

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SANTÍSIMA
CRUZ DE SACACHISPA - HUARAL**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL

PRESENTADA POR

Bach. HUAMÁN BARRÓN, KATHERINE NÉLIDA

Bach. LOVATON CERVANTES, MANUEL JESUS

ASESOR: DR. ING. LÓPEZ SILVA, MAIQUEL

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por la fortaleza de continuar este proceso, a mis padres José y Nelly, por su amor, apoyo y sacrificio de todos estos años, a mis hermanos Janet y Richard quienes me apoyaron y aconsejaron a lo largo de mi vida universitaria y gracias por motivarme siempre a seguir adelante.

Katherine Nélica Huamán Barrón

Esta tesis está dedicada a mis familiares, a mis tíos Martín y Lidia, por su apoyo incondicional, quienes son mi mayor motivo y emoción para continuar con un futuro en la ingeniería. Además de cultivar la disciplina y la perseverancia a lo largo de mi carrera universitaria.

Manuel Jesús Lovatón Cervantes

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, nuestras familias, seres queridos, amigos, a nuestra alma máter y nuestro asesor Dr. Ing. Maiquel López Silva y nuestra metodóloga Dra. Ing. Dayma Sadami Carmentes Hernández, que nos guiaron a lo largo de todo este proceso para la elaboración de nuestra investigación y culminar esta meta trazada.

Katherine Huamán y Manuel Lovaton

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.	1
1.1.1 Problema General.....	2
1.1.2 Problemas Específicos	2
1.2 Objetivo General y Específico	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Delimitación de la investigación.....	3
1.3.1 Delimitación temporal.....	3
1.3.2 Delimitación espacial	4
1.3.3 Delimitación de la Temática	5
1.4 Justificación e Importancia	5
1.4.1 Justificación práctica.....	5
1.4.2 Justificación social	6
1.4.3 Importancia	6
1.5 Limitaciones de estudio	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes del estudio de investigación	8
2.1.1 Investigaciones Internacionales	8
2.1.2 Investigaciones Nacionales	11
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Recursos Hídricos	12
2.2.1.1 Hidrología	17
2.2.1.2 Agua Potable	17
2.2.2 Importancia del abastecimiento de agua potable	20
2.2.3 Hidráulica de los sistemas de abastecimiento de agua potable.....	21

2.2.3.1	Sistemas de abastecimiento de agua potable:	22
2.2.3.2	Softwares	33
2.2.3.3	Dotación de agua potable.	33
2.2.3.4	Topografía	35
2.2.4	EMAPA	39
2.3	Definición de términos básicos	45
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.....		46
3.1	Hipótesis.....	46
3.1.1	Hipótesis Principal	46
3.1.2	Hipótesis Secundarias	46
3.2	Variables de Investigación.	46
3.2.1	Variable independiente.....	46
3.2.2	Variable dependiente.....	47
3.2.3	Variable Secundaria	47
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE ESTUDIO		48
4.1	Tipo y nivel	48
4.2	Diseño de Investigación	49
4.3	Población y muestra	49
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección datos	49
4.4.1	Tipos de técnicas e instrumentos.....	49
4.4.2	Instrumentos	51
4.4.3	Criterios de Validez y Confiabilidad de los instrumentos.....	51
4.4.4	Procedimiento para recolección y datos.....	52
4.5	Técnicas para el procedimiento y análisis de la información.....	53
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		54
5.1	Análisis de la dotación de agua.	54
5.1.1	Población futura.	54
5.1.2	Población de Diseño: Población Servida y Población no Servida	54
5.1.3	Periodo De Diseño	55
5.1.4	Estudios De Población	55
5.1.5	Métodos: Determinación - Población de diseño.	56
5.1.6	Parámetros de diseño.....	59

5.2 Características climáticas y topográficas.....	61
5.2.1 Ubicación geográfica.	61
5.2.2 Características mecánicas del suelo.....	66
5.3 Diseño del sistema de abastecimiento de agua.	66
5.3.1 Línea de aducción	66
5.3.2 Cisterna	68
5.3.3 Estación de bombeo	70
5.3.4 Línea de impulsión y reservorio.....	76
5.4 Contratación de hipótesis	94
5.4.1 Hipótesis general:	94
5.4.2 Hipótesis específica 1:	94
5.4.3 Hipótesis específica 2	94
5.4.4 Hipótesis específica 3	95
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXO	100
Anexo 1: Cronograma de actividades.....	101
Anexo 2: Presupuesto.	102
Anexo 3: Matriz de consistencia.....	103
Anexo 4: Plano de ubicación.	104
Anexo 5: Plano topográfico	105
Anexo 6: Válvula rompe presiones.....	106
Anexo 7: Válvula de aire	107
Anexo 8: Válvula de alivio.	108
Anexo 9: Estructura de salida y entrada del reservorio.	109
Anexo 10: Perfil hidráulico	110
Anexo11: Diseño de red en el software Watercad.....	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ubicación de la Investigación.....	5
Figura 2. Ciclo del agua.....	13
Figura 3. Distribución de agua en el mundo.....	15
Figura 4. Porcentaje de hogares que indican tener acceso al agua potable.....	19
Figura 5. Hogares con acceso al agua.....	20
Figura 6. Válvula de aire.....	26
Figura 7. Válvula de purga-AgriExpo.....	26
Figura 8. Cámara rompe-presión.....	27
Figura 9. Línea gradiente hidráulica de la línea impulsión.....	31
Figura 10. Curvas de Nivel de Huaral- Santísima Cruz de Sacachispa Huaral.....	35
Figura 11. Asentamiento humano Santísima cruz de Sacachispa – Huaral.....	36
Figura 12. Mapa de Zonificación Sísmica – Geotécnica.....	37
Figura 13. Captación superficial “El Tronconal” – EMAPA Huaral.....	40
Figura 14. Producción de agua en el año 2006 – EMAPA Huaral.....	41
Figura 15. Caseta de Bombeo ubicado en los granados – EMAPA Huaral.....	42
Figura 16. Caseta de Bombeo ubicado en Chilcal– EMAPA Huaral.....	43
Figura 17. Caseta de Bombeo ubicado en La Huaca– EMAPA Huaral.....	44
Figura 18. Población futura al 2038.....	58
Figura 19. Ubicación del distrito de Huaral.....	62
Figura 20. Ubicación del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa.....	63
Figura 21. Ubicación del asentamiento y curvas de nivel.....	63
Figura 22. Curvas de Nivel de Huaral- Santísima Cruz de Sacachispa Huaral.....	64
Figura 23. Plano de Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio.....	66
Figura 24. Asentamiento humano santísima cruz de Sacachispa.....	67
Figura 25. Fuente de abastecimiento de agua.....	69
Figura 26. Especificaciones de la bomba APM37.....	76
Figura 27. Reservorio plano en corte.....	80
Figura 28. Reservorio plano en planta.....	81
Figura 29. Diseño de la válvula rompe presiones.....	84
Figura 30. Válvula de aire.....	85
Figura 31. Válvula de alivio.....	86

Figura 32. Estructura de entrada y salida del reservorio.....	87
Figura 33. Perfil hidráulico de tuberías.....	88
Figura 34. Diseño de red en Watercad.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población proyectada y tasa de crecimiento 2007 - 2014.....	38
Tabla 2. Tipo de captaciones de agua EMAPA – Huaral.....	38
Tabla 3. Características de operación de los pozos.....	40
Tabla 4. Cuadro de población encuestada.....	56
Tabla 5. Norma de diseño instalaciones sanitarias 0.10.....	59
Tabla 6. Presión de red Huaral – EMAPA.....	68
Tabla 7. Resultados de análisis del diseño de la cisterna.....	70
Tabla 8. Cotas principales de la cisterna.....	71
Tabla 9. Pérdida de carga por fricción en la impulsión.....	73
Tabla 10. Longitud de línea de impulsión.....	73
Tabla 11. Pérdidas internas que se dan en los accesorios de la bomba.....	74
Tabla 12. Pérdidas locales.....	74
Tabla 13. Altura dinámica.....	75
Tabla 14. Potencia de consumo.....	75
Tabla 15. Potencia instalada.....	75
Tabla 16. Resultados de análisis.....	80
Tabla 17. Cotas principales.....	80.
Tabla 18. Cuadro de diseño de redes.....	90
Tabla 19. Matriz de Consistencia.....	105

RESUMEN

La presente investigación tuvo como principal objetivo realizar la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable para el Asentamiento Humano Santísima Cruz de Sacachispa - Huaral". La metodología empleada fue de tipo descriptiva con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), con un diseño no experimental transversal. Es por ello que se evaluó tomar como fuente de agua la red pública EMAPA, las proyecciones para el diseño de la población abastecer futura se estimó con el método de SUNASS con un tiempo de proyección de 20 años, tomando datos estadísticos basados en encuestas propias y por datos estadísticos del INEI, el diseño de la red en base a las normativas de edificaciones del Perú, es por ello que se determinó un diseño de aducción hasta la cisterna ubicada en la cota 220 m.s.n.m. donde por un sistema de bombas en serie con una red de impulsión llega al reservorio ubicado en la cota 290 m.s.n.m. del asentamiento humano, siendo la cota más alta y aprovechar la topografía para plantear la red de distribución por gravedad y desarrollar la modelación en el software Watercad en base a teoremas hidráulicos de diseño.

Las conclusiones obtenidas arrojaron que el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable fue factible debido a que las presiones de dotación de llegada fueron de 15 m.c.a y de la red de distribución oscilan dentro 11m.c.a y 22m.c.a, que se encuentran en el parámetro adecuado al RNE – ISO 010 Y ISO 030. Por último, el tipo de tubería que se selecciona es de clase 10 que aguantará hasta a 50 m.c.a. donde se determinó que las velocidades de flujo de diseño oscilarán entre 0.76m/s y 3.10 m/s.

Palabras Clave: Abastecimiento de agua, Asentamientos humanos, Dotación, Presión, agua potable.

ABSTRACT

The main objective of the present investigation was to carry out the proposal of the drinking water supply system for the Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral, Human Settlement ". The methodology used was descriptive with a mixed approach (quantitative and qualitative), with a non-experimental cross-sectional design. That is why it was evaluated to take the EMAPA public network as a source of water, the projections for the design of the future supply population were estimated with the SUNASS method with a projection time of 20 years, taking statistical data based on our own surveys and Based on statistical data from INEI, the design of the network based on the building regulations of Peru, which is why an adduction design was determined up to the cistern located at 220 meters above sea level. where by a system of pumps in series with a supply network it reaches the reservoir located at 290 m.a.s.l. of human settlement, being the highest elevation and taking advantage of the topography to propose the distribution network by gravity and develop the modeling in the Watercad software based on hydraulic design theorems.

The conclusions obtained showed that the design of the drinking water supply system was feasible due to the fact that the arrival endowment pressures were 15 cubic meters and the distribution network oscillates between 11 cubic meters and 22 cubic meters, which are located in the parameter suitable for RNE - ISO 010 and ISO 030. Finally, the type of pipe that is selected is class 10 that will hold up to 50 mwc The design flow velocities were also determined to oscillate between 0.76m / s and 3.10 m / s.

Key Words: Water supply, Human settlements, Endowment, Pressure, drinking water.

INTRODUCCIÓN

El derecho humano al agua potable es un recurso básico y necesario, donde de acuerdo al ministerio de vivienda, construcción y saneamiento” en el Perú el 51.7% de hogares acceden al servicio de agua potable en el área urbano y 2.6% en el área rural, esto es debido a la carencia de cobertura y gestión de agua potable (INEI, 2019, p. 68), Donde la falta de dotación al asentamiento humano Santísima cruz de Sacachispa – Huaral, busca desarrollar la presente investigación para su diseño de abastecimiento de acuerdo a las normativas de edificaciones y saneamiento. Cumpliendo con los estándares permitidos para que toda la población de la zona sea beneficiada, mediante un diseño realizado en una modelación en el software Watercad. Con el cual el principal objetivo de investigación es realizar la propuesta de un sistema de abastecimiento de agua potable para el asentamiento humano santísima cruz de Sacachispa- Huaral. La tesis consta de V capítulos las cuales serán descritas según el desarrollo de la investigación.

Capítulo I: Este capítulo aborda la problemática de falta de agua potable en la localidad de Huaral en el asentamiento humano santísima cruz de saca chispa y se centra en el objetivo de los mismos, planteamiento del problema, problema general y específicos, justificación e importancia y limitaciones de la investigación.

Capítulo II: Se presentan antecedentes del estudio en el ámbito nacional e internacional, bases teóricas fundamentadas y la definición de términos básicos de la presente investigación.

Capítulo III: Se plantea las hipótesis y las variables dependientes e independientes.

Capítulo IV: Se presenta la metodología de estudio, mencionando el tipo de técnicas e instrumentos de investigación, diseño, población, muestras de estudio de la investigación, criterios de validez, procedimiento para recolección de datos y análisis de información.

Capítulo V: Se realiza la presentación y análisis de resultados de la investigación, detallando la población proyectada a la cual se realizará el diseño para su dotación necesaria, datos estadísticos para basar los parámetros de diseño del sistema de abastecimiento de agua, que serán en base a una red de línea de aducción con una fuente de agua de una red pública EMAPA, se abastece hasta una cisterna mediante una estación de bombeo llegara al reservorio diseñado, donde por medio de gravedad se realizará el diseño de red con la presión necesaria para cada lote. Finalizando con los resultados para la etapa de la construcción y operación, para poder realizar las conclusiones y recomendaciones correspondientes de la investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.

Uno de los servicios básicos y de falta de abastecimiento en el mundo es el de agua potable, donde según la asamblea general de la ONU y el Consejo De Derechos Humanos reconoció el Derecho Humano al Agua (DHA) en el 2010. Albuquerque (2013) afirma: “Este derecho deriva de un nivel de vida adecuado tal y como se estipula en el artículo 11 del pacto Internacional de derechos económicos, sociales y culturales. Por lo tanto, forman parte de las normas internacionales de derechos humanos” (p.5).

Donde vemos una gran problemática del servicio de agua potable no cubre la necesidad de toda la población, “la comunidad internacional no logra asegurar la disponibilidad de agua potable ni el saneamiento para todos sin discriminación, incluidas las generaciones futuras. Se estima que unos 1.800 millones de personas no tienen acceso al agua potable” (Kyle Onda, 2019, p. 880) “que alrededor de 2200 millones de personas no tienen acceso a este servicio, en consecuencia, alrededor de 29700 niños mueren al año por enfermedades de salubridad a causa de ello” (Naciones Unidas, 2012, p. 15). Del mismo modo, no todos los ciudadanos cuentan con el acceso de agua ya que solo siete de diez personas en el mundo cuentan con este servicio, asimismo seis de diez personas no cuentan con servicios de (alcantarillado-desagüe) de manera segura lo que origina que uno de diez personas realice la defecación al aire libre.

“El 60 % de la población mundial se encuentra en el continente asiático de manera que la demanda de consumo de agua potable representa el 36 % a nivel mundial es por ello existe 48 países considerados inseguros de acuerdo con su escasez de agua y la calidad de agua provenientes a su extracción no cumple con las cantidades permisibles” (UNESCO, 2019, p. 10).

Por otro lado, en Latinoamérica y el caribe existen deficiencias para el acceso a los servicios de agua y desagüe, donde solo el 55% de la zona rural tienen acceso al uso de los servicios de desagüe (alcantarillado) mientras que en las zonas urbanas solo el 86% y con respecto al acceso al agua segura el 97% de las zonas urbanas tienen acceso mientras que en el área rural solo el 80% como se muestra en la Figura N°2 (OPS, 2011, p. 23). Además, las enfermedades relacionadas a la falta de los servicios

de agua y sistema de desagüe con frecuencia son las infecciones gastrointestinales, enfermedades de piel y las transmitidas por vectores entre otros.

“En el Perú, Según el INEI, el 9.2% de la población total, no tiene acceso a agua potable; por lo que, se abastecen de agua de otras formas como: camión cisterna (1.2%), pozo (1.6%), manantial (3.5%) y otros (2.8%). Además, de acuerdo con el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento” (INEI, 2019, p. 68), solo el 51.7% de hogares acceden al servicio de agua potable en el área urbano y 2.6% en el área rural, esto es debido a la carencia de cobertura y gestión de agua potable. Así mismo, el consumo promedio máximo de agua de un peruano es de 163 litros por día como lo asegura el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) al 2018, sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que el consumo de una persona debería ser en promedio de 100 litros por día (Huasquito Cáceres & Chambilla Flores, 2019, p. 19).

El asentamiento humano en estudio (Santísima Cruz de Sacachispa) no cuenta con conexión formal domiciliaria de agua potable como fuente de abastecimiento alterna cuentan con piletas, pero no las 24 horas por otro lado llenan sus tanques de agua que son abastecidos por camiones cisterna que circulan por avenidas principales algunos días de la semana.

Uno de los principales problemas es la falta de higiene de los depósitos, así como su conservación ya que es una zona de polvo y mucho calor en época de verano la cual propaga bacterias fácilmente.

La población no es abastecida satisfactoriamente por las piletas siendo muy poca dotación, no es de forma constante y el agua de los camiones cisterna no es adecuada para el consumo humano.

La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el potable. La disponibilidad de agua es un problema imprescindible para la vida humana.

1.1.1 Problema General

¿Cómo realizar la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa -Huaral, Lima?

1.1.2 Problemas Específicos

a) ¿Cómo determinar la dotación del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral, Lima?

- b) ¿Cuáles son las características que tiene la topografía en el asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral, Lima?
- c) ¿Cómo se desarrollaría la línea de aducción y conducción para el abastecimiento de agua potable del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral, Lima?

1.2 Objetivo General y Específico

1.2.1 Objetivo General

Realizar la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable para el Asentamiento Humano Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Obtener la dotación de la población del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa-Huaral.
- b) Determinar la característica de la topografía del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa-Huaral.
- c) Desarrollar el dimensionamiento de sistema de abastecimiento de agua mediante modelos numéricos de acuerdo con las normativas.

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Delimitación temporal

El tiempo del presente trabajo de tesis es de 6 meses, en los cuales los dos primeros meses nos encontramos en la esquematización del planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, marco teórico que engloba la definición básica teórica.

Se realizaría la búsqueda de datos de censos pasados de los pobladores del AA. HH Santísima Cruz de Sacachispa (Huaral) para poder proyectar la población futura de 20 años, realizar un levantamiento topográfico para poder procesarlo en el software WaterCad, solicitar el plano en la municipalidad local o COFOPRI para tener un plano de lotización que nos ayudaría en la planificación del entubamiento para el abastecimiento de agua.

Se buscaría fuentes naturales o red pública donde podríamos acogernos para la captación, se realizaría la demanda necesaria para el AA.HH Santísima Cruz de Sacachispa (Huaral) y proponer alternativas de sistema de abastecimiento (cisterna, bomba, tanque, reservorio) , una vez realizada las alternativas de abastecimiento con la sectorización de los lotes, se simulará en el software

WaterCad para encontrar los puntos rojos (alta presión) y verdes (óptimo) para agregar los equipos de rompe presiones y de este modo dar un sustento hidráulico. Finalmente, realizaríamos las conclusiones encontradas y esperadas de las propuestas hidráulicas.

1.3.2 Delimitación espacial

El asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa se encuentra ubicado al margen izquierdo del valle bajo del río Chancay, al lado de una pequeña quebrada que desciende casi plano desde las partes altas del cerro Sacachispa. El acceso al sitio se realiza partiendo desde la ciudad de Huaral por la pista hasta la localidad de Huando, doblando por la pista que lleva al Colegio Nacional de Huando, siguiendo de frente por la Alameda de Huando, y la trocha carrozable que lleva hasta La Esperanza, ingresando por un desvío hasta el Centro Poblado Santísima Cruz de Sacachispa.

