



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
POTABLE PARA DISMINUIR LAS BRECHAS DE
ACCESO POR LA RED PÚBLICA EN EL CENTRO
POBLADO DE LA PRIMERA ETAPA DE LA ZONA “B”
DE HUARANGAL DEL DISTRITO DE LURÍN, LIMA**

**PRESENTADA POR
DANIEL ARTURO PÉREZ ESTELA**

ASESOR

FERNANDO PAZ ZAGACETA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2020



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA DISMINUIR LAS BRECHAS DE ACCESO POR LA RED
PÚBLICA EN EL CENTRO POBLADO DE LA PRIMERA ETAPA
DE LA ZONA “B” DE HUARANGAL DEL DISTRITO DE LURÍN,
LIMA**

TESIS

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

PÉREZ ESTELA, DANIEL ARTURO

LIMA- PERÚ

2020

Dedico esta tesis a mi familia, principalmente a mis padres por su total apoyo durante el desarrollo de mi carrera profesional. También dedico este trabajo a mis primos y tíos que de una u otra manera vieron la forma de apoyarme en este arduo camino.

Agradezco a mi querida Universidad de San Martín de Porres; a mis docentes que me guiaron a lo largo de toda mi carrera universitaria; y a mi asesor, el Ingeniero Fernando Paz. Agradezco a mi padre Ignacio y a mi madre Reina, quienes desde el inicio de mi vida académica han sabido guiarme e inculcarme valores que me han convertido en quien soy ahora. Un reconocimiento especial a mi padre Ignacio, quien me apoyó incondicionalmente en el desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Situación problemática	1
1.2. Definición del problema	6
1.3. Formulación del problema	7
1.4. Objetivo general y específicos	7
1.5. Importancia de la investigación	8
1.6. Viabilidad de la investigación	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	11
2.2. Bases teóricas	21
2.3 Definición de términos básicos	60
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	63

3.1. Diseño de la investigación	63
3.2. Tipo de la investigación	63
3.3. Nivel de la investigación	63
3.4. Técnicas e instrumentos	64
CAPÍTULO IV: DESARROLLO	
4.1. Ubicación	65
4.2. Población	65
4.2.2. Población futura	66
4.3. Consumo promedio diario anual (Q_m)	68
4.4. Consumo máximo diario (Q_{md}) y horario (Q_{mh})	68
4.6. Calidad del agua subterránea	71
4.7. Oferta de agua subterránea en Lurín	73
4.8. Volumen de reservorio	74
CAPÍTULO V. RESULTADOS	76
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	103
CONCLUSIONES	106
RECOMENDACIONES	108
FUENTES DE INFORMACIÓN	109
ANEXOS	115

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Cobertura de agua potable en la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima	6
Figura 2: Diagrama de barras de porcentajes comparativos de año móvil agosto de 2017	15
Figura 3: Porcentaje de población a nivel nacional que consumió agua potable y no potable a través de una red pública entre 2013 y 2018	16
Figura 4: Población del Perú que consume agua potable proveniente de una red pública por cada departamento en el año 2018	17
Figura 5: Principales causas de fallecimientos debido a enfermedades infecciosas en miles (000s)	19
Figura 6: Muertes de niños hasta los 5 años de edad en el año 2002 (en miles)	20
Figura 7: Figura típica de un sistema de abastecimiento de agua en espacios urbanos	23
Figura 8: Válvula de aire manual	27
Figura 9: Válvula de purga	28
Figura 10: Sistema abierto o ramificado	29
Figura 11: Sistema cerrado	30
Figure 12: Curva de método analítico	32

Figura 13: Localización de reservorio de cabecera	42
Figura 14 : Ciclo hidrológico	44
Figura 15: Ronjinson, sistema para la utilización de agua de lluvia a nivel comunitario en Japón, Tokio	46
Figura 16: Presa Gallito Ciego	46
Figura 17 : Agua en el planeta Tierra	47
Figura 18: Equipos de perforación a percusión	50
Figura 19: Sección fija de máquina de perforación a rotación	52
Figure 20: Parte móvil de la máquina de perforación	522
Figura 21: Acuífero a nivel freático o acuífero libre	53
Figura 22: Acuífero libre o a nivel freático y acuífero confinado o artesiano	54
Figura 23: Calidad de agua subterráneas en la Cuenca Chillón, Cuenca Rímac y Cuenca Lurín	72
Figura 24: Oferta de agua subterránea	744
Figura 25: Pozo Tubular N°295	77
Figura 26: Pozo Tubular N°295 con Google Earth	777
Figura 27: Pozo Tubular N°309	788
Figura 28: Pozo Tubular N° 309 con Google Earth	788
Figura 29: Pozo Tubular N°315	79
Figura 30: Pozo Tubular N° 315 con Google Earth	79
Figura 31: Pozo Tubular N°484	80
Figura 32: Pozo Tubular N°484 con Google Earth	811
Figura 33: Ubicación de reservorio planteado	82
Figure 34: Ubicación de reservorio planteado con Google Earth	82
Figura 35: Localización de pozos y reservorio	83
Figura 36: Localización de pozos con reservorio con Google Earth	844
Figura 37: Sistema cerrado de distribución de agua de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal, distrito de Lurín, Lima	877

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Población que consume agua proveniente de red pública	14
Tabla 2: Población que consumió agua potable y no potable a través de una red pública entre 2013 y 2018	16
Tabla 3: Tipos de tubería y coeficiente de fricción “C” en la fórmula de Hazen y Williams	24
Tabla 4: Método de incrementos variables	36
Tabla 5: Dotación en l/hab/d por área de terreno	37
Tabla 6: Extracción de aguas subterráneas en Europa	48
Tabla 7: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica	56
Tabla 8: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	577
Tabla 9: Asociaciones, Asentamientos Humanos y Centros Poblados de la zona de estudio	66
Tabla 10: Características técnicas y mediciones de pozos	70
Tabla 11: Oferta de agua subterránea en Lurín	73
Tabla 12: Descripción de tuberías	855
Tabla 13: Tabla de válvulas de control	88
Tabla 14: Tabla de conexiones	92
Tabla 15: Tabla de tuberías	955
Tabla 16: Válvulas reductoras de presión	1022

RESUMEN

El suministro de agua potable es hasta hoy un factor que marca diferencias entre los ciudadanos en el Perú, por ese motivo, esta tesis analiza las necesidades que se presentan en el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal, Lurín – Lima, sector que tiene un acceso limitado al agua potable por red pública, lo que afecta sus posibilidades de desarrollo y los coloca en desventaja frente al resto de ciudadanos que cuentan con la completa habilitación urbana de sus propiedades reconocidas por el gobierno peruano.

El objetivo de esta tesis fue diseñar una red de distribución de agua potable para disminuir las brechas de acceso a través de la red pública del centro poblado en estudio; para lograrlo, se empleó una investigación aplicada, de nivel descriptivo - explicativo y de diseño no experimental; asimismo, se utilizó WaterGEMS, Google Maps y AutoCAD.

Se concluyó que la red de distribución total de agua potable para la población bajo análisis, más de 3 684 ciudadanos, requiere de la instalación de tuberías de 160mm, 110mm, 90mm, 63mm y 1”, un reservorio con capacidad de 1361 m³, una válvula reductora de presión y 111 válvulas de control, de acuerdo a la normativa vigente y a las características topográficas de la zona. Asimismo, en esta investigación se entregó una estimación de consumo máximo diario y horario con proyección al 2040, y se estableció que el sistema de distribución cerrado es el idóneo para la zona estudiada.

Palabras claves: agua potable, tuberías, válvula de control, consumo máximo diario, consumo máximo horario

ABSTRACT

Drinking water supply is a factor that marks differences among citizens in Peru, for that reason, this thesis analyzes the necessities of the Population Centre located at the First Stage of “B” Zone of Huarangal in Lurín - Lima, a sector with limited access to drinking water supply networks run by public utilities, situation that affects its development possibilities and places its citizens at a disadvantage compared to other people who do have complete urban habilitation of their properties recognized by the Peruvian government.

The objective of this thesis was to design a drinking water distribution network to reduce the access gaps through public network of the population centre under study; to achieve this, applied research was used, with descriptive – explanatory level and non-experimental design; likewise, WaterGEMS, Google Maps and AutoCAD were used.

It was concluded that a drinking water distribution network for the population under analysis, more than 3 684 citizens, requires pipe installations of 160mm, 110mm, 90mm, 63mm and 1”, 1 361 m³ reservoir capacity, 1 pressure reducer valve and 111 control valves, in accordance with current regulations and topographic characteristics of the area. Likewise, an estimate of maximum daily and hourly consumption projected to 2040 was delivered, and it was established that the most recommended for the studied case is a closed distribution system.

Keywords: drinking water, pipes, control valve, maximum daily consumption, maximum hourly consumption

INTRODUCCIÓN

La población peruana demográficamente crece de forma constante, por lo que se incrementan las necesidades de los habitantes y como también en las últimas décadas, sobre todo en las décadas de 1980 y 1990, se ha visto un problema del centralismo de la inmigración del campo a la ciudad por lo que Lima, ha ido creciendo en forma galopante y desordenada debido a que se incrementó la informalidad, la precariedad de viviendas, la falta de infraestructura, de sectores de recreación para los niños y las carencias de viviendas apropiadas y dignas y el incremento de asentamientos humanos dentro de Lima Metropolitana carente de servicios principales como son agua, electricidad, gas, comunicaciones, saneamiento, entre otros; esto se ve reflejado en la Zona “B” de Huarangal, donde antes solían haber chacras, poco a poco se están transformando en zonas urbanas.

La presente tesis tiene como objetivo diseñar la red de distribución de agua potable para disminuir las brechas de acceso por la red pública del Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima y como objetivos específicos el determinar la incidencia poblacional para satisfacer la creciente demanda de consumo de agua potable y determinar el tipo de sistema de red de distribución de agua potable que permitirá disponer de una adecuada presión de servicio al área de estudio en mención.

Para el desarrollo de la presente tesis, se abordó bibliografía actualizada nacionales e internacionales como también investigaciones previas que han permitido dar el sustento teórico de la investigación; la presente tesis se divide en cinco capítulos donde el Capítulo I da a conocer el planteamiento del problema donde se aborda la situación problemática, formulación del problema, objetivos, importancia y viabilidad de la investigación. El Capítulo II da a conocer el marco teórico donde considera los antecedentes nacionales e internacionales de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos. El Capítulo III corresponde a la metodología de la investigación en donde se presenta el diseño, tipo y nivel de la investigación. El Capítulo IV abarca el desarrollo de la tesis el cual comprende la determinación de la ubicación de la zona de estudio, la población actual y futura, y los consumos promedio diario anual, máximo diario y máximo horario. El Capítulo V muestra los resultados obtenidos y el Capítulo VI la discusión de resultados. Seguidamente, las conclusiones obtenidas mencionando las medidas de tuberías y otros componentes para el diseño de la red, el número de habitantes para el periodo de diseño y el tipo de sistema utilizado para viabilizar la distribución de las redes de agua con mayor facilidad en forma equitativa hacia todos los puntos fijados para su abastecimiento y se brindan las recomendaciones para el desarrollo de futuras investigaciones que contribuyan al desarrollo de los asentamientos humanos o comunidades urbano marginales de Lima Metropolitana.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

La falta de agua en el mundo va en aumento, esto debido al aumento de la población mundial y falta de gestión administrativa en diferentes partes del mundo, donde las políticas de cuidado son escasas o inexistentes y el reparto del recurso hídrico es muy desigual, la falta de agua potable afecta directamente a la salud y estilo de vida de las personas, influenciando en la aparición de enfermedades, aumento de pobreza, entre otros males, así mismo, la ganadería y agricultura se ve muy afectada debido a que la falta de agua potable influye negativamente en la producción.

Con el propósito de disminuir las brechas de acceso al agua potable por la red pública y dar a conocer las situaciones problemáticas que sobre este tema se presentan en el contexto nacional e internacional, se revisaron investigaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y del Organismo Mundial de la Salud (OMS); y se estudió la situación problemática alrededor del acceso al agua potable a nivel nacional, regional (Lima) y local (el distrito de Lurín).

a) Internacional

La UNESCO (2019) sostuvo que la demanda del agua ha estado en crecimiento en un 1% anual desde la década de 1980 lo que representa un incremento de hasta el 30% del nivel actual de consumo de agua para el año 2050, además, más de 2 000 000 000 de personas habitan en países que enfrentan la falta de agua y otras 4 000 000 000 sufren una severa escasez del recurso hídrico por al menos un mes por año, asimismo, seis de cada diez personas no cuentan con un acceso a servicios de saneamiento y una de cada diez necesidades fisiológicas al aire libre, de esta manera estos niveles de escasez se verán en aumento mientras crezca la demanda de agua y se incrementen las consecuencias del cambio climático en el mundo; la disponibilidad de agua depende directamente de la forma de almacenamiento, como se maneja y distribuye a una población determinada, además también abarca la gestión de las aguas que se encuentran en la superficie, aguas subterráneas y el reciclaje de agua.

Los representantes de la OMS (2018) presentaron los ODM (Objetivos de Desarrollo del Milenio) siendo el séptimo objetivo en garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y tiene como meta que toda la población mundial obtenga acceso al agua potable de una fuente mejorada sin discriminar a nadie ya que los progresos se han visto desiguales en las diferentes regiones, entre zonas rurales y urbanas, pero, sobre todo, entre pobres y ricos; en los recientes años se ha observado una gran extensión de zonas urbanas sin acceso a agua potable y saneamiento mejorado debido al rápido crecimiento de las mismas y la lentitud de las autoridades para su gestión de desarrollo.

Paul F. (2019), citado por British Broadcasting Corporation (BBC) informó al mundo sobre la catástrofe que viene sucediendo en Chile por la falta de agua en los últimos 50 años considerada como la mayor de sus crisis en la que 7 regiones chilenas que vienen siendo duramente agobiadas por esta crisis las cuales comprenden desde la parte norte de la región de Atacama hasta la parte sur de la región Ñube, en el centro de Chile (ver Anexo 1),

todas estas regiones han perdido en casi su totalidad su flora nativa y árboles como también los animales de crianza ganadera; debido a que en los últimos 10 años esta sequía ha ido intensificándose, se ha cambiado drásticamente la manera de vivir de los pobladores de estas 7 regiones siendo el dato más desalentador que hasta la fecha ha sido recopilado por la Dirección General de Aguas de Chile que es el reporte de 34 000 animales muertos en lo que va del año por falta de agua; Walker A (2019) citado por Paúl, quien fue Ministro de Agricultura explica que todas estas regiones de Chile sufrieron una desertificación en los últimos 10 años y su desafío ahora es enfrentar esta situación, por otro lado, también explicó que se necesitan grandes obras de riego, pues la falta de infraestructura de riego, como también embalses, rehusar aguas servidas, uso de aguas subterráneas entre otros mecanismos para aprovechar el agua ha influenciado negativamente en la degradación de suelos y ha golpeado duramente a la agricultura, economía y a los ciudadanos.

b) Nacional

Los representantes de la revista virtual Construcción y Vivienda (2019) mencionaron que alrededor de 3 400 000 peruanos no cuentan con agua potable y a su vez otros 8 300 000 no tienen con el servicio de desagüe, pues para disminuir las brechas de acceso al agua potable que fue planteado en el Plan Nacional de Inversiones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) (2017), se necesitan invertir unos S/49 000 millones para poder cubrir estas necesidades para el año 2021, sin embargo, la poca eficiencia de los Gobiernos Regionales ha generado que solo se haya ejecutado poco menos del 33% de sus recursos, asimismo, la falta de planificación, visión y el interés adecuado de las autoridades locales ha influido negativamente en el avance de proyectos de instalación de agua potable y saneamiento en todo el territorio nacional.

Orcosupa J. (2016), dio a conocer que en el Perú existe una brecha muy amplia en desarrollo de infraestructura caracterizados por la carencia y falta de mejoras en infraestructura vial, energética, saneamiento y

telecomunicaciones en las distintas regiones del país, lo que limita una postergación y retraso del progreso de comunidades rurales y urbanas; por eso mismo el ingeniero civil tiene por objetivo principal mejorar la calidad y estilo de vida de las personas y nuevas generaciones de un país a través del desarrollo de infraestructuras de cualquier índole.

Tabra S. (2013) presentó la investigación referente a la preocupante y desigual realidad del agua en el Perú, donde informó que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ubica al Perú en el décimo séptimo lugar a nivel mundial, en correlación con la cantidad de agua disponible por habitante y de acuerdo al Banco Mundial, el Perú se encuentra en el décimo cuarto lugar respecto a acceso al agua en América Latina; de acuerdo con datos del Ministerio del Ambiente (citado por Tabra S. 2013) el Perú cuenta con 106 cuencas hidrográficas por las cuales fluyen 2 046 287 millones de metros cúbicos al año (MMC), del mismo modo, también cuenta con más de 12 000 lagunas en la sierra y más de 1 000 ríos, no obstante, debido a la acción de la naturaleza y topografía del territorio nacional, la distribución de los recursos hídricos no es equitativa, de esta manera, a pesar de tener tanta riqueza hídrica en nuestra nación, el agua se está volviendo un recurso muy escaso debido a la deforestación, su mal uso y el calentamiento global y no cuenta con un control por el estado; asimismo, desafortunadamente si no se regula la situación o no hay interés por parte de las autoridades, se prevé que para el año 2030 nuestro país comenzará a sufrir seriamente las consecuencias de la falta de agua.

c) Regional

Los representantes del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2019) mencionaron que durante el 2018, más del 70% de los pobladores de la Provincia de Lima, Callao, Tumbes, Ayacucho, Arequipa, Ica, Lambayeque, Moquegua, Tacna y la Región Lima, consumen agua potable que proviene de una red pública y el porcentaje restante son abastecidos por cisternas o consiguen el agua de otras maneras, mientras que, la

población que presentaron menor cobertura de agua potable a través de una red pública (menos del 30%), son: 29.6% para Pasco, 29% para Huánuco, 27.6% para Amazonas, 23.9% para Cajamarca y 20.9% para Huancavelica (Ver Anexo 2).

Los representantes de OXFAM (2020) dieron a conocer que a pesar de que Perú está dentro de los 20 países más ricos en agua del planeta, no está distribuido de forma equitativa en nuestro territorio nacional y nuestro recurso hídrico no se encuentra precisamente en los lugares que muestran mayor demanda como es la costa peruana, puesto que solo cuenta con el 1.8% del total de agua del país y a su vez concentra a más del 70% de la población siendo Lima la ciudad más poblada y el Río Rímac, el cual provee de electricidad y agua para toda Lima y Callao, es la cuenca más dañada en aspectos ambientales, asimismo debido a malas gestiones gubernamentales, los pueblos jóvenes no cuentan con el servicio de agua potable ni alcantarillado como las zonas restantes de la ciudad, generando así más pobreza debido al pago a camiones cisternas los cuales los abastecen.

d) Local

Actualmente, el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito al sur de Lima de Lurín es administrado por SEDAPAL y Lurín es abastecida de agua potable a través de dos fuentes de abastecimiento las cuales son por pozos tubulares y por el sistema superficial de la Atarjea; el sistema de pozos tubulares actualmente está en un uso del 50% siendo 7 los que están operativos y 7 dañados debido al mal estado del entubado y/o arenamiento de los mismos, sin embargo, de los ochenta y ocho mil trescientos ochenta y un (88 381) habitantes que tiene Lurín (INEI, 2018), la población sin cobertura de agua potable es de 27 238 habitantes que viene a ser el 30.82% de la misma; actualmente muchas de las Asociaciones de la Zona "B" de Huarangal del distrito de Lurín, Lima no cuentan con agua potable siendo el 46.42% las mismas que carecen del servicio vital para el consumo, higiene, regadío de plantas y jardines para la protección del

medio ambiente y ornato de la ciudad, de esta manera, la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, en Lima es la zona que tiene menos cobertura de agua potable; seguidamente se muestra la cobertura de agua potable de la Zona “B” de Huarangal distrito de Lurín, Lima.

Figura 1:

Cobertura de agua potable en la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima



Adaptado por el autor de SEDAPAL, 2017

1.2. Definición del problema

Una red de distribución de agua potable cumple un papel básico para el desarrollo de una comunidad, debido a que agua es un recurso básico para los seres humanos y la vida en general. Al no tener una red que distribuya este suministro a una determinada población, la salud de las personas podría comenzar a verse afectada directamente por muchas enfermedades (por ejemplo la tifoidea) o comenzar alguna otra epidemia; asimismo la presión de servicio de agua potable debe cumplir con los rangos

máximos y mínimos requeridos en las normas establecidas. La satisfacción de las personas está directamente relacionada con la libertad y capacidad que tengan las mismas de desarrollar sus actividades con total normalidad. Al no haber una buena presión de servicio de agua potable este servicio no llegaría a toda la población, generando insatisfacción, molestias e incomodidad y repercutiendo negativamente en la higiene, salud, alimentación y la ecología.

1.3. Formulación del problema

a) Problema general

¿En qué medida incide el diseño de una red de distribución de agua potable en la disminución de las brechas de acceso por la red pública en el Centro Poblado de La Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del Distrito de Lurín, Lima?

b) Problemas específicos

- ¿Cuál es la incidencia poblacional para satisfacer la creciente demanda de consumo de agua potable en el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima?
- ¿En qué medida el tipo de sistema de distribución de agua potable permitirá disponer de una adecuada presión de servicio en el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima?

1.4. Objetivo general y específicos

a) Objetivo general

Diseñar la red de distribución de agua potable para disminuir las brechas de acceso por la red pública del Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima.

b) Objetivos específicos

- Determinar la incidencia poblacional para satisfacer la creciente demanda de consumo de agua potable del Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima.
- Determinar el tipo de sistema de red de distribución de agua potable que permitirá disponer de una adecuada presión de servicio al Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima.

1.5. Importancia de la investigación

El desarrollo de la presente tesis se justifica por las múltiples necesidades que se presentan en el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal, que está ubicada en el distrito de Lurín, al sur de Lima Metropolitana donde los pobladores tienen un acceso limitado al agua potable el cual es un recurso de primera necesidad ya que es necesario para su consumo, preparación de alimentos, aseo de vivienda y personal, entre otros y repercute negativamente en la calidad y estilo de vida de las pobladores como también en su productividad diaria. Por consiguiente, abastecer a los pobladores con este suministro disminuirá las brechas de acceso al agua potable por red pública en el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima.

Desde la perspectiva teórica, el desarrollo de la presente tesis se justifica porque se va a contrastar el desarrollo del presente estudio con los aportes de diferentes investigadores y teorías sobre los efectos positivos de la instalación de una red de distribución de agua potable en una comunidad urbano marginal como lo es la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal, distrito de Lurín, Lima con el propósito de disminuir las brechas de acceso por la red pública para compensar la creciente demanda de consumo de agua potable y disponer de una adecuada presión de servicio.

Desde el enfoque metodológico el desarrollo del presente trabajo se justificó porque se utilizó el método científico, técnicas de investigación y aportes de investigaciones previas que lo sustentan.

Desde el enfoque práctico, la utilidad del presente estudio tiene como finalidad contribuir a la instalación de una red de distribución de agua potable para la disminución de brechas de acceso por la red pública que por consiguiente mejorará la calidad en el estilo de vida de los residentes de la zona en referencia.

1.6. Viabilidad de la investigación

1.6.1. Viabilidad técnica

El proceso de desarrollo del presente estudio tiene viabilidad técnica porque hace uso de la normativa actual del Reglamento Nacional de Edificaciones (Título II: Habilitaciones Urbanas-Obras de Saneamiento) como son: OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano, OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano, OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano, OS.040 Estaciones de bombeo de agua para consumo humano, OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano y la OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria; y así se garantiza el diseño de una red pública para abastecer al Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal para la disminución de brechas de acceso por la red pública.

1.6.2 Viabilidad económica

El proceso del desarrollo de la investigación generó una inversión económica tanto para la adquisición de fuentes bibliográficas, fuentes virtuales, desplazamiento, asesorías, transporte, materiales de escritorio y equipos de cómputo, la misma que fue superado por a través de actividades laborales del investigador y apoyo de terceras personas para el cumplimiento del presente estudio. Por otro lado, los representantes del MVCS (2019) citados por la revista Construcción y Vivienda, afirmaron que el Gobierno está interesado en la ejecución de la

mayor cantidad proyectos que disminuyan las brechas de cobertura de agua y saneamiento en todo el territorio nacional; asimismo, acorde al Plan Nacional de Inversiones, que tiene como meta alcanzar una cobertura total de agua y saneamiento para el año del bicentenario (2021), para lo que se necesita invertir más de S/ 49 000 millones, pues solo en el año 2019 el Poder Ejecutivo transfirió S/ 872 millones para los gobiernos regionales y también locales para que de esta manera, más de 200 proyectos de saneamiento sean ejecutados.

1.6.3 Viabilidad social

La presente tesis tiene viabilidad social por lo que garantiza a que en Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del Distrito de Lurín, Lima se tenga acceso a oportunidades de mejora para sus condiciones de salud, a través del abasto adecuado y sostenible de servicios de agua potable de manera cualitativa y tecnológica, y saneamiento, conjugando la construcción y mejoramiento de infraestructura con la educación sanitaria; a través del diseño de la red se busca disminuir las brechas de acceso por la red pública, garantizar de modo sostenible el acceso de agua potable para el servicio de toda la localidad y satisfacer sus necesidades requeridas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Nacionales

Landeo J. y Limaco T. (2019), presentaron en su tesis una propuesta de pozo tubular empleando la técnica de testificación geofísica y realizando un sondeo eléctrico para poder incrementar la disponibilidad de agua en el sector de Otopongo, en la provincia de Barranca, en la región Lima. Landeo y Limaco tuvieron como objetivo el incrementar la disponibilidad hídrica en Otopongo a través de pozos tubulares, determinaron el caudal necesario para la demanda poblacional a un periodo de 20 años, para lograrlo utilizaron investigación aplicada con enfoque de forma cuantitativa, con un nivel de investigación descriptivo y con diseño observacional, transversal y prospectivo; finalmente, concluyeron en que a través de la exploración de agua subterránea se obtiene una fuente propia para la explotación de la misma dentro del área de estudio y determinaron el caudal necesario para el periodo de diseño.

Gutiérrez Y. y Huamaní E. (2019) presentaron la investigación con relación al modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el diseño de la red de distribución de agua en la Etapa I del proyecto San Antonio de Mala usando el software *Watercad*, la cual tuvo por objetivo realizar la evaluación de la incidencia del

modelamiento del sistema de distribución de agua potable haciendo uso del software *Watercad* en el diseño de la red de distribución de la misma en la zona de estudio en referencia determinando la población futura, la misma que sirve para determinar el caudal de diseño; el tipo de investigación fue de carácter explicativo, con un nivel de investigación aplicativo y su diseño fue de carácter experimental, longitudinal; llegando a la conclusión de usando *Watercad* se puede simular la incidencia directa del diseño de la red de distribución para obtener el sistema más adecuado que cumpla con los parámetros como velocidades y presiones requeridas por el reglamento y normas del país.

Cieza M. y Sánchez A. (2019) presentaron la investigación referente al diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para el centro poblado de Mojanazo, en el distrito de Chongoyape, perteneciente a la provincia de Chiclayo, la cual tuvo como objetivo principal el diseñar el sistema de red de agua potable y alcantarillado en el Centro Poblado Mojonazgo para mejorar la calidad y estilo de vida de los pobladores dentro del área en referencia, siendo el tipo de investigación empleado cuantitativo, diseño de investigación experimental, donde concluyeron que con la implementación del diseño de red de agua y alcantarillado en aquel distrito, se mejorará la calidad y estilo de vida de los pobladores del mismo.

Figuroa J. (2018) realizó la investigación referente al diseño de una línea de conducción de agua potable para abastecer a los centros poblados anexos a San Francisco de Cayrán en la región Huánuco, planteándose como objetivo el diseñar una red de distribución de agua potable para el acceso del mismo para los pobladores de la referida comunidad, quien utilizó un estudio exploratorio de carácter descriptivo usando el método hipotético- deductivo con la metodología cuantitativa, llegando a la conclusión de que la línea que conduce el agua hasta las partes altas de los poblados referidos contribuyó significativamente de manera positiva a la calidad y estilo de vida, como también las condiciones sanitarias de la localidad, debido a que se redujo el índice de enfermedades y mejoró la productividad en la zona.

Los representantes del INEI (2019) presentaron el informe “Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico” en el cual mencionaron que se busca cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales tienen como meta principal poner fin a la pobreza garantizando una vida saludable y sana. Específicamente, el ODS 6 tiene como objetivo garantizar el abastecimiento de agua potable y saneamiento adecuado, lo cual es reconocido hoy como una situación necesaria para lograr suprimir la pobreza extrema en el mundo, por ello el ODS 6 busca mejorar la gestión del agua respecto a su disponibilidad y saneamiento, así como garantizar las modalidades de consumo y producción sostenible especialmente en los países subdesarrollados que integran parte de la ONU. En este sentido, el INEI afirmó que de agosto de 2018 a julio de 2019, el 90.7% de la población del Perú correspondiente a 29 288 999 tiene acceso al agua potable proveniente de una red pública, lo que indica que se produjo un incremento de 1.1% respecto al periodo de agosto de 2017 a agosto de 2018, esto como resultado de la puesta en marcha del “Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021” que tiene entre sus objetivos disminuir las brechas de acceso a agua por red pública, y que considera un avance ya que en el año 2011 solo cerca del 69% de la población total del país contaba con acceso regular al servicio de agua potable.

A continuación, se presentan dos tablas que fueron tomadas y dos figuras que fueron adaptadas del informe del 2019 del INEI, “Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico”, toda esta información se analizó y contribuyó al entendimiento de la evolución del abasto de agua potable en el Perú.

Tabla 1:

Población que consume agua proveniente de red pública

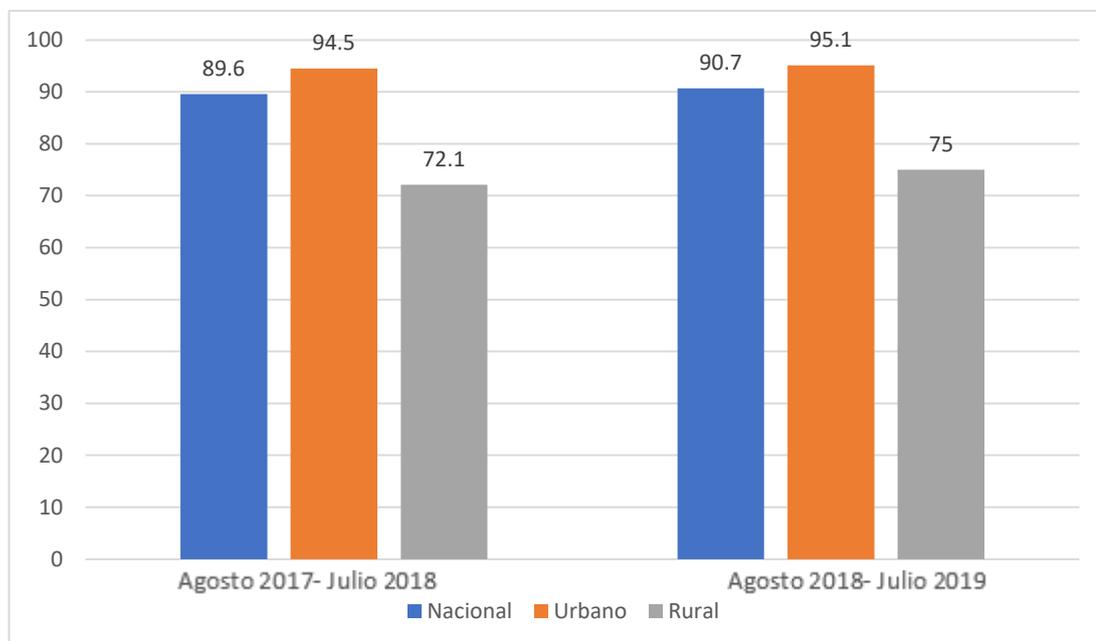
Año móvil	Nacional	Urbana	Rural
Indicadores anuales			
Julio 2017- Junio 2018	89.5	94.4	72.2
Agosto 2017- Julio 2018	89.6	94.5	72.1
Septiembre 2017- Agosto 2018	89.7	94.5	72.5
Octubre 2017- Septiembre 2018	89.9	94.6	73.1
Noviembre 2017- Octubre 2018	90.3	95.0	73.4
Diciembre 2017- Noviembre 2018	90.5	95.1	74.1
Enero 2018- Diciembre 2018	90.7	95.3	74.4
Febrero 2018- Enero 2019	90.8	95.3	74.8
Marzo 2018- Febrero 2019	90.8	95.2	74.9
Abril 2018- Marzo 2019	90.9	95.2	75.1
Mayo 2018- Abril 2019	90.8	95.1	75.2
Junio 2018- Mayo 2019	90.9	95.2	75.4
Julio 2018- Junio 2019	90.8	95.1	75.0
Agosto 2018- Julio 2019	90.7	95.1	75.0
Diferencia con similar año anterior (en porcentaje)			
Agosto 2017- Julio 2018	1.1	0.5	2.9
Agosto 2018- Julio 2019			

Nota: "Red pública" incluye al agua dentro o fuera de la vivienda, pero debe estar dentro de la edificación.

Fuente: INEI, 2019

Figura 2:

Diagrama de barras de porcentajes comparativos de año móvil agosto de 2017



Adaptado por el autor de INEI, 2019

A nivel urbano, entre los años móviles mencionados, respecto a la sección urbana hubo un aumento en un 0.5%.

Del 90.7% de la población que tuvo acceso al agua potable suministrada a través una red pública durante el periodo de agosto de 2018 a julio 2019, únicamente el 68.2% de la población (22 022 760) indicó que consume agua potable, mientras el 22.5% restante (7 266 238) informó que consume agua no potable.

