



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño del sistema de agua potable del sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí 2021”**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Leyva Salvá, Ricardo (ORCID: 0000-0003-0671-6280)

**ASESOR:**

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2021

**Dedicatoria:**

A mis padres por sus consejos, motivación y apoyo constante en mi camino de formación profesional.

A Dios por darme salud y fuerzas para poder lograr mis objetivos profesionales.

### **Agradecimiento:**

Agradezco a todas las personas que me brindaron su apoyo incondicional para poder lograr este trabajo, asimismo a los asesores quienes me guiaron en la realización de mi proyecto de investigación.

## INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice figuras.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	18
3.1.1 Diseño de investigación.....	18
3.1.2 Tipo de estudio.....	18
3.2 Variables y Operacionalización.....	18
3.2.1 Variables.....	18
3.2.2 Operacionalización.....	19
3.3 Población y muestra .....	20
3.3.1 Población.....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	20
3.4.1 Técnicas.....	20

3.4.2 Instrumentos.....	20
3.4.3 Validez y confiabilidad del instrumento.....	21
3.5 Procedimiento de recolección de datos.....	22
3.6 Métodos de análisis de datos.....	23
3.7 Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
4.1 Estimación del estudio de la población y demanda para abastecer de agua potable al sector Pedregal.....	25
4.1.1 Parámetros de diseño.....	25
4.1.2 Periodo de diseño.....	25
4.1.3 Población de diseño.....	26
4.1.4 Dotación o consumo.....	27
4.1.5 Variaciones de consumo.....	27
4.1.5.1 Variación diaria.....	27
4.1.5.2 Variación horaria.....	28
4.1.5.3 Coeficiente de refuerzo.....	28
4.1.6 Caudales de diseño.....	28
4.1.6.1 Caudal promedio.....	28
4.1.6.2 Caudal máximo diario.....	29
4.1.6.3 Caudal máximo horario.....	29
4.1.7 Interpretación de resultados.....	29
4.2 Diseño de la red de agua potable en el sector Pedregal.....	30
4.2.1 Captación, línea de conducción e impulsión.....	30

4.2.1.1 Caudal de bombeo.....	31
4.2.1.2 Tubería de conducción.....	31
4.2.1.3 Tubería de impulsión.....	32
4.2.2 Almacenamiento (diseño de reservorio).....	32
4.2.2.1 Ubicación del reservorio.....	32
4.2.2.2 Tipo de reservorio.....	32
4.2.2.3 Diseño hidráulico del reservorio.....	33
4.2.2.4 Volumen del reservorio.....	33
4.2.3 Línea de aducción, red de distribución.....	34
4.2.3.1 Calculo de tubería principal.....	34
4.2.3.2 Calculo de nodos de la red.....	35
4.2.4 Modelamiento en WaterCAD.....	36
4.2.4.1 Pasos para el diseño en el programa WaterCAD.....	37
4.2.5 Interpretación de resultados.....	40
V. DISCUCION.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS.....	52

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables.....	18
Tabla 2. Rangos y magnitudes de validez.....	21
Tabla 3. Coeficiente de validez por juicio de expertos.....	21
Tabla 4. Procedimiento de recolección de datos.....	22
Tabla 5. Periodos de diseños máximos para sistemas de abastecimiento de agua.....	25

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Realidad problemática de la zona de estudio.....	2
Figura 2. Ubicación Distrital del Proyecto.....	3
Figura 3. Periodo de diseño de infraestructura sanitaria.....	11
Figura 4. Sistema convencional de agua potable.....	14
Figura 5. Sistema condominial de agua potable .....	15
Figura 6. Reporte de reservorio.....	37
Figura 7. Reporte de tuberías.....	38
Figura 8. Reporte de nudos.....	39

## **RESUMEN**

La presente Tesis denominada “Diseño del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí 2021”, tiene como objetivo diseñar el sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí 2021, planteando una alternativa de solución ante el déficit actual de este recurso que ayudaría a satisfacer las necesidades básicas de la población en estudio. El diseño de investigación presenta una metodología no experimental por lo que se usará el método científico de nivel descriptivo con enfoque cuantitativo de tipo aplicada, utilizando ciertos criterios para el diseño del sistema de agua potable en la zona de estudio. Para la obtención de datos se utilizaron técnicas como la observación directa, entrevistas, cuestionarios y se establecieron los parámetros que se utilizaron en el diseño del sistema de agua potable (la población de diseño, dotaciones, periodos, gastos y caudales de diseños) acorde con los procedimientos establecidos en la Normatividad Técnica Peruana. Así mismo, se utilizó el programa WaterCAD para poder realizar el modelamiento de las redes propuestas.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones, además se anexa el instrumento de recolección de datos, matriz de consistencia.

Palabras claves: Agua potable, diseño, red de distribución.

## **ABSTRACT**

This thesis called “Design of the Drinking Water System of the Pedregal Sector in Annex 22 of Jicamarca, District San Antonio de Huarochirí 2021”, aims to design the Drinking Water system of the Pedregal Sector in Annex 22 of Jicamarca, District San Antonio de Huarochirí 2021, proposing an alternative solution to the current deficit of this resource that would help meet the basic needs of the population under study. The research design presents a non-experimental methodology, so the descriptive level scientific method will be used with a quantitative approach of the applied type, using certain criteria for the design of the drinking water system in the study area. To obtain data, techniques such as direct observation, interviews, questionnaires were used and the parameters that were used in the design of the drinking water system were established (the design population, endowments, periods, expenses and design flows) according to the procedures established in the Peruvian Technical Regulations. Likewise, the WaterCAD program was used to be able to model the proposed networks.

Finally, the conclusions and recommendations are set out, in addition the data collection instrument, consistency matrix, is attached.

Keywords: Drinking water, design, distribution network.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El lugar destinado para realizar esta tesis se emplaza en el Sector Pedregal del Centro Poblado Anexo 22 de Jicamarca, en el Distrito de San Antonio, Provincia de Huarochirí y Departamento de Lima. Cuenta con una arteria primaria de libre ingreso identificada como la Av. Próceres de La Independencia. Colinda con el distrito de San Antonio al Sudoeste y con San Juan de Lurigancho en dirección Nor-Oeste, todo esto geo localizado en la provincia de Lima.

En gran cantidad el pueblo del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca acumula agua en depósitos especiales con una media de 1 100 litros y aquellos que no cuentan con un medio de almacenaje, conservan el agua en baldes, cilindros, bidones, etc., generándose una adquisición constante de este recurso mediante camiones cisterna.

Se determinó que la zona de estudio carece de este recurso fundamental para el crecimiento ordenado de las habilitaciones urbanas en zonas accidentadas lo cual representa una seria dificultad en la forma de desarrollarse como sociedad ordenada y limpia.

En consecuencia, el nuevo diseño del esquema de agua potable planteado nos posibilitará brindarles estructuras de servicios básicos de saneamiento que con el tiempo ayudará a disminuir el índice de enfermedades ocasionadas por beber agua insalubre del mismo modo de fortalecer el grado de bienestar y el desarrollo de la comunidad actual.

## **Figura 1**

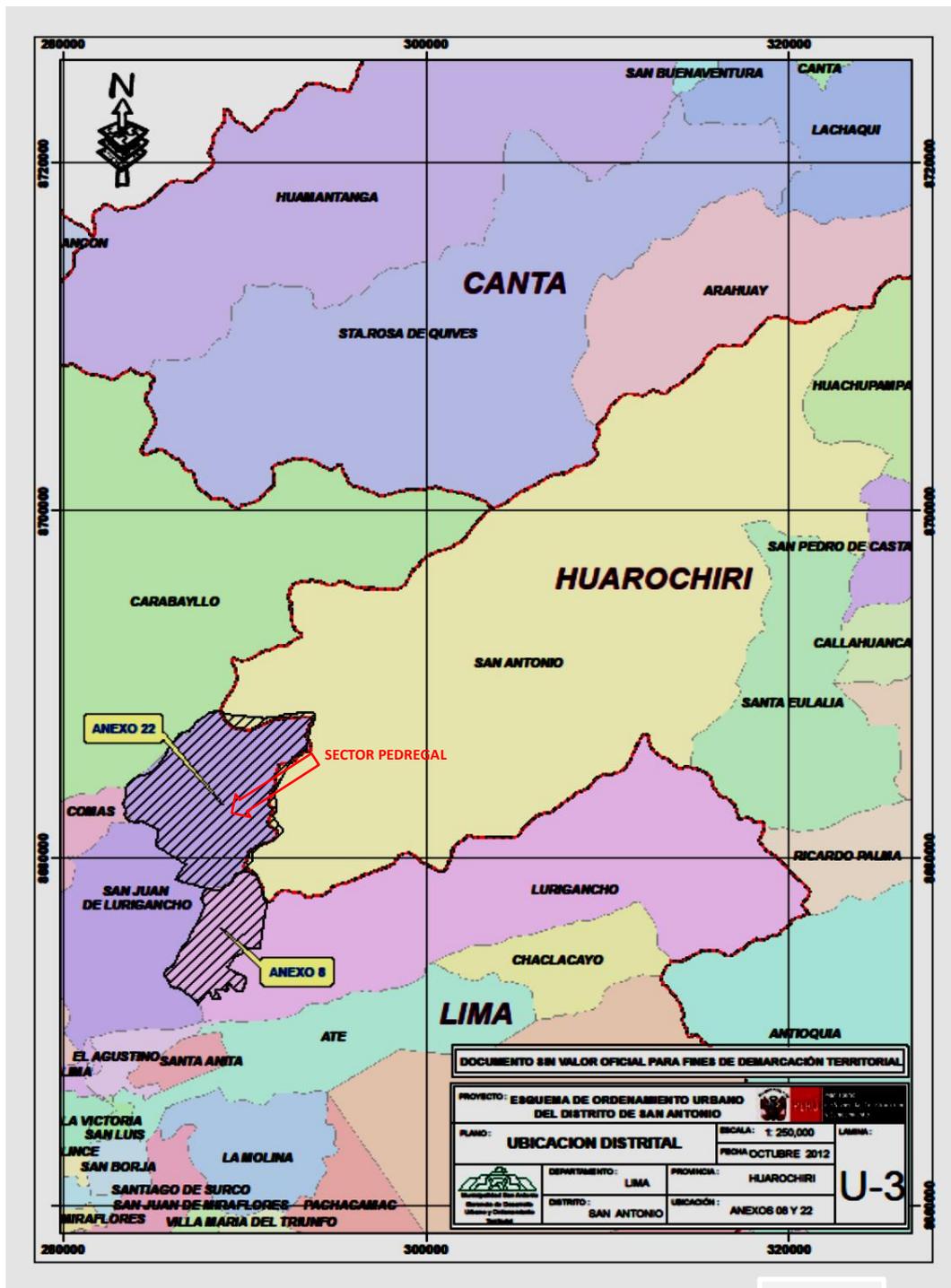
*Situación actual del lugar de estudio.*



*Nota.* Almacenaje de agua para consumo de la población.

Figura 2

Ubicación Distrital del Proyecto.



Nota: Se muestra la zona de estudio del sector Pedregal.

Sobre la base de la realidad actual del lugar, se ha planteado el problema general que engloba la real problemática de la zona de estudio, además de la

consideración de tres problemas específicos. Se hizo la siguiente redacción de la problemática general: ¿De qué manera beneficiará el diseño del Sistema de Agua Potable a la población del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021? y como problemas específicos tenemos:

- ¿De qué manera el cálculo del Periodo de diseño contribuirá en la elaboración del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021?
- ¿De qué manera los Caudales de Diseño contribuirán en la elaboración del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021?
- ¿De qué manera los Gastos de Diseño contribuirán en la elaboración del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021?

En consecuencia, la Justificación de la investigación es desarrollada porque el lugar de estudio carece de suministros primordiales de salubridad los que son de suma relevancia en el desarrollo y salud de los integrantes del lugar, en consecuencia surge la obligación de dar una alternativa de mejora a este déficit de suministro que refleja un problema mayor para distintos segmentos del ámbito de estudio.

La realización de la propuesta, en beneficio de fortalecer la manera de vida de sus integrantes, será de suma importancia ya que se podrá otorgar una solución de aprovisionamiento de agua potable a la comunidad que no cuenta con dicho recurso disminuyendo así el coeficiente de morbilidad ocasionada por consumir agua no apropiada para la ingesta humana, potenciando la forma de vida en la comunidad de estudio estableciendo concientización del buen manejo y uso de este recurso.

Es así, que para dar solución al problema identificado, se consideró el siguiente objetivo principal: Diseñar el Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021; así como los siguientes objetivos específicos:

- Calcular el Periodo de Diseño del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021.
- Calcular los Caudales de Diseño del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021.
- Calcular los Gastos de Diseño del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021.

También se planteó la siguiente hipótesis principal: El Diseño del Sistema de Agua Potable beneficiará en atender las necesidades básicas y mejorar la calidad de vida en la población del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021; acompañada de estas hipótesis específicas:

- El cálculo del Periodo de Diseño contribuirá en la obtención del tiempo de vida útil del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021.
- Los Caudales de Diseño contribuirán en determinar el volumen de fluido que transportará el Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021.
- Los Gastos de Diseño contribuirán en determinar la cantidad de consumo promedio del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito de San Antonio de Huarochirí 2021.

Con este estudio se pretende solucionar en algo la gran problemática que aqueja al lugar de estudio brindando un esquema óptimo de suministro que asegure una adecuada forma de vida.

## **II. MARCO TEÓRICO**

En la presente tesis se toma como fundamento una variedad de documentación de distintas propuestas realizadas, señalando aplicaciones de acciones y modalidades para el esquema básico de saneamiento, que al revisarlos se pudo apreciar que son de una importante trascendencia porque exponen cualidades semejantes al proyecto, que se considerará como documentación valiosa de ayuda en el progreso de la misma, tanto en el marco nacional e internacional.

En lo concerniente a los antecedentes nacionales Gonzalo (2019) en su tesis “Diseño de la red de abastecimiento de Agua Potable para satisfacer la demanda del Club playa Puerto Fiel, distrito Cerro Azul – Cañete”, tuvo como objeto el diseñar un sistema provisionado de agua potable que brindaría oportunidades de mejora a la población Puerto Fiel, planteando recolección de agua del mar por medio de un procesamiento osmótico inverso que impulsaría el agua hasta un reservorio para que mediante esto pueda ser distribuido a la población. Se concluyó como resultado final la construcción de un tanque de 560m<sup>3</sup> de potencial con una matriz de suministro de 1,937.13m de tubería de Policloruro de Vinilo (clase 7.5 de Ø 63mm) y 1112.07m de tubería de Policloruro de Vinilo (clase 75 de Ø 90mm), además de la inclusión de 179 conexiones domiciliarias conllevando esto a un presupuesto total de ejecución de S/ 685,512.74.

