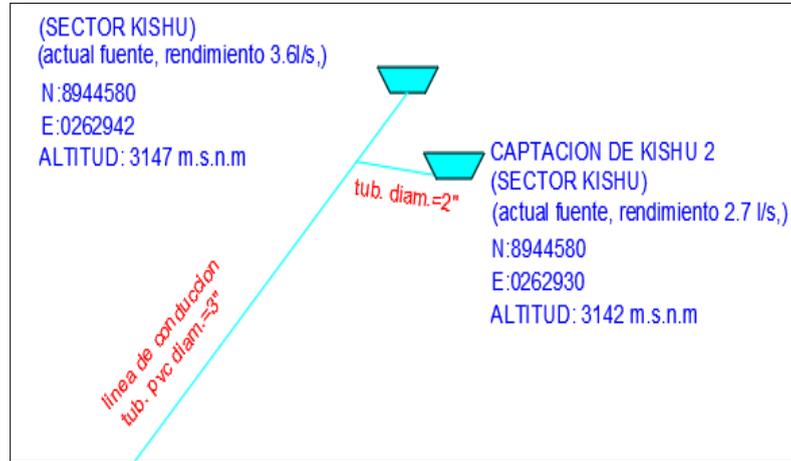


Figura 9: Captaciones del sector 1  
Fuente: Elaboración propia

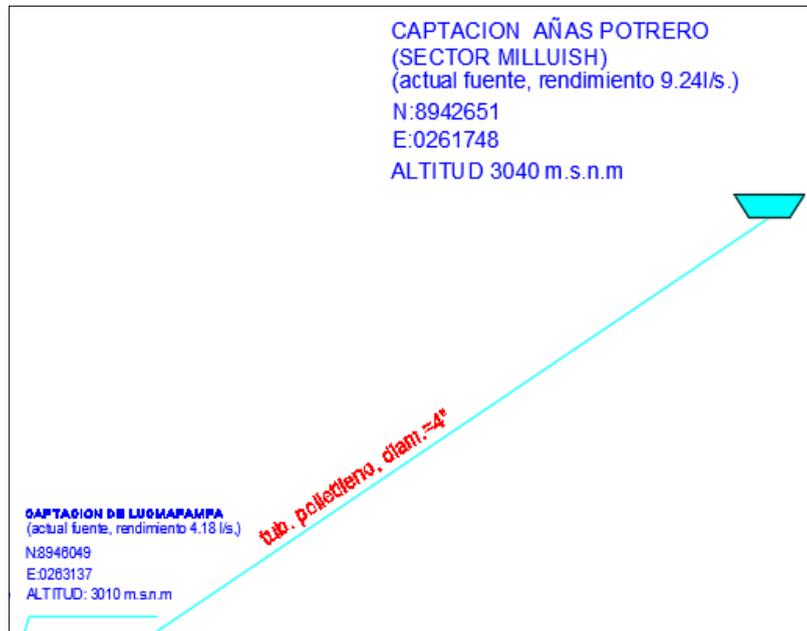


Figura 10: Captaciones de sector 2  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6:** Fuentes que abastecen actualmente a la población

FUENTES	UBICACIÓN			RENDIMIENTO (LPS)
	ALTITUD	NOTE	ESTE	
1. Añas potrero	3034.71	8942651	0261478	9.24
2.Lucmapampa	3010.00	8946049	0263137	4.18
3.Kishu 1	3166.24	8944563.8	0262938.28	3.60
4.Kishu 2	3161.50	8944565.6	0262928.01	2.70

Fuente: Municipalidad San Marcos

1. **Añas potrero:** Esta ubicado en la parte derecha del rio Mosna en el sector Millhuis. Se obtuvo su menor rendimiento haciendo su oforo por el método volumétrico en temporada de estiaje en agosto del 2018, obteniendo 9.24 lps. Posee su planta de tratamiento para agua residuales con 2 pozos de percolación y tanque séptico.



*Foto 1:* Captación Añas potrero  
Fuente:propia

2. **Lucmapampa:** Esta ubicado cerca al peaje Garapatac en las zonas urbanas de San Marcos. Se obtuvo su menor rendimiento haciendo su oforo por el método volumétrico en temporada de estiaje en agosto del 2018, obteniendo 4.18 lps



*Foto 2: Camara humeda de Lucmapampa*  
Fuente:propia

3. **Kishu 1:** Esta ubicada en la zona llamada Kishu. Se obtuvo su menor rendimiento haciendo su oforo por el método volumétrico en temporada de estiaje en agosto del 2018, obteniendo 3.6 lps



*Foto 3: Captación Kishu 1*  
Fuente:propia

4. **Manantial Kishu 2:** Esta ubicada en la zona llamada Kishu. . Se obtuvo su menor rendimiento haciendo su oforo por el método volumétrico en temporada de estiaje en agosto del 2018, obteniendo 2.7 lps



*Foto 4: Captación Kishu 2*  
Fuente: Elaboración propia

### **Líneas de conducción**

#### **- Línea de conducción de 1 ° Sector**

**Línea de conducción:** De los manantiales de Kishu1 y Kishu2 se une la tubería que fue hecho de PVC de 3” y de PVC de 2” para la conexión de Kishu2 a la línea de conducción, durante el trayecto de la línea de conducción se ha observado tuberías de 1” conectadas a algunas viviendas, ocasionando mal abastecimiento debido al uso de ciertos beneficiarios. Se observo tuberías a la intemperie en ciertos tramos de la tubería conductora. La obra se hizo alrededor de los años 80 según el operador encargado.

**Tabla 7: Datos de la línea de conducción del sector 1**

Diámetro(pulg)	Diámetro(mm)	Longitud (m)	Material
2	50.8	30.8	PVC
3	76.2	417	PVC

Fuente: Elaboración propia

- **Línea de conducción del 2° Sector**

**Línea de conducción 1:** Del manantial Añas potrero al reservorio (80m<sup>3</sup>) que se ubica en Lucmapampa, la tubería está hecha de material de polietileno 4" de 4km



*Foto 5: Línea de conducción 1*  
Fuente: Elaboración propia

**Línea de conducción 2:** Del manantial de Lucmapampa tiene varias líneas de conducción, Una de PVC 4" de longitud de 50m conduce el flujo al reservorio de 20m<sup>3</sup>. Línea de conducción de PVC 2" de longitud de 10m, esta línea de conducción abastece a 50 usuarios de San Isidro del distrito San Marcos, que se encuentra en la entrada.

**Tabla 8:** *Datos de la línea de conducción del sector 2*

Diámetro (pulg)	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Material
4	101.6	400	Polietileno
4	101.6	50	PVC

Fuente: Elaboración propia



*Foto 6: Línea de conducción 2*

Fuente: Elaboración propia

### **Reservorios de almacenamiento existentes**

En la actualidad el distrito de San Marcos, cuenta con 2 reservorios

#### **Reservorio existente de las captaciones Kishu1 y Kishu2. Sector 1**

Ubicado en la zona llamada Tucuhuajaman (al costado del cementerio), Se construyo en los años 80 aproximadamente según los que operan el sistema, Tiene una capacidad de 80 m<sup>3</sup> de concreto armado, ubicado a una altitud de 3018 m.s.n.m, cuenta con sistema que es cloración por goteo de un balde instalado en la tapa del reservorio, la parte media y alta de la población se abastecen de ese reservorio.

#### **Reservorio existente de las captaciones años potrero. Sector 2**

Ubicado en la zona Lucmapampa. Tiene una capacidad 80 m<sup>3</sup> de concreto armado, ubicado a una altitud 3001 m.s.n.m, cuenta con sistema que es cloración por goteo de un balde instalado en la tapa del reservorio, la parte baja del distrito es abastecida de ese reservorio.

## Redes de distribución

La red de distribución está dividida en 2 sectores:

- El primer sector cuenta con la mayor población de 372 lotes, abastecida por manantiales Kishu1 y Kishu2, contando con el menor caudal de 6.3 lps acumulado de los 2 manantiales
- El segundo sector con menor población de 269 lotes, abastecida por manantiales Lucmapampa y Añas Potrero, contando con el mayor caudal de 13.42 lps acumulado de los 2 manantiales
- La mayoría de longitud de redes tiene 2” debido a que no se realizó las instalaciones con un diseño hidráulico
- Cuando se pavimento las calles en algunos tramos no se retiró las tuberías antiguas y se colocaron tapones, debido a eso en la actualidad existen tuberías paralelas conectadas ocasionando posibles pérdidas por casa con doble conexión de agua.
- Estas hechas de material PVC con los diámetros siguientes:

**Tabla 9:** Datos de la red de distribución

Diámetro (pulg)	Longitud (m)
1/2	47.04
2	4077.31
3	1421.17
4	914.31

Fuente: Elaboración propia

**Válvulas de control:** Son 24 válvulas de fierro galvanizado colocadas cada 200m y 300m

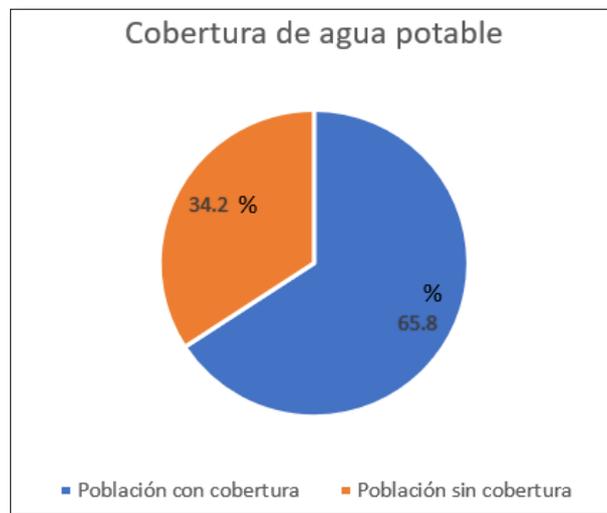
**Continuidad de servicio:** El servicio de agua potable por lo general es de 6am a 11am, luego de ese periodo los operarios regulan las válvulas de las redes de distribución de agua potable para que toda la población pueda ser abastecida, con un caudal captado de 19.72 lps.

**Conexiones domiciliarias:** Son 641 lotes del sector 1 y 2, incluido 16 de lotes baldíos que están distribuidos con distintos usos y poseen: tubería de 1/2 “, válvula de paso y una caja, pero no cuentan con medidores. Queda verificado que San Marcos tiene 512 lotes,

cuentan con conexiones y dentro de esos lotes se toma en cuenta a los lotes baldíos y los lotes sin habitar

- La cobertura de agua potable es 65.8% ya que son 512 lotes que tienen conexión domiciliaria de los 778 lotes que es la cantidad total de lotes
- 120 lotes dentro de los 512 lotes tienen más que una sola conexión domiciliaria.

**Gráfico 1:** Cobertura de agua potable



Fuente: Elaboración propia

### Aforos para determinar el caudal

Se realizó el aforo del caudal de la tubería de aducción con la presencia de un operario encargado de las estructuras hidráulicas, realizándose en épocas de estiaje. Se utilizó el método volumétrico para lo cual se aplicó la fórmula:

$$Q = \frac{V}{T} \dots (E.3.1)$$

Q= caudal (L/s)

V= volumen (L)

T= Tiempo (seg)

### **Captación Añas Potrero para el sector 1**

Tipo	: Proveniente de manantial de ladera
Caudal de Aforo	: 9.24 lps
Tipo de control	: Volumen/Tiempo
N° de control	: 5 veces/ promedio
Muestra de agua (V)	: 5 lts

El caudal ideal de esta fuente de abastecimiento es  $Q= 12$  ya que no ha captado un  $Q=3$  lps, a causa de eso se instaló una tubería de 6" para que drene agua del afloramiento.

### **Captación Añas Potrero 1 para el nuevo sector 2**

Tipo	: Proveniente de manantial de ladera
Caudal de Aforo	: 3.27 l/s
Tipo de control	: Volumen/Tiempo
N° de control	: 5 veces/ promedio
Muestra de agua (V)	: 5 lts

### **Captación Añas Potrero 2 para el nuevo sector 2**

Tipo	: Proveniente de manantial de ladera
Caudal de Aforo	: 1 l/s
Tipo de control	: Volumen/Tiempo
N° de control	: 5 veces/ promedio
Muestra de agua (V)	: 5 lts

### **Captación Kishu 1 para el nuevo sector 3**

Tipo	: Proveniente de manantial de ladera
Caudal de Aforo	: 3.6 l/s
Tipo de control	: Volumen/Tiempo
N° de control	: 5 veces/ promedio
Muestra de agua (V)	: 5 lts

### **Captación Kishu 2 para el nuevo sector 3**

Tipo	: Proveniente de manantial de ladera
Caudal de Aforo	: 2.27 l/s
Tipo de control	: Volumen/Tiempo
N° de control	: 5 veces/ promedio
Muestra de agua (V)	: 5 lts

### **Captación Lucmapampa para el nuevo sector 3**

Tipo	: Proveniente de manantial de ladera
Caudal de Aforo	: 2.7 l/s
Tipo de control	: Volumen/Tiempo
N° de control	: 5 veces/ promedio
Muestra de agua (V)	: 5 lts

### **Prueba manométrica**

La prueba manométrica se realizó con un manómetro modelo Tekland con llegada de 300 PSI y respectivamente calibra. Se tomó 3 cajas de registro para la prueba ya que con el programa de WaterGEMS, también determinaremos las presiones con las que llega el agua en la casa de cada usuario, esta prueba es de gran apoyo.



*Foto 11:* Prueba con manómetro calibrado  
Fuente: Elaboración propia

### Conversión:

- 1 BAR= 100Kpa
- 1 BAR= 10,2m.c.a

### Calculando las presiones:

- Se tomo las presiones en 5 cajas de registros de diversos puntos en el sector 2

$$\text{Prom} = \frac{11+18.5+15.9+21.5+18}{5} = 17 \text{ mH}_2\text{O}$$

Se logra determinar que el promedio de las presiones existente determinadas con el WaterCAD con los datos actuales de las redes en el sector 2 sin modificación de diámetros es 19.3 mH<sub>2</sub>O, datos que se observa en los resultados de uno de los objetivos específico de la presente investigación, mientras que las presiones medidas con el manómetro en diversos puntos del sector 2 en las cajas de agua es 17 mH<sub>2</sub>O. Da una ligera variación de 2.3 mH<sub>2</sub>O entre las 2 formas de medición de presión.

### Catastro

**Tabla 10:** Datos de catastrales

Ítem	Manzana	LOTES HABITADOS					DESHABITADOS			Baldíos	Total
		Vivienda	Comercio	Vivienda y comercio	Estatales	Comunales	Vivienda	Estatal	Parque o plaza		
1	MZ0	55	12	5	7	1	2	0	1	7	90
2	MZ1	132	44	49	1	1	26	0	1	9	263
3	MZ2	8	14	7	0	0	0	0	0	0	29
4	MZ3	107	22	30	5	1	11	1	2	7	186
5	MZ4	85	5	8	5	2	8	2	0	33	148
6	MZ5	52	0	2	0	0	1	0	0	7	62
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>439</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>48</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>63</b>	<b>778</b>

**Fuente:** Municipalidad San Marcos

## **Cuantificación del cambio del caudal en los flujos para mejorar las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019.**

### **Análisis de la demanda**

El análisis de la demanda se tomará en cuenta los siguientes consumos (domésticos, comercial, estatal, social y otros) para todo el horizonte del proyecto.

### **Parámetros de diseño**

#### **Consumo de agua**

Demandas según el uso y consumo:

Consumo doméstico:

- La dotación establecida para el uso doméstico es de 150 l/hab/día de acuerdo a la norma OS. 100-ítem 4 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

-

Consumo social y comercial:

- Es toda aquella actividad de comercio y/o desarrollo comunal con la dotación de 150 l/hab/día de acuerdo con la norma IS 010 R: N:

Consumo estatal:

Es todo consumo de las personas que ocupan las instituciones educativas con un 50 l/hab/día. Según la norma IS 010 R.N.E

#### ➤ Factores de variación del consumo diario y horario

De acuerdo con la norma OS.100 del RNE, se considera los siguientes factores:

- Factor máximo diario (K1): 1.3
- Factor máximo horario (K1): 2.0 (1.8 – 2.5)

#### ➤ Periodos para el diseño

**Tabla 11:** Dotación según cantidad de habitantes

Población (habitantes)	Dotación (l/hab/día)
Hasta 500	60
500 – 1000	60 – 80
1000 – 2000	80 – 100

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

**Tabla 12:** Dotación según las regiones

Región	Dotación (l/hab/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Ministerio de Salud (1984)

### Volumen de almacenamiento

Según dice la norma OS.030 del RNE; El volumen de regulación es el volumen de almacenamiento, cuando la población sobrepasa a 10,000 habitantes se debe calcular un volumen contra incendios según la norma OS.100 RNE, con un volumen de reserva será un 25% como mínimo de la demanda promedio anual la capacidad de regulación, para suministrar agua continua.

En el diseño de la red no utilizaremos volumen contra incendios, ya que la población del distrito San Marcos es menor a 10,000 habitantes

Para diseño de agua potable a gravedad (C/S tratamiento):

**Tabla 13:** Formulas para el diseño de los componentes del sistema de agua potable

Componente	Caudal de diseño	Fórmula	Definiciones
Captación	Qmd: Caudal máximo diario (L/s)	$K1 \times Qp$	Qp: Caudal promedio (L/s) Qp = Consumo + Pérdidas

Línea de conducción			
Reservorio	V: Volumen de almacenamiento (m3)	V=Vreg+Vci+Vres	Vreg: Volumen de regulación Vreg=(Qp x 86400 x %reg)/1000 %reg.contínuo:25%
			Vci: Volumen contra incendios Vci = 50 m3
			Vres: Volumen de reserva Vreg = [(Qp x 86400)/1000] x Horas / 24 Hres = 3 horas
Línea de aducción	Qmh: (L/S)	Qmh = K2 x Qp	K2=2.0

Fuente: Norma OS.030 del RNE

### Densidad poblacional por vivienda

La densidad poblacional por cada vivienda es de 5.3 hab/viv. Según las encuestas socioeconómicas que se hizo en mayo del 2015 por la municipalidad del distrito de San Marcos

**Tabla 14:** *Calculo de la densidad poblacional*

cantidad de personas	Frecuencia	%	Promedio
1	17	8.2	17
2	22	10.6	44
3	34	16.3	102
4	35	16.8	140
6	36	17.3	216
7	20	9.6	140
8	8	3.8	64
9	14	6.7	126
10	4	1.9	40
11	9	4.3	99
12	3	1.4	36
13	1	0.5	13
14	1	0.5	14
15	2	1	30
19	1	0.5	19
NO PRECISA	1	0.5	
<b>TOTAL</b>	<b>208</b>	<b>100%</b>	<b>1100</b>
			<b>5.3</b>

Fuente: Elaboración propia

## Población actual

Se considera la densidad poblacional para calcular la población actual, la información catastral, el número de viviendas y el levantamiento topográfico.

- Son 588 viviendas en el distrito de San Marcos
- Densidad poblacional de 5.3 hab/viv
- La población actual de San Marcos resulta un total de 3,116 habitantes
- Se dividirá en 3 sectores debido a la topografía.

**Tabla 15:** Población actual

Población actual			
2019			
Sectores	Viviendas	D (hab/viv)	Población
1	277	5.3	1468
2	161	5.3	853
3	150	5.3	795
<b>Total</b>	<b>588</b>	<b>5.3</b>	<b>3116</b>

Fuente: Municipalidad San Marcos

La cantidad de viviendas se calculó del cuadro N°, resumen del consolidado de San Marcos, sumando las viviendas, viviendas y comercios de lotes habitados y viviendas de lotes deshabitados, da un total de 588 viviendas

## Tasa de crecimiento poblacional

De acuerdo a los censos nacionales que se tomó en los años 1972, 1981 y 1993 según el INE, se estimará la tasa de crecimiento poblacional

**Tabla 16:** Población actual del distrito San Marcos

Datos	POBLACIÓN TOTAL
1,972	969
1981	1,130
1,993	2,784
2018	3116

Fuente: INEI

Se utilizará método geométrico para el cálculo de la población futura

$$Pf = Po(1+T)^t \dots \dots (E.3.2)$$

Dónde:

Pf : Población final

Po : Población inicial

r : Tasa de crecimiento poblacional

t : Variación de tiempo en años

Con los datos obtenidos en los años 1972 a 1993 de San Marcos, El crecimiento de la zona urbana fue de 3%.

**Tabla 17:** *Crecimiento por el método de mínimos cuadrados*

x =t	y= Log(Pf)	xy	x^2
-43	2.985	-128.413	1849
-34	3.052	-103.806	1156
-22	3.44	-75.784	484
0	3.493	0.000	0
-99	12.979	-307.999312	3489

a = Log (Po)	3.5589
=	
b = Log(1+ r)	0.0127
=	
r =	0.030
r=	3.0%

Fuente: Elaboracion propia

**Tabla 18:** *Tasa de crecimiento poblacional*

Distrito	POBLACIÓN DISTRITAL		TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL
	Año 2018	Año 2038	
San Marcos	3,286	5,761	3.01 %

Fuente: INEI.

## Población estimada futura

Se va a utilizar el método geométrico ya que se adapta más para zonas urbanas, para los 3 sectores por separado

### Sector 1

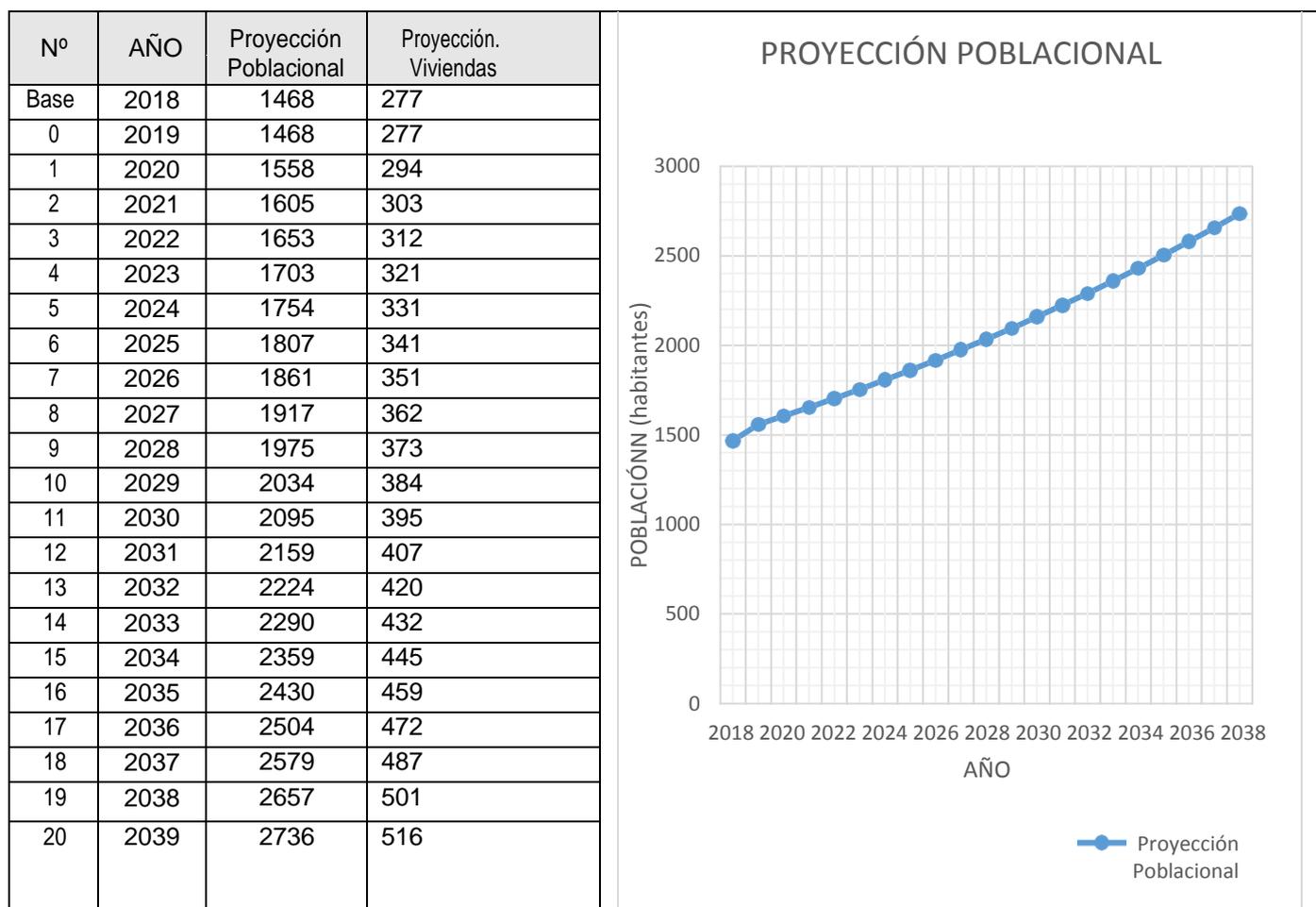
Con el método geométrico se calculará la población del sector 1, considerándose constante la densidad poblacional por vivienda.

**Tabla 19:** *Proyección poblacional del sector 1*

DATOS DE LA CIUDAD (AÑO 0)	
A	2018
Nº viviendas	277
D. viv.	5.3
Población total	1468
DATOS PARA PROYECCIÓN	
Tasa de Crecimiento	3.0 %
Periodo evaluado	20

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 2:** *Proyección de la población del sector 1*



Fuente: Elaboración propia

## Sector 2

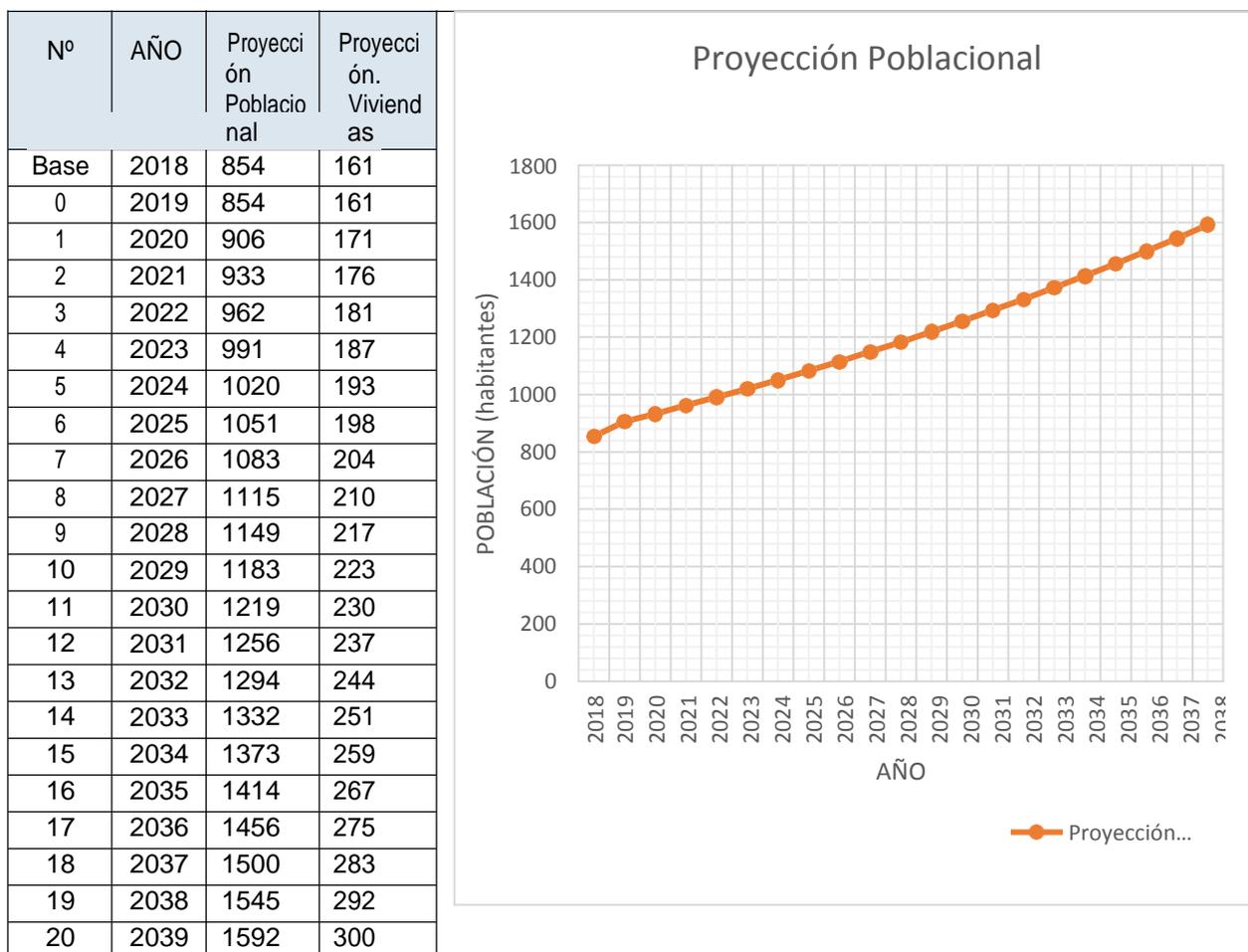
Cálculo de la población futura del sector 2 con el método geométrico

**Tabla 20:** *Proyección poblacional del sector 2*

DATOS DE LA CIUDAD	
Año 0	2018
Nº viviendas	161
D. viv.	5.3
Población total	854
DATOS PARA PROYECCIÓN	
Tasa de Crecimiento	3.0 %
Horizonte de Evaluación	20

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 3: Proyección poblacional de viviendas -sector 2**



Fuente: Elaboración propia

### Sector 3

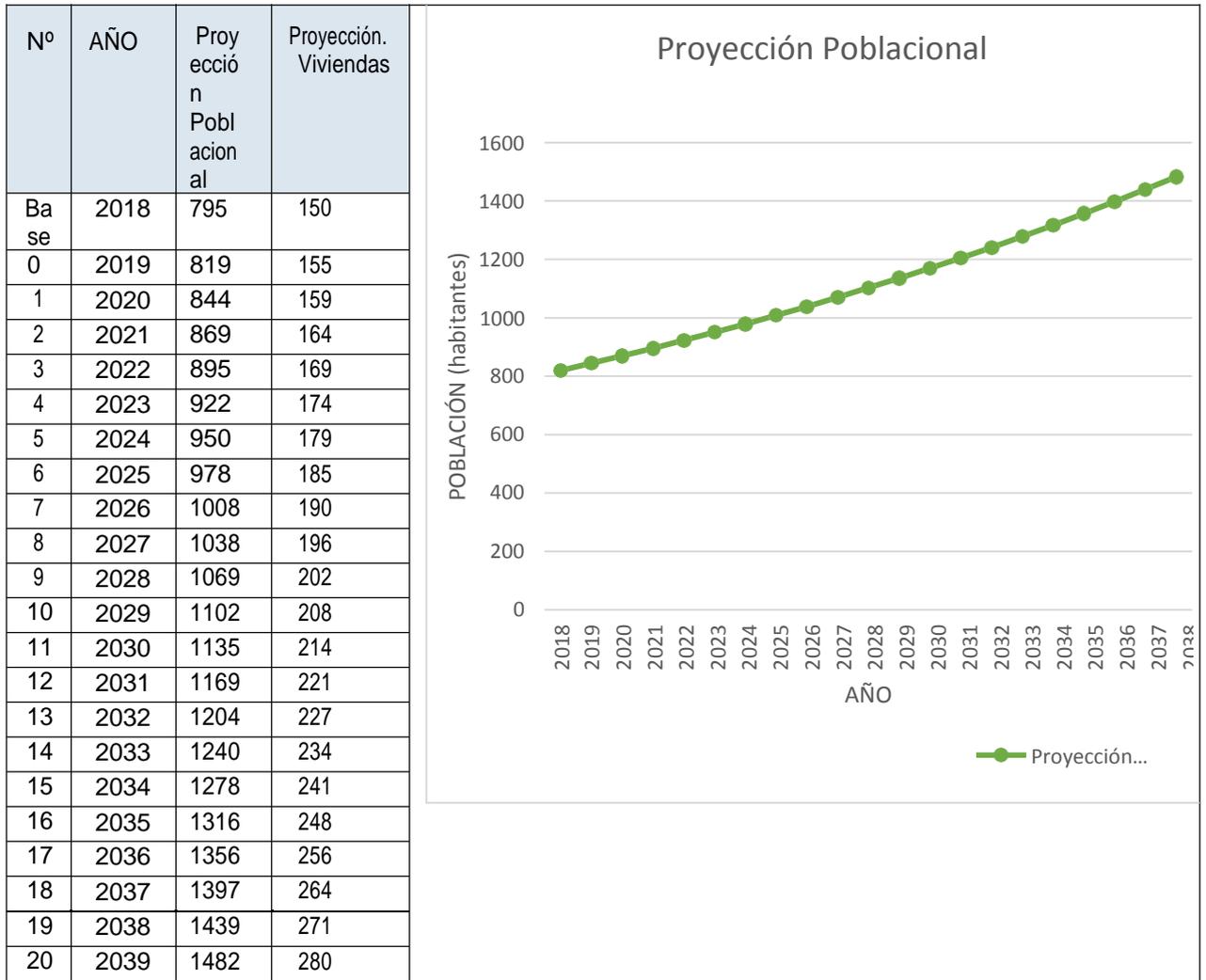
Cálculo de la población futura del sector 3 con el método geométrico, se considerará constante la densidad poblacional por vivienda que se obtuvo de la información primaria.