Tabla 2:

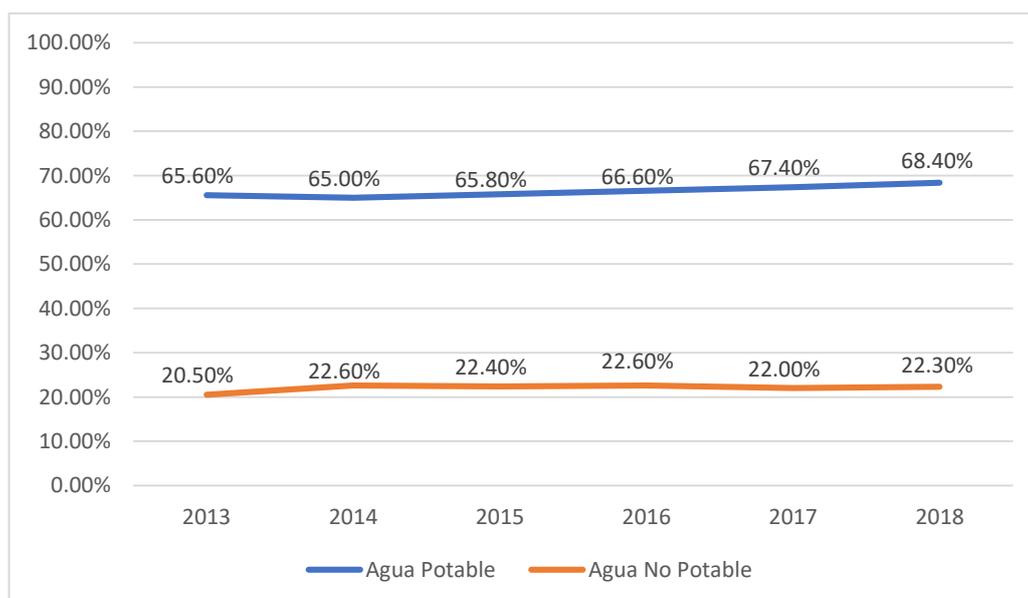
Población que consumió agua potable y no potable a través de una red pública entre 2013 y 2018

Tipo de residencia	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Nacional	86.1	87.6	88.2	89.2	89.4	90.7
Potable	65.6	65.0	65.8	66.6	67.4	68.4
No potable	20.5	22.6	22.4	22.6	22.0	22.3
Urbana	93.4	93.6	93.9	94.5	94.4	95.3
Potable	83.3	82.8	83.5	83.7	84.1	85.2
No potable	10.2	10.7	10.3	10.8	10.2	10.1
Rural	63.2	68.3	69.5	71.2	72.2	74.4
Potable	10.6	7.9	7.4	8.8	9.2	8.5
No potable	52.5	60.4	62.1	62.4	62.9	65.9

Fuente: INEI, 2019

Figura 3:

Porcentaje de población a nivel nacional que consumió agua potable y no potable a través de una red pública entre 2013 y 2018

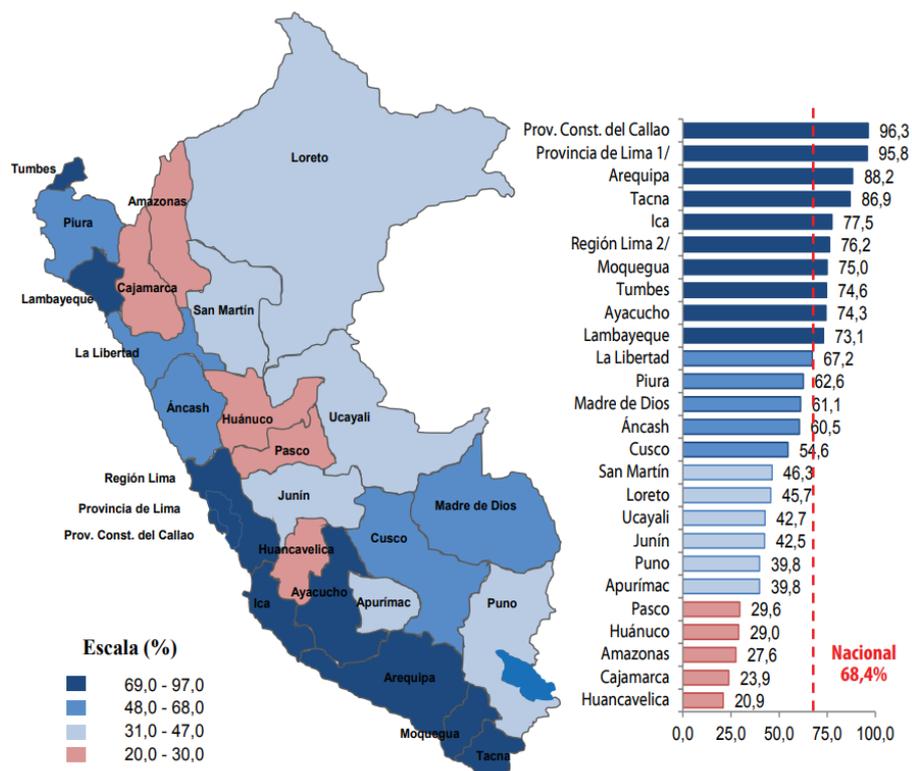


Adaptado por el autor de INEI, 2019

Con respecto al consumo de agua potable y agua no potable proveniente de una red pública, durante el año 2018 en el territorio nacional el 90.7% de la población del país consumió el suministro. Las regiones que tienen más del 70% de consumo de agua potable son la Provincia Constitucional del Callao, Ica, Arequipa, Ayacucho, Tacna, Tumbes, Moquegua, Región Lima, Lambayeque y Provincia de Lima, puesto que indicaron consumir agua potable que proviene a través de una red pública, siendo la provincia Constitucional del Callao la que cuenta con mayor cobertura con un 96.3%, sin embargo, por otro lado en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Pasco, Huancavelica y Cajamarca, existió una menor cobertura de agua potable a través de una red pública (menos del 30%) siendo Huancavelica la última con un preocupante 20.9%.

Figura 4:

Población del Perú que consume agua potable proveniente de una red pública por cada departamento en el año 2018



Fuente: INEI, 2019

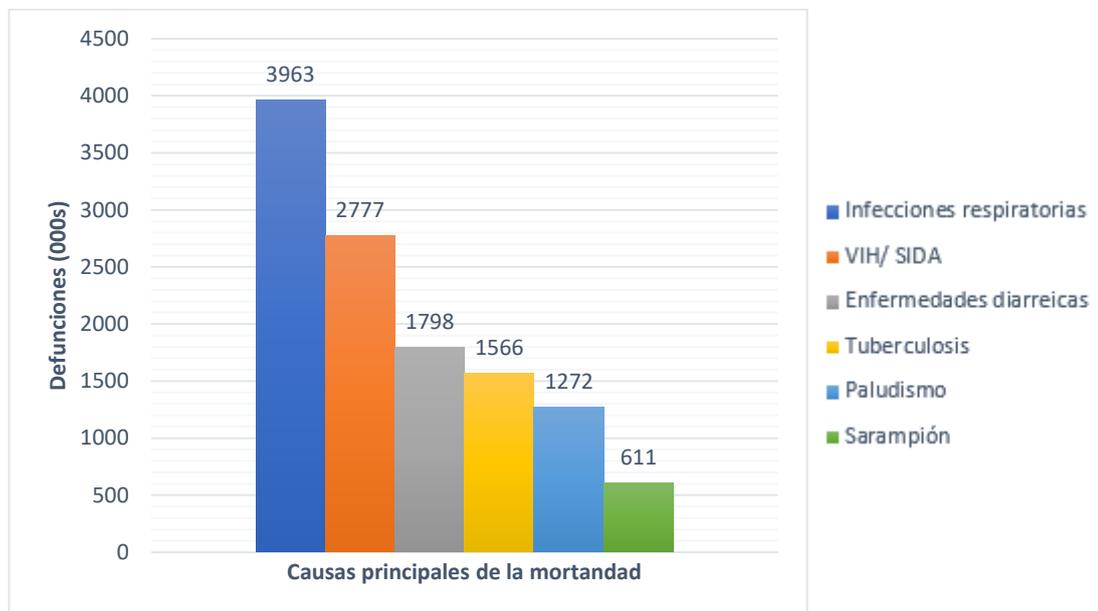
Los representantes del Ministerio de Economía y Finanzas (2011) presentaron el proyecto Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021, planteándose como objetivo principal lograr que todas las personas dentro del territorio nacional tengan las mismas oportunidades para su desarrollo, lo cual comprende tener acceso a servicios básicos de calidad como son agua y desagüe, educación, electricidad, telecomunicaciones, seguridad y vivienda; se considera que el tener acceso a todos estos servicios ayuda a superar las carencias y lograr igualdad de oportunidades para todos los peruanos. Como segundo objetivo, se planteó descentralizar y brindar acceso universal al servicio de salud, la seguridad social y a los servicios de saneamiento y agua potable, principalmente atender a la población que se encuentra en condiciones de vulnerabilidad y pobreza, para ello se acogió un enfoque de interculturalidad en todo el país y se estimó que el beneficio llegaría a más de 30 000 000 de personas. Asimismo, en el Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021 se afirmó que para el 2021 el crecimiento será con democratización y acceso equitativo a servicios elementales de calidad (agua y desagüe, electricidad, educación, telecomunicaciones, seguridad y vivienda), para lograrlo se planificó una serie de estrategias políticas que requieren por igual al Estado y a los inversionistas privados.

Los representantes de la OMS (2007) sostuvieron que alrededor de 1,100 millones de personas sufren con la inexistencia del acceso a agua mejorada y un mayor número consume agua enormemente contaminada; debido a la contaminación e insalubridad del agua y deficiencias en el alcantarillado e higiene, de los 4 000 millones de casos de diarrea, el 88% son provocados por los mismos y 1 800 000 personas fallecen debido a enfermedades diarreicas cada año siendo niños menores de cinco años en su gran mayoría debido a que cada episodio diarreico produce reducción de nutrientes, calorías y produce retardo en el desarrollo y crecimiento; se cree que más del 90% de casos de diarrea podrían prevenirse llevándose a cabo intervenciones de las autoridades para acrecentar la disponibilidad de agua limpia, optimizar el saneamiento y por consiguiente la higiene; debido al agua de escorrentía contaminada o cuando

el interior de la red de tuberías está contaminado por bacterias, virus o parásitos, la salud puede verse seriamente comprometida, además concluyeron de que un 25% de episodios diarreicos disminuirían si se mejora el abastecimiento de agua, alrededor del 32% al optimizar el saneamiento, aproximadamente un 45% a través del lavado de manos y alrededor de 39% a través del tratamiento y almacenamiento de forma segura y libre de bacterias, virus o parásitos del agua para uso doméstico.

Figura 5:

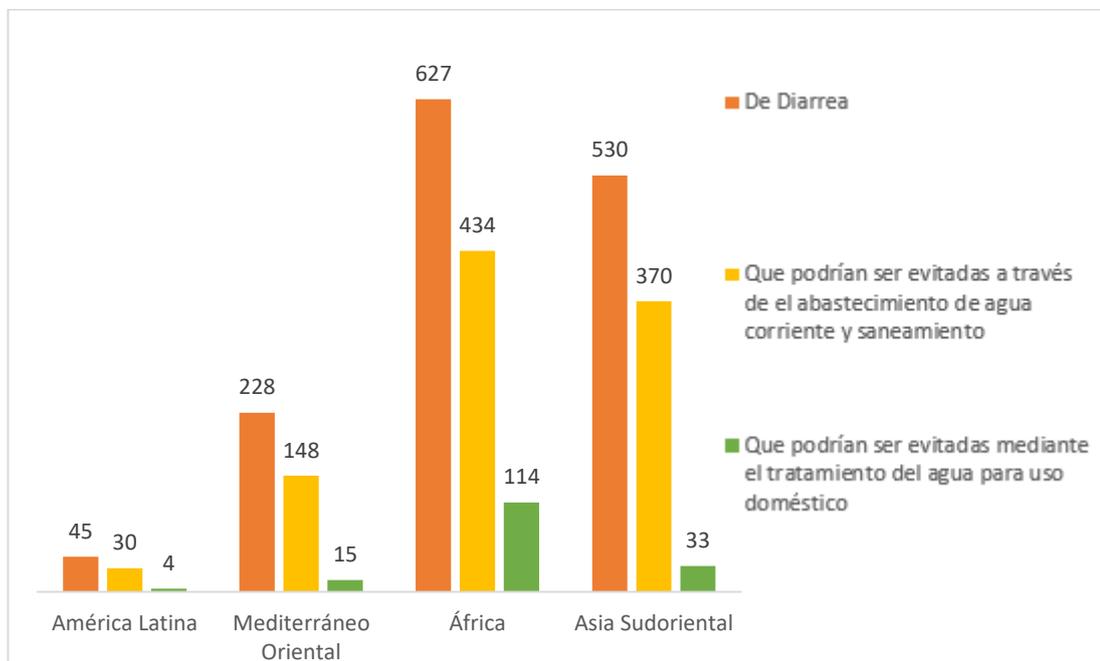
Principales causas de fallecimientos debido a enfermedades infecciosas en miles (000s)



Fuente: OMS, 2007

Figura 6:

Muertes de niños hasta los 5 años de edad en el año 2002 (en miles)



Fuente: OMS, 2007

2.1.2 Internacionales

Florián S. (2017) presentó la investigación referente a la mejora del servicio de la red de distribución de agua potable del municipio de Madrid, Cundinamarca, planteándose como objetivo general el proponer una optimización para la red de distribución de agua potable dentro del distrito en mención para lograr un adecuado servicio, concluyendo en que haciendo la modelación digital de la red de distribución de agua potable del municipio referido se mejoró el índice abastecimiento de agua potable y la presión de servicio de agua a los pobladores, para poder satisfacer sus necesidades.

Mena M. (2016) presentó la investigación referente al diseño de la red de distribución de agua potable de La Parroquia EL Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, ubicado en la provincia de Tungurahua planteándose como objetivo general desarrollar el diseño de red de distribución para la zona en referencia perteneciente a la provincia de

Tungurahua, concluyendo en que el diseño de red de distribución de agua potable planteado funcionará al 100% durante toda su vida útil y se trabajó teniendo en cuenta las normas técnicas del país.

Bravo A. (2017) presentó la investigación de modelación hidráulica a la red de distribución de agua potable de La Parroquia el Retiro, Cantón, Machala, ubicado en la provincia El Oro, la cual tuvo por objetivo general el realizar el modelamiento hidráulico para la red de distribución en la zona referida, recopilando datos de campo y evaluar un diseño de red haciendo uso del software EPANET 2.0; se usó el diseño de investigación del método cualitativo y cuantitativo; llegando a la conclusión de que el modelamiento planteado permitió la distribución de agua a la zona en referencia para cada domicilio con las presiones requeridas y establecidas por las normas de Ecuador ayudando al desarrollo de la comunidad.

Guidi L. (2012) presentó la tesis: “La Influencia del acceso al agua en el bienestar percibido y la disponibilidad a pagar para la mejora del servicio de aguas: una ampliación en Sucre, Bolivia”, planteándose como objetivo principal el descubrir si los residentes con un paupérrimo acceso a agua se ven influenciados negativamente en su bienestar subjetivo, llegando a la conclusión de que los ciudadanos que cuentan con acceso a agua de muy baja calidad se ven afectados negativamente en su nivel de bienestar tanto en salud física como mental, por otro lado es posible que las personas acaban por acostumbrarse, lamentablemente, a vivir en situaciones desfavorables lo cual entorpece su desarrollo biopsicosocial desde muy temprana edad.

2.2. Bases teóricas

Los fundamentos y conceptos que fueron necesarios para el entendimiento y el desarrollo de esta investigación fueron los siguientes: red de distribución de agua potable; componentes de diseño de red de distribución de agua potable; ciclo hidrológico; fuentes de abastecimiento de agua o captación; diseño de pozos tubulares; obras de

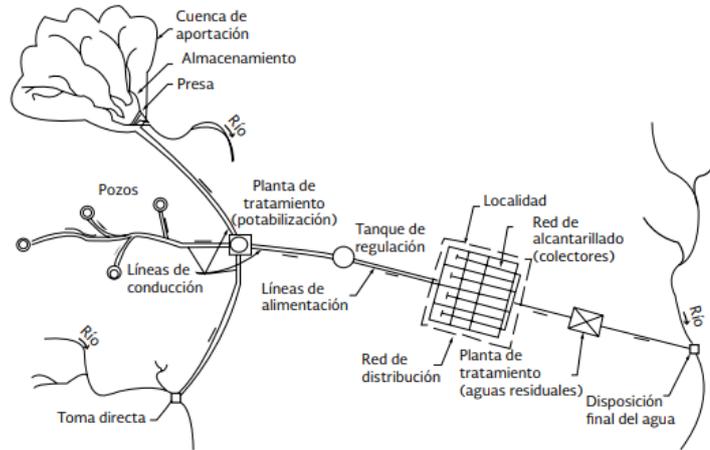
conducción; propiedades químicas, físicas y bacteriológicas del agua; ingeniería hidráulica; brechas de acceso al agua por red pública y software.

2.2.1. Red de distribución de agua potable

Los representantes de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (s/f) describieron a red de distribución de agua potable con el ligado de tubos, accesorios y demás estructuras y componentes que conducen agua hasta tomas domiciliarias o hidrantes públicos con el objetivo de suministrar agua a una determinada población para uso doméstico, comercial, público e industrial; del mismo modo, Agüero R. (2014) sostuvo que para lograr su diseño, es necesario definir y plantear posibles ubicaciones de un reservorio de almacenamiento de agua para así poder proveer el agua con presión y en cantidad adecuadas a los diferentes puntos de la red; primero se ha de generar ubicaciones posibles para el reservorio de almacenamiento el cual provea de la cantidad de agua necesaria y de una adecuada presión para cada punto establecido de la red, del mismo modo, para definir las cantidades de agua se ha tenido que determinar el Consumo Máximo Horario (Qmh), el cual fue determinado en base a las dotaciones siempre considerando las situaciones más perjudiciales. Se deben mantener presiones de servicios mínimos que puedan llevar agua a todas las viviendas de la población determinada, sin importar su ubicación (sobre todo en las partes altas como viviendas en cerros) como también un control de presiones máximas (en partes bajas) para que así, sin causar daños permita el uso del servicio sin ningún inconveniente.

Figura 7:

Figura típica de un sistema de abastecimiento de agua en espacios urbanos



Fuente: CONAGUA (s/f)

2.2.1.1 Consideraciones básicas de diseño

Presión de Servicio. Los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.050 mencionaron que la máxima velocidad del agua será hasta de 5 m/s, la presión estática no podrá ser mayor a 50 m en cualquiera de los puntos de la red, asimismo, Agüero R. (2014) sustentó que para diseñar una red de distribución de agua es necesario determinar la presión y velocidad del agua dentro de las tuberías debido a que cuando hay bajas velocidades (lo mínimo recomendable por la norma es de 0.6 m/s), se producirá el fenómeno de sedimentación, mientras que con altas velocidades, comenzará el deterioro de tuberías y los accesorios de la misma red; las presiones máximas y mínimas dependen del mantenimiento que tenga la red y de las necesidades domésticas, de esta manera al existir presiones elevadas comienzan a aparecer pérdidas por golpes de ariete y fugas.

Agüero (2014) sostuvo que el diámetro que como mínimo será utilizado en la red será aquel que pueda satisfacer las necesidades como una presión de servicio adecuada y que pueda abastecer a conexiones domiciliarias futuras; después de haber

calculado el diámetro mínimo se recomienda usar $\frac{3}{4}$ " si el calculado es menor a este. Para el cálculo hidráulico se utilizarán ecuaciones de Hazen-Williams y Fair-Whipple; asimismo los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.050 establecieron que en caso de utilizarse la fórmula de Hazen y Williams se deberán utilizar los coeficientes de fricción de la siguiente tabla y en caso que se usen tuberías que no estén en la misma, se deberá justificar de manera técnica con ensayos el valor tomado de coeficiente de fricción para su futuro uso.

Tabla 3:

Tipos de tubería y coeficiente de fricción "C" en la fórmula de Hazen y Williams

Tipo de tubería	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019

2.2.1.2. Tuberías

Los representantes de la CONAGUA (s/f) sostuvieron que las tuberías se componen de dos o más tubos que siendo ensamblados con la finalidad de transportar fluidos; para seleccionar qué tipo de tubería utilizar intervienen muchos factores como la resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión y principalmente la preservación de la calidad del agua; las tuberías más usadas son:

a) Tuberías de PVC. De acuerdo con los representantes de la CONAGUA (s/f) los tubos de PVC (Policloruro de Vinilo) son cada vez más utilizados en las redes de distribución de agua potable.

Estos tienen las características de hermeticidad, ya que por su naturaleza del material se impiden fugas o algún tipo de filtración; pared interior lisa, la cual casi no presenta pérdidas por fricción y genera una alta eficiencia en la conducción de fluidos como el agua; cuenta con resistencia a la corrosión debido a que no se forman formaciones de óxido; resistencia química, ya que puede resistir a suelos agresivos y también es resistente al ataque de hongos, algas o algún tipo de bacteria ya que como el PVC no contienen materia nutriente para su desarrollo, estos se alejan del PVC; ligereza ya que su transporte, manejo y colocación es sencillo; flexibilidad ya que puede flexionarse ligeramente durante su instalación; también cuenta con resistencia a la tensión, ya que al haber movimientos sísmicos o cargas externas vivas y muertas y también al golpe de ariete se comporta de una manera favorable; y como característica principal no altera las características del agua. (CONAGUA, s/f, p. 14)

b) Tubería de hierro fundido. De acuerdo con los representantes de CONAGUA (s/f) se utiliza para estaciones de bombeo y en aquellas instalaciones donde se necesita rigidez y resistencia a la corrosión y el impacto.

Se cuenta con dos clases de hierro fundido: el hierro dúctil y el hierro gris; el hierro dúctil es una versión mejorada del hierro gris el cual cuenta con mayor dureza y resistencia después de un tratamiento especial, también cuenta con una larga vida útil (100 años), alta resistencia mecánica puesto que cuenta con resistencia alta a impactos y cargas normales, extraordinarias y presión interna y es prácticamente libre de mantenimiento. (CONAGUA, s/f, p. 19)

- c) Tubería de concreto. Acorde con los representantes de CONAGUA (s/f) las tuberías de concreto son mayormente empleadas en líneas de conducción más que en redes de distribución, sin embargo también podría ser empleada para casos de tuberías primarias en caso de redes de gran tamaño; entre sus ventajas destacan su alta resistencia mecánica principalmente cargas muertas (como relleno de la zanja), cuenta también con alta capacidad de conducción y vida útil prolongada, sin embargo es de difícil reparación en caso sufra daños y es complicado realizar conexiones en caso se requiera.
- d) Tubería de acero. De acuerdo con los representantes de CONAGUA (s/f) las tuberías hechas de acero son usadas en líneas de conducción al igual que las tuberías de concreto y son usadas cuando se tienen presiones altas y se requieren diámetros grandes y estas pueden ir enterradas o expuestas en caso sea requerido; cuenta con alta resistencia mecánica ya que resiste cargas de impacto debido a su ductilidad, es de fácil transporte e instalación debido a que es más ligero que los tubos de hierro fundido o concreto; sin embargo por ser metálico presenta corrosión y es más severa que en el hierro fundido por lo que reduce su vida útil y aumenta costos de mantenimiento por lo que se requiere de un revestimiento interno y externo para prevenir cualquier daño.

2.2.1.3. Válvulas

Los representantes del MVCS (2006) en la norma OS.050 definieron a las válvulas como elementos de una red de distribución que deben ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos necesarios para un mantenimiento y fácil operación las que tienen diferente función como:

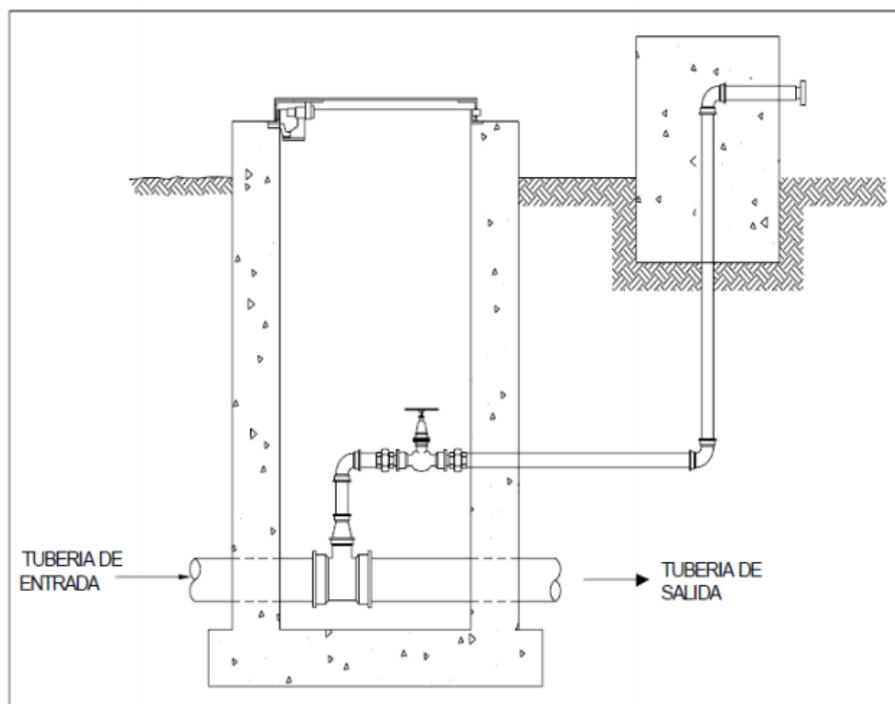
- a) Válvula de compuerta. Sustentado por Mena M. (2016), las válvulas de compuerta o válvulas de interrupción, son colocadas en la red de abastecimiento y su función es regular el caudal de agua por sectores y para efectuar mantenimiento o reparación del alguna tubería cuando

se requiera, asimismo, los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.050, mencionaron que dichas válvulas permitirán cercar sectores de redes de menos de 500 m de extensión y se instalarán válvulas de interrupción en sus derivaciones para futuras ampliaciones de la red.

- b) Válvula de aire. Vierendel (2009) definió como válvulas de aire a las válvulas que sirven para extraer aire en cada punto alto de las líneas de conducción; asimismo, Mena, M. (2016) sostuvo que la razón principal para la instalación de las válvulas de aire es el acopio de aire en la línea de servicio.

Figura 8:

Válvula de aire manual



Fuente: Mena, 2016

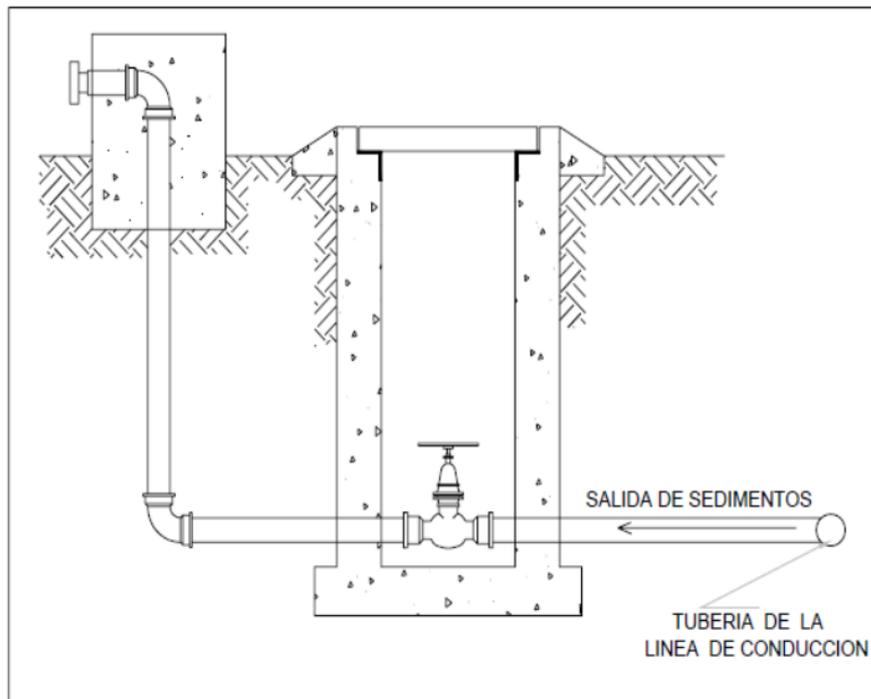
- c) Válvula reductora de presión. Los representantes de NIBSA (2015) sostuvieron que las válvulas reductoras de presión son usadas para reducir la presión de fluidos y mantenerla en una constante, son particularmente apropiadas para sistemas donde la presión de agua es grande y sirven para evitar rupturas de tuberías en la red, haciendo de

esta manera que la vida útil de la red sea mucho mayor y no esté en mantenimiento constante.

- d) Válvula de purga. Mena M. (2016) sostuvo que estas válvulas son colocadas en los puntos con cota más baja del terreno y su función es la eliminación de sedimentos que se acumulan en el tramo de la tubería, del mismo modo, los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.050 sostuvieron que cuando no es posible evitar los puntos muertos, en aquellos puntos más bajos de la red, se deberá instalar una válvula de purga.

Figura 9:

Válvula de purga



Fuente: Mena, 2016

2.2.1.4. Tipos de redes de distribución

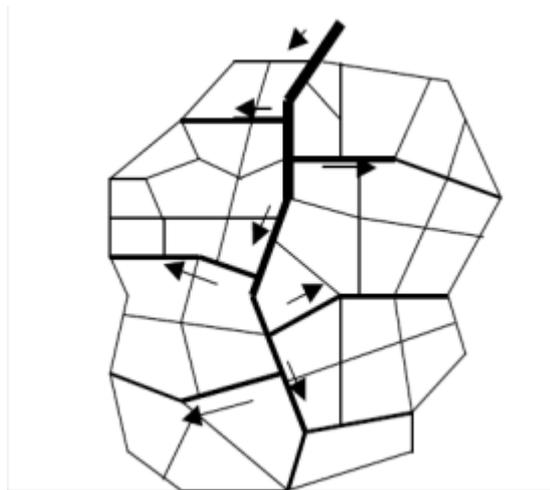
Agüero R. (2014), mencionó que existen dos tipos de sistemas de distribución los cuales son el sistema abierto o sistema de ramales abiertos y el sistema de cerrado (también conocido rama o parrilla), asimismo los representantes del MVCS (2006) en la norma OS.050

recomendaron que las redes de distribución deberán ser proyectadas de preferencia en circuito cerrado en forma de malla.

- a) Sistema abierto o ramificado. Agüero R. (2014) sostuvo que este tipo de sistema se caracteriza por estar constituido por un ramal matriz el cual se va ramificando y es utilizado cuando la topografía del terreno obstaculiza de cierta manera un sistema cerrado y/o también cuando las poblaciones tienen un desarrollo de forma lineal.

Figura 10:

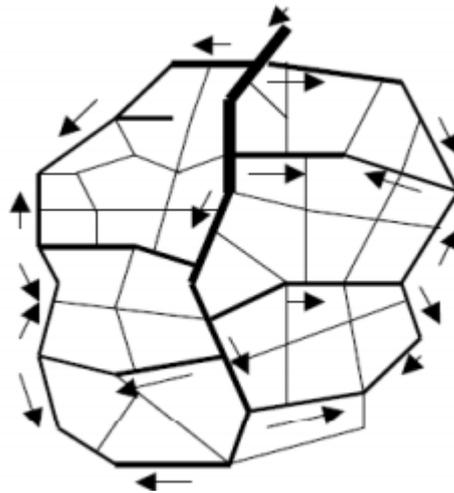
Sistema abierto o ramificado



Fuente: Mena, 2016

- b) Sistema cerrado. Agüero R. (2014) sostuvo que el sistema cerrado es aquel sistema que cuenta con tuberías interconectadas en forma de mallas o redes; este tipo de red es el más beneficioso ya que permite un servicio más eficiente y sobre todo constante debido a la interconexión de tuberías; a diferencia del tipo de sistema abierto o ramificado, en este tipo de sistema se evita los puntos muertos o puntos en los que el agua se estanque y no fluya; por otro lado, hacer un mantenimiento o reparación es mucho más sencillo debido a que solo el área cercana a la parte afectada será privada de agua por el control de válvulas y no toda la red como sería en el caso del sistema abierto.

Figura 11:
Sistema cerrado



Fuente: Mena, 2016

2.2.2. Componentes de diseño de red de distribución de agua potable

2.2.2.1. Población actual y futura

Vierendel (2009) afirmó que, para obtener una estimación de una posible población futura, se tomará en cuenta ciertos criterios como factores socioeconómicos, características de la ciudad, su estilo de desarrollo y datos o factores obtenidos por entidades estadísticas competentes o análisis propios.

- a) Método comparativo. Según Vierendel (2009), este método consiste en deducir la población de una ciudad haciendo comparaciones con ciudades que cuenten con características parecidas y crecimiento superior para tener una estimación.
- b) Método racional. Según Vierendel (2009), para este método se hace un análisis socioeconómico del lugar, tomándose en cuenta el crecimiento y decrecimiento de la población haciendo conteo de nacimientos, defunciones, migraciones y también la población flotante. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = (N + I) - (D + E) + P_f$$

Siendo:

N= Nacimientos

D= Defunciones

I= Inmigraciones

E=Emigraciones

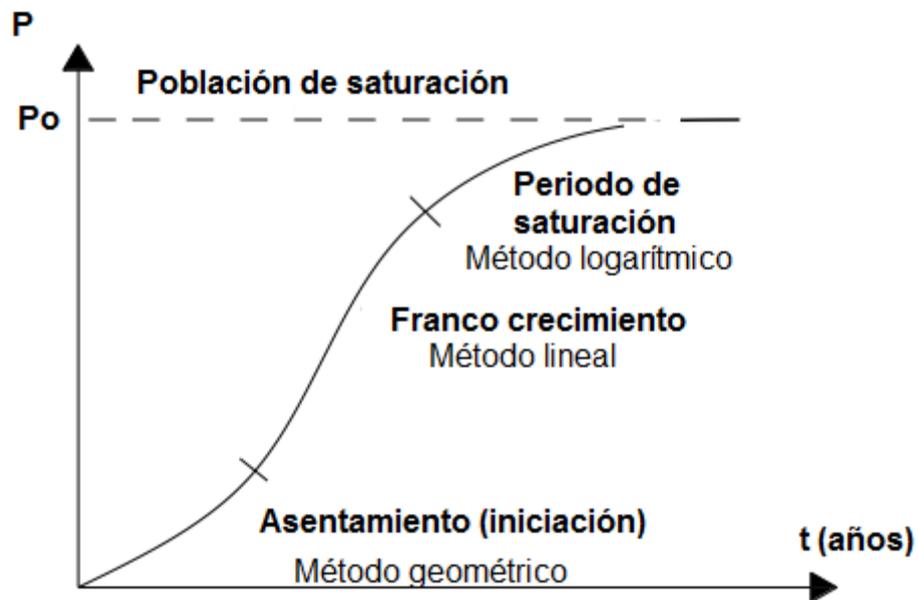
P_f = Población flotante

P= Población

- c) Métodos analíticos. De acuerdo con Concha J. y Guillén J. (2014), el cálculo de la población para una determinada zona se obtiene a través de una curva analítica matemática teniendo en cuenta las particularidades de los valores de población censada e intervalos de tiempo en los que estos han sido medidos, primero viene el asentamiento o iniciación del lugar en donde empieza la construcción de las viviendas y las actividades se desarrollan en forma autónoma como son las actividades agrícolas, ganaderías, industrias, entre otros; seguidamente viene el franco crecimiento que es cuando la población crece en línea recta de manera constante para luego llegar al periodo de saturación donde crece de manera parabólica y en seguida volviéndose asíntota hacia la recta horizontal de saturación.

Figure 12:

Curva de método analítico



Adaptado por el autor de Vierendel, 2009

- d) Método aritmético. Según Vierendel (2009), este método es usado cuando la población se encuentra en franco crecimiento y se usa la fórmula siguiente:

$$P = P_0 + r(t - t_0)$$

Donde:

P= Población futura

P_0 = Población inicial

r= Razón de crecimiento

t= Tiempo futuro

t_0 = Tiempo inicial

- e) Método de interés simple. Según Vierendel (2009), del mismo modo que el método anterior, esta fórmula se usa cuando la población está en franco crecimiento y se hace uso de la fórmula:

$$P = P_0[1 + r(t - t_0)]$$

Donde:

P= Población futura

P₀= Población inicial

r= Razón de crecimiento

t= Tiempo futuro

t₀= Tiempo inicial

- f) Método geométrico. De acuerdo con Vierendel (2009), este método que es similar al método de crecimiento con el interés compuesto, es usado cuando la población está en su iniciación y se usará la siguiente fórmula:

$$P = P_0(1 + r)^n$$

Donde:

P= Población futura

P₀= Población inicial

r= Factor de crecimiento

n= Periodo de diseño

- g) Método de la parábola. Acorde con Vierendel (2009), se sostuvo que este procedimiento se usa destacadamente en poblaciones que estén

la fase de asentamiento usando 3 datos censales. Para ello se usará la siguiente fórmula:

$$P = A * \Delta t^2 + B * \Delta t + C$$

Donde:

P= Población futura

A, B, C= Constantes

Δt = Intervalo de tiempo.