Tenemos a Navarrete (2017) que nos manifiesta en su tesis “Diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en el Centro Poblado de El Charco, distrito de Santiago de Cao, provincia de Ascope, región La Libertad” su objeto investigativo es plantear una alternativa de solución a la demanda del recurso agua potable así como el implemento apropiado de un esquema de drenaje en el balneario El Charco proyectándose a 20 años. Se tuvo que realizar unas actividades previas como el estudio orográfico de la zona y ejecutar el análisis de suelos e hidrológico tanto al modelo del esquema de saneamiento, planteando como fuente de abastecimiento el aprovechamiento de aguas subterráneas por un conducto circular que será bombeado a través de una vía de impulsión al reservorio proyectado de 55m<sup>3</sup> que luego será suministrado a la población por las redes de distribución, también se creará un esquema de captación de aguas residuales compuestas por canales de drenaje que serán servidas por medio de un transmisor a las lagunas de cuidados existentes. Se concluye que para poder

elaborar el modelamiento de las conexiones propuestas se ha utilizado los programas WaterCAD y SewerCAD además de determinar las incidencias ambientales positivas y negativas en la posible realización del proyecto.

Además Kleiser (2018) expone en su tesis “Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable del Caserío de Ranchería Ex Cooperativa Carlos Mariátegui Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque – Lambayeque – Noviembre 2018” la problemática del lugar de estudio es llevar a cabo un esquema idóneo suministrado de agua potable al abastecimiento del caserío teniendo como objeto la determinación del esquema técnico sanitario identificando las zonas de la población a servir evaluando el área más favorable para la captación del recurso. Su metodología utilizada es descriptiva cualitativa no experimental de corte transversal. Se concluye que en la determinación de la zona a trabajarse mantuvieron los enfoques de estudios topográficos y los estudios de prospección definiendo el sector de excavación del pozo verificando los estratos del suelo.

También tenemos a Díaz y Vargas (2015) que en su tesis “Diseño del Sistema de Agua Potable de los Caseríos de Chagualito y Llurayaco, Distrito de Cochorco, Provincia de Sánchez Carrión aplicando el método de seccionamiento” tiene por finalidad esquematizar un sistema a una altitud promedio de 2,600 m.s.n.m tomando en cuenta el crecimiento anual de la población calculando el aprovechamiento promedio diario, población futura y dotaciones. Calcular la red de suministro conlleva a la utilización del software EPANET, para la toma de datos topográficos se utilizó el método de radiación. Como resultado se obtuvieron los planos en planta, perfil y detalles para la ejecución del proyecto.

Finalmente, Linares y Vásquez (2017) en su tesis “Diseño de abastecimiento de Agua Potable y alcantarillado en el sector las palmeras, distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo, región Lambayeque” tienen por prioridad la elaboración de un proyecto que faculte crear un esquema de saneamiento que cubra necesidades primordiales de la población. Maneja un tipo de investigación de tecnología aplicada con una muestra representada por 60. Se llegó a la conclusión que para el sistema diseñado se proyectará un esquema de suministro de agua de 562.05m con tubería de PVC con sus respectivas conexiones

domiciliarias al igual de buzones de 1.2m de diámetro que recoja todas las descargas de la zona que irá empalmado a un colector existente que transcurre por el km 4.5 de la Carretera Chiclayo-Pimentel teniendo de profundidad unos 4.42m, constará de un sistema de alcantarillado que tiene una longitud de 1,176.42m.

Continuando con los antecedentes internacionales tenemos a Amaya, Arenas, Díaz y Amaya (2018) que nos manifiestan en su tesis “Diseño, Planificación y ejecución de una Red de Distribución de Agua Potable en la vereda Alejandría, Municipio Garzón-Huila” el objeto es implementar un sistema de abastecimiento en el municipio de Garzón contribuyendo con el POT (Plan de Ordenamiento territorial) implementando estándares gerenciales según el PMI estableciendo un grado de planificación, implementación y estructura administrativa sostenible en la buenas practicas. El estudio está compuesto por la formulación, programación y realización del esquema de abastecimiento en la vereda Alejandría en el municipio de Garzón - departamento del Huila que consta de un listado de documentos necesarios para echar el proyecto a andar como el esquema de distribución, los planos estructurales de obras en concreto y detalles de los planos hidrosanitarios.

También tenemos a Villarroel (2017) que expone en su tesis “Estudio, Diseño de Red de Agua Potable, infraestructura sanitaria, pluvial y carpeta asfáltica del a Avenida Carlos Magno Andrade” que su objetivo principal es realizar una esquematización óptima de agua potable y un esquema independiente de alcantarillado que sirva como desfogue de aguas servidas al igual de las aguas pluviales. Se obtuvo como resultado realizar un diseño para un tiempo de 20 años que beneficiaría a una población futura de 1188 ciudadanos considerando un volumen de modelo de 6.87 lt/s al termino del segmento de la red considerando una tubería de Ø 200mm y un volumen pluvial de 184.16 lt/s con una tubería de Ø 550mm al final de la misma red.

Además de Moreno y Tuza (2019) en su tesis “Diseño del Sistema de Agua Potable y Saneamiento para el recinto los Guayabillos de la Parroquia Bellavista del Cantón Santa Cruz, Provincia de Galápagos” pone de manifiesto la deficiencia de un esquema de abastecimiento de agua en la población y debido a ese

problema se proyecta la implementación óptima de red de agua potable para el recinto los Guayabillos. El sistema a diseñarse constará de un pozo profundo como fuente de captación el cual será impulsado, mediante una bomba sumergible, hasta una planta de manejo compuesta por un aireador, sedimentador y filtración que dará como resultado agua óptima para la utilización de la población, para luego ser bombeado hacia un reservorio de 20m<sup>3</sup> para ser distribuido al recinto. Mediante un estudio económico y financiero se determinó que la ejecución del proyecto sería viable.

Siguiendo vemos que Sanz, Gómez, Meneses, Montealegre, Ardila y Villa (2016) muestran en su tesis “Diseño de la Ampliación de la red de Agua Potable y Sistema de Alcantarillado para la zona del Barrio Alto Jordán, Comuna 18” que sus objetivos son desarrollar dos propuestas, una para el suministro de extensión de la red de agua potable y la otra para un sistema de alcantarillado. Analizados todos los parámetros de estudio concluyeron que para la propuesta del esquema de agua potable se modeló la red de acuerdo a la topografía accidentada de la zona que conllevaría a un incremento de presión para trasladar el recurso a los puntos más elevados diseñando un tanque con su respectivo sistema de bombeo y así realizar la distribución a las viviendas.

Finalmente, Murillo y Alcívar (2015) en su tesis “Estudio y diseño de la red de Agua Potable para la comunidad puerto Ébano km 16 de la parroquia Leónidas plaza del cantón Sucre” tienen por prioridad modelar un esquema de abastecimiento de agua potable a la comunidad de Puerto Ébano realizando una investigación del tipo descriptivo – cuantitativo tomando como muestra a 177 familias equivalentes a 1062 habitantes. En su recopilación de información emplearon la técnica de observación como instrumentos, la topografía, software de modelamiento y conocimientos aplicados de hidrología, geología y saneamiento. Concluyeron en crear una red de abastecimiento con una vida útil de 25 años con una población futura de 1564 habitantes, para la asignación de caudales, base de diseño y para redes recomendaron usar el software WaterCAD. Esto les permitió demostrar que mediante el software y los estudios topográficos

se tiene la capacidad de poder ejecutar un modelo idóneo de suministro de agua potable a la zona de la comunidad de Puerto Ébano.

Respecto a la base de las teorías relacionadas al tema se han contemplado diferentes fuentes de información detalladas a continuación.

En el periodo de diseño para poder realizar un esquema de provisionamiento de agua potable, es de suma importancia determinar el ciclo vital de la totalidad de los elementos del esquema del cual va a ser diseñado de tal manera que en ese tiempo se abastecerá un servicio óptimo y eficaz sin generar costos innecesarios en la economía del proyecto.

Según Jara y Santos (2014) nos manifiestan que “en consecuencia, el periodo de diseño viene definido como el momento mediante el cual un esquema es eficaz al 100%, pudiendo ser por capacidad de manejo en el gasto deseado o por la solidez física del equipamiento” (p.332).

Los elementos considerados en el diseño deben de estar alineados bajo el RNE, con lo cual se considerará lo siguiente:

### Figura 3

*Periodo de diseño de estructura sanitaria.*

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
✓ Fuente de abastecimiento	20 años
✓ Obra de captación	20 años
✓ Pozos	20 años
✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
✓ Reservorio	20 años
✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
✓ Estación de bombeo	20 años
✓ Equipos de bombeo	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

*Nota:* Periodos de diseño en base a diferentes estructuras a trabajarse.

Concerniente a la tasa de crecimiento se encuentran métodos para determinar los habitantes de la población futura y para eso se empleará el modelo aritmético expresado en:

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

Dónde:

Pi: Población inicial (hab).

Pd: Población futura o de diseño (hab).

r: Tasa de crecimiento anual (%).

t: Periodo de diseño (años).

Se debe tener en cuenta lo siguiente: (1) El índice de incremento anual viene relacionado con los periodos intercensales del lugar específico; (2) si no hubiese esa información, tomarse el índice de otra poblado con semejanzas a la zona de estudio y (3) para el propósito de la estimación poblacional, es indispensable considerar la totalidad de documentación censal del INEI, de la misma manera con un registro de beneficiarios de la comuna.

Respecto a la Dotación se manifiesta mediante el uso promedio diario o anual por ciudadano determinado como consecuencia de un estudio justificado técnicamente y sustentado en publicaciones estadísticas confirmadas.

La dotación es el uso de agua promedio diario anual por ciudadano, fijada en lineamiento a una investigación de aprovechamientos técnicamente justificados, respaldados en datas estadísticas constatadas.

Según Málaga (2012), nos comenta:

Dichas dotaciones se modifican de acuerdo al consumo que se da en la comunidad estudiada. Si se corrobora la disponibilidad de estudios de consumos y no se sustentara su ejecución, se optará a considerar para sistemas con acoplamiento domiciliarios una dotación de 180 lt/hab-día en clima frío y de 220 lt/hab-día en clima temprano y cálido. (p.355)

En la operatividad facultativa proporcionada sin perjudicar el esquema de suministro, se tomará el consumo máximo comunitario; esto es, la utilización del agua de la comunidad de cara a actividades y al cambio climático.

En lo concerniente al esquema del suministro de abastecimiento de agua potable se tiene que elaborar bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones, Título II: Habilitaciones Urbanas. Dentro de las cuales tenemos: (1) la Norma O.S 050 – Redes de Distribución de Agua para consumo humano en el Capítulo 04 (Reglamentaciones específicas para diseño; Análisis hidráulico, velocidad, presiones); (2) la Norma O.S 070 – Redes de Aguas Residuales en el Capítulo 5 (Conexión predial, diseño, diámetros); (3) la Norma O.S 010 – Captación y Conducción de agua para consumo humano donde se precisan las formas en la creación de proyectos de recolección así como la conducción de agua para consumo humano y (4) la Norma O.S 100 – Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria que precisan las consideraciones necesarias y básicas para el esquema de la infraestructura sanitaria.

En consecuencia, el esquema de suministro de agua potable se inicia consiguiendo el recurso desde la fuente de captación y por medio de un grupo de redes de instalaciones complementarias proporcionar agua para la actividad humana. Son el resultado de una red que trabaja para suministrar agua a una población, resguardando su aprovechamiento y requerimiento para el desarrollo humano.

Dentro de las fuentes de abastecimiento generalmente son constantes y suficientes para suplir la demanda de una población, como son las fuentes de agua superficial conglomeradas en fuentes que circulan en la faz de la tierra brindando agua a los seres vivos para su existencia compuesta por ríos, lagos, lagunas y fuentes de agua subterráneas que son generadas por las lluvias que por colación en el suelo llegan a una profundidad en la cual las partículas están sobrecargadas dando el nacimiento a este tipo de fuente que son menos contaminadas que las superficiales.

En lo mencionado en la tipología de esquemas de agua potable tenemos el esquema convencional y el esquema condominial adaptables a cualquier zona.

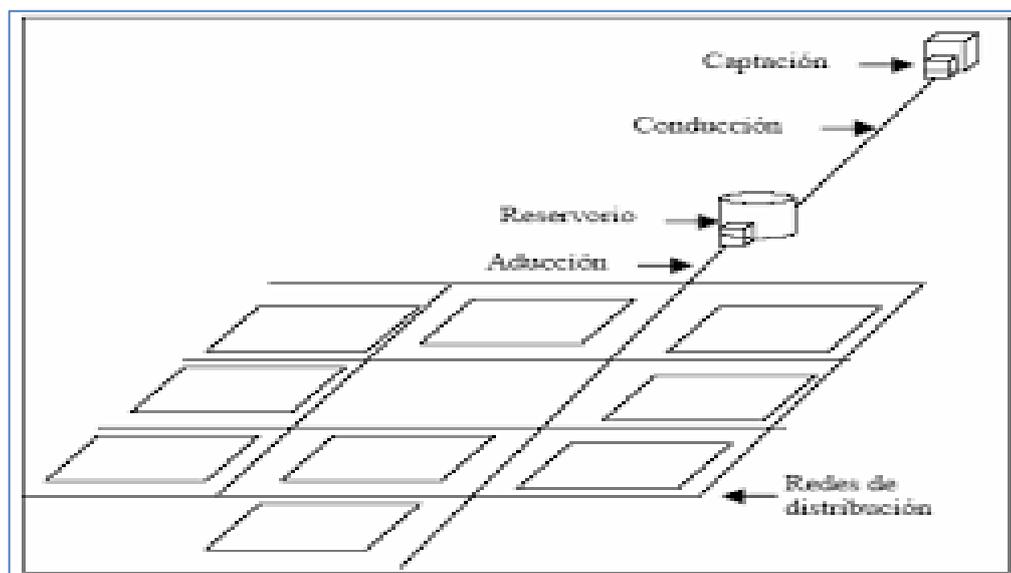
Según Roseo y Alvarado (2016), en lo que respecta al sistema convencional nos mencionan:

Es un tipo de esquema de agua potable caracterizado por contar con una distribución primaria a través de una tubería de mayor diámetro derivándose a través de ramales llegando a sectores desconectados; que no se relacionarán con otros ramales de otras tuberías primordiales de la red de agua potable. (p.153)

En este sistema es observable que el esquema principal de agua potable consta de ramificaciones que no se interconectan, por consiguiente cada ramal está distribuido para cada vivienda.