- Distrito: Huando-Huaral (ubicado a 30 minutos de la plaza)
- Provincia: Huaral
- Región: Lima
- Clasificación: Rural
- Categoría: Caserío

- Se encuentra entre el Parque Mirador (Área: 1100 m²) hasta el Local Comunal (Área: 368 m²).

- Coordenadas: 11° 29' 20.99'' - 77° 12' 10.01''

Esta ubicación corresponde al sistema de coordenadas UTM y es la siguiente: 260849.00 m E; 8730194.00 m S Zona 18L.

En la Figura 1 se muestra la ubicación que se encuentra el distrito de Huaral que corresponde a las coordenadas UTM del asentamiento humano santísima cruz de Sacachispa.



Figura 1: Ubicación de la Investigación

Fuente: Elaboración en el software Google Earth PRO.

1.3.3 Delimitación de la Temática

- La línea de investigación es teórica-práctica dado que se realizaría lo aprendido en el rubro hidráulico del pregrado para realizar el proyecto de abastecimiento.
- La municipalidad a cargo de este asentamiento cuenta con poca información (planos topográficos) la cual fue obtenida por imágenes satelitales.
- El tiempo estimado del proyecto será de 18 años a partir del 2018.
- Contar con una fuente de abastecimiento de agua (EMAPA).

1.4 Justificación e Importancia

1.4.1 Justificación práctica

La justificación principal de la investigación es el diseño de la red de abastecimiento que brindará agua potable desde una matriz principal de EMAPA que beneficiara en la llegada de un recurso básico al Asentamiento Humanos Santísima Cruz de Sacachispa, donde cuenta con las condiciones adecuadas topográficas y de accesibilidad para poder desarrollar la propuesta del proyecto de abastecimiento de agua potable, teniendo en cuenta la importancia que generaría el desarrollo del proyecto en el Asentamiento Humano “Santísima Cruz de Sacachispa”.

Con la solicitud emitida a la entidad de Cofopri y Municipalidad de Huaral obtenemos los planos del Asentamiento Humano “Santísima Cruz de Sacachispa” para poder realizar el desarrollo de las tuberías sanitarias que se

definirán entre línea de alimentación, línea de impulsión, línea de conducción y red de distribución (principal y secundario).

El principio hidráulico ante una red abierta para el abastecimiento de agua en las redes principales como mayor diámetro y sub ramales como menor diámetro, es el método de Hazen-Williams por el cual es necesario que la velocidad del fluido debe de ser mayor a 1.3 m/s para evitar la sedimentación de las partículas en las tuberías y no mayor que 3 m/s para evitar las altas presiones en las tuberías que puedan perjudicar el colapso de la red, por el cual se usarán válvulas para el cierre de tramos en casos extremos y así no desabastecer a todo los beneficiarios.

1.4.2 Justificación social

El presente proyecto permite el beneficio de los habitantes del Asentamiento Humano “Santísima Cruz de Sacachispa”, ayudando a tener un desarrollo socioeconómico y ambiental.

De acuerdo con el análisis de proyección de población futura se estaría dando un beneficio socio económico y necesario para cerca de dos mil personas, los cuales tendrían el agua potable instalada a su domicilio.

Dado las circunstancias que se encuentra hoy el Centro Poblado, con una alta necesidad y el grado de sobre costo que pagan de los re vendedores de camiones cisterna (3 veces más de la tarifa típica), también están en la vulnerabilidad del grado de potabilización del agua que adquieren, dado que muchos cuentan con recipientes o cisternas hechos de ladrillo frente a su predio, sin un control de desinfección y calidad de almacén del agua, pudiendo en un futuro ser propensos a diferentes enfermedades estomacales.

1.4.3 Importancia

La presente investigación genera un desarrollo en el asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa de Huaral, por el abastecimiento de un recurso básico que beneficiaría a toda la población del sector, teniendo en cuenta que es un recurso primordial para toda persona. Como se pudo visualizar en las múltiples visitas al centro poblado, se encuentra a una población vulnerable a múltiples enfermedades y entre ellas el covid-19, además del sobre costo por adquirir unos pares de metros cúbicos almacenados en cisternas deterioradas o Rotoplas.

Por el cual, se desarrolla una alternativa de solución para que los pobladores, obtengan una instalación y almacenamiento de agua que les garantice contar con el servicio de agua los 24 hr/ 7 días.

De este modo es de gran importancia la presente investigación, ya que brindara una solución socio-económica y sustentable; donde teniendo en cuenta la viabilidad de la propuesta para poder acceder y abastecer de una matriz cercana de una red pública ; viendo así poder llegar a la dotación necesaria para la población futura del asentamiento humano; donde se desarrollara un sistema de impulsión , conducción y por gravedad para poder llegar abastecer cada lote ; teniendo en cuenta la modelación del sistema de red a diseñar por medio del software Watercad.

1.5 Limitaciones de estudio

- Condiciones de pandemia.
- La municipalidad a cargo de este asentamiento cuenta con poca información (planos topográficos) la cual fue obtenida por imágenes satelitales.
- El tiempo estimado del proyecto será de 18 años a partir del 2018.
- No se cuenta con una fuente de abastecimiento de agua potable.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

2.1.1 Investigaciones Internacionales

Chiquin (2009), realizó una tesis titulada “Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable del área urbana, del municipio de San Pablo Tamahú, Departamento de Alta Verapaz” para optar el grado académico de Ingeniero Civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tuvo como objetivo general abastecer a los pobladores del Municipio San Pablo Tamahú para un periodo de 20 años. Trabajando con una metodología teórica-práctico y resaltando el paisajismo como medida de mitigación debido a los trabajos que se realizarán para el abastecimiento de agua, sin embargo, sus aguas tratadas no resultaron para su consumo directo sin un proceso previo del uso de cloros en los reservorios para la desinfección bacteria.

Además de no llevar un control de calidad de agua potable, no se guiaron de su fuente confiable o adaptable a las necesidades, es decir, las aguas captadas son servidas para el uso de regadío. Sin embargo, para el uso del consumo humano, se necesitaría una investigación más profunda del proceso de purificación del agua, el cual nos da como dato de si se desea realizar un abastecimiento de agua por captación o canalización de ríos o riachuelos, se debe realizar ensayos de cristalización de agua (pureza) apta para el consumo humano. Por el cual, da una idea de solicitar información a la entidad de EMAPA Huaral, para tener una confianza de la purificación del agua que transporta la red pública que se encuentra por el ingreso al centro poblado a estudiar.

Sánchez (2011), en su tesis “El modelo de gestión y su incidencia en la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado en la municipalidad de Tena”. Universidad Técnica de Ambato. Tesis para optar el grado de académico de Magíster en Gerencia Pública, tuvo como objetivo general de su investigación establecer un modelo de gestión que mejore la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado de la Municipalidad de Tena, utilizando instrumentos para obtener datos fue las encuestas, la metodología empleada fue exploratorio y descriptivo. Su conclusión es que no existe un control permanente de la calidad de agua potable que se suministra a los usuarios, ya que, en temporadas de

fuertes lluvias, el líquido vital llega a las viviendas con turbiedad. Esta tesis brinda el indicador que se debe de tomar en cuenta la prevención en el reservorio ante cambios climatológicos como es la lluvia, para que no afecte en el abastecimiento de agua. Además, de que en la tesis publicada por Sánchez debió de realizar estudios de suelo y meteorológicos para la canalización de precipitaciones que puedan dañar la saturación del abastecimiento de agua. El cual es un punto muy importante para tomar en la tesis para que no haya cierta incertidumbre en el abastecimiento del centro poblado. Por el cual, se tomarán el criterio de la fuente natural de abastecimiento que es la cuenca, de tal manera que en sus avenidas máximas estas no dejen sin agua al centro poblado.

Salamea & Yanza (2013) En su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil titulado: (Propuesta de medición de la calidad del servicio de provisión de agua potable y alcantarillado que abastece a la parroquia de Sayausí la empresa E.T.A.P.A – EP.) en la Universidad Politécnica de Salesiana.

Llegó a las siguientes conclusiones Con este análisis también se ha podido comprobar que la empresa ETAPA EP, pese a sus esfuerzos no ha logrado cubrir totalmente los requerimientos de los usuarios, ya que los clientes son cada vez más exigentes, razón por la cual la empresa implemente un enfoque más cercano con sus clientes al implementar un nuevo sistema de comunicación eficaz como el Contac Center, que permite al cliente tener una mejor comunicación con la empresa durante las 24 horas del día. Este nuevo servicio permite a los clientes hacer conocer cada una de sus quejas, y cualquier inconveniente que se presente con algunos de sus servicios para de esta manera poder implementar las acciones correctivas encaminadas a la satisfacción del cliente. La empresa ha mejorado su atención en el servicio al cliente, con la extensión de sus horarios de trabajo e implementando de mejor manera el trabajo en equipo que se requiere para entregar a sus usuarios la satisfacción necesaria y una buena imagen a su mercado en cada uno de los servicios que presta como Institución Pública. Además, durante la investigación pudimos conocer que la empresa ETAPA EP ha trabajado arduamente por conseguir la certificación ISO 9001 y que la Ciudad de Cuenca es considerada como la única del País en contar con la mejor agua para consumo humano gracias a sus rigurosos procesos y la tecnificación que maneja en la producción del servicio de agua potable, mismos que son considerados como modelo a seguir por otras administraciones del País.

La presente tesis brinda la necesidad de conocer las características de cristalización o pureza de la fuente de agua (cuencas), es decir, no toda fuente natural de agua que sea canalizada tiene un grado de potabilidad, sino que según los reglamentos ISO 9001, se debe de cumplir unos estándares internacionales para su aceptación para el consumo o pasar por un proceso de purificación. En el cual, se realizará la investigación de la cuenta que es canalizado por EMAPE y detallar el grado de pureza y su dotación anual. Además, que el autor en su investigación no tomo una topografía para determinar la pendiente y la velocidad del fluido, dos factores importantes para evitar la sedimentación en las redes, el cual genera aguas turbias y no aptas para el consumo directamente, el cual se tendría que tomar una planta de tratamiento adicional. Por el cual, con ayuda con el software watercad/gems, estos criterios de la pendientes parciales y velocidad del fluido deben estar en el rango regular para evitar la sedimentación del particular, además de saber el grado de pureza o cristalización del agua que se capta de la cuenca.

Paredes, Tanazo A. (2020), en su tesis “Estudio de la curva de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Juan Benigno Vela y Pilahuín del Catón Ambato”. Universidad Técnica de Ambato. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil, tuvo como objetivo recolectar información necesaria para conocer las dotaciones reales. Donde se desarrolló mediciones diarias y horarias de los caudales de consumo con ayuda de dispositivos tecnológicos y de presiones con ayuda de manómetros. De este modo, se realizó el análisis estadístico y procesamiento en métodos numéricos de tabulación y representación gráfica. Concluyendo, que el sector Juan Benigno tenía un consumo de 1033 m³ /día (167 L /habitante/día) y Pilahuín con un consumo de 0.442 m³ /día. De lo cual, se rescata la necesidad del comportamiento del centro poblado para tener un criterio de cuál sería la dotación del sistema abierto con una proyección futura de pobladores. Además de su falta de uso de softwares numéricos de interacción como el watercad, que ayuda muchísimo en la optimización la instalación de las redes proporcional a las dotaciones. En conclusión, la presente tesis ayuda a la importancia de tener un historial de consumo del reglamento de dotación, además de conocer la dotación máxima

que se puede brindar de la fuente, ya que con estos datos se podrá saber si es una buena solución tentativa para el abastecimiento.

2.1.2 Investigaciones Nacionales

De La Cruz (2014) realizó una investigación de tesis para el grado de título de Ingeniería Civil sobre “Formación de derechos de uso de agua con fines poblacional y agrario en la cuenca Chancay Huaral”, dando con el objetivo Formalizar con carácter masivo y gratuito los derechos de uso de agua con fines poblacionales y agrarios, ubicada en el ámbito de la Administración Local de Agua – Chancay Huaral los cuales hacen uso del recurso de manera pública.

Podemos concluir que el investigador demuestra el manejo de los recursos hídricos de la cuenca de Chancay para darse uso para proyectos de saneamiento y agrícolas a los centros poblados que se pueden ubicar en el interior de la provincia de Huaral, dando énfasis en el ámbito legal del Reglamento de Procedimiento Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua, aprobado mediante la Resolución Jefatura N° 579-2010-ANA, para el abastecimiento de agua en la redes instaladas por EMAPE.

Pastor (2014) en su tesis para obtener el grado de Magíster en Gerencia Social titulada: (Evaluación de los servicios de agua y saneamiento urbano en el Perú: De la 7 imposición de la oferta a escuchar la demanda) Realizada en la Pontificia Universidad Católica de Perú. Obtuvo las siguientes conclusiones: Para la población en general el agua potable es el servicio público de mayor importancia, les permite satisfacer necesidades de alimentación e higiene y salud (producto), realizar las labores en la casa con comodidad, ahorro de tiempo y economía (servicio). Los servicios que brindan las EPS no son visibles para la población, tampoco el tratamiento de las aguas residuales; por tanto, son poco valorados, situación que repercute en la opinión de las EPS y en la satisfacción de los clientes. El precio no es la primera preocupación, ni la principal causa de insatisfacción, lo que determina la satisfacción es la relación costo/calidad. En las ciudades donde es mayor la opinión favorable a las EPS, existe mayor disposición para aceptar incrementos de tarifas. Alrededor de un tercio de la población refiere haber realizado trámites en la EPS, mayormente acude para solicitar nuevas conexiones y micromedidores. 3 de cada 4 clientes satisfechos por los resultados obtenidos tienen una opinión positiva de la EPS. Existe una

brecha importante de percepciones mutuas entre los clientes y los trabajadores de las EPS. Para los clientes, los trabajadores no ofrecen una buena atención, para los trabajadores los clientes no valoran el esfuerzo empresarial. Los clientes tienen una baja valoración de las EPS, más del 50% de los clientes y 80% de los no clientes tienen una opinión negativa.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Recursos Hídricos

El agua es vital para la supervivencia y el bienestar humanos, y es importante para muchos sectores de la economía. Los recursos hídricos se encuentran distribuidos de manera desigual en el tiempo y espacio, y sometidos a riesgo debido a las actividades humanas. (GreenFacts, 2009, p. 1)

En todo el mundo, la actividad humana y los factores naturales están agotando los recursos hídricos disponibles. Aunque en la última década la sociedad se ha ido concientizando de la necesidad de mejorar la gestión y la protección del agua, los criterios económicos y los factores políticos todavía tienden a dirigir todos los ámbitos de la política del agua.

Según la Ley de Recursos Hídricos de nuestro país (2009) El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación (República, 2009, p. 86)

“La presión sobre los recursos hídricos está aumentando, principalmente como resultado de actividades humanas tales como la urbanización, el crecimiento demográfico, la elevación del nivel de vida, la creciente competencia por el agua y la contaminación, cuyas consecuencias se ven agravadas por el cambio climático y las variaciones en las condiciones naturales. No obstante, se han realizado ciertos progresos. Cada vez más, las autoridades evalúan al mismo tiempo la cantidad y la calidad del agua, y coordinan esfuerzos de gestión a escala internacional.” (GreenFacts, 2009, p. 2)

El agua de la Tierra se encuentra naturalmente en varias formas y lugares: en la atmósfera, en la superficie, bajo tierra y en los océanos.

“El agua dulce representa sólo el 2,5% del agua de la Tierra, y se encuentra en su mayoría congelada en glaciares y casquetes glaciares. El resto se presenta principalmente en forma de agua subterránea, y sólo una pequeña fracción se encuentra en la superficie o en la atmósfera.” (GreenFacts, 2009, p. 3)

Observando el ciclo del agua en la Tierra podemos comprender mejor cómo interactúa con el medio ambiente y evaluar qué cantidad está disponible para el consumo humano.

En la Figura 2 se muestra el ciclo del agua que está basado en cómo interactúa con el medio ambiente, mostrando la relación de evaporación, precipitación y escorrentía del agua subterránea o superficial que llega a terminar nuevamente en el océano y se produce el ciclo del agua.

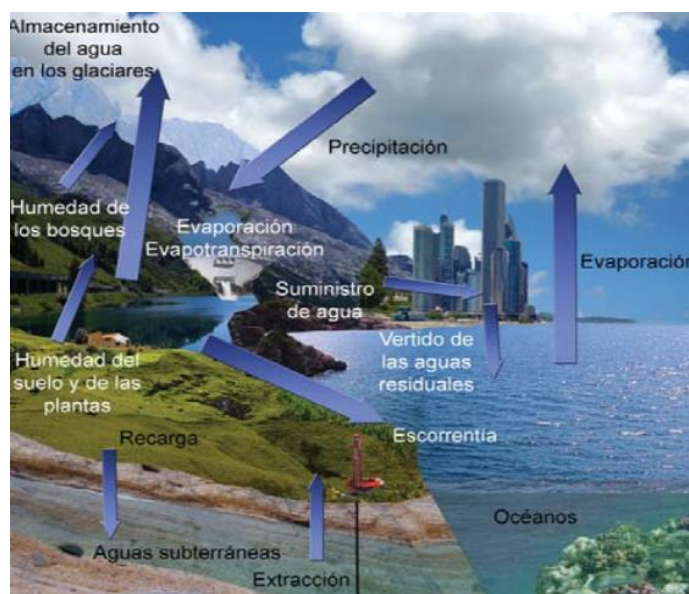


Figura 2: Ciclo del agua

Fuente: Informe de las Naciones Unidas (2009)

El ciclo hidrológico se puede representar como un sistema, es decir, como una estructura o volumen en el espacio delimitado por una frontera cuyos componentes internos interactúan entre sí o con otros sistemas adyacentes (Chow, 1988, p.36).

- Las precipitaciones (lluvia, nieve, rocío, etc.) son imprescindibles para renovar los recursos hídricos, así como determinantes para las condiciones climáticas y la biodiversidad locales. En función de las condiciones locales, las precipitaciones pueden alimentar ríos o lagos, recargar los suministros de aguas subterráneas o volver a la atmósfera por evaporación.

La precipitación es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo. Desde el punto de vista de ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria de la superficie terrestre

y sus mediciones forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua (M. Villón, 2002, p.26).

- Los glaciares almacenan agua en forma de nieve y hielo, alimentando los arroyos locales con el agua que liberan en mayor o menor cantidad dependiendo de la estación. Sin embargo, debido al cambio climático, muchos de ellos están retrocediendo. Las cuencas fluviales son útiles como «unidad natural» de gestión de los recursos hídricos, y muchas de ellas se extienden sobre más de un país. Entre las cuencas fluviales más grandes están la del Amazonas y la del Congo-Zaire. El caudal de los ríos puede variar considerablemente de una estación o de una región climática a otra. Como los lagos almacenan grandes cantidades de agua, pueden mitigar las variaciones estacionales en el caudal de los ríos y los arroyos. (GreenFacts, 2009).

Debido a que los recursos hídricos son limitados y la población crece y se desplaza, es necesaria una gestión responsable hacia la falta de información fiable sobre la cantidad y calidad del agua disponible y cómo varía con el tiempo y región. Es de suma importancia conocer la hidrología de las zonas donde se realizan las actividades humanas, productivas y ecológicas. (Rueda, 2017, p. 4).