- h) Método de la curva nominal logística. Según Concha J. y Guillén J. (2014), este método parte de 3 puntos equidistantes, y cuando la población ya es mayor a 100 000 habitantes, este es el periodo de saturación y se usará la siguiente fórmula:

$$Pf = \frac{Ps}{1 + e^{a+bt}}$$

Donde:

P_s = Población de saturación

P_f = Población futura

e = Base de los logaritmos neperianos

Para poder aplicar el método, se requiere de los tres últimos datos con poblaciones equidistantes en un periodo de tiempo.

P_0 = Población en el tiempo t_0 $t_0 = 0$

P_1 = Población en el tiempo t_1 $t_1 = d$ (década)

P_2 = Población en el tiempo t_2 $t_2 = 2d$ (década)

Seguidamente, se procede a hacer $m = e^{a+bt}$

$$Pf = \frac{Ps}{1+m}$$

Se procede a despejar m, obteniendo

$$m = \frac{Ps}{Pf} - 1$$

Seguidamente:

$$m_0 = (Ps/P_0) - 1$$

$$m_1 = (Ps/P_1) - 1$$

$$m_2 = (Ps/P_2) - 1$$

Por otro lado, cuando:

$$t=0 \quad m_0 = e^a$$

$$t=n \quad m_1 = e^{a+bn}$$

$$t=2n \quad m_2 = e^{a+2bn}$$

De esta manera:

$$m_1/m_0 = e^{bn}$$

$$m_2/m_1 = e^{bn}; \text{ de tal manera que } m_1/m_0 = m_2/m_1$$

$$m_2/m_0 = m_1^2$$

Sustituyendo los valores:

$$\left(\frac{Ps}{P_1} - 1\right)^2 = \left(\frac{Ps}{P_0} - 1\right)\left(\frac{Ps}{P_2} - 1\right)$$

Despejando P_s :

$$P_s = [2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)] / P_0P_2 - P_1^2$$

Las constantes a y b se expresan en funciones logarítmicas:

$$a = \ln (P_s/P_0 - 1);$$

$$b = \ln [P_0(P_s - P_1)/P_1(P_s - P_0)]$$

La condición de uso de este método es cuando las poblaciones están cercanas a la saturación y las condiciones son:

$$P_0P_2 \leq P_1^2$$

$$P_0 + P_2 > 2P_1$$

- i) Método de incrementos variables. Según Concha J. y Guillén J. (2014), para usar esta técnica, los datos usados tendrán que corresponder a periodos iguales y en caso no se pueda obtener estos, se debe proceder a interpolar los datos.

Tabla 4:

Método de incrementos variables

Población	Incremento poblacional $\Delta 1$	Segundo incremento $\Delta 2$
a	-	-
b	b-a	-
c	c-b	(c-b)-(b-a)
d	d-c	(d-c)-(c-b)
e	e-d	(e-d)-(d-c)
f	f-e	(f-e)-(e-d)
g	g-f	(g-f)-(f-e)
	$\sum \Delta 1 = g-a$	$\sum \Delta 2 = (g-f)-(b-a)$

Fuente: Concha y Guillén, 2014

2.2.2.2. Cálculo de consumo de agua

2.2.2.2.1. Dotación de agua

Olivarez J. (2013) definió que dotación de agua como el volumen diario consumido por una persona para satisfacer sus necesidades sin alguna limitación; este volumen es usado por una persona en diferentes zonas por donde se desplaza durante su rutina diaria, y del mismo modo el volumen que es usado por otros habitantes para satisfacer las necesidades de dicha persona, por ejemplo, el lavado de ropa, utensilios de cocina, entre otros; por otro lado los representantes del MVCS (2006) en la norma OS.100 definió que la dotación promedio diaria anual por habilitarse, será de la siguiente manera:

Tabla 5:

Dotación en l/hab/d por área de terreno

	Clima frío	Clima templado y cálido
Terrenos con área mayor a 90 m	180 l/hab/d	220 l/hab/d
Terrenos con área menor a 90 m	120 l/hab/d	150 l/hab/d

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006

2.2.2.2.2. Demanda contra incendio

Los representantes del MVCS (2006) establecieron en la norma OS.100, que en habilitaciones urbanas donde haya menos de 10 000 habitantes, no se consideraría una demanda contra incendio de manera obligatoria; por otro lado, para habilitaciones con mayores a 10 000 habitantes, el caudal requerido para la demanda contra incendio podría estar comprendido dentro del caudal doméstico; para las tuberías donde se instalen hidrantes, los caudales son de 15 l/s para áreas destinadas solo para viviendas y de 30 l/s para áreas de usos industriales y comerciales; sin embargo, los representantes del MVCS (2006) establecieron

en la norma OS.030, que en casos se considere una demanda contra incendio, se determinará un volumen mínimo adicional siendo de 50 m³ para áreas destinadas directamente a viviendas y para áreas donde el uso sea industrial o comercial deberá considerarse un volumen de incendio de 3 000m³ y de manera independiente de este volumen, los locales industriales, comerciales o de otros usos, deberán contar con su propia reserva ante un posible incendio.

2.2.2.2.3. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo contienen a los cálculos de caudales de demanda, estos cálculos fueron determinados en el proyecto con el objetivo de analizar el caudal de demanda para el diseño de la red, y se presentan a continuación.

a) Caudal promedio diario anual (Q_p). De acuerdo con Agüero R. (2014), indicó que el Q_p se obtiene como resultado de una evaluación del consumo per cápita para una futura población estimada la cual será representada en litros por segundo (l/s) y se establece a través de la siguiente fórmula:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_{ob}}{86\,400} \text{ lps}$$

b) Caudal máximo diario (Q_{md}). Los representantes del MVCS (2006), en la NORMA OS.100 establecieron que para calcular el Q_{md} se multiplicará el Q_p por un coeficiente de 1.3 y será mostrada en litros por segundo (l/s).

$$Q_{md} = k_1 \times Q_p \text{ lps}$$

c) Caudal máximo horario (Q_{mh}). Los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.100 establecieron que para calcular el Q_{mh} se multiplicará el Q_p por un coeficiente que irá entre 1.8 a 2.5 y será mostrada en litros por segundo (l/s).

$$Q_{mh} = k_2 \times Q_p \text{ lps}$$

d) Caudal de diseño. Los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.050 establecieron que el caudal de diseño para la red de distribución será la cifra con mayor valor al comparar el Qmh y el Qmd más el volumen contra incendio

2.2.2.2.4. Determinación del volumen de almacenamiento

Olivarez J. (2013) sostuvo que el volumen de regulación es el menor volumen de un reservorio, el cual sirve para regular las variaciones de consumo sucedidas durante el transcurso del día, en las horas donde el gasto sea menor el exceso de producción será almacenado en el reservorio para compensar el consumo en las horas de mayor demanda.

2.2.2.3. Reservorios de agua

Agüero R. (2014) afirmó que reservorios son estructuras de funcionamiento hidráulico capaces de almacenar agua para garantizar un eficiente servicio de agua en función de los requerimientos proyectados. En la misma línea el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica (2010) definió reservorio como la estructura de almacenamiento de agua para el consumo humano, agricultura, ganadería, entre otros, el cual permite suministrar agua en buenas condiciones durante cualquier época del año. Hay ciertas condiciones básicas que se tendrán en cuenta antes de diseñar un reservorio, estas condiciones se mencionarán a continuación:

2.2.2.3.1. Capacidad del reservorio

Agüero R. (2014) sustentó que para poder calcular la capacidad de almacenamiento del reservorio es necesario contar con muchos factores muy apartes del consumo usual de la población entre los cuales están el agua para emergencia de incendios, compensación de las variaciones horarias, previsión de reservas para cubrir cortes en la línea de conducción o daños; siempre hay que tener en cuenta las posibles variaciones horarias de consumo y prevenir fallas en desarreglos

en la línea de conducción; el reservorio debe estar en la capacidad de dotar de agua a la población a pesar de haber alguna variación que pueda presentarse durante el día.

2.2.2.3.2. Funciones del reservorio

Los representantes del MAG (2010) afirmaron que los reservorios se construyen para poder acumular aguas de escorrentía derivadas de ríos y quebradas como también para captar agua de lluvias; a este proceso de almacenamiento y aprovechamiento de agua se le conoce como cosecha de agua lluvia. Nars (1999) citado por dicho Ministerio llamó “cosecha de lluvia” a la recolección del agua que supera la capacidad de infiltración del suelo para su uso productivo. Del mismo modo la FAO (2000) citado por el referido Ministerio define a “cosecha de lluvia” a la recolección de agua superficial que ha superado la capacidad de infiltración del suelo para su uso productivo, y que puede obtenerse de las superficies de tejados, así como también de corrientes de agua efímeras o intermitentes.

- a) Vierendel (2009) sostuvo que el volumen de un reservorio se calcula de acuerdo con sus funciones que son compensar las variaciones que ocurren durante el día (Volumen de regulación), mantener cierta cantidad de agua para acontecimientos indeseados como incendios, falla en bombas, entre otros y para mantener las presiones del servicio de la red.

$$V_{\text{Almacenamiento}} = V_{\text{Regulación}} + V_{\text{Incendio}} + V_{\text{Reserva}}$$

- b) Volumen de regulación. Vierendel (2009) sostuvo que el volumen de regulación se obtiene calculando el 25% del consumo promedio anual o si se tienen datos de consumo horario se determina desde el diagrama de masa que va de forma analítica.
- c) Volumen contra incendio. Los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.030 definieron que en caso se considere demanda contra incendio, se tomarán 50 m³ para áreas designadas a viviendas y para zonas comerciales o industriales se tomará un volumen de 300m³: por otro lado, en la norma OS.100 menciona que para áreas destinadas a

viviendas se considera un caudal de 15 l/s y para las áreas designadas a usos especiales como industriales y comerciales, el caudal será de 30 l/s.

- d) Volumen de reserva. Los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.030 definieron que en caso sea necesario, debe justificarse un volumen adicional de reserva. Vierendel (2009) menciona que este volumen de reserva puede ser el 25% del Volumen total

2.2.2.3.3. Tipos de reservorios

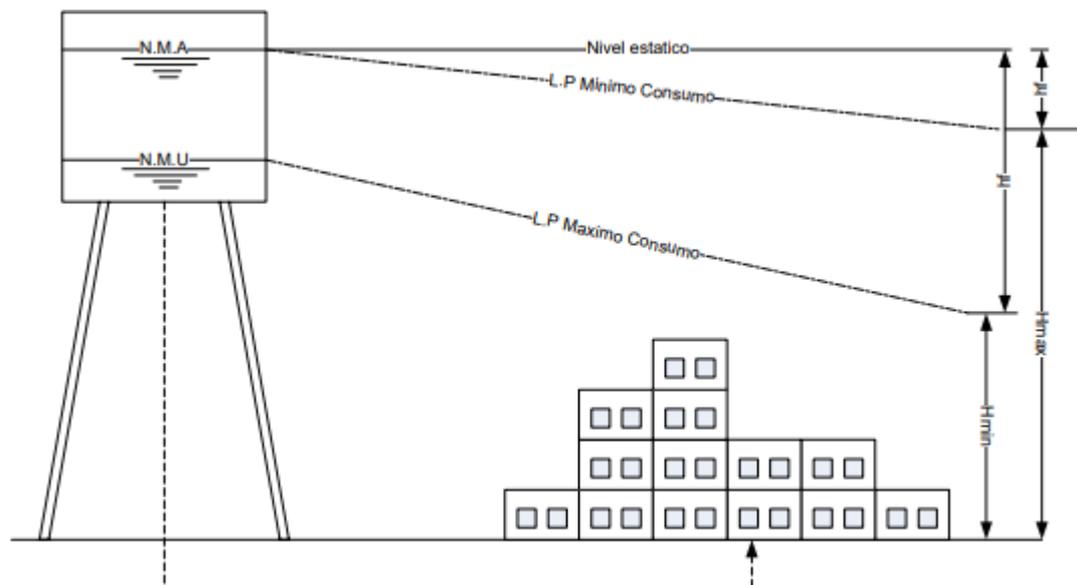
Los representantes de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2005) definieron que los reservorios elevados pueden ser de dos formas: (a). Reservorios de cabecera. Este tipo de reservorios son alimentados de forma directa desde la fuente o planta de tratamiento mediante bombeo o gravedad y en algunos casos podría causar una variación de presiones en las zonas extremas o alejadas de la red de distribución; (b). Reservorios flotantes. Este tipo de reservorios son ubicados en la parte más apartada de la red con relación a la captación y almacena agua durante las horas donde el consumo es menor y ayuda con el abastecimiento de una determinada población durante las horas donde el consumo es mayor, sin embargo se ha demostrado que este tipo de reservorios tienen un deficiente funcionamiento, ya que durante el día no se llenan más que en la noche, por lo que no cumple con dotar de una presión adecuada, por lo cual su uso no es tan recomendable; en la misma línea Agüero R. (2014) mencionó que los reservorios pueden ser elevados, apoyados o enterrados; los reservorios elevados por lo general tienen forma de cilindro y son erigidos sobre pilotes o torres; los apoyados por lo general son rectangulares o circulares y son ubicados sobre el suelo y los enterrados, normalmente son de forma rectangular y van por debajo del nivel del terreno (también son conocidos como cisternas).

Del mismo modo los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.030 establecieron que los reservorios tendrán que ser diseñados como reservorios de cabecera y su

tamaño y forma dependerán de la calidad del suelo y la topografía, como también debe considerarse para su diseño el volumen de almacenamiento y presiones requeridas; la norma en mención también estableció las instalaciones con las que los reservorios de agua deben contar como son las tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe en las cuales se debe instalar una válvula de interrupción y esta debe estar en un lugar accesible para los operarios; también las bocas de las tuberías de entrada y de salida deberán ser instaladas opuestas entre sí para de esta manera facilitar que el agua sea renovada permanentemente dentro del reservorio; la tubería de salida habrá de tener un diámetro mínimo el cual será conveniente al caudal máximo horario de diseño ya establecido; la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas y el piso del reservorio deberá tener una pendiente en dirección al punto de desagüe que permitirá su vaciado íntegramente; el sistema de ventilación deberá permitir la circulación de aire dentro del reservorio y debe contar con los accesorios necesarios para evitar que ingresen insectos, partículas y luz directa del sol.

Figura 13:

Localización de reservorio de cabecera



Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2005

Asimismo, los representantes del MAG (2010), sostuvieron que existen 5 tipos de reservorio para fines agrícolas que son: (a). Reservorio Dique-Represa. Se llaman reservorios dique-represa a los reservorios que almacenan grandes cantidades de agua construidos por encima del terreno natural. El embalse se realiza con agua superficial que ha superado la capacidad de infiltración del suelo y son construidos usando revestimientos de plásticos y geomembrana de PVC; (b). Reservorios Excavados. Se llaman reservorios excavados a los que son construidos en terrenos planos donde se puede hacer una excavación para almacenar el agua bajo el nivel del terreno natural. Se puede llenar a través de infiltración de agua subterránea o con agua de escorrentía de quebradas y ríos; (c). Reservorio Estanque. Se llaman reservorios estanque a los reservorios cuyos niveles de agua puede llegar sobre el suelo debido a la construcción de paredes de concreto, utilizando revestimiento de plástico y geomembranas para evitar las filtraciones y fugas de agua cuando los suelos no son de tipo arcilloso; (d). Reservorio Envase. Se llaman reservorios envase a los que capturan agua de techos de las viviendas y se caracterizan por tener una capacidad de almacenamiento no tan grande y el agua captada es utilizada tanto para regadío de jardines caseros, huertos escolares, limpieza de pisos, y usos que no requieran de mayor cuidado; (e). Reservorio Dique Escalonado. Este tipo de reservorio es una variante del reservorio dique-represa en el cual para no hacer tanta eliminación de material excavado se aprovecha el accidentado terreno para construir diques de forma continua. El agua de estos reservorios puede ser utilizados como bebederos de animales domésticos o silvestres como también para regadíos de huertos y jardines.

2.2.2.3.4. Ubicación del reservorio

Los representantes del MVCS (2006), en la norma OS.030 mencionaron que los reservorios deben ser ubicados en un área libre, no rodeado de viviendas, como también debe presentar un cerco de seguridad para así mantener alejadas a las personas ajenas a su funcionamiento; del mismo modo los representantes del MAG (2010) afirmaron que para la selección de sitio del reservorio se debe tener en

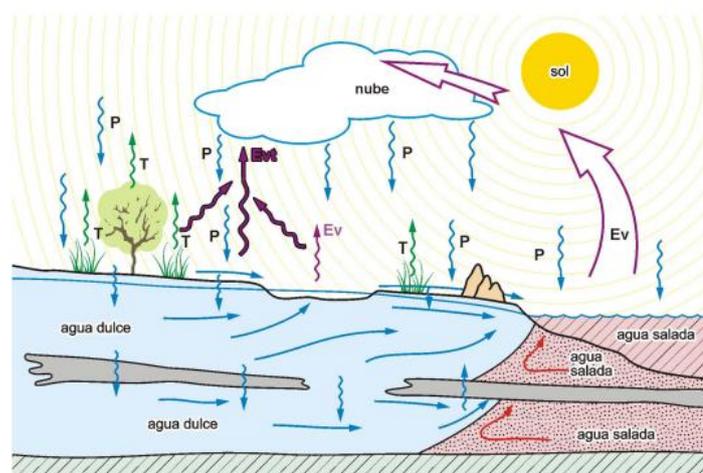
cuenta la topografía del terreno, la textura del suelo, la ubicación del área donde el agua será utilizada, la fuente de agua y área del futuro drenaje, la definición del volumen de agua posible a capturar y el cálculo de la superficie de dominio de esorrentía.

2.2.3. Ciclo hidrológico

Auge M. (2005) mencionó la importancia el ciclo hidrológico el cual es enseñado desde la escuela a los niños pequeños para que entiendan la suma importancia que este proceso tiene en nuestras vidas, sin embargo, tomó alrededor de dos mil años a los antiguos humanos poder descifrar su deducción.

Figura 14 :

Ciclo hidrológico



Fuente: Auge, 2005

Auge M. (2005), definió los componentes del ciclo hidrológico los cuales son: (a). Precipitación. La cual consiste en el descenso de agua proveniente de las nubes hacia la superficie de la tierra como estado líquido o como estado sólido (nieve); (b). Evaporación. Se refiere al proceso de transformación del agua desde su estado líquido a su estado gaseoso, el cual se da debido al calor recibido por la energía solar y es transportada por el viento; (c). Transpiración. Se refiere al proceso físico-biológico por el cual el metabolismo de las plantas vaporiza el agua; (d). Evapotranspiración. Es un proceso similar

a la evaporación con la diferencia de que esta sólo sucede cuando el suelo presenta cobertura vegetal; (e). Infiltración, en este proceso el agua pasa desde la superficie de la tierra hacia el subsuelo; (f). Escurrimiento superficial o escorrentía, es la sobra del agua de lluvia la cual no llega a ser infiltrada al subsuelo ni se evapotranspira.

2.2.4. Fuentes de abastecimiento de agua o captación

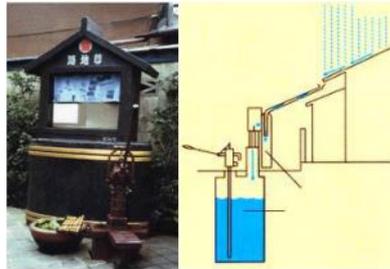
Agüero R. (2014) sostuvo que las fuentes de agua son esenciales para poder empezar a diseñar un sistema de distribución de agua potable y es necesario definir su cantidad, ubicación, calidad y tipo; existen dos tipos, por bombeo y gravedad. Cuando el sistema es por gravedad es más sencillo que bombeo debido al aprovechamiento de la topografía del terreno ya que para estos casos el nacimiento de agua estará situado en una parte alta para que así el agua fluya a través de las tuberías instaladas por medio de la gravedad. Por otro lado, cuando es por bombeo es porque la topografía del terreno no es favorable a la distribución del agua ya que la población beneficiada está ubicada en una cota más alta que la de la fuente por lo que será necesario usar una bomba de impulsión para transportar el agua hacia los reservorios de almacenamiento que estarán ubicados en partes más altas que el centro poblado beneficiado; los tipos de fuentes de agua son:

- a) Agua de lluvia. Agüero R. (2014) sustentó que este tipo de fuente es utilizado cuando la obtención de agua de manera superficial y/o subterránea no es posible o no es de buena calidad, para obtener el agua de lluvias se usan los techos de las viviendas previamente adaptados para la captación y también superficies que se hayan recubierto de algún material impermeable que permita su captación y su futura conducción; asimismo, García J. (2012) sostuvo que este tipo de aguas puede ser usada para el aseo de viviendas, riego de parcelas, mitigar incendios y en casos de emergencia, como agua de consumo como lo hacen en Tokio, pues en esta ciudad japonesa han sido instalados los equipos llamados Ronjinson, los cuales reciben el agua

del techo de una vivienda, pasa a ser almacenada en un pozo bajo tierra y luego es extraída a través de una bomba manual.

Figura 15:

Ronjinson, sistema para la utilización de agua de lluvia en Japón, Tokio



Fuente: García, 2012

- b) Aguas superficiales. Agüero R. (2014) sostuvo que, aunque estas fuentes aparentemente son las más fáciles para que luego sean captadas debido a que están constituidas por arroyos, lagos, quebradas o ríos que fluyen de manera natural en la superficie terrestre, en la mayoría de casos estas fuentes no son tan deseables debido a la contaminación que podría existir en la zona de aguas arriba. Cuando hay presencia de pastoreo o hay otras zonas habitadas en las partes altas de donde proviene el agua, su calidad podría verse afectada volviéndose dañina para el consumo humano y ser un foco de enfermedades.

Figura 16:

Presa Gallito Ciego

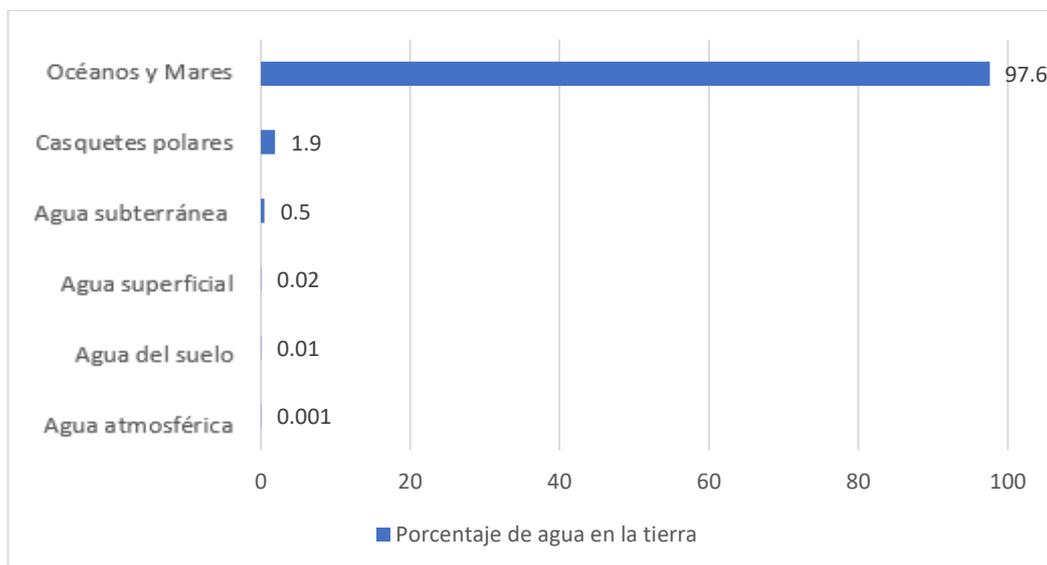


Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, 2019

c) Aguas subterráneas. Agüero R. (2014) sostuvo que parte de las aguas de lluvias en las cuencas se infiltran en el tierra hasta una zona de saturación, dando así lugar a la formación de aguas subterráneas, seguidamente la captación de aguas subterráneas se realizará mediante galerías, filtrantes, manantiales y pozos excavados y tubulares; de este modo, los representantes del MVCS (2006) en la norma OS.010 definieron que el uso de aguas subterráneas se establecerá a través de un análisis para determinar la disponibilidad del recurso en calidad y cantidad; por otro lado Auge (2005) sustentó que del agua total que existe en la tierra, el 97.6% pertenece a mares y océanos, 1.9% a casquetes polares, 0.5% aguas subterráneas, 2% aguas superficiales 0.02%, aguas del suelo 0.01%, atmosférica 0.001%, siendo el agua de Océanos y Mares casi la totalidad del agua existente en nuestro planeta.

Figura 17 :

Agua en el planeta Tierra



Fuente: Auge, 2005

Debido a que el agua superficial siempre está más propensa a ser contaminada su potabilización es mucho más cara debido al tratamiento que será necesario para poder llegar a óptimas condiciones, por

lo que es más común usar el agua subterránea, de esta manera, muchos países de todo el mundo (especialmente los desarrollados europeos) usan agua subterránea para el consumo humano, siendo Alemania el país que más km³ extrae por año.

Tabla 6:

Extracción de aguas subterráneas en Europa

	Total (km³/año)	Porcentaje de agua subterránea para consumo humano
Alemania	6.24	67
Bélgica	0.57	76
Dinamarca	0.70	98
Francia	5.00	50
Holanda	1.15	63
Inglaterra	2.50	32
Italia	9.95	36

Fuente: Auge, 2005

2.2.5. Diseño de pozos tubulares

Aguilar G. (1996) citado por Landeo J. y Limaco T. (2019) mencionó que el diseño de pozos tubulares o pozos de tajo abierto se basan en el conocimiento de las tipologías hidrodinámicas del acuífero que previamente ha sido seleccionado para construir un pozo que facilite obtener agua en términos económicamente beneficiosos; asimismo Landeo J. y Limaco T. (2019) sostuvieron que para crear un pozo tubular tiene que haber una necesidad por el agua de una cierta población la cual no cuenta con una fuente de agua superficial por lo que se llega a la búsqueda en el subsuelo y el punto más importante es que se pueda obtener la cantidad de agua que se requiere conseguir, esto es, el caudal que necesita la población; por otro lado describieron a los métodos de perforación después de la exploración del terreno y el nivel del agua, estos métodos son:

- a) Pozos perforados a percusión. Landeo J. y Limaco T. (2019) sostuvieron que este sistema es de contrapeso a través del uso de una máquina de perforación que cuenta con un cable de acero que

soportará la carga, necesita de movimientos ascendentes y descendentes para que así la herramienta pesada previamente colocada en el extremo del cable pueda proceder con la perforación del suelo; asimismo, Concha J. y Guillén J. (2014) sostuvieron que este tipo de pozos se construyen basándose en la caída libre de un peso sucesivo de golpes repetitivos el cual es puesto contra la parte baja de un pozo, las partes características de un equipo motorizado de perforación a percusión son: (a). Tren de rodaje. Estos equipos van, en la mayoría de veces, acoplados sobre un chasis de acero el cual va apoyado sobre cuatro ruedas, también hay equipos que van directamente montados sobre un vehículo; (b). Bastidor. Es una cesta de ángulos de acero y brazos articulados en donde se ubican las piezas más importantes de la perforadora y resiste a la torre de la misma; (c). Mástil o torre. Generalmente es de tipo telescópica y puede extenderse hasta 36 pies de altura y mide 22 pies de cuando está compactada con sus respectivos mecanismos de extensión; (e). Tiro de remolque. Este mecanismo es el que está unido al tren de rodaje de la perforadora; (f). Motor. Este puede ser de combustión interna o de energía eléctrica y sirve para accionar todo el equipo de perforación.

Figura 18:

Equipos de perforación a percusión



Fuente: Concha y Guillén, 2014

- b) Pozos perforados a rotación. De acuerdo con Landeo J. y Limaco T. (2019) explicaron que este sistema se le denomina de esta manera debido a que usa una herramienta de rotación al final de la tubería o elemento pesado, usa el mismo sistema de maquinaria que el de percusión; asimismo Concha J. y Guillén J. (2014) sostuvieron que en este sistema se utilizan brocas, trépanos o triconos los cuales fueron previamente diseñados respecto al tipo o formación del terreno en el que se trabaja para triturar, cortar o voltear las distintas formaciones que pueden encontrarse a su paso, este trabajo se realiza con el uso de lodo de perforación el cual ayuda a evitar el sobrecalentamiento de las herramientas mientras dura la operación y forma una película defensora en las paredes del pozo para la estabilidad del mismo ante cualquier derrumbe o desmoronamiento, este sistema es más rápido que el método a percusión.

Landeo J. y Limaco T. (2019) mencionaron que un equipo de perforación por rotación motorizado comúnmente cuenta

con: (a) Mesa de rotación. La mesa de rotación tiene como función absorber la fuerza requerida del motor para que pueda girar la sarta de perforación, en el centro se ubica una abertura que puede variar entre cuadrada o hexagonal por la que atraviesa la barra giratoria o también conocida como Kelly; (b) Barra giratoria o Kelly. Es una barra que habitualmente es de forma cuadrada de 4" de lado y atraviesa por el centro a la mesa de rotación la cual le provee el movimiento giratorio necesario para perforar, está hecha de acero de alta dureza y es hueca por el medio para que así sea posible el paso del lodo de perforación hidráulico; (c) Eslabón giratorio o Swivel. El Swivel es un dispositivo que va acoplado a la porción superior de la barra giratoria, es hueca por el centro y aquí se ensambla el conducto que viene desde la bomba de lodos; (e) Tubería liviana de perforación o drill pipe. Es una tubería construida con acero de tipo especial que es usado añadiéndose cada vez que se introduce de manera total la barra giratoria y vuelve a sacarse para que deje espacio aprovechable para la tubería; (f) Tubería pesada de perforación o Drill collars. También conocido como Collares de perforación, son tubos de más de 6" de diámetro y de entre 10' a 20' de largo con un peso de 500 a 700 kg y su objetivo es aumentar el peso de la sarta de perforación y de esta manera ayudar a producir el corte con los triconos; (g) Triconos o brocas de perforación. Las brocas son herramientas que sirven para desagregar las rocas mientras dura el proceso de perforación de un pozo, existen muchas variedades de triconos y están diseñados para disgregar rocas; (h) Bomba de lodos. La bomba de lodos tiene como función principal el transporte del lodo de perforación del pozo de lodos hacia la manguera Kelly y al fondo del pozo, el lodo sube a la superficie llevando en suspensión los desperdicios de la perforación; (i) Motor. El motor puede ir acoplado al armazón del remolque o también se puede usar el motor propio del camión del mecanismo de la perforación, su fuerza es variable dependiendo de la necesidad.

Figura 19:

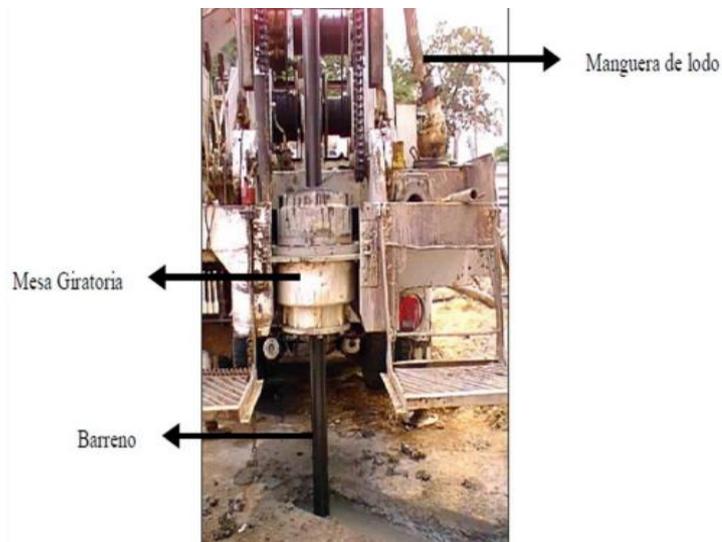
Sección fija de máquina de perforación a rotación



Fuente: Concha y Guillén, 2014

Figure 20:

Parte móvil de la máquina de perforación



Fuente: Concha y Guillén, 2014

2.2.6. Acuíferos

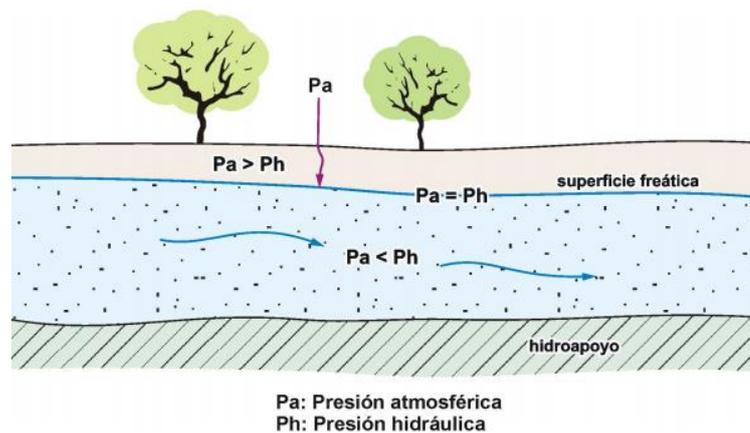
Concha J. y Guillén J. (2014) mencionaron que los acuíferos son conjuntos de rocas permeables y porosas en los cuales por las características del suelo y subsuelo almacenan agua (la cual es

llamada agua subterránea) y permiten su movimiento en diferentes direcciones dentro del estrato. Los tipos de acuíferos son:

- a) Acuífero a nivel freático o acuífero libre. Sustentado por Concha J. y Guillén J. (2014), estos acuíferos son los que presentan una superficie hidráulica o freática, que sirve como techo de este; en este tipo de acuíferos se halla agua tan pronto como se alcance la zona saturada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que este tipo de acuíferos son los más contaminados debido a la exposición que tienen.

Figura 21:

Acuífero a nivel freático o acuífero libre

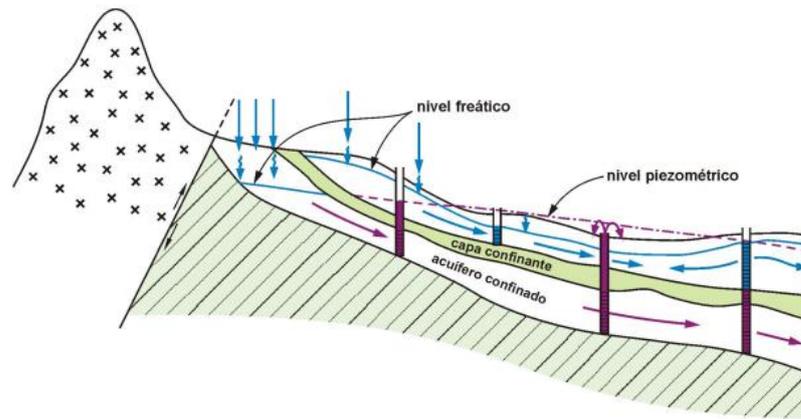


Fuente: Auge, 2005

- b) Acuífero confinado o acuífero artesiano. Sustentado por Concha J. y Guillén J. (2014), su característica principal es que el agua está sometida a presión al hallarse situada entre dos capas de baja permeabilidad que la limitan. Por consiguiente, al momento de hacer una perforación y romperse la capa de confinamiento superior, debido a la presión, el agua subirá hasta el nivel estático, que está definido por un agente de recarga como un lago, río, entre otros que está en contacto con el acuífero.