**Tabla 21: Datos para la proyección poblacional del sector**

DATOS DE LA CIUDAD (AÑO 0)	
Año 0	2018
Nº viviendas	150
D. viv.	5.3
Población total	795
DATOS PARA PROYECCIÓN	
Tasa de Crecimiento	3.01%
Horizonte de Evaluación	20

Fuente: Municipalidad de San Marco

**Gráfico 4: Proyección poblacional de viviendas -sector 3**



Fuente: Elaboración propia

**Cobertura del agua**

La cobertura de agua potable es 65.8%, ya que son 512 lotes que tienen conexión domiciliaria de los 778 lotes que es la cantidad total de lotes

**Demanda del agua potable - Caudal promedio**

Es el consumo total de la población más las pérdidas

$$Demanda\ de\ agua = \frac{Consumo\ total\ de\ agua}{(1 - \% \text{ Pérdidas físicas})} \dots E (3.3)$$

## Dotación de agua potable

- Según la OS-100. Las viviendas con un área menor o igual a 90 m<sup>2</sup> tendrán una dotación de 120l/hab/d en climas fríos y 150l/hab/d en climas cálidos y templados

Para la presente investigación se consideró:

- Una dotación de 150 l/hab/día
- Para los otros usos también 150 l/hab/día
- Para los alumnos se consideró la dotación establecida en la IS-010 del RNE de 50 l/alumno.

-De acuerdo a los parámetros y al cálculo de la población, densidad poblacional, horizonte del proyecto y otros se realizó la proyección de agua potable.

**Tabla 22:** *Número de las conexiones de agua potable*

Descripción	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Total
Vivienda	250	161	150	561
I.E.	7	0	0	7
C.Salud	0	1	0	1
Otros	60	31	21	112
<b>Total</b>	<b>317</b>	<b>193</b>	<b>171</b>	<b>681</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23:** *Parámetros para el diseño de la demanda de agua potable en el sector 1*

<b>PARÁMETROS PARA LA DEMANDA DE AGUA POTABLE</b>			
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Año base</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 5</b>
Número de viviendas en total	277	294	
Cobertura total de agua potable	0.0%	0%	
Densidad por lote:	5.30		
Población total	1468	1558	
Población con abastecimiento de agua potable que cuentan con conexiones domiciliaria	1468	1558	
Población referencia	1468	1558	
N° de lotes de I.E. Primaria e inicial	4	4	
N° de lotes de I.E. Secundaria	3	3	
Lotes tipo: sociales, comerciales, etc	60	60	
Población escolar del inicial y Primaria incluido docentes (capacidad máx)	915	915	
Población escolar Secundaria incluido docentes (capacidad máx)	707	707	
Pérdidas Físicas	60%	40%	30%
Dotación del agua por conexión domiciliaria (l/h/d):	90	150	
Dotación del agua para instituciones educativas Inicial (l/a/d):	-	50	
Dotación de agua para instituciones educativas primaria y secundaria (l/a/d):	-	50	
Dotación para otros locales (L/d/local):	-	150	
Factor máx. diario	-	1.3	
Factor máx. Horario. [1.8-2.5]	-	2.5	
<b>Regulación continua %</b>	-	<b>20%</b>	
Regulación por bombeo %	-	25%	

**Tabla 24: Demanda de agua potable del sector 1 (verde)**

Año	Población total	Cobertura total	Población servida			Conexiones domésticas			Viviendas abastecidas por pileta	Viviendas totales	Conex. Inst. Educat.	Otras conex.		Total conex.	Consumo de agua potable					Perdidas físicas (%)	Demanda total producción de agua potable (L/s)	
			Total	Por pileta pública	Por conexión domiciliar	Antiguas	Nuevas	Total				Otros	Total		Consumo doméstico (L/s)	Consumo inst. educativas (L/s)	Consumo Centro de Salud	Consumo otras conex (L/s)	Total (L/s)			
Base	2018	1468	100%	1468	0	1468	277	0	277	0	277	7	60	67	344	1.529	0.939	0.000	0.552	3.020	60%	7.55
0	2019	1468	100%	1468	0	1468	277	0	277	0	277	7	60	67	344	1.529	0.939	0.000	0.552	3.020	60%	7.55
1	2020	1558	100%	1558	0	1558	277	17	294	0	294	7	60	67	361	2.705	0.939	0.000	0.552	4.196	40%	6.99
2	2021	1605	100%	1605	0	1605	277	26	303	0	303	7	60	67	370	2.786	0.939	0.000	0.552	4.277	40%	7.13
3	2022	1653	100%	1653	0	1653	277	35	312	0	312	7	60	67	379	2.870	0.939	0.000	0.552	4.361	40%	7.27
4	2023	1703	100%	1703	0	1703	277	44	321	0	321	7	60	67	388	2.957	0.939	0.000	0.552	4.447	40%	7.41
5	2024	1754	100%	1754	0	1754	277	54	331	0	331	7	60	67	398	3.045	0.939	0.000	0.552	4.536	30%	6.48
6	2025	1807	100%	1807	0	1807	277	64	341	0	341	7	60	67	408	3.137	0.939	0.000	0.552	4.628	30%	6.61
7	2026	1861	100%	1861	0	1861	277	74	351	0	351	7	60	67	418	3.231	0.939	0.000	0.552	4.722	30%	6.75
8	2027	1917	100%	1917	0	1917	277	85	362	0	362	7	60	67	429	3.328	0.939	0.000	0.552	4.819	30%	6.88
9	2028	1975	100%	1975	0	1975	277	96	373	0	373	7	60	67	440	3.429	0.939	0.000	0.552	4.920	30%	7.03
10	2029	2034	100%	2034	0	2034	277	107	384	0	384	7	60	67	451	3.531	0.939	0.000	0.552	5.022	30%	7.17
11	2030	2096	100%	2096	0	2096	277	118	395	0	395	7	60	67	462	3.639	0.939	0.000	0.552	5.130	30%	7.33
12	2031	2159	100%	2159	0	2159	277	130	407	0	407	7	60	67	474	3.748	0.939	0.000	0.552	5.239	30%	7.48
13	2032	2224	100%	2224	0	2224	277	143	420	0	420	7	60	67	487	3.861	0.939	0.000	0.552	5.352	30%	7.65
14	2033	2291	100%	2291	0	2291	277	155	432	0	432	7	60	67	499	3.977	0.939	0.000	0.552	5.468	30%	7.81
15	2034	2360	100%	2360	0	2360	277	168	445	0	445	7	60	67	512	4.097	0.939	0.000	0.552	5.588	30%	7.98
16	2035	2431	100%	2431	0	2431	277	182	459	0	459	7	60	67	526	4.220	0.939	0.000	0.552	5.711	30%	8.16
17	2036	2504	100%	2504	0	2504	277	195	472	0	472	7	60	67	539	4.347	0.939	0.000	0.552	5.838	30%	8.34
18	2037	2579	100%	2579	0	2579	277	210	487	0	487	7	60	67	554	4.477	0.939	0.000	0.552	5.968	30%	8.53
19	2038	2657	100%	2657	0	2657	277	224	501	0	501	7	60	67	568	4.613	0.939	0.000	0.552	6.104	30%	8.72
20	2039	2736	100%	2736	0	2736	277	239	516	0	516	7	60	67	583	4.750	0.939	0.000	0.552	6.241	30%	8.92

Fuente: Elaboración propia

## Cálculo de caudal máximo horario

$$Q_{mh} = k_2 * Q_p \dots E(3.4)$$

$$Q_{mh} = 2.5 * 8.92$$

$$Q_{mh} = 22.3 \text{ l/s}$$

## Volumen de almacenamiento

El 25% de la demanda del promedio anual será, la capacidad para la regulación para el volumen de almacenamiento

**Tabla 25:** *Volumen para almacenamiento del sector 1*

Año	Población total	Cobertura total	Consumo de agua potable					Perdidas físicas (%)	Demanda total producción de agua potable (L/s)	Demanda máxima diaria Qmd		Demanda máxima horaria (L/s) Qmh	Volumen de Regulación
			Consumo doméstico (L/s)	Consumo Inst. educativas (L/s)	Consumo Centro de Salud	Consumo otras conex (L/s)	Total (L/s)			(L/s)	(m3/h)		
Base 2018	1468	100.0%	1.529	0.939	0.000	0.552	3.020	60%	7.55	9.82	35.34	18.88	130.5
0 2019	1468	100.0%	1.529	0.939	0.000	0.552	3.020	60%	7.55	9.82	35.34	18.88	130.5
1 2020	1558	100%	2.705	0.939	0.000	0.552	4.196	40%	6.99	9.09	32.73	17.48	120.8
2 2021	1605	100%	2.786	0.939	0.000	0.552	4.277	40%	7.13	9.27	33.36	17.82	123.2
3 2022	1653	100%	2.870	0.939	0.000	0.552	4.361	40%	7.27	9.45	34.01	18.17	125.6
4 2023	1703	100%	2.957	0.939	0.000	0.552	4.447	40%	7.41	9.64	34.69	18.53	128.1
5 2024	1754	100%	3.045	0.939	0.000	0.552	4.536	30%	6.48	8.42	30.33	16.20	112.0
6 2025	1807	100%	3.137	0.939	0.000	0.552	4.628	30%	6.61	8.59	30.94	16.53	114.2
7 2026	1861	100%	3.231	0.939	0.000	0.552	4.722	30%	6.75	8.77	31.57	16.86	116.6
8 2027	1917	100%	3.328	0.939	0.000	0.552	4.819	30%	6.88	8.95	32.22	17.21	119.0
9 2028	1975	100%	3.429	0.939	0.000	0.552	4.920	30%	7.03	9.14	32.89	17.57	121.4
10 2029	2034	100%	3.531	0.939	0.000	0.552	5.022	30%	7.17	9.33	33.58	17.94	124.0
11 2030	2096	100%	3.639	0.939	0.000	0.552	5.130	30%	7.33	9.53	34.30	18.32	126.6
12 2031	2159	100%	3.748	0.939	0.000	0.552	5.239	30%	7.48	9.73	35.03	18.71	129.3
13 2032	2224	100%	3.861	0.939	0.000	0.552	5.352	30%	7.65	9.94	35.78	19.11	132.1
14 2033	2291	100%	3.977	0.939	0.000	0.552	5.468	30%	7.81	10.16	36.56	19.53	135.0
15 2034	2360	100%	4.097	0.939	0.000	0.552	5.588	30%	7.98	10.38	37.36	19.96	137.9
16 2035	2431	100%	4.220	0.939	0.000	0.552	5.711	30%	8.16	10.61	38.18	20.40	141.0
17 2036	2504	100%	4.347	0.939	0.000	0.552	5.838	30%	8.34	10.84	39.03	20.85	144.1
18 2037	2579	100%	4.477	0.939	0.000	0.552	5.968	30%	8.53	11.08	39.90	21.31	147.3
19 2038	2657	100%	4.613	0.939	0.000	0.552	6.104	30%	8.72	11.34	40.81	21.80	150.7
20 2039	2736	100%	4.750	0.939	0.000	0.552	6.241	30%	8.92	11.59	41.72	22.29	154.1

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 26: Parámetros para el diseño de la demanda de agua potable del sector 2**

<b>PARAMETROS DEMANDA DE AGUA POTABLE</b>			
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Año base</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 5</b>
Número de viviendas totales	161	171	
Número de viviendas con conexión domiciliaria	161	171	
Cobertura de agua potable total	100.0 %	100%	
Densidad por lote:		5. 3 0	
Población total	853	905	
Población abastecida de agua potable con conexión domiciliaria	853	905	
Población de Referencia	853	905	
Otros lotes (comerciales, sociales, etc.)	32	32	
Pérdidas Físicas	60%	40%	30%
Dotación de agua por conexión domiciliaria (l/h/d):	90	150	
Dotación de agua instituciones educativas Inicial (l/a/d):	-	50	
Dotación de agua instituciones educativas Primaria y Secundaria (l/a/d):	-	50	
Dotación otros locales (L/d/local):	-	150	
Factor máximo diario	-	1.3	
Factor máximo Horario [1.8-2.5]	-	2.5	
<b>% Regulación continuo</b>	-	<b>20%</b>	
% Regulación por bombeo	-	25%	

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 27: Demanda de agua potable**

sector 2 – Blanco

Año	Población total	Cobertura total	Población servida			Conexiones domésticas			Viviendas totales	Centro Salud	Otras conex.		Total conex	Consumo de agua potable				Perdidas físicas (%)	Demanda total producción de agua potable (L/s)	
			Total	Por pileta pública	Por conexión domiciliaria	Antiguas	Nuevas	Total			Otros	Total		Consumo doméstico (L/s)	Consumo Centro de Salud	Consumo otras conex (L/s)	Total (L/s)			
Base	2018	853	100.0%	853	0	853	161	0	161	161	1	31	32	193	0.889	0.009	0.285	1.183	60%	2.96
0	2019	853	100.0%	853	0	853	161	0	161	161	1	31	32	193	0.889	0.009	0.285	1.183	60%	2.96
1	2020	905	100%	905	0	905	161	10	171	171	1	31	32	203	1.571	0.009	0.285	1.866	40%	3.11
2	2021	933	100%	933	0	933	161	15	176	176	1	31	32	208	1.620	0.009	0.285	1.914	40%	3.19
3	2022	961	100%	961	0	961	161	20	181	181	1	31	32	213	1.668	0.009	0.285	1.963	40%	3.27
4	2023	990	100%	990	0	990	161	26	187	187	1	31	32	219	1.719	0.009	0.285	2.013	40%	3.36
5	2024	1019	100%	1019	0	1019	161	31	192	192	1	31	32	224	1.769	0.009	0.285	2.064	30%	2.95
6	2025	1050	100%	1050	0	1050	161	37	198	198	1	31	32	230	1.823	0.009	0.285	2.117	30%	3.02
7	2026	1082	100%	1082	0	1082	161	43	204	204	1	31	32	236	1.878	0.009	0.285	2.173	30%	3.10
8	2027	1114	100%	1114	0	1114	161	49	210	210	1	31	32	242	1.934	0.009	0.285	2.228	30%	3.18
9	2028	1148	100%	1148	0	1148	161	56	217	217	1	31	32	249	1.993	0.009	0.285	2.288	30%	3.27
10	2029	1182	100%	1182	0	1182	161	62	223	223	1	31	32	255	2.052	0.009	0.285	2.347	30%	3.35
11	2030	1218	100%	1218	0	1218	161	69	230	230	1	31	32	262	2.115	0.009	0.285	2.409	30%	3.44
12	2031	1255	100%	1255	0	1255	161	76	237	237	1	31	32	269	2.179	0.009	0.285	2.473	30%	3.53
13	2032	1292	100%	1292	0	1292	161	83	244	244	1	31	32	276	2.243	0.009	0.285	2.538	30%	3.63
14	2033	1331	100%	1331	0	1331	161	90	251	251	1	31	32	283	2.311	0.009	0.285	2.605	30%	3.72
15	2034	1371	100%	1371	0	1371	161	98	259	259	1	31	32	291	2.380	0.009	0.285	2.675	30%	3.82
16	2035	1413	100%	1413	0	1413	161	106	267	267	1	31	32	299	2.453	0.009	0.285	2.748	30%	3.93
17	2036	1455	100%	1455	0	1455	161	114	275	275	1	31	32	307	2.526	0.009	0.285	2.820	30%	4.03
18	2037	1499	100%	1499	0	1499	161	122	283	283	1	31	32	315	2.602	0.009	0.285	2.897	30%	4.14
19	2038	1544	100%	1544	0	1544	161	130	291	291	1	31	32	323	2.681	0.009	0.285	2.975	30%	4.25
20	2039	1592	100%	1592	0	1592	161	139	300	300	1	31	32	332	2.764	0.009	0.285	3.058	30%	4.37

Fuente: Elaboración propia

Cálculo para el caudal máximo horario de la red de distribución es:

$$Q_{mh} = k_2 * Q_p \quad E(3.5)$$

$$Q_{mh} = 2.5 * 4.37$$

$$Q_{mh} = 10.93 \text{ l/s}$$

El 25% de la demanda del promedio anual será la capacidad para la regulación, para e volumen de almacenamiento.

**Tabla 28:** *Volumen de almacenamiento para el sector 2*

Año	Población total	Cobertura total	Consumo de agua potable				Perdidas físicas (%)	Demanda total producción de agua potable (L/s)	Demanda máxima diaria Q <sub>md</sub>		Demanda máxima horaria (L/s) Q <sub>mh</sub>	Volumen de Regulación	
			Consumo doméstico (L/s)	Consumo Centro de Salud	Consumo otras conex (L/s)	Total (L/s)			(L/s)	(m <sup>3</sup> /h)			
Base	2018	853	100.0%	0.889	0.009	0.285	1.183	60%	2.96	3.84	13.84	7.39	51.1
0	2019	853	100.0%	0.889	0.009	0.285	1.183	60%	2.96	3.84	13.84	7.39	51.1
1	2020	905	100%	1.571	0.009	0.285	1.866	40%	3.11	4.04	14.55	7.77	53.7
2	2021	933	100%	1.620	0.009	0.285	1.914	40%	3.19	4.15	14.93	7.98	55.1
3	2022	961	100%	1.668	0.009	0.285	1.963	40%	3.27	4.25	15.31	8.18	56.5
4	2023	990	100%	1.719	0.009	0.285	2.013	40%	3.36	4.36	15.70	8.39	58.0
5	2024	1019	100%	1.769	0.009	0.285	2.064	30%	2.95	3.83	13.80	7.37	50.9
6	2025	1050	100%	1.823	0.009	0.285	2.117	30%	3.02	3.93	14.16	7.56	52.3
7	2026	1082	100%	1.878	0.009	0.285	2.173	30%	3.10	4.04	14.53	7.76	53.6
8	2027	1114	100%	1.934	0.009	0.285	2.228	30%	3.18	4.14	14.90	7.96	55.0
9	2028	1148	100%	1.993	0.009	0.285	2.288	30%	3.27	4.25	15.29	8.17	56.5
10	2029	1182	100%	2.052	0.009	0.285	2.347	30%	3.35	4.36	15.69	8.38	57.9
11	2030	1218	100%	2.115	0.009	0.285	2.409	30%	3.44	4.47	16.11	8.60	59.5
12	2031	1255	100%	2.179	0.009	0.285	2.473	30%	3.53	4.59	16.54	8.83	61.1
13	2032	1292	100%	2.243	0.009	0.285	2.538	30%	3.63	4.71	16.97	9.06	62.6
20	2033	1592	100%	2.764	0.009	0.285	3.058	30%	4.37	<b>5.68</b>	<b>20.45</b>	10.92	75.5

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 29:** *Parámetros de diseño para la demanda de agua potable Sector 3*

<b>Parámetros demanda de agua potable</b>			
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Año base</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 5</b>
Número total de viviendas	150	159	
Densidad por cada lote:	5.30		
Población total	795	844	
Población abastecida de agua potable con conexión domiciliaria	795	844	
Población de Referencia	795	844	
Otros lotes (comerciales, sociales, etc)	21	21	
Población escolar Inicial y Primaria incluye docentes (capacidad máxima)	915	915	
Pérdidas Físicas	60%	40%	30%
Dotación de agua por conexión domiciliaria (l/h/d):	90	150	
Dotación de agua instituciones educativas Inicial (l/a/d):	-	50	
Dotación de agua instituciones educativas Primaria y Secundaria (l/a/d):	-	50	
Dotación otros locales (L/d/local):	-	150	
Factor máximo diario	-	1.3	
Factor máximo Horario [1.8-2.5]	-	2.5	
<b>% Regulación continuo</b>	-	<b>20%</b>	

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla 30: Demanda de agua potable sector 3**

Año	Población total	Cobertura total	Población servida		Conexiones domésticas			Viviendas totales			Otras conex.	Total conex		Consumo de agua potable	Perdidas físicas (%)	Demanda total producción de agua potable (L/s)	
			Total	Por conexión domiciliar	Antiguas	Nuevas	Total	Por pileta	Otros	Total	Otros	Consumo doméstico (L/s)	Consumo otras conex (L/s)	Total (L/s)			
Base	2018	795	100.0%	795	795	150	0	150	150	21	21	171	0.828	0.193	1.021	60%	2.55
0	2019	795	100.0%	795	795	150	0	150	150	21	21	171	0.828	0.193	1.021	60%	2.55
1	2020	844	100%	844	844	150	9	159	159	21	21	180	1.465	0.193	1.659	40%	2.76
2	2021	869	100%	869	869	150	14	164	164	21	21	185	1.509	0.193	1.702	40%	2.84
3	2022	895	100%	895	895	150	19	169	169	21	21	190	1.554	0.193	1.747	40%	2.91
4	2023	922	100%	922	922	150	24	174	174	21	21	195	1.601	0.193	1.794	40%	2.99
5	2024	950	100%	950	950	150	29	179	179	21	21	200	1.649	0.193	1.843	30%	2.63
6	2025	978	100%	978	978	150	35	185	185	21	21	206	1.698	0.193	1.891	30%	2.70
7	2026	1008	100%	1008	1008	150	40	190	190	21	21	211	1.750	0.193	1.943	30%	2.78
8	2027	1038	100%	1038	1038	150	46	196	196	21	21	217	1.802	0.193	1.995	30%	2.85
9	2028	1069	100%	1069	1069	150	52	202	202	21	21	223	1.856	0.193	2.049	30%	2.93
10	2029	1102	100%	1102	1102	150	58	208	208	21	21	229	1.913	0.193	2.106	30%	3.01
11	2030	1135	100%	1135	1135	150	64	214	214	21	21	235	1.970	0.193	2.164	30%	3.09
12	2031	1169	100%	1169	1169	150	71	221	221	21	21	242	2.030	0.193	2.223	30%	3.18
13	2032	1204	100%	1204	1204	150	77	227	227	21	21	248	2.090	0.193	2.284	30%	3.26
14	2033	1240	100%	1240	1240	150	84	234	234	21	21	255	2.153	0.193	2.346	30%	3.35
15	2034	1278	100%	1278	1278	150	91	241	241	21	21	262	2.219	0.193	2.412	30%	3.45
16	2035	1316	100%	1316	1316	150	98	248	248	21	21	269	2.285	0.193	2.478	30%	3.54
17	2036	1356	100%	1356	1356	150	106	256	256	21	21	277	2.354	0.193	2.547	30%	3.64
18	2037	1397	100%	1397	1397	150	114	264	264	21	21	285	2.425	0.193	2.619	30%	3.74
19	2038	1439	100%	1439	1439	150	121	271	271	21	21	292	2.498	0.193	2.691	30%	3.84
20	2039	1482	100%	1482	1482	150	130	280	280	21	21	301	2.573	0.193	2.766	30%	3.95

Fuente: Elaboración propia

### Cálculo de caudal máximo horario

$$Q_{mh} = k_2 * Q_p \quad E(3.6)$$

$$Q_{mh} = 2.5 * 3.95$$

$$Q_{mh} = 9.88 \text{ l/s}$$

### Volumen de almacenamiento

El 25% de la demanda del promedio anual será la capacidad para la regulación del volumen de almacenamiento

**Tabla 31: Volumen de almacenamiento del sector 3**

Año	Población total	Cobertura total	Consumo de agua potable			Perdidas físicas (%)	Demanda total producción de agua potable (L/s)	Demanda máxima diaria Qmd		Demanda máxima horaria (L/s) Qmh	Volumen de Regulación	
			Consumo doméstico (L/s)	Consumo otras conex. (L/s)	Total (L/s)			(L/s)	(m3/h)			
Base	2018	795	100.0%	0.828	0.193	1.021	60%	2.55	3.32	11.95	6.38	44.1
0	2019	795	100.0%	0.828	0.193	1.021	60%	2.55	3.32	11.95	6.38	44.1
1	2020	844	100%	1.465	0.193	1.659	40%	2.76	3.59	12.94	6.91	47.8
2	2021	869	100%	1.509	0.193	1.702	40%	2.84	3.69	13.27	7.09	49.0
3	2022	895	100%	1.554	0.193	1.747	40%	2.91	3.79	13.63	7.28	50.3
4	2023	922	100%	1.601	0.193	1.794	40%	2.99	3.89	13.99	7.47	51.7
5	2024	950	100%	1.649	0.193	1.843	30%	2.63	3.42	12.32	6.58	45.5
6	2025	978	100%	1.698	0.193	1.891	30%	2.70	3.51	12.64	6.75	46.7
7	2026	1008	100%	1.750	0.193	1.943	30%	2.78	3.61	12.99	6.94	48.0
8	2027	1038	100%	1.802	0.193	1.995	30%	2.85	3.71	13.34	7.13	49.3
9	2028	1069	100%	1.856	0.193	2.049	30%	2.93	3.81	13.70	7.32	50.6
10	2029	1102	100%	1.913	0.193	2.106	30%	3.01	3.91	14.08	7.52	52.0
11	2030	1135	100%	1.970	0.193	2.164	30%	3.09	4.02	14.47	7.73	53.4
12	2031	1169	100%	2.030	0.193	2.223	30%	3.18	4.13	14.86	7.94	54.9
13	2032	1204	100%	2.090	0.193	2.284	30%	3.26	4.24	15.27	8.16	56.4
14	2033	1240	100%	2.153	0.193	2.346	30%	3.35	4.36	15.68	8.38	57.9
15	2034	1278	100%	2.219	0.193	2.412	30%	3.45	4.48	16.13	8.61	59.5
19	2035	1439	100%	2.498	0.193	2.691	30%	3.84	5.00	17.99	9.61	66.4
20	2036	1482	100%	2.573	0.193	2.766	30%	3.95	5.14	18.49	9.88	68.3

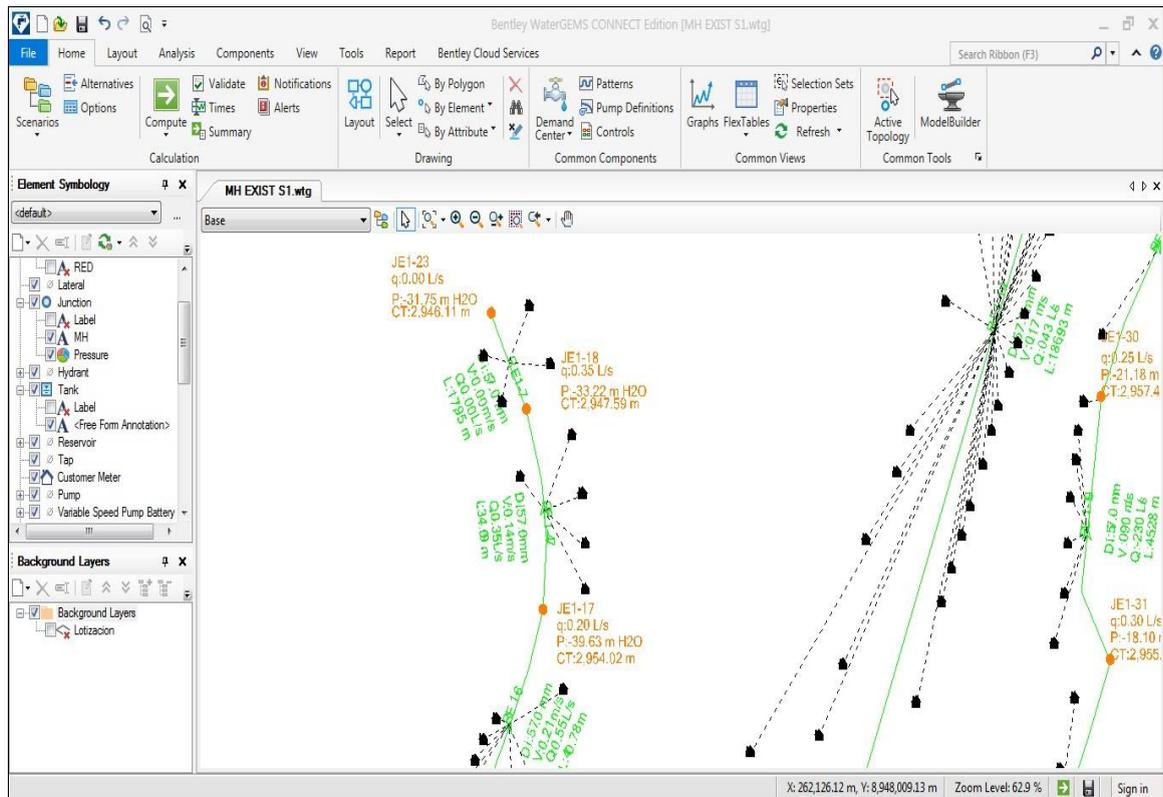
Fuente: Elaboración propia

## MODELACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN CON WATERCAD

Es un programa desarrollado por Haestad Methods, software comercial que analiza y modela las redes a presión, en donde se utilizan datos como: La demanda de la población, El caudal la fuente de abastecimiento, el Caudal máximo horario para las redes de distribución, el caudal máximo diario para las redes de aducción, el volumen de regulación de los reservorios, datos que ya han sido calculados posteriormente.