#### Figura 4

*Esquema convencional de agua potable.*

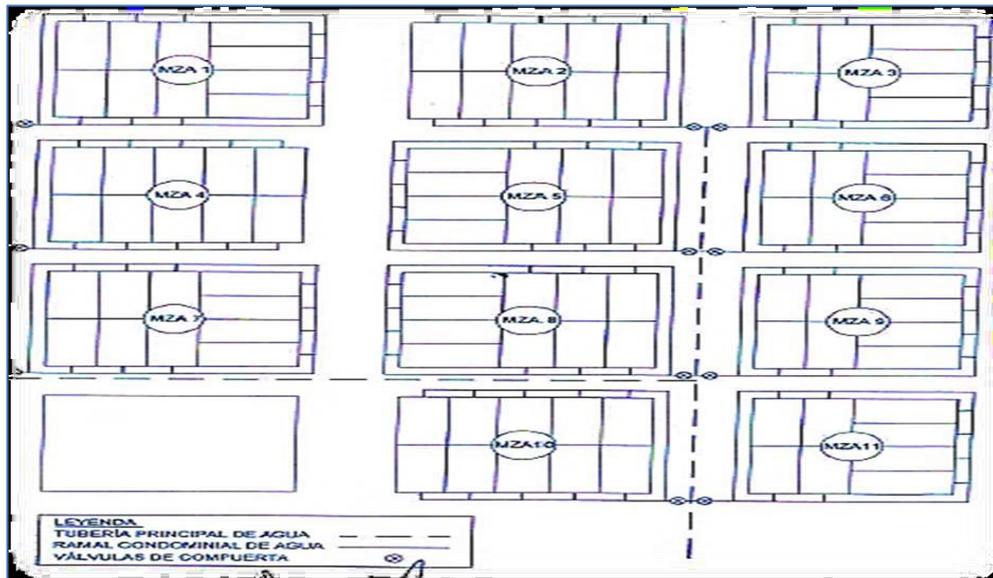


*Nota:* El gráfico muestra el esquema convencional de una red de distribución.

El esquema de agua condominial engloba las redes compuestas por ramales entrantes a cada vivienda y vinculadas a la tubería principal que se adaptan a la topografía del terreno y cada bifurcación cuenta con cajas de inspección propias en su red.

## Figura 5

*Sistema condominial de agua potable.*



*Nota:* El gráfico muestra el esquema condominial de una red de distribución.

El esquema contará con un sistema hidráulico de captación de agua cuya finalidad es modificar el rumbo del trayecto del agua respecto al sector que se desea abastecer de este recurso.

Según, Zambrano (2017) nos dice:

En la captación de aguas resultantes de un proceso realizado mediante bocatomas, es indispensable utilizar las galerías filtrantes paralelas en función al recorrido dado por el agua. Una bocatoma o captación, es un mecanismo hidráulica que tiene por objetivo transferir hacia otro lado el agua de ríos, arroyos, etc. El mecanismo de recolección contará con una capacidad idónea para conducir al esquema de agua potable un volumen mínimo de 1.2 veces el volumen máximo diario pertinente al final del tiempo de diseño. (p. 106)

Los sistemas recolectivos están compuestos de tubos o canales que reciben el agua conllevando a diseñar un esquema a través de volúmenes y poder abastecer una población.

La línea de conducción viene a ser la tubería que dirige el agua a partir de la recolección hacia la planta potabilizadora, o bien hacia el depósito de regularización, valiéndose en la composición del esquema de agua potable.

Los autores, Ampié y Masis (2017) manifiestan:

Se precisa conducción al esquema que ofrece el acarreo de un líquido, que va de la recolección hacia un esquema de procesamiento, en situaciones garantizadas y saludables. La dirección vendrá a ser elaborada a corriente libre o forzado; en el supuesto de modelar una dirección a corriente libre, la tubería trabajará momentáneamente previniendo velocidades muy bajas que conlleven a la sedimentación o velocidades elevadas que ocasionen desgaste en el conducto. (p.110)

Esta línea debe seguir la topografía real del terreno en la cual su ubicación quede de una forma tal que pueda supervisarse fácilmente.

Se cuenta también con el almacenamiento del recurso que viene a ser una estructura específicamente elaborada como fuente de reserva de agua la cual servirá como abastecedor para poder satisfacer la necesidad humana.

Luego de esto se realiza las redes de distribución que en su totalidad trabajan a presión las cuales abastecerán a las diferentes parcelas o edificaciones de una población.

Según Alison (2017) nos precisa que “en el esquema de distribución se proveerá grifos de aire y vacío, grifos contra incendios para un óptimo funcionamiento favoreciendo su buen mantenimiento y un mejor desempeño” (p.110)

Finalmente el esquema de suministro contará con todos estos elementos que aportarán a que trabaje de una manera eficiente.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y Diseño de investigación**

#### **3.1.1 Diseño de investigación**

Rengel y Giler (2018) nos mencionan que “es la investigación consistente y experimental en la que las variables independientes no se alteran dado que ya han sucedido” (p. 101).

En el presente trabajo el diseño de investigación optado es el no experimental, fundamentado en el reconocimiento de fenómenos como se manifiesta en su ámbito natural para estudiarlos a posteriori por lo que se empleará el estudio descriptivo.

La orientación del estudio de esta investigación es cuantitativa ya que se desea alcanzar o verificar una hipótesis a través de la recolección de datos y la posible solución al problema que abarca el presente trabajo.

#### **3.1.2 Tipo de investigación**

En consecuencia a la clase y al grado de comprensión que se obtiene, se empleará la investigación aplicada realizando una evaluación del propósito de análisis para identificar sus características y propiedades definiendo la realidad problemática de la investigación tratando de darle una solución.

### **3.2 Variables y Operacionalización**

Según Cepeda y Cepeda (2015) afirman que:

Son las cualidades medibles y descritas (estadística descriptiva), analizables (modelos experimentales), contemplando un conjunto de data relacionadas a la unidad experimental (UE) y contrastando con diversos métodos (estadística inferencial); a través del uso de procedimientos matemáticos y estadísticos para investigadores (p. 87).

#### **3.2.1 Variables**

La variable estudiada y analizada en la tesis es: Variable Independiente: Diseño del Sistema de Agua Potable.

### 3.2.2 Operacionalización

Según Chauca (2017) nos dice “que la Operacionalización de variables viene dado por el procedimiento a través del cual se considera una percepción clara de una variable, enfocada a través de una arista abstracta, como también pueden ser observables y medibles” (p. 78).

Este proceso mide las variables en magnitud e indicadores, por esta razón en la tesis se presenta la previa tabla de Operacionalización de variables:

**Tabla 1**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLES	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			
	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
V.I: Diseño del Sistema de Agua Potable	El diseño del Sistema de Agua Potable es el resultado final de un proceso (que consiste en precisar la localización del punto de recolección y diseñar el esquema de distribución del flujo a las distintas conexiones domiciliarias) con el objeto de buscar una solución eficaz a cierta problemática siguiendo los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones.	El Diseño del Sistema de Agua Potable se logra mediante los cálculos correspondientes para la red de distribución considerando el Periodo, Caudales y Gastos de Diseño respectivamente en la elaboración del presente estudio.	Periodo de Diseño	Vida útil de los componentes
				Crecimiento de la población
			Dotación	
			Caudal Promedio de Consumo	
			Caudales de Diseño	Caudal Máximo Diario
				Caudal Máximo Horario
			Gastos de Diseño	Gasto Medio Diario
				Gasto Máximo Diario
Gasto Máximo Horario				

*Nota:* Elaboración propia.

### **3.3 Población y Muestra**

#### **3.3.1 Población**

Para Hernández (2016), la “población es el colectivo que agrupan los procesos que coinciden con una secuencia de especificaciones” (p. 174).

La Población analizada en la tesis, está compuesta por las 430 familias que se tomarán en cuenta en el Diseño del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí.

Dado a conocerse que se realiza una investigación descriptiva, no se trabajará con muestra tan sólo con población.

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

#### **3.4.1 Técnicas**

Los métodos puestos en práctica para la realización de los propósitos de la presente tesis se describen a continuación:

- Observación directa del área de incidencia de la zona de investigación.
- Levantamiento Topográfico para conocer las características del terreno.
- Análisis de Suelos que permitirán conocer las propiedades del terreno.
- Encuestas Poblacionales.
- Recopilación de datos.
- Procesamiento de datos e información estadística.

#### **3.4.2 Instrumentos**

Los mecanismos utilizados en la tesis serán:

- Guía de observación de campo, guía de entrevistas.
- Instrumentos topográficos (estación total, GPS, mira, wincha, prisma).
- Ficha de recolección de datos (encuestas, cuestionarios).
- Reglamento Nacional de Edificaciones, libros, tesis.
- Computadoras (para procesar la información).
- Uso de Softwares computarizados como AutoCAD, WaterCAD, Excel, entre otros.

### 3.4.3 Validez y confiabilidad del instrumento

Hernández, Fernández y Baptista (2016) afirman que “para comprobar la validez del presente estudio emplearemos el criterio de especialistas, que refieren que el instrumento otorgado realmente estima la variable con enfoques de expertos en el tema” (p. 204).

Los diferentes instrumentos deben medir el indicador, por lo tanto se elaboró fichas para medir la variable, de acuerdo al juicio del investigador y respaldado por juicio de expertos en el tema.

**Tabla 2**

*Rangos y magnitudes de validez*

<b>Rangos</b>	<b>Magnitud</b>
0.81 a 1	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderado
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

*Nota:* Reproducido de (Ruiz, 2015, pag.12)

En la acreditación de los instrumentos del siguiente proyecto se buscó a tres expertos en el tema de acuerdo a la línea de investigación del presente estudio, de tal manera que el indicador pueda cuantificar la variable de manera efectiva.

**Tabla 3**

*Factor de validez por criterio de expertos*

<b>Validez</b>	<b>Experto 1</b>	<b>Experto 2</b>	<b>Experto 3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Variable 1</b>	1	1	0.983	0.994
Índice de validez			0.994	

*Nota:* Elaboración propia.

Respecto a la validación del instrumento, siendo 0 = no válido y 1 = válido, se logró un valor de 0.994 en promedio, que según lo apreciado en la tabla 3, la magnitud es muy alta por lo cual es válido el instrumento utilizado en la presente investigación.

### 3.5 Procedimiento de Recolección de Datos

La información conseguida fue recolectada en campo mediante la inspección del lugar de estudio, el uso de instrumentación apropiada, recopilación de información y análisis de las muestras para la ejecución del diseño.

**Tabla 4**

*Procedimiento de recolección de datos*

Pasos	Acción
1	Inspección general (visual) de toda la zona de estudio y analizar la posible alternativa del diseño de suministro de agua potable al sector.
2	Llevar a cabo el estudio de población y demanda, para el cual se suministrará del servicio de agua potable. Mediante diferentes métodos de cálculos poblacionales, INEI y la toma de datos en campo se verá cómo viven las personas, si cuentan con los recursos suficientes para poder costear un sistema de saneamiento integral, se verá la calidad de vida que tiene la zona de estudio, etc.
3	Realizar el levantamiento topográfico del sector Pedregal, para averiguar el dato de las cotas, pendientes, lotizaciones, manzaneos, etc.
4	Teniendo los datos de población, demanda y levantamiento topográfico se pasa a diseñar la red de agua con todos sus componentes, utilizando los criterios de diseño y normas establecidas en el RNE plasmándola en una hoja de cálculo.
5	Se procede al uso del programa WaterCAD para el diseño de la distribución de la red de agua potable para ver su funcionabilidad.
6	Finalmente el estudio puede servir como base para la realización y ejecución de un esquema de agua potable para el sector Pedregal.

*Nota:* Elaboración propia.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

En la contribución del procesamiento de información, se llevará a cabo las tareas en gabinete procesando los cálculos respectivos para el modelo del esquema utilizando programas especializados como: AutoCAD Civil 3D y WaterCAD; en su totalidad los logros conseguidos serán verificados con los indicadores máximos y mínimos estipulados en el RNE que abalarán los cálculos del sistema.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente tesis preserva la fiabilidad y credibilidad de los resultados conseguidos, al igual que la total fidelidad a la metodología considerada en la normativa, del mismo modo que conservar el compromiso continuo con los valores de una buena conducta ética.

## **IV. RESULTADOS**

Para establecer un plan de esquema de sistema de agua potable es indispensable el cálculo de población que se verá beneficiada, no solo para atender una carencia real sino contemplar el crecimiento poblacional en un periodo de tiempo (población futura) que será necesario estimar al final de dicho periodo.

#### **4.1 Estimación del estudio de la población y demanda para abastecer de agua potable al sector Pedregal**

##### **4.1.1 Parámetros de Diseño**

Son importantes para conocer la demanda proyectada de consumo de una población y ser verificados con las fuentes de abastecimiento para ver si son necesarios buscar nuevas fuentes o puede cubrir la demanda proyectada calculada.

##### **4.1.2 Periodo de Diseño**

Viene a ser el tiempo considerado en el que un esquema de agua potable funcionará de manera correcta y eficaz ajustándose a los lineamientos para lo cual ha sido diseñado, debemos de conocer el tiempo de funcionamiento de las estructuras y equipos, la sensibilidad de la infraestructura sanitaria y el crecimiento poblacional.

#### **Tabla 5**

*Periodos de diseño máximos para sistemas de suministro de agua.*

<b>COMPONENTE</b>	<b>TIEMPO (AÑOS)</b>
- Fuente de Abastecimiento	20
- Obras de Captación	20
- Pozos	20
- Planta de Tratamiento de Agua para Consumo Humano	20
- Reservorio	20
- Tuberías de Conducción, impulsión y distribución	20
- Estación de Bombeo de Agua	20
- Equipo de Bombeo	10
- Estación de Bombeo de Aguas Residuales	20
- Colectores, emisores e interceptores	20
- Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	20

*Nota:* Elaboración Programa Nacional de Saneamiento (PNSU).

En función al Reglamento Nacional de Edificaciones para proyectos de agua potable el investigador tiene la responsabilidad de proponer el periodo de diseño adecuado de manera que atienda las carencias básicas de la población y considerando los factores anteriormente descritos en la tabla, por consiguiente en esta tesis se está considerando un periodo máximo de diseño de 20 años.

#### 4.1.3 Población de Diseño

El estudio de la población a favorecerse es fundamental ya que contribuye para determinar el caudal requerido de la población futura, del cual depende el periodo de vida útil del proyecto.