En la Figura 3 se muestra la distribución de agua en el mundo, considerando que el agua de los océanos contiene un 97.5% del agua total considerando el mayor porcentaje de agua no es apta para el consumo humano, tenemos un 2.5% de agua dulce siendo de glaciares un 68.7% , de agua subterráneas un 30.1% y de permafrost 0.8% que representa un mínimo de porcentaje a comparación de agua salada y un 0.4% de aguas superficiales y en la atmósfera, siendo de lagos de agua dulce un 67.4%, otros humedales un 8.5%, humedad del suelo 12.2% , ríos 1.6%, atmósfera un 9.5% , plantas y animales un 0.8%.

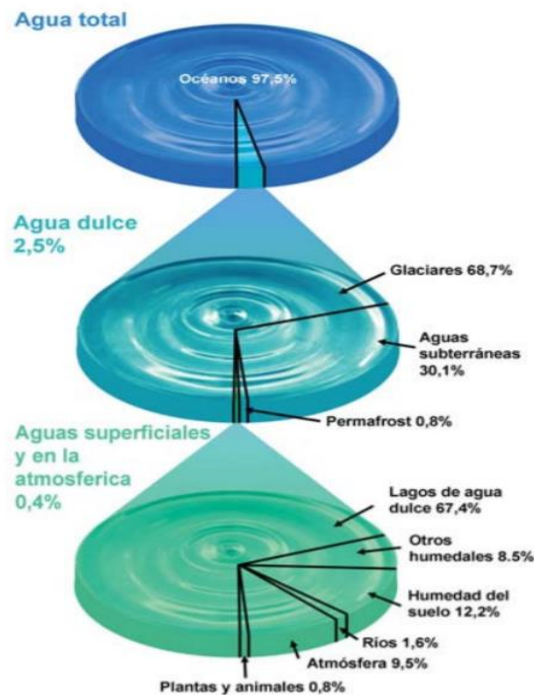


Figura 3: Distribución de agua en el mundo.

Fuente: Informe de las Naciones Unidas (2009).

Una evaluación de los recursos hídricos involucra tener un panorama holístico de los recursos hídricos en el país o región determinado, relacionándolo con el uso que la sociedad le da. La evaluación mira tanto a la cantidad como a la calidad del agua superficial y subterránea. Identifica los parámetros pertinentes del ciclo hidrológico, y evalúa los requisitos del agua para diferentes desarrollos alternativos. La evaluación señala los asuntos principales de los recursos hídricos y los conflictos potenciales, sus implicaciones sociales y su gravedad, así como los riesgos y peligros tales como inundaciones y sequías. La comprensión de los ecosistemas acuáticos y terrestres es un elemento esencial en la evaluación de recursos. (Alvarado, 2011, p. 5).

En todo el mundo, la actividad humana y los factores naturales están agotando los recursos hídricos disponibles. Aunque en la última década la sociedad se ha ido concienciando de la necesidad de mejorar la gestión y la protección del agua, los criterios económicos y los factores políticos todavía tienden a dirigir todos los ámbitos de la política del agua. La ciencia y las mejores prácticas a menudo no reciben la atención adecuada.

“La presión sobre los recursos hídricos está aumentando, principalmente como resultado de actividades humanas tales como la urbanización, el crecimiento demográfico, la elevación del nivel de vida, la creciente competencia por el agua y la contaminación, cuyas consecuencias son agravadas por el cambio climático y las variaciones en las condiciones naturales.” (GreenFacts, 2009, p. 4).

- Factores que afectan los recursos hídricos:

Los recursos hídricos se ven gravemente afectados por diferentes puntos de riesgo y especialmente por las actividades humanas, como la contaminación, el cambio climático, el crecimiento urbano y cambios en el paisaje como la deforestación. Cada una de ellas tiene un impacto específico, por lo general directamente sobre los ecosistemas y, a su vez, sobre los recursos hídricos. Con una gestión inadecuada, actividades como la agricultura, el desmonte, la construcción de carreteras o la minería pueden provocar una acumulación excesiva de tierra y partículas en suspensión en los ríos (sedimentación), lo que causa daños en los ecosistemas acuáticos, deteriora la calidad del agua y dificulta la navegación interior.

La contaminación puede dañar los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos. Los principales contaminantes son, por ejemplo, la materia orgánica y los organismos patógenos contenidos en las aguas residuales, los fertilizantes y pesticidas procedentes de las tierras agrícolas, la lluvia ácida provocada por la contaminación del aire, y los metales pesados liberados por las actividades mineras e industriales. La extracción excesiva de agua, tanto superficial como subterránea, ha tenido efectos catastróficos.

En las últimas décadas se ha extraído mucha más agua de fuentes subterráneas que en el pasado. Los beneficios de la extracción de aguas subterráneas suelen ser efímeros, mientras que las consecuencias negativas, como la reducción de los niveles de agua y el agotamiento de los recursos, pueden durar mucho tiempo. El cambio climático parece aumentar las presiones existentes, en los últimos años, los glaciares terrestres y de montaña están retrocediendo más rápidamente. Los fenómenos meteorológicos extremos derivados del calentamiento global, como las tormentas y las inundaciones, se volverán probablemente más frecuentes y graves. Sin embargo, basándose en los conocimientos actuales, los científicos sólo pueden hacer predicciones generales sobre el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos.

2.2.1.1 Hidrología

La Hidrología, según Dingman (1994), es “La ciencia que se enfoca al ciclo hidrológico global y a los procesos involucrados en la parte continental de dicho ciclo, es decir, es la geociencia que describe y predice:

Las variaciones espaciales y temporales del agua en las etapas terrestre, oceánica y atmosférica del sistema hídrico global.

El movimiento del agua sobre y debajo de la superficie terrestre, incluyendo los procesos químicos, físicos y biológicos que tienen lugar a lo largo de su trayectoria”. (p. 11)

El ciclo hidrológico: está compuesto por diferentes variables, las cuales se relacionan entre sí por medio de los procesos hidrológicos. En general, se entiende por proceso a una serie de acciones que producen un cambio o desarrollo en un sistema y para el caso particular de la Hidrología, los procesos están asociados con aquellos fenómenos que intervienen tanto en el movimiento del agua como en los cambios que sufre ésta en sus características físicas, químicas y biológicas al desplazarse por diversos medios. (Breña Puyol & Jacobo Villa Marco, 2006, p. 48).

2.2.1.2 Agua Potable

El agua es uno de los principales recursos para que exista la vida en el planeta tierra. Se encuentra en la naturaleza en sus distintos estados (sólido, líquido y gaseoso) en los nevados, ríos, lagunas, en las nubes. Químicamente el agua es la composición de dos átomos de Hidrógeno y Oxígeno.

“El agua es un elemento vital tanto para la supervivencia de los individuos como para la formación y el desarrollo de las grandes civilizaciones. La historia demuestra que todos los pequeños poblados y las culturas importantes se han formado alrededor de ríos, lagos o manantiales” (SUNNAS, 2017, p. 43).

El agua potable es aquella que ha sido tratada para consumo humano de acuerdo con estándares de calidad específicos. En 2018, el 70% de hogares en el Perú afirmó tener agua potable. Figura N°2 De este

porcentaje, el 85% se encuentra en áreas urbanas que cuentan con plantas de tratamiento y redes de distribución de agua. En las áreas rurales la realidad es distinta: el porcentaje baja a 20%, particularmente en las zonas agrícolas, donde es difícil encontrar pozos cuya agua se ajuste a las exigencias de las normativas. Salvo en los propios manantiales, el agua suele venir cargada de partículas que no la hacen apta para el consumo (SUNNAS, 2018, p. 35).

Entre 50 y 100 litros de agua diarios son necesarios por persona para garantizar que se cubran las necesidades más básicas y surjan pocas preocupaciones en materia de salud, según la OMS.

En la Figura 4 se muestra el porcentaje de hogares que indica tener acceso al agua potable durante el año 2013 al 2018; en áreas urbanas y áreas rurales de la selva el menor porcentaje es del departamento de Ucayali siendo un 7% en área rural y un 49% en área urbana que mostraría la escasez determinante en la zona de la selva con un porcentaje mínimo de acceso al agua, en la sierra los departamentos con menor porcentaje de acceso al agua serían Huánuco y Cajamarca en el área rural con un 5% de la población que solo tendría acceso al agua potable y en área urbana el departamento de cerro de pasco muestra un porcentaje mínimo del 14% de su población, solo estaría beneficiada con el acceso al agua potable y con respecto a la costa el departamento de Piura sería el que tiene menor porcentaje de acceso al agua, solo con un 19% de su población, siendo beneficiada en la actualidad; en el área rural y área urbana el departamento con menor porcentaje de acceso de agua potable es el departamento de tumbes siendo un 77% de toda su población serían los beneficiados con el servicio básico e indispensable de agua potable.

Porcentaje de hogares que indican tener acceso al agua potable
por departamentos 2013-2018

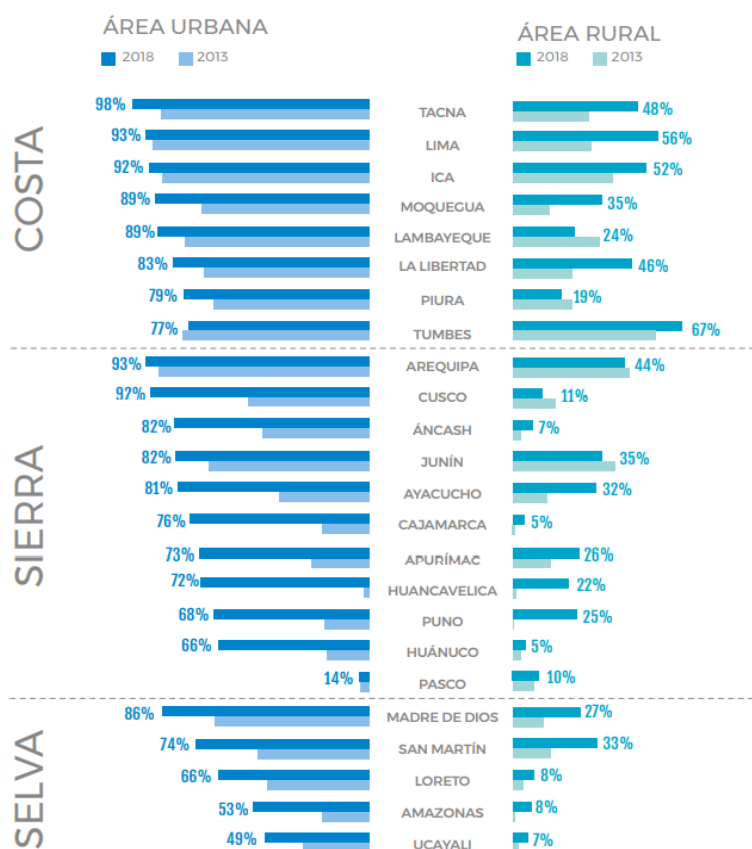


Figura 4: Porcentaje de hogares que indican tener acceso al agua potable.

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2018).

Con respecto al suministro de agua potable, si bien es cierto que el acceso al agua potable ha aumentado, se observa que sigue existiendo una realidad compleja que el agua no siempre llega a todas horas, ni todos los días de la semana. Existen brechas tanto entre regiones como entre los ámbitos rurales.

Incluso con un acceso diario, la realidad demuestra que, en promedio, el agua fluye unas 17 horas al día. Es necesario mencionar que no se da de la misma manera en todos lados: la costa y la sierra tienen promedios de 17.2 y 17.1 horas diarias, respectivamente; la selva recibe agua unas 14.4 horas por día. (SUNNAS, 2018, p. 40).

En la Figura 5 muestra un resumen total de las regiones costa, sierra y selva; con acceso al agua potable según la INEI donde predomina en la zona rural de la costa está con 73% y en la selva en totalidad mostrando un menor porcentaje con respecto a las otras regiones tanto rural como urbana con un 88% y 89% de su población total siendo beneficiada con el acceso al agua potable.

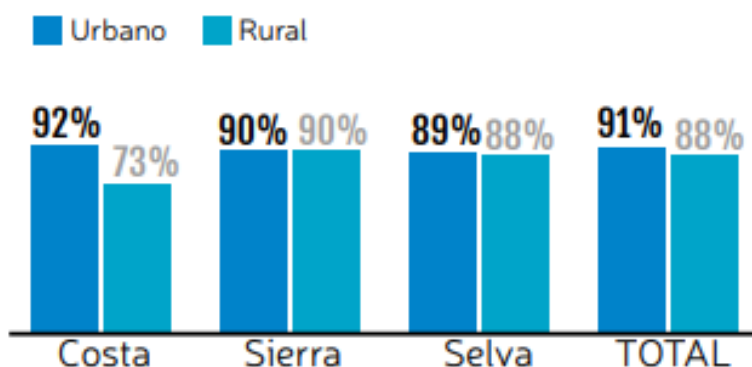


Figura 5: Hogares con acceso al agua

Fuente: INEI- ENAHO (2018)

2.2.2 Importancia del abastecimiento de agua potable

De acuerdo con lo publicado en la Fundación “La importancia del agua y sus funciones en los seres vivos” (2019), el agua es muy importante para todos los seres vivos dado que es un elemento de la naturaleza que integra los ecosistemas. Además, que es fundamental para el sostenimiento y la supervivencia de la vida en todo el planeta.

Al realizar la propuesta de la red de abastecimiento de agua para el centro poblado a estudiar, se generará gran cambio socioeconómico, pudiendo brindar una mayor seguridad social, generación de micro comercios, riego de áreas verdes y otras cosas más.

El centro poblado al contar con agua asegura que muchas familias ya no hagan sus ideas intensas, es decir, la manera de cómo se abastecen actualmente es realizar grandes colas y sobre costos. Por el cual, al contar con una red de agua doméstica, ya no tendrán la necesidad de aglomerarse e incluso crear re ventas de agua. De esta manera ya no hay la incertidumbre de que pobladores no cuentan con agua, dado que la red pública llegaría a su domicilio.

Además, que, con las encuestas realizadas y la actualidad, muchas personas contraen enfermedades estomacales debido al mal almacenamiento de agua y sin un control de calidad. Por el cual, con el presente coronavirus que afrontamos, estas aglomeraciones eran puntos focales de contagio, por el cual según MINSA publicado en los medios de prensa y el periódico “EL PERUANO” el distrito de Huaral contó con un contagio aproximadamente de 11 049 personas (23 de mayo-2020). Cifras muy significativas, por el cual pudieron ser menores debido a la falta de abastecimiento de agua en el distrito de Huaral.

En el factor económico podemos encontrar en el blog de Bankinter en su publicación “Porque el agua es tan importante para la económica”, donde nos comenta que a la falta de agua los sectores agrícola, energético e industrial sufren un atraso, de hasta 20% en ingresos per cápita.

Del artículo publicado, podríamos deducir que con el abastecimiento de agua en el centro poblado se logrará que muchas de estas familias aparte de un puesto de trabajo, generarían un ingreso pasivo de forma de tiendas, colegios, nidos, panadería, etc. De esta manera también generarían puestos de trabajo para más personas. De esta manera la economía crecería.

Dado el crecimiento poblacional en el artículo publicado en Rankia con el nombre “Por qué invertir en este sector” publicado en el 2018, se ve que la población tiende a un crecimiento muy significativo. Por el cual, es directamente proporcional a las demandas para la supervivencia, es decir, la población tendrá más necesidades de agua, alimentos e industrial. Por el cual, sabiendo que grandes masas de personas tienden a juntarse en espacios geográficos, el cual se les denomina comunidad o centros poblacionales. Estas tienden a una necesidad básica que es la fuente de alimentación (agua y alimento), dos ítems muy importantes para las personas. Por el cual, la necesidad de la captación, purificación, distribución de agua es muy necesaria y de inversión pública de urgencia, para que los pobladores no carezcan de una fuente vital. (Rankia, 2018, p.26).

2.2.3 Hidráulica de los sistemas de abastecimiento de agua potable

“El abastecimiento de agua potable es proporcionar agua a la Población de manera eficiente considerando la calidad, cantidad continuidad y confiabilidad de ésta, además que está conformado por una serie de estructuras (captación, conducción, tratamiento, almacenamiento, aducción y distribución)” (Rojas,

2012, p. 13) que serán diseñadas adecuadamente según la función que desempeñan de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Periodo de diseño
- Consumo y Dotación
- Población
- Área de diseño

Según Rojas (2012) En el diseño de un abastecimiento de agua potable el factor esencial es el conocimiento de la cantidad de agua que se necesita para atender a una población del cual dependerá el:

- Consumo por habitante.
- Cantidad de habitantes a considerar.

2.2.3.1 Sistemas de abastecimiento de agua potable:

El desarrollo matemático para el cálculo de las velocidades, flujos, dimensión del diámetro, clase, caudal, dotación, válvulas, etc. se definirán:

- Flujo. - Encontramos 3 tipos de flujos:
 - a) Flujos estacionarios. - Es el flujo que tiene su velocidad y densidad en un punto que no dependa del tiempo, es decir, que, en un intervalo de tiempo pasante, el flujo no cambia su velocidad ni su densidad, por el cual es conservador (Martín. D ,1997, p. 26).
 - b) Flujo irrotacional. - Es el flujo que tiene efectos generadores sobre un cuerpo que tiene una trayectoria en el seno de las tuberías. (Ariel Modon, 2020, p. 140).

En las tablas ubicadas en “Velocidades sugeridas para fluidos en tuberías, 2018, p. 2”, nos indica que el fluido debe tener el siguiente comportamiento:

- La velocidad del fluido no debe de ser menos que 1 mts /debido a la sedimentación de las partículas que puedan existir en el fluido, que a largo plazo estas partículas disminuyen el orificio de la tubería y produciendo atracos.
- La velocidad del fluido debe de estar entre 1.3 mts/s y 3 mts/s, debido al trabajo laminar y a mayor velocidad, tener mayor presión de hasta 5 mtc. Es recomendable que los fluidos se encuentren en este intervalo

para que las tuberías no sufran daños ni deterioros masivos con el corto tiempo.

- La velocidad del fluido no debe de exceder los 3 mts/s, dado que esto implica mayor presión en la tubería, por el cual podría darse el fenómeno de la turbulencia. No es recomendable, dado que su solución es aumentando la clase de tubería, es decir, una tubería adecuada para trabajos a mayores presiones que implica mayor costo del proyecto.

Dimensionamiento de la tubería:

Las tuberías de agua, para su cálculo y dimensionamiento cuentan con tres básicas teorías que son: pérdidas de carga, la resistencia mecánica y el presupuesto.

- a) Método de Hardy Cross. - Sus cálculos metodológicos son de aproximaciones sucesivas, cumpliendo con los principios. La ecuación de Hazen-Williams y Darcy-Weisbach.

Su implementación del método es calcular el caudal que pasaría por cada tramo de una red hidráulica, dando un sentido de flujo. Además de poder conocer si es abasto la dotación proporcionada. Además, se calcularía las pérdidas locales y velocidad del flujo. (Yaris, 2017, p.6).

- b) Pérdidas de carga. - Son las contracciones que sufren ciertos flujos en tuberías al trasladarse de un punto a otro. Se debe al rozamiento del flujo con las paredes de conducción. Estas pérdidas se pueden calcular de la siguiente forma:

$P. Local = Kx \frac{v^2}{2g}$; donde K depende al coeficiente de rugosidad del material, V es la velocidad de flujo en la tubería y g es la gravedad en el cual el fluido es sometido.

- c) Caudal. - Los caudales son flujos de agua que pasan por un área en un determinado tiempo. Comportándose de la siguiente forma:

$Q = \frac{V}{T}$; donde V es la velocidad en metros por segundo y T es el intervalo de tiempo.