- A continuación, se mostrará la calificación de los parámetros de caudal, presión y velocidad en el sector 1 según el programa.

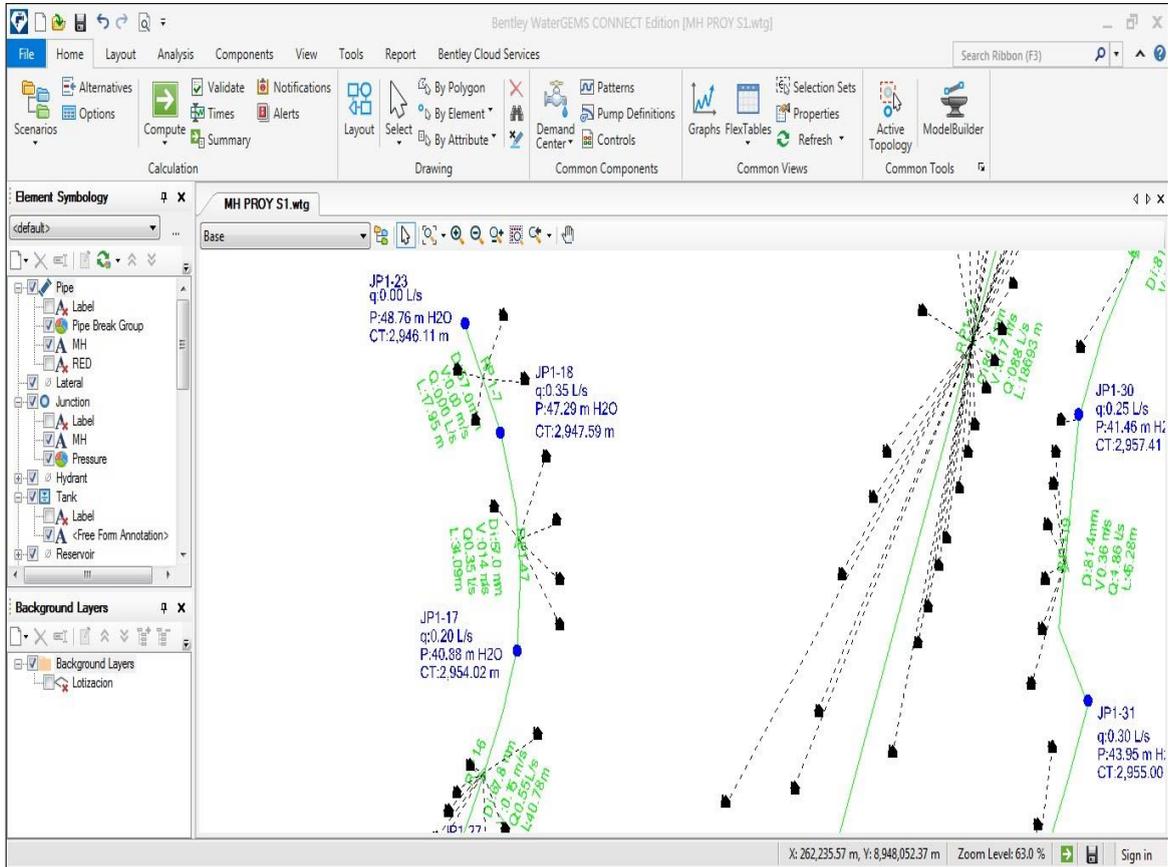
Figura 10: Análisis del comportamiento actual  
Fuente: Elaboración propia



Fuente: WaterCAD

- En la figura se observa datos hidráulicos de la red de color rojizo pertenecientes al sector 1, quiere decir que no son resultados óptimos para su correcto funcionamiento, también se puede ver como las conexiones domiciliarias de las tuberías que en su resultado optimo debería distribuir la cantidad de agua demandada.

Figura 11: Análisis del comportamiento proyectado en el sector 1



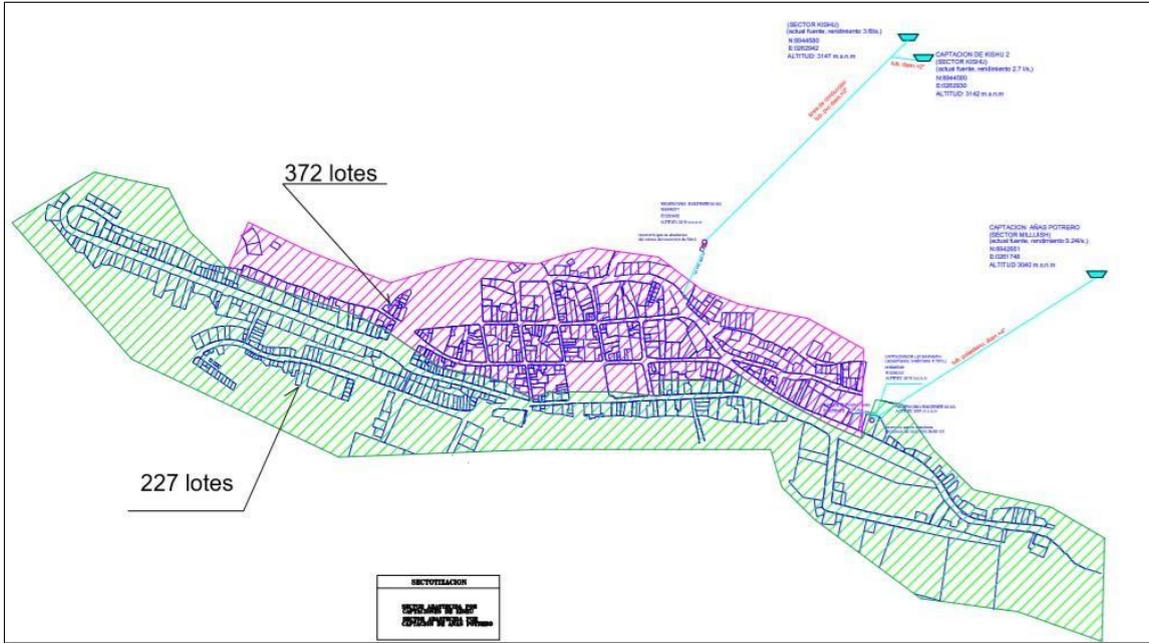
Fuente: WaterCAD

-En la figura se observa datos hidráulicos de la red de color azul, quiere decir que si cumple como diseño óptimo para el adecuado comportamiento hidráulico.

**Sectorización de las redes de distribución:**

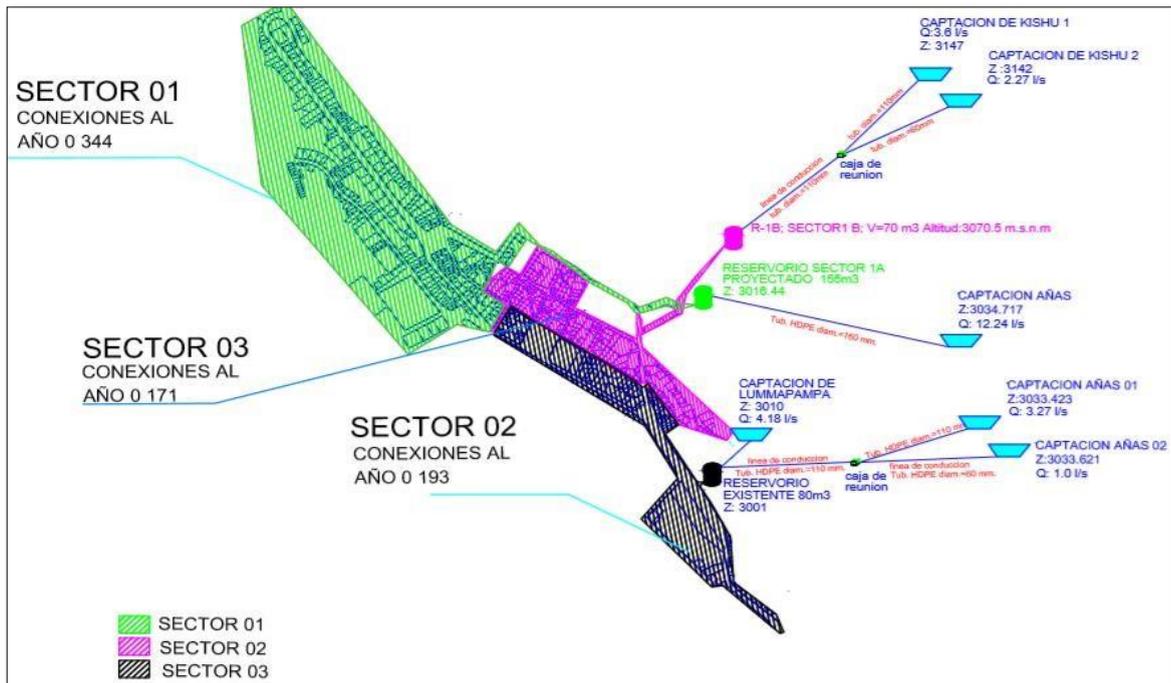
El distrito de San Marco en la actualidad se encuentra sectorizada en 2 partes, tal como se muestra en la figura

*Figura 12: Sectorización actual del plano de distribución de agua potable*



Fuente: AutoCAD

*Figura 13: Sectorización proyectada del plano de distribución de agua potable*



Fuente: AutoCAD

-Solo para el análisis comparativo se sectorizo en 3 partes al plano actual de la misma forma que se determinó en 3 sectores al plano proyectado de agua potable. A continuación, se observa los resultados que se determinó con el WaterGEM/WaterCAD

**Nota:**

Los valores máximos de los parámetros están sombreados del color en cada sector: 

Los valores mínimos de los parámetros están sombreados del color en cada sector: 

**SECTOR 1**

**CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS – CAUDAL SECTOR 1**

**Cuadro 1: Resultado de caudales actuales del sector 1**

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
1366	RE-1	J-12	J-16	32.91	81.4	PVC	150.0	15.97	3.07	0.095
1401	RE-2	J-16	J-35	52.79	81.4	PVC	150.0	15.97	3.07	0.095
1382	RE-3	J-25	J-15	38.83	57.0	PVC	150.0	3.11	1.22	0.026
1380	RE-4	J-21	J-24	37.41	57.0	PVC	150.0	1.99	0.78	0.011
1410	RE-5	J-28	J-27	65.38	57.0	PVC	150.0	1.34	0.53	0.005
1386	RE-6	J-27	J-17	40.78	57.0	PVC	150.0	0.55	0.21	0.001
1378	RE-7	J-18	J-23	17.95	57.0	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
1406	RE-8	J-34	J-6	60.58	81.4	PVC	150.0	3.71	0.71	0.006
1395	RE-9	J-26	J-32	44.03	57.0	PVC	150.0	5.85	2.29	0.084
1425	RE-10	J-32	J-22	98.93	57.0	PVC	150.0	4.96	1.94	0.062
1376	RE-11	J-22	J-2	35.38	57.0	PVC	150.0	4.41	1.73	0.050
1429	RE-12	J-26	J-44	115.11	57.0	PVC	150.0	2.27	0.89	0.015
1431	RE-13	J-44	J-45	114.94	57.0	PVC	150.0	1.57	0.62	0.007
1435	RE-14	J-45	J-46	186.93	57.0	PVC	150.0	0.43	0.17	0.001
1433	RE-15	J-46	J-19	116.08	57.0	PVC	150.0	0.91	0.36	0.003
1371	RE-16	J-19	J-10	37.11	57.0	PVC	150.0	1.41	0.55	0.006
1422	RE-17	J-11	J-38	81.34	57.0	PVC	150.0	1.81	0.71	0.009
1411	RE-18	J-38	J-36	67.50	57.0	PVC	150.0	2.05	0.81	0.012
1392	RE-19	J-30	J-31	45.28	57.0	PVC	150.0	2.30	0.90	0.015
1408	RE-20	J-31	J-37	62.58	57.0	PVC	150.0	2.60	1.02	0.019
1427	RE-21	J-37	J-42	107.37	57.0	PVC	150.0	2.95	1.16	0.024
1420	RE-22	J-42	J-9	81.09	57.0	PVC	150.0	3.30	1.29	0.029
1353	RE-23	J-9	J-5	22.63	81.4	PVC	150.0	3.74	0.72	0.006
1347	RE-24	J-5	J-6	17.44	81.4	PVC	150.0	5.46	1.05	0.013
1423	RE-25	J-40	J-43	86.70	81.4	PVC	150.0	15.13	2.91	0.086
1428	RE-26	J-43	J-35	115.91	81.4	PVC	150.0	15.68	3.01	0.092
1416	RE-27	J-40	J-39	75.68	81.4	PVC	150.0	14.93	2.87	0.084
1426	RE-28	J-5	J-7	104.03	81.4	PVC	150.0	9.49	1.82	0.036
1414	RE-29	J-39	J-7	74.95	57.0	PVC	150.0	14.78	5.79	0.466
1398	RE-30	J-33	J-34	46.62	81.4	PVC	150.0	4.30	0.83	0.008
1407	RE-31	J-7	J-33	61.09	57.0	PVC	150.0	4.55	1.78	0.053
1358	RE-32	T-RE-1	J-12	26.27	81.4	PVC	150.0	15.97	3.07	0.095
1350	RE-33	J-7	J-8	20.99	81.4	PVC	150.0	0.10	0.02	0.000
1403	RE-34	J-36	J-30	55.50	57.0	PVC	150.0	2.05	0.81	0.012
1388	RE-35	J-24	J-28	41.48	57.0	PVC	150.0	1.89	0.74	0.010
1373	RE-36	J-20	J-21	34.69	57.0	PVC	150.0	0.15	0.06	0.000

1384	RE-37	J-26	J-6	40.08	57.0	PVC	150.0	8.67	3.40	0.173
1390	RE-38	J-29	J-14	43.03	57.0	PVC	150.0	0.19	0.07	0.000
1363	RE-39	J-14	J-15	28.72	57.0	PVC	150.0	0.38	0.15	0.001
1413	RE-40	J-15	J-21	70.41	57.0	PVC	150.0	2.39	0.94	0.016
1418	RE-41	J-41	J-3	78.18	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
1405	RE-42	J-25	J-3	59.07	57.0	PVC	150.0	3.59	1.41	0.034
1344	RE-43	J-3	J-4	18.46	57.0	PVC	150.0	4.11	1.61	0.044
1361	RE-44	J-4	J-13	28.58	57.0	PVC	150.0	4.36	1.71	0.049
1397	RE-45	J-13	J-1	45.22	57.0	PVC	150.0	4.36	1.71	0.049
1341	RE-46	J-1	J-2	5.28	57.0	PVC	150.0	4.41	1.73	0.050
1368	RE-47	J-17	J-18	34.09	57.0	PVC	150.0	0.35	0.14	0.000
1355	RE-48	J-10	J-11	23.25	57.0	PVC	150.0	1.61	0.63	0.008

Fuente: Elaboración propia en Watercad

**Gráfica 5: Caudal vs diámetro (existente del sector 1)**



Fuente: Elaboración propia en Watercad

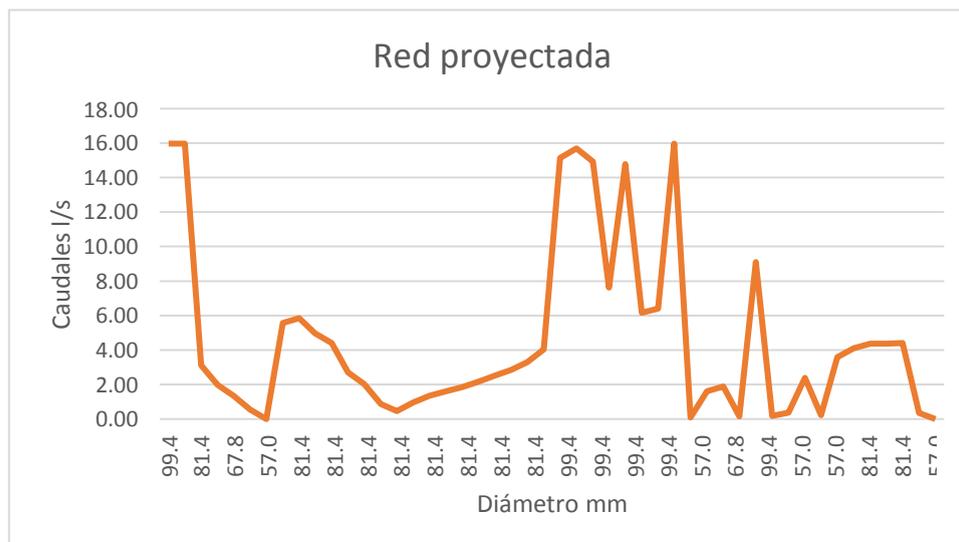
**Cuadro 2: Resultados de caudales proyectados del sector 1**

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
1366	RP-1	J-12	J-16	32.91	99.4	PVC	150.0	15.97	2.06	0.036
1401	RP-2	J-16	J-35	52.79	99.4	PVC	150.0	15.97	2.06	0.036
1382	RP-3	J-25	J-15	38.83	81.4	PVC	150.0	3.11	0.60	0.005
1380	RP-4	J-21	J-24	37.41	67.8	PVC	150.0	1.99	0.55	0.005
1410	RP-5	J-28	J-27	65.38	67.8	PVC	150.0	1.34	0.37	0.002
1386	RP-6	J-27	J-17	40.78	67.8	PVC	150.0	0.55	0.15	0.000
1378	RP-7	J-18	J-23	17.95	57.0	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
1406	RP-8	J-34	J-6	60.58	99.4	PVC	150.0	5.57	0.72	0.005
1395	RP-9	J-26	J-32	44.03	81.4	PVC	150.0	5.85	1.12	0.015
1425	RP-10	J-32	J-22	98.93	81.4	PVC	150.0	4.96	0.95	0.011
1376	RP-11	J-22	J-2	35.38	81.4	PVC	150.0	4.41	0.85	0.009
1429	RP-12	J-26	J-44	115.11	81.4	PVC	150.0	2.71	0.52	0.004
1431	RP-13	J-44	J-45	114.94	81.4	PVC	150.0	2.02	0.39	0.002
1435	RP-14	J-45	J-46	186.93	81.4	PVC	150.0	0.88	0.17	0.000

1433	RP-15	J-46	J-19	116.08	81.4	PVC	150.0	0.47	0.09	0.000
1371	RP-16	J-19	J-10	37.11	81.4	PVC	150.0	0.96	0.19	0.001
1422	RP-17	J-11	J-38	81.34	81.4	PVC	150.0	1.36	0.26	0.001
1411	RP-18	J-38	J-36	67.50	81.4	PVC	150.0	1.61	0.31	0.001
1392	RP-19	J-30	J-31	45.28	81.4	PVC	150.0	1.86	0.36	0.002
1408	RP-20	J-31	J-37	62.58	81.4	PVC	150.0	2.16	0.41	0.002
1427	RP-21	J-37	J-42	107.37	81.4	PVC	150.0	2.51	0.48	0.003
1420	RP-22	J-42	J-9	81.09	81.4	PVC	150.0	2.85	0.55	0.004
1353	RP-23	J-9	J-5	22.63	81.4	PVC	150.0	3.30	0.63	0.005
1347	RP-24	J-5	J-6	17.44	99.4	PVC	150.0	4.04	0.52	0.003
1423	RP-25	J-40	J-43	86.70	99.4	PVC	150.0	15.13	1.95	0.032
1428	RP-26	J-43	J-35	115.91	99.4	PVC	150.0	15.68	2.02	0.035
1416	RP-27	J-40	J-39	75.68	99.4	PVC	150.0	14.93	1.92	0.032
1426	RP-28	J-5	J-7	104.03	99.4	PVC	150.0	7.63	0.98	0.009
1414	RP-29	J-39	J-7	74.95	99.4	PVC	150.0	14.78	1.90	0.031
1398	RP-30	J-33	J-34	46.62	99.4	PVC	150.0	6.16	0.79	0.006
1407	RP-31	J-7	J-33	61.09	99.4	PVC	150.0	6.41	0.83	0.007
1358	RP-32	T-1	J-12	26.27	99.4	PVC	150.0	15.97	2.06	0.036
1350	RP-33	J-7	J-8	20.99	57.0	PVC	150.0	0.10	0.04	0.000
1403	RP-34	J-36	J-30	55.50	81.4	PVC	150.0	1.61	0.31	0.001
1388	RP-35	J-24	J-28	41.48	67.8	PVC	150.0	1.89	0.52	0.004
1373	RP-36	J-20	J-21	34.69	57.0	PVC	150.0	0.15	0.06	0.000
1384	RP-37	J-26	J-6	40.08	99.4	PVC	150.0	9.11	1.17	0.013
1390	RP-38	J-29	J-14	43.03	57.0	PVC	150.0	0.19	0.07	0.000
1363	RP-39	J-14	J-15	28.72	57.0	PVC	150.0	0.38	0.15	0.001
1413	RP-40	J-15	J-21	70.41	67.8	PVC	150.0	2.39	0.66	0.007
1418	RP-41	J-41	J-3	78.18	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
1405	RP-42	J-25	J-3	59.07	81.4	PVC	150.0	3.59	0.69	0.006
1344	RP-43	J-3	J-4	18.46	81.4	PVC	150.0	4.11	0.79	0.008
1361	RP-44	J-4	J-13	28.58	81.4	PVC	150.0	4.36	0.84	0.009
1397	RP-45	J-13	J-1	45.22	81.4	PVC	150.0	4.36	0.84	0.009
1341	RP-46	J-1	J-2	5.28	81.4	PVC	150.0	4.41	0.85	0.009
1368	RP-47	J-17	J-18	34.09	57.0	PVC	150.0	0.35	0.14	0.000
1355	RP-48	J-10	J-11	23.25	81.4	PVC	150.0	1.16	0.22	0.001

Fuente: Elaboración en Watercad

**Gráfica 6:** Caudal vs diámetro (proyectado del sector 1)



Fuente: Elaboración en Excel

## SECTOR 2

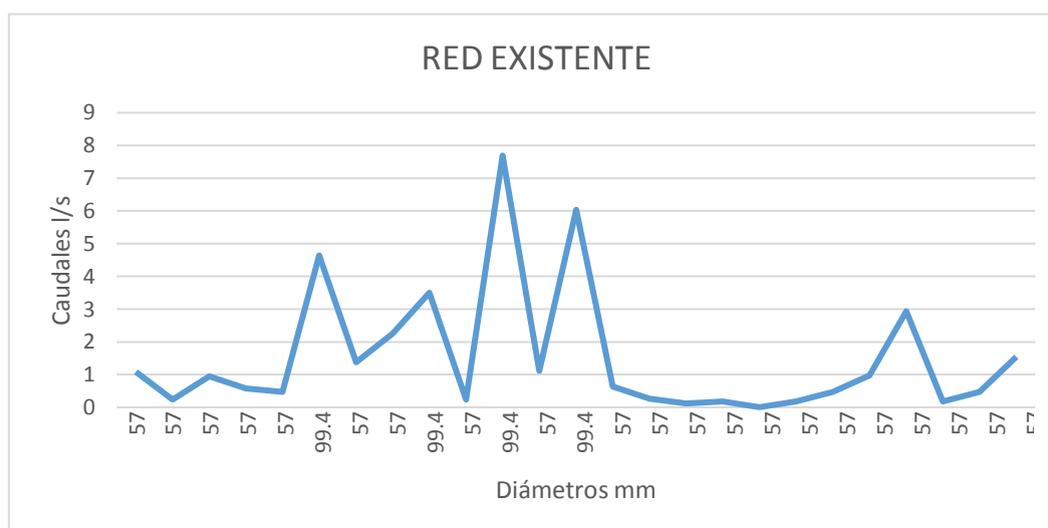
### CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS – CAUDAL SECTOR 2

**Cuadro 3:** Resultados de caudales actuales del sector 2

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
78	RE2-1	JE2-24	JE2-21	102.45	57.0	PVC	150.0	1.08	0.42	0.004
64	RE2-2	JE2-19	JE2-20	64.95	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
57	RE2-3	JE2-16	JE2-17	53.98	57.0	PVC	150.0	0.94	0.37	0.003
71	RE2-4	JE2-17	JE2-22	75.86	57.0	PVC	150.0	0.57	0.22	0.001
73	RE2-5	JE2-22	JE2-23	74.76	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
77	RE2-6	JE2-7	JE2-9	101.21	99.4	PVC	150.0	4.64	0.60	0.004
67	RE2-7	JE2-12	JE2-15	65.72	57.0	PVC	150.0	1.37	0.54	0.006
63	RE2-8	JE2-15	JE2-5	60.31	57.0	PVC	150.0	2.25	0.88	0.014
60	RE2-9	JE2-18	JE2-9	61.45	99.4	PVC	150.0	3.50	0.45	0.002
33	RE2-10	JE2-2	JE2-3	22.82	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
30	RE2-11	T-RE-2	JE2-1	22.62	99.4	PVC	150.0	7.69	0.99	0.009
62	RE2-12	JE2-16	JE2-7	60.76	57.0	PVC	150.0	1.11	0.44	0.004
41	RE2-13	JE2-7	JE2-1	39.41	99.4	PVC	150.0	6.03	0.78	0.006
69	RE2-14	JE2-21	JE2-19	69.47	57.0	PVC	150.0	0.63	0.25	0.001
79	RE2-15	JE2-23	JE2-25	102.44	57.0	PVC	150.0	0.26	0.10	0.000
53	RE2-16	JE2-14	JE2-15	46.65	57.0	PVC	150.0	0.11	0.04	0.000
46	RE2-17	JE2-10	JE2-6	45.10	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
48	RE2-18	JE2-11	JE2-12	45.93	57.0	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
36	RE2-19	JE2-4	JE2-5	26.25	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
39	RE2-20	JE2-3	JE2-6	27.12	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
56	RE2-21	JE2-12	JE2-6	52.98	57.0	PVC	150.0	0.97	0.38	0.003
68	RE2-22	JE2-5	JE2-18	67.61	57.0	PVC	150.0	2.93	1.15	0.023
51	RE2-23	JE2-13	JE2-8	46.23	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
43	RE2-24	JE2-8	JE2-9	42.53	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
75	RE2-25	JE2-1	JE2-24	84.17	57.0	PVC	150.0	1.54	0.60	0.007

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 7:** Caudal vs diámetro (actual del sector 2)



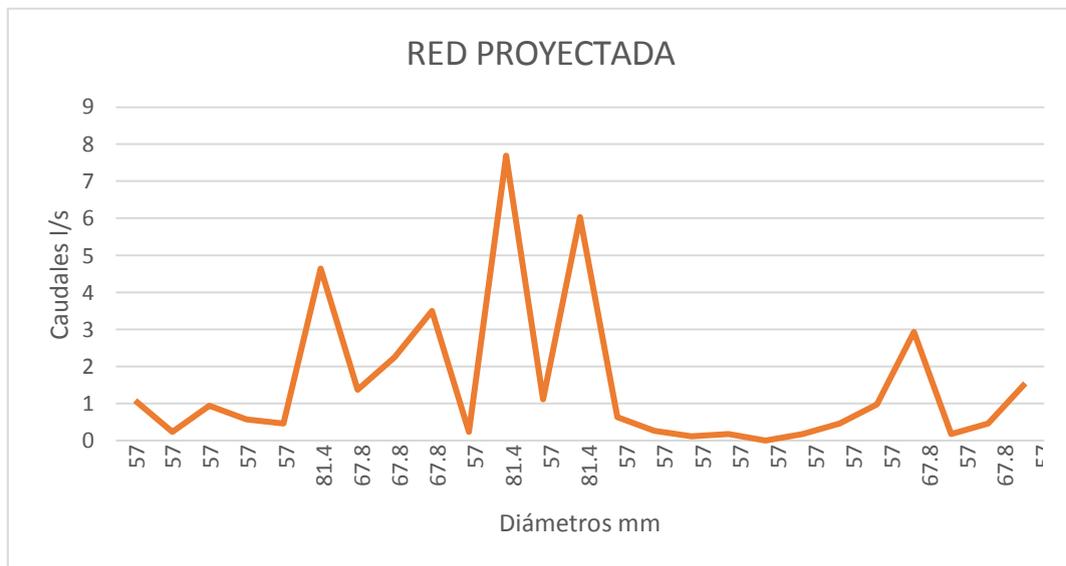
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 4: Resultados de caudales proyectados del sector 2**

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
78	RP2-1	JP2-24	JP2-21	102.45	57.0	PVC	150.0	1.08	0.42	0.004
64	RP2-2	JP2-19	JP2-20	64.95	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
57	RP2-3	JP2-16	JP2-17	53.98	57.0	PVC	150.0	0.94	0.37	0.003
71	RP2-4	JP2-17	JP2-22	75.86	57.0	PVC	150.0	0.57	0.22	0.001
73	RP2-5	JP2-22	JP2-23	74.76	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
77	RP2-6	JP2-7	JP2-9	101.21	81.4	PVC	150.0	4.64	0.89	0.010
67	RP2-7	JP2-12	JP2-15	65.72	67.8	PVC	150.0	1.37	0.38	0.002
63	RP2-8	JP2-15	JP2-5	60.31	67.8	PVC	150.0	2.25	0.62	0.006
60	RP2-9	JP2-18	JP2-9	61.45	67.8	PVC	150.0	3.50	0.97	0.014
33	RP2-10	JP2-2	JP2-3	22.82	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
30	RP2-11	T-RP-2	JP2-1	22.62	81.4	PVC	150.0	7.69	1.48	0.024
62	RP2-12	JP2-16	JP2-7	60.76	57.0	PVC	150.0	1.11	0.44	0.004
41	RP2-13	JP2-7	JP2-1	39.41	81.4	PVC	150.0	6.03	1.16	0.016
69	RP2-14	JP2-21	JP2-19	69.47	57.0	PVC	150.0	0.63	0.25	0.001
79	RP2-15	JP2-23	JP2-25	102.44	57.0	PVC	150.0	0.26	0.10	0.000
53	RP2-16	JP2-14	JP2-15	46.65	57.0	PVC	150.0	0.11	0.04	0.000
46	RP2-17	JP2-10	JP2-6	45.10	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
48	RP2-18	JP2-11	JP2-12	45.93	57.0	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
36	RP2-19	JP2-4	JP2-5	26.25	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
39	RP2-20	JP2-3	JP2-6	27.12	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
56	RP2-21	JP2-12	JP2-6	52.98	57.0	PVC	150.0	0.97	0.38	0.003
68	RP2-22	JP2-5	JP2-18	67.61	67.8	PVC	150.0	2.93	0.81	0.010
51	RP2-23	JP2-13	JP2-8	46.23	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
43	RP2-24	JP2-8	JP2-9	42.53	67.8	PVC	150.0	0.46	0.13	0.000
75	RP2-25	JP2-1	JP2-24	84.17	57.0	PVC	150.0	1.54	0.60	0.007