De lo obtenido en campo, en el lugar de estudio, se ha determinado un total de 430 lotes con una densidad mínima habitacional de 5 habitantes/lote, dando una población actual de:

$$Pa = N^{\circ} \text{ Lotes} * d$$

$$Pa = N^{\circ} \text{ Lotes} * d = 430 * 5 = 2150 \text{ habitantes.}$$

Y para definir la población de diseño se utilizará el método matemático geométrico para un diseño de 20 años:

$$Pf = Pa (1 + r)^t$$

Dónde:

- $Pf$  = Población de diseño o futura.
- $Pa$  = Población Actual o inicial.
- $r$  = tasa de crecimiento poblacional: 1.2%
- $t$  = Tiempo en el que se calcula la población: 20 años.

$$Pf = Pa (1 + r)^t = 2150 (1 + 0.012)^{20} \dots\dots\dots P(2039) = 2729 \text{ hab.}$$

#### 4.1.4 Dotación o consumo

Viene a ser el caudal de agua que se destina al consumo por persona por día. El cálculo lo obtenemos distribuyendo anualmente el consumo total de agua de una específica población en 365 días y entre el número de personas percibiéndose de este modo el consumo unitario lt/hab-día.

Como no existen estudios técnicamente justificados acerca del consumo de agua, para este diseño se tomará la dotación que se señala en la Norma OS.100 (Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria), se contemplará en cualquier caso para esquemas con conexiones domiciliarias una asignación de 180 lt/hab-día (en clima frío) y de 200 lt/hab-día (en clima templado y cálido).

En la presente tesis, según lo mencionado líneas arriba, se tendrá en consideración un consumo de 200 lt/hab-día.

#### 4.1.5 Variaciones de consumo

El consumo será evaluado en forma horaria, diaria, mensual, etc. Las mediciones horaria y diaria tienen mayor importancia para los cálculos del diseño.

##### 4.1.5.1 Variación diaria

Se toma en consideración el cociente de variación diaria "K1" que es un componente del caudal promedio anual "Qp". Se utiliza en la elaboración de la línea de conducción, reservorio, etc.

$$K_1 = \frac{\text{Volumen del día de Máximo consumo registrado en un año}}{\text{Volumen de Consumo medio diario relativo al mismo año}}$$

- $1.2 < K_1 < 1.5$  (zona urbana)

Por lo general se recomienda utilizar el coeficiente:  $K_1 = 1.30$  (según Norma OS.100).

#### 4.1.5.2 Variación horaria

Viene a ser el coeficiente que se emplea para elaborar la línea de aducción, la red de distribución y aquellos variados elementos de un esquema de agua potable.

$$K_1 = \frac{\text{Volumen de la hora de Máximo consumo en un día}}{\text{Volumen de Consumo medio horario del día}}$$

- $1.8 < K_2 < 2.5$  (zona urbana)

Por lo general se recomienda utilizar el coeficiente:  $K_2 = 2.5$  (según Norma OS.100).

#### 4.1.5.3 Coeficiente de refuerzo

Es un factor aplicado al caudal promedio para incrementar el coeficiente de aseguramiento en el esquema.

$$K = K_1 \times K_2$$

#### 4.1.6 Caudales de Diseño

Son componentes que forman parte del diseño en las diferentes etapas del proyecto de abastecimiento de agua potable.

##### 4.1.6.1 Caudal promedio

Se estima como el resultado del uso por persona para la población futura del plazo de diseño manifestado en litros por segundo (lt/seg).

$$Q_p = (P_f \times D_o) / 86400$$

Dónde:

- $Q_p$  = Caudal promedio (lt/seg).
- $P_f$  = Población futura (hab).
- $D_o$  = Dotación (lt/hab-día).

$$Q_p = (P_f \times D_o) / 86400 = (2729 \times 200) / 86400 = 6.31 \text{ Lt/seg}$$

#### 4.1.6.2 Caudal máximo diario

Es utilizado en la elaboración de la red de tubería de la línea de conducción y todas las estructuras antes del reservorio.

$$Q_{md} = K1 \times Q_p$$

Dónde:

- $Q_{md}$  = Caudal máximo diario (Lt/seg).
- $K1$  = Coeficiente de variación diaria = 1.3

$$Q_{md} = K1 \times Q_p = 1.3 \times 6.31 = 8.20 \text{ Lt/seg}$$

#### 4.1.6.3 Caudal máximo horario

Su utilización brindará la ayuda necesaria en el diseño de tuberías y demás estructuras aguas abajo del reservorio.

$$Q_{mh} = K2 \times Q_p$$

Dónde:

- $Q_{mh}$  = Caudal máximo horario (Lt/seg).
- $K2$  = Coeficiente de variación horaria = 2.5

$$Q_{mh} = K2 \times Q_p = 2.5 \times 6.31 = 15.78 \text{ Lt/seg}$$

El sector pedregal, requiere de 6.31 Lt/seg equivalente a 545.18 m<sup>3</sup>/día que atenderá la exigencia de agua en la zona de estudio.

#### 4.1.7 Interpretación de resultados:

- El estudio de la población y demanda brindará información de la población actual y futura la cual se verá beneficiada en el esquema de agua potable.
- En la siguiente tesis se eligió considerar un periodo óptimo de diseño de 20 años para todos los elementos del esquema, ya que el crecimiento poblacional de los habitantes del sector Pedregal es pausado producto de

la coyuntura económica y productiva de la zona; preservando su operatividad a lo largo del periodo de diseño.

- La tasa de aumento en el sector Pedregal depende directamente de la situación demográfica de la zona, como el sector Pedregal no contaba con ningún dato censal, se consideró las tasas de crecimiento del distrito de San Juan de Lurigancho (población con similares características) logrando obtener la población futura en 20 años de 2729 habitantes a través de una población inicial de 2150 hab.
- La dotación en el sector Pedregal depende principalmente del consumo de agua de la población, al que por la inexistencia de este dato, la dotación a considerar será de 200 lt/hab-día justificada a través de la Norma OS.100 al pertenecer a un clima seco y templado.
- Se cuantificaron los caudales de diseño, considerando la población futura y la dotación de agua, obteniendo un caudal promedio de 6.31 lt/seg, un caudal máximo diario de 8.20 lt/seg y un caudal máximo horario de 15.78 lt/seg.
- Por último fue contrastado el caudal máximo diario con el caudal ofertado de la fuente de suministro de agua, y al ser este menor al de la fuente ( $Q_{md} < \text{Caudal de la fuente}$ ) se continuó exitosamente dicha investigación.

## **4.2 Diseño de la red de agua potable en el sector Pedregal**

### **4.2.1 Captación, línea de conducción e impulsión**

Para los siguientes diseños tener en cuenta: La captación donde se abastecerá el sistema, la línea de conducción y línea de impulsión hacia el reservorio, no se utilizará planta de tratamiento ya que el agua es potable manteniendo los parámetros de calidad y el resto de los componentes se mantienen iguales.

#### 4.2.1.1 Caudal de bombeo

$$Qb = Qmd * 24/N$$

Dónde:

- Qb = Caudal de bombeo (lt/seg).
- Qmd = Caudal máximo diario (lt/seg).
- N = N° de horas de bombeo.

Por motivos operativos y económicos se sugiere que el tiempo de bombeo en un día sea menor a 12 horas.

$$Qb = 8.20 * 24/8 = 24.60 \text{ lt/seg}$$

#### 4.2.1.2 Tubería de conducción

$$d = 1.1284 * \sqrt{\frac{Qb}{v}}$$

Dónde:

- d = Diámetro de tubería de conducción (m).
- Qb = Caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/seg).
- v = velocidad (para el diseño se debe calcular para una velocidad mínima y máxima: 0.6m/s – 3m/s).

$$d = 1.1284 * \sqrt{\frac{24.6/1000}{0.6}} = 0.23 \text{ m} * 100\text{cm/m} * 1 \text{ pulg}/2.54\text{cm} = 9.06 \text{ pulg} = 10 \text{ pulg}$$

$$d = 1.1284 * \sqrt{\frac{24.6/1000}{0.9}} = 0.19 \text{ m} * 100\text{cm/m} * 1 \text{ pulg}/2.54\text{cm} = 7.48 \text{ pulg} = 8 \text{ pulg}$$

Comprobando la velocidad por el método de Hazzen y Williams:

$$v = \frac{1.974 * Qb}{d^2} = \frac{1.974 * 24.60}{10 * 10} = 0.49 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{1.974 * Qb}{d^2} = \frac{1.974 * 24.60}{8 * 8} = 0.76 \text{ m/s}$$

Por lo tanto tenemos que dentro del rango de velocidad de (0.6m/s – 3.0m/s) cumple con el diámetro de 8pulg.

#### 4.2.1.3 Tubería de impulsión

$$d = 1.30 * X^{1/4} * \sqrt{Qb}$$

Dónde:

- d = Diámetro económico (m).
- x = número de horas/24
- Qb = Caudal de bombeo (m3/seg).

$$d = 1.30 * \left(\frac{8}{24}\right) \exp^{\frac{1}{4}} * \sqrt{24.6/1000} = 0.16 \text{ m} * 100\text{cm/m} * 1 \text{ pulg}/2.54\text{cm} = 6.30 \text{ pulg} = 6 \text{ pulg.}$$

Comprobando la velocidad por el método de Hazzen y Williams:

$$v = \frac{1.974 * Qb}{d^2} = \frac{1.974 * 24.60}{6 * 6} = 1.35 \text{ m/s}$$

#### 4.2.2 Almacenamiento (diseño de reservorio)

##### 4.2.2.1 Ubicación del reservorio

- El nivel del reservorio (cota: 557.00 m.s.n.m) se establece tomando en cuenta la obtención de presiones mínimas en el diseño de la red.
- El reservorio asegurará las presiones dinámicas en el esquema de distribución para lo cual se deberá tener en cuenta los límites de servicio.

##### 4.2.2.2 Tipo de reservorio

- El reservorio a diseñar será apoyado ya que se ubicará en la parte más alta del sistema de agua potable en el sector Pedregal alejada de la red de distribución con respecto a nuestra captación.
- El reservorio obtendrá su abastecimiento directamente a través de un sistema de bombeo desde la fuente de captación.

- El reservorio apoyado tendrá la principal función de compensar la falta de caudal en las horas en las que el caudal de demanda sea bajo, por lo tanto este reservorio regulará el caudal constantemente al ubicarse en la zona más alejada de nuestro sistema.

#### 4.2.2.3 Diseño hidráulico del reservorio

La capacidad del depósito de conservación deberá igualarse al volumen resultante mayor de las siguientes consideraciones:

- El volumen de regulación será 20% ya que el abastecimiento de agua funciona menos de 24 horas al día.
- El volumen contra incendio ( $V_i$ ), para atender estos casos, la población futura deberá pasar los 10000 habitantes y en el caso de nuestro sistema no será necesario.
- El reservorio será ubicado a una determinada altura para que pueda asegurarse la presión mínima.
- El reservorio estará conformado por tuberías de ingreso, salida y limpieza, donde se implementarán válvulas para su buen desempeño, protegidas y de sencilla manipulación. Además, debe contar con dispositivos de medición de caudal para tener un mejor control de su funcionamiento.

#### 4.2.2.4 Volumen del Reservorio

En la estimación del volumen del reservorio se utilizará la siguiente formula:

$$V_{alm(reservorio)} = VR + V_{ci} + V_r.$$

Dónde:

- $VR$  = Volumen de regulación (20%) :  $VR = Q_{md} \times 0.20 \times 86.40$
- $V_{ci}$  = Volumen contra incendio (igual a 0 <10 000hab)
- $V_r$  = Volumen de reserva (5%) :  $V_r = Q_{md} \times 0.05 \times 86.40$

$$V_{alm(reservorio)} = 8.2 \times 0.20 \times 86.4 + 0 + 8.2 \times 0.05 \times 86.4 = 177.12m^3$$

En consecuencia, el volumen calculado del reservorio vendría a ser 180m<sup>3</sup> de volumen útil, su construcción por ende de concreto armado y de forma circular.

#### 4.2.3 Línea de aducción, red de distribución

En la realización del modelo de la línea de aducción y demás redes de abastecimiento se tendrá en consideración los criterios y condiciones de la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones OS.10, OS.50 y OS.100.

##### 4.2.3.1 Cálculo de tubería principal

- A partir del reservorio se adoptará como Cota de rasante inicial (Nivel Dinámico) = 563.50 m.s.n.m y para nuestro punto inicial A la cota rasante de salida (Altura piezométrica) será = 557.00 m.s.n.m.
- A continuación se adoptará la longitud total de la tubería = 79.50m
- Con ello podremos obtener nuestra pendiente (S)

$$S = (\text{Rasante final} - \text{Rasante Inicial}) / \text{Long. De tubería} = (563.50 - 557.00) / 79.50 = 8.18\%$$

- Calcularemos el diámetro de cada tramo de tubería de la siguiente manera:

$$D = \frac{Q}{0.0597 * (S * 0.54)^{1/2.63}} = 3.25''$$

Donde Q = 6.31 lt/seg. (Caudal de diseño a utilizar por este tramo).

Tomar en cuenta que la norma nos dice que el diámetro mínimo principal diseñado será de 75mm (3.00").

Una vez calculado el diámetro se utilizará un diámetro comercial mayor al diámetro calculado, para nuestro primer tramo D =4.00"

Seguidamente calcularemos el Caudal por cada tramo de tubería:

$$Q = 0.2788 CD^{2.63} S^{0.54}$$

Dónde:

- Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>).
- C = Coeficiente de Hazen y William (C = 150)
- D = Diámetro de tubería (m).

Para la sección inicial Q = 33,46 m<sup>3</sup>/seg

Una vez alcanzado el caudal, se continúa hallando la velocidad del flujo de la siguiente manera:

$$V = \frac{Q}{3141.6 * 0.25 * (\text{diametro comercial})^2} = 2.20 \text{ m/seg}$$

Tener en cuenta que según norma la velocidad mínima es de 0.6 m/seg y la velocidad máxima es de 3.0 m/seg.

- Ahora se calculará la pérdida de Carga (Hf) por cada tramo de la siguiente manera:

$$Hf = \frac{1.72 * 10^2 * \text{Long.tuberia} * Q^{1.85} * \text{Diametro comercial}^{4.87}}{140^{1.85}} = 1.53$$

- Finalmente se calcularán las cotas piezométricas de salida, y para nuestro tramo:

Cota Piezométrica salida = Cota rasante final – Hf = 561.97 msnm

Como el procedimiento anterior, así se realizará el cálculo de las demás tuberías de la red.