Figura 22:

Acuífero libre o a nivel freático y acuífero confinado o artesiano



Fuente: Auge, 2005

2.2.7. Obras de conducción

Los representantes del MVCS (2006) en la norma OS.010 definieron obras de conducción toda aquella estructura o elemento que tengan como finalidad el transporte de agua desde una fuente de captación hasta una planta de tratamiento o reservorio la cual debe ser capaz de conducir el caudal máximo diario como mínimo. Existen dos tipos de conducción los cuales son:

2.2.7.1. Conducción por gravedad

Los representantes del MVCS (2006) en la norma OS.010 sostuvieron que hay dos tipos que pertenecen al tipo de conducción por gravedad los cuales son: (a). Canales. Los canales deben ser construidos con las características necesarias para transportar el flujo de caudal necesario el cual tendrá una velocidad de flujo no menor a 0.60 m/s; (b). Tuberías. Para este tipo de diseños se debe tener en cuenta la topografía del terreno, la característica de la tierra y la climatología para establecer la calidad y tipo de tubería, también se debe considerar la mínima velocidad la cual no debe ser menor de 0.60m/s para que así no produzca depósitos ni erosiones como también la velocidad máxima la cual para tubos de concreto será de 3 m/s y en tuberías de acero, PVC y asbesto-cemento será de 5m/s.

2.2.7.2. Conducción por bombeo

Los representantes del MVCS (2019) en la norma OS.010 estableció que, para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda usar la fórmula de Hazen y Williams y el dimensionamiento se hará usando las dimensiones comerciales. Tanto para bombeo y/o por gravedad se usarán algunos accesorios como (a). Válvulas de aire. En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo se usarán válvulas extractoras de aire cuando exista cambio de trayectoria en los ramales con pendiente positiva y se colocarán como máximo cada 2 km cuando los tramos son con pendiente uniforme; (b). Válvulas de purga. Estas válvulas serán colocadas en los puntos más bajos de la red y considerando la velocidad de drenaje, se recomienda que el diámetro de la válvula no sea igual o mayor que el diámetro de la tubería.

2.2.8. Propiedades químicas, físicas y bacteriológicas del agua

El agua potable es vital para cualquier proceso de actividades de la vida cotidiana, que siendo más que un bien, es un derecho humano por ser de primera necesidad; de esta manera la ausencia de agua potable o agua de buena calidad y un saneamiento inadecuado son capaces de afectar negativamente en la seguridad alimentaria debido a que los alimentos no podrán ser preservados de manera correcta y los utensilios de cocina no se mantendrán con una higiene necesaria; debido a esto los representantes del Ministerio de Salud (MINSA) (2011) presentó el reglamento para asegurar la calidad del agua para el consumo humano para así garantizar su inocuidad, proteger y promover la salud y el bienestar de toda la población.

Concha J. y Guillén J. (2014) sostuvieron que las aguas subterráneas debido a su ubicación se encuentran libres de bacterias, contaminación, son incoloras y mantienen una temperatura, lo cual no se presenta en las aguas superficiales debido a que están expuestas a contaminación y normalmente son turbias y contienen demasiadas bacterias y sus propiedades son:

- a) Propiedades químicas. Sustentado por Concha J. y Guillén J. (2014), debido a la percolación lenta a través de la tierra, diversos de los minerales que integran parte de la corteza terrestre se adhieren a la solución, como el pH, alcalinidad, hierro, nitratos, manganeso, sílice, cloruros, dióxido de carbono y sulfatos las propiedades más importantes del agua subterránea.

Tabla 7:

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
Sólidos totales disueltos	mgL-1	1 000
Cloruros	mg Cl - L-1	250
Sulfatos	mg SO ₄ = L-1	250
Dureza total	mg CaCO ₃ L-1	500
Amoniaco	mg N L-1	1,5
Hierro	mg Fe L-1	0,3
Manganeso	mg Mn L-1	0,4
Aluminio	mg Al L-1	0,2
Cobre	mg Cu L-1	2,0
Zinc	mg Zn L-1	3,0
Sodio	mg Na L-1	200

UCV= Unidad de color verdadero

UNT= Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Ministerio de Salud, 2011

- b) Propiedades físicas. Sustentado por Concha J. y Guillén J. (2014), el agua subterránea es generalmente incolora, clara y tiene una temperatura relativamente constante, a menos que tengan alguna conexión con las aguas superficiales colindantes mediante grietas, fisuras o hendeduras de aguas con sabores y partículas de vegetación en desintegración. Sus propiedades físicas son el color, sabor, olor y turbidez. Esta última aparece debido a la existencia de partículas disueltas que absorben el camino de luz a través del agua y la convierten en agua opaca y no apta para su consumo, por consiguiente, la vuelve poco atractiva.
- c) Propiedades bacteriológicas. Sustentado por Concha J. y Guillén J. (2014), entre los microorganismos que pueden ser encontrados en el agua están las bacterias, hongos, virus, protozoos y distintos tipos de algas.

Tabla 8:

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0
E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0
Bacterias Heterotróficas	UFC/ mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
Virus	UFC / mL	0

Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en cualquiera de sus estados evolutivos).	Nº org/L	0
--	----------	---

UFC= Unidad formadora de colonias

Fuente: Ministerio de Salud, 2011

2.2.8. Ingeniería hidráulica

Bolinaga J. (2000) definió a la ingeniería hidráulica como una de las ramas de la ingeniería civil que tiene como objetivo la planificación, proyectar, construir y operar las obras hidráulicas. Cuando una obra civil tiene por objetivo la captación de agua, su regulación, control, transporte y distribución tomando en cuenta las consideraciones, criterios y normas hidráulicas es considerada una obra de ingeniería hidráulica. Por otro lado, también se consideran obras de ingeniería hidráulica las cuales sirven para protección de algún rebosamiento o desborde. En el desarrollo de todas las civilizaciones así mismo da a conocer la complejidad que tolera un proyecto hidráulico desde su planificación hasta su culminación por la cantidad de profesionales y técnicos especialistas en diferentes ramas que están involucrados en el desarrollo de un proyecto de esta índole.

Concha J. y Guillén J. (2014) dieron a conocer la importancia que tiene la Ingeniería Hidráulica en el desarrollo de toda comunidad, estudiando así el desarrollo y elaboración de infraestructuras de suministro de agua como también métodos para su eliminación y posterior manejo de los restos formados para que de esta manera proteger el medio ambiente y, sobre todo, evitar enfermedades en las personas.

Alcayhuamán A. (2007) dio a conocer lo importante que fue la ingeniería hidráulica en el desarrollo del imperio incaico mediante el desarrollo y perfeccionamiento de la agricultura, la misma que conllevó al progreso de la tecnología del agua, la irrigación y la tecnología agrícola; entre las obras de ingeniería más importantes resaltan las acequias y canales de riego, los cuales permitían el desarrollo de las comunidades a través de la agricultura principalmente en las zonas costeras del territorio

peruano, pues su desarrollo y evolución eran tan precisos que fueron construidas con pendientes óptimas y un excelente trazado evaluando las condiciones del terreno, llegando a tener muchos kilómetros de longitud y también podían regular el gasto de agua a través de compuertas formadas por losas de piedras; en el Cusco el abastecimiento de agua y el drenaje estaba muy bien planeado e instalado, llevando así las corrientes de agua a todas las puntos de la localidad a través de canales pavimentados con piedra y a los edificios se los hacía llegar por conductos revestidos con piedra, pues los pobladores del imperio incaico hacían sus análisis de suelos para identificar las mejores tierras para la agricultura y de ser necesario, enderezar y estrechar los causes de los ríos para poder aumentar y conservar la superficie trabajable. Ver Anexo 3.

2.2.9. Brechas de acceso al agua por red pública

La Real Academia de la Lengua Española (RAE) (2014), definieron como brechas a la diferencia entre la demanda global y la producción necesaria para lograr satisfacer las necesidades existentes, de esta manera las brechas de agua potable viene a ser la diferencia entre la demanda existente de agua y su producción; asimismo los representantes de la UNESCO (2019) sostuvieron que la buena gestión y la gobernanza del agua son fundamentales para poder cumplir con el derecho humano del acceso al agua, pues el agua es indispensable para la dignidad humana, debido a que su ausencia puede incluso estar vinculado al derecho a la vida ya que la salud de las personas se expone al peligro.

2.2.10. Software

- a) AutoCAD. Los representantes de Autodesk (2019) definieron a AutoCAD como un software de diseño tipo CAD (Computer Aided Design) que traducido es Diseño Asistido por Computadora en el cual es usado tanto por ingenieros, arquitectos y profesionales de construcción para la creación de dibujos en 2D y 3D; asimismo automatiza planos, secciones y elevaciones; este software ahora

viene implementado con información geográfica y los datos de CAD en un conjunto de instrumentos específicos de la industria para mapeos GIS y 3D los cuales son compatibles con el sistema DATUM WGS-84.

- b) WaterGEMS. Los representantes de Bentley (2019) definieron a WaterGEMS como un instrumento que sirve para para la toma de decisiones completa para la planificación, diseño y operación de sistemas de distribución de agua, asimismo ayuda a la toma de decisiones y medidas a medida que aumenta las poblaciones y demandas; ayuda a encontrar los eslabones débiles de los sistemas de distribución de agua y ayuda con la evaluación de válvulas de aislamiento.

2.3 Definición de términos básicos

Acuífero: La norma OS.010, definió como acuífero al estrato saturado de agua del cual se puede obtener agua fácilmente.

Agua subterránea: La norma OS.010 definió al agua subterránea al agua que está ubicada en el subsuelo y que es necesario hacer una excavación para poder ser extraída.

Brechas: La Real Academia de la Lengua Española (2014) definió brechas como la diferencia entre la demanda global y la producción para llegar a satisfacer necesidades.

Calidad de agua: La norma OS.010, definió como calidad de agua a las características químicas, bacteriológicas y físicas de la misma que la vuelven aptas para un uso de consumo humano sin atentar contra la salud.

Calidad de vida: Galván M. (2015) definió a calidad de vida como la satisfacción de las demandas biológicas, económicas, sociales y psicológicas para cada individuo hasta el nivel comunitario.

WGS-84: Fernández I. (2001) definió a WGS-84 (World Geodetic System) como al Sistema Geodésico Mundial como un sistema geodésico de coordenadas geográficas usado mundialmente, que sirve para localizar cualquier punto en la Tierra y que es la base del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Depresión: La Norma OS.010 definió como depresión a la diferencia de medida entre el nivel estático y dinámico en unidades de metros.

Forro de pozos: La Norma OS.010 lo definió como la tubería de revestimiento instalada en el proceso de perforación y puede ser temporal o definitiva, su objetivo es sostener el terreno mientras la perforación se va llevando a cabo y su segunda finalidad es revestir de manera definitiva al pozo.

Profundidad: La Norma OS.050 definió profundidad como la diferencia de nivel entre la superficie del terreno o terreno natural y la generatriz inferior exterior de la tubería.

Ramal distribuidor: La Norma OS.050 definió ramal distribuidor como la red que va ubicada bajo las veredas de los predios, suministra agua a una o más residencias y es abastecida por una tubería principal.

Recubrimiento: La norma OS.050 definió a recubrimiento como la diferencia de nivel entre la superficie del terreno o terreno natural y la generatriz superior externa de la tubería.

Red de distribución: La norma OS.050 definió a red de distribución como el conjunto o ligado de tuberías principales y sus ramales de distribución, los cuales sirven para suministrar de agua para consumo humano a las viviendas de una determinada área.

Salud: La OMS (2018) definió a la salud como el momento de bienestar mental, físico y social completo, y no solamente como el estado en el cual no se presentan enfermedades.

Toma de agua: La norma OS.010 definió a una toma de agua como el conjunto de mecanismos que tienen por finalidad derivar el agua desde un nacimiento y hasta los demás elementos de una captación.

Tubería principal: La norma OS.050 definió tubería principal como aquella que conforma un circuito de provisión de agua abierto y/o cerrado, y que no necesariamente tiene que proveer agua a un ramal distribuidor.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de este estudio es no experimental, y se ciñe a lo establecido por Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014), quienes afirmaron que la investigación no experimental tiene características de no manipulación de las variables de estudio, además de la técnica principal de la observación de los elementos de investigación sin modificación de ninguna de las características del contexto natural en el que se presentan.

3.2. Tipo de la investigación

Para el presente estudio se utilizó la investigación aplicada. Muntané J. (2010) indicó que la investigación aplicada, como también se conoce a la investigación empírica o práctica, tiene como característica ampliar los conocimientos de las variables de estudio permitiendo al investigador incrementar los conocimientos de investigaciones ya realizadas y de esta manera contribuir con la teoría y la práctica de las investigaciones.

3.3. Nivel de la investigación

El presente estudio se considera de nivel descriptivo y explicativo, como sostiene Hernández M. (2000), una investigación de tipo descriptiva es cuando se especifican las características

y las condiciones de las variables de estudio consideradas en la investigación de acuerdo al espacio y al tiempo en un contexto real; y la investigación explicativa es la que da a conocer las causas y consecuencias del problema planteado para orientar y dirigir el proceso de investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos

3.4.1. AutoCAD

Se usó el programa AutoCAD para procesar las curvas de nivel y cartografía para que de este modo se dé con la ubicación exacta del proyecto en coordenadas WGS84.

3.4.2. Google Maps

Se usó este programa para poder ubicar los pozos tubulares establecidos por la Autoridad Nacional del Agua (A.N.A.) y así poder tomar la decisión de cuales usar y lograr su captación para el desarrollo de la tesis.

3.4.3. WaterGEMS

Se usó este programa para poder modelar el diseño de la red con los criterios correspondientes para así obtener los resultados de presiones, caudales, longitud de tuberías, entre otros.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO

4.1. Ubicación

La Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal en el distrito de Lurín, en la provincia de Lima y departamento de Lima, se encuentra ubicada al sur de Lima Metropolitana dentro del cuadrante con proyección DATUM WG84 en Coordenadas ESTE 295587.69, NORTE 8644015.34 y ESTE 296652.01, NORTE 8642633.54. El distrito de Lurín limita con Villa María del Triunfo y Villa el Salvador por el Norte, Pachacamac por el Este, Punta Hermosa por el Sur y el Océano Pacífico por el Oeste. El Área del Proyecto cuenta con 711 786 m² (71.18 ha). Ver Anexo 4

4.2. Población

4.2.1. Población actual

Los representantes del INEI (2018) dieron a conocer los Censos Nacionales de Población y Vivienda realizado el año 2017, el universo poblacional del distrito de Lurín, Lima está constituida por 89 195 habitantes, contando con 614 viviendas en el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal en el Distrito de Lurín, Lima; de este modo, los representantes del MVCS (2006) en la NORMA OS.100 la población futura deberá calcularse considerando 6 habitantes por vivienda por lo que se consideran 3684 habitantes para la zona de estudio. (Ver anexo 5)

Esta Primera Etapa comprende las siguientes asociaciones y/o asentamientos humanos:

Tabla 9:

Asociaciones, Asentamientos Humanos y Centros Poblados de la zona de estudio

Asociaciones, Asentamientos Humanos, Centros Poblados.	Tipo de predio
Asociación de Pobladores Buena Vista Baja	CH-2: Casa Huerta 2
Asociación de Propietarios 8 de octubre	CH-2 : Casa Huerta 2
Asociación de Pobladores el Inti	RDM: Residencial de Densidad Media
Asociación Cesar Vallejo	RDM: Residencial de Densidad Media
Asociación Campiña de Lurín	RDM: Residencial de Densidad Media
Asociación San Francisco de Asís	RDM: Residencial de Densidad Media
Asociación Víctor Quin Miyashiro	CH-2: Casa Huerta 2

Fuente: Municipalidad de Lurín, 2020

4.2.2. Población futura

Vierendel (2009) mencionó que, para una estimación de población futura, se tomará en cuenta ciertos datos o factores obtenidos por entidades estadísticas competentes, características de la ciudad y factores socioeconómicos; es necesario tener información de encuestas e índices de crecimiento para lograr determinarla de manera más exacta:

Los representantes del INEI (2018) dieron a conocer los Censos Nacionales de Población y Vivienda y mostraron que el año 2007 la población del distrito de Lurín era de sesenta y dos mil novecientos cuarenta (62 940) habitantes (Ver Anexo 5); asimismo, los representantes del INEI (2002) dieron a conocer el boletín Perú: Proyecciones de Población por Años Calendarios Según Departamentos, Provincias y Distritos Donde mostraron que el universo poblacional del distrito de Lurín, Lima en el año 1995 estaba constituida por 37 919 habitantes.

4.2.3. Periodo de diseño

Los representantes del MVCS (2009) en la norma OS.020 que se considerará un periodo de diseño entre 10 a 20 años, el cual debe ser correctamente justificado con base al cálculo del periodo óptimo de proyecto, de esta manera las bases de diseño consisten en establecer para las condiciones presentes y futuras (punto donde termina el periodo de diseño) e intermedias los valores de la población total y servida por el sistema y los caudales promedio y máximo diario. En este caso, la primera etapa de la Zona “B” de Huarangal en el distrito de Lurín, Lima cuenta con 3684 habitantes por lo que consideraremos veinte 20 años de periodo de diseño.

4.2.4. Tasa de crecimiento

Los representantes del INEI (2018) proporcionaron la tasa de crecimiento de la provincia de Lima, indicándonos como resultado un 3.5% para Tasa de Crecimiento en el distrito de Lurín. Se tomó esta información para realizar los cálculos respectivos cálculos. (Ver Anexo 5).

Método Geométrico. Este tipo de procedimiento se aplica cuando la población está en su iniciación. En Lurín, el crecimiento se presenta de esta manera por lo que utilizaremos la fórmula:

$$P_f = P_{act}(1+r)^n$$

Donde:

P_f = Población futura

P_{act} = Población actual (3684)

r = Tasa de crecimiento anual (3.5% según el INEI, 2018)

n = Periodo de diseño (20 años)

$$P_f = 3684 (1+0.035)^{20}$$

$$P_f = 7330.38$$

Se tomará como Población Futura a 7331 habitantes.

4.3. Consumo promedio diario anual (Q_m)

Agüero R. (2014), indica que el consumo promedio diario anual se obtiene como consecuencia de una estimación del consumo para una población estimada para el futuro la cual será expresada en litros por segundo (l/s) y se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{P_f * dotación(d)}{86400 \text{ s/d}}$$

Donde:

Q_m = Consumo promedio diario (l/s)

P_f = Población futura (hab)

d = Dotación (l/hab/día) (Dotación por cantidad de habitantes 220 l/hab/día)
NORMA OS.100

$$Q_m = \frac{7331 * 220}{86400}$$

$$Q_m = 18.67 \text{ l/s}$$

Cuando hay necesidades especiales como parques, hospitales, colegios u otros que necesitan instalaciones especiales para la comunidad, sin embargo, según la zonificación de la Zona "B" de Huarangal del distrito de Lurín, no se cuenta con este tipo de áreas en la zona del proyecto que es el Sector 1 (Ver Anexo 6).

4.4. Consumo máximo diario (Q_{md}) y horario (Q_{mh})

Agüero (2014) indicó que el Consumo Máximo Diario (Q_{md}) está definido como el día en el que más consumo se registra observado durante el transcurso del año, mientras que el Consumo Máximo Horario (Q_{mh}) está definido como la hora donde el gasto es mayor durante las 24 horas del día. Asimismo, los representantes del MVCS (2006) en la Norma OS. 100 indicó que para obtener un valor para el Consumo Máximo Diario

(Q_{md}), se tomará el 130% del Consumo Promedio Anual (Q_m) y para el Consumo Máximo Horario (Q_{mh}), se considerará entre 180% y 250%.

$$\text{Consumo Máximo Diario } (Q_{md}) = 1.3 * Q_m \text{ (l/s)}$$

$$\text{Consumo Máximo Horario } (Q_{mh}) = 2.5 * Q_m \text{ (l/s)}$$

Reemplazando la información se tendrá:

$$Q_{md} = 1.3 * 18.67 \text{ l/s}$$

$$= 24.27 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 2.5 * 18.67 \text{ l/s}$$

$$= 46.68 \text{ l/s}$$

4.5. Ubicación de pozos

De acuerdo al caudal de diseño (Q_{mh}) con valor de 46.68 l/s se ha buscado pozos que tengan mayor caudal para así poder satisfacer las necesidades requeridas; en el área de estudio se cuentan con 40 pozos los cuales han sido identificados, señalizados y evaluados por la Autoridad Nacional de Agua (A.N.A.) (Ver Anexo 7); de los cuales usarse debido a sus características los pozos número 295, 309, 315 y 484 ya que sus caudales son de 8, 15, 13 y 14 l/s respectivamente, logrando captar 50 l/s que viene a ser superior a lo requerido ($Q_{mh} = 46.68 \text{ l/s}$) (Ver Anexo 8).

Tabla 10:

Características técnicas y mediciones de pozos

POZO		295	309	315	484	
Cota de terreno m.s.n.m.		27.00	27.00	24.00	39.00	
Profundidad		7.65	7.98	8.00	8.36	
Diámetro		1.20	1.20	1.20	1.26	
		2.65	1.56	1.75	1.73	
Niveles de agua y caudal	Nivel estático	Prof. (m) m.s.n.m.	24.35	25.44	22.25	37.27
	Caudal (l/s)		8	15	13	14
Nivel dinámico	Prof. (m)		0	0	0	0
	m.s.n.m.		27.00	27.00	24.00	39.00
Estado del pozo		Utilizado para fines agrícolas				
Coordenadas UTM		ESTE 296083 NORTE 8643123	ESTE 296284 NORTE 8643359	ESTE 296221 NORTE 8643243	ESTE 295967 NORTE 8643582	

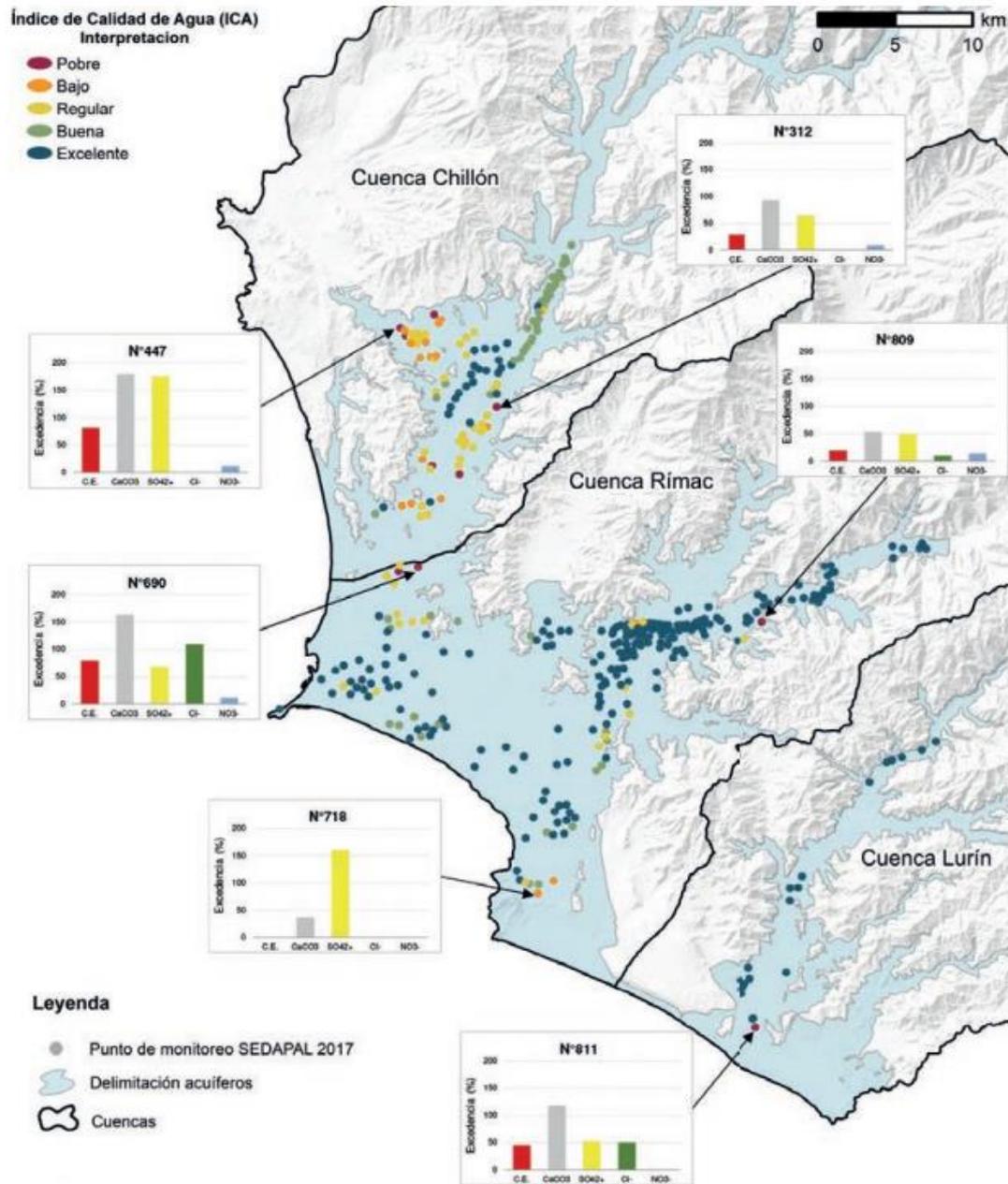
Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2014)

4.6. Calidad del agua subterránea

Los representantes de la ANA (2018) publicaron el Índice de Calidad de Agua (ICA) de 372 puntos de monitoreo en los acuíferos y cuencas en los cuales se evaluó su calidad para su uso obteniendo un “Estado Deseable” cumpliendo con los parámetros señalados por el MINSA (2011) (Ver Tabla 7 y 8) y se obtuvo como resultado que la cuenca de Lurín, que cuenta con 25 puntos de monitoreo, 24 reportaron una calidad de agua excelente y solo uno, regular; debido a esto, actualmente muchas zonas de Lurín son abastecidas de agua extraída por pozos tubulares y administrado por SEDAPAL.

Figura 23:

Calidad de agua subterráneas en la Cuenca Chillón, Cuenca Rímac y Cuenca Lurín



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018)

4.7. Oferta de agua subterránea en Lurín

Los representantes de la Autoridad Nacional del Agua (2018) sostuvieron que la reserva de agua subterránea en Lurín es de 103,1 hm³ (hectómetros cúbicos) con un caudal de explotación de 1,1 m³/s para poder preservar la reserva y mantener una recuperación natural de los niveles freáticos.

Tabla 11:

Oferta de agua subterránea en Lurín

Acuífero saturado	Área (km ²)	Coefficiente de almacenamiento mínimo (%)	Volumen almacenado (hm ³)	Volumen anual de explotación (hm ³)
Lurín	206,12	5	103,1	34,7 (1,1 m ³ /s)

1hm³= 1000 000 000 litros (1 Gigalitro)

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018)

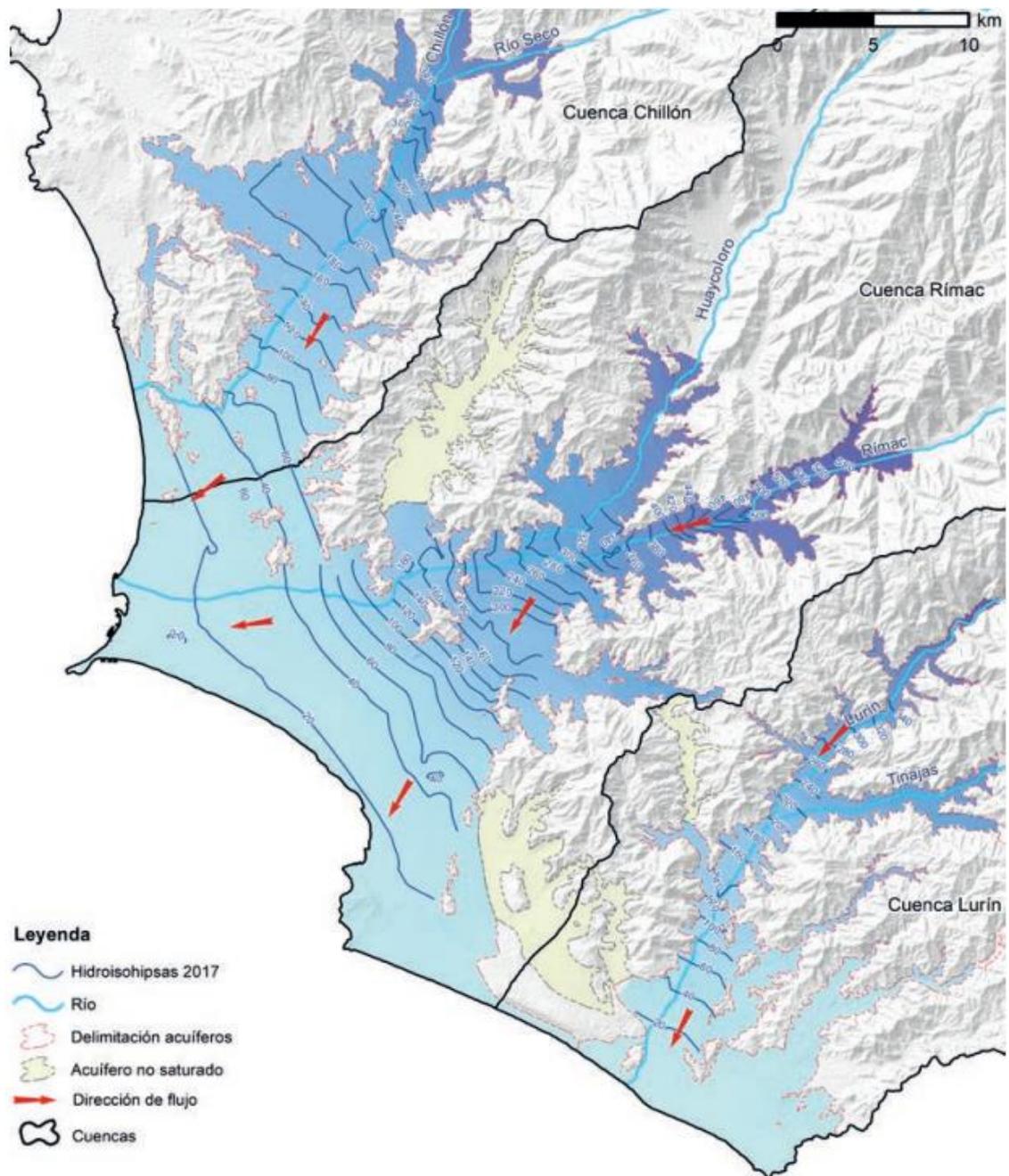
El Q_{mh} de la zona de estudio es de 46.68 l/s que será equivalente a:

$$46.68 \frac{l}{s} * \frac{60 s}{1 min} * \frac{60 min}{1 h} * \frac{24 h}{1 dia} * \frac{365 dia}{1 año} * \frac{1 hm^3}{1000 000 000 l} = 1,47 hm^3/año$$

Por lo tanto, el proyecto de red de distribución de agua potable para la zona de estudio necesita un 4.24% del volumen anual de explotación permisible para poder preservar la hidrografía y mantener la recuperación natural de los niveles freáticos.

Figura 24:

Oferta de agua subterránea



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018)

4.8. Volumen de reservorio

- a) Volumen contra incendio. Los representantes del MVCS (2006) en la Norma OS.030 definieron en su inciso 4.2 que en caso se considere demanda contra incendios, se tomarán 50 m³ para áreas destinadas a

viviendas y para zonas comerciales o industriales se tomará un volumen de 300m³. Por lo tanto, en nuestro caso, tomaremos 50 m³; por otro lado, en la NORMA OS.100 menciona que para áreas designadas a viviendas se considera un caudal de 15 l/s y para las áreas reservadas a usos especiales como industriales y comerciales, el caudal será de 30 l/s, debido a eso, para nuestro caso en el reservorio usaremos los 50 m³.

$$V_1 = 50 \text{ m}^3$$

- c) Volumen de regulación. Los representantes del MVCS (2006) en la Norma OS.030 definieron que para determinar el volumen de regulación se utiliza el 30% para fuentes de abastecimiento discontinuo cuando se trata de bombeo.

$$V_2 = \frac{0.30 * Q_{mh} * 86400}{1000}$$

$$V_2 = \frac{0.30 * 46.68 * 86400}{1000}$$

$$V_2 = 1209.95 \text{ m}^3$$

Volumen de reserva. El volumen de reserva se calculará para 2 horas

$$V_3 = \frac{V_2}{24} * 2$$

$$V_3 = \frac{1209.95}{24} * 2$$

$$V_3 = 100.829 \text{ m}^3$$

El volumen del reservorio es la sumatoria de los volúmenes hallados

$$V_{\text{Almacenamiento}} = V_{\text{Regulación}} + V_{\text{Incendio}} + V_{\text{Reserva}}$$

$$V_{\text{Almacenamiento}} = 1209.95 + 50 + 100.829$$

$$V_{\text{Almacenamiento}} = 1360.779 \text{ m}^3$$

El volumen de almacenamiento se redondea a 1361 m³

CAPÍTULO V: RESULTADOS

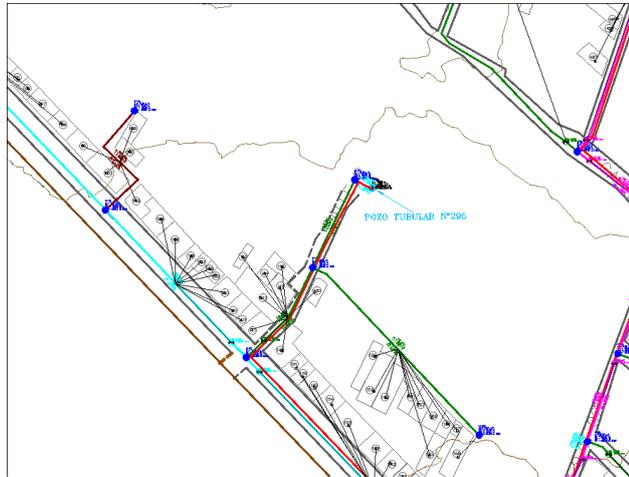
En este capítulo se presenta los resultados logrados del proceso de la evaluación del diseño de la red de distribución de agua potable, con el propósito de disminuir las brechas de acceso por la red pública en beneficio del Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín que se encuentra situado al sur de Lima Metropolitana, para este proceso se da a conocer la información obtenida por el INEI, de planos, tablas y gráficos permitiendo demostrar los objetivos propuestos en la presente investigación. El trazo del diseño de la red de distribución de agua potable en la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal, se realiza de la siguiente manera:

El inicio de la red de distribución del agua es en los pozos:

- a) Pozo Tubular N°295. La proyección que se usó es DATUM WG84 en Coordenadas UTM ESTE 296083, NORTE 8643123 dentro de la zona de estudio, a una cota de 27 m.s.n.m. con una perforación de 7.65m y un diámetro de 1.20m, con un caudal de 8 l/s, mostrando el caudal requerido para la distribución de agua.