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 8: Caudal vs diámetro (proyectado del sector 2)**



Fuente: Elaboración propia

## SECTOR 3

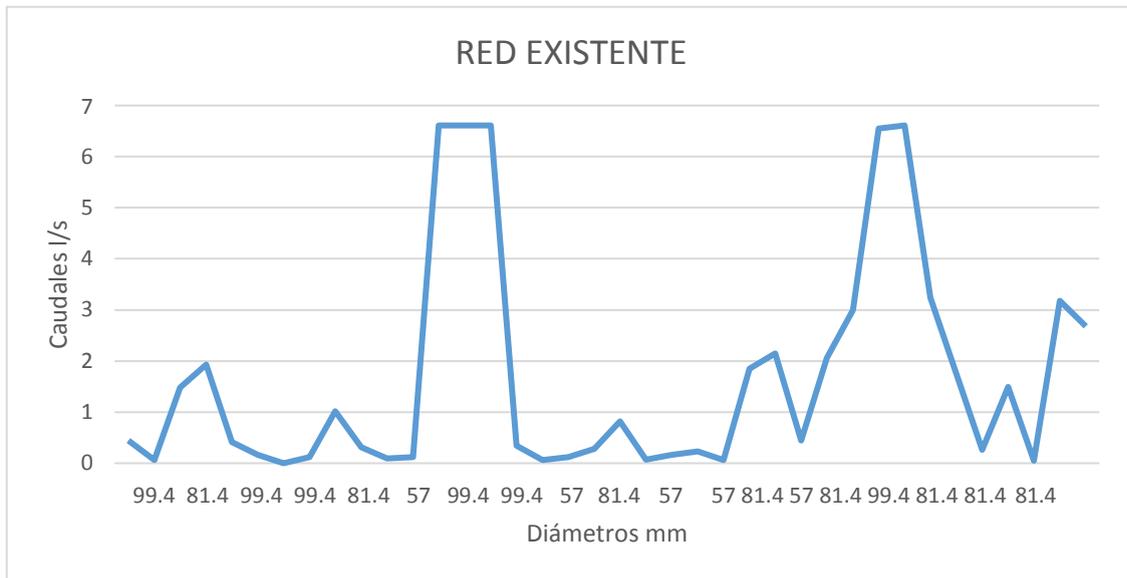
### CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS CAUDAL - SECTOR 3

**Cuadro 5:** Resultados de caudales actuales del sector 3

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
80	RP-1	J-23	J-29	54.00	99.4	PVC	150.0	0.44	0.06	0.000
100	RP-2	J-29	J-36	63.45	99.4	PVC	150.0	0.06	0.01	0.000
96	RP-3	J-33	J-11	60.60	81.4	PVC	150.0	1.48	0.28	0.001
33	RP-4	J-3	J-4	4.30	81.4	PVC	150.0	1.93	0.37	0.002
104	RP-5	J-22	J-32	73.48	99.4	PVC	150.0	0.41	0.05	0.000
87	RP-6	J-32	J-30	53.86	99.4	PVC	150.0	0.16	0.02	0.000
82	RP-7	J-30	J-15	26.15	99.4	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
63	RP-8	J-9	J-21	30.81	57.0	PVC	150.0	0.12	0.05	0.000
89	RP-9	J-11	J-7	55.86	81.4	PVC	150.0	1.02	0.20	0.001
39	RP-10	J-7	J-8	19.89	81.4	PVC	150.0	0.31	0.06	0.000
84	RP-11	J-31	J-3	52.60	57.0	PVC	150.0	0.09	0.04	0.000
61	RP-12	J-8	J-20	30.65	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02	0.000
105	RP-13	T-1	J-16	134.47	99.4	PVC	150.0	6.61	0.85	0.007
54	RP-14	J-16	J-17	28.59	99.4	PVC	150.0	6.61	0.85	0.007
97	RP-15	J-17	J-12	61.66	99.4	PVC	150.0	6.61	0.85	0.007
42	RP-16	J-9	J-7	20.77	57.0	PVC	150.0	0.34	0.13	0.000
75	RP-17	J-27	J-1	35.73	57.0	PVC	150.0	0.06	0.02	0.000
59	RP-18	J-19	J-1	30.29	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02	0.000
30	RP-19	J-1	J-2	3.92	81.4	PVC	150.0	0.28	0.05	0.000
86	RP-20	J-2	J-26	53.38	81.4	PVC	150.0	0.82	0.16	0.000
74	RP-21	J-7	J-13	34.78	57.0	PVC	150.0	0.07	0.03	0.000
98	RP-22	J-35	J-26	61.27	57.0	PVC	150.0	0.16	0.06	0.000
44	RP-23	J-10	J-11	23.41	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
91	RP-24	J-33	J-4	58.73	57.0	PVC	150.0	0.06	0.02	0.000
95	RP-25	J-33	J-34	59.85	81.4	PVC	150.0	1.85	0.35	0.002
103	RP-26	J-4	J-24	63.84	81.4	PVC	150.0	2.15	0.41	0.002
93	RP-27	J-24	J-34	59.27	57.0	PVC	150.0	0.44	0.17	0.001
78	RP-28	J-28	J-23	54.30	81.4	PVC	150.0	2.06	0.40	0.002
68	RP-29	J-24	J-25	32.26	81.4	PVC	150.0	3.00	0.58	0.004
36	RP-30	J-5	J-6	13.72	99.4	PVC	150.0	6.55	0.84	0.007
47	RP-31	J-12	J-6	27.09	99.4	PVC	150.0	6.61	0.85	0.007
77	RP-32	J-5	J-22	48.57	99.4	PVC	150.0	3.24	0.42	0.002
102	RP-33	J-34	J-28	63.42	81.4	PVC	150.0	1.74	0.34	0.002
49	RP-34	J-13	J-2	24.91	57.0	PVC	150.0	0.26	0.10	0.000
90	RP-35	J-26	J-3	55.88	81.4	PVC	150.0	1.49	0.29	0.001
71	RP-36	J-26	J-10	34.48	57.0	PVC	150.0	0.05	0.02	0.000
73	RP-37	J-25	J-5	35.68	81.4	PVC	150.0	3.18	0.61	0.005
65	RP-38	J-22	J-23	32.17	99.4	PVC	150.0	2.68	0.35	0.001

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 9: Caudal vs diámetro (existente del sector 3)**



Fuente: Elaboración propia

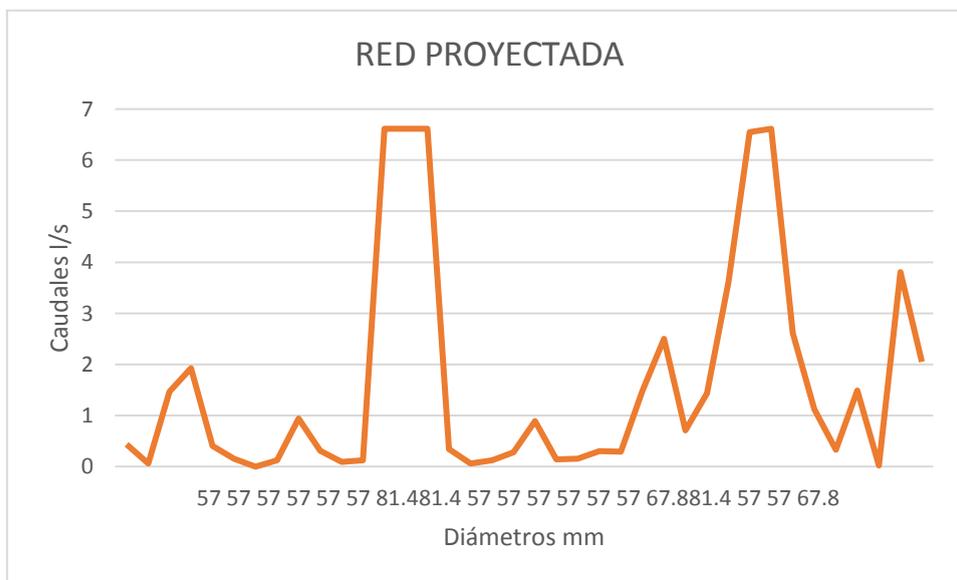
**Cuadro 6: Resultados de caudales proyectados del sector3**

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
80	RP3-1	JP3-21	JP3-27	54.00	57.0	PVC	150.0	0.4368	0.17	0.001
100	RP3-2	JP3-27	JP3-34	63.45	57.0	PVC	150.0	0.0624	0.02	0.000
96	RP3-3	JP3-31	JP3-11	60.60	57.0	PVC	150.0	1.4689	0.58	0.006
33	RP3-4	JP3-3	JP3-4	4.30	57.0	PVC	150.0	1.9319	0.76	0.011
104	RP3-5	JP3-20	JP3-30	73.48	57.0	PVC	150.0	0.4061	0.16	0.001
87	RP3-6	JP3-30	JP3-28	53.86	57.0	PVC	150.0	0.1565	0.06	0.000
82	RP3-7	JP3-28	JP3-14	26.15	57.0	PVC	150.0	0.0005	0.00	0.000
63	RP3-8	JP3-9	JP3-19	30.81	57.0	PVC	150.0	0.1248	0.05	0.000
89	RP3-9	JP3-11	JP3-7	55.86	57.0	PVC	150.0	0.9455	0.37	0.003
39	RP3-10	JP3-7	JP3-8	19.89	57.0	PVC	150.0	0.3120	0.12	0.000
84	RP3-11	JP3-29	JP3-3	52.60	57.0	PVC	150.0	0.0936	0.04	0.000
61	RP3-12	JP3-8	JP3-18	30.65	57.0	PVC	150.0	0.1248	0.05	0.000
105	RP3-13	T-RP-3	JP3-15	134.47	81.4	PVC	150.0	6.6149	1.27	0.019
54	RP3-14	JP3-15	JP3-16	28.59	81.4	PVC	150.0	6.6149	1.27	0.019
97	RP3-15	JP3-16	JP3-12	61.66	81.4	PVC	150.0	6.6149	1.27	0.019
42	RP3-16	JP3-9	JP3-7	20.77	57.0	PVC	150.0	0.3432	0.13	0.000
75	RP3-17	JP3-25	JP3-1	35.73	57.0	PVC	150.0	0.0624	0.02	0.000
59	RP3-18	JP3-17	JP3-1	30.29	57.0	PVC	150.0	0.1248	0.05	0.000
30	RP3-19	JP3-1	JP3-2	3.92	57.0	PVC	150.0	0.2808	0.11	0.000
86	RP3-20	JP3-2	JP3-24	53.38	57.0	PVC	150.0	0.8953	0.35	0.003
74	RP3-21	JP3-7	JP3-13	34.78	57.0	PVC	150.0	0.1465	0.06	0.000
98	RP3-22	JP3-33	JP3-24	61.27	57.0	PVC	150.0	0.1560	0.06	0.000
44	RP3-23	JP3-10	JP3-11	23.41	57.0	PVC	150.0	0.3050	0.12	0.000
91	RP3-24	JP3-31	JP3-4	58.73	57.0	PVC	150.0	0.2929	0.11	0.000
95	RP3-25	JP3-31	JP3-32	59.85	57.0	PVC	150.0	1.4880	0.58	0.007
103	RP3-26	JP3-4	JP3-22	63.84	67.8	PVC	150.0	2.5056	0.69	0.007
93	RP3-27	JP3-22	JP3-32	59.27	57.0	PVC	150.0	0.7094	0.28	0.002
78	RP3-28	JP3-26	JP3-21	54.30	57.0	PVC	150.0	1.4338	0.56	0.006
68	RP3-29	JP3-22	JP3-23	32.26	67.8	PVC	150.0	3.6206	1.00	0.015

36	RP3-30	JP3-5	JP3-6	13.72	81.4	PVC	150.0	6.5525	1.26	0.018
47	RP3-31	JP3-12	JP3-6	27.09	81.4	PVC	150.0	6.6149	1.27	0.019
77	RP3-32	JP3-5	JP3-20	48.57	67.8	PVC	150.0	2.6199	0.73	0.008
102	RP3-33	JP3-32	JP3-26	63.42	57.0	PVC	150.0	1.1218	0.44	0.004
49	RP3-34	JP3-13	JP3-2	24.91	57.0	PVC	150.0	0.3337	0.13	0.000
90	RP3-35	JP3-24	JP3-3	55.88	57.0	PVC	150.0	1.4951	0.59	0.007
71	RP3-36	JP3-24	JP3-10	34.48	57.0	PVC	150.0	0.0242	0.01	0.000
73	RP3-37	JP3-23	JP3-5	35.68	67.8	PVC	150.0	3.8078	1.05	0.016
65	RP3-38	JP3-20	JP3-21	32.17	67.8	PVC	150.0	2.0578	0.57	0.005

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 10:** Caudal vs diámetro (proyectado del sector 3)



Fuente: Elaboración propia

**Determinación de la variación de la velocidad en los flujos para mejorar las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019**

Para el Reglamento Nacional de edificaciones (2013) “ La velocidad máxima puede ser hasta 3 m/s y en algunos casos puede llegar a ser 5 m/s con la correspondiente justificación” (p.135).

Respecto a la velocidad mínima existe un vacío nacional de norma, sin embargo por motivos de sedimentación se suele escoger un velocidad mínima de 0.6 m/s, según OPS (2005) “La

velocidad mínima debe ser 6 m/s y una tubería con un diámetro mínimo de  $\frac{3}{4}$ " para la tubería de conducción" (p.6).

Esta es una especificación técnica de la implementación de redes para distribuir agua en zonas rurales, sin embargo se refiere a la línea de conducción mas no necesariamente a la líneas de distribución.

Debido a que la red es una red mixta, existen circuitos cerrados y abiertos, donde en esta ultima red, a causa de la ubicación de los predios, se colocaron redes ramificadas, haciendo que las velocidades sean necesariamente 0m/s ya que el flujo termina en el final de la red, justificando de esa manera el porque los valores de la velocidad en algunos casos son menores al 0.6m/s, en las redes cerradas donde hay un flujo continuo del agua las velocidades son mayores a 0.6 m/s.

A continuación se determino la velocidad en cada tramo utilizando el programa WaterCAD/WaterGEMS Connect edition que es la versión mas actual con la cual se puede establecer datos mas optimizados, siempre tomando en cuenta los criterios adecuados respecto a parámetros y normas.

## SECTOR 1

### CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS – VELOCIDAD SECTOR 1

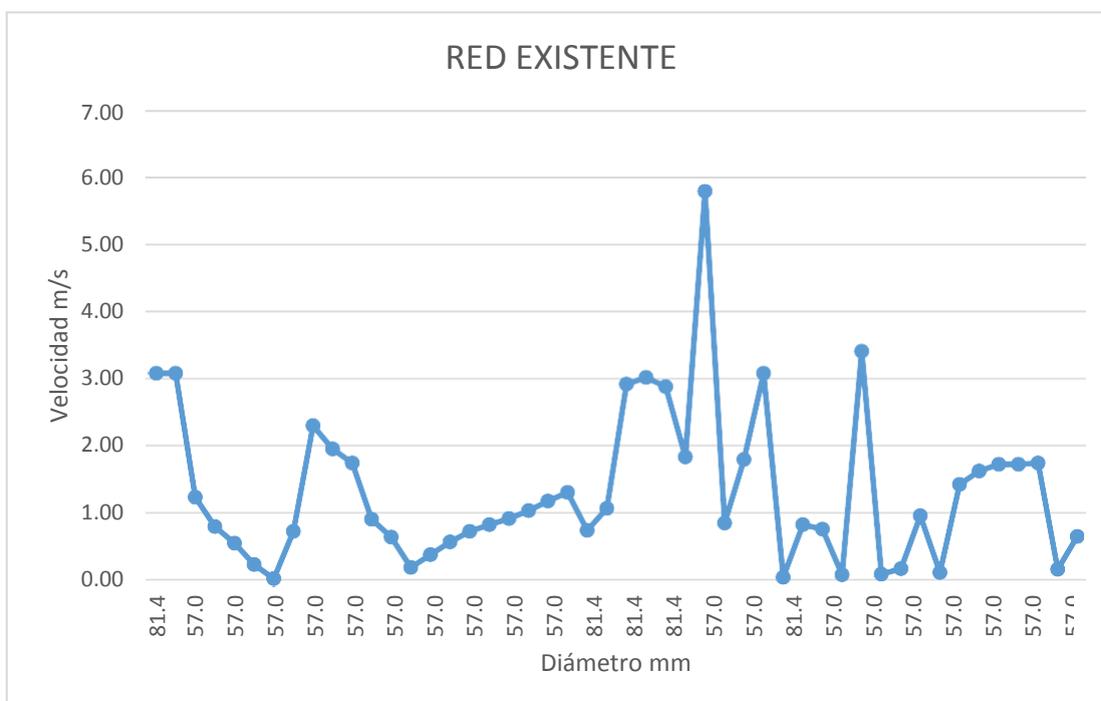
**Cuadro 7:** Resultados de velocidades actuales del sector1

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
1366	RE-1	J-12	J-16	32.91	81.4	PVC	150.0	15.97	3.07	0.095
1401	RE-2	J-16	J-35	52.79	81.4	PVC	150.0	15.97	3.07	0.095
1382	RE-3	J-25	J-15	38.83	57.0	PVC	150.0	3.11	1.22	0.026
1380	RE-4	J-21	J-24	37.41	57.0	PVC	150.0	1.99	0.78	0.011
1410	RE-5	J-28	J-27	65.38	57.0	PVC	150.0	1.34	0.53	0.005
1386	RE-6	J-27	J-17	40.78	57.0	PVC	150.0	0.55	0.21	0.001
1378	RE-7	J-18	J-23	17.95	57.0	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
1406	RE-8	J-34	J-6	60.58	81.4	PVC	150.0	3.71	0.71	0.006
1395	RE-9	J-26	J-32	44.03	57.0	PVC	150.0	5.85	2.29	0.084
1425	RE-10	J-32	J-22	98.93	57.0	PVC	150.0	4.96	1.94	0.062
1376	RE-11	J-22	J-2	35.38	57.0	PVC	150.0	4.41	1.73	0.050
1429	RE-12	J-26	J-44	115.11	57.0	PVC	150.0	2.27	0.89	0.015
1431	RE-13	J-44	J-45	114.94	57.0	PVC	150.0	1.57	0.62	0.007
1435	RE-14	J-45	J-46	186.93	57.0	PVC	150.0	0.43	0.17	0.001
1433	RE-15	J-46	J-19	116.08	57.0	PVC	150.0	0.91	0.36	0.003
1371	RE-16	J-19	J-10	37.11	57.0	PVC	150.0	1.41	0.55	0.006
1422	RE-17	J-11	J-38	81.34	57.0	PVC	150.0	1.81	0.71	0.009
1411	RE-18	J-38	J-36	67.50	57.0	PVC	150.0	2.05	0.81	0.012
1392	RE-19	J-30	J-31	45.28	57.0	PVC	150.0	2.30	0.90	0.015
1408	RE-20	J-31	J-37	62.58	57.0	PVC	150.0	2.60	1.02	0.019
1427	RE-21	J-37	J-42	107.37	57.0	PVC	150.0	2.95	1.16	0.024
1420	RE-22	J-42	J-9	81.09	57.0	PVC	150.0	3.30	1.29	0.029
1353	RE-23	J-9	J-5	22.63	81.4	PVC	150.0	3.74	0.72	0.006
1347	RE-24	J-5	J-6	17.44	81.4	PVC	150.0	5.46	1.05	0.013
1423	RE-25	J-40	J-43	86.70	81.4	PVC	150.0	15.13	2.91	0.086
1428	RE-26	J-43	J-35	115.91	81.4	PVC	150.0	15.68	3.01	0.092
1416	RE-27	J-40	J-39	75.68	81.4	PVC	150.0	14.93	2.87	0.084
1426	RE-28	J-5	J-7	104.03	81.4	PVC	150.0	9.49	1.82	0.036
1414	RE-29	J-39	J-7	74.95	57.0	PVC	150.0	14.78	5.79	0.466
1398	RE-30	J-33	J-34	46.62	81.4	PVC	150.0	4.30	0.83	0.008
1407	RE-31	J-7	J-33	61.09	57.0	PVC	150.0	4.55	1.78	0.053
1358	RE-32	T-RE-1	J-12	26.27	81.4	PVC	150.0	15.97	3.07	0.095
1350	RE-33	J-7	J-8	20.99	81.4	PVC	150.0	0.10	0.02	0.000
1403	RE-34	J-36	J-30	55.50	57.0	PVC	150.0	2.05	0.81	0.012
1388	RE-35	J-24	J-28	41.48	57.0	PVC	150.0	1.89	0.74	0.010
1373	RE-36	J-20	J-21	34.69	57.0	PVC	150.0	0.15	0.06	0.000
1384	RE-37	J-26	J-6	40.08	57.0	PVC	150.0	8.67	3.40	0.173
1390	RE-38	J-29	J-14	43.03	57.0	PVC	150.0	0.19	0.07	0.000
1363	RE-39	J-14	J-15	28.72	57.0	PVC	150.0	0.38	0.15	0.001
1413	RE-40	J-15	J-21	70.41	57.0	PVC	150.0	2.39	0.94	0.016

1418	RE-41	J-41	J-3	78.18	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
1405	RE-42	J-25	J-3	59.07	57.0	PVC	150.0	3.59	1.41	0.034
1344	RE-43	J-3	J-4	18.46	57.0	PVC	150.0	4.11	1.61	0.044
1361	RE-44	J-4	J-13	28.58	57.0	PVC	150.0	4.36	1.71	0.049
1397	RE-45	J-13	J-1	45.22	57.0	PVC	150.0	4.36	1.71	0.049
1341	RE-46	J-1	J-2	5.28	57.0	PVC	150.0	4.41	1.73	0.050
1368	RE-47	J-17	J-18	34.09	57.0	PVC	150.0	0.35	0.14	0.000
1355	RE-48	J-10	J-11	23.25	57.0	PVC	150.0	1.61	0.63	0.008

Fuente: Elaboración Watercad

**Gráfica 11:** *Velocidad vs diámetro (existente del sector 1)*



Fuente: Elaboración en Excel

En este cuadro de reporte se determinó los datos de la velocidad con los diámetros existentes de la red de distribución del agua potabilizada en el distrito los cuales dieron resultados de velocidad que oscilan desde 0.00l/s hasta 3.07 l/s.

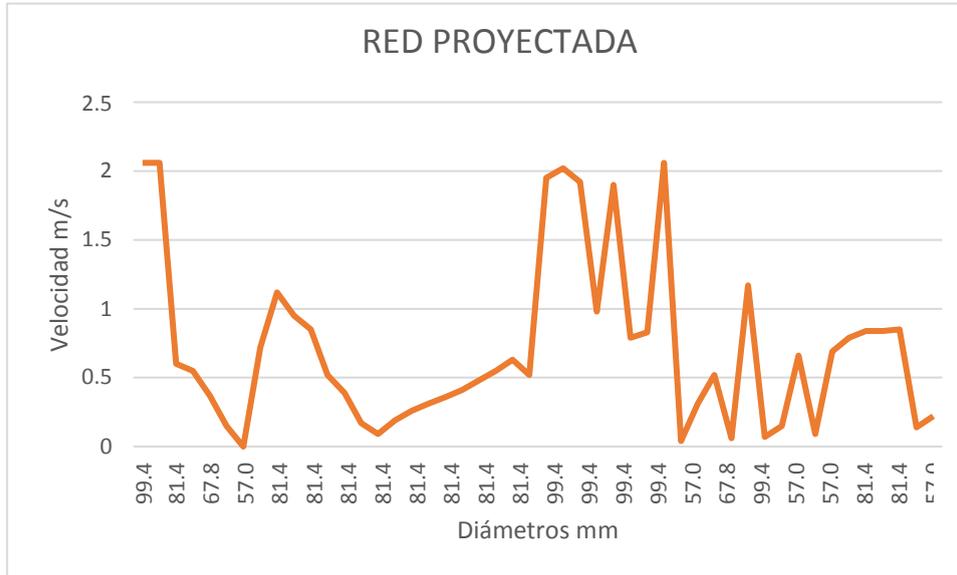
El diámetro actual es ineficiente para abastecer a la población actual y futura, por lo que se recomienda hacer modificaciones con el diámetro.

**Cuadro 8: Resultados de velocidades proyectada del sector I**

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
1366	RP-1	J-12	J-16	32.91	99.4	PVC	150.0	15.97	2.06	0.036
1401	RP-2	J-16	J-35	52.79	99.4	PVC	150.0	15.97	2.06	0.036
1382	RP-3	J-25	J-15	38.83	81.4	PVC	150.0	3.11	0.60	0.005
1380	RP-4	J-21	J-24	37.41	67.8	PVC	150.0	1.99	0.55	0.005
1410	RP-5	J-28	J-27	65.38	67.8	PVC	150.0	1.34	0.37	0.002
1386	RP-6	J-27	J-17	40.78	67.8	PVC	150.0	0.55	0.15	0.000
1378	RP-7	J-18	J-23	17.95	57.0	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
1406	RP-8	J-34	J-6	60.58	99.4	PVC	150.0	5.57	0.72	0.005
1395	RP-9	J-26	J-32	44.03	81.4	PVC	150.0	5.85	1.12	0.015
1425	RP-10	J-32	J-22	98.93	81.4	PVC	150.0	4.96	0.95	0.011
1376	RP-11	J-22	J-2	35.38	81.4	PVC	150.0	4.41	0.85	0.009
1429	RP-12	J-26	J-44	115.11	81.4	PVC	150.0	2.71	0.52	0.004
1431	RP-13	J-44	J-45	114.94	81.4	PVC	150.0	2.02	0.39	0.002
1435	RP-14	J-45	J-46	186.93	81.4	PVC	150.0	0.88	0.17	0.000
1433	RP-15	J-46	J-19	116.08	81.4	PVC	150.0	0.47	0.09	0.000
1371	RP-16	J-19	J-10	37.11	81.4	PVC	150.0	0.96	0.19	0.001
1422	RP-17	J-11	J-38	81.34	81.4	PVC	150.0	1.36	0.26	0.001
1411	RP-18	J-38	J-36	67.50	81.4	PVC	150.0	1.61	0.31	0.001
1392	RP-19	J-30	J-31	45.28	81.4	PVC	150.0	1.86	0.36	0.002
1408	RP-20	J-31	J-37	62.58	81.4	PVC	150.0	2.16	0.41	0.002
1427	RP-21	J-37	J-42	107.37	81.4	PVC	150.0	2.51	0.48	0.003
1420	RP-22	J-42	J-9	81.09	81.4	PVC	150.0	2.85	0.55	0.004
1353	RP-23	J-9	J-5	22.63	81.4	PVC	150.0	3.30	0.63	0.005
1347	RP-24	J-5	J-6	17.44	99.4	PVC	150.0	4.04	0.52	0.003
1423	RP-25	J-40	J-43	86.70	99.4	PVC	150.0	15.13	1.95	0.032
1428	RP-26	J-43	J-35	115.91	99.4	PVC	150.0	15.68	2.02	0.035
1416	RP-27	J-40	J-39	75.68	99.4	PVC	150.0	14.93	1.92	0.032
1426	RP-28	J-5	J-7	104.03	99.4	PVC	150.0	7.63	0.98	0.009
1414	RP-29	J-39	J-7	74.95	99.4	PVC	150.0	14.78	1.90	0.031
1398	RP-30	J-33	J-34	46.62	99.4	PVC	150.0	6.16	0.79	0.006
1407	RP-31	J-7	J-33	61.09	99.4	PVC	150.0	6.41	0.83	0.007
1358	RP-32	T-1	J-12	26.27	99.4	PVC	150.0	15.97	2.06	0.036
1350	RP-33	J-7	J-8	20.99	57.0	PVC	150.0	0.10	0.04	0.000
1403	RP-34	J-36	J-30	55.50	81.4	PVC	150.0	1.61	0.31	0.001
1388	RP-35	J-24	J-28	41.48	67.8	PVC	150.0	1.89	0.52	0.004
1373	RP-36	J-20	J-21	34.69	57.0	PVC	150.0	0.15	0.06	0.000
1384	RP-37	J-26	J-6	40.08	99.4	PVC	150.0	9.11	1.17	0.013
1390	RP-38	J-29	J-14	43.03	57.0	PVC	150.0	0.19	0.07	0.000
1363	RP-39	J-14	J-15	28.72	57.0	PVC	150.0	0.38	0.15	0.001
1413	RP-40	J-15	J-21	70.41	67.8	PVC	150.0	2.39	0.66	0.007
1418	RP-41	J-41	J-3	78.18	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
1405	RP-42	J-25	J-3	59.07	81.4	PVC	150.0	3.59	0.69	0.006
1344	RP-43	J-3	J-4	18.46	81.4	PVC	150.0	4.11	0.79	0.008
1361	RP-44	J-4	J-13	28.58	81.4	PVC	150.0	4.36	0.84	0.009
1397	RP-45	J-13	J-1	45.22	81.4	PVC	150.0	4.36	0.84	0.009
1341	RP-46	J-1	J-2	5.28	81.4	PVC	150.0	4.41	0.85	0.009
1368	RP-47	J-17	J-18	34.09	57.0	PVC	150.0	0.35	0.14	0.000
1355	RP-48	J-10	J-11	23.25	81.4	PVC	150.0	1.16	0.22	0.001

Fuente: Elaboración en Watercad

**Gráfica 12:** *Velocidad vs diámetro (proyectado del sector 1)*



Fuente: Elaboración en Excel

En este cuadro de reporte se determinó los datos de la velocidad con los diámetros optimizados de la red de distribución del agua potabilizada en el distrito, los cuales botaron resultados de velocidad que oscilan desde 0.00 l/s hasta 2.06 l/s, con lo que se corrobora que no sobrepasa la velocidad máxima permitida según la norma.