#### 4.2.3.2 Cálculo de nodos de la red

- En la estimación de nuestros puntos en el esquema principal se considerará:

Iniciando el reservorio se considerará como Cota de rasante inicial en nuestro punto A inicial (Nivel Dinámico) = 563.50 m.s.n.m

- Se continuará con el cálculo del caudal por cada nodo de la siguiente manera:

$$Q = \text{Gastos x tramo casas lt/seg} = \# \text{ casas} * 0.00231 * 3.5 = 0.01/\text{seg.}$$

Por tanto, para nuestro nodo inicial A se tendrá caudal (Q) de 0.01 lt/seg

- Ahora se calculará la pérdida de Carga (hf) por cada tramo de la siguiente manera:

$$H_f = \frac{1.72 * 10^2 * \text{Long.tuberia entre nodos} * Q^{1.85} * \text{Diametro comercial}^{4.87}}{140^{1.85}} = 0.00\text{m}$$

- Se calcularán las cotas piezométricas de salida para nuestro tramo:

$$\text{Cota Piezométrica salida} = \text{Cota rasante final} - H_f = 563.50 \text{ m.s.n.m}$$

- Ahora se calcularán las alturas piezométricas en los nodos:

$$\text{Altura piezométrica (H)} = \text{Cota piezométrica de salida} - H_f$$

Para nuestro primer nodo H= 563.5 msnm

- Finalmente se calcularán la presión en el nodo del sistema:

Presión (P) = Altura piezométrica – Nivel dinámico = 563.5 – 547.8 = 15.7 mca es la P para nuestro primer nodo.

Tener en cuenta que la presión mínima en cada nodo según normativa es de 10 m.c.a y la máxima es de 50 m.c.a.

Como el procedimiento anterior, así se realizará el cálculo de los demás nodos de la red.

#### **4.2.4 Modelamiento en WaterCAD**

Recurriendo al programa WaterCAD se realizará la simulación hidráulica del sistema de redes a presión, velocidades, diámetro de tubería de los sistemas de abastecimiento de agua, basado en el método de gradiente hidráulico.

#### 4.2.4.1 Pasos para el diseño en el programa WaterCAD

- Acceder al programa, una vez ingresado realizar la configuración del modelo en el cual se trabajará colocando el nombre del proyecto, unidades, opciones de dibujo, ecuación de pérdida de carga y fluido a modelar y todas las demás consideraciones de un diseño de agua.
- Se crea un nuevo proyecto y se importa el archivo del AutoCAD en formato .dxf para poder realizar la simulación hidráulica den de la normativa considerada en el reglamento.
- Se procede a estimar el diámetro de las tuberías matrices y ramales de cada segmento de tubería, las velocidades, las presiones en cada nodo, observando si las tuberías cuentan con las velocidades, diámetros y presiones de establecidos en la normativa, caso contrario se cambiará el tipo de tuberías de la red, diámetros o presiones hasta que el programa corra el modelamiento sin problemas.
- Finalmente el programa generará los reportes de la información del sistema modelado.

#### Figura 6

##### Reporte de reservorio

**FlexTable: Tank Table**

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)
30	T-1	<None>	304.20	304.90	309.00
Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)	
309.90	191.00	3.05	9	309.00	

13/12/2019

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods  
Solution Center  
27 Siemon Company Drive Suite 200 W  
Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

Bentley WaterCAD V8i (SELECTseries 6)  
[08.11.06.58]  
Page 1 of 1

*Nota:* Este reporte ha sido elaborado por el programa WaterCAD.

## Figura 7

### Reporte de tuberías

**FlexTable: Pipe Table**

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
73	P-1	145	T-1	J-1	105.5	PVC	150.0	9	1.06
74	P-2	50	J-42	J-2	82.0	PVC	150.0	3	0.63
75	P-3	96	J-2	J-3	82.0	PVC	150.0	3	0.50
76	P-4	50	J-3	J-4	54.6	PVC	150.0	1	0.57
77	P-5	44	J-4	J-5	54.6	PVC	150.0	1	0.37
78	P-6	52	J-5	J-6	54.6	PVC	150.0	0	0.09
79	P-7	51	J-6	J-7	28.5	PVC	150.0	0	0.22
80	P-8	54	J-7	J-11	28.5	PVC	150.0	0	0.05
81	P-9	50	J-5	J-8	28.5	PVC	150.0	1	0.82
82	P-10	60	J-8	J-12	28.5	PVC	150.0	0	0.33
83	P-11	50	J-4	J-9	28.5	PVC	150.0	0	0.49
84	P-12	52	J-9	J-13	28.5	PVC	150.0	0	0.14
85	P-13	44	J-3	J-10	54.6	PVC	150.0	1	0.47
86	P-14	66	J-10	J-14	28.5	PVC	150.0	1	0.84
87	P-15	35	J-14	J-15	28.5	PVC	150.0	0	0.21
88	P-16	94	J-14	J-12	28.5	PVC	150.0	0	0.08
89	P-17	96	J-16	J-10	28.5	PVC	150.0	0	0.37
90	P-18	96	J-17	J-14	28.5	PVC	150.0	0	0.02
91	P-19	96	J-18	J-15	28.5	PVC	150.0	0	0.03
92	P-20	44	J-2	J-16	28.5	PVC	150.0	0	0.78
93	P-21	66	J-16	J-17	28.5	PVC	150.0	0	0.69
94	P-22	42	J-17	J-18	28.5	PVC	150.0	0	0.20
95	P-23	50	J-42	J-19	82.0	PVC	150.0	4	0.81
96	P-24	60	J-19	J-20	54.6	PVC	150.0	0	0.19
97	P-25	42	J-20	J-21	28.5	PVC	150.0	0	0.22
98	P-26	44	J-1	J-25	54.6	PVC	150.0	1	0.63
99	P-27	44	J-19	J-24	82.0	PVC	150.0	3	0.66
100	P-28	65	J-25	J-24	54.6	PVC	150.0	1	0.49
101	P-29	55	J-24	J-23	54.6	PVC	150.0	1	0.64
102	P-30	49	J-23	J-22	28.5	PVC	150.0	0	0.11
103	P-31	118	J-25	J-32	28.5	PVC	150.0	0	0.20
104	P-32	57	J-24	J-26	82.0	PVC	150.0	3	0.55
105	P-33	52	J-23	J-27	54.6	PVC	150.0	1	0.35
106	P-34	43	J-26	J-27	28.5	PVC	150.0	0	0.44
107	P-35	89	J-26	J-31	82.0	PVC	150.0	2	0.46
108	P-36	82	J-27	J-30	54.6	PVC	150.0	1	0.22
109	P-37	73	J-29	J-28	28.5	PVC	150.0	0	0.14
110	P-38	37	J-30	J-29	28.5	PVC	150.0	0	0.37
111	P-39	49	J-31	J-34	82.0	PVC	150.0	2	0.41
112	P-40	73	J-30	J-33	54.6	PVC	150.0	0	0.05
113	P-41	44	J-34	J-33	54.6	PVC	150.0	1	0.33
114	P-42	90	J-34	J-36	54.6	PVC	150.0	1	0.47
115	P-43	91	J-33	J-35	54.6	PVC	150.0	0	0.13
116	P-44	71	J-36	J-37	54.6	PVC	150.0	1	0.23
117	P-45	57	J-37	J-38	28.5	PVC	150.0	0	0.02
118	P-46	80	J-37	J-39	28.5	PVC	150.0	0	0.40
119	P-47	78	J-36	J-40	28.5	PVC	150.0	0	0.33
120	P-48	75	J-35	J-41	28.5	PVC	150.0	0	0.14
121	P-49	7	J-1	J-42	105.5	PVC	150.0	8	0.88

13/12/2019

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods  
Solution Center  
27 Siemon Company Drive Suite 200 W  
Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

Bentley WaterCAD V8i (SELECTseries 6)  
[08.11.06.58]  
Page 1 of 1

*Nota:* Este reporte ha sido elaborado por el programa WaterCAD.

## Figura 8

### Reporte de nodos

<b>FlexTable: Junction Table</b>					
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
31	J-1	293.52	0	307.59	14
32	J-2	291.64	0	307.30	16
33	J-3	293.98	0	306.98	13
34	J-4	295.26	0	306.66	11
35	J-5	296.57	0	306.52	10
36	J-6	297.63	0	306.51	9
37	J-7	294.50	0	306.38	12
38	J-8	293.82	0	305.12	11
39	J-9	292.88	0	306.11	13
40	J-10	291.67	0	306.78	15
41	J-11	290.73	0	306.37	16
42	J-12	289.62	0	304.81	15
43	J-13	289.40	0	306.06	17
44	J-14	287.42	0	304.84	17
45	J-15	285.50	0	304.77	19
46	J-16	288.97	0	306.16	17
47	J-17	284.89	0	304.85	20
48	J-18	282.50	0	304.76	22
49	J-19	288.85	0	307.15	18
50	J-20	284.50	0	307.10	23
51	J-21	281.83	0	306.99	25
52	J-22	282.10	0	306.42	24
53	J-23	285.90	1	306.45	21
54	J-24	291.12	0	306.91	16
55	J-25	296.21	0	307.23	11
56	J-26	291.61	0	306.69	15
57	J-27	287.92	1	306.31	18
58	J-28	283.71	0	305.91	22
59	J-29	284.55	0	305.99	21
60	J-30	287.50	0	306.22	19
61	J-31	290.10	0	306.44	16
62	J-32	300.10	0	306.99	7
63	J-33	284.66	0	306.23	22
64	J-34	288.12	0	306.33	18
65	J-35	281.48	0	306.18	25
66	J-36	284.98	0	305.91	21
67	J-37	290.21	0	305.83	16
68	J-38	295.04	0	305.83	11
69	J-39	291.80	0	305.24	13
70	J-40	285.55	0	305.50	20
71	J-41	281.85	0	306.11	24
72	J-42	292.80	0	307.54	15

*Nota:* Este reporte ha sido elaborado por el programa WaterCAD.

#### **4.2.5 Interpretación de resultados**

La captación es el primer elemento y el más importante de nuestro esquema de suministro de agua potable, en el caso de esta tesis será empalmada a una red principal de Sedapal aledaña al poblado la cual se encuentra ubicada en la cota 301.30 msnm en la intersección de las Av. José Carlos Mariátegui y Av. Bayovar mediante una derivación dada por el Ramal Norte (con un caudal ofertado de 210.6 lt/seg), el mismo podrá abastecer de 24.60 lt/seg en 8 horas a nuestro reservorio por medio de una línea de conducción que contara con una tubería de 8". Contará con una línea de impulsión por el cual se abastecerá nuestro reservorio con un sistema de bombeo constante, el cual será tubería de impulsión de 6" de diámetro, conectada a una estación de bombeo que obtendrá agua a través de la captación.

Para nuestro esquema de almacenaje se optó por un reservorio que estará ubicado en el nivel más alto de nuestro sistema (557.0 m.sn.m), de esta forma se asegurará las presiones dinámicas mínimas (10 m.c.a – 50 m.c.a) que serán validadas a lo largo de nuestra red, a su vez según sus condiciones de diseño por medio de nuestros caudales promedios, máximos diarios y horarios, población futura y dotación de la misma se obtuvo un volumen de reservorio igual a 180m<sup>3</sup>, el cual contribuirá como volumen de suministro primordial para nuestra red a lo largo de su periodo de vida (20 años).

La línea de aducción viene realizada y fundamentada en el caudal máximo horario de 15.78 lt/seg, la misma será la tubería que se convertirá en el tramo inicial del que partirán nuestras redes de distribución, estas se constituirán por un grupo de tuberías de 4.0" y accesorios que conducirán un caudal inicial de 6.31 lt/seg que se difundirá en cada trayecto de tubería para así garantizar la operatividad, eficiencia, tiempo de vida de las tuberías y del sistema a largo plazo.

## **V. DISCUSSION**

El estudio de la población y demanda en el sector Pedregal nos ayudará a conocer la población actual y futura. En consecuencia un periodo de diseño óptimo de estudio será de 20 años para todos los componentes del esquema, una asignación de 200 lt/hab-día y un ritmo de incremento apoyado directamente del entorno demográfico de la zona, lográndose obtener la población futura en 20 años de 2729 habitantes a través de una población inicial de 2150 habitantes, y por último los caudales de diseño máximo diario (8.20 lt/seg), caudal promedio (6.31 lt/seg) y caudal máximo horario de 15.78 lt/seg. El aforo máximo diario se comparó con el caudal obtenido de la fuente y al ser este menor al de la fuente ( $Q_{md} < \text{Caudal de la fuente}$ ) se continuó exitosamente dicha investigación.

En el estudio de Agua Potable para el sector Pedregal y mediante programas de diseño tales como el WaterCAD y parámetros estipulados en el reglamento se lograron desarrollar los elementos determinantes para el sistema tales como la Captación, que será usado como una estación eficiente y operativa de bombeo, el cual podrá abastecer de 24.60 lt/seg en 8 horas a nuestro reservorio por intermedio de un trayecto de conducción; un reservorio de 180m<sup>3</sup> que contribuirá con un volumen de abastecimiento primordial a nuestra red a lo largo de su periodo de vida (20 años); la línea de Aducción fundamentada en el caudal máximo horario de 15.78 lt/seg, y que está integrada por un grupo de tuberías de 4" y accesorios guiando un caudal inicial de 6.31 lt/seg que se suministrará por cada sección de tubería obteniéndose la menor pérdida de carga a través de ellas.

La obtención del cálculo que se obtuvo del reservorio y su envergadura contribuyó fundamentalmente en el diseño del esquema de suministro y en consiguiente atenderá la demanda del sector pedregal, al determinar primero la demanda de la población se pudo evaluar las magnitudes del reservorio que serían de concreto armado.

La estimación de los diámetros de las tuberías colaboró en el diseño del esquema de suministro y mediante esto se pudo dar respuesta a la demanda del sector pedregal con ayuda del programa WaterCAD que nos brindará la estimación de los diámetros de las tuberías con mayor precisión y necesaria presión hasta llegar al último lote.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se determinó que, a través de los estudios de población y demanda, la población preliminar de 2150 habitantes fue elaborada en un periodo óptimo de 20 años que dependerá de un ritmo de crecimiento ligado directamente a las condiciones demográficas de la zona al no contar con una fuente censal que consigne la modificación de la misma; por consiguiente el diseño estará subordinado a la exigencia de la población actual y futura capaz de cubrir idóneamente los servicios de agua y desagüe fortaleciendo así las condiciones de vida de la población a lo largo del tiempo.

La identificación corroborada en el estudio nos indica que para el Sistema de Agua Potable se requerirá del mecanismo de bombeo eficaz que será suministrado cada 8 horas mediante una línea de conducción y un reservorio de 180m<sup>3</sup> que alimentará nuestra red en el marco de su periodo de vida (20 años) con una Línea de Aducción establecida en base al aforo máximo horario de 15.78 lt/seg compuesta por una serie de tuberías de 4" y accesorios dirigiendo un caudal inicial de 6.31 lt/seg que se difundirá por cada sector de las tuberías obteniéndose la menor pérdida de carga por intermedio de ellas.