Además: $Q = A x T$; donde A es el área de la sección tubular y T es el intervalo de tiempo a medir.

d) Ecuación de Bernoulli. - Es la ecuación para analizar un fluido que pasa a través de un conducto (tubería). De acuerdo a la dinámica de fluidos, la ecuación de Bernoulli expuesta por Daniel Bernoulli en Hidrodinámica, donde expone que la ecuación es para todo fluido ideal en régimen de circulación por un conductor cerrado, la energía se encuentra constante y la presión baja debido al aumento de las velocidades. Por el cual, Leonhard Euler derivó la ecuación dejándolo en una fórmula muy usada en todo diseño hidráulico en conductos cerrados. (EcuRed, 2019, p.14).

Se presente por la siguiente ecuación:

$$\frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + h = cte$$

Esta ecuación, nos ayuda a determinar las presiones en cada tramo de nuestro diseño de redes, dado a una topografía accidentada, debemos de tener cuidado, ya que estas presiones pueden producir cavitación o explosiones internas en tuberías. Por el cual, con ayuda de software watercad, se podrá visualizar estos puntos críticos para colocar las válvulas rompe presiones.

e) Ecuación de Hazen- Williams. - Es utilizado para flujos cerrados y determinar el caudal máximo horario que transcurre en una tubería circular llena.

En el cual presenta la siguiente ecuación:

$$Q = 0.2787 C C x D^{2.63} x S^{0.54}$$

(Grupo Afta Asociación, 2014, Capítulo 3)

f) Tipos de tubería. – Es un conductor que cumple con la función de transportar agua de un punto a otro, ya sea por gravedad o mediante una impulsión. Estas tienen una cierta calidad, material y resistencia; que dependa como característica de la tubería según las circunstancias sean usadas. (Sámano T, 2020, p 21).

g) Existen los siguientes tipos de tubería:

- Tubería de acero inoxidable: Su aplicación es para equipamientos marinos y construcciones que se encuentren cerca del mar, dado su alta resistencia a la corrosión del agua salada. Además de su alto costo. (Brearley, 1902, p. 15)

- Tubería de cobre: Son usadas para flujos que se encuentren sometidas a grandes presiones y temperaturas altas, por el cual son más caras que las plásticas, pero con mayor uso en instalaciones de domicilio. (Nacobre S.A,2021, p.23).
- Tubos galvanizados: Se usa para prevenir la oxidación y aumentar su resistencia. El cual fue reemplazado por tuberías pex, los cuales son mucho más baratos e igual de durabilidad. (Stanislas, 1937, p.37)
- Polypipe: Su uso es para fluidos que se encuentren sometidos a altas presiones y generalmente en conducción.

h) Tipos de válvulas y accesorios:

La red de distribución estará provista de un mínimo número de válvulas de interrupción que permitan una adecuada sectorización y garanticen su buen funcionamiento. Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección, drenaje y fácil operación. En los puntos de cotas más bajas de la red de distribución, en donde se pudieran acumular sedimentos, se deberán considerar sistemas de purga. Las válvulas de aire y otro tipo de válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, con accesorios para el fácil montaje y desmontaje, de modo que permitan su fácil operación y mantenimiento.

En la Figura 6 se muestra la estructura de la válvula de aire que se utiliza en un sistema de conducción en la figura el detalle estructural y accesorios, la válvula es utilizada para la eliminación de aire que está atrapado en las tuberías, que si no son evacuadas de la red pueden dañar el sistema de abastecimiento.

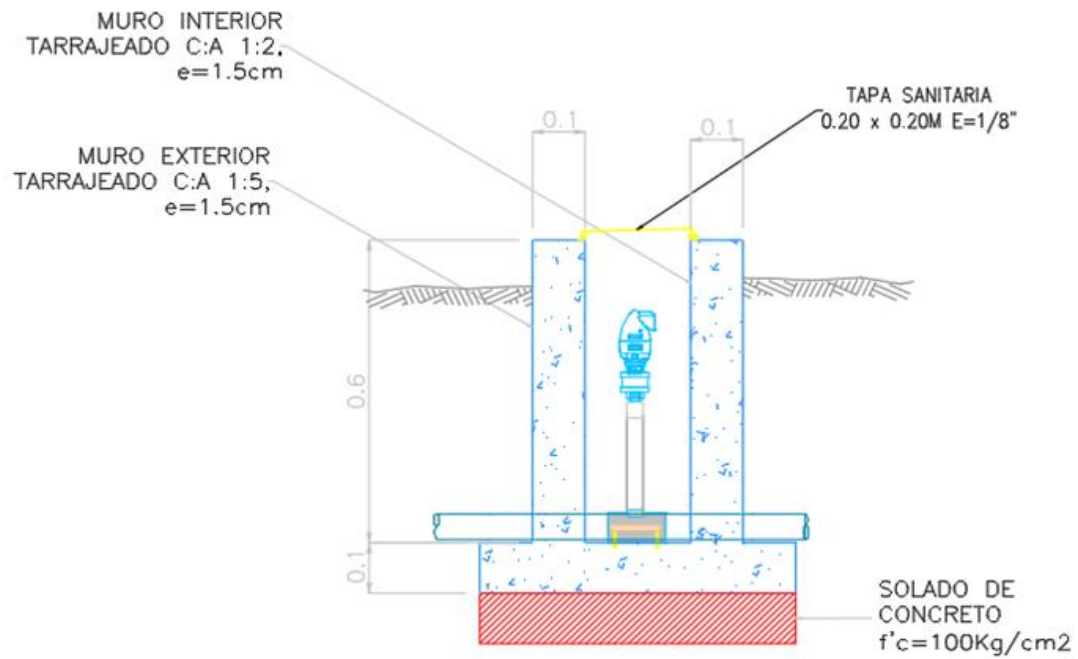


Figura 6: Válvula de aire

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7 se muestra la válvula de purga es cuando hay aire atrapado en un sentido debido a una topografía accidentada con variación de niveles de cota de bajada y subida.

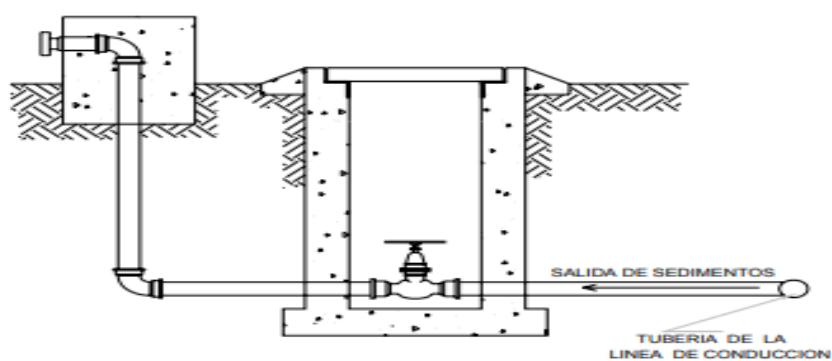


Figura 7: Válvula de purga-AgriExpo

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 8 se muestra la caja rompe presión CRP es una cámara que gradúa las presiones que sirve para disminuir las presiones que a cierto tramo de tubería la presión es muy alta y pueda sobrepasar el nivel permitido de presión, para poder moderar la presión y no llegue a reventar la tubería.

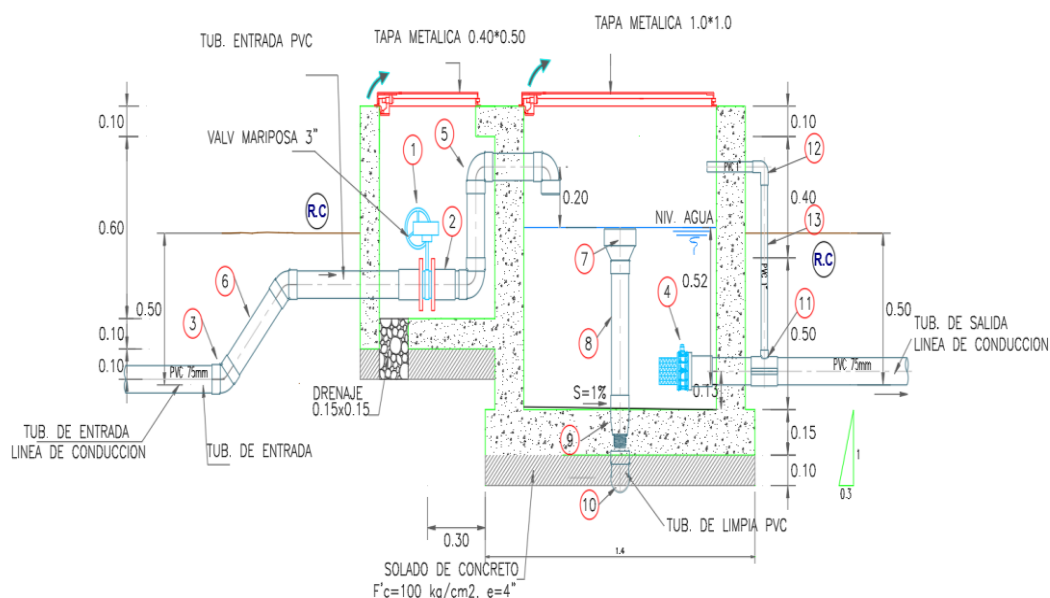


Figura 8: Cámara rompe-presión

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las válvulas encontramos los siguientes:

- Reductor de presiones: Válvula de control de operación hidráulica accionada por diafragma, que reduce la presión de aguas arriba a una presión menor y constante en aguas abajo sin que se afecte las fluctuaciones de la demanda. (Bermad, 2021, p. 1).
- Sostenedora de presión: Ayuda a mantener la presión mínima en aguas arriba, por el cual, si las presiones son superiores al valor regular, estas válvulas se abren totalmente, de tal manera que la presión baje. En caso contrario, estas se cierran. (Hidroconta, 2019, p. 2).
- Control de válvula: Es usada para el control del flujo, pudiendo modificar la pérdida de carga local según el que lo manipule. (Ambrose, 1904, p. 3).

- Control de flujo: Son usadas para evitar el exceso de caudal limitando a un mínimo predeterminado. (Hufnagel, 1989, p. 5).

i) Ubicación del reservorio:

- La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas.
- De acuerdo con la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población.
- En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hacen por el mismo tubo.
- Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad.
- El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado.

j) Reservorios:

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

- Reservorio de cabeza: Son alimentados directamente de la fuente de agua y/o plantas de tratamiento mediante gravedad o bombeo. Generalmente, estos reservorios causan gran variación de presión, (OPS,2005, p. 5).
- Reservorio flotante: Son ubicadas en la parte más lejana de la red de distribución con relación a la captación o planta de tratamiento, además de ser abastecidos por gravedad o bombeo. Este reservorio

cuenta con una deficiencia, dado que su llenado es solo cuando la presión en la red de distribución baja, el cual solo se da en horas de la noche. Su trabajabilidad es captar agua en las horas de menor consumo y abastecer a un poblado durante las horas de mayor consumo. (Espejo,2016, p. 10).

- Cisterna: Se considera un reservorio de agua abastecida mediante la red pública, gravedad o bombeo. El cual es una fuente de agua el cual será usada para retener cierto volumen para llevar de una cota menos a otra mayor mediante una bomba diseñada en serio o paralelo. La geometría de la cisterna tiende usualmente de manera circular y enterradas, para su trabajabilidad desde una línea de impulsión. (Chavez,2019, p. 1).

k) Sistema de bombeo:

- Bombeo en centrífugo: El sistema cuenta con un impulsor giratorio conectado a un eje que a su vez está conectado a una fuente de energía. El impulsor genera un aumento de velocidad del agua, el cual por su diseño el caudal disminuye y la presión aumenta (Geo Hidráulica, 2018, p. 7).
- Bombeo sumergible: Son usados para el bombeo de piscinas, depósitos de agua o pozos que captan o retengan agua. Estas bombas son eléctricas y están programadas para bombear cierta cantidad de caudal de una forma cíclica. (Ulloa,2020, p. 1).
- Bombeo Solares: Son bombas modernas el cual trabajan mediante la captación de la energía solar, por el cual su potencia no es muy alta, pero es aprovechada para medios de riego en jardines automatizados. (Indisect, 2020, p. 1).

l) Volúmenes de diseño:

- Volumen de regulación:

La capacidad de regulación será del 15% al 20% de la demanda diaria del promedio anual, siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda diaria del promedio anual.

$$Vr = 25\% * Qp$$

- Volumen de almacenamiento contra incendio:

Un criterio exagerado para el cálculo de la demanda contra incendio puede influir en mayor costo de almacenamiento y de la capacidad de la red. El volumen contra incendio, en los casos que se considere demanda contra incendio deberá asignarse un volumen adicional para cada 10 000 habitantes una cantidad de 100 metros cúbicos.

$$V_{reserva} = 10\% * V_r$$

$$V_t = V_r + V_{reserva} + V_i$$

m) Línea de impulsión

El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el periodo de diseño. Tomando en cuenta que no resulta aconsejable ni práctico mantener períodos de bombeo de 24 horas diarias, habrá que incrementar el caudal de acuerdo con la relación de horas de bombeo, satisfaciendo así las necesidades de la población para el día completo.

Fórmulas:

$$Q_b = \frac{(Q_{md} * 24)}{T_b}$$

T_b = Número de Horas de Bombeo

Q_{md} = Caudal Máximo Diario

Un procedimiento para la selección del diámetro es usando la fórmula de Bresse.

$$D = K * T^{\left(\frac{1}{4}\right)} * Q_b^{\left(\frac{1}{2}\right)}$$

T = N.º de Horas Bombeo/24

K = 1.3

D = Diámetro en m

Q_b = Caudal de Bombeo en m³ /s.

Determinado un D, se escogen dos (2) diámetros comerciales en torno al valor de Bresse, con velocidades comprendidas entre 0,6 a 2,0 m/s y se determina las pérdidas de carga y potencia de equipo requerido en cada caso. El análisis de costos que involucra tuberías, equipo y costos de operación y mantenimiento permitirá seleccionar el diámetro de mínimo costo.

En la Figura 9 se muestra la línea de gradiente hidráulica de la línea de impulsión.

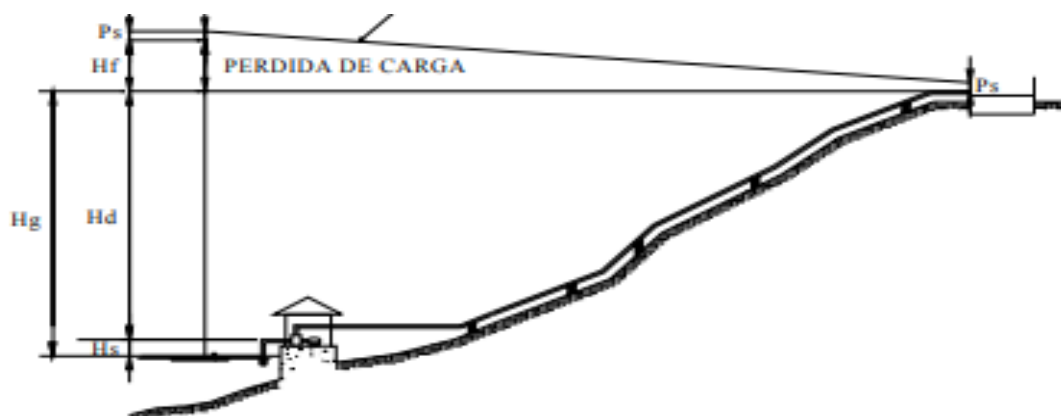


Figura 9: Línea gradiente hidráulica de la línea AgriExpoi impulsión.

Fuente: Elaboración propia

n) Línea de aducción

Una línea de aducción está constituida por la tubería que conduce agua desde la obra hasta el estanque de abastecimiento, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella. De acuerdo con la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía de la región las líneas de aducción pueden ser:

- Línea de Aducción por Gravedad:

Para el diseño de la línea de aducción por gravedad debe tenerse en cuenta los siguientes criterios: Carga disponible o diferencia de elevación, capacidad para transportar el gasto de diseño, clase de tubería en función de la presión, clase de tubería en función del material, diámetros y Estructuras complementarias.

- Línea de Aducción por Bombeo:

Son necesarias cuando las fuentes de abastecimiento de agua se encuentran a elevaciones inferiores a los sitios de consumo.

Caudal Unitario (Qu):

$$Q_u = \frac{Q_{mm}}{\sum Long}$$

Caudal de Consumo (Qc):

$$Q_c = Q_u * \sum Long$$

o) Red de distribución

La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario. Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utiliza fórmulas racionales. El diámetro para utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos serán: 25mm en redes principales y 20mm en ramales. En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5 m. y la presión estática no será mayor de 30 m.

Elementos de una red de distribución:

- Nudo: Es el punto de cruce de una o más tuberías
- Redes Secundarias: Tienen como función entrelazar las tuberías de la red principal.
- Malla de Circuito: Parte de una red unida a tuberías troncales o principales.
- Tramo o Ramal: Parte de malla o circuito.
- Caudal en Marcha: Caudal que fluye por un tramo o rama.
- Caudal de Salida: Es el caudal concentrado que representa las necesidades de abastecimiento de uno o varios tramos.
- Punto o Nudo de Entrada: Nudo por el cual ingresa total o parcialmente el gasto de diseño.
- Nudo o Punto de Equilibrio: Nudo al cual concurren 2 ramales o tramos de una malla o circuito.

- Punto o Nudo más Desfavorable: Es aquel que tiene la menor presión del sistema.

2.2.3.2 Softwares

- AutoCAD: El software tiene la funcionalidad de poder trabajar sobre el plano de lotización, en el cual se dibuja o traza las tuberías en 2D, dando ciertas características de diámetro y replanteamiento de posibles soluciones.
- Civil 3D: Conjuntamente con el plano de lotización y topográfico, se ingresó los datos en este software para crear o determinar los cortes de las líneas de tuberías, para determinar el volumen de excavación que será necesario para los APU.
- Watercad/gems: Una vez juntado los planos topográficos y lotización, se exporta al watercad/gems, para poder agregar los accesorios, válvulas, tuberías, fuente, caudal, reservorio, bomba, etc. De este modo, se realizarán los cálculos hidráulicos en base del método de Hazzen y Willian, para determinar el caudal servido en cada unión y las presiones. De esta manera se reconocerá los puntos con mayor presión, para agregar las válvulas necesarias para que el sistema sea apropiado para los pobladores.
- Google Earth: Se implementa el presente software para delimitar el área de investigación y exportar las curvas de nivel en formato DWG, para procesarlo en los softwares mencionados.

2.2.3.3 Dotación de agua potable.

Es la cantidad de agua en promedio que consume cada habitante y que comprende todos los tipos de consumo en un día promedio anual, incluyendo las pérdidas físicas en el sistema.

$$\text{Dotación} = \text{Consumo} / \text{N}^{\circ} \text{ de habitantes (lts/hab/día)}$$

$$\text{Consumo} = \text{Dotación} \times \text{N}^{\circ} \text{ de habitantes (lts/día o m}^3\text{/día)}$$

La dotación según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2011) “considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) es de 50 l/hab-día. A estas cantidades debe sumarse el aporte necesario para la agricultura, la industria y la conservación de los ecosistemas

acuáticos. Teniendo en cuenta estos parámetros, se considera una cantidad mínima de 100 l/hab-día” (p. 101).