## SECTOR 2

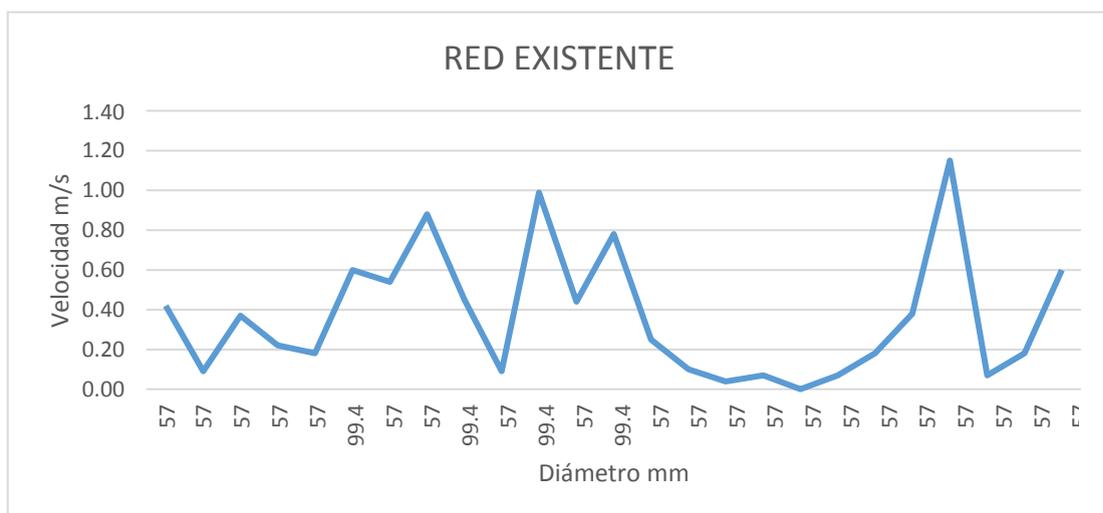
### CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS – VELOCIDAD SECTOR 2

**Cuadro 9:** Resultados de velocidades actual del sector2

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
78	RE2-1	JE2-24	JE2-21	102.45	57.0	PVC	150.0	1.08	0.42	0.004
64	RE2-2	JE2-19	JE2-20	64.95	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
57	RE2-3	JE2-16	JE2-17	53.98	57.0	PVC	150.0	0.94	0.37	0.003
71	RE2-4	JE2-17	JE2-22	75.86	57.0	PVC	150.0	0.57	0.22	0.001
73	RE2-5	JE2-22	JE2-23	74.76	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
77	RE2-6	JE2-7	JE2-9	101.21	99.4	PVC	150.0	4.64	0.60	0.004
67	RE2-7	JE2-12	JE2-15	65.72	57.0	PVC	150.0	1.37	0.54	0.006
63	RE2-8	JE2-15	JE2-5	60.31	57.0	PVC	150.0	2.25	0.88	0.014
60	RE2-9	JE2-18	JE2-9	61.45	99.4	PVC	150.0	3.50	0.45	0.002
33	RE2-10	JE2-2	JE2-3	22.82	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
30	RE2-11	T-RE-2	JE2-1	22.62	99.4	PVC	150.0	7.69	0.99	0.009
62	RE2-12	JE2-16	JE2-7	60.76	57.0	PVC	150.0	1.11	0.44	0.004
41	RE2-13	JE2-7	JE2-1	39.41	99.4	PVC	150.0	6.03	0.78	0.006
69	RE2-14	JE2-21	JE2-19	69.47	57.0	PVC	150.0	0.63	0.25	0.001
79	RE2-15	JE2-23	JE2-25	102.44	57.0	PVC	150.0	0.26	0.10	0.000
53	RE2-16	JE2-14	JE2-15	46.65	57.0	PVC	150.0	0.11	0.04	0.000
46	RE2-17	JE2-10	JE2-6	45.10	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
48	RE2-18	JE2-11	JE2-12	45.93	57.0	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
36	RE2-19	JE2-4	JE2-5	26.25	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
39	RE2-20	JE2-3	JE2-6	27.12	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
56	RE2-21	JE2-12	JE2-6	52.98	57.0	PVC	150.0	0.97	0.38	0.003
68	RE2-22	JE2-5	JE2-18	67.61	57.0	PVC	150.0	2.93	1.15	0.023
51	RE2-23	JE2-13	JE2-8	46.23	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
43	RE2-24	JE2-8	JE2-9	42.53	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
75	RE2-25	JE2-1	JE2-24	84.17	57.0	PVC	150.0	1.54	0.60	0.007

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 12:** Velocidad vs diámetro (existente del sector 2)



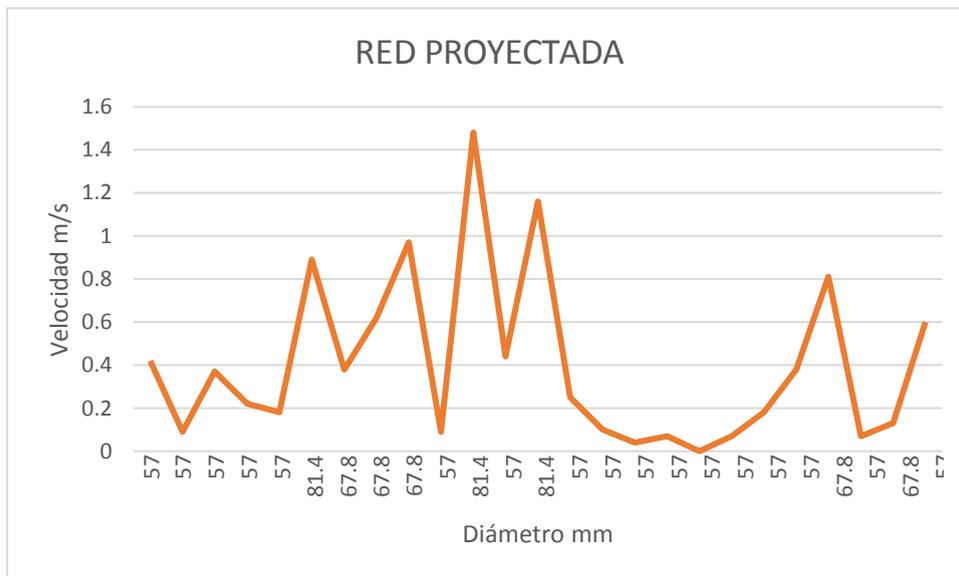
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 10: Resultados de velocidades proyectada del sector2**

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
78	RP2-1	JP2-24	JP2-21	102.45	57.0	PVC	150.0	1.08	0.42	0.004
64	RP2-2	JP2-19	JP2-20	64.95	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
57	RP2-3	JP2-16	JP2-17	53.98	57.0	PVC	150.0	0.94	0.37	0.003
71	RP2-4	JP2-17	JP2-22	75.86	57.0	PVC	150.0	0.57	0.22	0.001
73	RP2-5	JP2-22	JP2-23	74.76	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
77	RP2-6	JP2-7	JP2-9	101.21	81.4	PVC	150.0	4.64	0.89	0.010
67	RP2-7	JP2-12	JP2-15	65.72	67.8	PVC	150.0	1.37	0.38	0.002
63	RP2-8	JP2-15	JP2-5	60.31	67.8	PVC	150.0	2.25	0.62	0.006
60	RP2-9	JP2-18	JP2-9	61.45	67.8	PVC	150.0	3.50	0.97	0.014
33	RP2-10	JP2-2	JP2-3	22.82	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
30	RP2-11	T-RP-2	JP2-1	22.62	81.4	PVC	150.0	7.69	1.48	0.024
62	RP2-12	JP2-16	JP2-7	60.76	57.0	PVC	150.0	1.11	0.44	0.004
41	RP2-13	JP2-7	JP2-1	39.41	81.4	PVC	150.0	6.03	1.16	0.016
69	RP2-14	JP2-21	JP2-19	69.47	57.0	PVC	150.0	0.63	0.25	0.001
79	RP2-15	JP2-23	JP2-25	102.44	57.0	PVC	150.0	0.26	0.10	0.000
53	RP2-16	JP2-14	JP2-15	46.65	57.0	PVC	150.0	0.11	0.04	0.000
46	RP2-17	JP2-10	JP2-6	45.10	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
48	RP2-18	JP2-11	JP2-12	45.93	57.0	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
36	RP2-19	JP2-4	JP2-5	26.25	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
39	RP2-20	JP2-3	JP2-6	27.12	57.0	PVC	150.0	0.46	0.18	0.001
56	RP2-21	JP2-12	JP2-6	52.98	57.0	PVC	150.0	0.97	0.38	0.003
68	RP2-22	JP2-5	JP2-18	67.61	67.8	PVC	150.0	2.93	0.81	0.010
51	RP2-23	JP2-13	JP2-8	46.23	57.0	PVC	150.0	0.17	0.07	0.000
43	RP2-24	JP2-8	JP2-9	42.53	67.8	PVC	150.0	0.46	0.13	0.000
75	RP2-25	JP2-1	JP2-24	84.17	57.0	PVC	150.0	1.54	0.60	0.007

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 13: Velocidad vs diámetro (proyectada del sector 2)**



Fuente: Elaboración propia

## SECTOR 3

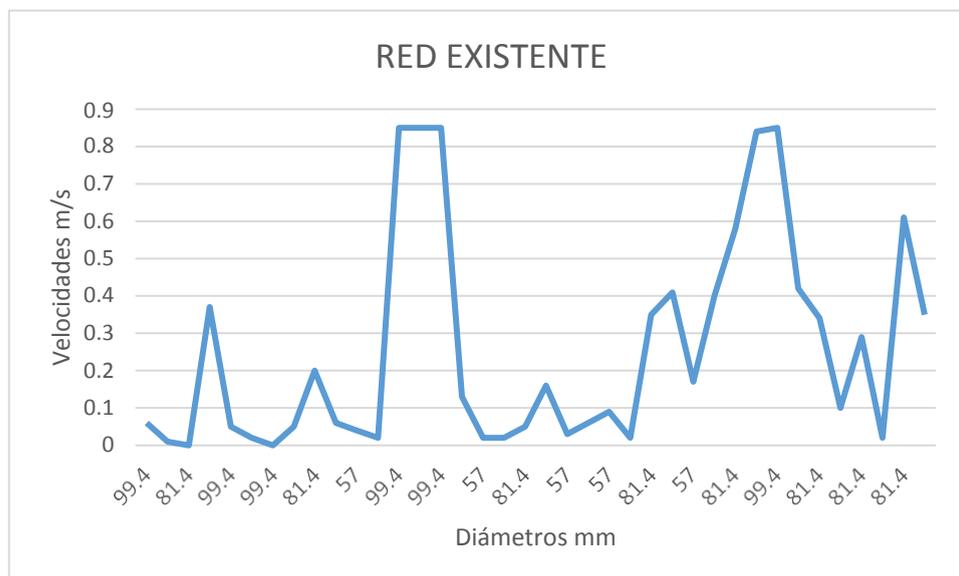
### CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS – VELOCIDAD SECTOR 3

**Cuadro 11:** Resultados de velocidades existentes del sector3

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
80	RP-1	J-23	J-29	54.00	99.4	PVC	150.0	0.44	0.06	0.000
100	RP-2	J-29	J-36	63.45	99.4	PVC	150.0	0.06	0.01	0.000
96	RP-3	J-33	J-11	60.60	81.4	PVC	150.0	1.48	0.28	0.001
33	RP-4	J-3	J-4	4.30	81.4	PVC	150.0	1.93	0.37	0.002
104	RP-5	J-22	J-32	73.48	99.4	PVC	150.0	0.41	0.05	0.000
87	RP-6	J-32	J-30	53.86	99.4	PVC	150.0	0.16	0.02	0.000
82	RP-7	J-30	J-15	26.15	99.4	PVC	150.0	0.00	0.00	0.000
63	RP-8	J-9	J-21	30.81	57.0	PVC	150.0	0.12	0.05	0.000
89	RP-9	J-11	J-7	55.86	81.4	PVC	150.0	1.02	0.20	0.001
39	RP-10	J-7	J-8	19.89	81.4	PVC	150.0	0.31	0.06	0.000
84	RP-11	J-31	J-3	52.60	57.0	PVC	150.0	0.09	0.04	0.000
61	RP-12	J-8	J-20	30.65	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02	0.000
105	RP-13	T-1	J-16	134.47	99.4	PVC	150.0	6.61	0.85	0.007
54	RP-14	J-16	J-17	28.59	99.4	PVC	150.0	6.61	0.85	0.007
97	RP-15	J-17	J-12	61.66	99.4	PVC	150.0	6.61	0.85	0.007
42	RP-16	J-9	J-7	20.77	57.0	PVC	150.0	0.34	0.13	0.000
75	RP-17	J-27	J-1	35.73	57.0	PVC	150.0	0.06	0.02	0.000
59	RP-18	J-19	J-1	30.29	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02	0.000
30	RP-19	J-1	J-2	3.92	81.4	PVC	150.0	0.28	0.05	0.000
86	RP-20	J-2	J-26	53.38	81.4	PVC	150.0	0.82	0.16	0.000
74	RP-21	J-7	J-13	34.78	57.0	PVC	150.0	0.07	0.03	0.000
98	RP-22	J-35	J-26	61.27	57.0	PVC	150.0	0.16	0.06	0.000
44	RP-23	J-10	J-11	23.41	57.0	PVC	150.0	0.23	0.09	0.000
91	RP-24	J-33	J-4	58.73	57.0	PVC	150.0	0.06	0.02	0.000
95	RP-25	J-33	J-34	59.85	81.4	PVC	150.0	1.85	0.35	0.002
103	RP-26	J-4	J-24	63.84	81.4	PVC	150.0	2.15	0.41	0.002
93	RP-27	J-24	J-34	59.27	57.0	PVC	150.0	0.44	0.17	0.001
78	RP-28	J-28	J-23	54.30	81.4	PVC	150.0	2.06	0.40	0.002
68	RP-29	J-24	J-25	32.26	81.4	PVC	150.0	3.00	0.58	0.004
36	RP-30	J-5	J-6	13.72	99.4	PVC	150.0	6.55	0.84	0.007
47	RP-31	J-12	J-6	27.09	99.4	PVC	150.0	6.61	0.85	0.007
77	RP-32	J-5	J-22	48.57	99.4	PVC	150.0	3.24	0.42	0.002
102	RP-33	J-34	J-28	63.42	81.4	PVC	150.0	1.74	0.34	0.002
49	RP-34	J-13	J-2	24.91	57.0	PVC	150.0	0.26	0.10	0.000
90	RP-35	J-26	J-3	55.88	81.4	PVC	150.0	1.49	0.29	0.001
71	RP-36	J-26	J-10	34.48	57.0	PVC	150.0	0.05	0.02	0.000
73	RP-37	J-25	J-5	35.68	81.4	PVC	150.0	3.18	0.61	0.005
65	RP-38	J-22	J-23	32.17	99.4	PVC	150.0	2.68	0.35	0.001

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 14:** *Velocidad vs diámetro (existente del sector 3)*



Fuente: Elaboración propia

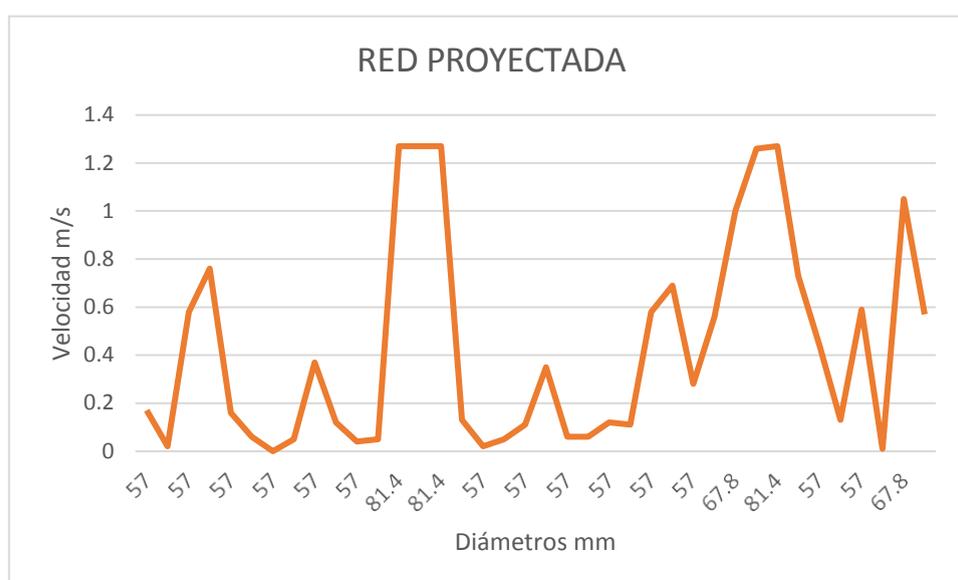
**Cuadro 12:** *Resultados de velocidades proyectada del sector3*

ID	Label	Start Node	Stop Node	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
80	RP3-1	JP3-21	JP3-27	54.00	57.0	PVC	150.0	0.4368	0.17	0.001
100	RP3-2	JP3-27	JP3-34	63.45	57.0	PVC	150.0	0.0624	0.02	0.000
96	RP3-3	JP3-31	JP3-11	60.60	57.0	PVC	150.0	1.4689	0.58	0.006
33	RP3-4	JP3-3	JP3-4	4.30	57.0	PVC	150.0	1.9319	0.76	0.011
104	RP3-5	JP3-20	JP3-30	73.48	57.0	PVC	150.0	0.4061	0.16	0.001
87	RP3-6	JP3-30	JP3-28	53.86	57.0	PVC	150.0	0.1565	0.06	0.000
82	RP3-7	JP3-28	JP3-14	26.15	57.0	PVC	150.0	0.0005	0.00	0.000
63	RP3-8	JP3-9	JP3-19	30.81	57.0	PVC	150.0	0.1248	0.05	0.000
89	RP3-9	JP3-11	JP3-7	55.86	57.0	PVC	150.0	0.9455	0.37	0.003
39	RP3-10	JP3-7	JP3-8	19.89	57.0	PVC	150.0	0.3120	0.12	0.000
84	RP3-11	JP3-29	JP3-3	52.60	57.0	PVC	150.0	0.0936	0.04	0.000
61	RP3-12	JP3-8	JP3-18	30.65	57.0	PVC	150.0	0.1248	0.05	0.000
105	RP3-13	T-RP-3	JP3-15	134.47	81.4	PVC	150.0	6.6149	1.27	0.019
54	RP3-14	JP3-15	JP3-16	28.59	81.4	PVC	150.0	6.6149	1.27	0.019
97	RP3-15	JP3-16	JP3-12	61.66	81.4	PVC	150.0	6.6149	1.27	0.019
42	RP3-16	JP3-9	JP3-7	20.77	57.0	PVC	150.0	0.3432	0.13	0.000
75	RP3-17	JP3-25	JP3-1	35.73	57.0	PVC	150.0	0.0624	0.02	0.000
59	RP3-18	JP3-17	JP3-1	30.29	57.0	PVC	150.0	0.1248	0.05	0.000
30	RP3-19	JP3-1	JP3-2	3.92	57.0	PVC	150.0	0.2808	0.11	0.000
86	RP3-20	JP3-2	JP3-24	53.38	57.0	PVC	150.0	0.8953	0.35	0.003
74	RP3-21	JP3-7	JP3-13	34.78	57.0	PVC	150.0	0.1465	0.06	0.000
98	RP3-22	JP3-33	JP3-24	61.27	57.0	PVC	150.0	0.1560	0.06	0.000
44	RP3-23	JP3-10	JP3-11	23.41	57.0	PVC	150.0	0.3050	0.12	0.000
91	RP3-24	JP3-31	JP3-4	58.73	57.0	PVC	150.0	0.2929	0.11	0.000
95	RP3-25	JP3-31	JP3-32	59.85	57.0	PVC	150.0	1.4880	0.58	0.007
103	RP3-26	JP3-4	JP3-22	63.84	67.8	PVC	150.0	2.5056	0.69	0.007

93	RP3-27	JP3-22	JP3-32	59.27	57.0	PVC	150.0	0.7094	0.28	0.002
78	RP3-28	JP3-26	JP3-21	54.30	57.0	PVC	150.0	1.4338	0.56	0.006
68	RP3-29	JP3-22	JP3-23	32.26	67.8	PVC	150.0	3.6206	1.00	0.015
36	RP3-30	JP3-5	JP3-6	13.72	81.4	PVC	150.0	6.5525	1.26	0.018
47	RP3-31	JP3-12	JP3-6	27.09	81.4	PVC	150.0	6.6149	1.27	0.019
77	RP3-32	JP3-5	JP3-20	48.57	67.8	PVC	150.0	2.6199	0.73	0.008
102	RP3-33	JP3-32	JP3-26	63.42	57.0	PVC	150.0	1.1218	0.44	0.004
49	RP3-34	JP3-13	JP3-2	24.91	57.0	PVC	150.0	0.3337	0.13	0.000
90	RP3-35	JP3-24	JP3-3	55.88	57.0	PVC	150.0	1.4951	0.59	0.007
71	RP3-36	JP3-24	JP3-10	34.48	57.0	PVC	150.0	0.0242	0.01	0.000
73	RP3-37	JP3-23	JP3-5	35.68	67.8	PVC	150.0	3.8078	1.05	0.016
65	RP3-38	JP3-20	JP3-21	32.17	67.8	PVC	150.0	2.0578	0.57	0.005

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 14: Velocidad vs diámetro (proyectada del sector 3)**



Fuente: Elaboración propia

### **Análisis de la variación de la presión de los flujos para mejorar la distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019.**

Por las necesidades domésticas la presión debe ser mínima y por mantenimiento de red debe ser presión máxima, con presiones elevadas ocasionarían pérdidas por fuga y grandes golpes de ariete.

Se ha considerado una presión mínima de 10m para presión dinámica mínima, ósea en funcionamiento y una presión máxima de 50 m para presión estática máxima de columna de agua.

**SECTOR 1**

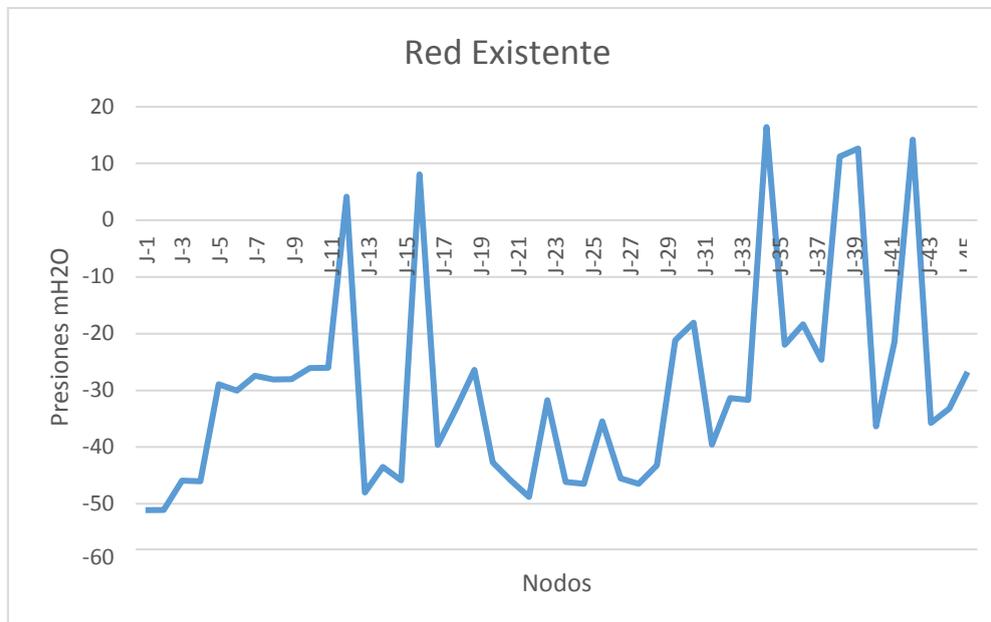
**CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS – PRESIÓN SECTOR 1**

**Cuadro 13: Resultados de presión existente del sector 1**

ID	Label	ELEVACIÓN (m)	Demand (L/s)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	Pressure (m H2O)
1342	J-1	2,975.30	0.05	2,924.06	-51.14
1343	J-2	2,975.53	0.00	2,924.32	-51.10
1345	J-3	2,965.71	0.30	2,919.69	-45.93
1346	J-4	2,966.63	0.25	2,920.49	-46.04
1348	J-5	2,972.07	0.29	2,943.04	-28.97
1349	J-6	2,972.94	0.50	2,942.81	-30.07
1351	J-7	2,974.30	0.64	2,946.80	-27.45
1352	J-8	2,974.95	0.10	2,946.80	-28.10
1354	J-9	2,970.99	0.45	2,942.89	-28.05
1356	J-10	2,960.00	0.20	2,933.76	-26.19
1357	J-11	2,960.00	0.20	2,933.93	-26.01
1360	J-12	3,009.75	0.00	3,013.89	4.13
1362	J-13	2,970.00	0.00	2,921.87	-48.03
1364	J-14	2,960.26	0.19	2,916.67	-43.50
1365	J-15	2,962.67	0.35	2,916.68	-45.89
1367	J-16	3,002.76	0.00	3,010.84	8.07
1369	J-17	2,954.02	0.20	2,914.31	-39.63
1370	J-18	2,947.59	0.35	2,914.29	-33.22
1372	J-19	2,960.00	0.50	2,933.53	-26.41
1374	J-20	2,958.37	0.15	2,915.56	-42.72
1375	J-21	2,961.56	0.25	2,915.56	-45.90
1377	J-22	2,975.00	0.55	2,926.08	-48.83
1379	J-23	2,946.11	0.00	2,914.29	-31.75
1381	J-24	2,961.37	0.10	2,915.14	-46.14
1383	J-25	2,964.28	0.48	2,917.69	-46.49
1385	J-26	2,971.43	0.55	2,935.86	-35.49
1387	J-27	2,960.00	0.80	2,914.35	-45.55
1389	J-28	2,961.30	0.55	2,914.71	-46.49
1391	J-29	2,960.00	0.19	2,916.66	-43.25
1393	J-30	2,957.41	0.25	2,936.19	-21.18
1394	J-31	2,955.00	0.30	2,936.86	-18.10
1396	J-32	2,971.85	0.89	2,932.17	-39.60
1399	J-33	2,975.00	0.25	2,943.58	-31.35
1400	J-34	2,975.00	0.60	2,943.19	-31.74
1402	J-35	2,989.57	0.30	3,005.99	16.40
1404	J-36	2,957.54	0.00	2,935.52	-21.98
1409	J-37	2,956.43	0.35	2,938.03	-18.36
1412	J-38	2,959.36	0.25	2,934.71	-24.61
1415	J-39	2,970.44	0.15	2,981.67	11.20
1417	J-40	2,975.39	0.20	2,987.99	12.58
1419	J-41	2,956.44	0.23	2,919.67	-36.69
1421	J-42	2,962.12	0.35	2,940.56	-21.52
1424	J-43	2,981.23	0.55	2,995.41	14.15
1430	J-44	2,970.00	0.70	2,934.19	-35.74
1432	J-45	2,966.63	1.14	2,933.35	-33.22
1434	J-46	2,960.00	1.34	2,933.22	-26.72

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 15:** Presión existente del sector 1



Fuente: Elaboración propia

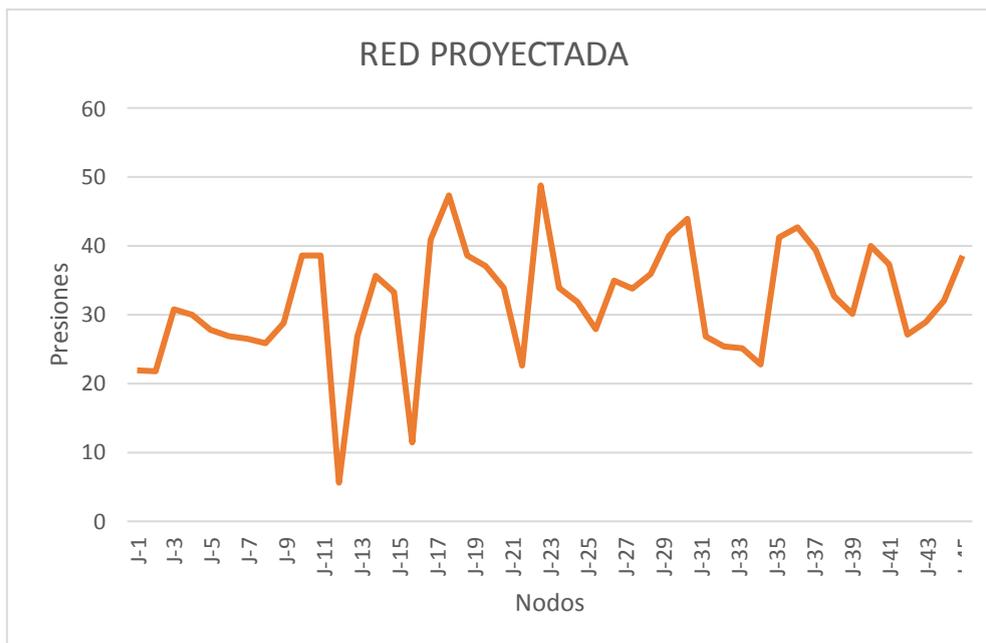
**Cuadro 14:** Resultados de presión proyectada del sector 1

ID	Label	ELEVACIÓN (m)	Demand (L/s)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	Pressure (m H2O)
1342	J-1	2,975.30	0.05	2,997.30	21.96
1343	J-2	2,975.53	0.00	2,997.35	21.78
1345	J-3	2,965.71	0.30	2,996.53	30.76
1346	J-4	2,966.63	0.25	2,996.67	29.99
1348	J-5	2,972.07	0.29	2,999.94	27.82
1349	J-6	2,972.94	0.50	2,999.89	26.90
1351	J-7	2,974.30	0.64	3,000.89	26.53
1352	J-8	2,974.95	0.10	3,000.89	25.88
1354	J-9	2,970.99	0.45	2,999.82	28.77
1356	J-10	2,960.00	0.20	2,998.69	38.61
1357	J-11	2,960.00	0.20	2,998.71	38.63
1360	J-12	3,009.75	0.00	3,015.39	5.63
1362	J-13	2,970.00	0.00	2,996.92	26.86
1364	J-14	2,960.26	0.19	2,995.99	35.66
1365	J-15	2,962.67	0.35	2,996.00	33.27
1367	J-16	3,002.76	0.00	3,014.24	11.46
1369	J-17	2,954.02	0.20	2,994.98	40.88
1370	J-18	2,947.59	0.35	2,994.97	47.29
1372	J-19	2,960.00	0.50	2,998.67	38.59
1374	J-20	2,958.37	0.15	2,995.52	37.08
1375	J-21	2,961.56	0.25	2,995.52	33.89
1377	J-22	2,975.00	0.55	2,997.66	22.61
1379	J-23	2,946.11	0.00	2,994.97	48.76
1381	J-24	2,961.37	0.10	2,995.34	33.90
1383	J-25	2,964.28	0.48	2,996.18	31.84