El esquema del suministro de agua potable del sector pedregal fue elaborado de manera exitosa, mediante el cual tuvo por finalidad la solución de la problemática ante la carencia de este recurso en la zona de estudio.

Se obtuvo, en el desarrollo de la presente tesis, que el diámetro interior de la tubería repercute considerablemente en la confección de un esquema de suministro de agua potable, teniendo en cuenta que a mayor diámetro interior de tuberías menor será la pérdida de cargas y menor la presión.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Es de suma importancia la realización de un levantamiento topográfico previo a elaborar un óptimo esquema de suministro de agua potable identificándose con precisión las pendientes mediante el cual se desarrollará el diseño correcto en la zona.

Se sugiere que la investigación de la problemática imperante en una comunidad, deberá optar con una evaluación minuciosa, con el fin de que se pueda evitar confusiones y se puede optar de manera eficiente la oportuna solución.

Para la estimación de los parámetros de diseño (índices de población) los cuales repercuten inmediatamente en la demanda del esquema de agua potable se aconseja apoyarse a través de inspecciones Insitu a la zona de estudio así como obtener los datos de los censos para los cálculos respectivos.

Se recomienda identificar la fuente de toma de agua a través del cual se empalmará el esquema de suministro de agua potable a la población mediante un sistema de distribución que llevará este recurso a las viviendas a beneficiarse en este proyecto.

## REFERENCIAS

Alcivar, c. m. (2015). Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad puerto ébano km 16 de la parroquia leonidas plaza del cantón sucre.

ALISON Masis, D. Propuesta de diseño hidráulico a nivel prefactibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico en la comunidad Pasó Real, Municipio de Jinotepe. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Nicaragua, Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Unan – Managua, 2017, 110 pp.

ALVARADO Peralta, R y ROSERO Veliz, J. Estudio y Diseño Integral del Sistema de Distribución de Agua Potable, Tratamiento y Aprovechamiento de Aguas Residuales Domesticas en los Recintos: San Gregorio, El Salto, Sabana Grande, La vuelta, Rio Nuevo; de la Parroquia Laurel del Cantón Daule Provincia del Guayas. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Ecuador, Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2016, 193 pp.

AMPIÉ Urbina, J y MASIS Lorente, A. Propuesta de diseño hidráulico a nivel de prefactibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de la comunidad Pasó real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo. Tesis para optar el título de Ingeniería Civil. Nicaragua, Managua: Universidad Autónoma de Nicaragua Unan – Managua, 2017, 110 pp.

Antuna, Patricia. Guía de Procedimientos para la Elaboración y Presentación del Proyecto de Investigación de Tesis. Durango: Universidad Juárez del Estado de Durango, 2015. 141 pp. ISBN: 9786075031699

Apaza Herrera, Pablo(2016).Redes de Abastecimiento de Agua Lima Perú. W.H.E ditores. 110 p

BARRIGA, Julián; PLAZAS, Oscar y Otros. Diseño de alcantarillado sanitario, Red de Distribución de agua potable, Programación y presupuesto de obra para barrio Villa Carol ubicado en el municipio de Garzón (Huila). Universidad de la Salle Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2016, 192pp.

BOLIVAR PATRICIO, Iarraga J. Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, Cantón Vinces, Provincia de Los Ríos. Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería 2016, 195pp.

Burbano, G. (2015). Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado. Quito.

Chauca, J. (2017). Operacionalización de variables. Lima.

Hernández, M. (2017). mitología de la investigación científica.

Illan Mendoza NV. Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma - Ancash Nuevo Chimbote: UCV; 2017.

JARA Sagardia, Francesca. Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: El Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos-La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. 128 pp.

López Cualla, Ricardo (2016). Elementos de diseños para acueductos y alcantarillado. Colombia: 2da. Edición.

LOSA Cruz, Limber. Sistema de distribución de agua potable Zona Salluca comunidad Locka. Tesis (Ingeniería Civil). La Paz: Universidad Mayor De San Andes, 2012. 102 pp.

LOZA Tito, Juan. Evaluación técnica en diseño de bombas para sistema de agua potable en el distrito de Paucarcolla-Puno. Tesis (Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016, 78 pp.

Machado Castillo AG. Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Centro Poblado Santiago, Distrito de Chalaco, Morropón - Piura: UNP - Facultad de Ingeniería Civil; 2018.

Malavi, R. L. (2017). diseño de abastecimiento de agua 2017. Puerto de la Cruz.

MEDINA, Jeison. Diseño del mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y saneamiento del caserío de Plaza pampa-sector El Angulo, distrito de Salpo, Provincia de Otuzco, departamento de la Libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Trujillo: Universidad Cesar Vallejo filial Trujillo, Facultad de ingeniería. 2017, 546 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones: Obras de Saneamiento-redes de distribución de Agua para consumo humano. Lima: INN,2016.4 pp.

Ministerio de Vivienda (Perú). Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua potable para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural. Lima: Diario Oficial El Peruano, 19 de Julio del 2016, 175 pp.

MURILLO Gómez, Ciro. Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad Puerto Ébano Km 16 de la parroquia Leónidas Plaza de Cantón Sucre. Tesis (Ingeniero Civil). Manabí: Universidad Técnica de Manabí,2015. 148 pp.

NAVARRETE Zumaeta, Eduardo. Diseño Del Sistema De Agua Potable Y Alcantarillado En El Centro Poblado De El Charco, Distrito De Santiago De Cao, Provincia De Ascope, Región La Libertad. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo, Lima – Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Perú, Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 371 pp.

Norma Técnica Peruana (2016). Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones. [Norma OS.100]. DO: El Peruano.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016. Artículo de la UNESCO [en línea]. 22 de marzo de 2016, n° 3. [Fecha de consulta: 28 de Octubre]. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdf>

PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO URBANO. Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento. 2016, 56 pp.

REVISTA agua y + [en línea]. Lima: Autoridad Nacional del Agua, abril- 2016, n.º05 [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2019]. Recuperado de [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/revista\\_aguaymas\\_edicion\\_abril\\_2016\\_5ta\\_edicion.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/revista_aguaymas_edicion_abril_2016_5ta_edicion.pdf) ISSN 2415-0096

REVISTA Nature Geoscience. The global volume and distribution of modern groundwater. Revista estadounidense científica [en línea].16 noviembre 2015, [s.n]. [Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2019]. Recuperado de [https://www.nature.com/articles/ngeo2590.epdf?referrer\\_access\\_token=mlbhavMUPFVxr7Gq1K6detRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0OrpA\\_83Zy6uEfE1A\\_HbURobM4yh7xXxzRDKulKud\\_yaEI4WMRS7KldbpEi86YQztRgFQBv8uyY5xk7jOvrxxlyv1zkyfqm5fAkrF2k1A3gVr0Rc3114h34IM\\_LjC7gov0tqEZ6HETONLfh58dS37&tracking\\_referrer=elpais.com](https://www.nature.com/articles/ngeo2590.epdf?referrer_access_token=mlbhavMUPFVxr7Gq1K6detRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0OrpA_83Zy6uEfE1A_HbURobM4yh7xXxzRDKulKud_yaEI4WMRS7KldbpEi86YQztRgFQBv8uyY5xk7jOvrxxlyv1zkyfqm5fAkrF2k1A3gVr0Rc3114h34IM_LjC7gov0tqEZ6HETONLfh58dS37&tracking_referrer=elpais.com) ISSN: 1752-0894

Rivas Mijares, G. (2015). Abastecimiento de aguas y alcantarillados. Caracas: Ediciones Vega.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
Diseño del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí 2021							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera beneficiará el diseño del Sistema de Agua Potable a la población del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí 2021?	Diseñar el Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí 2021.	El Diseño del Sistema de Agua Potable beneficiará en atender las necesidades básicas y mejorar la calidad de vida en la población del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí 2021.	V.I: Diseño del Sistema de Agua Potable	El diseño del Sistema de Agua Potable es el resultado final de un proceso (que consiste en identificar la ubicación del punto de captación y diseñar la red de distribución del flujo a las distintas conexiones domiciliarias) en el cual su objeto es buscar una solución oportuna a cierta problemática siguiendo los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones.	El Diseño del Sistema de Agua Potable se logra mediante los cálculos correspondientes para la red de distribución considerando el Periodo, Caudales y Gastos de Diseño respectivamente en la elaboración del presente estudio.	Periodo de Diseño	Vida útil de los componentes
							Crecimiento de la población
							Dotación
						Caudales de Diseño	Caudal Promedio de Consumo
			Caudal Máximo Horario				
			Gastos de Diseño	Gasto Medio Diario			
					Gasto Máximo Diario		
					Gasto Máximo Horario		

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Data para el cálculo de la población futura.

## DATA PARA EL CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

**PROYECTO** : "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE SEL SECTOR PEDREGAL EN EL ANEXO 22 DE JICAMARCA, DISTRITO DE HUAROCHIRÍ 2021"  
**DISTRITO** : SAN ANTONIO  
**PROVINCIA** : HUAROCHIRÍ  
**DEPARTAMENTO:** LIMA

## ESTUDIO TÉCNICO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DEL PEDREGAL

### BASE DE DATOS

#### DATO POBLACIONAL

AÑO	POBLACIÓN
2016	2060
2017	2089
2018	2119
2019	2150

Fuente: INEI

### PERIODO DE DISEÑO

20	años
----	------

## POBLACIÓN PROYECTADA PARA LA COMUNIDAD DEL PEDREGAL

### PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE LA POBLACION PROYECTADA PARA LAS NUEVAS URBANIZACIONES

Para determinar la población actual se tuvo que realizar lo siguiente:

- 1.- De la vista y obtención de la data en campo respecto a la población se registró 430 Viviendas..
- 2.- Cada lote consta de 120 m<sup>2</sup>.
- 3.- Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 5 hab/vivienda (de la población del sector Pedregal actual).
- 4.- Conociendo el número de lotes se procedió a determinar la Población proyectada.

### SECTOR PEDREGAL

COMUNIDAD	Nº DE VIVIENDAS	Nº DE FAMILIAS	POBLACION ACTUAL	DEMANDA MAX. DIARIA (lt/seg)	DEMANDA MAX. HORARIA (lt/seg)	DEMANDA VOLUMEN ALMACENAMIENTO (m <sup>3</sup> )
SECTOR PEDREGAL	430	5.00	2150			

TOTAL	430		2150
-------	-----	--	------

### Anexo 3. Población futura (Método geométrico).

## 2. POBLACION FUTURA (METODO GEOMETRICO)

Este método se puede usar para algunas poblaciones, en especial aquellas ciudades que no han alcanzado su desarrollo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme obtenido en los periodos pasados. La representación gráfica sería la de una curva de interés compuesto.

La ecuación de este método es:

$$\frac{dP}{dT} = rP \quad ; \quad \frac{dP}{P} = r \cdot dT$$

integrando y sacando logaritmo en ambos miembros de la ecuación queda así:

$$r = \frac{\ln(1+r)}{t}$$

se concluye que:

$$e^{n*r}$$

Luego:

$$P = P_1 (1 + r)^n$$

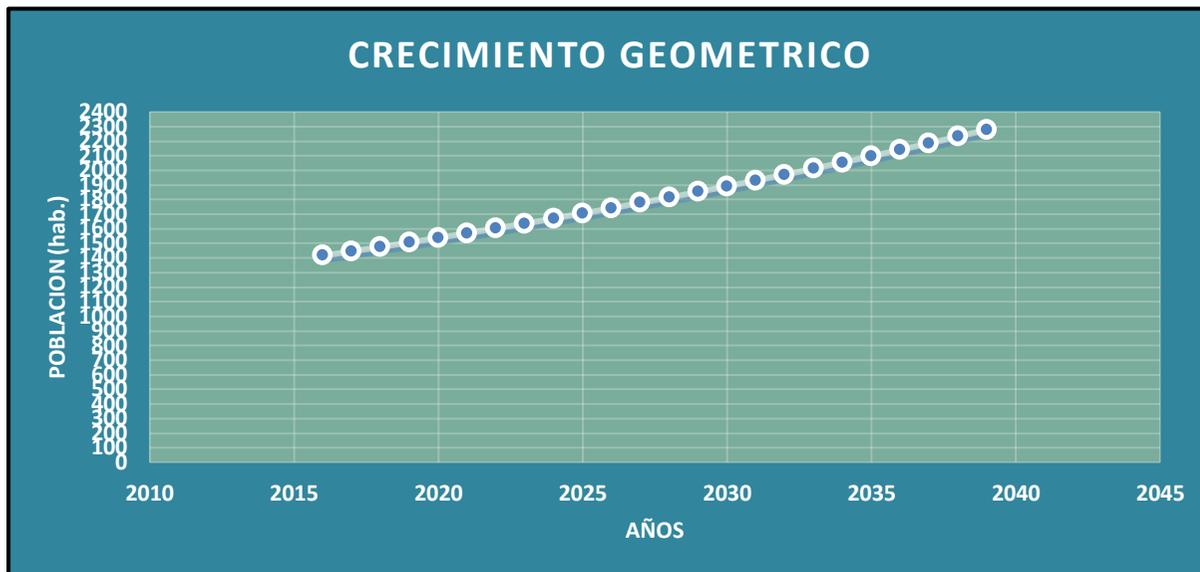
**Dónde:**

P: Población futura.

r: constante de crecimiento geométrico.

n: número de años entre el último censo y el último del periodo de diseño.

t: tiempo.



**POBLACIÓN FUTURA (2039): 2729 HAB.**

AÑOS	POBL.
2019	1502
2020	1533
2021	1566
2022	1598
2023	1632
2024	1666
2025	1701
2026	1737
2027	1773
2028	1810
2029	1848
2030	1887
2031	1926
2032	1966
2033	2008
2034	2050
2035	2093
2036	2136
2037	2181
2038	2227
2039	2274

#### Anexo 4. Cálculo de demanda (en tuberías y nodos).

### CALCULO DE DEMANDA

**PROYECTO** : "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE SEL SECTOR PEDREGAL EN EL ANEXO 22 DE JICAMARCA, DISTRITO SAN ANTONIO HUAROCHIRÍ 2021"  
**DISTRITO** : SAN ANTONIO  
**PROVINCIA** : HUAROCHIRÍ  
**DEPARTAMENTO** : LIMA

#### CÁLCULO DE DOTACIONES

**NOTA:** En la fase de diseño, una vez definida la configuración geométrica de la Red de Distribución de Agua se procede, a partir de la información del estudio de dotaciones y en base a la distribución de viviendas en m<sup>2</sup> o sector a atender, a realizar la repartición de las demandas medias que abastece cada tramo de la Red de Distribución de Agua en estudio

Es en los nodos de la Red de Distribución de Agua donde se concentrarán al final las demandas para poder realizar el cálculo hidráulico respectivo (determinación de presiones y caudales en tránsito).