La cantidad de agua captada y usada por los hogares tiene una influencia importante en la salud. El consumo de agua es una necesidad fisiológica humana básica para mantener la hidratación adecuada; además, se necesita agua para la preparación de los alimentos, así como para mantener la higiene, que es necesaria para la salud. Los estimados del volumen de agua que se requiere para propósitos de salud varían considerablemente. En base a los valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se asume que cada persona adulta consume aproximadamente 2 litros de agua diarios, pero el consumo efectivo varía de acuerdo con el clima, el nivel de actividad y la alimentación. Según los datos disponibles actualmente, la cantidad mínima suficiente para cubrir las necesidades de hidratación y de incorporación a los alimentos de la mayoría de las personas bajo la mayor parte de condiciones es de 7.5 litros de agua por persona por día. Además, se requiere agua suficiente para la preparación de alimentos, el lavado de la ropa y la higiene personal y doméstica, que también son importantes para la salud. El agua también puede ser importante para la generación de ingresos y para usos recreativos. (OMS, 2011, p. 100).

La dotación promedio en Perú diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprobará que no existen estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 200 l/hab/d, en clima frío y de 250 l/hab/d en clima templado y cálido. Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d clima templado y cálido. (Norma Técnica, 2019, p. 5).

“El acceso a la red pública de agua (RPA) en el Perú ha aumentado en los últimos cinco años. Esto refleja una realidad esperanzadora: cada vez más peruanos acceden al agua en sus casas sin esperar la

llegada de un camión cisterna ni dar largas caminatas hasta las fuentes más cercanas” (SUNNAS, 2018, p. 40).

2.2.3.4 Topografía

Según Rincón et al (2018) La topografía es una ciencia aplicada, encargada de determinar la posición relativa de puntos sobre la Tierra y la representación en un plano de una porción de la superficie terrestre. Donde se define como la disciplina que abarca todos los métodos para reunir información de partes físicas de la Tierra, tales como el relieve, los litorales, los cauces de corrientes hídricas, entre otros, usando para ello los métodos clásicos de medición en terreno, la fotogrametría y los Sensores Remotos. (p.1).

Si se analiza la palabra topografía desglosando del griego topo- topos (lugar/ región/sitio) y grafía graphe (descripción), Topografía significa el arte o la técnica que se encarga de la descripción detallada de la superficie de un terreno en una determinada región o lugar.

El Asentamiento humano “Santísima Cruz de Sacachispa” tiene una formación y desarrollo topográfico de una pendiente media. En la parte más alta presentando una altura de 290 msnm y en la zona más baja una altura de 200 msnm.

Se obtuvo un levantamiento topográfico a curvas de nivel equidistantes a 10 metros, que ha servido para determinar el relieve de la zona, conocer los desniveles del terreno y sobre todo determinar la ubicación de las viviendas y zonas públicas (comedores populares, parques, áreas verdes, etc.) del asentamiento humano “Santísima Cruz de Sacachispa”, así como los caminos más seguros para acceder a ellas. Esta información ha sido básica para efectuar la ubicación y el dimensionamiento hidráulico de las estructuras que conforman el sistema de abastecimiento de agua para las localidades en estudio.

En la Figura 10 se muestra los detalles de topografía del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa en el distrito de Huaral con sus curvas de nivel equidistantes a cada 5m.

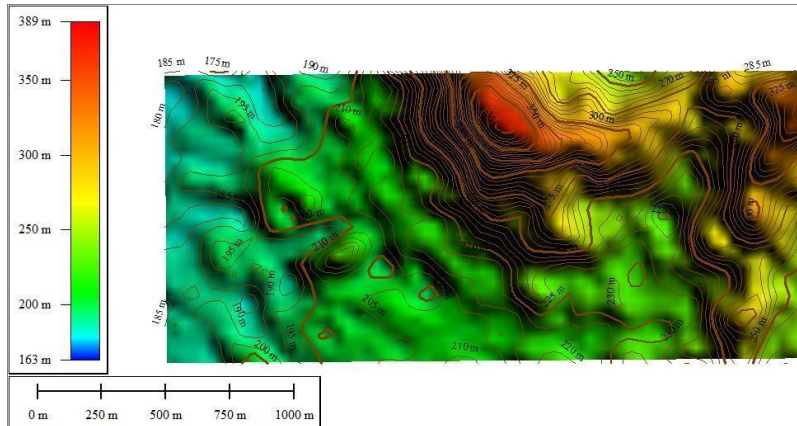


Figura 10: Curvas de Nivel de Huaral- Santísima Cruz de Sacachispa Huaral

Fuente: Elaboración propia en el software Global mapper

Según Cobbing (1973) las unidades aflorantes en las inmediaciones de la zona de estudio del Huaral y señala que comprenden rocas de edades entre el Cretáceo Inferior hasta el Cuaternario Reciente, en general conformadas por andesitas, tonalitas y gabros. Para complementar la información se procedió con el reconocimiento in situ y cartografiado de las unidades litológicas aflorantes en la ciudad de Huaral a escala 1:15 000, sobre un área de 120 km² aproximadamente. Asimismo, se identificaron también las siguientes unidades estratigráficas: formación Casma, complejo volcánico Calipuy, gabros, diorita/Mela diorita, tonalitas del complejo Santa Rosa, depósitos cuaternarios de origen fluvio-aluvial, coluvial y fluvial.

En la Figura 11 se muestra una fotografía de la cota más alta del asentamiento humano santísima cruz de Sacachispa en Huaral.



Figura 11: Asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa - Huaral

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad, es ampliamente conocido que las condiciones locales del sitio, son uno de los principales factores responsables de los daños que se producen en cualquier tipo de edificación durante la ocurrencia de sismos severos. Este factor es fuertemente dependiente de las características geológicas, geomorfológicas, geodinámicas, geotécnicas, sísmicas y geofísicas de los suelos. En conjunto, estos factores controlan la amplificación de las ondas sísmicas causantes de los daños a observarse en la superficie después de ocurrido un evento sísmico.

En la Figura 12 se muestra el mapa de la zonificación sísmica del distrito de Huaral donde se encuentra en la zona 3 según la norma E 030 siendo suelos flexibles y con periodo de 0.5 – 0.7 seg.

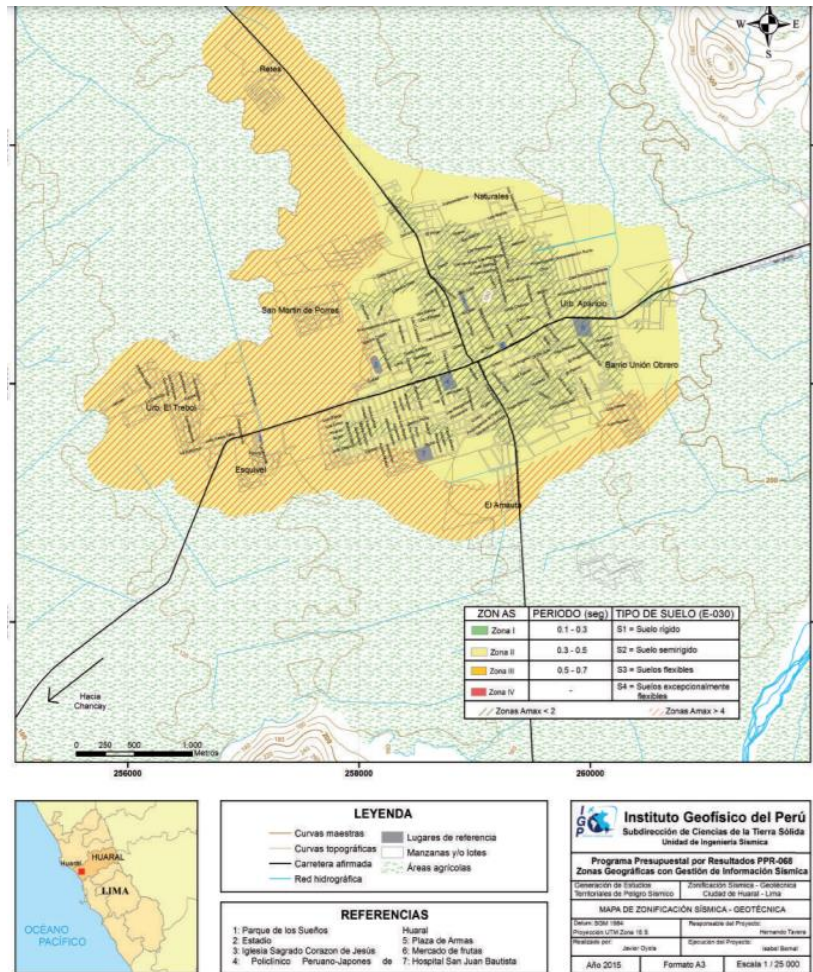


Figura 12: Mapa de Zonificación Sísmica - Geotécnica

Fuente: Instituto Geofísico del Perú

- Geotecnia: Universidad Nacional Agraria La Molina, se realizó la clasificación de suelos SUCS para la ciudad de Huaral, lográndose identificar la existencia de tres tipos de suelos, tales como: suelos tipo GP (conformados por gravas arenosas mal gradadas), suelos tipo GW (compuestos por gravas arenosas bien graduadas) y suelos tipo SC (comprenden arenas arcillosas con un contenido de humedad que sobrepasa el 15%, por lo que corresponden a materiales con permeabilidad baja). (Geofísico, 2016, p. 9).

En la (Tabla 1) la población de la provincia de Huaral en la asciende a 187 779 habitantes, representando cerca del 2% del total de habitantes de la región Lima. Esta participación genera una tasa de crecimiento anual de 1,41% desde el año 2007. La población del distrito de Huaral en el año 2014 fue de 99 287 habitantes,

representando aproximadamente el 53% del total de los habitantes de la provincia de Huaral, con una tasa anual de crecimiento poblacional desde el año 2007 de 1,15%. El crecimiento anual del distrito de Huaral (1,15%) fue menor al de la provincia de Huaral (1,41%) y al de la región Lima (1,49%), pero superior al país en su totalidad (1,13%).

Tabla 1: Población proyectada y tasa de crecimiento 2007 - 2014

Ámbito geográfico	2000	2007	2014	Crecimiento anual (2007-14)
Distrito de Huaral	82948	91625	99287	1.15%
Provincia de Huaral	152425	170266	187779	1.41%
Región Lima	7767873	8730820	9685490	1.49%
Perú	25983588	28481901	30817696	1.13%

Fuente: Población Perú 2000-2015 (INEI, 2014)

2.2.4 EMAPA

“El abastecimiento de agua a la ciudad de Huaral se realiza mediante captaciones del tipo superficial y subterránea. El sistema de agua se abastece de 4 captaciones, una superficial y tres subterráneas” (SUNASS, 2007, p. 18). El abastecimiento de estas fuentes se reparte como sigue:

- La captación superficial es proveniente del río Chancay – Huaral.
- La captación subterránea es proveniente de pozos tubulares.

En la (Tabla 2) se muestra los tipos de captación que cuenta la fuente de abastecimiento de agua del distrito de Huaral – EMAPA, donde cuenta con 3 pozos de fuente subterránea y 1 fuente superficial del río chancay, que, de las 5 fuentes de abastecimiento en total, en funcionamiento solo se encuentran 3 pozos de fuente subterránea y 1 fuente superficial.

Tabla 2: Tipo de captaciones de agua EMAPA – Huaral.

N.º	Tipo de Captación	Nombre	Estado	Tipo de fuente
1	Pozo	Pozo N°1	Operativo	Subterránea
2	Pozo	Pozo N°2	Inoperativo	Subterránea
3	Pozo	Pozo N°3	Operativo	Subterránea
4	Pozo	Pozo N°4	Operativo	Subterránea
5	Río Chancay	Bocatoma Tronconal	Operativo	Superficial

Fuente: Elaboración propia adaptada de captaciones de Agua – EMAPA S. A. Huaral

a) Captación Superficial

- “El Tronconal” tiene como principal fuente de abastecimiento de agua el río Chancay – Huaral.
- Las lagunas principales que forman parte de la cuenca del río Chancay – Huaral poseen las siguientes capacidades máximas: Quisha (14 miles de metros cúbicos (MMC)), Aguashuman (8 MMC), Yuncan (6 MMC), Chancan (1 MMC) y Uchumanchan (8 MMC), según registro del ministerio de agricultura – oficina de información Agraria. (SUNASS, 2007, p. 19).

La cuenca del río Chancay – Huaral es de 3.279 km² y recibe los aportes de varios afluentes entre los cuales cabe mencionar, por la margen derecha, los ríos Carac (319 km²) y Huataya (134 km²) y las quebradas Lumbra y Huerequeque y, por la margen izquierda, el río Añasmayo (201 km²) y la quebrada de Orcón. La captación “El Tronconal” se ubica a la margen derecha del río Chancay a 1,5 Km aproximadamente y a 3,5 Km de la ciudad de Huaral.

La captación el Tronconal, es de concreto armado en buen estado de conservación y con compuertas operativas (ver gráfico). Sin embargo, parte del agua captada que llega a la caja de compartimiento de ingreso del desarenador, se va por rebose, regresando el agua al canal Huando. La EPS no cuenta con registro de ingreso del agua al sistema. Sin embargo, de acuerdo con el PMO de la empresa, la dotación de agua otorgada por el ministerio de agricultura es de 100 lps.

En la Figura 13 se muestra una de las fuentes de red principal de abastecimiento de agua en el distrito de Huaral que se encuentra operativo es de fuente superficial siendo una bocatoma llamado tronconal y abastecido por el río de chancay.



Figura 13: Captación superficial “El Tronconal” – EMAPA Huaral.

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

b) Captación Subterránea

La captación del agua subterránea es a través de 03 pozos tubulares operativos; los mismos que se muestran en la Tabla 3 donde el de mayor caudal el pozo N°3 ubicado en chical con un 42.48lps. y siendo el de caudal mínimo el pozo N°4 ubicado en la huaca con un 34.85lps y las horas de operación son entre 16.75 a 18.78 horas.

Tabla 3: Características de operación de los pozos.

Pozo	Ubicación	Caudal Promedio (lps)	Caudal Max (lps)	Caudal Min (lps)	Horas de operación promedio
Pozo N°1	Los Granadas	38.51	41.08	36.61	18.78
Pozo N°3	El Chilcal	39.84	42.48	35.52	16.75
Pozo N°4	La Huaca	36.88	39.36	34.85	18.56

Fuente: Elaboración propia adaptada de registro de producción de Agua 2006 – EMAPA Huaral.

La producción de los 3 pozos operativos en la Figura 14 durante el año 2006 ha sido de 2.710.488 m³, que representa el 45,7% del volumen de producción de la EPS.

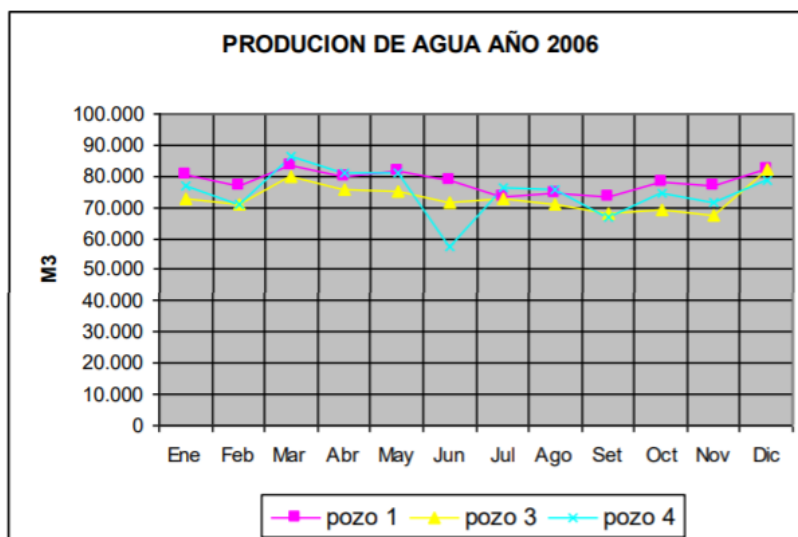


Figura 14: Producción de agua en el año 2006 – EMAPA Huaral.

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

- El pozo N° 1: Es de tipo tubular, se encuentra ubicado en la zona Los Granados tiene una capacidad de producción de 78,293 m³ /mes. El agua del pozo es bombeada hacia la cámara rompe presión, y luego dirigida por gravedad hacia el reservorio de 1.900 m³.

El equipo de bombeo está compuesto por un motor diesel de 135 HP, las horas de operación del equipo es en promedio 18,7 horas, su operación varía según la demanda en función de las condiciones climatológicas. La cloración del agua lo realiza desde el pozo N°4 con una sobre dosificación de cloro. (SUNASS, 2007, pág. 20).

En la Figura 15 se muestra una fotografía de la caseta de bombeo de la fuente subterránea ubicada en los granados.



Figura 15: Caseta de Bombeo ubicado en los granados – EMAPA Huaral.

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

- Pozo N°3: Este pozo es de tipo tubular, se encuentra ubicado en la zona el Chilcal y tiene una capacidad de producción de 73,054 m³/mes. Las aguas del pozo son bombeadas, directamente hacia la red de distribución.

Tiene un sistema de cloración con equipo de inyección al vacío, que es accionada directamente al eje de la motobomba del pozo, para inyectar cloro en la tubería de salida del mencionado pozo, debido a que no cuenta con energía eléctrica. (SUNASS, 2007, pág. 21).

En la Figura 16 tiene una caseta con instalaciones hidráulicas y un ambiente donde se encuentra instalado el equipo de cloración del agua. El equipo de bombeo es motor diesel de 85 HP, las horas de operación del equipo es en promedio 18,7 hr. que varía según la demanda en función de las condiciones climatológicas.



Figura 16: Caseta de Bombeo ubicado en Chilcal– EMAPA Huaral.

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

- Pozo N°4: Este pozo es de tipo tubular, se encuentra en la zona de la ex hacienda Huaca, tiene una capacidad de producción de 74.893,7 m³/día. El agua del pozo es bombeada hacia el reservorio de 1.900 m³.

El equipo de bombeo es motor diesel de 100 HP, las horas de operación del equipo es en promedio 18,7 hr. que varía según la demanda por las condiciones climatológicas. También, el pozo cuenta con un ambiente de cloración que incluye un equipo de inyección al vacío que es accionado con energía eléctrica. La dosificación del cloro en el pozo se encuentra más alto de lo requerido, debido que el agua del pozo N° 4 se une con las aguas del pozo N°3, el cual no tiene sistema de cloración. (SUNASS, 2007, pág. 21).

En la Figura 17 se muestra la parte externa de la caseta de bombeo de la fuente subterránea captada en la Huaca.



Figura 17: Caseta de Bombeo ubicado en La Huaca– EMAPA Huaral.

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

2.3 Definición de términos básicos

- Agua Potable: Es un recurso básico y apto para el consumo humano, que cumple con las normas sanitarias adecuadas para poder utilizarlo y consumirlo.
- Abastecimiento de Agua Potable: Es un sistema completo de ingeniería que garantiza la llegada de calidad de agua al hogar para el consumo humano.
- Topografía: La topografía es una ciencia que estudia la superficie terrestre de acuerdo a sus características de relieve y ubicación.
- Calidad de Agua: Son las características físicas, químicas y biológicas adecuadas.
- Dotación de agua: Cantidad de abastecimiento de agua para poder cubrir las necesidades básicas de consumo humano por día.
- Hidrología: Es una ciencia que investiga los procesos del ciclo del agua y sus cambios de estado.
- Geotecnia: Es una ciencia que estudia el tipo de suelo de la corteza terrestre.
- Presión: Es una magnitud de fuerza hacia cierta dirección.
- Velocidad del agua: La velocidad del agua es un margen de fuerza que va en cierta dirección, donde su velocidad depende de la pendiente, la profundidad y la rugosidad de la superficie.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis Principal

- Evaluar la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable que podrá abastecer a un total de 2009 pobladores del asentamiento humano Santísima cruz de Sacachispa - Huaral.