1385	J-26	2,971.43	0.55	2,999.38	27.90
1387	J-27	2,960.00	0.80	2,995.00	34.94
1389	J-28	2,961.30	0.55	2,995.16	33.79
1391	J-29	2,960.00	0.19	2,995.98	35.91
1393	J-30	2,957.41	0.25	2,998.96	41.46
1394	J-31	2,955.00	0.30	2,999.04	43.95
1396	J-32	2,971.85	0.89	2,998.73	26.83
1399	J-33	2,975.00	0.25	3,000.49	25.43
1400	J-34	2,975.00	0.60	3,000.20	25.15
1402	J-35	2,989.57	0.30	3,012.41	22.79
1404	J-36	2,957.54	0.00	2,998.88	41.26
1409	J-37	2,956.43	0.35	2,999.18	42.66
1412	J-38	2,959.36	0.25	2,998.79	39.34
1415	J-39	2,970.44	0.15	3,003.21	32.70
1417	J-40	2,975.39	0.20	3,005.60	30.15
1419	J-41	2,956.44	0.23	2,996.52	40.00
1421	J-42	2,962.12	0.35	2,999.51	37.31
1424	J-43	2,981.23	0.55	3,008.40	27.12
1430	J-44	2,970.00	0.70	2,998.97	28.92
1432	J-45	2,966.63	1.14	2,998.74	32.04
1434	J-46	2,960.00	1.34	2,998.66	38.58

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 16:** *Presión proyectada del sector 1*



Fuente: Elaboración propia

## SECTOR 2

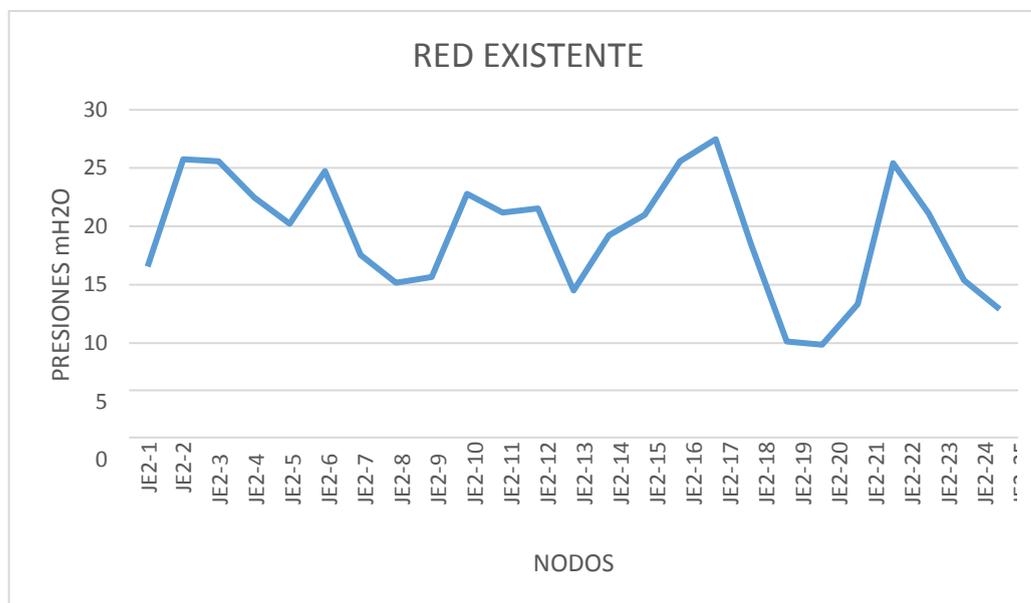
### CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS – PRESIÓN SECTOR 2

**Cuadro 15:** Resultados de presión existente del sector2

ID	Label	ELEVACIÓN (m)	Demand (L/s)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	Pressure (m H2O)
32	JE2-1	2,988.50	0.11	3,005.11	16.58
34	JE2-2	2,975.60	0.23	3,001.39	25.74
35	JE2-3	2,975.77	0.23	3,001.40	25.58
37	JE2-4	2,980.28	0.17	3,002.80	22.48
38	JE2-5	2,982.55	0.51	3,002.81	20.22
40	JE2-6	2,976.63	0.34	3,001.42	24.74
42	JE2-7	2,987.30	0.28	3,004.88	17.55
44	JE2-8	2,989.27	0.28	3,004.48	15.18
45	JE2-9	2,988.82	0.68	3,004.51	15.66
47	JE2-10	2,978.56	0.17	3,001.41	22.80
49	JE2-11	2,980.35	0.00	3,001.58	21.18
50	JE2-12	2,980.00	0.40	3,001.58	21.53
52	JE2-13	2,989.92	0.17	3,004.48	14.53
54	JE2-14	2,982.67	0.11	3,001.95	19.24
55	JE2-15	2,980.92	0.77	3,001.95	20.99
58	JE2-16	2,979.02	0.17	3,004.65	25.58
59	JE2-17	2,976.97	0.37	3,004.50	27.47
61	JE2-18	2,985.88	0.57	3,004.38	18.47
65	JE2-19	2,993.89	0.40	3,004.05	10.14
66	JE2-20	2,994.15	0.23	3,004.04	9.87
70	JE2-21	2,990.78	0.46	3,004.14	13.34
72	JE2-22	2,978.94	0.11	3,004.41	25.41
74	JE2-23	2,983.21	0.20	3,004.35	21.10
76	JE2-24	2,989.10	0.46	3,004.52	15.39
80	JE2-25	2,991.40	0.26	3,004.33	12.90

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 17: Presión existente del sector2**



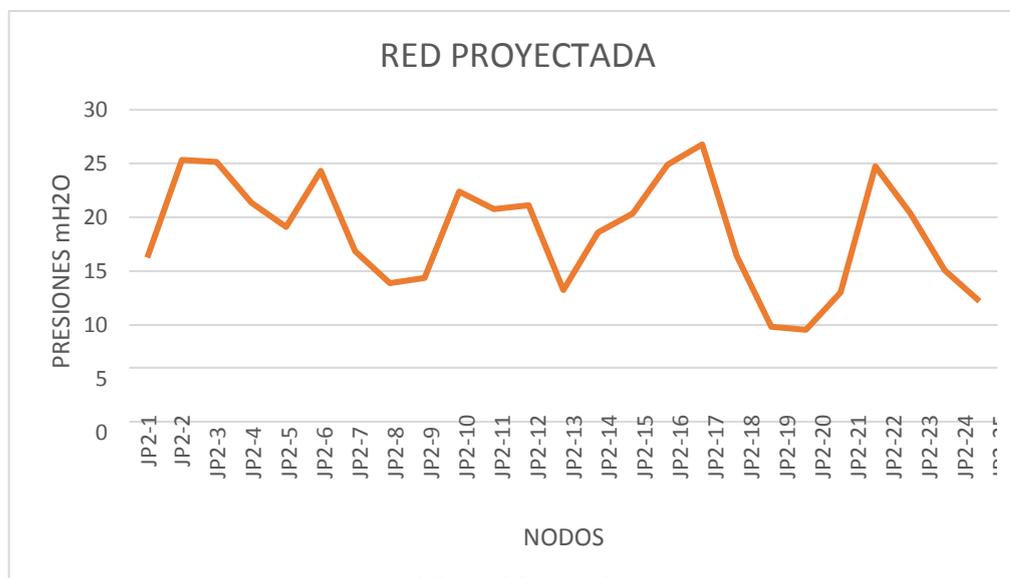
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 16: Resultados de presión proyectada del sector2**

ID	Label	ELEVACIÓN (m)	Demand (L/s)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	Pressure (m H2O)
32	JP2-1	2,988.50	0.11	3,004.81	16.27
34	JP2-2	2,975.60	0.23	3,000.98	25.32
35	JP2-3	2,975.77	0.23	3,000.98	25.17
37	JP2-4	2,980.28	0.17	3,001.69	21.36
38	JP2-5	2,982.55	0.51	3,001.69	19.10
40	JP2-6	2,976.63	0.34	3,001.00	24.33
42	JP2-7	2,987.30	0.28	3,004.19	16.86
44	JP2-8	2,989.27	0.28	3,003.20	13.90
45	JP2-9	2,988.82	0.68	3,003.22	14.37
47	JP2-10	2,978.56	0.17	3,001.00	22.39
49	JP2-11	2,980.35	0.00	3,001.16	20.76
50	JP2-12	2,980.00	0.40	3,001.16	21.12
52	JP2-13	2,989.92	0.17	3,003.20	13.26
54	JP2-14	2,982.67	0.11	3,001.32	18.61
55	JP2-15	2,980.92	0.77	3,001.32	20.36
58	JP2-16	2,979.02	0.17	3,003.96	24.89
59	JP2-17	2,976.97	0.37	3,003.80	26.78
61	JP2-18	2,985.88	0.57	3,002.37	16.45
65	JP2-19	2,993.89	0.40	3,003.74	9.83
66	JP2-20	2,994.15	0.23	3,003.73	9.56
70	JP2-21	2,990.78	0.46	3,003.84	13.03
72	JP2-22	2,978.94	0.11	3,003.72	24.73
74	JP2-23	2,983.21	0.20	3,003.66	20.41
76	JP2-24	2,989.10	0.46	3,004.21	15.08
80	JP2-25	2,991.40	0.26	3,003.64	12.21

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 18: Presión proyectada del sector2**



Fuente: Elaboración propia

**SECTOR 3**

**CUADRO REPORTE DE DATOS DE LAS TUBERÍAS – PRESIÓN SECTOR 3**

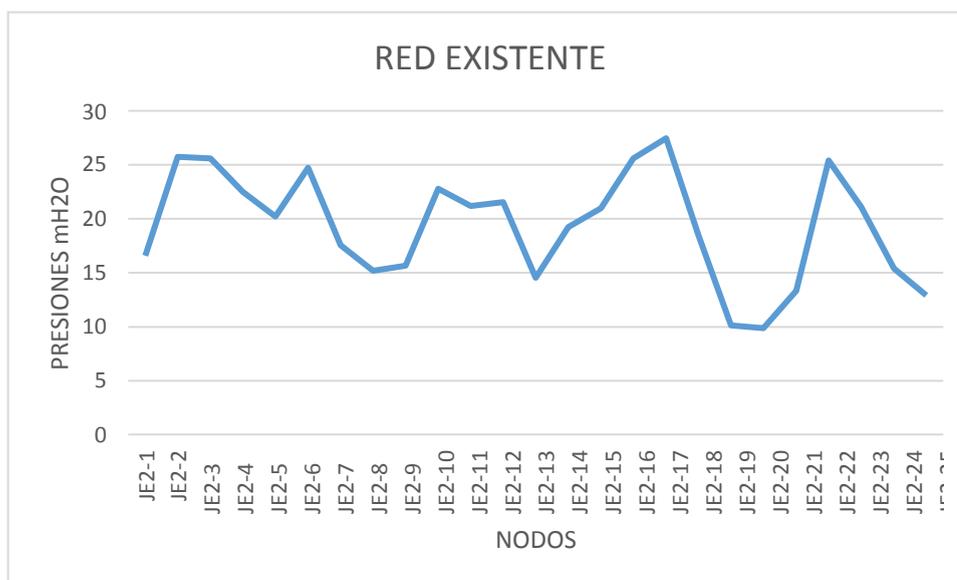
**Cuadro 17: Resultados de presión existente del sector3**

ID	Label	ELEVACIÓN (m)	Demand (L/s)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	Pressure (m H2O)
31	J-1	2,976.56	0.09	3,027.43	50.76
32	J-2	2,976.78	0.28	3,027.43	50.55
34	J-3	2,982.21	0.34	3,027.51	45.22
35	J-4	2,982.37	0.28	3,027.52	45.06
37	J-5	2,992.39	0.12	3,027.98	35.51
38	J-6	2,991.82	0.06	3,028.07	36.18
40	J-7	2,976.50	0.44	3,027.42	50.82
41	J-8	2,975.48	0.19	3,027.42	51.83
43	J-9	2,976.46	0.22	3,027.41	50.85
45	J-10	2,979.32	0.28	3,027.45	48.03
46	J-11	2,978.62	0.22	3,027.45	48.73
48	J-12	3,000.39	0.00	3,028.25	27.81
50	J-13	2,976.62	0.19	3,027.42	50.70
53	J-15	3,014.03	0.00	3,027.88	13.82
55	J-16	3,005.75	0.00	3,028.87	23.08
56	J-17	3,010.35	0.00	3,028.68	18.29
60	J-19	2,975.00	0.12	3,027.43	52.32
62	J-20	2,975.00	0.12	3,027.42	52.31
64	J-21	2,975.54	0.12	3,027.41	51.76
66	J-22	2,992.92	0.16	3,027.88	34.89
67	J-23	2,991.32	0.19	3,027.84	36.45

69	J-24	2,984.22	0.41	3,027.67	43.37
70	J-25	2,985.74	0.19	3,027.81	41.98
72	J-26	2,979.70	0.47	3,027.45	47.65
76	J-27	2,976.62	0.06	3,027.43	50.71
79	J-28	2,986.70	0.31	3,027.73	40.95
81	J-29	2,997.70	0.37	3,027.84	30.08
83	J-30	3,012.33	0.16	3,027.88	15.52
85	J-31	2,981.49	0.09	3,027.51	45.93
88	J-32	3,008.69	0.25	3,027.88	19.15
92	J-33	2,980.76	0.31	3,027.52	46.67
94	J-34	2,982.94	0.34	3,027.63	44.60
99	J-35	2,977.24	0.16	3,027.44	50.10
101	J-36	3,004.05	0.06	3,027.84	23.75

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 19:** Presión existente del sector3



Fuente: Elaboración propia

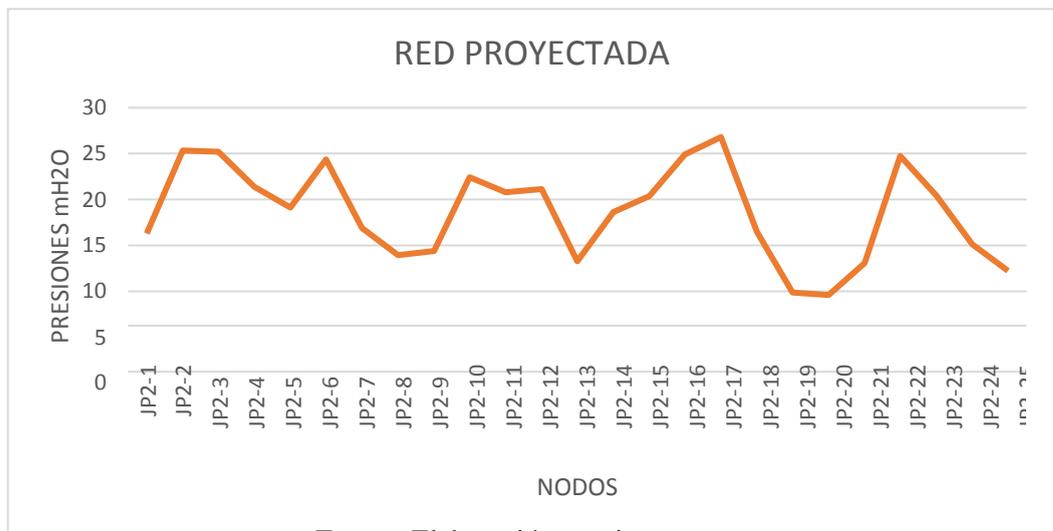
**Cuadro 18:** Resultados de presión proyectada del sector3

ID	Label	ELEVACIÓN (m)	Demand (L/s)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	Pressure (m H2O)
31	J-1	2,976.56	0.0936	3,022.89	46.23
32	J-2	2,976.78	0.2808	3,022.89	46.02
34	J-3	2,982.21	0.3432	3,023.40	41.11
35	J-4	2,982.37	0.2808	3,023.45	40.99
37	J-5	2,992.39	0.1248	3,024.97	32.52
38	J-6	2,991.82	0.0624	3,025.22	33.33
40	J-7	2,976.50	0.4368	3,022.88	46.28
41	J-8	2,975.48	0.1872	3,022.87	47.29
43	J-9	2,976.46	0.2184	3,022.87	46.32
45	J-10	2,979.32	0.2808	3,023.03	43.62
46	J-11	2,978.62	0.2184	3,023.04	44.32
48	J-12	3,000.39	0.0000	3,025.70	25.26

50	J-13	2,976.62	0.1872	3,022.88	46.17
53	J-15	3,014.03	0.0000	3,024.53	10.48
55	J-16	3,005.75	0.0000	3,027.35	21.56
56	J-17	3,010.35	0.0000	3,026.82	16.45
60	J-19	2,975.00	0.1248	3,022.89	47.79
62	J-20	2,975.00	0.1248	3,022.87	47.77
64	J-21	2,975.54	0.1248	3,022.87	47.23
66	J-22	2,992.92	0.1560	3,024.58	31.59
67	J-23	2,991.32	0.1872	3,024.41	33.03
69	J-24	2,984.22	0.4056	3,023.93	39.63
70	J-25	2,985.74	0.1872	3,024.40	38.58
72	J-26	2,979.70	0.4680	3,023.03	43.24
76	J-27	2,976.62	0.0624	3,022.89	46.18
79	J-28	2,986.70	0.3120	3,024.07	37.30
81	J-29	2,997.70	0.3744	3,024.37	26.62
83	J-30	3,012.33	0.1560	3,024.53	12.17
85	J-31	2,981.49	0.0936	3,023.40	41.82
88	J-32	3,008.69	0.2496	3,024.53	15.81
92	J-33	2,980.76	0.3120	3,023.43	42.58
94	J-34	2,982.94	0.3432	3,023.83	40.81
99	J-35	2,977.24	0.1560	3,023.02	45.69
101	J-36	3,004.05	0.0624	3,024.37	20.28

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 20:** *Presión proyectada del sector3*



Fuente: Elaboración propia

### **Análisis del comportamiento hidráulico de flujos para el mejoramiento en redes de distribución de agua potable**

Para el desarrollo del objetivo general se resumirá los resultados de los objetivos específicos. Que se tuvo con el reporte de los datos analizados en el waterGEMS

Población actual:

**Cuadro 18:** Población actual

Población actual			
2016			
Sectores	Viviendas	D (hab/viv)	Población
1	277	5.3	1468
2	161	5.3	853
3	150	5.3	795
<b>Total</b>	<b>588</b>	<b>5.3</b>	<b>3116</b>

Fuente: Elaboración propia

## SECTOR 1

### CUADRO RESUMEN COMPARATIVO DE VELOCIDADES

En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento entre las velocidades existentes y proyectadas para determinar la variación de la velocidad en los flujos:

**Nota:**

Los valores máximos de los parámetros están sombreados del color: 

Los valores mínimos de los parámetros están sombreados del color: 

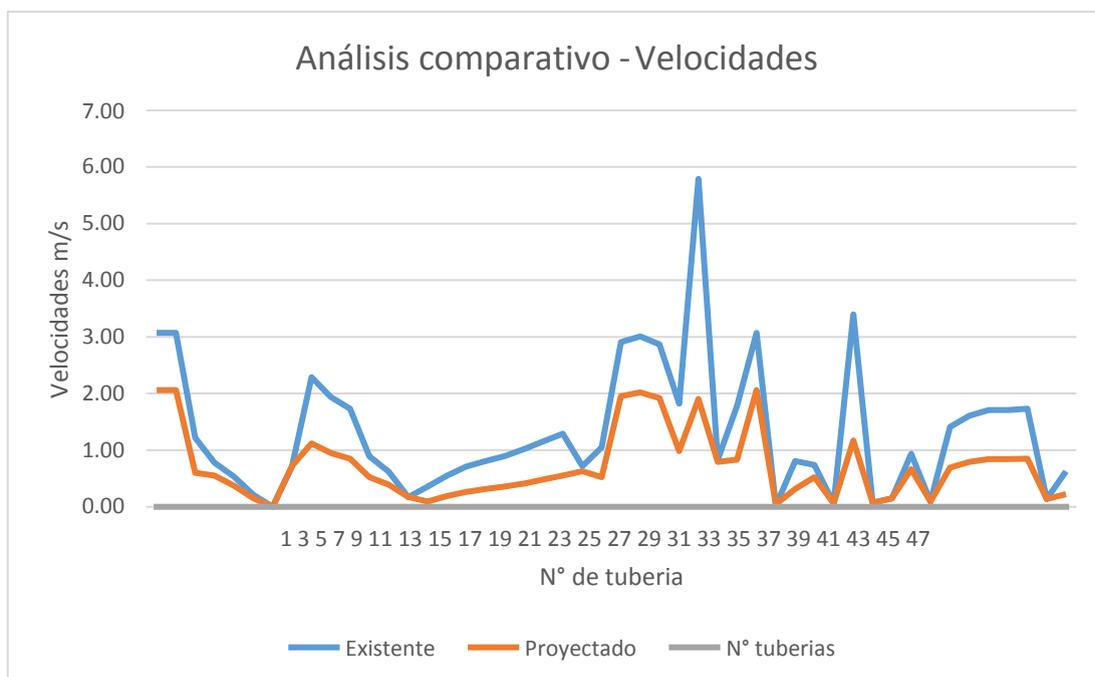
**Cuadro 19:** Cuadro comparativo de velocidades-sector 1

TUBERIAS	EXISTENTE		PROYECTADO	
	Diameter (mm)	Velocity (m/s)	Diameter (mm)	Velocity (m/s)
RP-1	81.4	3.07	99.4	2.06
RP-2	81.4	3.07	99.4	2.06
RP-3	57.0	1.22	81.4	0.6
RP-4	57.0	0.78	67.8	0.55
RP-5	57.0	0.53	67.8	0.37
RP-6	57.0	0.21	67.8	0.15
RP-7	57.0	0	57.0	0
RP-8	81.4	0.71	99.4	0.72
RP-9	57.0	2.29	81.4	1.12
RP-10	57.0	1.94	81.4	0.95
RP-11	57.0	1.73	81.4	0.85
RP-12	57.0	0.89	81.4	0.52
RP-13	57.0	0.62	81.4	0.39

RP-14	57.0	0.17	81.4	0.17
RP-15	57.0	0.36	81.4	0.09
RP-16	57.0	0.55	81.4	0.19
RP-17	57.0	0.71	81.4	0.26
RP-18	57.0	0.81	81.4	0.31
RP-19	57.0	0.9	81.4	0.36
RP-20	57.0	1.02	81.4	0.41
RP-21	57.0	1.16	81.4	0.48
RP-22	57.0	1.29	81.4	0.55
RP-23	81.4	0.72	81.4	0.63
RP-24	81.4	1.05	99.4	0.52
RP-25	81.4	2.91	99.4	1.95
RP-26	81.4	3.01	99.4	2.02
RP-27	81.4	2.87	99.4	1.92
RP-28	81.4	1.82	99.4	0.98
RP-29	57.0	5.79	99.4	1.9
RP-30	81.4	0.83	99.4	0.79
RP-31	57.0	1.78	99.4	0.83
RP-32	81.4	3.07	99.4	2.06
RP-33	81.4	0.02	57.0	0.04
RP-34	57.0	0.81	81.4	0.31
RP-35	57.0	0.74	67.8	0.52
RP-36	57.0	0.06	57.0	0.06
RP-37	57.0	3.4	99.4	1.17
RP-38	57.0	0.07	57.0	0.07
RP-39	57.0	0.15	57.0	0.15
RP-40	57.0	0.94	67.8	0.66
RP-41	57.0	0.09	57.0	0.09
RP-42	57.0	1.41	81.4	0.69
RP-43	57.0	1.61	81.4	0.79
RP-44	57.0	1.71	81.4	0.84
RP-45	57.0	1.71	81.4	0.84
RP-46	57.0	1.73	81.4	0.85
RP-47	57.0	0.14	57.0	0.14
RP-48	57.0	0.63	81.4	0.22
Media (X)=		1.31458333		0.7125
Des. Est(S)=		1.16247344		0.61378664
Coef.variac=		0.88429042		0.86145494

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 21: Análisis comparativo velocidades- sector 1**



Fuente: Elaboración propia en excel

Analizando el cuadro comparativo podemos observar que las velocidades de la red existente, superan a las velocidades de la red proyectada y eso se debe a que se aumentaron la mayoría de los diámetros en los tramos de la red ya que la velocidad y el diámetro tienen una relación inversamente proporcional y eso se puede comprobar fácilmente con la ecuación de la continuidad. En la red existente las velocidades son desde 0m/s a 5.79m/s y en la red proyectada es desde 0m/s a 2.06m/s, donde las velocidades de la red existente supera al valor máximo que está en la norma, mientras que los valores de la velocidad de la red proyectada si cumple con los parámetros de la norma de edificaciones. Los coeficientes de variación respectivos son: CV (R. Existente) = 0.88 y el CV (R. Proyectado) = 0.86

## CUADRO RESUMEN COMPARATIVO DE CAUDALES - SECTOR 1

En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento entre los caudales existentes y proyectadas para cuantificar la variación de los caudales en los flujos:

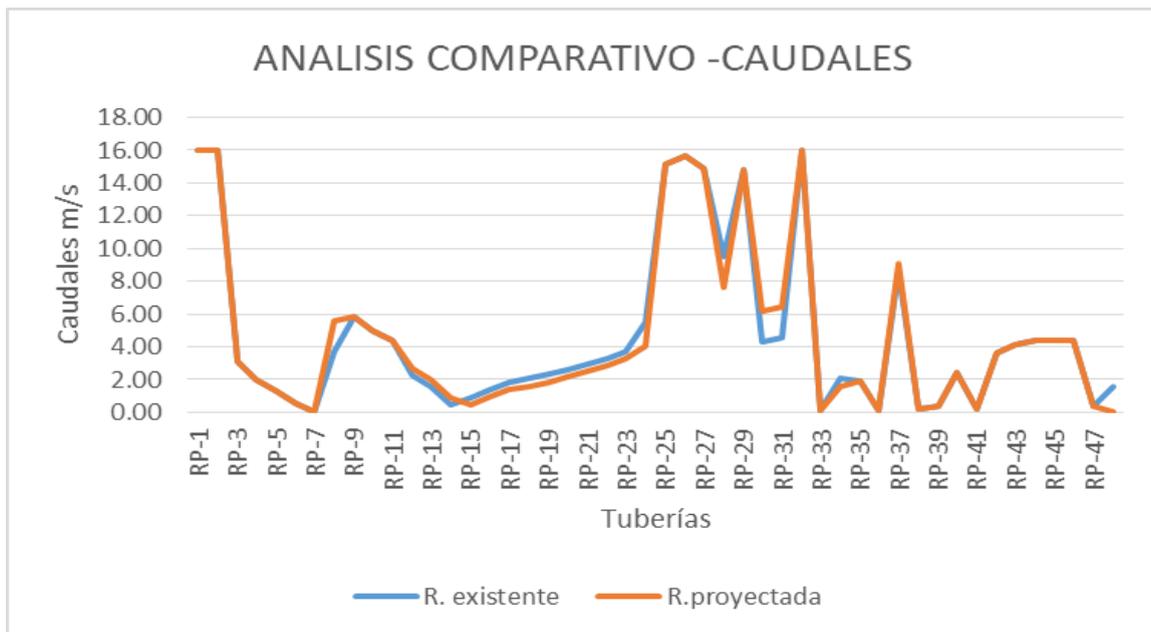
**Cuadro 20:** *Cuadro comparativo de caudales-sector 1*

TUBERIAS	EXISTENTE		PROYECTADO	
	Diameter (mm)	CAUDAL (L/s)	Diameter (mm)	CAUDAL (L/s)
RP-1	81.40	15.97	99.40	15.97
RP-2	81.40	15.97	99.40	15.97
RP-3	57.00	3.11	81.40	3.11
RP-4	57.00	1.99	67.80	1.99
RP-5	57.00	1.34	67.80	1.34
RP-6	57.00	0.55	67.80	0.55
RP-7	57.00	0.00	57.00	0.00
RP-8	81.40	3.71	99.40	5.57
RP-9	57.00	5.85	81.40	5.850
RP-10	57.00	4.96	81.40	4.96
RP-11	57.00	4.41	81.40	4.41
RP-12	57.00	2.27	81.40	2.71
RP-13	57.00	1.57	81.40	2.02
RP-14	57.00	0.43	81.40	0.88
RP-15	57.00	0.91	81.40	0.470
RP-16	57.00	1.41	81.40	0.96
RP-17	57.00	1.81	81.40	1.36
RP-18	57.00	2.05	81.40	1.61
RP-19	57.00	2.30	81.40	1.86
RP-20	57.00	2.60	81.40	2.2
RP-21	57.00	2.95	81.40	2.51
RP-22	57.00	3.30	81.40	2.85
RP-23	81.40	3.74	81.40	3.30
RP-24	81.40	5.46	99.40	4.04
RP-25	81.40	15.13	99.40	15.13
RP-26	81.40	15.68	99.40	15.68
RP-27	81.40	14.93	99.40	14.93
RP-28	81.40	9.49	99.40	7.63
RP-29	57.00	14.78	99.40	14.78
RP-30	81.40	4.30	99.40	6.16
RP-31	57.00	4.55	99.40	6.41
RP-32	81.40	15.97	99.40	15.97
RP-33	81.40	0.10	57.00	0.10
RP-34	57.00	2.05	81.40	1.61
RP-35	57.00	1.89	67.80	1.89

RP-36	57.00	0.15	57.00	0.15
RP-37	57.00	8.67	99.40	9.11
RP-38	57.00	0.19	57.00	0.19
RP-39	57.00	0.38	57.00	0.38
RP-40	57.00	2.39	67.80	2.39
RP-41	57.00	0.23	57.00	0.23
RP-42	57.00	3.59	81.40	3.59
RP-43	57.00	4.11	81.40	4.11
RP-44	57.00	4.36	81.40	4.36
RP-45	57.00	4.36	81.40	4.36
RP-46	57.00	4.41	81.40	4.41
RP-47	57.00	0.35	57.00	0.35
RP-48	57.00	1.61	81.40	1.16
Media (X)=		4.63		4.69
Des. Est(S)=		4.97		5.02237828
Coef.variac=		1.07		1.07115627

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 22:** Análisis comparativo caudales- sector 1



Fuente: Elaboración propia en excel

Comparando ambos gráficos tenemos que la red proyectada y la red existente tienen caudales semejantes y eso se debe a que la mayoría de tramos tienen el mismo flujo, el caudal mínimo

es 0 l/s y el máximo es 15.97 l/s. Los coeficientes de variación respectivos son: CV (R. Existente) = 1.073 y el CV(R. Proyectado)= 1.071

### CUADRO RESUMEN COMPARATIVO DE PRESIONES – SECTOR 1

En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento de las presiones existentes y proyectadas para analizar la variación de las presiones en los flujos:

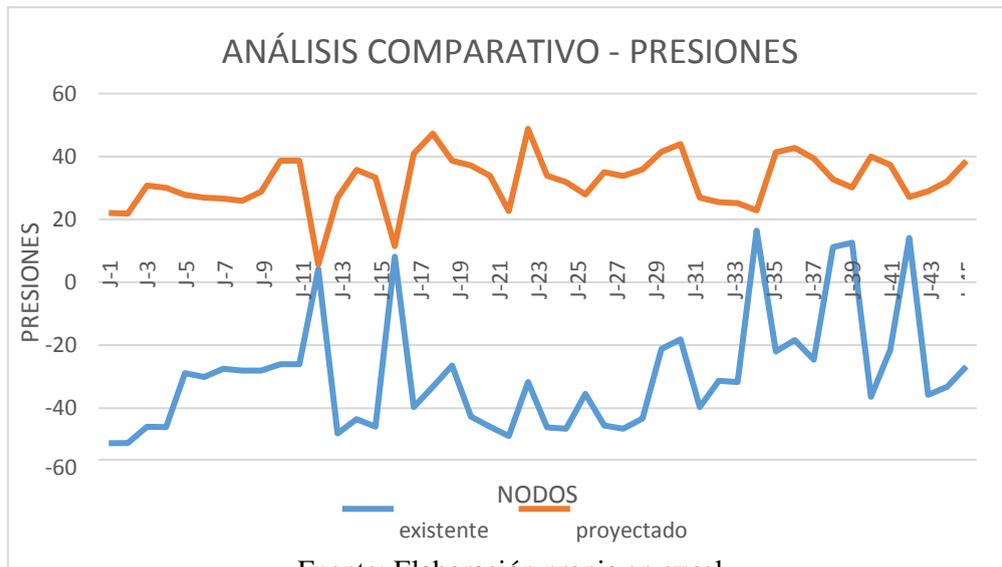
**Cuadro 21:** Cuadro comparativo de presión -sector 1

NODOS	EXISTENTE	PROYECTADO
	Pressure (m H2O)	Pressure (m H2O)
J-1	-51.14	21.96
J-2	-51.1	21.78
J-3	-45.93	30.76
J-4	-46.04	29.99
J-5	-28.93	27.82
J-6	-30.07	26.9
J-7	-27.45	26.53
J-8	-28.1	25.88
J-9	-28.05	28.77
J-10	-26.1	38.61
J-11	-26.01	38.63
J-12	4.13	5.63
J-13	-48.03	26.86
J-14	-43.5	35.66
J-15	-45.89	33.27
J-16	8.07	11.46
J-17	-39.63	40.88
J-18	-33.22	47.29
J-19	-26.41	38.59
J-20	-42.72	37.08
J-21	-45.9	33.89
J-22	-48.83	22.61
J-23	-31.75	48.76
J-24	-46.14	33.9
J-25	-46.49	31.84
J-26	-35.49	27.9
J-27	-45.55	34.94
J-28	-46.49	33.79
J-29	-43.25	35.91

J-30	-21.18	41.46
J-31	-18.1	43.95
J-32	-39.6	26.83
J-33	-31.35	25.43
J-34	-31.74	25.15
J-35	16.4	22.79
J-36	-21.98	41.26
J-37	-18.36	42.66
J-38	-24.61	39.34
J-39	11.2	32.7
J-40	12.58	30.15
J-41	-36.39	40
J-42	-21.52	37.31
J-43	14.15	27.12
J-44	-35.74	28.92
J-45	-33.22	32.04
J-46	-26.77	38.58
Media (X)=	-29.3965217	32.0343478
Des. Est(S)=	18.4216818	8.48581369
Coef.variac=	-0.62666196	0.26489735

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 23: Análisis comparativo presiones- sector 1**



Fuente: Elaboración propia en excel

Analizando el cuadro comparativo se observa a las redes existentes que tienen presiones desde -51.14m hasta 16.4m, no cumpliendo con el parámetro establecido para zonas rurales

donde la presión máxima según la norma O.S 050 es de 50 m de columna de agua, mientras que las presiones de la red proyectada son 5.63m hasta 48.79m, cumpliendo con la norma O.S 050 que se hizo el modelamiento de la red con diámetros adecuados. Los coeficientes de variación respectivos son: CV (R. Existente)= 0.63 y el CV(R. Proyectado)= 0.26

## SECTOR 2

### CUADRO RESUMEN COMPARATIVO VELOCIDADES - SECTOR 2

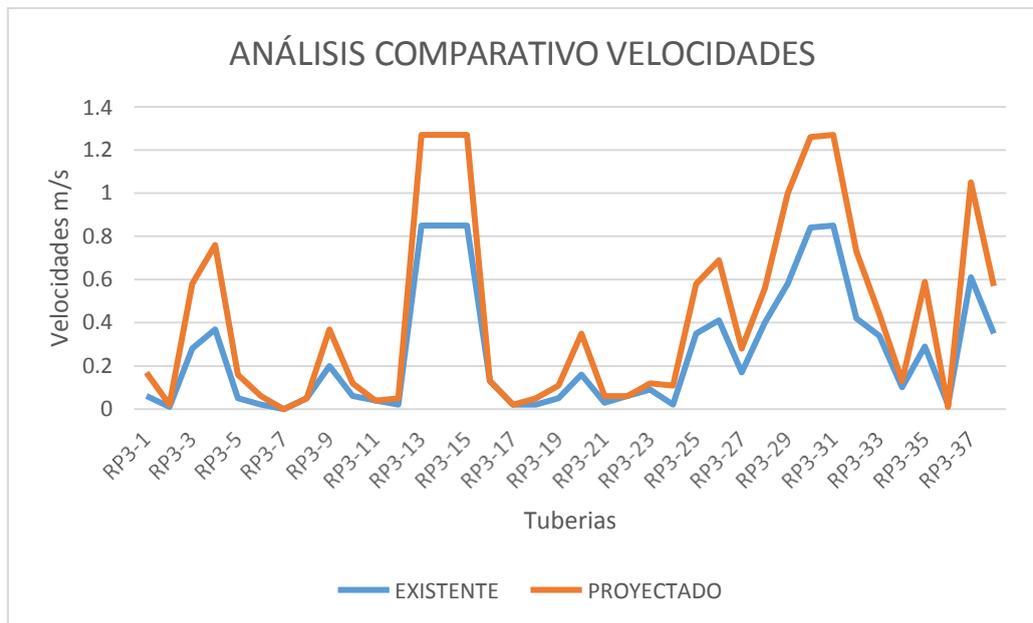
En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento de las velocidades existentes y proyectadas para determinar la variación de las velocidades en los flujos:

**Cuadro 21:** Cuadro comparativo de velocidad -sector 2

Label	EXISTENTE		PROYECTADO	
	Diemeter mm	Velocity (m/s)	Diameter (mm)	Velocidad (m/l)
RP2-1	57	0.42	57	0.42
RP2-2	57	0.09	57	0.09
RP2-3	57	0.37	57	0.37
RP2-4	57	0.22	57	0.22
RP2-5	57	0.18	57	0.18
RP2-6	99.4	0.6	81.4	0.89
RP2-7	57	0.54	67.8	0.38
RP2-8	57	0.88	67.8	0.62
RP2-9	99.4	0.45	67.8	0.97
RP2-10	57	0.09	57	0.09
RP2-11	99.4	0.99	81.4	1.48
RP2-12	57	0.44	57	0.44
RP2-13	99.4	0.78	81.4	1.16
RP2-14	57	0.25	57	0.25
RP2-15	57	0.1	57	0.1
RP2-16	57	0.04	57	0.04
RP2-17	57	0.07	57	0.07
RP2-18	57	0	57	0
RP2-19	57	0.07	57	0.07
RP2-20	57	0.18	57	0.18
RP2-21	57	0.38	57	0.38
RP2-22	57	1.15	67.8	0.81
RP2-23	57	0.07	57	0.07
RP2-24	57	0.18	67.8	0.13
RP2-25	57	0.6	57	0.6
Media (X)=		0.37		0.4004
Des. Est(S)=		0.32014424		0.392231649
Coef.variac=		0.87566805		0.979599524

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 24:** Análisis comparativo velocidades - sector 2



Fuente: Elaboración propia en excel

Analizando el cuadro comparativo podemos observar que las velocidades de la red proyectada superan a las velocidades de la red existente y eso se debe a que se aumentaron la mayoría de los diámetros en los tramos de la red existente ya que la velocidad y el diámetro tienen una relación inversamente proporcional y eso se puede comprobar fácilmente con la ecuación de la continuidad.

En la red existente existen velocidades desde 0m/s hasta 1.15m/s, mientras que en la red proyectada se calcularon velocidades desde 0m/s hasta 1.48m/s, en ambos casos cumplen con los parámetros de la norma de edificaciones, pero las modificaciones de diámetro que se hizo fue para optimizar las presiones con las que debe llegar a todo ese sector. Los coeficientes de variación respectivos son:  $CV(\text{existente})=0.876$ ,  $CV(\text{proyectado})=0.98$

## CUADRO RESUMEN COMPARATIVO CAUDALES – SECTOR 2

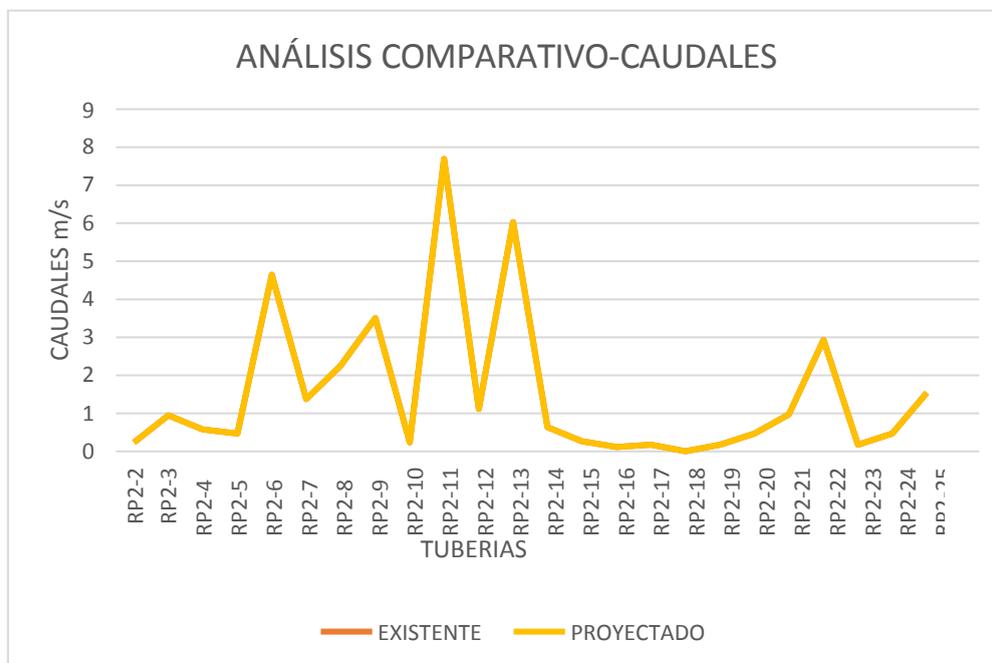
En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento de los caudales existentes y proyectadas para cuantificar el cambio de los caudales en los flujos:

**Cuadro 22:** Cuadro comparativo de caudales -sector 2

Label	EXISTENTE		PROYECTADO	
	Diámetro mm	Caudal l/s	Diámetro (mm)	Caudal l/s
RP2-1	57	1.08	57	1.08
RP2-2	57	0.23	57	0.23
RP2-3	57	0.94	57	0.94
RP2-4	57	0.57	57	0.57
RP2-5	57	0.46	57	0.46
RP2-6	99.4	4.64	81.4	4.64
RP2-7	57	1.37	67.8	1.37
RP2-8	57	2.25	67.8	2.25
RP2-9	99.4	3.5	67.8	3.5
RP2-10	57	0.23	57	0.23
RP2-11	99.4	7.69	81.4	7.69
RP2-12	57	1.11	57	1.11
RP2-13	99.4	6.03	81.4	6.03
RP2-14	57	0.63	57	0.63
RP2-15	57	0.26	57	0.26
RP2-16	57	0.11	57	0.11
RP2-17	57	0.17	57	0.17
RP2-18	57	0	57	0
RP2-19	57	0.17	57	0.17
RP2-20	57	0.46	57	0.46
RP2-21	57	0.97	57	0.97
RP2-22	57	2.93	67.8	2.93
RP2-23	57	0.17	57	0.17
RP2-24	57	0.46	67.8	0.46
RP2-25	57	1.54	57	1.54
Media (X)=		1.5188		1.5188
Des. Est(S)=		1.99327478		1.99327478
Coef.variac=		1.31240109		1.31240109

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 25: Análisis comparativo caudales - sector 2**



Fuente: Elaboración propia en excel

Comparando ambos gráficos tenemos que la red proyectada y la red existente tienen los mismos caudales que varían desde 0 l/s hasta 7.69l/s, y eso se debe a que en ese sector todos tienen el mismo flujo por ende, el mismo caudal. Los coeficientes de variación respectivos son:  $CV(R. Existente) = 1.31$  y el  $CV(R. Proyectado) = 1.31$

### CUADRO RESUMEN COMPARATIVO PRESIONES – SECTOR 2

En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento de las presiones existentes y proyectadas para analizar la variación de la presión en los flujos:

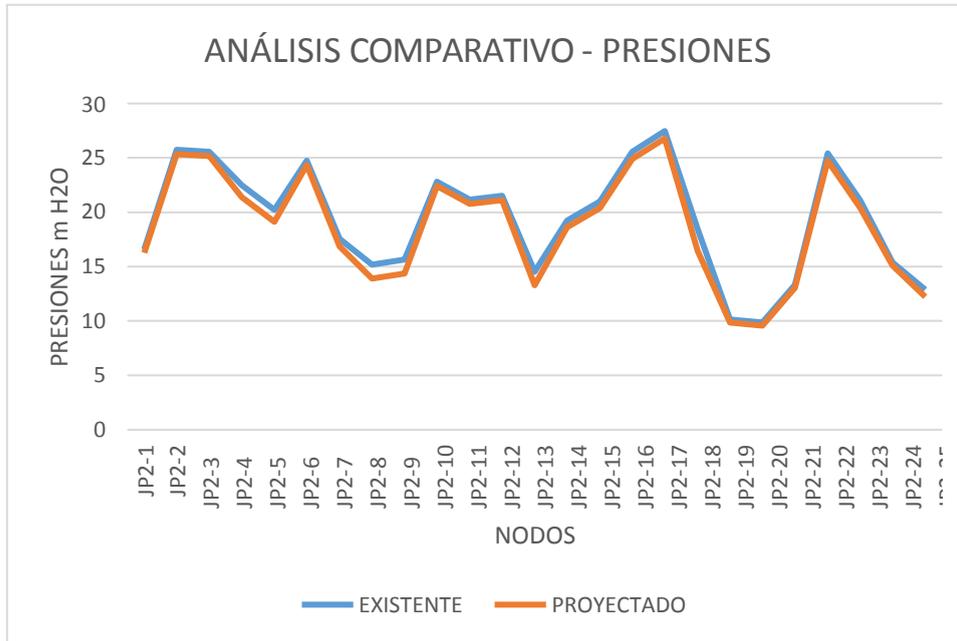
**Cuadro 23: Cuadro comparativo de presiones -sector 2**

EXISTENTE		PROYECTADA	
Label	Pressure(m)	Label	Pressure (m)
JE2-1	16.58	JP2-1	16.27

JE2-2	25.74	JP2-2	25.32
JE2-3	25.58	JP2-3	25.17
JE2-4	22.48	JP2-4	21.36
JE2-5	20.22	JP2-5	19.1
JE2-6	24.74	JP2-6	24.33
JE2-7	17.55	JP2-7	16.86
JE2-8	15.18	JP2-8	13.9
JE2-9	15.66	JP2-9	14.37
JE2-10	22.8	JP2-10	22.39
JE2-11	21.18	JP2-11	20.76
JE2-12	21.53	JP2-12	21.12
JE2-13	14.53	JP2-13	13.26
JE2-14	19.24	JP2-14	18.61
JE2-15	20.99	JP2-15	20.36
JE2-16	25.58	JP2-16	24.89
JE2-17	27.47	JP2-17	26.78
JE2-18	18.47	JP2-18	16.45
JE2-19	10.14	JP2-19	9.83
JE2-20	9.87	JP2-20	9.56
JE2-21	13.34	JP2-21	13.03
JE2-22	25.41	JP2-22	24.73
JE2-23	21.1	JP2-23	20.41
JE2-24	15.39	JP2-24	15.08
JE2-25	12.9	JP2-25	12.21
Media (X)=	19.3468		18.646
Des. Est(S)=	5.0848		5.12037434
Coef.variac=	0.263		0.275

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 26:** Análisis comparativo presiones - sector 2



Fuente: Elaboración propia en excel

Analizando el cuadro comparativo se observa a las redes existentes que tienen presiones que si cumplen con el parámetro establecido para zonas rurales donde la presión máxima según la norma O.S 050 es de 50 m de columna de agua y la red proyecta de la misma manera. Este sector la población no ha sufrido ineficiencias hidráulicas. Los coeficientes de variación respectivos son: CV (R. Existente) = 0.263 y el CV (R. Proyectado) = 0.275

### SECTOR 3

#### CUADRO RESUMEN COMPARATIVO VELOCIDADES - SECTOR 3

En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento de las velocidades existentes y proyectadas para determinar la variación de la velocidad en los flujos:

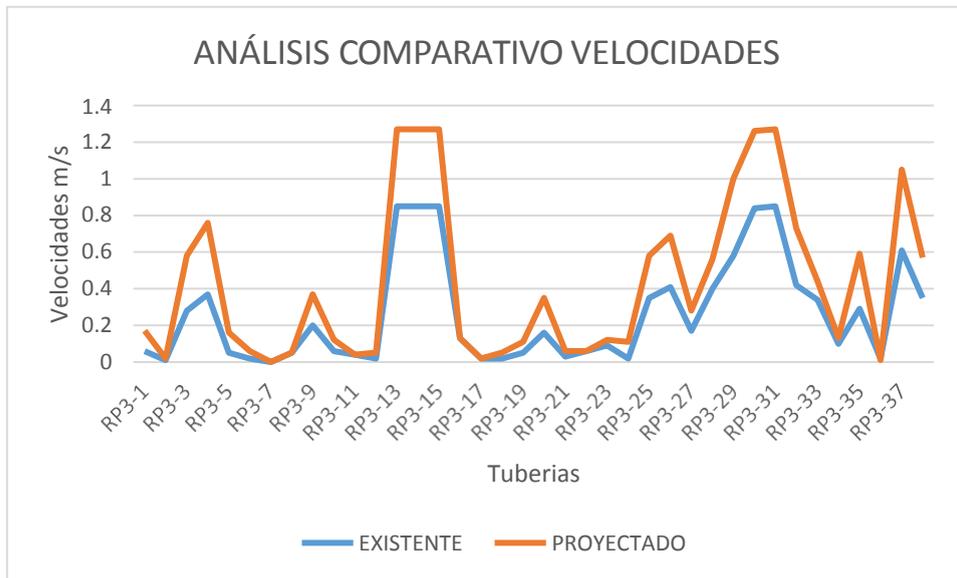
**Cuadro 24:** Cuadro comparativo de presiones -sector3

Label	EXISTENTE		PROYECTADA	
	Diameter (mm)	Velocity (m/s)	Diameter (mm)	Velocity (m/s)
RP3-1	99.4	0.06	57	0.17
RP3-2	99.4	0.01	57	0.02
RP3-3	81.4	0.28	57	0.58
RP3-4	81.4	0.37	57	0.76

RP3-5	99.4	0.05	57	0.16
RP3-6	99.4	0.02	57	0.06
RP3-7	99.4	0	57	0
RP3-8	57	0.05	57	0.05
RP3-9	81.4	0.2	57	0.37
RP3-10	81.4	0.06	57	0.12
RP3-11	57	0.04	57	0.04
RP3-12	81.4	0.02	57	0.05
RP3-13	99.4	0.85	81.4	1.27
RP3-14	99.4	0.85	81.4	1.27
RP3-15	99.4	0.85	81.4	1.27
RP3-16	57	0.13	57	0.13
RP3-17	57	0.02	57	0.02
RP3-18	81.4	0.02	57	0.05
RP3-19	81.4	0.05	57	0.11
RP3-20	81.4	0.16	57	0.35
RP3-21	57	0.03	57	0.06
RP3-22	57	0.06	57	0.06
RP3-23	57	0.09	57	0.12
RP3-24	57	0.02	57	0.11
RP3-25	81.4	0.35	57	0.58
RP3-26	81.4	0.41	67.8	0.69
RP3-27	57	0.17	57	0.28
RP3-28	81.4	0.4	57	0.56
RP3-29	81.4	0.58	67.8	1
RP3-30	99.4	0.84	81.4	1.26
RP3-31	99.4	0.85	81.4	1.27
RP3-32	99.4	0.42	67.8	0.73
RP3-33	81.4	0.34	57	0.44
RP3-34	57	0.1	57	0.13
RP3-35	81.4	0.29	57	0.59
RP3-36	57	0.02	57	0.01
RP3-37	81.4	0.61	67.8	1.05
RP3-38	99.4	0.35	67.8	0.57
Media (X)=		0.26324324		0.43052632
Des. Est(S)=		0.28766352		0.43613132
Coef.variac=		1.09276696		1.01301895

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 27: Análisis comparativo velocidades - sector 3**



Fuente: Elaboración propia en excel

En la red existente hay velocidades desde 0m/s hasta 0.85m/s, mientras que en la red proyectada dio resultados desde 0m/s hasta 1.27m/s, debido al cambio de diámetro para una optimización de las presiones en ese sector, cabe mencionar que ambas si cumplen con el parámetro de la velocidad en el reglamento de edificación. El diámetro mínimo es 57 mm y el máximo 81.4mm, la presión cumple con su parámetro establecido no se presentarían ineficiencias. Los coeficientes de variación respectivos son:  $CV(\text{existente})=1.09$ ,  $CV(\text{proyectado})=1.01$

**CUADRO RESUMEN COMPARATIVO CAUDALES - SECTOR 3**

En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento de los caudales existentes y proyectadas para cuantificar el cambio del caudal en los flujos:

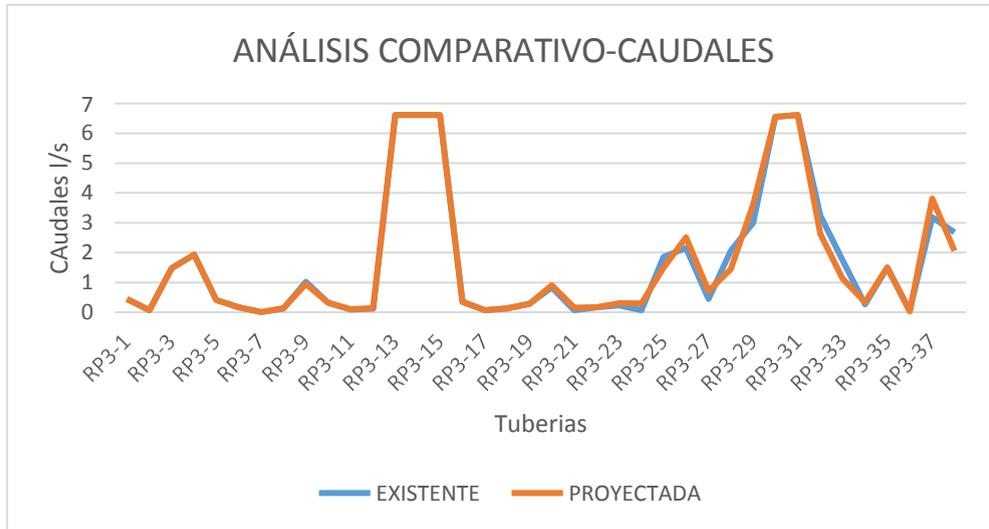
**Cuadro 25: Cuadro comparativo de caudales -sector3**

Label	EXISTENTE		PROYECTADA	
	Diameter (mm)	CAUDAL (L/s)	Diameter (mm)	CAUDAL (L/s)
RP3-1	99.4	0.44	57	0.4368
RP3-2	99.4	0.06	57	0.0624
RP3-3	81.4	1.48	57	1.4689
RP3-4	81.4	1.93	57	1.9319
RP3-5	99.4	0.41	57	0.4061
RP3-6	99.4	0.16	57	0.1565

RP3-7	99.4	0	57	0.0005
RP3-8	57	0.12	57	0.1248
RP3-9	81.4	1.02	57	0.9455
RP3-10	81.4	0.31	57	0.312
RP3-11	57	0.09	57	0.0936
RP3-12	81.4	0.12	57	0.1248
RP3-13	99.4	6.61	81.4	6.6149
RP3-14	99.4	6.61	81.4	6.6149
RP3-15	99.4	6.61	81.4	6.6149
RP3-16	57	0.34	57	0.3432
RP3-17	57	0.06	57	0.0624
RP3-18	81.4	0.12	57	0.1248
RP3-19	81.4	0.28	57	0.2808
RP3-20	81.4	0.82	57	0.8953
RP3-21	57	0.07	57	0.1465
RP3-22	57	0.16	57	0.156
RP3-23	57	0.23	57	0.305
RP3-24	57	0.06	57	0.2929
RP3-25	81.4	1.85	57	1.488
RP3-26	81.4	2.15	67.8	2.5056
RP3-27	57	0.44	57	0.7094
RP3-28	81.4	2.06	57	1.4338
RP3-29	81.4	3	67.8	3.6206
RP3-30	99.4	6.55	81.4	6.5525
RP3-31	99.4	6.61	81.4	6.6149
RP3-32	99.4	3.24	67.8	2.6199
RP3-33	81.4	1.74	57	1.1218
RP3-34	57	0.26	57	0.3337
RP3-35	81.4	1.49	57	1.4951
RP3-36	57	0.05	57	0.0242
RP3-37	81.4	3.18	67.8	3.8078
RP3-38	99.4	2.68	67.8	2.0578
Media (X)=		1.66868421		1.65527632
Des. Est(S)=		2.17419158		2.17948712
Coef.variac=		1.30293771		1.31669082

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 28:** *Análisis comparativo caudales - sector 3*



Fuente: Elaboración propia en excel

Comparando ambos gráficos tenemos que la red proyectada y la red existente tienen casi los mismos caudales que van desde 0 l/s a 6.61 l/s y eso se debe a que en ese sector todos tienen el mismo flujo, por ende el mismo caudal, Los coeficientes de variación respectivos son:  $CV(R. Existente) = 1.303$  y el  $CV(R. Proyectado) = 1.317$

### CUADRO RESUMEN COMPARATIVO PRESIONES - SECTOR 3

En el siguiente cuadro se verá el análisis comparativo del comportamiento de las presiones existentes y proyectadas para analizar la variación de la presión en los flujos:

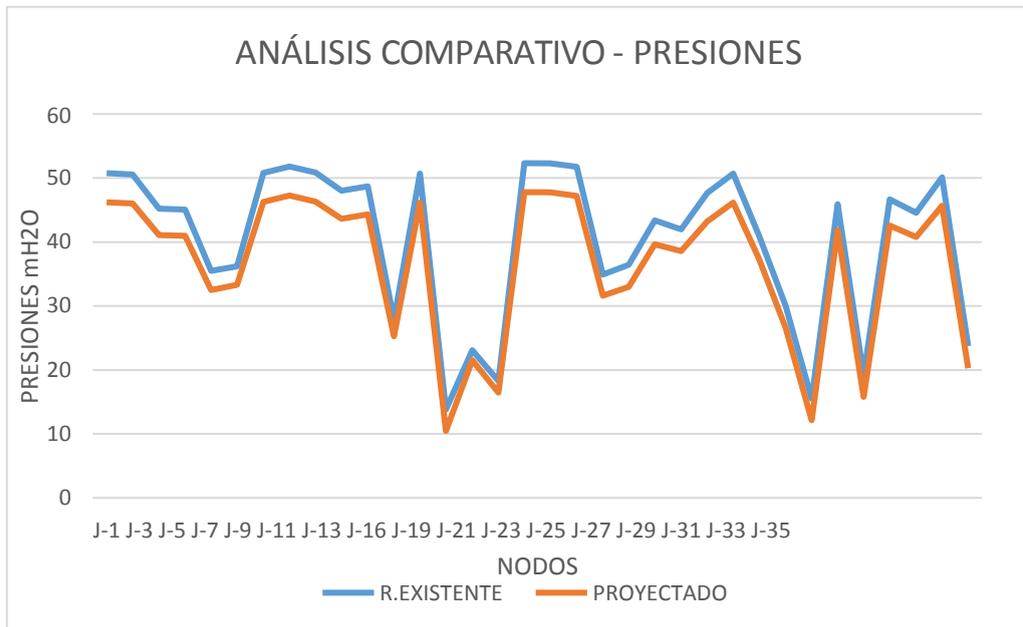
**Cuadro 26:** *Cuadro comparativo de presiones -sector3*

	EXISTENTE	PROYECTADA
Label	Pressure (mH2O)	Pressure (mH2O)
J-1	50.76	46.23
J-2	50.55	46.02
J-3	45.22	41.11
J-4	45.06	40.99
J-5	35.51	32.52
J-6	36.18	33.33
J-7	50.82	46.28

J-8	51.83	47.29
J-9	50.85	46.32
J-10	48.03	43.62
J-11	48.73	44.32
J-12	27.81	25.26
J-13	50.7	46.17
J-15	13.82	10.48
J-16	23.08	21.56
J-17	18.29	16.45
J-19	52.32	47.79
J-20	52.31	47.77
J-21	51.76	47.23
J-22	34.89	31.59
J-23	36.45	33.03
J-24	43.37	39.63
J-25	41.98	38.58
J-26	47.65	43.24
J-27	50.71	46.18
J-28	40.95	37.3
J-29	30.08	26.62
J-30	15.52	12.17
J-31	45.93	41.82
J-32	19.15	15.81
J-33	46.67	42.58
J-34	44.6	40.81
J-35	50.1	45.69
J-36	23.75	20.28
Media (X)=	40.45382353	36.64911765
Des. Est(S)=	12.05823169	11.4189827
Coef.variac=	0.298073968	0.311575924

Fuente: Elaboración propia en excel

**Gráfica 29:** Análisis comparativo presiones - sector 3



Fuente: Elaboración propia en excel

Analizando el cuadro comparativo del sector 3 se observa a las redes existentes que tienen presiones desde 13.82 m a 50.76m, que supera en algunos tramos la presión máxima de 50mH<sub>2</sub>O de acuerdo a la norma OS.050 , y la red proyectada si está dentro del rango permisible hidráulicas con una presión 10.48m a 47.79m. Los coeficientes de variación respectivos son: CV (R. Existente) = 0.298 y el CV (R. Proyectado) = 0.316

#### **IV. DISCUSIÓN**

## **Discusión 1**

Según (Ruiz , 2012), en la tesis: “ Estudio y diseño de la red de agua potable para el mejoramiento de la calidad de los habitantes: La Florida baja, Zona alta de Jesus de Gran poder y reina de transito del Canton Cevallos, provincia de Tungurahua” Tiene como objetivo realizar el diseño del sistema de agua potable en la zona del proyecti donde, se obtuvo resultados en la velocidad con un rango de 0.03 m/s a 0.61 m/s, donse se observa que la velocidad mínima es menor a 0.6 m/s con diámetro 3.2”

Esta investigación se realizó con el modelamiento de la red de distribución de agua potable en el programa WaterGEMS para determinar los valores de la velocidad las cuales varían desde 0 m/s a 1.6 m/s, dando un resultado mínimo de 0 m/s, al igual que la tesis de Ruiz, están por debajo de 0.6 m/s, sin embargo, el resultado de ambos estudios logran optimizar el funcionamiento de la red existente. En todas las distribuciones de los 3 sectores de las tuberías proyectadas, los coeficientes de variación:  $CV(R. existente)=0.948$  y  $CV(R.proyectado)=0.95$ .