En el plano a trabajar, (Nodos y Tuberías) de la Red de Distribución de Agua, se presenta, identificados con letras(manzanas) y números(lotes), los diferentes tipos de viviendas presentes en el urbanismo y para las cuales se han estimado las demandas medias presentadas en la siguiente tabla:

Área total del lote en m <sup>2</sup>	Dotación L/d
Hasta 200	1500
201 a 300	1700
301 a 400	1900
401 a 500	2100
501 a 600	2200
601 a 700	2300
701 a 800	2400
801 a 900	2500
901 a 1000	2600
1001 a 1200	2800
1201 a 1400	3000
1401 a 1700	3400
1701 a 2000	3800
2001 a 2500	4500
2501 a 3000	5000
Mayores de 3000	5000 más 100 L/d por cada 100 m <sup>2</sup> de superficie adicional.

TUBERIA		DIAMETRO (In)	D.Interior (mm)	LONGITUD (m)
R1-J1	P-1	4	105.52	144.64
J42-J2	P2	3	82.04	49.70
J2-J3	P-3	3	82.04	96.00
J3-J4	P-4	2	54.58	50.00
J4-J5	P-5	2	54.58	44.00
J5-J6	P-6	2	54.58	52.16
J6-J7	P-7	1	28.48	50.83
J7-J11	P-8	1	28.48	53.86
J5-J8	P-9	1	28.48	50.00
J8-J12	P-10	1	28.48	60.00
J4-J9	P-11	1	28.48	50.00
J9-J13	P-12	1	28.48	52.00
J3-J10	P-13	2	54.58	44.00
J10-J14	P-14	1	28.48	66.00
J14-J15	P-15	1	28.48	29.74
J12-J14	P-16	1	28.48	94.00
J10-J16	P-17	1	28.48	95.81
J14-J17	P-18	1	28.48	96.00
J15-J18	P-19	1	28.48	97.60
J2-J16	P-20	1	28.48	44.37
J16-J17	P-21	1	28.48	65.64
J17-J18	P-22	1	28.48	42.00
J42-J19	P-23	3	82.04	49.77
J19-J20	P-24	2	54.58	60.00
J20-J21	P-25	1	28.48	42.00
J1-J25	P-26	2	54.58	44.29
J19-J24	P-27	3	82.04	44.00
J25-J24	P-28	2	54.58	64.82
J23-J24	P-29	2	54.58	55.33
J22-J23	P-30	1	28.48	48.65
J25-J32	P-31	1	28.48	117.68
J24-J26	P-32	3	82.04	54.71
J23-J27	P-33	2	54.58	52.08
J26-J27	P-34	1	28.48	43.23
J26-J31	P-35	3	82.04	88.57
J27-J30	P-36	2	54.58	81.95
J28-J29	P-37	1	28.48	72.60
J29-J30	P-38	1	28.48	37.32
J31-J34	P-39	3	82.04	48.88
J30-J33	P-40	2	54.58	73.23
J33-J34	P-41	2	54.58	43.82
J34-J36	P-42	2	54.58	89.95
J33-J35	P-43	2	54.58	89.94
J36-J37	P-44	2	54.58	70.61
J37-J38	P-45	1	28.48	59.92
J37-J39	P-46	1	28.48	80.20
J36-J40	P-47	1	28.48	78.16
J35-J41	P-48	1	28.48	75.85
J1-J42	P-49	4	105.52	7.25

DETERMINACION DE LA DEMANDA EN CADA TUBERIA					
DIAMETRO (In)	TRAMO	VIVIENDAS	DEMANDA (L/d)	DEMANDA (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)
4	R1-J1	--	0	0	0.000
4	J1-J42	--	0	0	0.000
3	J2-J3	C2	1500	0.017	0.139
		C3	1500	0.017	
		C4	1500	0.017	
		C5	1500	0.017	
		C6	1500	0.017	
		C7	1500	0.017	
		C8	1500	0.017	
3	J3-J4	--	0	0	0.000
3	J4-J5	--	0	0	0.000
3	J5-J6	--	0	0	0.000
2	J6-J7	F5	1500.00	0.017	0.072
		F6	1500.00	0.017	
		F7	1500.00	0.017	
		F8	1700.00	0.020	
2	J7-J11	G2	1500	0.017	0.035
		G3	1500	0.017	
3	J5-J8	E5	1500	0.017	0.139
		E6	1500	0.017	
		E7	1500	0.017	
		E8	1500	0.017	
		F1	1500	0.017	
		F2	1500	0.017	
		F3	1500	0.017	
3	J8-J12	G1	1500	0.017	0.176
		G4	1700	0.020	
		G5	1500	0.017	
		G6	1500	0.017	
		G7	1500	0.017	
		H2	1500	0.017	
		H3	1500	0.017	
		H4	1500	0.017	
3	J4-J9	H5	1500	0.017	0.139
		H6	1500	0.017	
		D5	1500	0.017	
		D6	1500	0.017	
		D7	1500	0.017	
		D8	1500	0.017	
		E1	1500	0.017	
2	J9-J13	E2	1500	0.017	0.087
		E3	1500	0.017	
		E4	1500	0.017	
		H1	1500	0.017	
		H7	1500	0.017	
3	J3-J10	H8	1500	0.017	0.069
		H9	1500	0.017	
		H10	1500	0.017	
		D1	1500	0.017	
3	J10-J14	D2	1500	0.017	0.112
		D3	1500	0.017	
		D4	1500	0.017	
3	J12-J14	J1	2800	0.032	0.079
		J2	2400	0.028	
		J3	1500	0.052	
		I3	1700	0.020	
3	J14-J15	I4	1700	0.020	0.039
		I5	1700	0.020	
		I6	1700	0.020	
3	J2-J16	I1	1700	0.020	0.069
		I2	1700	0.020	
		B5	1500	0.017	
3	J2-J16	B6	1500	0.017	0.069
		B7	1500	0.017	

		B8	1500	0.017	
3	J10-J16	C1	1500	0.017	0.139
		C10	1500	0.017	
		C11	1500	0.017	
		C12	1500	0.017	
		C13	1500	0.017	
		C14	1500	0.017	
		C15	1500	0.017	
3	J16-J17	C16	1500	0.017	0.087
		M2	1500	0.017	
		M3	1500	0.017	
		M4	1500	0.017	
		M5	1500	0.017	
3	J14-J17	M6	1500	0.017	0.139
		K1	1500	0.017	
		K2	1500	0.017	
		K3	1500	0.017	
		K4	1500	0.017	
		K5	1500	0.017	
		K6	1500	0.017	
2	J17-J18	K7	1500	0.017	0.069
		K8	1500	0.017	
		L2	1500	0.017	
		L3	1500	0.017	
2	J15-J18	L4	1500	0.017	0.076
		L5	1500	0.017	
		K9	1700	0.020	
		K10	1700	0.020	
3	J42-J19	K11	1700	0.020	0.139
		K12	1500	0.017	
		A6	1500	0.017	
		A7	1500	0.017	
		A8	1500	0.017	
		A9	1500	0.017	
		B1	1500	0.017	
3	J19-J20	B2	1500	0.017	0.174
		B3	1500	0.017	
		B4	1500	0.017	
		M1	1500	0.017	
		M7	1500	0.017	
		M8	1500	0.017	
		M9	1500	0.017	
		M10	1500	0.017	
2	J20-J21	N2	1500	0.017	0.139
		N3	1500	0.017	
		N4	1500	0.017	
		N5	1500	0.017	
		N6	1500	0.017	
		L1	1500	0.017	
		L6	1500	0.017	
3	J1-J25	L7	1500	0.017	0.022
		L8	1500	0.017	
		N2	1500	0.017	
3	J25-J24	N3	1500	0.017	0.069
		N4	1500	0.017	
		N5	1500	0.017	
		A5	1900	0.022	
3	J19-J24	A1	1500	0.017	0.000
		A2	1500	0.017	
		A3	1500	0.017	
3	J23-J24	A4	1500	0.017	0.156
		--	0	0	
		N1	1500	0.017	
		N7	1500	0.017	
		N8	1500	0.017	
		N9	1500	0.017	
		N10	1500	0.017	
P2	1500	0.017			
P3	1500	0.017			
P4	1500	0.017			

		P5	1500	0.017	
3	J24-J26	--	--	--	0.000
2	J22-J23	N1	1500	0.017	0.069
		N6	1500	0.017	
		N7	1500	0.017	
		N8	1500	0.017	
3	J23-J27	O	26000	0.301	0.301
2	J26-J27	P1	1500	0.017	0.069
		P6	1500	0.017	
		P7	1500	0.017	
		P8	1500	0.017	
2	J25-J32	P9	1500	0.127	0.127
3	J26-J31	R1	1700	0.020	0.135
		R2	1700	0.020	
		R3	1700	0.020	
		R4	1700	0.020	
		R5	1700	0.020	
		R6	1500	0.017	
		R7	1700	0.020	
3	J27-J30	Q2	1500	0.017	0.207
		Q3	1500	0.017	
		Q4	1500	0.017	
		Q5	1500	0.017	
		R8	1700	0.020	
		R9	1700	0.020	
		R10	1700	0.020	
		R11	1700	0.020	
		R12	1700	0.020	
		R13	1700	0.020	
R14	1700	0.020			
3	J29-J30	Q1	1700	0.020	0.059
		Q11	1700	0.020	
		Q12	1700	0.020	
2	J28-J29	Q6	1500	0.017	0.087
		Q7	1500	0.017	
		Q8	1500	0.017	
		Q9	1500	0.017	
		Q10	1500	0.017	
3	J31-J34	S1	1500	0.017	0.122
		S2	1500	0.017	
		S3	1500	0.017	
		S4	1500	0.017	
		S5	1500	0.017	
		S6	1500	0.017	
		S7	1500	0.017	
3	J30-J33	S8	1500	0.017	0.134
		S9	1500	0.017	
		S10	1500	0.017	
		S11	1500	0.017	
		S12	1500	0.017	
		S13A	1500	0.030	
2	J33-J34	S1	1500	0.017	0.052
		S14	1500	0.017	
		S15	1500	0.017	
3	J34-J36	T1	1500	0.017	0.139
		T2	1500	0.017	
		T3	1500	0.017	
		T4	1500	0.017	
		T5	1500	0.017	
		T6	1500	0.017	
		T7	1500	0.017	
		T8	1500	0.017	
3	J33-J35	T9	1500	0.017	0.139
		T10	1500	0.017	
		T11	1500	0.017	
		T12	1500	0.017	
		T13	1500	0.017	
		T14	1500	0.017	
		T15	1500	0.017	

		T16	1500	0.017	
2	J35-J41	U5	1900	0.022	0.088
		U6	1900	0.022	
		U7	1900	0.022	
		U8	1900	0.022	
2	J36-J40	U1	1900	0.022	0.211
		U2	1900	0.022	
		U3	1900	0.022	
		U4	1900	0.022	
		V6	2100	0.024	
		V7	2100	0.024	
		V8	2100	0.024	
3	J36-J37	V9	2100	0.024	0.000
		V10	2200	0.025	
		--		0.000	
2	J37-J39	V1	2200	0.025	0.253
		V2	2100	0.024	
		V3	2100	0.024	
		V4	2100	0.024	
		V5	2100	0.024	
		W1	2200	0.025	
		W2	2200	0.025	
		W3	2200	0.025	
		W4	2300	0.027	
3	J37-J38	W5	2400	0.028	0.014
3	J42-J2	W6	1200	0.014	0.014
3		--	0	0	0.000

NODO	DEMANDA (L/s)	COTA (msnm)
J1	0.022	293.520
J2	0.208	291.640
J3	0.208	293.980
J4	0.139	295.260
J5	0.139	296.570
J6	0.072	297.630
J7	0.106	294.500
J8	0.315	293.820
J9	0.226	292.880
J10	0.321	291.670
J11	0.035	290.730
J12	0.255	289.620
J13	0.087	289.400
J14	0.369	287.420
J15	0.116	285.500
J16	0.295	288.970
J17	0.295	284.890
J18	0.146	282.500
J19	0.313	288.850
J20	0.313	284.500
J21	0.139	281.830
J22	0.069	282.100
J23	0.613	285.900

J24	0.226	291.120
J25	0.219	296.210
J26	0.205	291.610
J27	0.578	287.920
J28	0.087	283.710
J29	0.146	284.550
J30	0.400	287.500
J31	0.257	290.100
J32	0.127	300.100
J33	0.325	284.660
J34	0.313	288.120
J35	0.227	281.480
J36	0.350	284.980
J37	0.267	290.210
J38	0.014	295.040
J39	0.253	291.800
J40	0.211	285.550
J41	0.088	281.850
J42	0.139	292.800
R1		304.200

DETERMINACION DE LA DEMANDA EN CADA NODO				
NODO	TRAMOS CONCURRENTES		DEMANDA (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)
J1	R1-J1	P1	0.000	0.0220 L/s
	J1-J25	P26	0.022	
	J1-J42	P49	0.000	
J2	J42-J2	P2	0.000	0.208 L/s
	J2-J3	P3	0.139	
	J2-J16	P20	0.069	
J3	J2-J3	P3	0.139	0.208 L/s
	J3-J4	P4	0.000	
	J3-J10	P13	0.069	
J4	J3-J4	P4	0.000	0.139 L/s
	J4-J5	P5	0.000	
	J4-J9	P11	0.139	
J5	J4-J5	P5	0.000	0.139 L/s
	J5-J6	P6	0.000	
	J5-J8	P9	0.139	
J6	J5-J6	P6	0.000	0.072 L/s
	J6-J7	P7	0.072	
J7	J6-J7	P7	0.072	0.106 L/s
	J7-J11	P8	0.035	
J8	J5-J8	P9	0.139	0.315 L/s
	J8-J12	P10	0.176	
J9	J4-J9	P11	0.139	0.226 L/s
	J9-J13	P12	0.087	
J10	J3-J10	P13	0.069	0.321 L/s
	J10-J14	P14	0.112	
	J10-J16	P17	0.139	
J11	J7-J11	P8	0.035	0.035 L/s
J12	J8-J12	P10	0.176	0.255 L/s
	J12-J14	P16	0.079	
J13	J9-J13	P12	0.087	0.087 L/s
J14	J10-J14	P14	0.112	0.369 L/s