Figura 25:

Pozo Tubular N°295



Elaborado por: el autor

Figura 26:

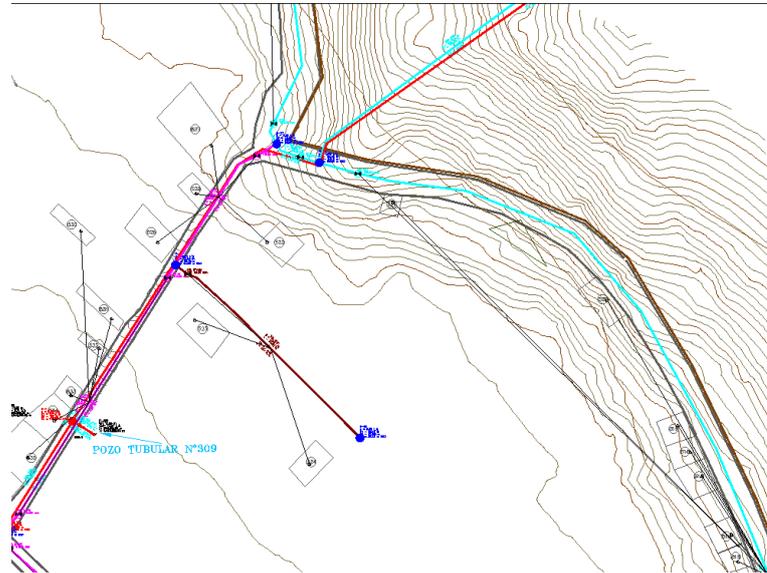
Pozo Tubular N°295 con Google Earth



Elaborado por: el autor

- b) Pozo Tubular N° 309. La proyección que se usó es DATUM WG84 en Coordenadas UTM ESTE 296284, NORTE 8643359 dentro de la zona de estudio, a una cota de 27 m.s.n.m. con una perforación de 7.98m y un diámetro de 1.20m, con un caudal de 15 l/s, el cual cuenta con el caudal requerido para proveer de agua a la red.

Figura 27:
Pozo Tubular N°309



Elaborado por: el autor

Figura 28:
Pozo Tubular N° 309 con Google Earth



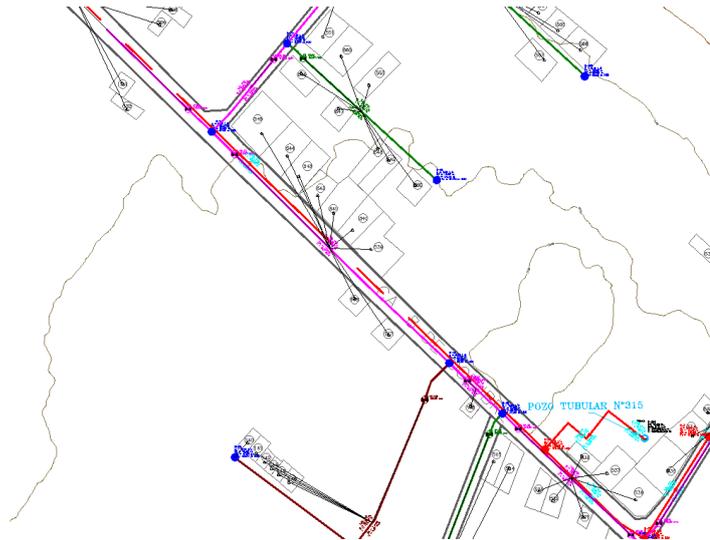
Elaborado por: el autor

- c) Pozo Tubular N° 315. La proyección que se usó es DATUM WG84 en Coordenadas UTM Este 296221, Norte 8643243 dentro de la zona de estudio, a una cota de 27 m.s.n.m. con una perforación de 8.00m y un

diámetro de 1.20m, con un caudal de 13 l/s, cumpliendo así con lo necesario para poder abastecer a la red.

Figura 29:

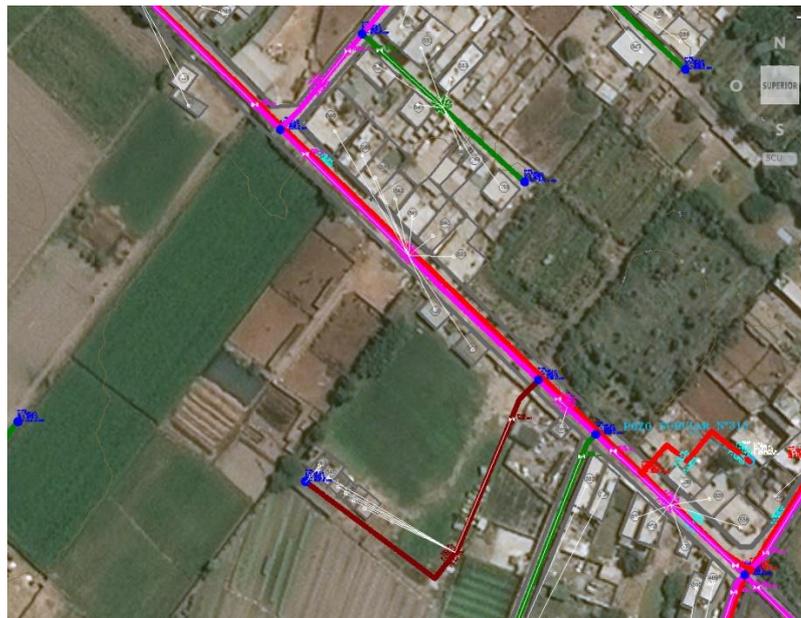
Pozo Tubular N°315



Elaborado por: el autor

Figura 30:

Pozo Tubular N° 315 con Google Earth

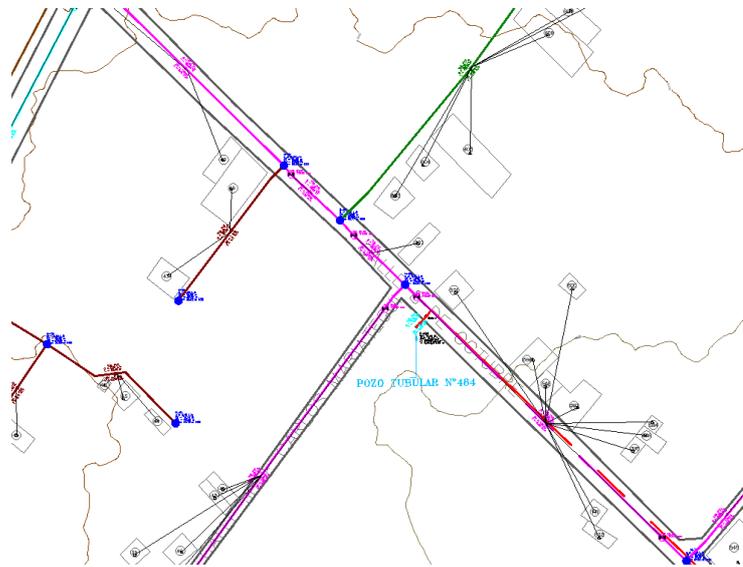


Elaborado por: el autor

- d) Pozo Tubular N°484. La proyección que se usó es DATUM WG84 en Coordenadas UTM Este 295967, Norte 8643582 dentro de la zona de estudio, a una cota de 39 m.s.n.m. con una perforación de 8.36m y un diámetro de 1.26m, con un caudal de 14 l/s, el cual cumple con lo requerido para en conjunto con los pozos anteriores, se pueda proporcionar de agua a la población.

Figura 31:

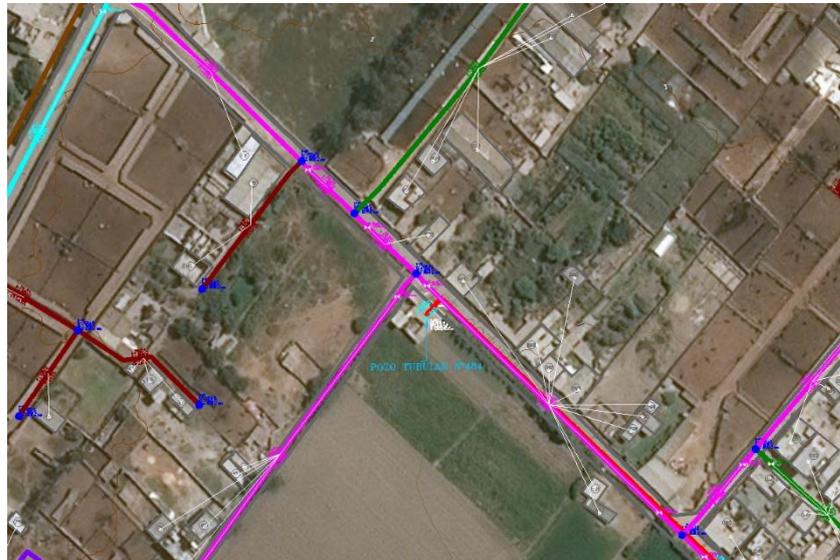
Pozo Tubular N°484



Elaborado por: el autor

Figura 32:

Pozo Tubular N°484 con Google Earth

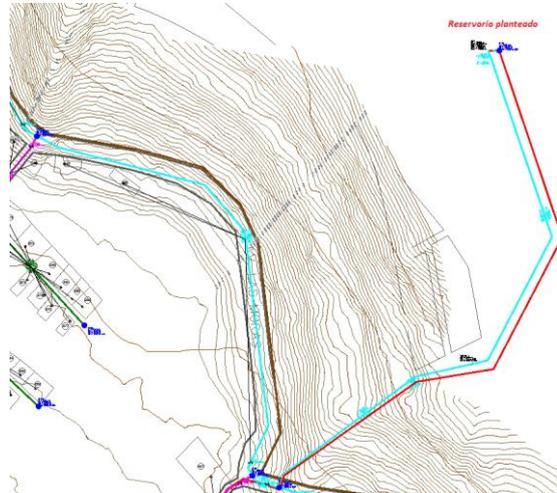


Elaborado por: el autor

Los pozos de agua seleccionados tienen un caudal de agua de 50 l/s en total lo cual es mayor al Consumo Máximo Horario $Q_{mh} = 46.68$ l/s necesario. Los pozos seleccionados requieren de una tubería de 160 mm (6.3") para poder llevar el agua hacia el reservorio planteado con la proyección DATUM WG84 en las coordenadas UTM Este 296491.49, Norte 8643720.34 en una cota de terreno inicial de 110 m.s.n.m. el cual puede ser construido con una cota mínima de 110.10 m.s.n.m. y una cota máxima de 122.00 m.s.n.m., con un diámetro de 12 m.

Figura 33:

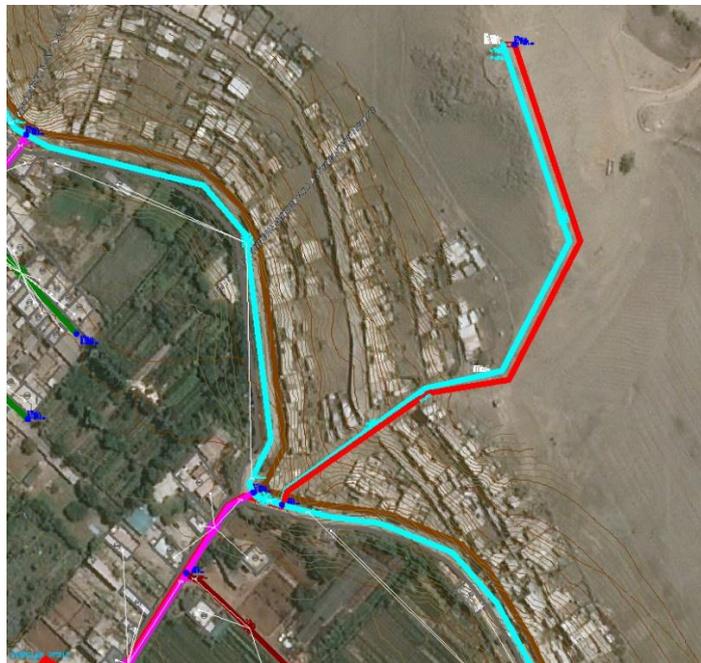
Ubicación de reservorio planteado



Elaborado por: el autor

Figure 34:

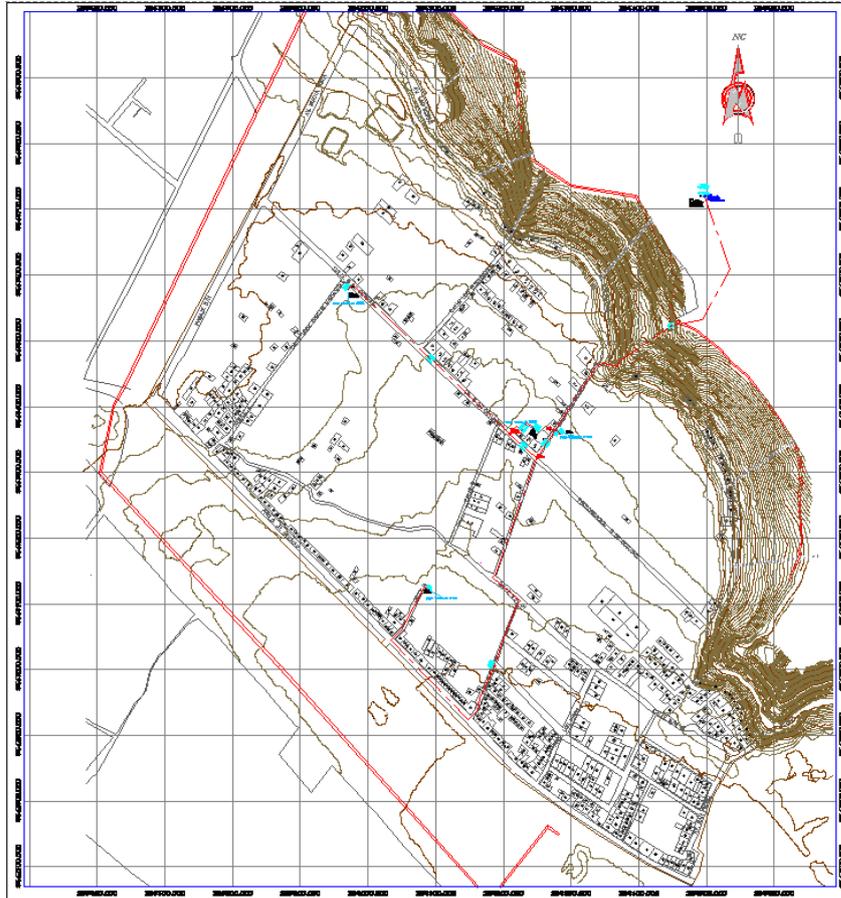
Ubicación de reservorio planteado con Google Earth



Fuente: Google Earth, 2020

Elaborado por: el autor

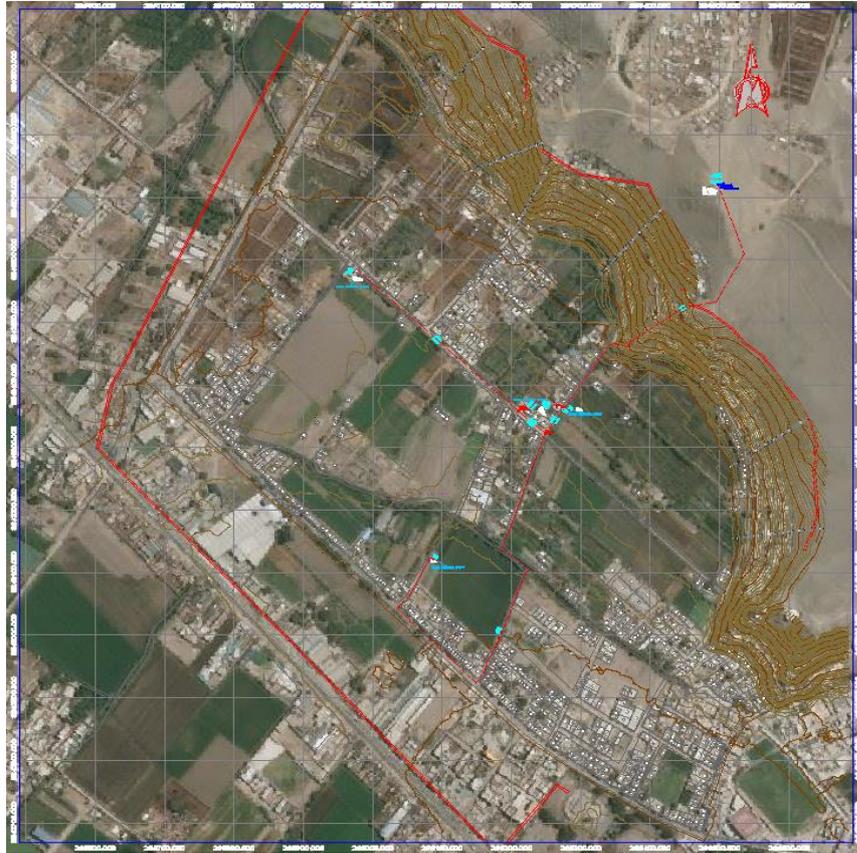
Figura 35:
Localización de pozos y reservorio



Elaborado por: el autor

Figura 36:

Localización de pozos con reservorio con Google Earth



Elaborado por: el autor

Descripción de del diseño de la red. El inicio del diseño de la red, está en la extracción de agua subterránea a través de pozos tubulares (N° 295, N°309, N°315 y N°484) los cuales cuentan con una tubería de conducción 160 mm (color rojo) y son impulsados hacia el reservorio con una bomba independiente cada una.

Tabla 12:

Descripción de tuberías

Tuberías	Medidas	Material
Conducción	160 mm	Hierro Dúctil con Revestimiento
Aducción	160 mm	PVC
Aducción	110 mm	PVC
Aducción	1 pulgada	PVC
Aducción	63 mm	PVC
Aducción	90 mm	PVC

Elaborado por: el autor

En la tabla 12 expuesta, se indica el material y medidas de tuberías que cumplen los requisitos para satisfacer a la población actual y futura del Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima.

Los pobladores que se determinan como población de diseño que permite calcular el caudal de demanda de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima se estableció con la fórmula siguiente:

$$P_f = P_{act}(1+r)^n$$

Donde **P_f** corresponde a la población de diseño, **P_{act}** corresponde a población actual de la zona de estudio (3684), **r** corresponde a la tasa de crecimiento anual establecida por el INEI (3.5%) y **n**

corresponde al periodo de diseño (20 años), donde efectuó la fórmula planteada, obteniendo el siguiente resultado:

$$P_f = 3684 (1 + 0.035)^{20}$$

$$P_f = 7330.38$$

Siendo la Población de Diseño de 7331 personas.

El consumo de agua promedio diario anual se obtiene con la fórmula siguiente en l/s:

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotación}(d)}{86400 \text{ s/d}}$$

Donde Q_m corresponde Consumo promedio diario (l/s), P_f corresponde a Población de diseño o población futura (7331), d corresponde a dotación (l/hab/día) la cual corresponde a 220 l/hab/día establecidos por la NORMA OS.100, se efectuó la fórmula planteada obteniendo como resultado lo siguiente:

$$Q_m = \frac{7331 * 220}{86400}$$

$$Q_m = 18.67 \text{ l/s}$$

Seguidamente se realizó el cálculo del Consumo Máximo Diario y Consumo Máximo Horario con las fórmulas:

$$\text{Consumo Máximo Diario } (Q_{md}) = 1.3 * Q_m \text{ (l/s)}$$

$$\text{Consumo Máximo Horario } (Q_{mh}) = 2.5 * Q_m \text{ (l/s)}$$

Reemplazando la información se tendrá:

$$Q_{md} = 1.3 * 18.67 \text{ l/s}$$

$$Q_{md} = 24.27 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 2.5 * 18.67 \text{ l/s}$$

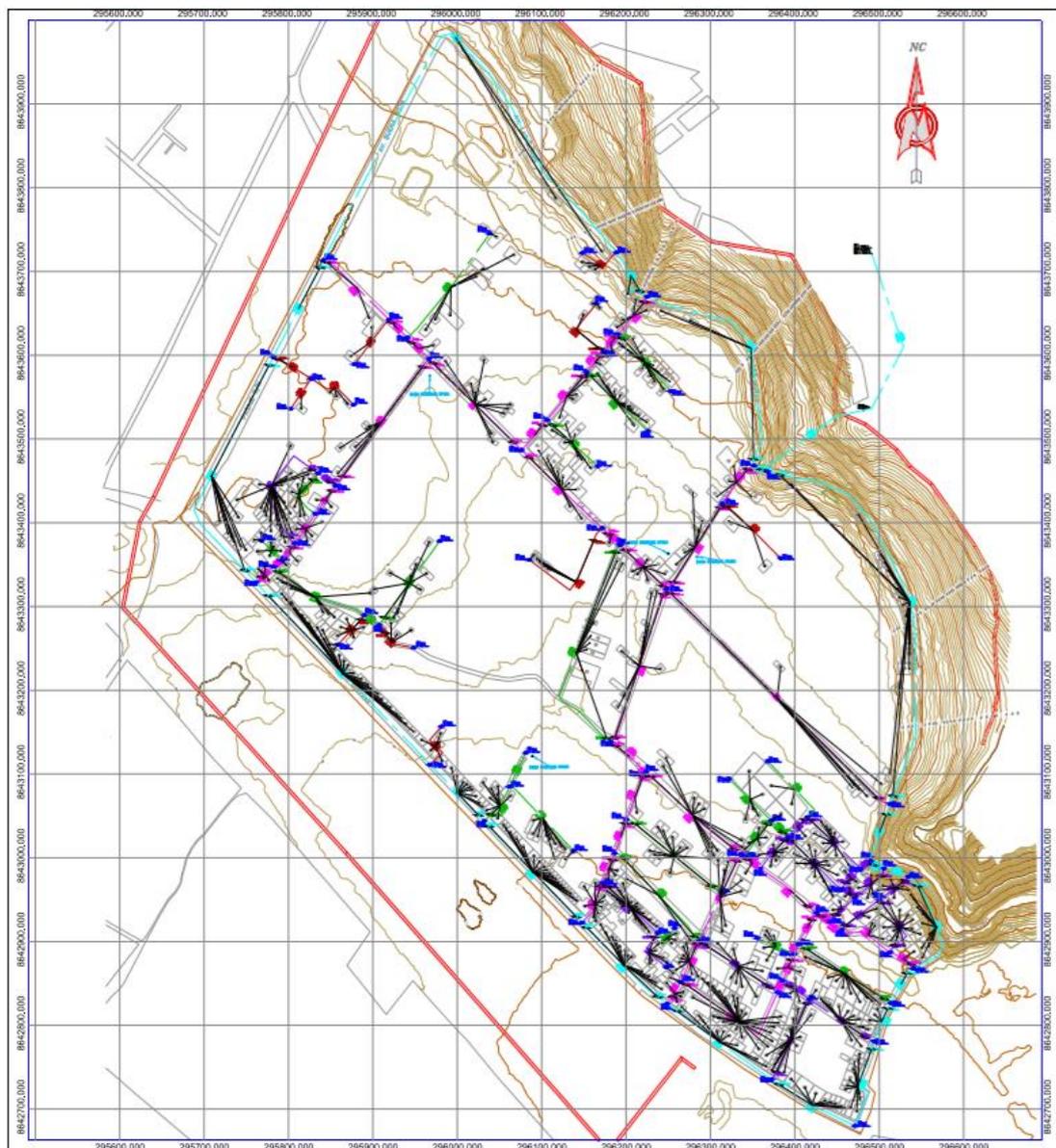
$$Q_{mh} = 46.68 \text{ l/s}$$

Siendo el caudal de diseño el Q_{mh} equivalente a 46.68 l/s.

Seguidamente se determinó que el sistema de abastecimiento de agua potable para el área de estudio fue el sistema cerrado debido a sus características topográficas.

Figura 37:

Sistema cerrado de distribución de agua de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal distrito de Lurín, Lima



Elaborado por: el autor

Para el diseño se emplearon 111 Válvulas de control o Válvulas de aislamiento las cuales fueron ubicadas estratégicamente para el desarrollo del diseño de la red y no deben exceder de 50 m de presión estática según la Norma OS.050.

Tabla 13:

a. Tabla de válvulas de control

DESCRIPCION	DIAMETRO (mm)	COTA DE TERRENO (m)	PRESION DE LLEGADA (m H2O)	CAUDAL DE LLEGADA (L/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)
VC. N°:1	160.00	27.27	26.70	17.79	54.03
VC. N°:2	160.00	22.21	31.74	28.44	54.01
VC. N°:3	160.00	17.58	36.12	17.41	53.77
VC. N°:4	160.00	27.26	24.54	9.73	51.85
VC. N°:5	160.00	15.00	35.26	7.86	50.33
VC. N°:6	160.00	17.23	33.41	17.79	50.71
VC. N°:7	160.00	16.08	34.40	18.19	50.54
VC. N°:8	160.00	10.00	39.44	0.33	49.52
VC. N°:9	160.00	9.98	39.46	1.92	49.52
VC. N°:10	160.00	9.35	40.11	2.21	49.54
VC. N°:11	160.00	9.48	39.98	1.92	49.53
VC. N°:12	160.00	18.08	31.94	13.39	50.08
VC. N°:13	160.00	18.81	31.05	7.36	49.92
VC. N°:14	160.00	9.94	39.66	5.98	49.68
VC. N°:15	160.00	10.22	39.44	6.92	49.74
VC. N°:16	160.00	9.66	39.89	3.91	49.64
VC. N°:17	160.00	9.19	40.29	3.08	49.56
VC. N°:18	160.00	15.38	34.67	7.56	50.13
VC. N°:19	160.00	13.61	35.99	4.13	49.67
VC. N°:20	160.00	14.00	35.64	7.56	49.71
VC. N°:21	160.00	10.46	38.98	2.68	49.52
VC. N°:22	160.00	10.40	39.04	0.33	49.52
VC. N°:23	110.00	11.21	38.70	5.43	49.99
VC. N°:24	110.00	17.80	35.80	10.95	53.68
VC. N°:25	110.00	24.48	27.28	7.30	51.81
VC. N°:26	110.00	15.00	35.27	1.48	50.34
VC. N°:27	110.00	14.57	35.66	1.26	50.30
VC. N°:28	110.00	14.39	35.83	0.72	50.29
VC. N°:29	110.00	14.18	36.00	4.10	50.25
VC. N°:30	110.00	14.30	35.93	3.75	50.30
VC. N°:31	110.00	13.02	37.57	0.56	50.66
VC. N°:32	110.00	13.27	37.29	3.75	50.63
VC. N°:33	110.00	7.82	43.46	6.16	51.37
VC. N°:34	110.00	14.57	36.55	5.70	51.20
VC. N°:35	110.00	14.02	36.95	4.64	51.04
VC. N°:36	110.00	13.50	37.20	4.03	50.77
VC. N°:37	110.00	12.93	37.67	1.32	50.68
VC. N°:38	110.00	12.99	37.63	2.86	50.70
VC. N°:39	110.00	11.26	38.71	4.88	50.05
VC. N°:40	110.00	13.55	39.03	10.35	52.66
VC. N°:41	110.00	12.43	38.47	10.35	50.98
VC. N°:42	110.00	12.40	38.31	1.47	50.79
VC. N°:43	110.00	12.32	38.37	4.88	50.76
VC. N°:44	110.00	12.32	38.39	2.86	50.79
VC. N°:45	110.00	12.91	37.65	1.47	50.64

VC. N°:46	110.00	11.06	38.61	1.61	49.75
VC. N°:47	110.00	10.42	39.12	2.68	49.61
VC. N°:48	110.00	11.03	38.64	3.52	49.74
VC. N°:49	110.00	10.00	39.48	2.54	49.55
VC. N°:50	110.00	9.98	39.46	0.42	49.52
VC. N°:51	110.00	9.41	40.05	0.62	49.54
VC. N°:52	110.00	9.47	39.99	0.83	49.54
VC. N°:53	110.00	9.66	39.83	1.54	49.56
VC. N°:54	110.00	10.57	39.03	1.61	49.68
VC. N°:55	110.00	10.55	39.06	1.64	49.68
VC. N°:56	110.00	10.43	39.16	2.30	49.67
VC. N°:57	110.00	10.67	38.96	0.60	49.70
VC. N°:58	110.00	10.76	38.85	2.90	49.68
VC. N° 59	110.00	10.94	38.70	3.50	49.71

Elaborado por: el autor

b. Tabla de válvulas de control

DESCRIPCION	DIAMETRO (mm)	COTA DE TERRENO (m)	PRESION DE LLEGADA (m H2O)	CAUDAL DE LLEGADA (L/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)
VC. N°:60	110.00	10.00	39.67	0.02	49.75
VC. N°:61	110.00	9.92	39.61	2.47	49.61
VC. N°:62	110.00	14.73	34.98	4.10	49.78
VC. N°:63	110.00	14.12	35.49	1.76	49.68
VC. N°:64	110.00	14.42	35.18	1.13	49.67
VC. N°:65	110.00	14.82	34.85	2.30	49.74
VC. N°:66	90.00	9.95	39.48	1.75	49.51
VC. N°:67	90.00	9.65	39.65	0.46	49.38
VC. N°:68	90.00	9.68	39.80	0.06	49.56
VC. N°:69	90.00	16.73	33.12	2.72	49.92
VC. N°:70	90.00	16.14	33.78	2.62	49.99
VC. N°:71	90.00	11.37	38.34	1.96	49.79
VC. N°:72	90.00	11.31	38.39	1.35	49.77
VC. N°:73	90.00	10.93	38.73	1.42	49.74
VC. N°:74	90.00	10.93	38.75	1.55	49.75
VC. N°:75	90.00	11.00	38.80	2.39	49.88
VC. N°:76	90.00	11.12	38.67	0.08	49.86
VC. N°:77	90.00	11.00	38.69	2.39	49.77
VC. N°:78	90.00	10.99	38.68	1.04	49.75
VC. N°:79	90.00	11.34	38.36	0.84	49.78
VC. N°:80	90.00	10.17	39.50	0.84	49.75
VC. N°:81	90.00	9.71	39.78	0.06	49.56
VC. N°:82	90.00	9.80	39.70	0.33	49.57
VC. N°:83	90.00	9.71	39.85	1.16	49.63
VC. N°:84	90.00	9.77	39.73	0.43	49.57
VC. N°:85	90.00	9.25	40.23	0.43	49.56
VC. N°:86	90.00	14.57	35.04	0.67	49.68
VC. N°:87	90.00	14.87	34.79	1.42	49.74
VC. N°:88	90.00	14.99	34.65	0.67	49.71
VC. N°:89	63.00	4.69	46.60	0.61	51.39
VC. N°:90	63.00	14.15	36.84	0.46	51.06
VC. N°:91	63.00	13.38	37.34	0.23	50.79
VC. N°:92	63.00	12.86	37.72	0.86	50.66
VC. N°:93	63.00	11.19	38.77	0.86	50.04
VC. N°:94	63.00	10.42	39.12	0.23	49.62
VC. N°:95	63.00	10.03	39.45	0.02	49.56
VC. N°:96	63.00	9.69	39.79	0.02	49.56
VC. N°:97	63.00	10.04	39.47	0.23	49.59
VC. N°:98	63.00	11.09	38.53	0.19	49.69
VC. N°:99	63.00	10.17	39.39	0.33	49.64
VC. N°:100	63.00	9.96	39.64	0.33	49.68
VC. N°:101	63.00	14.09	35.43	1.82	49.59
VC. N°:102	63.00	15.00	34.64	0.22	49.71
VC. N°:103	63.00	13.11	35.22	0.38	48.40
VC. N°:104	63.00	10.49	38.90	1.22	49.47
VC. N°:105	63.00	11.05	38.61	0.80	49.73

VC. N°:106	33.00	13.64	39.02	0.08	52.75
VC. N°:107	33.00	14.72	36.40	0.23	51.20
VC. N°:108	33.00	12.72	37.54	0.46	50.33
VC. N°:109	33.00	13.30	35.01	0.38	48.38
VC. N°:110	33.00	12.76	35.57	0.08	48.40
VC. N°:111	33.00	15.31	34.71	0.30	50.08

Nota: Elaboración Propia

La presente Tabla 13 se aprecia medidas de válvulas de control consideradas para la red de abastecimiento de agua para la zona de estudio, las mismas que cumplen un sistema de control de agua para hacer mantenimiento y detener el agua en ciertas áreas en caso de rupturas de tuberías las cuales oscilan entre los 33 y 110 mm.