## **Discusión 2**

Según (Bravo, 2017), en la tesis: “Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Retiro, Canton Machala provincia el Oro” que fue citado en esta investigación como antecedente internacional, Tiene como objetivo: determinar las incorrecciones del proyecto para aplicar un modelo hidráulico adecuado en la red de distribución del proyecto existente, asimismo se debe plantear soluciones para la mejoría continua del servicio agua potable, que comparando las dotaciones de la DAPAC y el código Ecuatoriano de la construcción y normas RAS 2000 el valor de la DAPAC es de 250l/hab.día lo cual es muy alto, este estudio midió el caudal mediante aforos volumétricos por lo tanto tiene ciertas limitaciones, indica que dio resultados del caudal de diseño maximo horario de

12.852 l/s, para su zona de estudio que fue determinada con el caudal promedio con una población futura de 3082 personas, con un r de 1.8%.

Esta investigación se realizó con el modelamiento de la red de distribución de agua potable en el programa WaterGEMS para determinar los valores de los caudales los cuales varían desde 0 l/s a 15.97 l/s, en todas las distribuciones de los 3 sectores de las tuberías proyectadas, los coeficientes de variación:  $CV(R. existente)=1.229$  y  $CV(R. proyectado)=1.233$ . Y un caudal máximo horario de 43.11 l/s y un r de 3% para una población futura de 5670 personas.

### **Discusión 3**

En tanto (Leyva Guerrero, 2016), en la tesis: “Optimización del diseño en la línea de conducción en el sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Bolognesi Ancash”, tiene como objetivo utilizar la combinación de tuberías, para optimizar el diseño de la línea conductora de agua en la localidad de Yamor. indica que dio un resultado con presión máxima 70 mH<sub>2</sub>O que lo obtuvo mediante los métodos de Hazen William y Darcy. Es probable que para sobrepasar los 50m H<sub>2</sub>O tenga las justificaciones adecuada debido al terreno de la zona donde se realizó el estudio y concluyo en que fue el método de Hazen Williams que dieron diámetros y longitudes más adecuados, la presión se encontró dentro de los límites máximos y mínimos permitidos, que se obtuvo con el uso de ambos métodos; Hazen Williams y Darcy haciendo la combinando las tuberías

En la presente investigación se dio a cabo con el modelamiento de la red de distribución de agua potable en el programa WaterGEMS, para determinar los valores de la presiones los cuales varían desde 10.48 mH<sub>2</sub>O a 47.7 mH<sub>2</sub>O, en todas las distribuciones de los 3 sectores de las tuberías proyectadas cumpliendo con los parámetros según la norma OS.050, los coeficientes de variación promedio de los 3 sectores es:  $CV(R. existente)=0.397$  y  $CV(R. proyectado)= 0.283$

#### Discusión 4

Las velocidades de la red de distribución de este proyecto varía desde 0 m/s a 1.60 m/s para las redes de distribución proyectada, de la misma forma en la tesis de Ruiz, da como resultado una velocidad mínima de 0.03m/s, conociendo que en el Perú existe un vacío nacional de norma donde especifique la velocidad mínima, cabe resaltar que por motivos de sedimentación se está optando por considerar una velocidad mínima de 0.6 m/s en los proyectos de conexiones de agua potable y es más factible en redes cerradas, pero en el caso de este estudio que hay redes abiertas en algunos tramos, da resultados menores a 0.6 m/s, sobre todo en las partes finales de la ramificación de esas redes es decir, donde finaliza la red y ya no hay circulación del flujo por ser la parte final de esa red y estar taponeado, justificando así el resultado mínimo de la velocidad. Se cuentan con una coeficiente de variación de CV (existente)= 0.948, C.V (proyectado)= 0.95. Son velocidades que se encuentra casi dentro del parámetro de velocidades solo varia un 0.6 m/s de velocidad mínima.

Los valores de la caudales los cuales varían desde 0 l/s a 15.97 l/s, en todas las distribuciones de los 3 sectores de las tuberías proyectadas, los coeficientes de variación: CV(R. existente)=1.229 y CV(R.proyectado)= 1.233. Los caudales no cuentan con rangos específicos a respetar, los caudales que resultaron se deben a los diámetros comerciales internos que varían desde 57mm a 99.4mm.

Los valores de la presiones del presente proyecto varían desde 10.48 mH<sub>2</sub>O a 47.7 mH<sub>2</sub>O en todas las distribuciones de los 3 sectores de las tuberías proyectadas, manteniéndose cerca al resultado de la presión de la tesis de Leyva que es 50 m, los coeficientes de variación: CV(R. existente)=0.397 y CV(R.proyectado)= 0.283. Los valores obtenidos en cuanto a las presiones están dentro del rango permitido para la presión.

## **V. CONCLUSIONES**

**Conclusión 1:** Se concluye a través del siguiente cuadro resumen:

	Red existente		Red proyectada	
	Velocidades m/s (min – máx)	C.V (+/-)	Velocidades m/s (min – máx)	C.V (+/-)
Sector 1	(0 - 5.79)	0.88	(0 -2.06)	0.86
Sector 2	(0-1.15)	0.87	(0 -1.48)	0.98
Sector 3	(0-0.85)	1.09	(0.6-1.27)	1.01

Que se determinó la variación de las velocidades tomando en cuenta el parámetro de la norma OS.050: Donde las velocidades máxima llegan hasta 3m/s y en algunos casos a 5m/s, las velocidades de la red existente varían desde (0m/s - 5.79m/s) notando una diferencia clara respecto al parámetro de la norma, por lo tanto, no cumplen con los parámetros establecidos, siendo el sector 1 el más afectado, estas velocidades existentes tiene un C.V promedio de los 3 sectores de +/- 0.947.

Por ende, se modificaron los diámetros en las redes de distribución para un mejor funcionamiento hidráulico que permita a los flujos recorrer con una velocidad que cumpla con los parámetros establecidos, en este caso las velocidades de la red proyectada varían desde (0m/s – 2.06m/s), hay tuberías que se les conectó tapones en donde el flujo es estático y el caudal también, ciertas tuberías se ubican en las redes abiertas, donde los resultados de velocidad son menores a 0.6m/s que se dan en esos tramos de la tubería, ya que está finalizando su flujo ahí, justificando así la velocidad mínima de 0 m/s pero con una llegada de presión adecuada, estas velocidades de la red proyectada tiene un C.V promedio de los 3 sectores de +/- 0.95.

**Conclusión 2:** Se concluye a través del siguiente cuadro resumen:

	Red existente		Red proyectada	
	Caudales l/s (min – máx)	C.V . +/-	Caudales l/s (mín – máx)	C.V .. +/-
Sector 1	(0 – 15.97)	1.073	(0-15.97)	0.071
Sector 2	(0- 7.69)	1.31	(0-7.7)	1.31
Sector 3	(0-6.61)	1.09	(0-6.61)	1.01

Que se cuantifico la variación del caudal de los flujos en las redes de distribución de agua potable, notando los caudales mínimos y máximos iguales para los 3 sectores, ya que se utilizó el mismo trazo, cabe mencionar que no existe una norma que determine el parámetro del caudal. Sin embargo, este aumenta de acuerdo a como aumenta la velocidad o viceversa, El promedio del coeficiente de variación de los caudales de las redes existentes es +/-1.158 y el promedio del C.V de los caudales de las redes proyectadas es +/- 0.797

Como trabajo de campo se aforo en época de estiaje, una nueva fuente llamada Añas Poteros que pueda abastecer a la red de distribución del distrito añadiendo un nuevo sector, llamado sector1 el cual dio un resultado de aforamiento de 11.36 l/s. Así mismo los caudales de ingreso a los sectores mediante las líneas de conducción son:

Sector1: 22.28 l/, Sector2: 11.7l/s y sector3: 9.7l/s, realizados con el caudal máximo horario y optimo para abastecer a la población actual y futura.

**Conclusión 3:** Se concluye a través del siguiente cuadro resumen:

	Red existente		Red proyectada	
	Presiones m.c.a (min – max)	C.V .+/-	Presiones m.c.a (min – max)	C.V .+/-
Sector 1	(-51.14 – 16.4)	1.073	(6-48.76)	0.071
Sector 2	(9.87-25.74)	1.31	(9.56-25.32)	1.31
Sector 3	(13.82-52.32)	1.09	(16.45-47.79)	1.01

Que se analizó la variación de la presión de los flujos de acuerdo al parámetro de la presión según la norma OS.050: “La presión estática no será mayor a 50m.c.a en cualquier punto de la red”. Siendo las presiones de la red existente presiones que varían desde (-51.14m.c.a. 52.32m.c.a), siendo el sector 1 el más perjudicado ya que dio como resultado presiones negativas, que quiere decir que la presión del agua no llega a los puntos de conexiones de algunos usuario, sin embargo con la red proyectada y un nuevo reservorio que abastezca el sector 1 resulto presiones que varían desde (6m.c.a. 48.76m.c.a), se llegan a las presiones correctas que, si cumplen con la norma. El promedio de los C.V de la red existente es de 1.58, mientras que el promedio de los C.V de la red proyectada es de 0.797

**Conclusión 4:** Se analizo el comportamiento hidráulico de flujos para un periodo de 20 años, con una población futura de 5761, para poder mejorar la distribución en las redes

de agua potable del distrito San Marcos, donde se analizó la construcción de un nuevo reservorio con un volumen de 155m<sup>3</sup> con una fuente que abastezca la demanda para el nuevo sector al cual se le denominó sector 1, pues con los resultados del diseño fue ese sector el más afectado en la actualidad. Cabe mencionar que las condiciones topográficas son las mismas para la red proyectada y la red existente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

**Recomendación 1:** Se recomienda añadir un sector más para aprovechar una nueva fuente de abastecimiento que abastezca la demanda del sector nuevo, ya que las condiciones topográficas serán las mismas y la renovación de las tuberías con los diámetros adecuados respectivo a 57mm, 67.8mm, 81.4mm y 99.4mm.

**Recomendación 2:** Debido a la antigüedad de las obras hidráulicas, se recomienda la construcción de un reservorio con una capacidad de 155m<sup>3</sup>, para que distribuya el agua potable al distrito de San Marcos. A si mismo se retire todas las tuberías de distribución existentes y instalar las nuevas tuberías con los diámetros adecuados

**Recomendación 3:** Se recomienda a la población a concientizar que tengan una cultura de pago mensual por el servicio de agua potable, para que de esa manera se pueda realizar un mantenimiento adecuado.

## **REFERENCIAS**

- MOTT, Robert. Mecánica de fluidos. 6ª. Ed. México: Pearson Educación de México, 2013. 644pp.  
ISBN: 9702608058
- CHANSON, Hubert. The Hydraulics of open channel Flow an introduction. 2ª.Ed. Londres,2004. 579pp.  
ISBN: 0750659785
- SIX, James. Hidraulic Principle. Ohio: Library of Congress, 2018. 298pp.  
ISBN: 9780979955983
- LARRY, Mays. Water distribution systems handbook. New York: McGraw-Hill, 2000. [37]pp.  
ISBN: 9780071776776
- Larock, Jeppson y Watters. Hydraulics of pipeline systems. London, 2000. 533pp.  
ISBN: 0849318068
- CABRERA, Enrique y VELA, Antonio. Improving Efficiency and reliability in wáter distribution systems. Boston, 1994. 423pp.  
ISBN: 0792335368
- KUMAR, Yogesh. Fundamental of research methodology and statistics. New Delhi, 2006. 323pp.  
ISBN: 9788122424188
- KOTHARI, C.Research Methodology Methods & Techniques. 2ª. Ed. New Delhi, 2004. 4114pp.  
ISBN: 9788122424881
- AGÜERO, Roger. Agua potable para poblaciones rurales, sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento.
- SALDARRIAGA, Juan. Hidráulica de tuberías. Colombia: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, S. A, 2001. 564pp.
- Agüero, Roger. Agua potable para poblaciones rurales. Lima: Asociación servicios educativos rurales, 1997. 165pp.  
ISBN: 7463437723

- HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª. Ed. México: MC Graw Hill Education, 2014. 634pp.  
ISBN: 9781456223960
- MEJÍA, Elías. Técnicas e instrumentos de investigación. [en línea]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005. 246pp.  
ISBN: 99728340805
- CORTÉS, Manuel y IGLESIAS, Miriam. Generalidades sobre metodología de la investigación. Ciudad del Carmen: Universidad Autónoma del Carmen, 2004. 101pp.  
ISBN: 9686624872
- GARCÍA, María. Método experimental en la investigación psicológica. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias, 1992. 644 pp.  
ISBN: 9788476659168
- ROCHA, Arturo. Hidráulica de tuberías y canales. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2007. 538 pp.  
ISBN: 9786034511002
- JIMÉNEZ, Rosa. Metodología de la investigación: Elementos básicos para la investigación clínica. Ciudad de la Habana: Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas, 1998. 93 pp.  
ISBN: 9592120668
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5ª. ed. México: McGraw-Hill, 2010. 656 pp.  
ISBN: 9786071502919
- KOEPESELL, David y RUIZ DE CHAVEZ, Manuel. Ética de la investigación Integridad científica. México: Comisión Nacional de la Bioética - Secretaría de salud, 2015. 180 PP.  
ISBN: 9786074605068
- KUMAR, Ranjit. Research Methodology. 3ª. ed. California: SAGE Publications Ltd, 2011. 366 pp.  
ISBN: 9781849203012
- PIMIENTA, Julio y DE LA ORDEN, Arturo. Metodología de la investigación. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012. 200 pp.

ISBN: 9786073210270

- <https://issuu.com/maiquim.floresm./docs/259310380-metodologia-de-la-investi>
- GARCÍA, Eduardo. Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Lima: Fondo Perú – Alemania, 2009. 73 pp.
- DIAZ Malpartida, Tito. Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Cagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión Aplicando el método de seccionamiento. Tesis (grado en ingeniería civil). Sanchez Carrión: Universidad privada Antenor Orrego, 2015. 79pp.
- LEYVA Guerrero, Erick. Optimización del diseño en la línea de conducción en el sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Bolognesi Ancash. Tesis (grado en ingeniería civil). Bolognesi: Universidad Nacional Santiago Antunes de Mayolo, 2016. 130pp.
- CONCHA Huánuco, Juan. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable. Tesis (grado en ingeniería civil). Ica: Universidad Sa Martín de Porres, 2014. 178pp.
- AYAMAMANI Garcia, Neard. Mejoramiento de la eficiencia hidráulico de la red de distribución de agua potable en la zona Rinconada-Juliaca por el método de la sectorización. Tesis (grado en ingeniería civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018. 248pp.
- Córdova y Zelaya. Generación de un modelo de simulación para a optimización de redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia provincia Huaraz- Ancash. Tesis (grado de ingeniero civil). Huaraz: Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. 228pp.
- Campaña y Ortega. Evaluación de la red de distribución de agua potable para determinar pérdidas y fugas de la urbanización la colina del cantón Rumiñahui. Tesis (grado de ingeniero civil). Quito: Escuela politécnica nacional, 2016. 128pp.
- BRAVO Quezada, Adriana. Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la parroquia el retiro. Tesis (grado en ingeniería civil). Machala: Unidad académica de ingeniería civil, 2017. 92pp.
- Menéndez y Velásquez. Estudio de las variaciones de presión en redes de distribución de agua potable por pérdida de fricción, aplicada en el

- dimensionamiento de las redes de la comunidad Chacras. Tesis (grado de ingeniero civil). Manabí: Universidad técnica de Manabí [2015?]. 143pp.
- Beltran y Abril. Análisis de la demanda y la red de distribución de agua en el municipio de Aracataca, Colombia. Tesis (grado en ingeniería civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2014. 71pp.
  - Morales y Perez. Diagnostico y formulación actual y futuro del sistema de agua potable San Pedro – Capelo, Canton Rumiñahui. Tesis (grado de ingeniero civil). Capelo: Universidad de las fuerzas armadas, 2016. 215pp.
  - Organización panamericana de la salud (Perú). Especificaciones técnicas para la implementación de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua. Lima. 2005. 28pp.
  - Autoridad nacional del agua. Planificación hídrica en el Perú. Cercado de Lima. 2016. 31pp
  - LA UNESCO. Agua para todos para la vida. Madrid. 2002.
  - Ministerio de vivienda y construcción. Reglamento Nacional de edificaciones - Obras de saneamiento. Perú. 2013. 434pp.
  - KOESELL, D Y RUIZ, M. Ética de la investigación. Integridad Científica. Caracas. 41(91): 163-164, 2015.  
ISSN: 07980329
  - BECERRA, J y SALAS, I. El derecho humano al acceso al agua potable: aspectos filosóficos y constitucionales de su configuración y garantía en Latinoamérica. Bogotá. 19(37):125-146, 2016.  
ISSN: 0121182X
  - CABRERA, J y GUEORGUIEV, V. Modelación en redes de distribución de agua con suministro intermitente. México. 3(2): 5-25, 2012.  
ISSN: 01878336

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuánto varía el comportamiento hidráulico de flujos para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de san marcos provincia huari, Ancash en el 2019?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Cuánto cambia el caudal de los flujos para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019?</p> <p>¿Cuánto varía la velocidad del flujo para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019?</p> <p>¿Qué tanto varía la presión en los flujos para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Análisis del comportamiento hidráulico de flujos para el mejoramiento en redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Región Ancash, 2019.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Cuantificar el cambio del caudal de los flujos para mejorar las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019.</p> <p>Determinar la variación de la velocidad de los flujos para mejorar las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019.</p> <p>Analizar la variación de la presión de los flujos para mejorar la distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> El comportamiento hidráulico de flujos varía significativamente para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de san marcos provincia huari, Ancash en el 2019</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>El caudal de los flujos cambia significativamente para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019</p> <p>- La velocidad de los flujos varía significativamente para el mejoramiento en las redes de distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019</p> <p>La presión en los flujos varía significativamente para el mejoramiento de las redes en la distribución de agua potable en el distrito de San Marcos provincia Huari, Ancash en el 2019</p>	<p><b>V1</b> Comportamiento hidráulico de flujos</p> <p><b>V2</b> Redes de distribución de agua potable</p>	<p>D1- Velocidad</p> <p>D2- Caudal</p> <p>D3- Presión</p> <p>D1- Tipos de redes</p> <p>D2- Tipos de material</p> <p>D3- Características físicas de tubería</p>	<p>Máximo=0.6m/s Mínima=0.3m/s</p> <p>Máximo diario Máximo horario Medio anual</p> <p>Presión máxima Presión mínima Presión media</p> <p>Abierta Cerradas Mixtas</p> <p>PVC Fierro galvanizado Fierro fundido</p> <p>Diámetro Longitud de tubería Clase de tubería</p>	<p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel:</b> Descriptivo Explicativo</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental de corte transversal</p> <p><b>Población:</b> El distrito de San Marcos</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico de tipo intencional</p> <p><b>Muestra:</b> 6459.52m</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha técnica</p>

## Anexo 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
V1: Comportamiento hidráulico	(Mott Robert, 2013, pág.153) Establece que:  “Los fluidos afectan de muchas maneras la vida cotidiana de los seres humanos... diseñar y analizar sistemas de fluidos para determinar la clase y tamaño de los componentes que debe emplear”.	El comportamiento hidráulico de flujos pertenece a un sistema de presión encerrado en tuberías siendo primordial la aplicación de características adecuadas, los flujos están expuestos a cambios de presión de acuerdo al tipo de sistema en que se aplique, el agua dentro de un sistema de tubería, se encuentra más propenso a adquirir una presión mayor que la atmosférica.	D1- Velocidad  D2- Caudal  D3- Presión	Velocidad máxima Velocidad mínima  Máximo diario Máximo horario Medio anual  Presión máximo Presión mínima Presión media	<b>Método:</b> Científico  <b>Tipo:</b> Aplicada  <b>Nivel:</b> Descriptivo Explicativo  <b>Diseño:</b> No experimental de corte transversal
V2:Mejoramiento en redes de distribución de agua potable	Segun(Saldarriaga, 2001 pág. 20):  Conjunto de tubos que tienen como función abastecer el agua potable a las personas que consumen en la zona en condiciones de calidad aceptables y que cumpla con los requerimientos de la las normas cumpliendo un objetivo final de abastecer... sea en puestos públicos o conexiones en los domicilios.	Son sistemas de distribución que permiten canalizar el agua a los predios, ya que se han ramificado mediante una troncal principal el cual llevara el fluido potable a los consumidores.  Siendo el sistema convencional, el sistema a abarcar para este estudio, anterior a eso es importante realizar un trazado correcto de las redes haciendo uso de equipos topográficos y analizar la viabilidad del proyecto que se planteara o ejecutara.	D1- Tipos de redes  D2- Tipos de material  D3- Características físicas de tubería	Abierta Cerradas Mixtas  PVC Fierro galvanizado Fierro fundido  Diámetro Longitud de tubería Clase de tubería	<b>Población:</b> Distrito de San Marcos  <b>Muestreo:</b> No probabilístico de tipo intencional  <b>Muestra:</b> 6459.52m  <b>Instrumentos:</b> Ficha técnica

**Anexo 3: Plano satelital San Marcos**



## Anexo 2: Ficha de recopilación de datos

FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DE FLUJOS EN REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DISTRITO SAN MARCOS REGION ANCASH 2017"

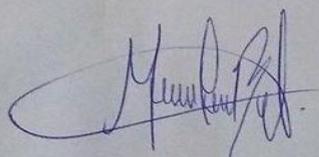
AUTOR: TORRES GUERRA, FLOR MARILYN

INFORMACION GENERAL			
I.	UBICACION		
	REGION	Ancash	ALTITUD
	PROVINCIA	Huacra	LATITUD
	DISTRITO	San Marcos	LONGITUD
Tipos de flujo			
II.	Flujo laminar	Flujo turbulento	Flujo transicional
	Caudal		
	Máximo diario	Máximo horario	Máximo anual
Presión			
IV.	Presión máxima	Presión mínima	Presión media
	Tipos de redes		
	Abiertas	Cerradas	Mixtas
Tipos de material			
VI.	PVC	Fierro galvanizado	Fierro fundido
	Características físicas de la tubería		
	Diámetro	Longitud de tubería	Clase de tubería

APELLIDOS Y NOMBRES	Mauricio Jonathan Cruz Balladares
PROFESIÓN	Ingeniero Civil
REGISTRO CIP No.	130410
EMAIL	ing-mcruz@hotmail.com
TELÉFONO	967547728

EXPERTO A.
1
1
1
0
1
1

Prom = 0.83





FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DE FLUJOS EN REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DISTRITO SAN MARCOS REGION ANCASH 2017"

AUTOR: TORRES GUERRA, FLOR MARILIN

INFORMACION GENERAL				
I.	UBICACION			
	REGION	Ancash	ALTITUD	2964msnm
	PROVINCIA	Huay	LATITUD	
	DISTRITO	San Marcos	LONGITUD	
Tipos de flujo				
II.	Flujo laminar	Flujo turbulento	Flujo transicional	
Caudal				
III.	Máximo diario	Máximo horario	Máximo anual	
Presión				
IV.	Presión máxima	Presión mínima	Presión media	
Tipos de redes				
V.	Abiertas	Cerradas	Mixtas	
Tipos de material				
VI.	PVC	Fierro galvanizado	Fierro fundido	
Características físicas de la tubería				
VII.	Diámetro	Longitud de tubería	Clase de tubería	

EXPERTO $\beta$
0
1
1
1
1
1

Prom = 0.83

APELLIDOS Y NOMBRES	Rodriguez Llanco
PROFESIÓN	Ingeniero CPyPI
REGISTRO CIP No.	42302
EMAIL	WRENATOSANDROS@GMAIL.COM
TELÉFONO	950 625 632

  
 WILLIAM RENATO RODRIGUEZ LLANCO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIPN° 42302

### Anexo 3: Cargo de la municipalidad distrital San Marcos

10/5/2018 SBI-FRP11-C18050903470\_0001.jpg

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ROYAL DE PLATA

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARCOS  
REGION ANCASH  
TRÁMITE DOCUMENTARIO  
Reg. N° U 027756-1-2-10  
Fecha 0214 MAYO 2018  
Hora 02:03 PM  
Firma

Lima, 20 de abril del 2018

**CARTA DE PRESENTACIÓN N° 0053-2018-UCV-L-DA-ING-CIV/DE**

Señores  
Municipalidad del Distrito de San Marcos  
Región Ancash  
Presente.-

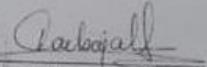
Es grato dirigirme a usted para expresarle nuestro cordial saludo a nombre de la Universidad César Vallejo Lima Norte y en especial de la EP. De Ingeniería Civil, y a la vez presentarle a la estudiante **TORRES GUERRA, FLOR MARILYN** identificada con código N°6700248721 y DNI 46769735 estudiante del X ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

La indicada alumna se encuentra en el desarrollo del proyecto de investigación, para lo cual, requiere información tales como; planos de la red de agua, datos catastrales y planos topográficos.

En tal sentido, mucho agradeceré brinde las facilidades, a fin de apoyar a la estudiante en el desarrollo de la investigación.

Esperando contar con su apoyo a la formación Profesional de nuestros estudiantes, quedo de usted.

Cordialmente,

  
  
Mg. Lilia Rosa Carbajal Reyes  
Coordinadora de la  
EP de Ingeniería Civil

UCV EDU PE

## Anexo 4: Carta de aceptación para la entrega de documentos



# Municipalidad Distrital de San Marcos

*El Paraíso de las Magnolias*  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

San Marcos, 15 de mayo del 2018.

### CARTA N° 025-2018-MDSM-GDUR-SGOPCHU/MEDM

**A** : Srta. TORRES GUERRA FLOR MARILIN  
**ASUNTO** : ENTREGA DE PLANOS CATASTRALES Y TOPOGRAFICOS.  
**REFERENCIA** : TRAMITE DOCUMENTARIO U-027758-1-2018

De mi especial consideración:

Me es altamente honroso dirigirme a Usted, para expresarle mi saludo cordial y a la vez, en base al documento de la Referencia, donde la Administrada solicita por medio de la Universidad Cesar Vallejo Sede Lima Norte, los planos catastrales y topográficos del área urbana del distrito de San Marcos.

Por cuanto esta municipalidad entrega en formato digital a la administrada, los planos catastrales y los planos topográficos con fines de estudio, donde la administrada se compromete a no divulgar esta información.

Sin otro en particular me despido de Ud. manifestándole las muestras de mi estima personal.

Atentamente,

SECRETARÍA GENERAL DE GOBIERNO  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARCOS  
Dpto. San Marcos, 05000  
Calle 10 de Mayo N° 1001  
TEL: 043 454506 / 454525  
WWW.MUNICIPALIDADDESANMARCOS.GOB.PE

Recibido  
  
46769735  
15.05.2018

**Anexo 5: Cargo de la municipalidad para la toma de datos**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARCOS**  
- AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL -

**FORMULARIO UNICO DE TRÁMITE**

**TRÁMITE ADMINISTRATIVO**  
Reg. N°: T-023742-1-2018  
Fecha: 11 MAYO 2018  
Hora: 11:20

SOLICITO: Autorización para  
toma de datos.

LIC. BRIOSO MELGAREJO RUBEN HUMBERTO  
NOMBRE DEL ALCALDE  
Fior Morpín Torres Guerra

DATOS DEL USUARIO  
4676 9735

NUMERO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD (DNI Y/O TELEFONO)  
H2 C, lote 8, Horizonte II, San Martín de Porres

DOMICILIO DEL ADMINISTRADO (CAS./C.P./BARRIO/CALLE - DISTRITO - PROVINCIA)

FUNDAMENTO DEL PEDIDO:  
Autorización para la toma de datos en campo el  
día martes 14-05-18 en los recintos del distrito  
de San Marcos.

LUGAR Y FECHA: San Marcos - Huarí - (11-05-18)

FIRMA: 

## Anexo 6: Certificado de calibración de manómetro



**CORPORACIÓN  
2M&N S.A.C.**

ESPECIALISTAS  
EN METROLOGIA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

058-CP-2016

Área de Metrología  
Página 1 de 2

---

<p><b>Expediente</b> : 265-08-2016</p> <p><b>Solicitante</b> : CONSTRUCTORA YACHAYNIYUX S.A.C.</p> <p><b>Dirección</b> : Av. Colectora Santa Rosa Mza. D Lt 07 Asoc de viv. Los viñedos, Puente Piedra - Lima.</p> <p><b>Equipo / Instrumento</b> : MANOMETRO DE DEFORMACIÓN ELASTICA</p> <p><b>Marca</b> : TESS</p> <p><b>Modelo</b> : No indica</p> <p><b>Serie</b> : No indica</p> <p><b>Identificación</b> : 010-IP-2016</p> <p><b>Ubicación</b> : No indica</p> <p><b>Procedencia</b> : No indica</p> <p><b>Alcance de indicación</b> : 0 psi a 300 psi / 0 bar a 20 bar</p> <p><b>División de escala</b> : 50 psi / 0,5 bar</p> <p><b>Clase de exactitud</b> : 1,6</p> <p><b>Diámetro de rosca</b> : 1/4 NTP</p> <p><b>Posición de trabajo</b> : Vertical</p> <p><b>Diámetro de caja</b> : 65 mm</p> <p><b>Fecha de calibración</b> : 2016-07-20</p> <p><b>Lugar</b> : Laboratorio 01 de CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C. Jr. Chiclayo N° 489 Int A - Rímac, Lima.</p> <p><b>Método utilizado</b> : Determinación de los errores de indicación e histéresis por comparación directa entre los valores de indicación del instrumento bajo calibración y los valores de indicación de un instrumento de referencia. Se utilizó como referencia el Procedimiento PC-004: "Procedimiento de Calibración de Manómetros, Vacuómetros y Manovacuómetros de deformación elástica", Edición 02, 2012, del SNM- INDECOPI.</p>	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. CORPORACIÓN 2M&amp;N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
--	---



2016-08-01  
Fecha de emisión

*Luis A. Sime Pérez*  
Ing. Luis A. Sime Pérez  
Jefe de Metrología  
CIP:41346

---

SE PROHIBEN LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE CORPORACIÓN 2M&N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú • Telf.: (01) 381-6230  
 • RPM: #949 018 191 • Claro RPC: 989 645 623 • RPC: 961 505 209  
 • E-mail: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com) | [www.2myn.com](http://www.2myn.com)