	J12-J14	P16	0.079		
	J14-J15	P15	0.039		
	J14-J17	P18	0.139		
J15	J14-J15	P15	0.039	0.116	L/s
	J15-J18	P19	0.076		
J16	J2-J16	P20	0.069	0.295	L/s
	J10-J16	P17	0.139		
	J16-J17	P21	0.087		
J17	J14-J17	P18	0.139	0.295	L/s
	J16-J17	P21	0.087		
	J17-J18	P22	0.069		
J18	J15-J18	P19	0.076	0.146	L/s
	J17-J18	P22	0.069		
J19	J42-J19	P23	0.139	0.313	L/s
	J19-J20	P24	0.174		
	J19-J24	P27	0.000		
J20	J19-J20	P24	0.174	0.313	L/s
	J20-J21	P25	0.139		
J21	J20-J21	P25	0.139	0.139	L/s
J22	J22-J23	P30	0.069	0.069	L/s
J23	J22-J23	P30	0.156	0.613	L/s
	J23-J24	P29	0.156		
	J23-J27	P33	0.301		
J24	J19-J24	P27	0.000	0.226	L/s
	J23-J24	P29	0.156		
	J24-J25	P28	0.069		
	J24-J26	P32	0.000		
J25	J1-J25	P26	0.022	0.219	L/s
	J24-J25	P28	0.069		
	J25-J32	P31	0.127		
J26	J24-J26	P32	0.000	0.205	L/s
	J26-J27	P34	0.069		
	J26-J31	P35	0.135		
J27	J23-J27	P33	0.301	0.578	L/s
	J26-J27	P34	0.069		
	J27-J30	P36	0.207		
J28	J28-J29	P37	0.087	0.087	L/s
J29	J28-J29	P37	0.087	0.146	L/s
	J29-J30	P38	0.059		
J30	J27-J30	P36	0.207	0.400	L/s
	J29-J30	P38	0.059		
	J30-J33	P40	0.134		
J31	J26-J31	P35	0.135	0.257	L/s
	J31-J34	P39	0.122		
J32	J25-J32	P31	0.127	0.127	L/s
J33	J30-J33	P40	0.134	0.325	L/s
	J33-J34	P41	0.052		
	J33-J35	P43	0.139		
J34	J31-J34	P39	0.122	0.313	L/s
	J33-J34	P41	0.052		
	J34-J36	P42	0.139		
J35	J33-J35	P43	0.139	0.227	L/s
	J35-J41	P48	0.088		
J36	J34-J36	P42	0.139	0.350	L/s
	J36-J37	P44	0.000		
	J36-J40	P47	0.211		
J37	J36-J37	P44	0.000	0.267	L/s
	J37-J38	P45	0.014		
	J37-J39	P46	0.253		
J38	J37-J38	P45	0.014	0.014	L/s
J39	J37-J39	P46	0.253	0.253	L/s
J40	J36-J40	P47	0.211	0.211	L/s
J41	J35-J41	P48	0.088	0.088	L/s
J42	J42-J19	P23	0.139	0.139	L/s

## Anexo 5. Parámetros de diseño (memoria de cálculo)

### PARAMETROS DE DISEÑO (MEMORIA DE CÁLCULO)

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE SEL SECTOR PEDREGAL EN EL ANEXO 22 DE JICAMARCA, DISTRITO SAN ANTONIO DE HUAROCHIRÍ 2021.

**REGION :** SAN ANTONIO

**DISTRITO :** HUAROCHIRÍ

**PROVINCIA :** LIMA

#### DATOS GENERALES DEL PROYECTO

POBLACION	N° HAB X VIV	FUENTE	N° VIVIENDAS
PEDREGAL	5.0	PROPIA	430
<b>TOTAL</b>	<b>5.0</b>	<b>Habitantes</b>	<b>430</b>

**Población 2019** :  **2150.00**

---

#### A.- CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

El método utilizado para el cálculo de la población futura es el geométrico y con más frecuencia.

Para lo cual se usa la siguiente expresión.

$$Pf = Pa (1 + r)^t$$

Dónde:

- Pf = Población futura
- Pa = Población actual
- r = Coeficiente de crecimiento anual por cien hab.
- t = Tiempo en años (periodo de diseño)

### A.1.- PERIODO DE DISEÑO

Es el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la insistencia física de las instalaciones.

CUADRO 01.01 Periodo de diseño recomendado para sistemas de abastecimiento de agua	
COMPONENTE	PERIODO DE DISEÑO
Obras de captación	20 años
Conducción	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Red principal	20 años
Red secundaria	10 años

CUADRO 01.02 Periodo de diseño recomendado según la población	
POBLACIÓN	PERIODO DE DISEÑO
2,000 - 20,000	15 años
Más de 20,000	10 años

**Nota.-** Para proyectos de agua potable en el medio urbano el Reglamento Nacional de Edificaciones recomienda un periodo de diseño de 20 años para todo los componentes

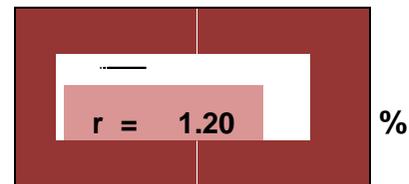
De la consideración anterior se asume el periodo de diseño:

$$t = 20 \text{ años}$$

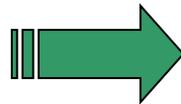
## A.2.- COEFICIENTE DE CRECIMIENTO ANUAL ( r )

NOTA: Según el perfil aprobado adopta una tasa de crecimiento poblacional de 1.20 %, siendo este dato utilizado en el cálculo de la población futura.

Coeficiente "r" según INEI 2017



$$P_f = P_a (1 + r)^t$$



$$P (2019) = 2150 \text{ hab.}$$

$$P (2039) = 2729 \text{ hab.}$$

## B.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

### B.1.- DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse los siguientes valores guías, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos, costumbres, y niveles de servicio a alcanzar.

Para centros poblados sin proyección de servicios de agua	
REGION	DOTACIÓN (l/hab/día)
COSTA	50
SIERRA	40
SELVA	60

Para centros poblados con proyección de servicios de agua	
REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)
COSTA	200
SIERRA	120
SELVA	170

También: Para sistemas de abastecimiento Indirecto ( Piletas Públicas):

$$D = 30 - 50 \text{ lt / hab. / día}$$

Demanda de dotación asumido:



### B.2.- VARIACIONES PERIODICAS

#### CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL ( Qm )

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, y se determina mediante la expresión:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400}$$

Dónde: Qm = Consumo promedio diario (l / s )

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400}$$



Pf = Población futura  
D = Dotación (l / hab / día)

$$Q_m = 6.31 \quad (l / s)$$

### CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Qmd) Y HORARIO (Qmh)

Se definen como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, y la hora de máximo consumo del día de máximo consumo respectivamente.

$$Q_{md} = k_1 Q_m \quad ; \quad Q_{mh} = k_2 Q_m$$

Dónde:

Qm = Consumo promedio diario (l / s)  
Qmd = Consumo máximo diario (l / s)  
Qmh = Consumo máximo horario (l / s)  
K1, K2 = Coeficientes de variación

El valor de K1 para zona urbana varía entre 1.2 y 1.5; y los valores de K2 varían desde 1.8 hasta 2.5. (dependiendo de la población de diseño y de la región)

Valores recomendados y más utilizados son:

$$K_1 = 1.3$$

$$K_2 = 2.5$$

o  
o o

$$Q_{md} = k_1 Q_m$$



$$Q_{md} = 8.20 \quad (l / s) \quad \text{Demanda de agua}$$

$$Q_{mh} = k_2 Q_m$$



$$Q_{mh} = 15.78 \quad (l / s)$$

## Anexo 6. Almacenamiento (Diseño de Reservorio)

### DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

#### CÁLCULOS JUSTIFICATORIOS PARA EL RESERVORIO

##### PROYECTO:

“Diseño del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochirí 2021”

$$Valm = VR + Vr + Vci$$

Dónde:

**Valm** = Volumen de Almacenamiento

**VR** = Volumen de Regulación

$$VR = Qmd \times 0.20 \times 86.40$$

**Vr** = Volumen de Reserva

$$Vr = Qmd \times 0.05 \times 86.40$$

**Entonces:**

$$VR: 141.70m^3$$

$$Vr: 35.42m^3$$

$$Vci: 0.00m^3$$

$$V \text{ alma} : 177.12m^3 < > 180m^3$$

#### VOLUMEN DEL RESERVORIO (Vr)

$$V_{reservorio} = Qm(25 - 30)\%$$

$$Vr: 177.12m^3$$

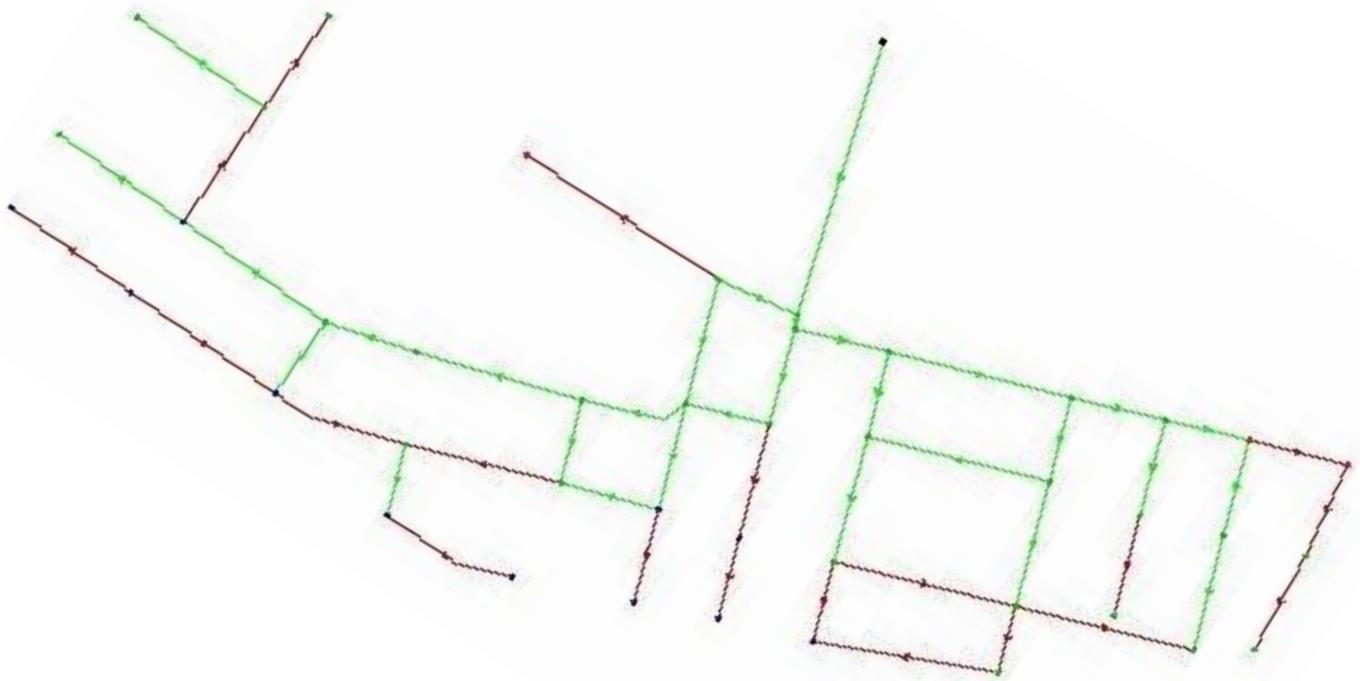
$$Vr = 0.25 * Qmd * \frac{86400}{1000}$$

\*El caudal fue aforado en época de estiaje

\*El caudal que se requiere captar es el máximo diario, y éste es menor que el caudal aforado. Por lo tanto el caudal que ofrece la captación es suficiente.



## Anexo 8. Modelamiento en WaterCAD



16/12/2019

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods  
Solution Center  
27 Siemon Company Drive Suite 200 W  
Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

Bentley WaterCAD V8i (SELECTseries 6)  
[08.11.06.58]  
Page 1 of 1

**Anexo 9.** Presupuesto de elaboración del Proyecto de Investigación.

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO (Nuevos Soles)</b>	<b>TOTAL (Nuevos Soles)</b>
<b>1.00</b>	<b>RECURSOS HUMANOS</b>				<b>550.00</b>
1.01	Investigador	Und	1.00	550.00	550.00
<b>2.00</b>	<b>EQUIPOS</b>				<b>1100.00</b>
2.01	Laptop Toshiba Intel Inside	Meses	4.00	70.00	280.00
2.02	Impresora HP Color.	Meses	4.00	120.00	480.00
2.03	Cámara Fotográfica	Und	1.00	350.00	350.00
<b>3.00</b>	<b>SERVICIOS</b>				<b>1060.00</b>
2.01	Fotocopias	Meses	4.00	50.00	200.00
2.02	Acceso a Internet	Meses	4.00	80.00	320.00
2.03	Comunicaciones	Meses	4.00	100.00	400.00
2.04	Movilidad y refrigerios por trabajos en campo.	Meses	2.00	70.00	140.00
<b>4.00</b>	<b>MATERIALES</b>				<b>370.00</b>
4.01	Útiles de escritorio (lapiceros, papel, folders manila, micas, etc.)	Glb	1.00	150.00	150.00
4.02	Anillado de trabajo	Und	8.00	5.00	40.00
4.03	Cartucho de Tinta.	Und	1.00	80.00	80.00
4.04	Otros	Glb	1.00	100.00	100.00
	<b>Costo Total ( Nuevos Soles)</b>				<b>3080.00</b>

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 10. Cronograma de ejecución del proyecto de investigación

Actividades	Sem											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>ELABORACION DEL PROYECTO DE TESIS</b>												
1. Definición del enfoque de Investigación												
2. Elaboración del Esquema del Proyecto de Investigación												
3. Designación del tema de Investigación												
4. Pautas para la búsqueda de información												
5. Planteamiento del problema y fundamentación teórica												
6. Justificación, hipótesis y objetivos de la investigación												
7. Diseño, tipo y nivel de investigación												
8. Variables, Operacionalización												
9. Población y muestra												
10. Técnicas e instrumentos de obtención de datos, validez y confiabilidad												
11. Método de análisis de datos y aspectos éticos.												
12. Resultados, discusión, conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.												

Fuente: elaboración propia.

Yo, Mg. Luis Alberto Segura Terrones, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor de la tesis titulada:

“Diseño del Sistema de Agua Potable del Sector Pedregal en el Anexo 22 de Jicamarca, Distrito San Antonio de Huarochiri 2021”, del estudiante:

RICARDO LEYVA SALVA.

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 09-11-2021




.....

Firma

Mg. Luis Alberto Segura Terrones

DNI: 45003769

			
Elabora:  Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 Vicerrectorado de Investigación