3.1.2 Hipótesis Secundarias

- a) Se determinará a partir de la población futura el cual se proyectará el abastecimiento de aguas, cumplimientos de las normas y criterios vigentes.
- b) La topografía del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa es accidentada con pendientes mayores al 80%.
- c) La modelación del sistema hidráulico del abastecimiento de agua potable que se desarrollará con el software de Watercad.

3.2 Variables de Investigación.

Según Herrera (2016), derivada del término en latín *variabilis*, variable es una palabra que representa a aquello que varía o que está sujeto a algún tipo de cambio. Se trata de algo que se caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable. En otras palabras, una variable es un símbolo que permite identificar a un elemento no especificado dentro de un determinado grupo. (p.3).

Este conjunto suele ser definido como el conjunto universal de la variable (universo de la variable, en otras ocasiones), y cada pieza incluida en él constituye un valor de la variable.

La importancia de la caracterización de las variables en una investigación es la forma más útil de categorizar son las variables independiente y dependiente. Esta categorización es muy útil por su aplicabilidad general, sencillez e importancia especial en la conceptualización, el diseño y la comunicación de los resultados de la investigación. Una variable independiente es la supuesta causa de la variable dependiente, y está el supuesto efecto.

3.2.1 Variable independiente

“Las variables independientes son aquellas que se manipulan por el investigador para explicar, describir o transformar el objeto de estudio a lo largo de la investigación. Son las que generan y explican los cambios en la variable dependiente”. (Espinoza Freire, 2018, p. 6).

- ✓ Sistema de abastecimiento

3.2.2 Variable dependiente

“Las variables dependientes son aquellas que se modifican por la acción de la variable independiente. Constituyen los efectos o consecuencias que dan origen a los resultados de la investigación.” (Espinoza Freire, 2018, p. 6).

- ✓ Asentamiento Humano Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral.

3.2.3 Variable Secundaria

- ✓ Abastecimiento
- ✓ Topografía
- ✓ presión, caudal
- ✓ cisterna
- ✓ tanque elevado
- ✓ tubería y red
- ✓ Calculo hidráulico
- ✓ Habitantes

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE ESTUDIO

4.1 Tipo y nivel

Abarza (2013) sostiene que, “En la investigación aplicada, el investigador busca resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. En otras palabras, el énfasis de la investigación aplicada es la resolución práctica de problemas”.

Hernández (2003) sostiene que, “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística patrones de comportamiento de una población”. (p. 5). Acevedo (2013) sostiene que, “El enfoque cualitativo usa la relación de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. A diferencia del cuantitativo, aquí se pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos.” (p. 7). Sampieri (2010) sostiene que, “Los métodos de investigación mixta son la integración sistemática de los métodos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno. (p. 546).

La presente investigación fue de tipo aplicada con enfoque mixto (cualitativo – cuantitativo).

Mejía (2020) sostiene que, “La investigación descriptiva es un tipo de investigación que se encarga de describir la población, situación o fenómeno alrededor del cual se centra su estudio. Procura brindar información acerca del qué, cómo, cuándo y dónde, relativa al problema de investigación, sin darle prioridad a responder al “por qué” ocurre dicho problema. Como dice su propio nombre, esta forma de investigar “describe”, no explica.”

Rojas (2018) comenta que, “La investigación explicativa se dedica a la exploración causal, es decir, encontrar causas de este. De tal manera, que la investigación al dar detalles es fundamentada por una causa determinada.” (p.40).

El presente trabajo de investigación tuvo un nivel descriptivo - explicativo.

4.2 Diseño de Investigación

Raffino (2020) sostiene que, “La investigación no experimental es un tipo de pesquisa que no extrae sus conclusiones definidas o sus datos de trabajo a través de una serie de acciones y reacciones reproducibles en un ambiente controlado para obtener resultados interpretables, es decir a través de experimentos. No por ello, claro está, deja de ser una investigación seria, documentada y rigurosa en sus métodos.”

Según (Virginia, 2016). El diseño de estudios transversales se define como el diseño de una investigación observacional, individual, que mide una o más características o enfermedades (variables), en un momento dado. La información de un estudio transversal se recolecta en el presente y, en ocasiones, a partir de características pasadas o de conductas o experiencias de los individuos. (p.2).

El presente trabajo de investigación fue no experimental con diseño transversal.

4.3 Población y muestra

Fuentelsaz (2004) lo define como, “Conjunto de elementos o individuos que reúnen las características en cuenta de seleccionar que se pretenden estudiar. (Barcelona, p. 5)

La población seleccionada fueron todos los asentamientos humanos ubicados en el distrito de Huaral que cuenten con las mismas características como la falta de agua o abastecimiento precario.

D’Angelo (2004) lo define como, “Cualquier subconjunto del universo. Desde la estadística pueden ser probabilísticos o no probabilísticos”. (p. 4).

El tamaño de muestra fue un grupo representativo de la población que se asemeja a la cantidad de pobladores en el AA. HH Santísima Cruz de Sacachispa donde en promedio son 70 encuestas a nuestra población.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección datos

4.4.1 Tipos de técnicas e instrumentos

En esta investigación las técnicas usadas son las siguientes:

- La Técnica de campo: Las técnicas de investigación de campo se aplicó directamente con las personas y donde ocurre el fenómeno a estudiar. Su propósito es recoger datos de fuentes de primera mano, a través de una observación estructurada y la ejecución de diversos instrumentos previamente diseñados: encuestas, entrevistas, estudios de caso, prácticas de campo, etc. Estas herramientas suelen trabajar en conjunto y suelen combinarse con documentales. (Olive, 2006, pág. 15).

- La observación: La observación es la técnica de investigación básica, sobre las que se sustentan todas las demás, ya que establece la relación básica entre el sujeto que observa y el objeto que es observado, que es el inicio de toda comprensión de la realidad.

Según Bunge (1977) la observación en cuanto es un procedimiento científico se caracteriza por ser:

Intencionada: porque coloca las metas y los objetivos que los seres humanos se proponen en relación con los hechos, para someterlos a una perspectiva teleológica.

Ilustrada: porque cualquier observación para ser tal está dentro de un cuerpo de conocimientos que le permite ser tal; sólo se observa desde una perspectiva teórica.

Selectiva: porque necesitamos a cada paso discriminar aquello que nos interesa conocer y separarlo del cúmulo de sensaciones que nos invade a cada momento.

Interpretativa: en la medida en que tratamos de describir y de explicar aquello que estamos observando. Al final de una observación científica nos dotamos de algún tipo de explicación acerca de lo que hemos captado, al colocarlo en relación con otros datos y con otros conocimientos previos.

- Los cuestionarios: Es para reunir información en el cual se indican preguntas y a la vez ofrecen respuestas que debe elegir el entrevistado. Cada pregunta del cuestionario estará en correspondencia con el marco teórico y conceptual de investigación y considera todas las variables a través de sus indicadores porque precisamente las preguntas permitirán o no confirmar la hipótesis, donde se diseña en base formal respecto a una o dos variables a medir. (Guzman, 2019, pág. 27).
- Las entrevistas: Una forma de encuentro, comunicación e interacción humana de carácter interpersonal e intergrupar (esto es, dos o más de dos personas), que se establece con la finalidad, muchas veces implícita, de intercambiar experiencias e información mediante el diálogo, la expresión de puntos de vista basados en la experiencia y el razonamiento, y el planteamiento de preguntas. Tiene objetivos prefijados y conocidos, al menos por el entrevistador. (ARAGON, 2004, p. 180)

4.4.2 Instrumentos

En esta investigación los instrumentos utilizados fueron:

- Los softwares que se utilizaron en esta investigación son los siguientes: Google Earth Pro, SPSS, AutoCAD CIVIL 3D 2020, Watercad y Microsoft Office Excel, Word y Power Point.
- Debemos usar las siguientes normas técnicas peruanas: Reglamento nacional de edificaciones OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano, IS 0.10 Instalaciones sanitarias para edificaciones y OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano.
- Se utilizarán los siguientes manuales de bresser, catálogos de bombas y Catálogo PVC.

4.4.3 Criterios de Validez y Confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos para usar como los softwares son válidos dado su aplicación en las diferentes ramas de la ingeniería por su exactitud que se asemeja a la realidad y sostenibles por sí solas, para la elaboración de proyectos similares u otros. Por el cual, es fundamental el uso de las normas técnicas peruanas como demanda el Reglamento Nacional de Edificaciones que engloba una gran parte del presente trabajo para el estudio de suelos (E. 050), redes de distribución de agua potable (OS. 050), concreto armado (E. 060) y los datos a obtener mediante el censo y los censos pasados obtenidos ante el INEI.

El diseño de los reservorios fue diseñado cumpliendo con la normativa E. 060 del RNE, dado al almacenamiento de agua, que producen una gran carga estática hidráulica, por el cual su diseño es meticuloso dado que se debe de dibujar en el programa de SAP 2000 o ETABS, software de herramienta básica para el diseño de elementos de concreto armado. De este modo, se aplica en el software las cargas hidráulicas y así se obtendrían las presiones resultantes que someten al concreto, para luego con la normativa de diseño se darían espesores y área de acero necesario. Finalmente, se corroboró con el factor 0.9 de la resistencia del concreto armado.

Además, todo el diseño hidráulico y de las redes, contaron con unas cotas, por el cual es fundamental la determinación de la topografía que se solicitó a la entidad de Cofopri-Huaral, para el cálculo hidráulica, ya que la topografía es accidentada y esto perjudica que en ciertos tramos existan presiones que puedan

dañar la tubería, por el cual con el reglamento OS. 050, la determinación de las cajas rompe presiones son fundamentales para la durabilidad de la tubería. Así como también, las válvulas de alivio, las válvulas mariposa para la regulación del caudal.

4.4.4 Procedimiento para recolección y datos

- Se buscó los censos pasados del INEI para tener la tasa de crecimiento y tamaño poblacional.
- Se buscó por Google Earth el AA. HH y procesar los datos en earth cad para obtener las curvas de nivel cada 0.5 metros.
- Se buscó en la municipalidad de Huaral o Cofopri-Huaral los planos topográficos y de lotización.
- Se calcula la población futura (20 años) y el tamaño de muestra para realizar las encuestas en el AA. HH y conocer la realidad social y económica.
- Se buscó mediante las cartas geológicas las propiedades del suelo en las coordenadas obtenidas desde Google Earth y se obtiene la muestra del suelo.
- Se buscó fuentes naturales o aducciones para el abastecimiento, en este caso encontramos una red principal (R. P) que pasan por el ingreso del AA. HH, donde nos acercamos a las oficinas de EMAPA, entidad encargada de las instalaciones de red de agua, para solicitar información de su caudal y presión que cuentan en el tramo que está cerca al AA.HH.
- Una vez obtenida la población futura se calculó la dotación necesaria que se solicitaría a EMAPA para la aducción hacia una cisterna.
- Una vez unificado el plano topográfico y de lotización, se ubicaría el cuarto de bombas, cisterna, tanque, red de impulsión y red aducción.
- Con ayuda del watercad se importará el autocad con la unificación de los planos de topografía, lotización, ubicación de la cisterna, tanque elevado y redes, para tener la mejor alternativa de redes de acuerdo con la topografía y tamaño poblacional (densidad poblacional x n° de lotes)
- Se elaboraría 3 alternativas de distribución de red y con ayuda del software watercad, se podrá obtener las presiones en las tuberías.
- Una vez definida la distribución del abastecimiento, se usaría los accesorios de saneamiento para evitar colapsos de presión.

- Finalmente, se procesaría los datos obtenidos del software para realizar sus conclusiones.

4.5 Técnicas para el procedimiento y análisis de la información.

- a) Se solicitará información del tamaño poblacional del INEI para el cálculo de la población futura al que será abastecido.
- b) Se solicita planos topográficos y de lotización en la municipalidad de Huaral o COFOPRI y con ayuda de Google earth se trazará las curvas cada 0.5 mts.
- c) Se Solicitará datos caudal y plantas de tratamiento a la entidad de EMAPE.
- d) Se realizá encuestas al azar para ver el grado de la necesidad de agua potable y tener una densidad poblacional para el cálculo de la población actual.
- e) Se procesarán los datos en el software de wáter Cad para la mejor alternativa de abastecimiento y poder dar ajustes hidráulicos en el diseño.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Análisis de la dotación de agua.

5.1.1 Población futura.

Para la elaboración del presente proyecto es necesario utilizar conocimientos adquiridos de estadística.

Determinamos el sector a estudiar asimismo nos informamos en las entidades correspondientes acerca del total de lotes que conforman dicho sector, se realizará una encuesta que nos permitirá conocer más acerca de la realidad de dicho sector tanto en el ámbito social, económico para poder evaluar y conocer los usos, costumbres, necesidades y conocimiento de la población acerca de instrucción sanitaria; así como confirmar el deseo de la población de conectarse al sistema de agua potable.

Para poder realizar la encuesta debemos determinar la muestra de la población con la ayuda de la fórmula aplicable a una población finita, para lo cual se consideran las poblaciones con menos de 100,000 habitantes. El cual utilizaremos para nuestro proyecto.

$$n = \frac{NzZ^2xpxq}{d^2x(N - 1) + Z^2xpxq}$$

- N: Tamaño de la población.
- Za: Nivel de Confianza.
- p: Probabilidad de éxito.
- q: Probabilidad de fracaso.
- d: Precisión

Una vez realizado el cálculo correspondiente y teniendo el número de la muestra, se procede a realizar las encuestas.

5.1.2 Población de Diseño: Población Servida y Población no Servida

En el presente proyecto, se abastece al 100 % de la población proyectada, ello quiere decir que el total de habitantes en el asentamiento humano “Santísima Cruz de Sacachispa” tendrán agua.

Para ellos, se ubica un Reservorio 100 utilizando la clase 7 (50 mca) para economizar y llegar a una mejor alternativa de solución. Sin embargo, dado a la topografía es más conveniente el uso a la clase 10 (75 mca), dando una mayor seguridad.

Para ello ubicamos el Reservorio 100 en la cota 290 msnm, el cual abastecerá a la población servida del 100%.

Cuadro de indicadores para la muestra, probabilidades de trabajo y nivel de confianza.

- N: 350
- d: 6%
- p: 0.85
- q: 0.15
- Z: 1.44
- n: 61

Se indica que se realizarán 61 encuestas para nuestra población.

5.1.3 Periodo De Diseño

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema.

Se denomina periodo económico del proyecto al número de años para el cual se diseña una obra de abastecimiento de agua potable considerando que durante ese periodo se proporcionará un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto sin descuidar los elementos técnicos y de sostenibilidad.

Los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes:

- a) Capacidad de las fuentes de abastecimiento: 20 años
- b) Obras de captación: 20 años.
- c) Pozos: 20 años.
- d) Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio: 20 años.
- e) Tuberías de conducción, impulsión, distribución: 20 años.
- f) Equipos de bombeo: 10 años.
- g) Caseta de bombeo: 20 años.

5.1.4 Estudios De Población

El proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados.

5.1.5 Métodos: Determinación - Población de diseño.

La población de diseño a utilizar se determina mediante los resultados obtenidos de los siguientes métodos:

a) Método de interés simple.

Este método da valores bajos es decir aplicable para poblaciones que se encuentran en proceso de franco crecimiento porque se trata que la población crece como un capital sujeto a un interés simple.

$$Pf = Pa(1 + r(t - to))$$

$$Pf = 2009(1 + 1.2\%(20238 - 2018)) = 2491 \text{ hab}$$

b) Método aritmético

Este método da valores bajos, para poblaciones que están muy cerca al límite de saturación, porque se trata de que la población crezca como un capital de interés simple.

$$Pf = Pa + rxt$$

$$Pf = 2009(1 + 1.2\% \times 20) = 2491 \text{ hab}$$

c) Método Geométrico

El crecimiento es geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de esta. Este método es más aplicable a poblaciones que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa.

$$Pf = Pa \times r^{(t-to)}$$

$$Pf = 2009 \times 1.2\%^{(2038-2018)} = 7702 \text{ hab}$$

d) Método Sunass

Este método es usado por la empresa de SEDAPAL; en nuestro caso por no contar con la población estadística del AA. HH se utilizará este método para el cálculo de la población futura teniendo en cuenta la tasa de crecimiento poblacional.

$$Pf = Pa(1 + rxt)$$

$$Pf = 2009(1 + 1.2\% \times 20) = 2491 \text{ hab}$$

- Cálculo de la población actual (PA) al año 2018.

En la (Tabla 4) se elaboró la cantidad de población encuestada se llegó a realizar 61 encuestas que son un aproximado de 350 lotes en el asentamiento humano

santísima cruz de Sacachispa teniendo en cuenta que es el 36.33% de la población total.

Tabla 4: Cuadro de población encuestada.

Población Encuestada (36.33% población total)		
Nº de personas por lote	N.º Lotes	Total, de personas por lote
1	0	0
2	0	0
3	3	9
4	7	28
5	19	95
6	15	90
7	8	56
8	9	72
9	0	0
10	0	0
	61	350

Fuente: Elaboración propia.

Al tener una cifra de 350 personas en 61 lotes en nuestra población obtendremos nuestra densidad poblacional.

$$Pa = \delta x \#lotes$$

$$\text{Densidad Poblacional} = 5.7 \text{ Hab/Lote}$$

Con nuestra densidad obtendremos nuestra población actual para 2018 donde la densidad poblacional promedio es de 5.7 Hab/ Lote, donde para calcular la cantidad actual es la densidad poblacional por el número de lotes.

- Total, de Lotes: 350 Lotes
- Total, de Encuestas: 61 Lotes
- Total, de habitantes encuestados: 350 Habitantes.
- Densidad poblacional: 5.7 Hab/ Lote
- Total, de Habitantes: 2009 Habitantes

Ahora elegiremos nuestro tiempo de diseño para trabajar por método SUNASS

Tipo de población: Rural

Tamaño de población: Mediana

El tiempo de proyección es de 10 años para una población total de 3009 habitantes la proyección sería de 2700 habitantes teniendo en cuenta que para el año 2009 sería un 17.44% al 20%.

- Tiempo de vida del proyecto = 17 años
- Tiempo en marcha del proyecto = 3 años
- Tiempo total de proyección = 20 años
- Año proyectado 2036

Tasa de intercensal:

La tasa de crecimiento del distrito de Huaral del año 2018 es de 1.2% según INEI.

$$Pf = Pa * [1 + (\sigma * t)]$$

Donde:

σ : Tasa intercensal

t: Tiempo de proyección

Pa: Población actual

En la (Figura 18) Se realiza una estimación futura mediante iteraciones desde el año 2018 al 2038 aproximadamente 20 años de proyección, donde nuestra población es de 2009 habitantes y mediante la proyección al año 2038 sería una población de 2491 habitantes del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa en Huaral.