Tabla 14:

a. Tabla de conexiones

NODO	X (m)	Y (m)	COTA TERRENO (m)	DEMANDA UNITARIA (L/s)	PRESIÓN (m H2O)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)
N-3	296,336.50	8,643,004.34	10.54	0.91	39.06	49.68
N-4	296,340.13	8,643,001.56	10.55	0.23	39.05	49.68
N-7	296,275.79	8,643,364.00	12.74	0	118.28	131.25
N-8	296,220.20	8,643,098.97	11.04	0	38.62	49.74
N-9	296,223.62	8,643,102.62	11.08	0.3	38.6	49.75
N-12	296,497.87	8,643,720.40	110	0	6.23	116.24
N-16	295,791.81	8,643,355.22	14.26	0.3	35.34	49.67
N-17	295,782.45	8,643,347.31	14.2	0.38	35.4	49.67
N-18	296,399.16	8,642,885.17	9.96	0.08	39.57	49.61
N-19	296,404.18	8,642,896.66	10	0.3	39.55	49.63
N-20	296,385.12	8,642,853.02	9.77	0.23	39.73	49.57
N-21	296,379.53	8,642,839.52	9.69	1.14	39.79	49.56
N-22	296,478.14	8,642,986.90	12.41	0.46	37.46	49.95
N-23	296,489.97	8,642,996.16	15.88	0	34.16	50.11
N-24	296,441.65	8,642,923.58	11	0.08	38.66	49.74
N-25	296,455.85	8,642,913.73	11	0.15	38.67	49.75
N-26	296,367.92	8,643,461.14	24.48	0.53	29.6	54.13
N-27	296,352.04	8,643,468.17	19.07	0.08	34.69	53.83
N-28	296,505.73	8,642,987.15	20.27	0.08	29.7	50.03
N-29	296,471.77	8,642,952.37	11.39	0.3	38.39	49.86
N-30	296,456.36	8,642,963.22	11	0.76	38.78	49.86
N-31	296,425.83	8,642,934.57	10.83	0	38.79	49.7
N-32	295,907.25	8,643,277.71	12.97	0.46	35.36	48.41
N-33	295,889.63	8,643,289.54	13.42	0.53	34.98	48.46
N-34	296,257.63	8,642,916.09	9.76	0.15	39.54	49.38
N-35	296,237.16	8,642,910.38	9.69	1.14	39.61	49.38
N-36	296,359.40	8,642,987.15	10.51	0.38	39.1	49.69
N-37	295,807.57	8,643,375.73	14.5	1.44	35.1	49.67
N-38	295,855.96	8,643,444.26	14.82	0.38	34.86	49.74
N-39	295,834.91	8,643,459.36	14.94	0.53	34.71	49.72
N-40	296,190.43	8,643,625.03	5.31	0.53	46	51.4
N-41	296,173.28	8,643,604.13	14.71	0.23	36.45	51.23
N-42	296,391.68	8,643,024.78	10.95	0.68	38.72	49.75
N-43	296,372.23	8,643,044.24	11.16	0.53	38.46	49.69
N-44	295,761.50	8,643,328.94	13.84	1.67	35.77	49.68
N-45	296,171.58	8,643,393.69	12.91	0.3	37.69	50.67
N-46	296,192.89	8,643,373.36	12.98	0.68	37.63	50.68

Fuente: Elaboración propia

b. Tabla de conexiones

NODO	X (m)	Y (m)	COTA TERRENO (m)	DEMANDA UNITARIA (L/s)	PRESIÓN (m H2O)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)
N-47	296,249.01	8,642,826.06	9.41	0.91	40.04	49.54
N-48	296,264.77	8,642,851.82	9.49	1.75	39.97	49.54
N-49	296,534.75	8,642,977.69	19.17	0.61	30.71	49.94
N-50	295,919.28	8,643,642.51	14.59	0.15	35.64	50.3
N-51	295,941.14	8,643,620.85	14.45	0.23	35.77	50.29
N-52	296,153.14	8,643,579.59	14.14	0.61	36.85	51.06
N-53	295,768.11	8,643,378.61	14.53	0.38	35.05	49.65
N-54	296,415.09	8,643,048.63	11.38	0.53	38.32	49.78
N-55	296,513.16	8,642,887.49	10.31	0.53	39.36	49.75
N-56	296,540.89	8,642,867.82	10.1	0.46	39.57	49.75
N-57	296,209.92	8,643,358.80	12.77	0	119.47	132.48
N-58	295,966.56	8,643,595.66	14.27	0.38	35.94	50.28
N-59	296,417.22	8,642,831.26	9.8	1.06	39.69	49.57
N-60	296,186.87	8,643,005.52	10.07	0.15	39.42	49.56
N-61	296,171.79	8,642,969.79	9.98	1.22	39.46	49.52
N-62	296,148.31	8,643,722.18	18.68	0.23	32.7	51.45
N-63	296,188.67	8,643,722.69	23.67	0.15	27.99	51.72
N-64	295,832.11	8,643,410.65	14.8	0.61	34.84	49.7
N-65	296,247.65	8,642,869.39	9.51	0.46	39.78	49.37
N-66	296,200.70	8,643,045.68	10.45	0.61	39.09	49.62
N-67	295,802.80	8,643,536.32	15.41	0.08	34.18	49.66
N-68	295,826.97	8,643,572.16	15	0.08	34.62	49.69
N-69	296,500.27	8,642,950.01	11.4	0.84	38.31	49.78
N-70	296,081.23	8,643,125.18	10.9	0	38.31	49.28
N-71	296,062.08	8,643,085.07	10.73	0.53	38.48	49.28
N-72	295,858.71	8,643,254.75	12.61	0.38	35.16	47.84
N-73	296,106.44	8,643,522.68	13.48	0.38	37.24	50.79
N-74	296,076.20	8,643,487.00	13.24	0.84	37.35	50.66
N-75	295,981.10	8,643,156.70	11.24	0.3	37.66	48.98
N-76	295,967.89	8,643,111.37	10.95	1.14	38.52	49.54
N-77	296,355.82	8,642,904.10	9.85	0.38	39.66	49.59
N-78	296,249.95	8,643,322.72	12.36	0	119.39	131.98
N-79	295,948.24	8,643,250.80	12.46	0.08	35.83	48.37
N-80	296,513.75	8,642,826.72	9.98	0.61	39.63	49.69
N-81	296,494.42	8,642,781.17	9.72	0.91	39.84	49.64
N-82	296,031.86	8,643,043.94	10.42	1.14	39.02	49.52

Fuente: Elaboración propia

c. Tabla de conexiones

NODO	X (m)	Y (m)	COTA TERRENO (m)	DEMANDA UNITARIA (L/s)	PRESIÓN (m H ₂ O)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)
N-83	295,781.87	8,643,597.82	15.47	0	34.6	50.14
N-84	296,148.04	8,642,922.86	10	1.82	39.44	49.52
N-85	296,286.77	8,642,900.91	9.68	0.68	39.8	49.56
N-86	296,182.30	8,643,138.08	11.2	0.3	38.74	50.02
N-87	296,225.01	8,643,669.70	27.28	0.38	24.54	51.87
N-88	296,165.01	8,643,661.61	12.07	0.23	38.66	50.81
N-89	295,877.10	8,643,541.05	14.74	0.15	34.72	49.53
N-90	296,314.35	8,643,422.69	13.64	0.53	39.03	52.75
N-91	295,878.26	8,643,589.29	14.56	0.08	35.62	50.25
N-92	296,321.79	8,643,094.69	11.34	0.08	38.27	49.69
N-93	296,512.81	8,643,063.90	16.49	1.06	34.08	50.64
N-94	296,247.88	8,643,320.91	12.34	1.14	38.38	50.8
N-95	296,368.04	8,643,115.08	11.74	0.08	37.96	49.78
N-96	296,166.53	8,643,467.48	13	0.23	37.7	50.78
N-97	296,253.03	8,643,557.42	11.68	0.61	39.52	51.28
N-98	296,085.50	8,643,355.70	12.44	0.46	35.47	47.98
N-99	296,383.18	8,643,357.71	13.48	0.08	39.12	52.68
N-100	296,225.97	8,643,509.43	13.93	0.46	36.98	50.99
N-101	296,471.21	8,642,680.08	9.17	0.84	40.34	49.59
N-102	295,841.26	8,643,713.25	15	0	35.27	50.35
N-103	296,372.65	8,642,735.54	9.19	1.29	40.29	49.56
N-104	296,137.72	8,643,008.52	10.03	0.68	39	49.11
N-105	295,979.10	8,643,378.06	13.46	0.38	34.81	48.34
N-107	296,313.77	8,642,958.83	10.01	0.23	39.5	49.59
N-108	296,038.58	8,643,745.44	15.92	0.3	34.24	50.23

Nota: Elaboración Propia

La Tabla 14 indica los nodos, con su ubicación, cota, demanda unitaria en dichos puntos, presión de agua que reciben y gradiente hidráulico que presentan; dichos nodos tienen la presión estática que contempla la norma los cuales están dentro de los 10 y 50 m a excepción de los nodos 7, 57, 78 los cuales pertenecen a la línea de impulsión de agua desde los pozos tubulares hacia el reservorio que se encuentra en una cota más alta.

Tabla 15:

a. Tabla de tuberías

Nodo Inicial	Nodo Final	Caudal en tramo (l/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro	Hazen-Williams C	Material
BOM:1	N-78	5.39	711.13	0.33	0.72	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
BOM:2	N-7	10.37	4.92	0.63	0.02	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
BOM:3	N-57	8.71	49.37	0.53	0.12	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
BOM:4	N-57	9.12	328.29	0.56	0.88	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
P-295	BOM:1	5.39	3.66	0.33	0	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
P-302	BOM: 2	10.37	4.7	0.63	0.02	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
P-315	BOM:3	8.71	7.02	0.53	0.01	144.6	160mm	150	PVC
P-484	BOM:4	9.12	5.69	0.56	0.02	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
N-3	N-4	1.6	4.57	0.21	0	99.4	110mm	150	PVC
N-4	N-36	1.64	24.09	0.21	0.01	99.4	110mm	150	PVC
N-7	N-12	33.6	503.24	2.05	15.01	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
N-8	N-9	3.52	5	0.45	0.01	99.4	110mm	150	PVC
N-9	N-3	1.61	149.85	0.21	0.08	99.4	110mm	150	PVC
N-12	RV:1	33.6	6.38	2.05	0.19	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
N-16	N-17	0.45	12.25	0.06	0	99.4	110mm	150	PVC
N-16	N-37	1.13	25.98	0.15	0.01	99.4	110mm	150	PVC
N-17	N-44	1.76	27.88	0.23	0.02	99.4	110mm	150	PVC
N-18	N-19	2.93	12.54	0.38	0.02	99.4	110mm	150	PVC

N-19	N-80	0.33	130.13	0.13	0.05	57	63mm	150	PVC
N-20	N-21	1.91	14.61	0.25	0.01	99.4	110mm	150	PVC

Nota: Elaboración Propia

b. Tabla de tuberías

Nodo Inicial	Nodo Final	Caudal en tramo (l/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro	Hazen-Williams C	Material
N-21	N-85	0.06	111.24	0.01	0	81.4	90mm	150	PVC
N-21	N-48	0.83	167.17	0.11	0.03	99.4	110mm	150	PVC
N-22	N-23	4.8	15.13	0.92	0.16	81.4	90mm	150	PVC
N-23	N-28	13.39	19.39	0.82	0.08	144.6	160mm	150	PVC
N-24	N-25	1.18	17.28	0.15	0.01	99.4	110mm	150	PVC
N-25	N-55	0.29	67.1	0.04	0	99.4	110mm	150	PVC
N-26	N-27	28.44	18.05	1.73	0.3	144.6	160mm	150	PVC
N-26	N-93	17.79	496.38	1.08	3.5	144.6	160mm	150	PVC
N-27	N-87	17.41	289.04	1.06	1.96	144.6	160mm	150	PVC
N-28	N-49	10.69	30.94	0.65	0.08	144.6	160mm	150	PVC
N-29	N-30	0.08	19.16	0.01	0	81.4	90mm	150	PVC
N-30	N-42	1.55	89.62	0.3	0.11	81.4	90mm	150	PVC
N-31	N-24	3.5	19.26	0.45	0.04	99.4	110mm	150	PVC
N-32	N-33	0.91	21.22	0.36	0.06	57	63mm	150	PVC
N-33	N-17	1.82	124.35	0.72	1.2	57	63mm	150	PVC
N-34	N-35	0.15	29.6	0.06	0	57	63mm	150	PVC
N-35	N-61	1.75	88.56	0.34	0.14	81.4	90mm	150	PVC
N-36	N-31	0.6	84.88	0.08	0.01	99.4	110mm	150	PVC
N-38	N-39	1.42	25.91	0.27	0.03	81.4	90mm	150	PVC
N-38	N-58	4.1	187.59	0.53	0.54	99.4	110mm	150	PVC
N-39	N-37	0.67	159.96	0.13	0.04	81.4	90mm	150	PVC

Fuente: Elaboración Propia

c. Tabla de tuberías

Nodo Inicial	Nodo Final	Caudal en tramo (l/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro	Hazen-Williams C	Material
N-40	N-41	6.16	27.05	0.79	0.17	99.4	110mm	150	PVC
N-41	N-52	5.7	31.75	0.74	0.17	99.4	110mm	150	PVC
N-42	N-43	0.8	27.51	0.31	0.06	57	63mm	150	PVC
N-43	N-92	0.08	71.34	0.03	0	57	63mm	150	PVC
N-44	N-76	4.13	299.9	0.25	0.14	144.6	160mm	150	PVC
N-45	N-46	1.32	29.45	0.17	0.01	99.4	110mm	150	PVC
N-46	N-94	2.86	76.01	0.37	0.11	99.4	110mm	150	PVC
N-46	N-86	0.86	278.15	0.34	0.66	57	63mm	150	PVC
N-47	N-48	0.62	30.36	0.08	0	99.4	110mm	150	PVC
N-47	N-103	2.21	153.26	0.13	0.02	144.6	160mm	150	PVC
N-49	N-56	7.36	139.83	0.45	0.19	144.6	160mm	150	PVC
N-50	N-51	1.26	30.81	0.16	0.01	99.4	110mm	150	PVC
N-52	N-73	4.64	73.63	0.6	0.27	99.4	110mm	150	PVC
N-54	N-95	0.08	92.37	0.03	0	57	63mm	150	PVC
N-54	N-22	1.96	88.23	0.38	0.17	81.4	90mm	150	PVC
N-57	N-78	17.83	54.07	1.09	0.5	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
N-58	N-74	3.75	154.36	0.48	0.38	99.4	110mm	150	PVC
N-59	N-81	1.16	92.26	0.22	0.07	81.4	90mm	150	PVC
N-63	N-102	9.35	643.57	0.57	1.38	144.6	160mm	150	PVC
N-66	N-107	0.23	143.23	0.09	0.03	57	63mm	150	PVC
N-69	N-25	1.04	57.6	0.2	0.03	81.4	90mm	150	PVC

Nota: Elaboración Propia

d. Tabla de Tuberías

Nodo Inicial	Nodo Final	Caudal en tramo (l/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro	Hazen-Williams C	Material
N-69	N-55	0.84	81.52	0.16	0.03	81.4	90mm	150	PVC
N-74	N-45	0.56	133.44	0.07	0.01	99.4	110mm	150	PVC
N-76	N-82	2.68	92.95	0.16	0.02	144.6	160mm	150	PVC
N-78	N-7	23.23	48.7	1.41	0.73	144.6	160mm	140	Hierro Dúctil con revestimiento
N-81	N-101	3.91	116.11	0.24	0.05	144.6	160mm	150	PVC
N-82	N-84	0.33	167.81	0.02	0	144.6	160mm	150	PVC
N-83	N-44	7.56	319.5	0.46	0.46	144.6	160mm	150	PVC
N-84	N-47	1.92	140.28	0.12	0.02	144.6	160mm	150	PVC
N-85	N-3	2.3	114.91	0.3	0.11	99.4	110mm	150	PVC
N-85	N-60	0.02	145.9	0.01	0	57	63mm	150	PVC
N-86	N-94	4.88	195.15	0.63	0.78	99.4	110mm	150	PVC
N-87	N-63	9.73	65.2	0.59	0.15	144.6	160mm	150	PVC
N-88	N-41	0.23	81.89	0.34	0.42	29.4	1 pulg	150	PVC
N-89	N-68	0.15	62.48	0.22	0.15	29.4	1 pulg	150	PVC
N-90	N-27	10.95	60.61	1.41	1.08	99.4	110mm	150	PVC
N-91	N-50	0.08	67.25	0.11	0.05	29.4	1 pulg	150	PVC
N-93	N-23	18.19	72.12	1.11	0.53	144.6	160mm	150	PVC
N-94	N-90	10.35	121.81	1.33	1.95	99.4	110mm	150	PVC
N-94	N-93	1.47	370.07	0.19	0.16	99.4	110mm	150	PVC
N-96	N-73	0.23	81.63	0.09	0.02	57	63mm	150	PVC
N-97	N-40	0.61	92.2	0.24	0.12	57	63mm	150	PVC

Fuente: Elaboración Propia

e. Tabla de Tuberías

Nodo Inicial	Nodo Final	Caudal en tramo (l/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)	Diámetro Interior (mm)	Diámetro	Hazen-Williams C	Material
N-98	N-45	0.46	144.17	0.67	2.69	29.4	1 pulg	150	PVC
N-99	N-90	0.08	94.9	0.11	0.06	29.4	1 pulg	150	PVC
N-100	N-52	0.46	101.25	0.18	0.08	57	63mm	150	PVC
N-102	N-50	1.48	105.94	0.19	0.05	99.4	110mm	150	PVC
N-102	N-83	7.86	129.81	0.48	0.2	144.6	160mm	150	PVC
N-103	N-59	0.43	105.85	0.08	0.01	81.4	90mm	150	PVC
N-103	N-101	3.08	113.33	0.19	0.03	144.6	160mm	150	PVC
N-104	N-71	0.68	108.11	0.27	0.17	57	63mm	150	PVC
N-105	N-32	0.38	123.43	0.15	0.07	57	63mm	150	PVC
N-108	N-51	0.3	158.36	0.12	0.06	57	63mm	150	PVC
RV:1	VRP N°: 1	46.76	208.53	2.85	8.8	144.6	160mm	150	PVC
VRP N°: 1	N-26	46.76	139.62	2.85	5.89	144.6	160mm	150	PVC

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 15 indica el nodo inicial y nodo final de cada tubería, caudal en el tramo, longitud en metros, velocidad en m/s, pérdida de carga y sobretodo el diámetro interior, el factor de fricción "C" en la fórmula de Hazen y Williams con el cual se ha determinado el material de las tuberías, siguiendo la Tabla 1: Coeficientes de Fricción "C" presentada por el MVCS (2006) en la Norma OS.050, se usarán tuberías de Hierro fundido dúctil con revestimiento para los C= 140 y tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC) para los C= 150; se utilizarán 9152.55 m de tubería de PVC y 1720.15 m de tubería de hierro fundido dúctil con revestimiento

Tabla 16:

Válvulas reductoras de presión

Tipo	Cota de terreno (m)	Caudal (l/s)	Presión de llegada	Presión de salida	X (m)	Y (m)
VRP N°1	50.00	46.76	57.14	10.00	296,841.70	8,643,534.51

Elaborado por: el autor

La Tabla 16 indica la válvula reductora de presión del diseño la cual está localizada en la parte elevada del terreno, entre las viviendas de la zona de estudio y el reservorio a una elevación de 50 m.s.n.m. y tiene presión de llegada de 57.14 m, presión que será reducida a 10 m. De acuerdo con los representantes de NIBSA (2015), las válvulas reductoras de presión son usadas para reducir la presión de fluidos y mantenerla en una constante, son particularmente adecuadas para sistemas donde la presión de agua es grande y son utilizadas para prevenir posibles rupturas de tuberías en la red, haciendo de esta manera que la vida útil de la red sea mucho mayor, no esté en mantenimiento constante y de esta manera no haya cortes en el servicio.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

Como se puede apreciar en las figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 correspondientes a la ubicación de los pozos tubulares seleccionados dentro del área de estudio, se requiere de una tubería de conducción de 160 mm para llevar el agua desde los pozos hacia el reservorio impulsados por una bomba independiente cada pozo planteado con una velocidad de 0.33 m/s para el pozo tubular N°295, de 0.63 m/s para el pozo tubular N°309, de 0.53 m/s para el pozo tubular N°315 y de 0.56 m/s para el pozo tubular N°484, medidas de tuberías y velocidades de agua apropiadas para el abastecimiento de la red; de esta manera se puede apreciar el aporte sustentado por el Ministerio de Economía y Finanzas (2011) los cuales presentaron el proyecto “*Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021*”, planteándose como propósito que todos los ciudadanos tengan acceso al desarrollo contando con servicios esenciales de calidad, como son salud, educación, agua y desagüe, vivienda, instalaciones eléctricas, telefonía y seguridad; por lo tanto contar con los servicios permite mejorar las condiciones de vida para todos los peruanos. Asimismo, se puede corroborar con el aporte de Agüero R. (2014) quien afirmó que una red de abastecimiento de agua es el ligado de tubos de diferentes dimensiones, válvulas, caños y otros accesorios los cuales se distribuye hacia todas las calles de un centro poblado; para lograr su diseño, es necesario

definir y plantear posibles ubicaciones del reservorio de acopio de agua para así poder dotar agua en cantidades y presiones apropiadas a cada parte de la red.

La incidencia poblacional a determinarse al año 2040 en el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima como se demostró con la fórmula del Método Geométrico el cual se desarrolla con la siguiente fórmula $P_f = P_{act}(1+r)^n$, obtuvo como población de diseño a 7331 habitantes; por consiguiente se obtuvo el consumo promedio diario anual la cual será obtenida con la ecuación $Q_m = P_f \cdot \text{dotación}(d) / 86400$ y será representada en litros por segundo (l/s), obteniendo un Q_m igual a 18.67 l/s, el Consumo Máximo Diario (Q_{md}) = 1.3 * Q_m (l/s) que será 24.27 l/s y el Consumo máximo horario (Q_{mh}) = 2.5 * Q_m que será igual a 46.68 l/s; en la misma línea Gutiérrez Y. y Huamaní E. (2019) presentaron la tesis el modelamiento del sistema de distribución de agua potable usando el software *Watercad* en la red de distribución de la Etapa I del proyecto San Antonio de Mala, ubicado en la provincia Cañete, en la región Lima, teniendo como objetivo general evaluar la incidencia del modelamiento del sistema de distribución de agua haciendo uso del programa *Watercad* en el diseño de la red de distribución en la zona de estudio en referencia determinando la población futura para encontrar el caudal de diseño, llegando a la conclusión que usando el programa *Watercad* se puede simular la incidencia directa del diseño del mallado de distribución para obtener el sistema más adecuado que cumpla con los requerimientos de las normas establecidas del Perú; asimismo, los representantes del MVCS (2006), en la Norma OS. 100, indicaron que para obtener un valor para el Q_{md} , se tomará entre el 130% Q_m y para el Q_{mh} se considerará entre 180% y 250%, teniendo como Q_{md} 24.27 l/s y como Q_{mh} 46.68 l/s.

La distribución de agua tiene como finalidad cumplir con una adecuada presión de servicio en el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima, como se puede evidenciar en los caudales obtenidos de los pozos subterráneos los cuales superan al consumo máximo horario, consumo máximo diario y consumo anual promedio,

observándose en la Tabla 10; como afirmó Florián S. (2017) quien presentó un estudio donde se propuso optimizar la red de abastecimiento de agua en el Municipio de Madrid en Cundinamarca, Colombia, concluyendo en que, haciendo la modelación digital de la red de agua potable del municipio de Madrid, mejora el índice abastecimiento de agua potable y la presión de servicio a los pobladores para que puedan satisfacer sus necesidades; en la misma línea Agüero R. (2014), dio a conocer que existen dos tipos de redes distribución los cuales son el sistema abierto que se caracteriza por ser compuesta de ramales abiertos y el sistema de cerrado, el cual tiene forma de malla o parrilla y están enlazados entre sí.

CONCLUSIONES

Después de haber realizado el análisis cuantitativo y cualitativo de la presente investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

1. La red de distribución de agua potable para la población actual del Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal en el distrito de Lurín - Lima, requiere de la instalación de tuberías de 160mm, 110mm, 90mm, 63mm y 1”, un reservorio con capacidad de 1361 m³, una válvula reductora de presión y 111 válvulas de control, siguiendo las Normas de Obras de Saneamiento (OS) establecidas por el MVCS y por las características topográficas de la zona para abastecer a todos los puntos de la red.
2. La población actual del Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal en el distrito de Lurín, Lima está constituido por 3684 habitantes según el INEI (2018) y la población de diseño establecida por el Método Geométrico usando la fórmula $P_f = P_{act}(1+r)^n$, la población futura al año 2040 será de 7331 habitantes por lo que necesitan una demanda de Consumo Promedio Diario (Q_m) de 18.67 l/s, asimismo el Consumo Máximo Diario (Q_{md}) se considerará el 130% Q_m y para el Consumo Máximo Horario (Q_{mh}), se considerará el 250% del Q_m , teniendo como Consumo Máximo Diario 24.27 l/s y como Consumo Máximo Horario 46.68 l/s.

3. El tipo de sistema de distribución de agua potable para el Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal del distrito de Lurín, Lima es el sistema cerrado porque permite viabilizar la distribución de las redes de agua con mayor facilidad en forma equitativa hacia todos los puntos fijados para su abastecimiento.

RECOMENDACIONES

1. Por la presencia de velocidades menores a 0.6 m/s en algunos puntos de la red de distribución de agua potable en la zona de estudio, se recomienda colocar válvulas de purga para la eliminación de sedimentos.
2. El Gobierno Local del distrito de Lurín, debe viabilizar y facilitar con apoyo técnico profesional y económico en la ejecución del proyecto de redes de agua, con la finalidad de disminuir las brechas de acceso al agua potable por la red pública y elevar la calidad y estilo de vida de las habitantes de zonas urbano-marginales del Centro Poblado de la Primera Etapa de la Zona “B” de Huarangal, distrito de Lurín, Lima.
3. La Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de San Martín de Porres, a través del programa de responsabilidad social, realizar estudios técnicos en las zonas sin planificación urbana y contribuir al desarrollo de comunidades y al saneamiento de las zonas de extrema pobreza de Lima Metropolitana.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agüero, R. (2014). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima, Perú: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).
- Alcayhuamán, A. (mayo de 2007). Ingeniería Civil en los Incas. En LACCEI, *Developing Entrepreneurial Engineers for the Sustainable Growth of Latin America and the Caribbean*. Conferencia llevada a cabo en Fifth LACCEI international Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI' 2007), Tampico, México.
- Auge, M. (2005). *Perforaciones Hidrogeológicas*. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Autodesk. (2020). *¿Qué es AutoCAD?* California, Estados Unidos: Autodesk, <https://bit.ly/2P6wFE9>
- Autoridad Nacional del Agua (A.N.A.) (2018). *Estado situacional de los recursos hídricos en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín 2016/2017*. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2902>
- Autoridad Nacional del Agua (A.N.A.) (2014). *Características Técnicas, Mediciones y Volúmenes de Explotación de Pozos*. Recuperado de: <https://bit.ly/2JZbW6j>
- Bentley, (2020): *WaterGEMS Decisiones inteligentes para la distribución de agua*. Pensilvania, Estados Unidos, <https://bit.ly/39MKC3L>

- Bolinaga, J. (2000): *Proyectos de Ingeniería hidráulica*. Recuperado de: <https://bit.ly/30YcT34>
- Bravo, A. (2017). *Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable de La Parroquia el Retiro, Cantón, Machala, Provincia el Oro* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Macahala, Machala, Ecuador.
- Comisión Nacional del Agua (s/f): *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable*. Recuperado de: <https://bit.ly/309kMDH>
- Concha, J., & Guillén, J. (2014). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (Caso: Urbanización Valle Esmeralda, distrito Pueblo Nuevo, provincia y departamento de Ica)*. (Tesis de pregrado)., Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Construcción y Vivienda. (2019, 21 de octubre). *Agua y Saneamiento: Estrategias para cerrar brechas al 2021*. Lima, Perú: Construcción y Vivienda. Recuperado de: <https://bit.ly/30X1roh>
- Universidad de Valladolid (2001). *Las Coordenadas Geográficas y la Proyección UTM (Universal Transversa Mercator)*. Recuperado de: <https://bit.ly/2P0i2Ci>
- Figuroa, J. (2019). *Diseño de línea de conducción de agua potable para suministro en los poblados anexos a San Francisco de Cayrán- Huánuco*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Florián, S. (17 de mayo de 2017). *Propuesta de optimización del servicio de la red de distribución de agua potable- RDAP- Del municipio de Madrid, Cundinamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Galván, M. (2015). *¿Qué es la calidad de vida?* México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Recuperado de: <https://bit.ly/3304ZsN>

- García, J. (2012). *Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la Cd. de México*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gutiérrez, Y., & Huamaní, E. (2019). *Modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable utilizando el software Watercad en el diseño de las redes de distribución en la Etapa I del proyecto San Antonio de Mala- Distrito de Mala*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Guidi, L. (2012). *La influencia del acceso al agua en el bienestar percibido y la disponibilidad a pagar para la mejora del servicio de aguas: una aplicación en Sucre, Bolivia*. (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada, España.
- Hernández, M. (12 de diciembre de 2012). Tipos y niveles de investigación. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://bit.ly/2BH25hi>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, México. Recuperado de: <https://bit.ly/39yjYLM>
- INEI (2019). *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico, Lima. Perú*. Recuperado de: <https://bit.ly/330aTtT>
- INEI (2002). *Perú: proyecciones de población por años calendario según departamentos, provincias y distritos (Periodo 1990- 2005)*. (16). Recuperado de: <https://bit.ly/39zGPGN>
- INEI (2018), *Provincia de Lima, Resultados Definitivos TOMO I*. Recuperado de: <https://bit.ly/3jSTwBo>
- Landeo, J., & Limaco, T. (2019). *Propuesta de diseño de pozo tubular aplicando la técnica de testificación geofísica realizando sondeo eléctrico para incrementar la disponibilidad hídrica en el sector de Otopongo-Barranca- Lima- Perú*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.

- Mena, M. (20 de julio de 2016). *Diseño de la red de distribución de agua potable de la Parroquia el Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2010): *Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización*. Recuperado de: <https://bit.ly/2EtU5RO>
- [Fotografía de la Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional del Ministerio de Agricultura y Riego] (Lima. 2019). Represa Gallito Ciego. Cajamarca, Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2011) Plan bicentenario: El Perú hacia el 2021, Lima. Perú. Recuperado de: <https://bit.ly/2Ly3F9K>
- Ministerio de Salud (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Recuperado de: <https://bit.ly/3f8nltZ>
- Municipalidad de Lurín (2020). *Zonificación de los usos de suelo*. Recuperado de: <https://bit.ly/37WODmT>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009): *Reglamento Nacional de Edificaciones- Obras de Saneamiento*. Recuperado de: <https://bit.ly/3fa0IKW>
- Muntané, J. (2010). *Introducción a la investigación básica*. (3) . Recuperado de: <https://bit.ly/35pFjWO>
- NIBSA (2015) *Válvulas reductoras de presión*. Recuperado de: <https://bit.ly/33gD73R>
- Orcosupa, J. (2016): *El ingeniero civil eleva la calidad de vida del país*. Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú. Recuperado de: <https://bit.ly/2X1XtJR>

- Olivarez, J. (2013): *Abastecimiento de agua*. Recuperado de: <https://bit.ly/2X5xlhi>
- Organización Mundial de la Salud (2007). *Lucha contra las enfermedades relacionadas con el agua en los hogares*. Extraído de: <https://bit.ly/3083Opp>
- Organización Mundial de la Salud (2018). *¿Cómo se define la salud?* Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: <https://bit.ly/2CPZGI4>
- Organización Mundial de la Salud (19 de febrero de 2018). *Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: <https://bit.ly/3hIY3UY>
- Organización Panamericana de la Salud (2005). *Guías para el diseño de reservorios elevados de agua potable*. Recuperado de: <https://bit.ly/3hLdb4i>
- OXFAM (2020). *Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable*. Recuperado de: <https://bit.ly/2P6z2H3>
- Paul, F. (11 de octubre de 2019). "Megasequía" en Chile: las catastróficas consecuencias de la mayor crisis del agua de los últimos 50 años. *BBC News*. Recuperado de: <https://bbc.in/2DeuRGm>
- Real Academia de la Lengua Española (2014) Brecha. *Diccionario de la Lengua Española* [versión electrónica]. Madrid, España: Real Academia Española, <https://bit.ly/2X5rB7w>
- Traba, S. (22 de marzo de 2013). *La preocupante y desigual situación del agua en el Perú*. Lima, Perú: SERVINDI, Recuperado de: <https://bit.ly/2X7zZDc>
- UNESCO (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. No dejar a nadie atrás*. Recuperado de: <https://bit.ly/305mVQP>

UNICEF (s/f). *La infancia y el agua: estadísticas generales*. Recuperado de:
<https://uni.cf/2Df3egx>

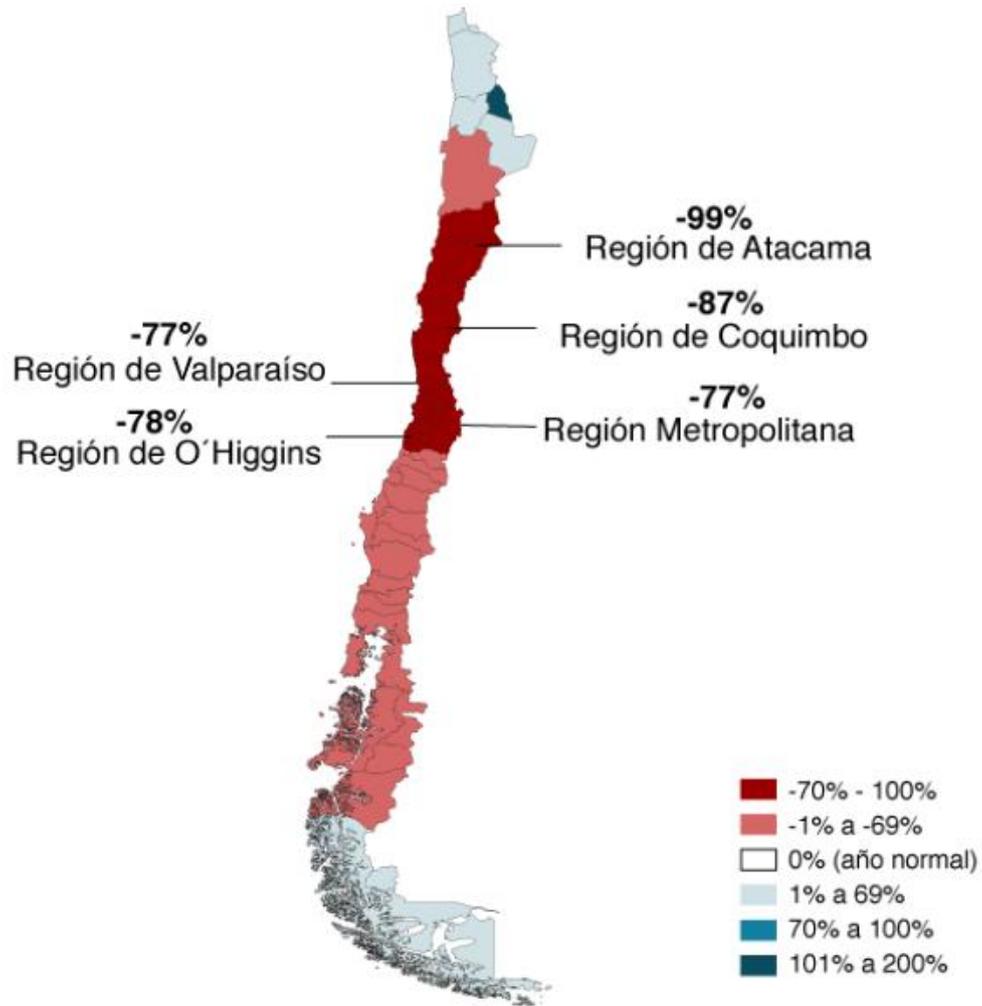
Vierendel (2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Recuperado de:
<https://bit.ly/3q5ncxf>

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1:	117
Anexo 2:	118
Anexo 3:	119
Anexo 4:	120
Anexo 5:	124
Anexo 6:	126
Anexo 7:	127
Anexo 8:	132

Anexo 1.

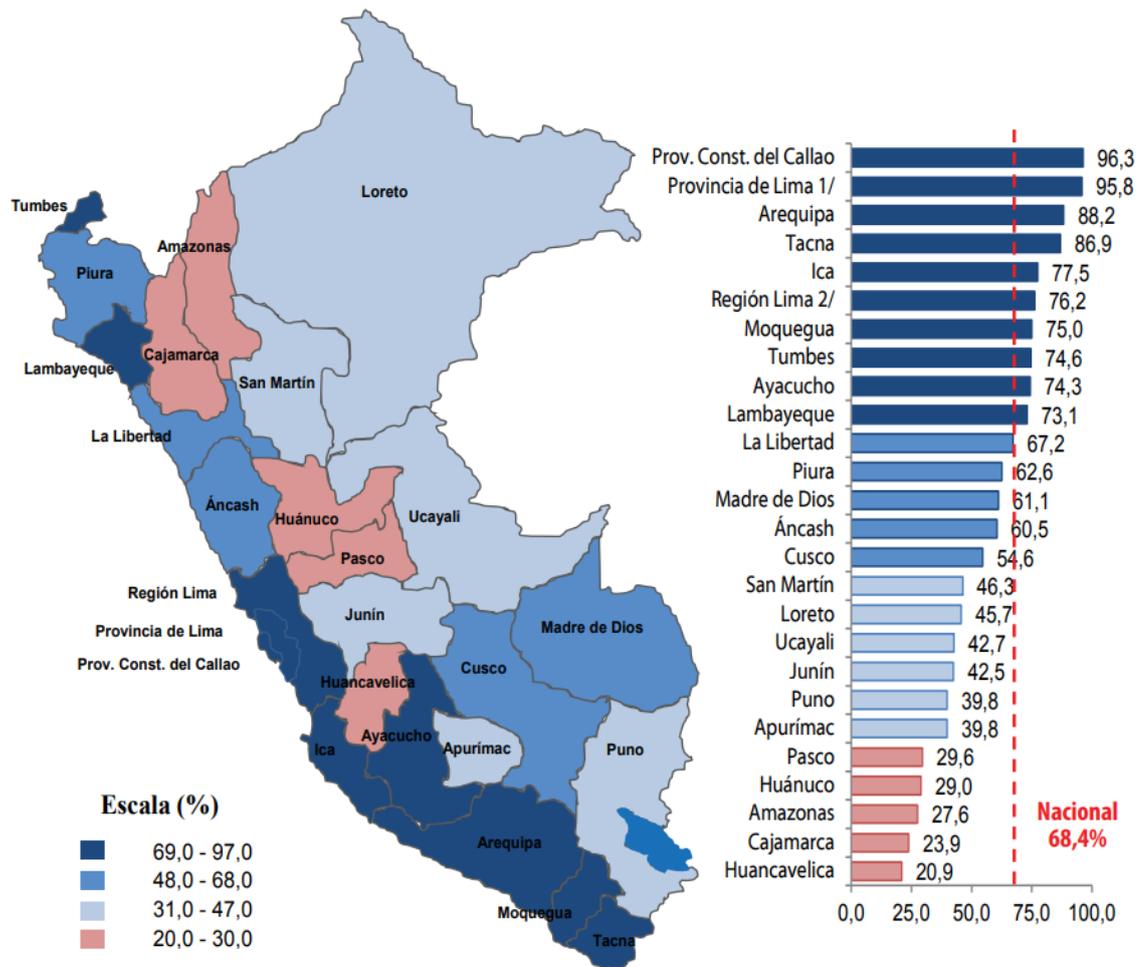
Mapa de déficit/superávit de precipitaciones acumuladas hasta el mes de agosto del año 2019. Comparación con el promedio histórico a la misma fecha entre los años 1981- 2010



Fuente: BBC, 2019

Anexo 2:

Población del Perú que consume agua potable proveniente de una red pública por departamento en el año 2018



Fuente: INEI, 2019

Anexo 3.