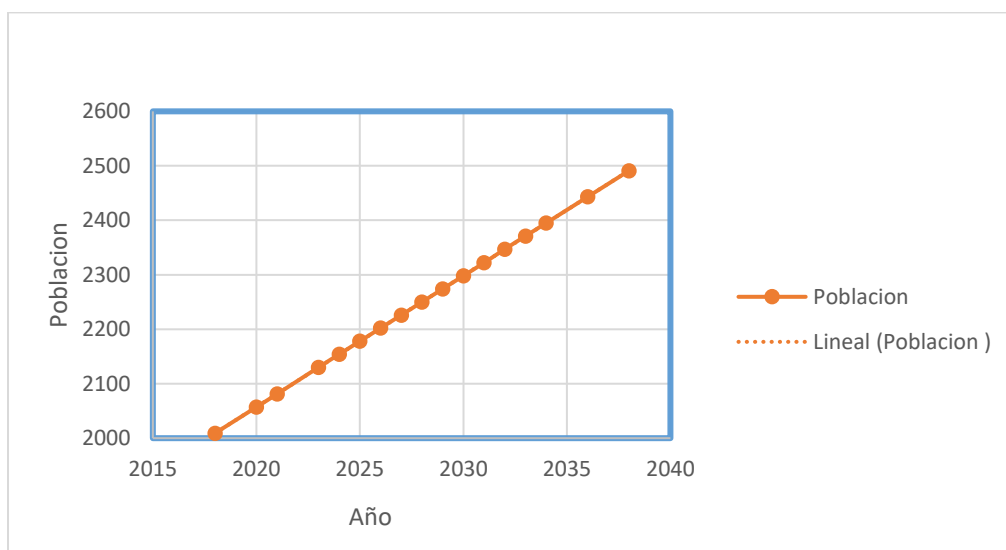


Figura 18: Población futura al 2038

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.6 Parámetros de diseño.

Después de definir la población futura, es necesario tener en cuenta que parte de la población será abastecida de agua (población servida-Ps) y que parte de la población por diferentes motivos no podrá ser abastecida de agua (población no servida-Pns). También es necesario de acuerdo con el tipo de población conocer la dotación de agua establecida.

Determinación de parámetros de diseño y proyección, según métodos de estimación.

Determinación de la población servida y no servida

- Población servida (Ps) = 100% de la población proyectada.
- Población servida (Ps) = 2491 habitantes.
- Población no servida (Pns) = 0 habitantes.

Determinación de la dotación y coeficiente de la población proyectada según norma de diseño.

En la (Tabla 5) está el reglamento nacional de edificaciones, nos detalla la dotación necesaria para el asentamiento humano Santísima cruz de Sacachispa donde según la cantidad de habitantes proyectada son 2491 habitantes estaría entre el parámetro de 2000 a 10000 habitantes donde la población sería rural con tendencia urbano y la dotación necesaria es de 150 L/ Hab – día.

Tabla 5: Norma de diseño instalaciones sanitarias 0.10

Medio	Población (Habitantes)	Dotación (L/Hab - día)	
Urbano	10 000 - 50 000	150	Población Servida
	50 000 - 200 000	150 - 200	
	200 000 - 250 000	200 - 300	
	Más de 300 000	350	
Rural	400 - 1000	80	Población no Servida
	1001 - 1500	100 - 120	
Urbano	1501 - 2000	150	
	Más de 10000	40-50	
Rural	0-10000	30-40	

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

Determinado en el cuadro encontramos que el asentamiento humano tiene es rural con tendencia a ser urbano.

Medio: Rural

- Coeficiente: $K1 = (1.2 - 1.5)$, $K2 = (1.8 - 2.6)$

Medio: Urbano

- Coeficiente: $K1 = (1.8 - 2.6)$, $K2 = (3.0 - 4.0)$

La dotación habitual será de: 150 L/ Hab - día

Los coeficientes del medio rural para la zona de Huaral serán:

- $K1 = 1.2$
- $K2 = 2.6$
- $K3 = 3.12$

a) Caudal promedio (QP)

El caudal promedio, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en metros por segundo (m/s) y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Qp = \frac{Ps * Dot + Pns * Dot'}{86400} \times 10^{-3}$$
$$Qp = \frac{2491habx150 habxl/dia}{86400} = 4.32 l/s$$

b) Caudal máximo diario (QMD)

Se usa para diseñar la LC y todas las estructuras que se encuentran en él.

El caudal máximo diario es el máximo consumo que se espera realice la población en un día, conforme al reglamento de SEDAPAL, este consumo se considera tanto para el ámbito rural y urbano como el 130% del caudal promedio, esta variación del consumo se encuentra definida por el coeficiente “k1”. Tenemos así el cálculo del caudal máximo diario:

$$Qmd = Qpk1$$
$$Qmd = 4.32 \frac{l}{s} \times 1.2 = 5.19 l/s$$

c) Caudal máximo horario (QMH)

Se usa para diseñar todas las estructuras y tuberías aguas abajo del reservorio.

Es el máximo gasto que será requerido en una determinada hora del día, conforme al reglamento de SEDAPAL, este consumo oscila entre el 180% y 250% del caudal promedio, esta variación del consumo se encuentra definida por el

coeficiente “k2”. Teniendo así el cálculo del caudal máximo horario determinado por la siguiente fórmula:

$$Q_{mh} = Q_{px}k_2$$
$$Q_{mh} = 4.32 \frac{l}{s} \times 2.6 = 11.24 \text{ l/s}$$

d) Caudal máximo maximorum (QMM)

$$Q_{mm} = Q_{px}k_1k_2$$
$$Q_{mm} = 4.32 \frac{l}{s} \times 1.2 \times 2.6 = 13.49 \text{ l/s}$$

Determinando que el caudal para el sistema de abastecimiento en el centro poblado será de 5.15 lt/seg, dado para un sistema cerrado y el mayor consumo será en hora puntas por el cual el sistema debe de tener respaldo o reservas del tanque 100.

5.2 Características climáticas y topográficas

5.2.1 Ubicación geográfica.

El asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa se encuentra ubicado al margen izquierdo del valle bajo del río Chancay, al lado de una pequeña quebrada que desciende casi plano desde las partes altas del cerro Sacachispa.

El acceso al sitio se realiza partiendo desde la ciudad de Huaral por la pista hasta la localidad de Huando, doblando por la pista que lleva al Colegio Nacional de Huando, siguiendo de frente por la Alameda de Huando, y la trocha carrozable que lleva hasta La Esperanza, ingresando por un desvío hasta el Centro Poblado Santísima Cruz de Sacachispa.

Distrito: Huando-Huaral (ubicado a 30 minutos de la plaza)

Provincia: Huaral

Región: Lima

Clasificación: Rural

Categoría: Caserío

Se encuentra entre el Parque Mirador (Área: 1100 m²) hasta el Local Comunal (Área: 368 m²).

Los pasajes principales son:

- Jr. Santa Rosa
- Av. 2 de noviembre
- Jr. Leoncio Prado

- Jr. Marías
- Jr. La Unión
- Jr. Sinchi Roca
- Jr. Sacachispas
- Jr. Túpac Amaru
- Calle El Molino
- Calle Los Pedregales
- Jr. Huando
- Jr. Sanchez Cerro, entre otros
- Población: 2009 habitantes por nuestras encuestas

En la (Figura 19) se utilizó un mapa referencial de Google Earth PRO de la provincia de Huaral hasta la ubicación del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa.

En la (Figura 20) se utilizó un mapa referencial de Google Earth PRO de la ubicación del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa.



Figura 19: Mapa referencial de la provincia de Huaral.

Fuente: Elaboración en el software Google Earth PRO.



Figura 20: Mapa referencial de la ubicación del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa.

Fuente: Elaboración en el software Google Earth PRO.

En la Figura 21 se utilizó un mapa referencial de Google Earth PRO del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa con las curvas de nivel.

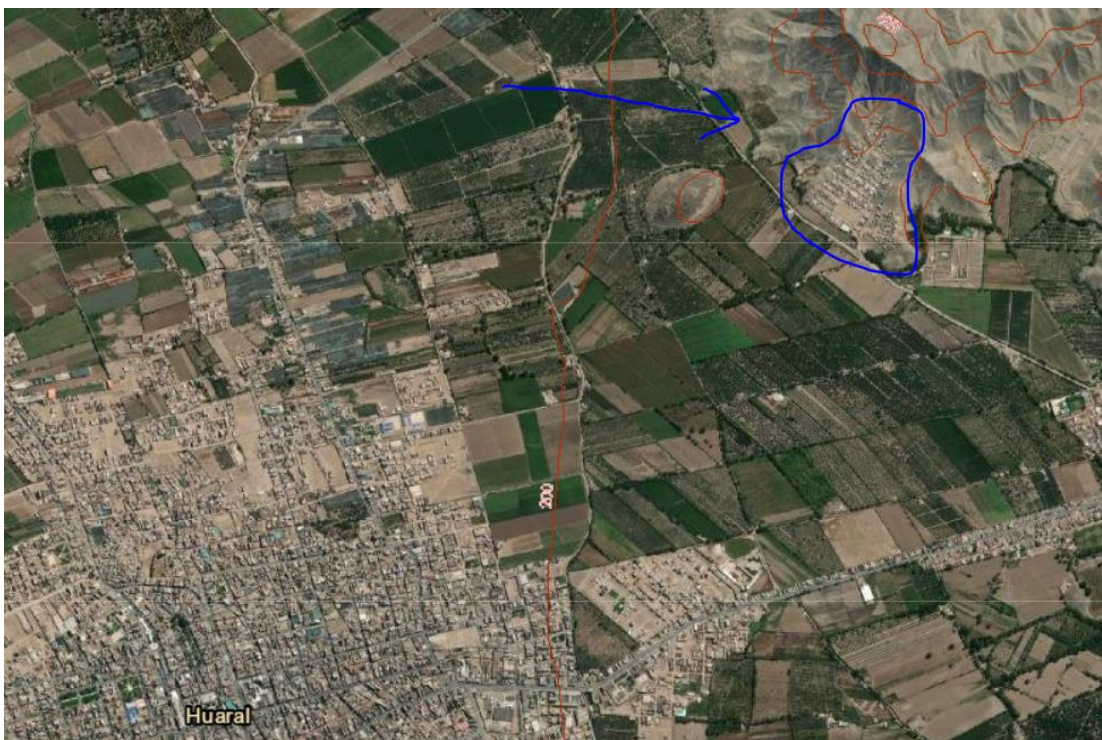


Figura 21: Ubicación del asentamiento y curvas de nivel.

Fuente: Elaboración en el software Google Earth PRO.

- Clima

El Centro Poblado “Santísima Cruz de Sacachispa” presenta un clima desértico, templado y húmedo con lloviznas entre los meses de abril a diciembre, y con radiación solar intensa entre los meses de enero a marzo. La temperatura máxima absoluta fluctúa entre 25°C a 27°C y la mínima entre 14°C y 15°C, llegando a un promedio de 18° C. Del mismo modo, las precipitaciones anuales máximas son de 36 mm con promedio anual de 18 mm.

- Topografía

El Asentamiento humano “Santísima Cruz de Sacachispa” tiene una formación y desarrollo topográfico de una pendiente media. En la parte más alta presentando una altura de 290 msnm y en la zona más baja una altura de 200 msnm.

Se obtuvo un levantamiento topográfico a curvas de nivel equidistantes a 5 metros, que ha servido para determinar el relieve de la zona, conocer los desniveles del terreno y sobre todo determinar la ubicación de las viviendas y zonas públicas (comedores populares, parques, áreas verdes, etc.) del asentamiento humano “Santísima Cruz de Sacachispa”, así como los caminos más seguros para acceder a ellas. Esta información ha sido básica para efectuar la ubicación y el dimensionamiento hidráulico de las estructuras que conforman el sistema de abastecimiento de agua para las localidades en estudio.

En la Figura 22 se utilizó el programa Global Mapper para descargar las curvas de nivel del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa con curvas de nivel equidistantes a cada 5 metros.



Figura 22: Curvas de Nivel de Huaral- Santísima Cruz de Sacachispa Huaral

Fuente: Global Mapper.

En la (Figura 23) se utilizó un mapa Georreferenciado de Google Earth PRO del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa con cada vértice límite del asentamiento está georreferenciado con sus coordenadas UTM.

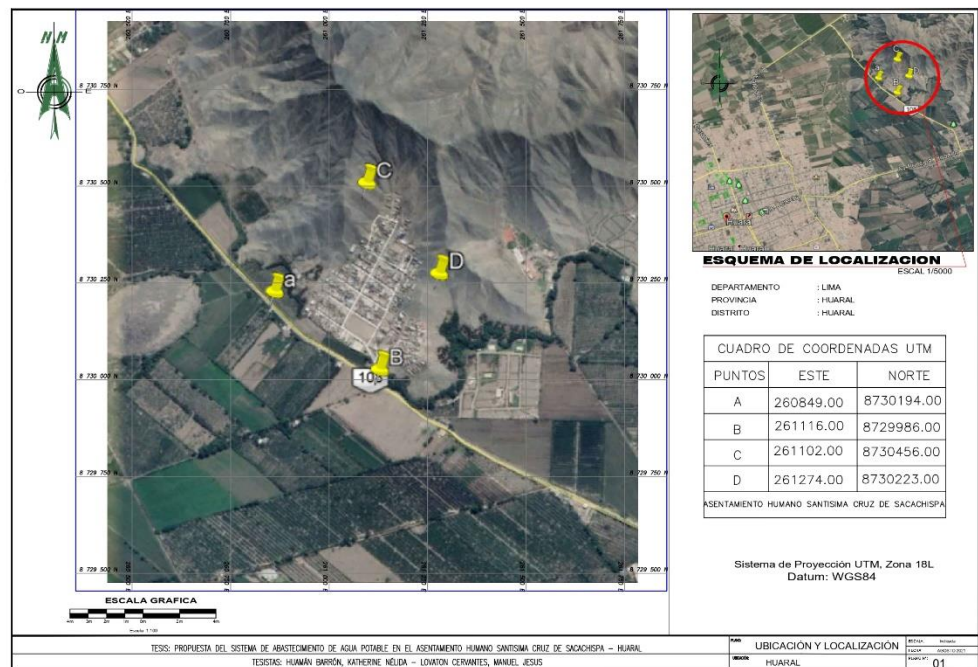


Figura 23: Plano de Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Características mecánicas del suelo

En el fondo de la quebrada donde se encuentra ubicado el Centro Poblado Santísima Cruz de Sacachispa se ubica una pampa arenosa, de característica semi-plana, rodeado de las laderas de poca altura y pendiente. El área no presenta vegetación, salvo las zonas más bajas ubicadas más cerca de un canal de irrigación moderno, donde hay vegetación herbácea.

En los meses de invierno (de mayo a septiembre) está cubierto de neblina, lo que provoca que, por su ligera elevación, sea propenso a convertirse de un ecosistema desértico a un ecosistema de lomas, cubriendo de verdor los cerros adyacentes.

En la figura 24 fotografía al asentamiento humano santísima cruz de sacachispa.



Figura 24: Fotografía del asentamiento humano santísima cruz de sacachispa.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Diseño del sistema de abastecimiento de agua.

5.3.1 Línea de aducción

Determinación de fuentes de aprovechamiento del recurso hídrico.

El proyecto que proponemos cuenta como red de aprovechamiento la red pública de Huaral esta red proviene desde la planta de tratamiento de EMAPA

entidad encargada por la distribución y tratamiento y conducción desde el Río Chancay para ello identificar la red.

En la (Tabla 6) es la presión de red de Huaral - EMAPA, que muestra que cuenta con una presión de 15m.c.a. en sus redes, donde sería la presión suficiente que pasa por el frontis del asentamiento humano es la red principal de la cual vamos abastecer el asentamiento humano santísima cruz de sacachispa y el cual llevará con esa presión suficiente a la cisterna de diseño; donde al tener una presión alta se usaría una tubería de clase 10.

Tabla 6: Presión de red Huaral – EMAPA

Metas de Gestión	Utilidad de medida	2006	2007	2008	2009	2010
Continuidad	Hrs / día	20.6	20.6	22	22	22
Incremento anual de conexiones domiciliarias de agua potable	Und	233	1032	902	594	614
Incremento anual de conexiones domiciliarias alcantarillado	Und	311	689	464	478	580
Micromedición	%	42.8%	49.5%	53.5%	53.8%	53.9%
Agua no contabilizada	%	51.3%	49%	46.8%	45.4%	44%
Relación de trabajo	%	89.2%	90.2%	85.9%	73.5%	70.9%
Conexiones activas de agua potable	%	88.8%	90.3%	91.9%	93.4%	95%
Presión Promedio en las redes	mca	12	14	15	15	15
Tratamiento de aguas servidas	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Fuente: PMO – Huaral

Para la conexión de la acometida hacia la cisterna del centro poblado se usará tubería de de clase 10 por las altas presiones y la conexión directa de la red pública.

Dado que el caudal del centro poblado es de 5.19 l/s el diámetro de la tubería dirigido hacia la cisterna sería de 3 pulgadas, cumpliendo con una velocidad de 2.68 m/s.

En la Figura 25 se muestra la central de red pública con el cual se abastece el asentamiento humano santísima cruz de sacachispa.

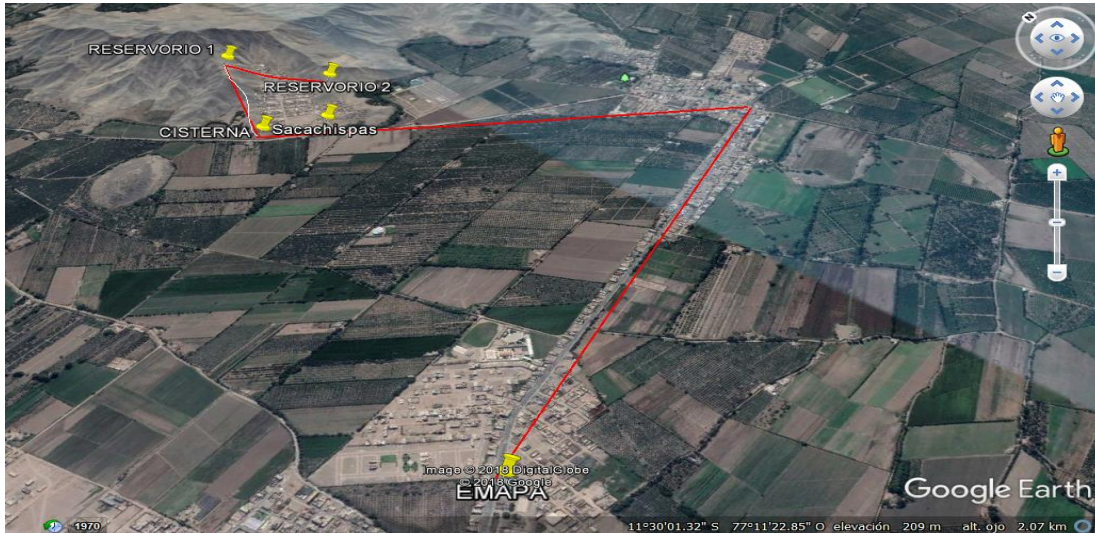


Figura 25: Fuente de abastecimiento de agua.

Fuente: Elaboración en el software Google Earth PRO.

5.3.2 Cisterna

En el presente proyecto se considerará una cisterna enterrada para el aprovechamiento posterior de la superficie para destinarlo como uso de área verde. El material para considerar es de concreto armado e impermeabilizado.