Canal pavimentado con piedra

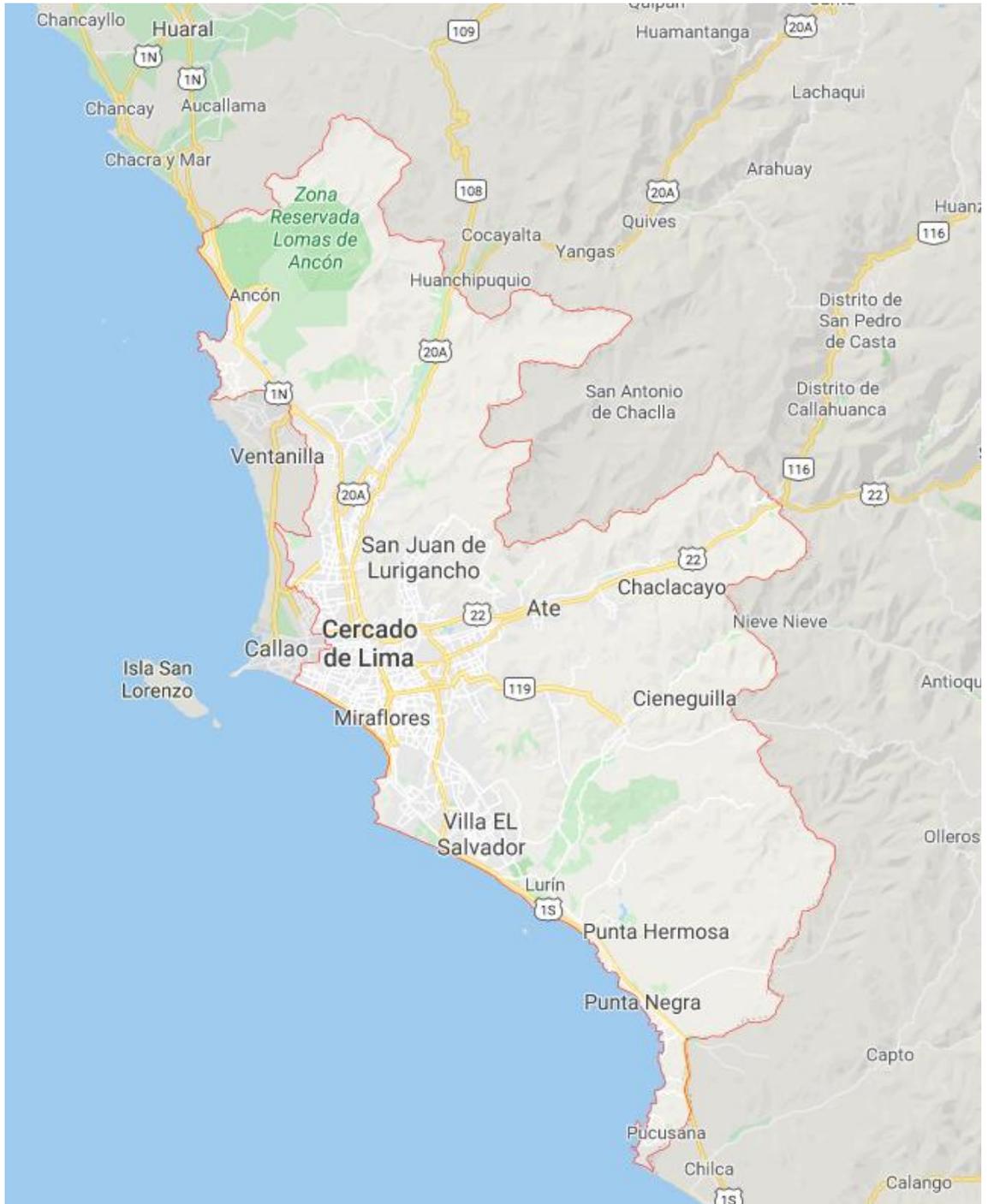


Fuente: Alcayhuamán, 2007

Anexo 4.

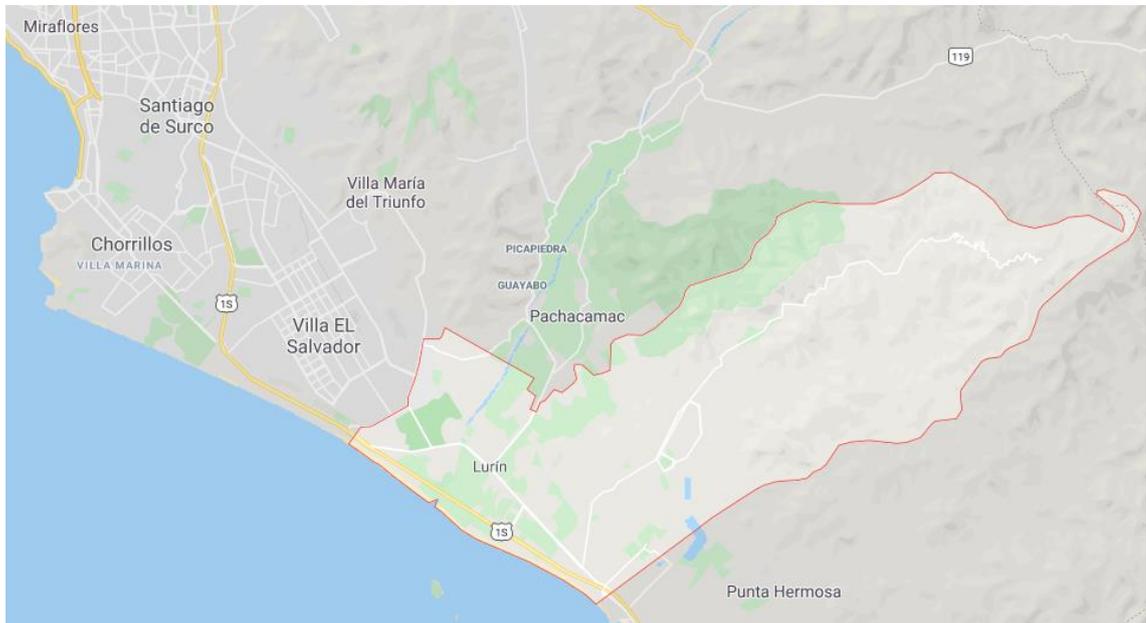
Ubicación del Proyecto:

Provincia de Lima



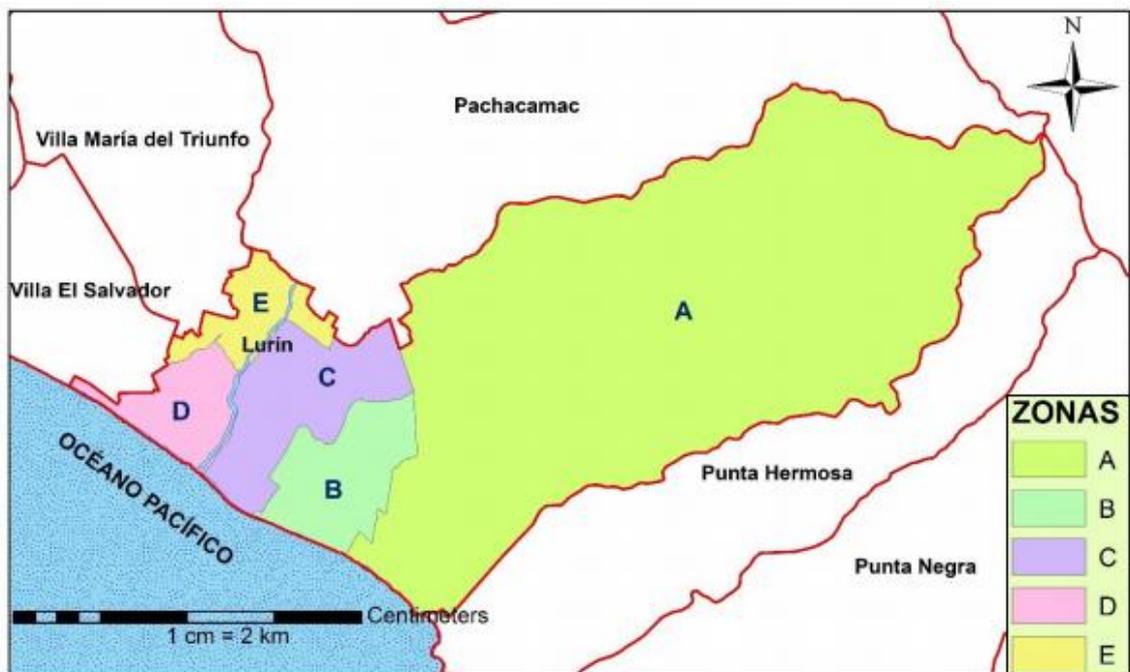
Fuente: Google Maps, 2020

Distrito de Lurín



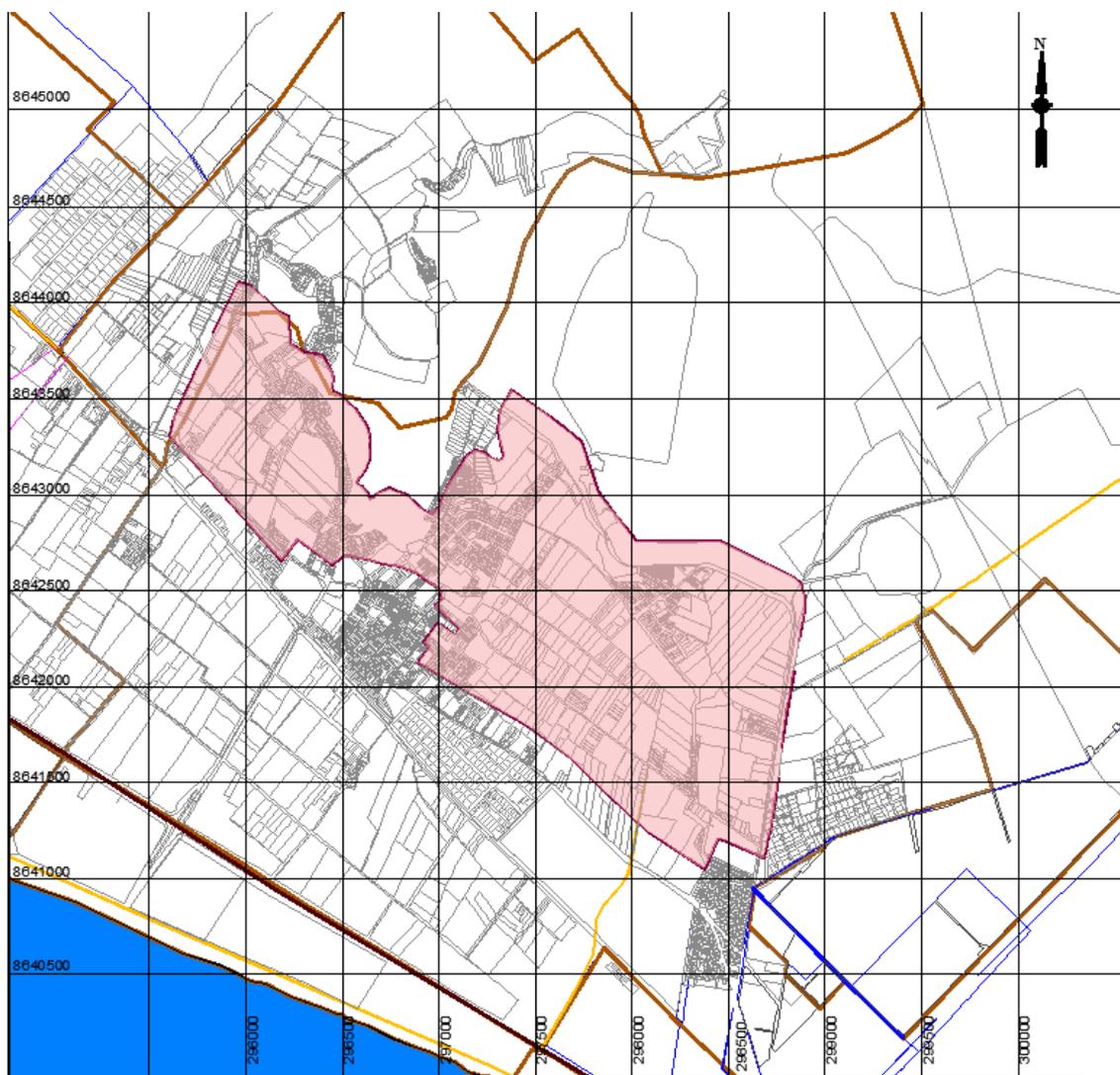
Fuente: Google Maps, 2020

Zonas de Lurín



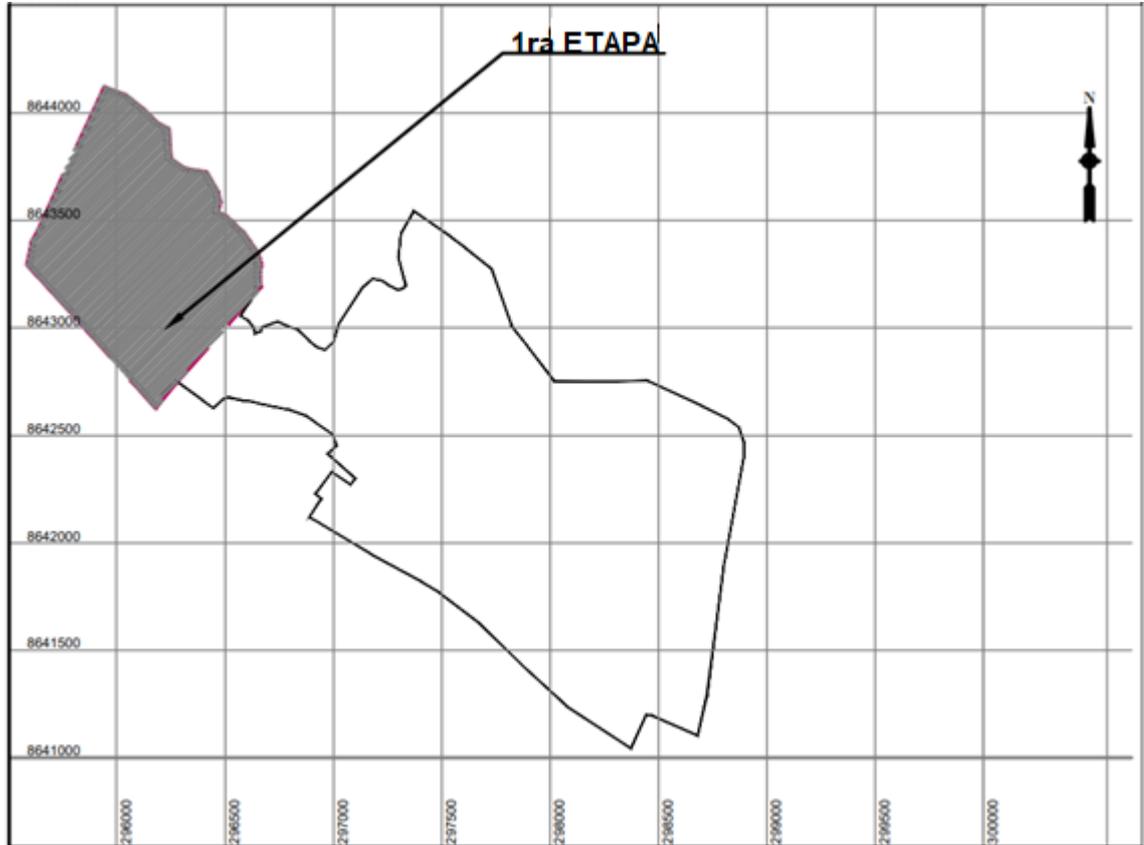
Fuente: Google Maps, 2020

Zona "B" de Huarangal



Adaptado por el autor de Municipalidad de Lurín, 2020

Primera Etapa de la Zona "B" de Huarangal



Elaborado por el autor

Anexo 5:

Provincia de Lima: Población censada y tasa de crecimiento promedio anual, según distrito, 2007 y 2017 (Absoluto y porcentaje)

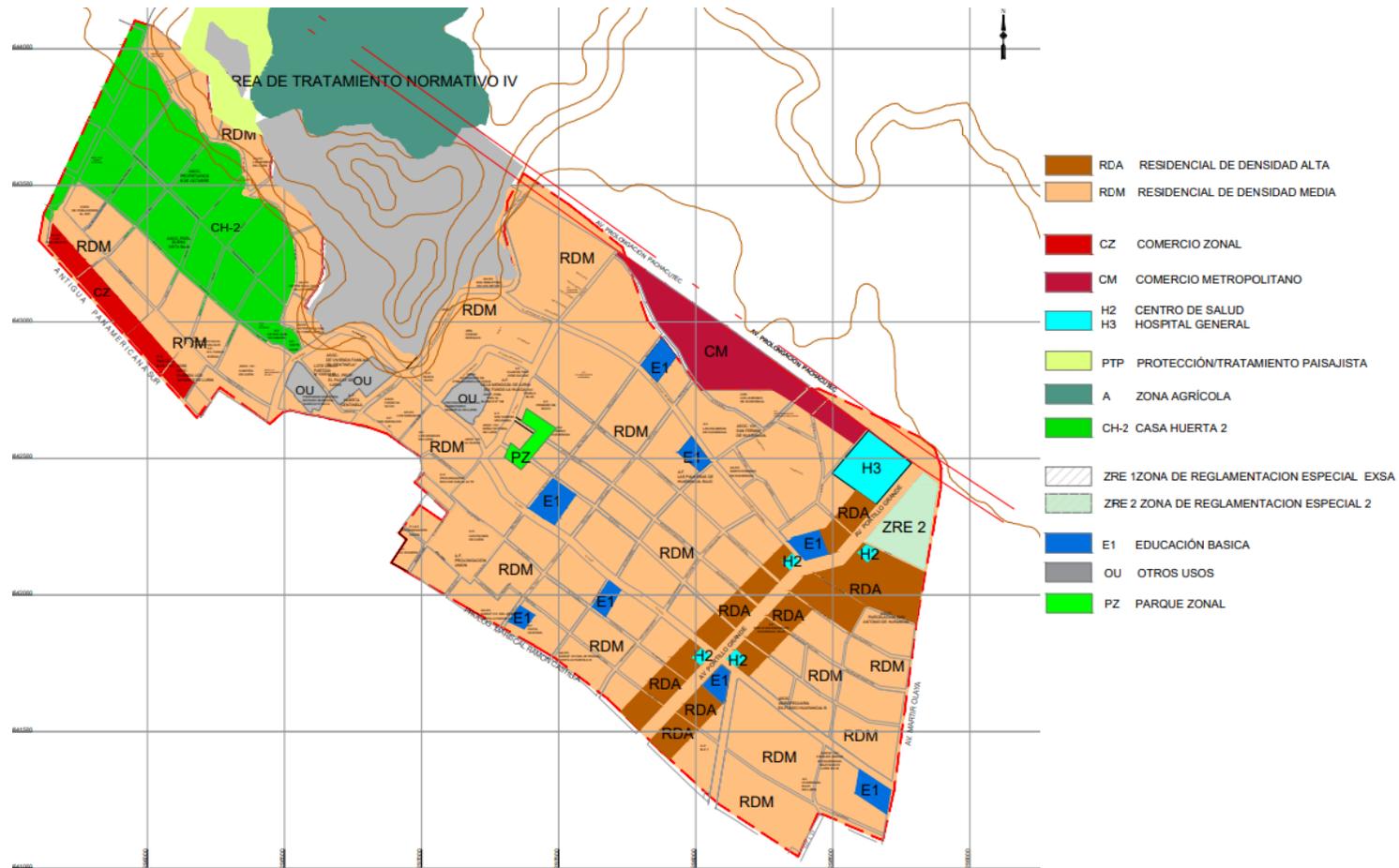
Distrito	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Tasa de crecimiento promedio
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Total	7 605 742	100,0	8 574 974	100,0	969 232	12,7	1,2
Lima	299 493	3,9	268 352	3,1	-311 141	-10,4	-1,1
Ancón	33 367	0,4	62 928	0,7	29 561	88,6	6,5
Ate	478 278	6,3	599 196	7,0	120 918	25,3	2,3
Barranco	33 903	0,4	34 378	0,4	475	1,4	0,1
Breña	81 909	1,1	85 309	1,0	3 400	4,2	0,4
Carabayllo	213 386	2,8	333 045	3,9	119 659	56,1	4,6
Chaclacayo	41 110	0,5	42 912	0,5	1 802	4,4	0,4
Chorrillos	286 977	3,8	314 241	3,7	27 264	9,5	0,9
Cieneguilla	26 725	0,4	34 684	0,4	7 959	29,8	2,6
Comas	486 977	6,4	520 450	6,1	33 473	6,9	0,7
El Agustino	180 262	2,4	198 862	2,3	18 600	10,3	1,0
Independencia	207 647	2,7	211 360	2,5	3 713	1,8	0,2
Jesús María	66 171	0,9	75 359	0,9	9 188	13,9	1,3
La Molina	132 498	1,8	140 679	1,6	8 181	6,2	0,6
La Victoria	192 724	2,5	173 630	2,0	-19 094	-9,9	-1,0
Lince	55 242	0,7	54 711	0,6	-531	-1,0	-0,1
Los Olivos	318 140	4,2	60 290	3,8	7 744	2,4	0,2
Lurigancho	169 359	2,2	240 814	2,8	71 455	42,2	3,6
Lurín	62 940	0,8	89 195	1,0	26 255	41,7	3,5
Magdalena del Mar	50 764	0,7	60 290	0,7	9 526	18,8	1,7
Pueblo Libre	74 164	1,0	83 323	1,0	9 159	12,3	1,2
Miraflores	85 065	1,1	99 337	1,2	14 272	16,8	1,6
Pachacámac	68 441	0,9	110 071	1,3	41 630	60,8	4,9
Pucusana	10 633	0,1	14 891	0,2	4 258	40,0	3,4
Puente Piedra	233 602	3,1	329 675	3,8	96 073	41,1	3,5
Punta Hermosa	5 762	0,1	15 874	0,2	10 112	175,5	10,7
Punta Negra	5 284	0,1	7 074	0,1	1 790	33,9	3,0
Rimac	176 169	2,3	174 785	2,0	-1 384	-0,8	-0,1
San Bartolo	5 812	0,1	7 482	0,1	1 670	28,7	2,6
San Borja	105 076	1,4	113 247	1,3	8 171	7,8	0,8
San Isidro	58 056	0,8	60 735	0,7	2 679	4,6	0,5
San Juan de Lurigancho	898 443	11,8	1 038 495	12,1	140 052	15,6	1,5
San Juan de Miraflores	362 643	4,8	355 219	4,2	-7 424	-2,0	-0,2
San Luis	54 634	0,7	52 082	0,6	-2 552	-4,7	-0,5
San Martín de Porres	579 561	7,6	654 283	7,6	74 522	12,9	1,2
San Miguel	129 107	1,7	155 384	1,8	26 277	20,4	1,9
Santa Anita	184 614	2,4	196 214	2,3	11 600	6,3	0,6
Santa María del Mar	761	0,0	999	0,0	238	31,3	2,8

Santa Rosa	10 903	0,1	27 863	0,3	16 960	155,6	9,8
Santiago de Surco	289 597	3,8	329 152	3,9	39 555	13,7	1,3
Surquillo	89 283	1,2	91 023	1,1	1 740	1,9	0,2
Villa el Salvador	381 790	5,0	393 254	4,6	11 464	3,0	0,3
Villa María del Triunfo	378 470	5,0	398 433	4,6	19 963	5,3	0,5

Fuente: INEI, 2018

ANEXO 6.

Zonificación de la Zona “B” De Huarangal, Distrito de Lurín, Lima



Fuente: Municipalidad de Lurín, 2020

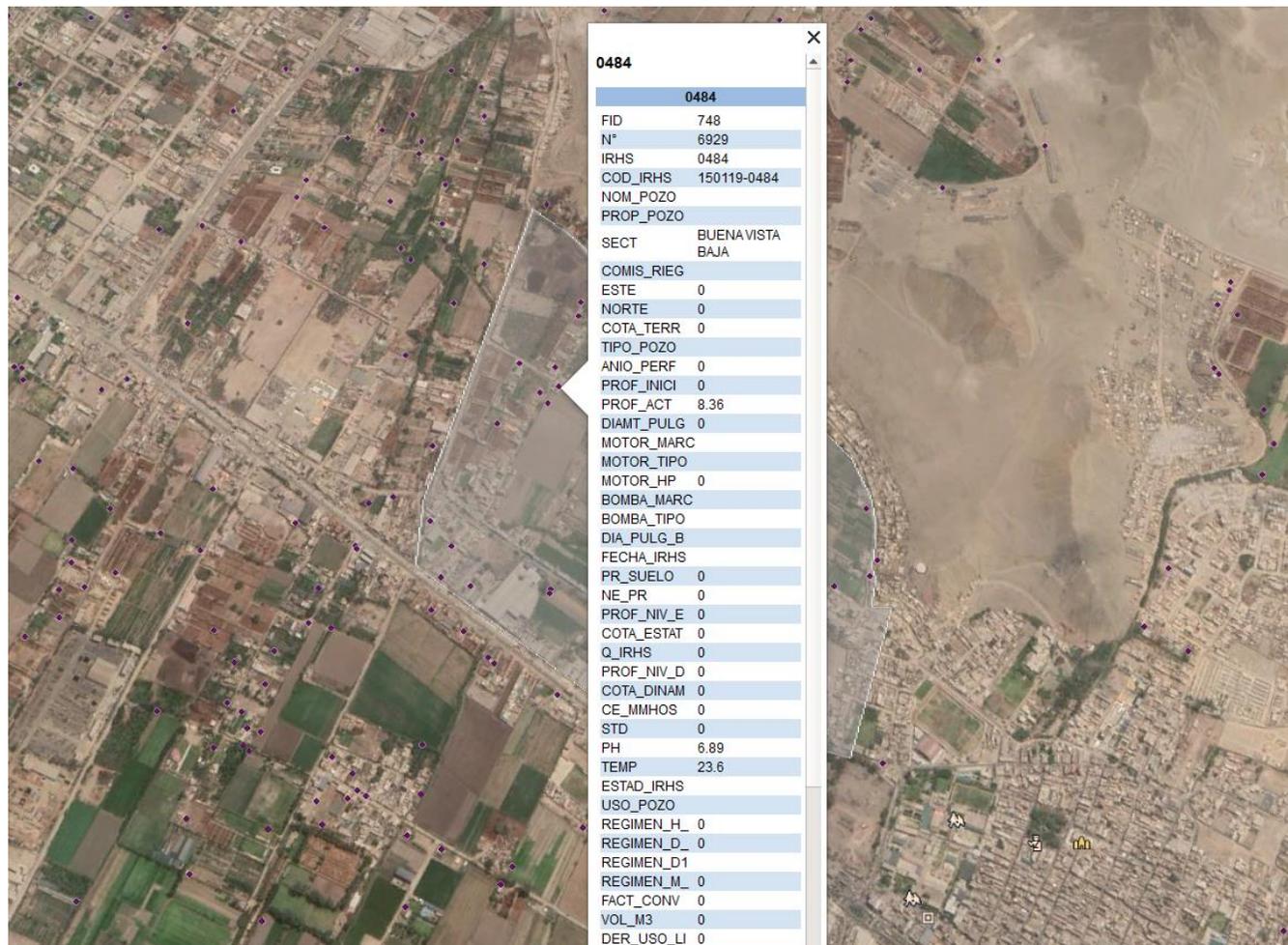
ANEXO 7.

Pozos identificados por la Autoridad Nacional del Agua (A.N.A.) en la Zona de Estudio.



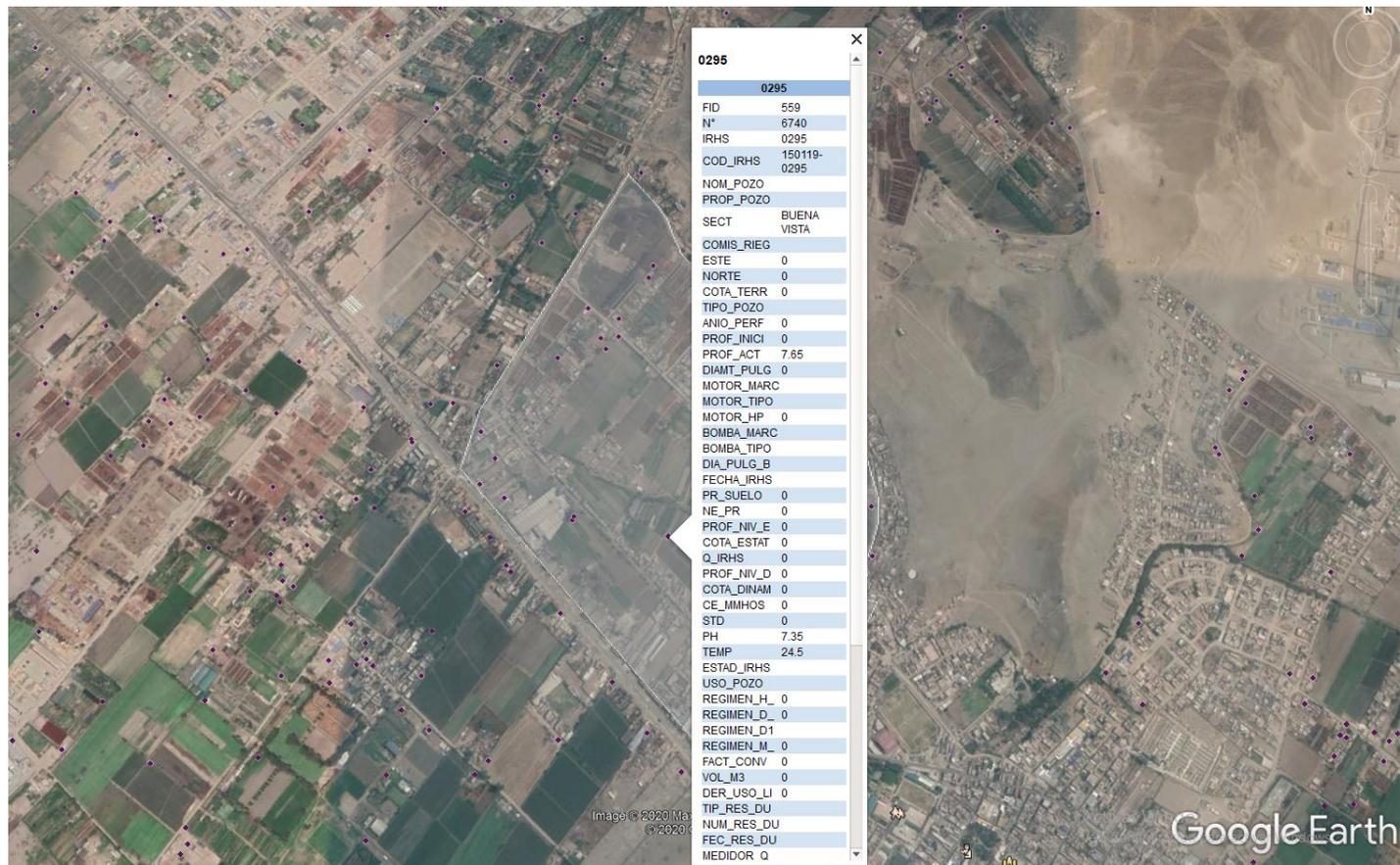
Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2014)

Pozo Número 484



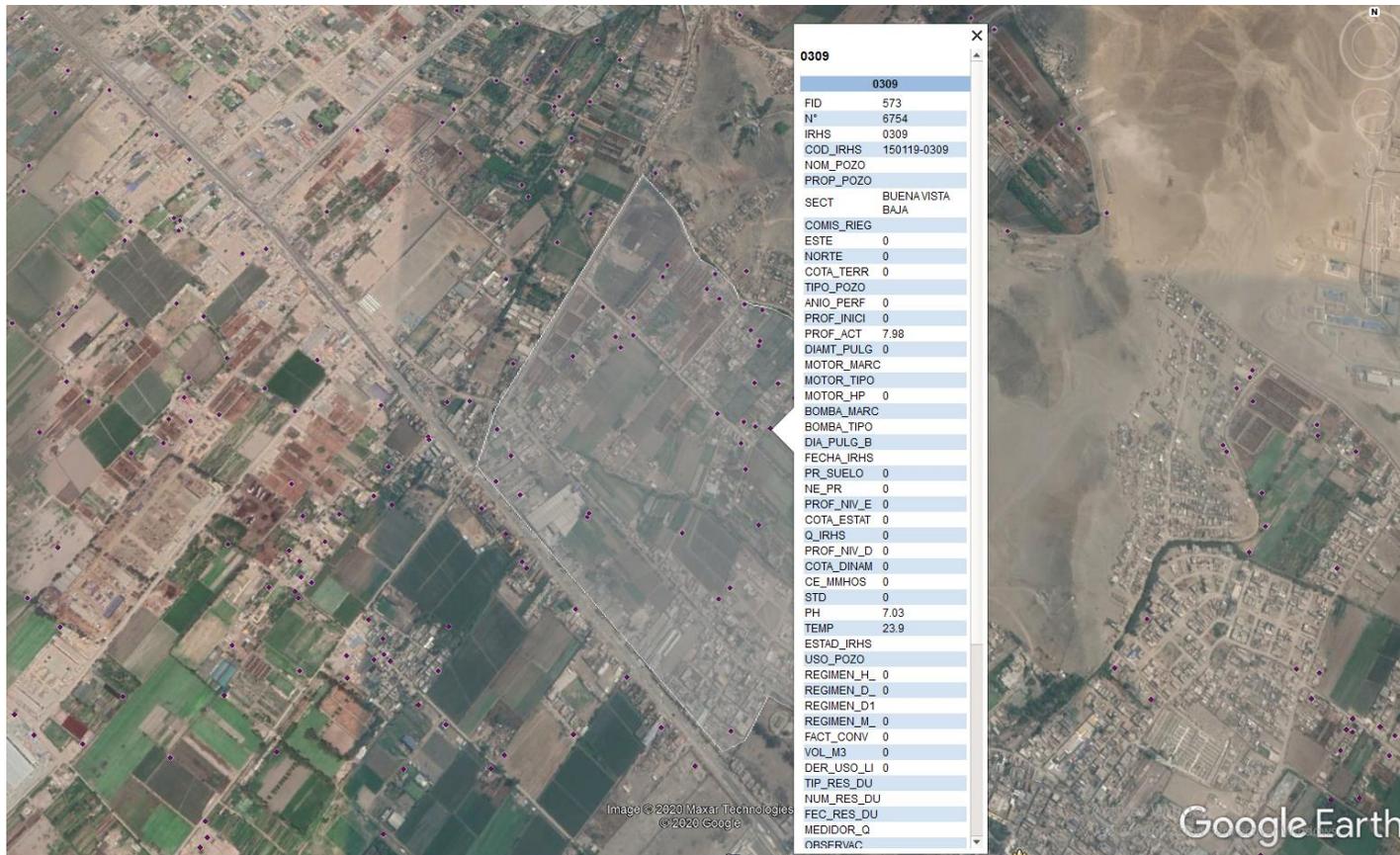
Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2014)

Pozo Número 295



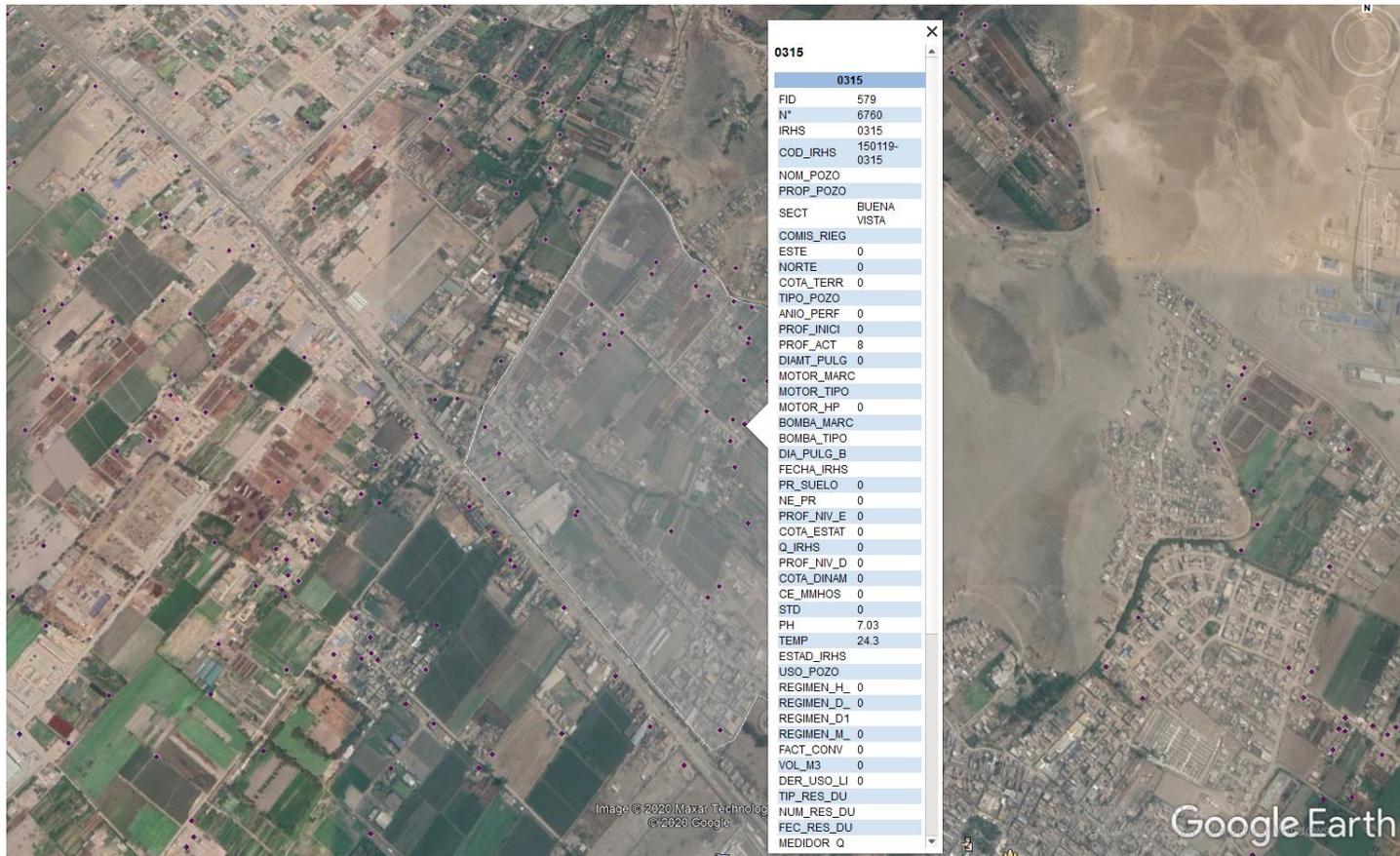
Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2014)

Pozo Número 309



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2014)

Pozo Número 315



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2014)

ANEXO 8.

Características técnicas, mediciones y volúmenes de explotación de pozos (295, 309, 315 y 484)

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA		PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO						NIVELES DE AGUA Y CAUDAL						C.E.				EXPLOTACIÓN						COORDENADAS UTM WG84	
		ERREN	Tipo	Prof. Ac (m)	Diámetro	MOTOR			BOMBA			FECHA	P.R. SUEL (m)	N. ESTÁTICO (m.s.n.m)	CAUDAL (l/s)	N. DINÁMICO (m.s.n.m)	R.A.	mS/cm a 25°C	pH	TDS ppt	T	ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	ESTE	NORTE	
						MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO	HP													h/d	d/m	m/a				
																														h/d
291	CARLOS INGA NESTARES	26.00	TA	4.99	0.72	JIANG DONG	G	5.5	JIANG DONG	CS	5.5	23/09/2014	0.31	3.72	22.28	6.00	26.00	3.08	7.44	154	22.80	UTILIZADO	P	0.50	30	12	3888.00	297590	8643316	
292	FRANCISCO HINOSTROZA AYALA	10.00	TA	5.20	1.40	PEDROLLO	E	1.5	PEDROLLO	CS	1.5	26/11/2014	0.50	4.15	5.85	2.00	10.00	2.07	7.26	103	22.07	UTILIZADO	D	2.00	12	12	2073.60	297682	8643197	
293	CALLE GUADALUFO SILVA	26.00	TA	3.77	1.20							17/11/2014	0.23	1.92	24.08		26.00											0.00	296175	8642714
294	FELIX GRACIA RUIZ	32.00	TA	7.85	1.30	KARSON	E	1.0	KARSON	CS	1.0	17/11/2014	0.85	2.25	29.75	1.50	32.00	3.62	7.19	181	24.10	UTILIZADO	D	1.00	30	12	1944.00	296186	8643007	
295	PEDRO MONTELLANO CHUMBITAZ	27.00	TA	7.65	1.20	HIDROSTAL	E	9.0	HIDROSTAL	CS	9.0	17/11/2014	0.55	2.65	24.35	8.00	27.00	3.38	7.35	169	24.50	UTILIZADO	A	6.00	2	3	1036.80	296083	8643123	
296	SIMON MARTINEZ STANISLAO	27.00	T	72.80	0.40	DESCONOCIDO	E	1.0	DESCONOCIDO	CS	1.0	17/11/2014	0.00	1.78	25.22	1.50	27.00	3.11	8.32	155	24.30	UTILIZADO	D	1.00	30	12	1944.00	295881	8643169	
297	SIMON MARTINEZ STANISLAO	28.00	TA	4.93	1.27							18/11/2014	0.00	1.87	26.13		28.00											0.00	296150	8642988
298	ELIO SAAVEDRA CHUNGA	26.00	TA	1.52	0.70	HIDROSTAL	E	1.0	HIDROSTAL	CS	1.0	18/11/2014	0.48	0.42	25.58	1.50	26.00	2.47	7.50	123	21.30	UTILIZADO	D	0.50	30	12	972.00	295652	8643360	
299	MAXIMILIANA ESCOBAR	24.00	TA	6.80	1.40	WATER PUMP	E	0.5	WATER PUMP	CS	0.5	17/11/2014	0.00	2.08	21.92	1.00	24.00	3.09	7.58	154	24.50	UTILIZADO	D	1.00	4	12	172.80	295681	8643300	
300	MAXIMO HUAMAN CHAUCA	28.00	TA									17/11/2014			28.00		28.00											0.00	295674	8643518
301	VICTORIA GUTIERREZ DE FRANCIA	12.00	TA	2.85	0.80							26/11/2014	0.00	1.20	10.80		12.00	2.06	6.21	103	22.30	UTILIZADO	D		30	12	43.20	295680	8643125	
302	ISAAC MAMANI CODPA	30.00	TA	10.82	1.20	BRIGGS STRATTON	G	16.0	BRIGGS STRATTON	CS	16.0	17/11/2014	0.50	2.60	27.40	12.00	30.00	3.57	7.08	181	24.40	UTILIZADO	A	5.00	12	12	3104.00	295659	8643719	
303	AGUSTIN CORO CAMASI	12.00	TA	4.55	1.00	HONDA	G	3.5	HONDA	CS	3.5	26/11/2014	-0.20	1.16	10.84	4.00	12.00	2.14	7.32	170	22.14	UTILIZADO	A	2.00	8	12	2764.80	295720	8643064	
304	VICTOR ENCISO SALCEDO	32.00	TA	10.85	1.25	PEDROLLO	E	3.0	PEDROLLO	CS	3.0	04/11/2014	0.00	4.20	27.80	5.00	32.00	3.40	6.87	170	23.50	UTILIZADO	A	6.00	4	12	5184.00	295221	8643889	
305	CESAR GARAY MAYO	34.00	TA	10.77	1.20	HONDA	G	2.0	POWER MATCH	CS	0.5	03/09/2014	0.33	1.66	32.34	2.00	34.00	3.89	7.05	190	24.40	UTILIZADO	A	6.00	4	5	864.00	295900	8643647	
306	FREDY BERNEDO FLORES	36.00	TA	5.72	1.20	PENTAX	E	1.5	PENTAX	CS	1.5	04/11/2014	0.78	3.02	32.98	2.00	36.00	3.72	6.73	186	23.50	UTILIZADO	D	1.00	12	12	1036.80	295280	8644103	
307	ALEJANDRO VILLAGARAY RIVERA	13.00	TA	6.61	1.30							18/11/2014	0.00	1.21	11.79		13.00	3.20	7.02	150	23.90	UTILIZADO	D		30	12	216.00	296227	8643478	
308	BASILIA RUIZ DE AUQUI	25.00	TA	3.58	1.15							17/11/2014	0.22	2.28	22.72		25.00	3.61	6.97	181	20.90	UTILIZADO	D		30	12	216.00	296217	8643371	
309	ERNESTO BRAVO ARIAS	27.00	TA	7.98	1.20	DESCONOCIDO	D	12.0	DESCONOCIDO	CS	12.0	03/09/2014	0.74	1.56	25.44	15.00	27.00	3.79	7.03	190	23.90	UTILIZADO	A	6.00	8	5	12960.00	296284	8643359	
310	RICARDO RAMOS MORALES	16.00	TA	4.50	1.20							27/11/2014	0.15	1.54	14.46		16.00	3.02	7.22	151	22.07	UTILIZABLE					0.00	294748	8643868	
311	TEOFILO ROBLES OLIVERA	27.00	TA	6.83	1.14	BRIGSS SATRATOR	G	5.5	BRIGSS SATRATOR	CS	5.5	04/09/2014	0.45	1.88	25.12	8.00	27.00	5.24	6.97	2.64	22.30	UTILIZADO	A	5.00	4	4	2304.00	296262	8643567	
312	TEOFILO ROBLES OLIVERA	11.00	TA	8.71	1.20							04/09/2014	0.24	2.11	8.89		11.00	3.93	6.91	196	22.90	UTILIZADO	D		30	12	14.40	296338	8643431	
313	MARIA CANCHO DE RODRIGUEZ	24.00	TA	5.30	1.00	MARKERS	E	1.0	MARKERS	CS	1.0	17/11/2014	0.80	2.19	21.81	1.50	24.00	4.34	7.24	2.17	24.10	UTILIZADO	A	1.00	2	12	129.60	296425	8643051	
314	EDDY MESCUA SANTOS	29.00	TA	5.10	1.20	PEDROLLO	E	0.5	PEDROLLO	CS	0.5	18/11/2014	0.50	2.17	26.83	1.00	29.00	3.26	7.29	1.63	21.20	UTILIZADO	P	1.00	8	12	345.60	296215	8643268	
315	CESAR RODRIGUEZ CANCHO	24.00	TA	8.00	1.20	BRIGGS STRATTON	G	16.0	BRIGGS STRATTON	CS	16.0	17/11/2014	0.80	1.75	22.25	13.00	24.00	3.12	7.03	156	24.30	UTILIZADO	A	3.00	4	2	1123.20	296221	8643243	
316	MELITON CARDENAS PALOMINO	27.00	TA	6.60	1.15	PEDROLLO	E	0.5	PEDROLLO	CS	0.5	02/09/2014	0.30	1.80	25.20	1.00	27.00	3.98	6.98	197	22.50	UTILIZADO	A	2.00	8	12	691.20	296153	8643397	
317	CESAR RODRIGUEZ CANCHO	22.00	TA	3.00	0.95	PENTAX	E	0.5	PENTAX	CS	0.5	17/11/2014	0.80	1.50	20.50	1.00	22.00	3.62	7.45	1.69	24.10	UTILIZADO	D	1.00	30	12	1296.00	296256	8643140	
318	GUISELLA VILLAGARAY	28.00	TA	7.00	1.20	MARKERS	E	1.0	MARKERS	CS	1.0	04/09/2014	0.00	1.94	26.06	1.80	28.00	5.58	6.95	2.75	20.93	UTILIZADO	A	0.50	15	12	583.20	296296	8643465	
319	FAMILIA LEON MALPICA	15.00	TA									18/11/2014			15.00		15.00											0.00	296504	8643091



MINISTERIO DE AGRICULTURA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - A.N.A

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

MINAG
Agua Subterráneas 2014
DEPARTAMENTO : LIMA

PROVINCIA : HUARACHIRI

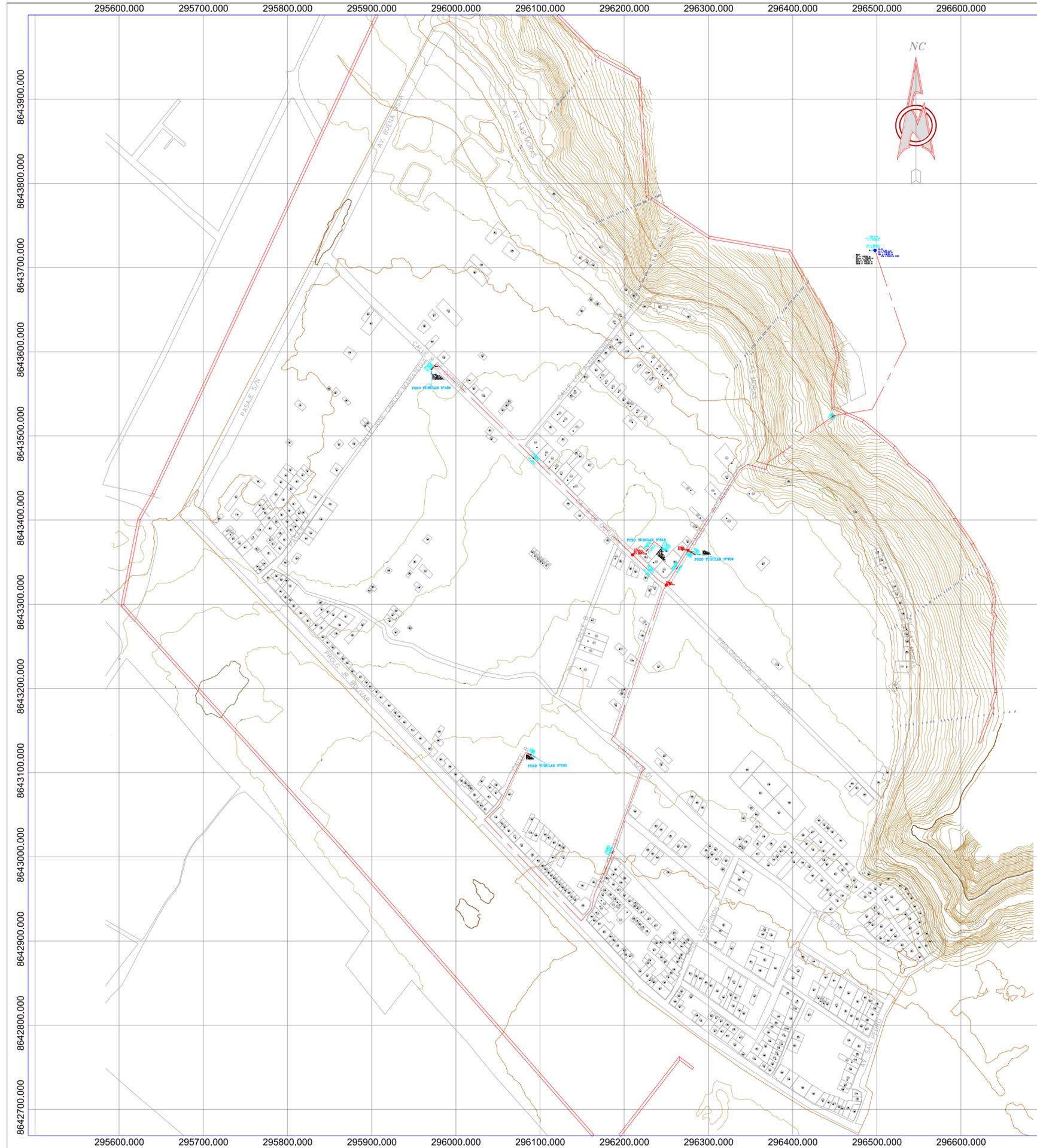


CÓDIGO : 15 - 01 - 19
DISTRITO : LURÍN

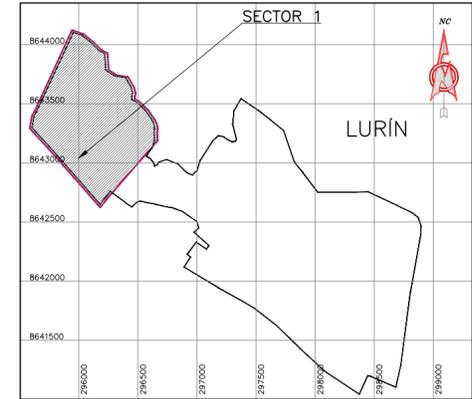
IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA ERREN a. s. n. m.	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO						NIVELES DE AGUA Y CAUDAL						R.A	C.E. mS/cm a 25° C	pH	TDS ppt	T°	EXPLOTACIÓN				COORDENADAS UTM WG84				
			Tipo	Prof. Ac (m)	Diámetro	MOTOR			BOMBA			FECHA	P.R. SUEL (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL (l/s)	N. DINÁMICO						ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	ESTE	NORTE	
						MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO	HP			PROF (m)	m.s.n.m.		PROF (m)								m.s.n.m.	h/d	d/m				m/a
463	ELENA TOMASA PEREZ LEON	15.00	TA	6.45	1.35	PEDROLLO	E	5.0	PEDROLLO	CS	5.0	26/11/2014	0.50	4.37	10.03	7.00	15.00	2.08	7.06	1.04	23.00	UTILIZADO	A	0.75	30	12	6804.00	291725	8644743		
464	JESUZA CANICANI ZEVALLOS	15.00	TA	5.00	1.45	PEDROLLO	E	5.0	PEDROLLO	CS	5.0	26/11/2014	0.70	3.85	11.15	7.00	15.00	2.15	7.14	1.07	22.40	UTILIZADO	D	0.75	30	12	6804.00	291701	8644755		
465	ERASMO HUAMANKOURI	14.00	TA	8.70	1.42	PEDROLLO	E	1.5	PEDROLLO	CS	1.5	26/11/2014	0.13	5.01	8.99	3.00	14.00	2.10	7.04	1.05	22.40	UTILIZADO	A	1.00	30	12	3888.00	291669	8644758		
466	FRANCISCO VICENTE BRAVO	50.00	TA	6.95	1.06							03/09/2014	1.15	6.45	43.55		50.00	4.60	7.55	2.30	21.10	UTILIZABLE	A				0.00	296505	8644290		
467	FRANCISCO VICENTE BRAVO	55.00	TA	9.30	1.30	DESCONOCIDO	D	12.0	DESCONOCIDO	CS	12.0	03/09/2014	-2.80	4.75	50.25	15.00	55.00	3.76	6.92	1.86	24.00	UTILIZADO	A	8.00	12	12	62208.00	296573	8644539		
468	FELICIANO PINCO PAREDES	54.00	TA	9.23	1.00	PEDROLLO	E	1.0	PEDROLLO	CS	1.0	03/09/2014	0.00	7.40	46.60	2.00	54.00	2.81	7.17	1.40	25.20	UTILIZADO	D	0.20	30	12	518.40	296486	8644225		
469	FAMILIA IGLESIAS	30.00	TA	11.40	1.35							26/11/2014	0.65	5.49	24.51		30.00	3.40	6.94	1.70	22.60	UTILIZABLE					0.00	296591	8644322		
470	FAMILIA ARAGON	57.00	TA									26/11/2014			57.00		57.00					NO UTILIZABLE						0.00	301288	8639936	
471	C. SANTO JARDINES PAZ DE LURIN S. A.	12.00	TA	7.05	1.70	HIDROSTAL	E	1.0	HIDROSTAL	CS	1.0	26/11/2014	1.58	2.53	9.47	1.50	12.00	4.90	7.14	2.45	21.80	UTILIZADO	D	8.00	30	12	15552.00	296639	8641038		
472	MARITZA ARAGON	84.00	TA	60.00	1.45	HIDROSTAL	E	8.0	HIDROSTAL	CS	8.0	26/11/2014	0.31	55.70	28.30	10.00	84.00	4.30	7.10	2.15	22.60	UTILIZADO	D	1.50	24	12	15552.00	301286	8639976		
473	CRIADERO TRADICIONES M&F	27.00	TA	6.92	1.20	PEDROLLO	E	1.0	PEDROLLO	CS	1.0	25/09/2014	0.70	2.25	24.75	1.50	27.00	3.28	7.18	1.64	18.90	UTILIZADO	P	1.00	30	12	1944.00	295380	8642811		
474	FELIX CHIPAO	55.00	TA	47.25	1.65	HIDROSTAL	E	11.0	HIDROSTAL	CS	11.0	26/11/2014	0.54	44.60	10.40	12.00	55.00	4.20	6.94	2.10	23.00	UTILIZADO	A	2.00	30	12	3104.00	301078	8639565		
475	ALIPID MOTTA DAVALOS	58.00	TA	56.25	1.50	ELECTRIC	E	12.0	ELECTRIC	CS	12.0	26/11/2014	0.43	52.32	5.68	10.00	58.00	5.00	7.02	2.50	21.50	UTILIZADO	A	1.00	16	12	6912.00	301227	8639683		
476	AURELIO VEGA	65.00	TA	61.11	1.45	ELECTRIC	E	9.0	ELECTRIC	CS	9.0	26/11/2014	0.00	57.19	7.81	8.00	65.00	4.28	7.23	2.14	22.14	UTILIZADO	A	2.00	16	12	11059.20	301110	8639594		
477	LURILAC	55.00	TA	58.60	1.50	DESCONOCIDO	E	5.0	DESCONOCIDO	CS	5.0	26/11/2014	0.48	54.41	0.59	6.00	55.00	3.22	7.04	1.61	22.03	UTILIZADO	D	1.00	30	12	7776.00	301024	8639466		
478	VICTOR NINA PONCE	52.00	TA	53.00	1.75	DESCONOCIDO	E	5.0	DESCONOCIDO	CS	5.0	26/11/2014	0.61	51.00	1.00	7.00	52.00	4.80	7.22	2.40	22.38	UTILIZADO	D	1.00	12	12	3628.80	300908	8639430		
479	HUGO MEZARINA SALINAS	58.00	TA	56.60	1.45							26/11/2014	0.45	51.93	6.07		58.00	4.50	6.84	2.30	23.50	UTILIZABLE					0.00	300800	8639389		
480	RAQUEL LUDEÑA MOLEDO	45.00	TA	49.75	1.45	HIDROSTAL	E	8.0	HIDROSTAL	CS	8.0	26/11/2014	0.00	47.25	-2.25	9.00	45.00	2.18	7.22	1.09	22.32	UTILIZABLE	D	4.00	8	12	12441.60	300562	8639153		
T= Tubular				E= Eléctrico								TV= Turbina Vertical																			
TA= Tajo Abierto				D= Diesel																											
M= Mixto				G= Gasolero																											
481	ASOCIACION AGROPECUARIA SUMAC PACHA	58.00	TA	52.79	1.60	HIDROSTAL	E	5.0	HIDROSTAL	CS	5.0	26/11/2014	0.68	48.10	9.90	6.00	58.00	3.23	7.22	1.61	22.03	UTILIZADO	D	2.00	30	12	15552.00	300743	8639082		
482	SECTOR SUMAC PACHA	45.00	T	15.40	0.40							26/11/2014			45.00		45.00					NO UTILIZABLE							0.00	300659	8639603
483	SECTOR ZONA INDUSTRIAL	56.00	TA	48.15	1.37							26/11/2014	0.77	45.50	10.50		56.00		4.14	6.86	2.07	23.22	UTILIZABLE					0.00	300740	8640015	
484	ALFREDO QUILCA QUISPE	39.00	TA	8.36	1.26	HONDA	G	12.0	HONDA	CS	12.0	04/09/2014	0.30	1.73	37.27	14.00	39.00	3.61	6.89	1.81	23.60	UTILIZADO	A	8.00	20	4	32256.00	295967	8643582		
485	HERCO	31.00	TA	6.12	1.30	ELECTRIC	E	2.0	ELECTRIC	CS	2.0	26/11/2014	0.00	1.75	23.25	2.50	31.00	4.33	7.22	2.16	23.14	UTILIZADO	D	1.00	20	12	2160.00	297428	8640475		
486	ERNESTO BRAVO ARIAS	28.00	TA	7.72	1.00	BRIGGS STRATTON	G	10.0	BRIGGS STRATTON	CS	10.0	03/09/2014	0.28	2.12	25.88	12.00	28.00	4.65	6.96	2.33	23.90	UTILIZADO	A	6.00	8	5	10368.00	296405	8643236		
487	CRIADERO TRADICIONES M&F	26.00	TA	7.53	1.20							25/09/2014	0.77	1.78	24.22		26.00	3.61	7.06	1.81	18.90	UTILIZABLE	A					0.00	295256	8642657	
488	ERNESTO BRAVO ARIAS	12.00	TA	2.55	0.60							03/09/2014	0.40	2.50	9.50		12.00	1.23	7.34	0.62	21.00	UTILIZABLE	A					0.00	296506	8643057	

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2014)

PLANOS



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA: 1/50000



NOMENCLATURA	
DN: DIAMETRO NOMINAL O COMERCIAL	● NODO
CH: COTA HIDRAULICA	□ RESERVORIO
Q: CAUDAL UNITARIO	⚡ VÁLVULA ROMPE PRESIÓN
PS: PRESIÓN DE SALIDA	⊗ VÁLVULA DE CONTROL
EMAX: ALTURA MÁXIMA	⊕ POZO
EMIN: ALTURA MÍNIMA	⊙ BOMBA
EINI: ALTURA INICIAL	
EBAS: ALTURA BASE	
CT: COTA TOPOGRAFICA	
PLI: PRESIÓN DE LLEGADA	
PS: PRESIÓN DE SALIDA	
VC: VALVULA DE CONTROL	
VRP: VALVULA ROMPE PRESION	
Q: CAUDAL	
RV: RESERVORIO	

MEDIDA DE TUBERÍAS DE HIERRO
DÓCTIL CON REVESTIMIENTO



UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Proyecto:

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA DISMINUIR LAS BRECHAS DE ACCESO AL AGUA POR RED
PÚBLICA DE LOS POBLADORES DE LA PRIMERA ETAPA DE LA
ZONA "B" DE HUARANGAL DEL DISTRITO DE LURÍN, LIMA**

**PLANO RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
POTABLE POZOS A RESERVORIO**

Para optar por el título de: Ingeniero Civil

**BACHILLER: DANIEL ARTURO
PÉREZ ESTELA**

Sistema de coordenadas:

Proyección: Universal Transversal Mercator (UTM)

Datum: Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84)

Zona: 18 S

Provincia:

LIMA

Distrito:

LURIN

Asesor:

ING. PAZ ZAGACETA
FERNANDO

Escala:

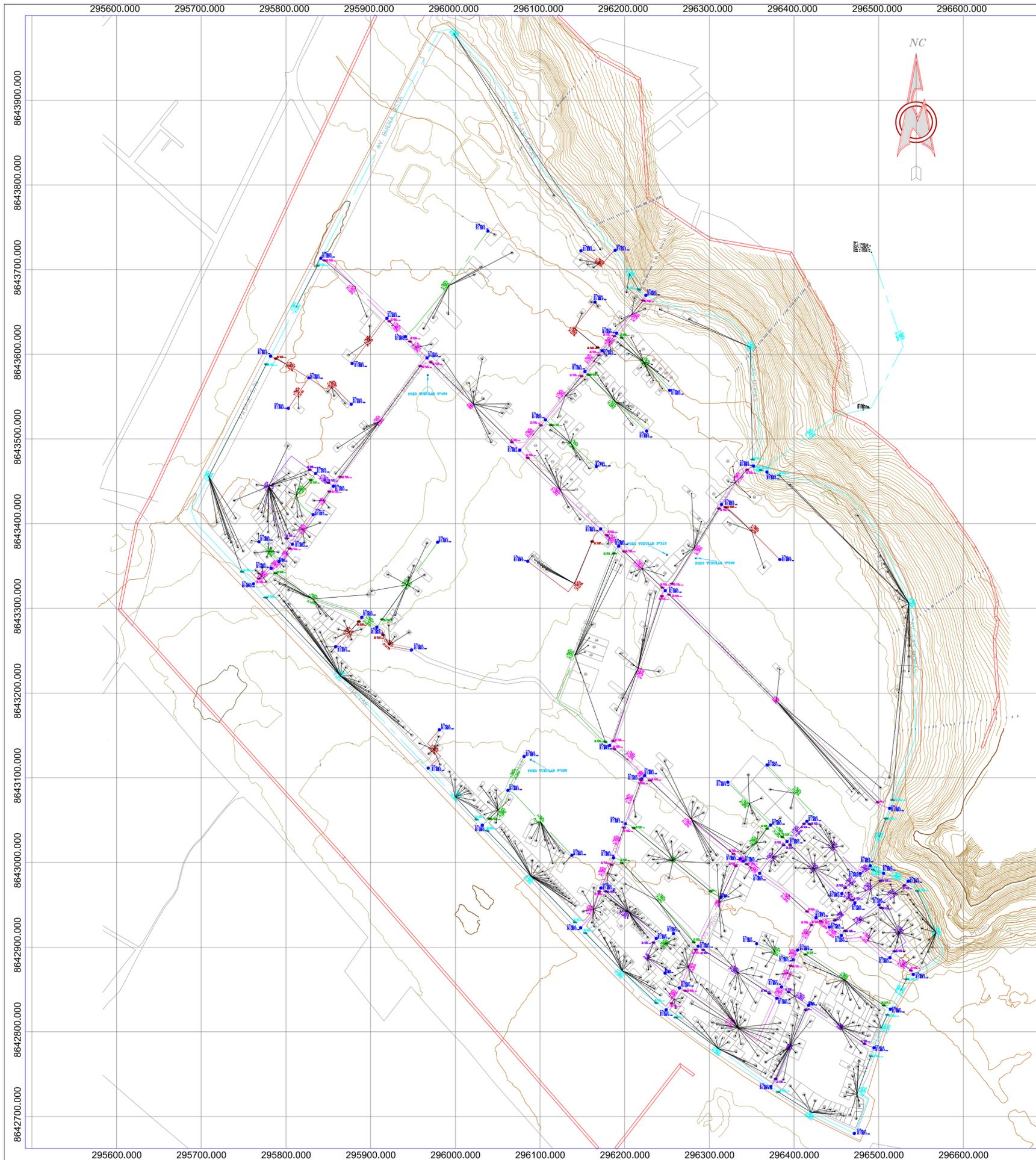
1:7000

Fecha:

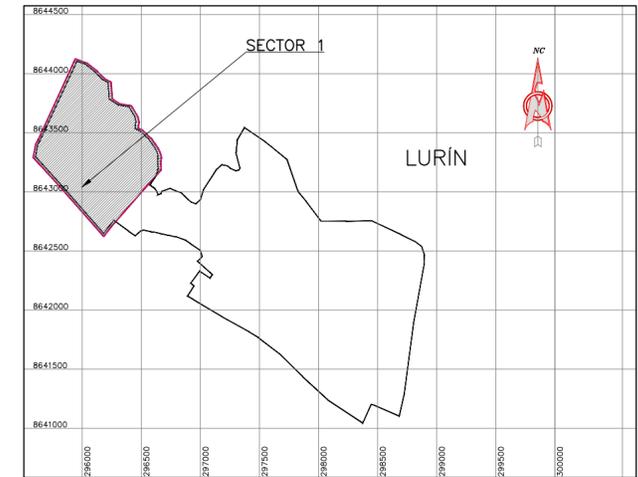
JUNIO 2020

N° Lámina:

P-01



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA: 1/50000



NOMENCLATURA	
DN: DIAMETRO NOMINAL O COMERCIAL	● NODO
CH: COTA HIDRAULICA	□ RESERVORIO
Q: CAUDAL UNITARIO	⊗ VÁLVULA ROMPE PRESIÓN
PS: PRESION DE SALIDA	⊗ VÁLVULA DE CONTROL
EMAX: ALTURA MAXIMA	⊙ POZO
EMIN: ALTURA MINIMA	⊙ BOMBA
EINI: ALTURA INICIAL	
EBAS: ALTURA BASE	
CT: COTA TOPOGRAFICA	
PII: PRESION DE LLEGADA	
PS: PRESION DE SALIDA	
VC: VALVULA DE CONTROL	
VRP: VALVULA ROMPE PRESION	
Q: CAUDAL	
RV: RESERVORIO	

MEDIDA DE TUBERÍAS PVC	
	160 mm
	110 mm
	90 mm
	63 mm
	1 pulgada

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Proyecto:
DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA DISMINUIR LAS BRECHAS DE ACCESO AL AGUA POR RED PÚBLICA DE LOS POBLADORES DE LA PRIMERA ETAPA DE LA ZONA "B" DE HUARANGAL DEL DISTRITO DE LURÍN, LIMA

PLANO RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE RESERVORIO- VIVIENDAS

Provincia: LIMA	Distrito: LURIN	Para optar por el título de: Ingeniero Civil BACHILLER: DANIEL ARTURO PÉREZ ESTELA
Sistema de coordenadas: Proyección: Universal Transversal Mercator (UTM) Datum: Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84) Zona: 18 S		Asesor: ING. PAZ ZAGACETA FERNANDO
Escala: 1:7000	Fecha: JUNIO 2020	N° Lámina: P-02