Para el diseño de la cisterna se considerará lo siguiente:

Volumen de regulación: Según la normativa de RNE – saneamiento OS. 040 es necesario satisfacer como mínimo la demanda máxima diaria de las zonas de influencia siendo determinado al 30% de la máxima demanda diaria debido a que es la que almacena y abastece a todo el sistema de la población.

$$Vr = MDD \times 30\%$$

$$Vr = (2491 \text{ hab} \times 150 \text{ l/hab}) \times 30\%$$

$$Vr = 112.1 \text{ m}^3$$

Volumen de emergencia: es el volumen para considerar para evitar el desabastecimiento de agua por periodos cortos o más días, por el cual se considera el 10% del volumen de regulación.

$$Ve = Vr \times 10\%$$

$$Ve = 112.1 \times 10\%$$

$$Ve = 11.21 \text{ m}^3$$

Volumen contra incendios: es determinado a partir de una probabilidad de la magnitud del tamaño poblacional, es decir, en todo sistema de abastecimiento se debe de almacenar el 1% de la población, como reserva para cualquier contingencia.

$$Vi = Poblacion \times 1\%$$

$$Vi = 2491 \times 1\%$$

$$Vi = 24.91 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen total de la cisterna es de 148.21 m^3 , de acuerdo a la normativa de RNE – saneamiento, para volúmenes menores a 500 m^3 la altura de la lámina de agua debe ser máximo de 2.5 m. De esta manera considerando la figura geométrica de la cisterna como un cuadrilátero la base sería de:

$$Ac = \sqrt{\frac{V_{total}}{altura \text{ de agua}}}$$

$$Ac = \sqrt{\frac{148.21}{2.5}}$$

$$Ac = 7.7 \text{ m}$$

De acuerdo con la topografía y la lotización del asentamiento humano, se ubicará la cisterna en el ingreso y en un área destinado como local comunal que cuenta con una cota de 220 m. Por el cual la cisterna tendrá características de geometría rectangular, posición enterrada y el material de concreto armado.

En la Tabla 7 se tiene el resultado de análisis de diseño de la cisterna, teniendo un volumen de almacén de 148.2 m^3 y longitud de cisterna de 8.2m.

Tabla 7: Resultados de análisis del diseño de la cisterna

Resultado de Análisis de la cisterna		
Volumen de almacén	148.2	m ³
Altura (h)	2.9	M
Área (A)	59.29	m ²
Longitud de cisterna	8.2	m
Espesor muro	0.25	m
Espesor piso	0.25	m

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se tiene muestras las cotas principales de la ubicación de la cisterna es enterrado a 4 m. debajo del nivel típico, en terreno natural se encontrará 220 m.s.n.m., la entrada de la cisterna a 219 m.s.n.m. y el eje de la bomba está en la cota 220.30 m.s.n.m. donde en el sistema de bombeo se tiene que determinar la altura a bombear que es desde la lámina del agua de la cisterna hasta la lámina del agua del reservorio.

Tabla 8: Cotas principales de la cisterna

Cotas Principales de la cisterna		
Terreno natural	220	m.s.n.m.
Nivel de agua	219.4	m.s.n.m.
Fondo	216.65	m.s.n.m.
Eje de la bomba	220.3	m.s.n.m.
Canastilla	217	m.s.n.m.
Entrada de cisterna	219.5	m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Estación de bombeo

Una vez determinado las características de la cisterna, para la estación de bombeo se determinará el caudal de bombeo, el cual se usaría dos bombas en serie, ya que la continuidad del abastecimiento debe de ser continuo, para el trabajo dinámico en paralelo, además del cálculo del tiempo bombeo.

Donde son dos bombas en serie debido a que si fueran en paralelo la bomba necesitaría aprox 0.53m³/h, pero el problema de no es el caudal sino la diferencia de nivel, por eso se trabaja con bombas cerca de 1m³/h y que sean

en serie, se trabajaría con 3 bombas en total dos en uso en serie y uno en mantenimiento.

Por el cual:

$$Q_{sistema} = Q_{md}$$

$$Q_{sistema} = \frac{5.19 \times 3600}{1000}$$

$$Q_{sistema} = 18.68 \frac{m^3}{h}$$

Para el tiempo de bombeo que es el volumen del reservorio que se va llenar en el caudal del sistema que se va bombear se considerará lo siguiente:

$$Tb = \frac{\text{Volumen del reservorio } 100}{Q_{sistema}}$$

$$Tb = \frac{125 m^3}{18.68 \frac{m^3}{h}}$$

$$Tb = 6.69 h \approx 7 h$$

Entonces cada 7 horas se bombea un cierto caudal de bombeo para abastecer el reservorio 100.

Para la determinación del caudal de bombeo se usa el método de Breese modificado.

$$Qb = \frac{Qd/24}{tb}$$

$$Qb = \frac{5.19/24}{7h}$$

$$Qb = 17.79 \frac{l}{s}$$

Entonces entramos al cálculo del diámetro de la tubería para la impulsión determinado por la siguiente fórmula:

$$Do = 1.3 \times n^{1/3} \times \sqrt{Qb}, \text{ donde es un factor } n = \frac{Tb}{24}$$

$$n = \frac{7}{24} = 0.292$$

$$Do = 1.3 \times 0.292^{1/3} \times \sqrt{17.79}$$

$$Do \approx 5 \text{ pulgadas}$$

Por el cual, para definir el diámetro de la tubería será necesario verificar con diámetros inferiores y superiores a lo calculado para determinar en qué diámetros hay más pérdidas locales y presión interna.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción es necesario definir la altura de impulsión, que inicia desde la cota de lámina de la cisterna hasta la cota de la lámina de agua del reservorio. Entonces:

$$Hg = \nabla \text{Reservorio} - \nabla \text{Cisterna}$$

$$Hg = 292.85 - 219.4$$

$$Hg = 73.45 \text{ m}$$

- Pérdida de carga por fricción en la impulsión:

Son pérdidas debido a la rugosidad de la tubería por el cual está sometido el flujo, por ello, se considera un coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams de 150, dado que las tuberías serán instaladas nuevas. Además de que la longitud de tubería de impulsión será de 399.36 m.

Se realizó un análisis tentativo para 2", 4", 6" y 8".

$$s = \left(\frac{Qb}{0.2785xCxD_o^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$H_f = SxL$$

En la Tabla 9 se muestra la pérdida de carga por fricción en la impulsión de diámetros tentativos de 2,4,5 y 8 donde el diámetro de 5 pulgadas dentro de las pérdidas por fricción es el Hf (m) más adecuado de 5.32m, el S simboliza la pendiente de mis diámetros tentativos y L la longitud de mis tipos de tubería.

Tabla 9: Pérdida de carga por fricción en la impulsión

ϕ	S(m/m)	L(m)	Hf(m)
2	1.1505	399.36	459.46
4	0.0395	399.36	15.76
5	0.0133	399.36	5.32
8	0.0014	399.36	0.54

Fuente: Elaboración propia.

- Longitud de línea de impulsión:

Es necesario determinar si el tramo para el diámetro a considerar será una línea de impulsión larga o corta.

$$l/\phi \geq 4000$$

En la Tabla 10 se muestra la longitud de línea impulsión, teniendo en cuenta los diámetros tentativos que van desde 2 a 8 pulgadas, con características de línea de impulsión corta o larga.

Tabla 10: Longitud de línea de impulsión

ϕ	LI/ ϕ	
2	7861.489	Línea de impulsión larga
4	3930.744	Línea de impulsión corta
5	3144.596	Línea de impulsión corta
8	1965.372	Línea de impulsión corta

Fuente: Elaboración propia.

Se descarta la tubería de diámetro 2" debido a una línea de impulsión larga y no es convencional para el sistema.

Pérdida de carga local por impulsión

Son las pérdidas internas que se dan en los accesorios de la bomba y para su determinación es necesario definir la pérdida total localizada en la zona de impulsión, por ello:

En la Tabla 11 las pérdidas internas se necesitarán en los accesorios de la bomba codos y válvula, con k parcial total de 5.4.

Tabla 11: Pérdidas internas que se dan en los accesorios de la bomba

#	Accesorios Asumidos	K	K parcial
2	Codos de PVC SAP 90°	0.9	1.8
2	Codos de PVC SAP 45°	0.45	0.9
1	Válvula	0.2	0.2
1	Válvula check o retención	2.5	2.5
		K total	5.4

Fuente: Elaboración propia.

Luego, determinamos las pérdidas locales por impulsión:

$$Hl = K_{total} \frac{v^2}{2g}$$

En la Tabla 12 Pérdidas locales la primera se descarta porque tiene demasiadas pérdidas locales de 21.211m, el más adecuado sería para poder trabajar con 4, 5 y 8 que está dentro del término normal de pérdidas locales.

Donde formula de la velocidad es:

$$V = \frac{4 * Qb}{\pi * Dc^2}$$

Tabla 12: Pérdidas locales

Diámetro	V (m/seg)	Hl (m)
2	8.779	21.211
4	2.195	1.326
5	1.405	0.543
8	0.549	0.083

Fuente: Elaboración propia.

- Cálculo de la altura dinámica:

Para la determinación de la altura dinámica, es necesario sumar las pérdidas locales y de fricción que se pueden localizar en la zona de impulsión, de esta manera se podrá escoger un tipo de bomba.

$$HDT = Hg + Hf + Hl$$

En la Tabla 13 se muestra las alturas dinámicas es un resumen con una altura (hg) de 73.45m, una pérdida por fricción de término normal sería de 5.3219, pérdida local (hhl) del diámetro de 5 pulgadas es de 0.543 y una altura dinámica total adecuada de 79.31.

Tabla 13: Altura dinámica

ϕ	hg	Hhf	hhl	HDT
2	73.45	0.0000	21.211	94.66
4	73.45	15.7611	1.326	90.54
5	73.45	5.3219	0.543	79.31
8	73.45	0.5407	0.083	74.07

Fuente: Elaboración propia.

- Cálculo de la potencia de consumo o requerida

$$Pc = \frac{QbxHDT}{75xnb}$$

Donde nb es la eficiencia de la bomba, al momento de la selección de la bomba se encontrará la eficiencia en las especificaciones técnicas, por el cual se considerará un nb= 0.5. Entonces:

En la Tabla 14 se muestra la potencia de consumo el de menor presión es de 8 pulgadas, pero el cual estaría dentro de los parámetros adecuados que sería el de 5 pulgadas que tiene 38 HP.

Tabla 14: Potencia de consumo

Diámetro (pulg)	Qb(l/s)	HDT(m)	Pc(HP)
2	8.8964	94.66	45
4	8.8964	90.54	43
5	8.8964	79.31	38
8	8.8964	74.07	35

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15 la potencia instalada colocamos diámetros tentativos del 2, 4, 5 y 8. Donde el diámetro de 4 pulgadas tiene 48 HP donde trabajaría mucho mejor ya que tiene mucha más presión que el de 5 pulgadas que solo es de 42 HP.

Tabla 15: Potencia instalada

Diámetro (pulg)	l/nc	Pc (HP)	Pi(HP)
2	1.11	44.914	50
4	1.11	42.958	48
5	1.11	37.633	42
8	1.11	35.146	39

Fuente: Elaboración propia.

Donde se trabajará con el de 5 pulgadas mientras esta sea mayor al otro cumple el funcionamiento la bomba con la comprobación de potencia instalada sea mayor a la potencia de consumo.

$$P_i > P_c$$

Finalmente, para la selección de la bomba será necesario que tenga las siguientes características:

- HDT=90.54
- Qb(l/s) =8.8964
- Pc (HP)=43
- nb = 90%

Selección de bomba:

De acuerdo con la gráfica (Figura 26) de la especificación técnica de la bomba APM37 – Bomba Periféricas cumple con las siguientes características:

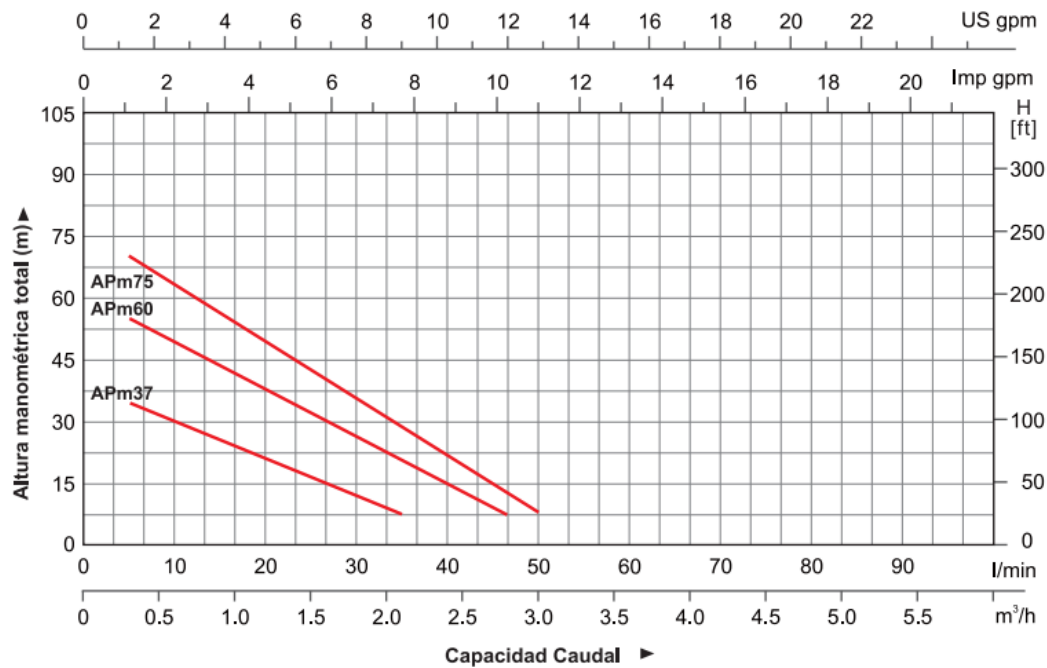


Figura 26: Especificaciones de la bomba APM37

Fuente: IUSALEO

De acuerdo con el caudal de bombeo que es 17.79 l/s que es aproximadamente 1.067 m³/h, se bombeará desde la estación de bombeo de una cota de 219.4 m hasta la cota 261.4 m, donde se ubicará otra bomba para realizar el bombeo consecutivo hasta la cota 292.85 m.

De esta manera se realizará el sistema de bombeo en serie para el llenado del reservorio. Donde se trabajará con diámetro de la bomba de 4".

5.3.4 Línea de impulsión y reservorio.

a) Reservorio:

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Qmh).

En caso de que el rendimiento de la fuente sea mayor que el Qmh no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario (Qmh), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

En algunos proyectos resulta más económico usar tuberías de menor diámetro en la línea de conducción y construir un reservorio de almacenamiento.

El reservorio se ubicará en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema de distribución correspondiente. Será diseñado para que funcione como reservorio de cabecera.

Su diseño deberá garantizar la calidad sanitaria del agua. En las tuberías de entrada, salida y limpieza se instalan válvulas para su correcto funcionamiento, ubicadas convenientemente para su protección y fácil operación.

Cualquier otra válvula especial requerida se instalará en las mismas condiciones. Las tuberías de ventilación y rebose deberán contar con dispositivos de protección sanitaria para evitar el ingreso de roedores e insectos.

Se podrá obviar la construcción del reservorio en el caso de que la producción de la fuente sea mayor al caudal máximo horario.

Ubicación de reservorio:

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas.

De acuerdo con la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población.

En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hacen por el mismo tubo. Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad.

El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado.

Volumen de regulación:

La capacidad de regulación será del 15% al 20% de la demanda diaria del promedio anual, siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda diaria del promedio anual.

$$Vr = Qp \times 25\%$$

$$Vr = \frac{2491 \text{ hab} \times 150 \text{ l}}{\text{hab} \times \text{dia}} \times 25\%$$

$$Vr = 93.41 \text{ m}^3$$

b) Volumen de emergencia:

Es el volumen de reserva que debe de tener cada reservorio para evitar el desabastecimiento de agua por periodos de corte o mantenimiento del sistema.

$$Ve = Vr \times 7\%$$

$$Ve = 93.41 \times 7\%$$

$$Ve = 6.54 \text{ m}^3$$

c) Volumen de almacenamiento contra incendio:

Un criterio exagerado para el cálculo de la demanda contra incendio puede influir en mayor costo de almacenamiento y de la capacidad de la red. El volumen contra incendio, en los casos que se considere demanda contra incendio deberá asignarse un volumen adicional para cada 10 000 habitantes una cantidad de 100 metros cúbicos.

$$Vi = Poblacion \text{ total} \times 1\%$$

$$Vi = 2491 \times 1\%$$

$$Vi = 24.91 \text{ m}^3$$

Entonces el volumen de almacen del reservorio será:

$$V_{reservorio} = Vr + Ve + Vi$$

$$V_{reservorio} = 93.41 + 6.54 + 24.91$$

$$V_{reservorio} = 124.86 \text{ m}^3 \cong 125 \text{ m}^3$$

De acuerdo con la normativa de RNE – saneamiento, para volúmenes menores a 500 m³ la altura de la lámina de agua debe ser máximo de 2.5 m. De esta manera considerando la figura geométrica del reservorio como un cilindro la base sería de:

$$Ar = \frac{V_{reservorio}}{\text{altura de lamina de agua}}$$

$$Ar = \frac{125}{2.5}$$

$$Ar = 50 \text{ m}^2$$

Considerando el reservorio de una superficie circular, podremos determinar el diámetro de la base.

$$D_{\text{reservorio}} = \sqrt{\frac{4xAr}{\pi}}$$

$$D_{\text{reservorio}} = \sqrt{\frac{4x50}{\pi}}$$

$$D_{\text{reservorio}} \cong 8 \text{ m}$$

De acuerdo con la topografía y la lotización del asentamiento humano, se ubicará el reservorio en la parte más alta, para que su abastecimiento sea de manera por gravedad estando en una cota de 290 msnm. Por el cual el reservorio tendrá las siguientes características:

En la Tabla 16 se muestra el diseño de reservorio donde el volumen del reservorio es de 125m³, con un espesor 0.30m, donde la altura de la lámina de agua hasta el techo es de 0.3, considerando que la altura del agua es de 2.5, la altura del diseño del reservorio sería 2.8m.

Tabla 16: Resultados de análisis

Resultados de Análisis de diseño del reservorio		
Volumen de almacén	125.0	m ³
Altura (h)	2.8	m
Área (A)	50.00	m ²
Diámetro (D)	8.0	m
Radio ®	4.0	m
Espesor muro	0.3	m
Espesor piso	0.25	m

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 17 las cotas principales del reservorio en terreno natural de ubicación son a 290 m.s.n.m. donde la entrada de impulsión queda en la cota 292.95 y la cota para la red de diseño por gravedad es de 290.4 m.s.n.m

Tabla 17: Cotas principales

Cotas Principales del reservorio		
Terreno natural	290	m.s.n.m.
Fondo	290.25	m.s.n.m.
Lámina de agua	292.85	m.s.n.m.
Entrada	292.95	m.s.n.m.
Salida	290.4	m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico del reservorio diseñado:

En la Figura 27 se muestra el plano de corte del reservorio con un volumen total de diseño de 136.2m³, con una cota de nivel del agua de 292.3 m.s.n.m., con una cota de fondo de 290.3 m.s.n.m.

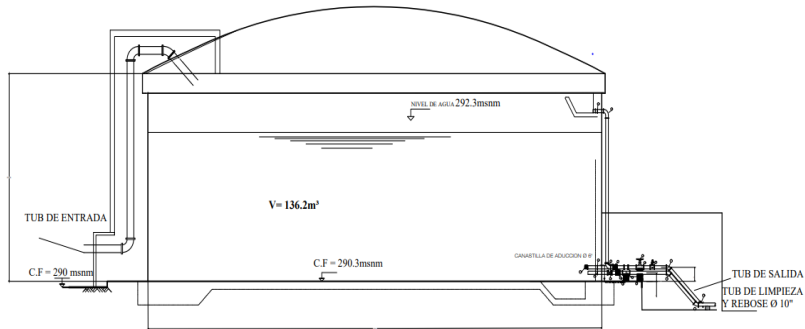


Figura 27: Reservorio plano en corte

Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

En la Figura 28 se muestra un plano en planta a detalle del reservorio diseñado.

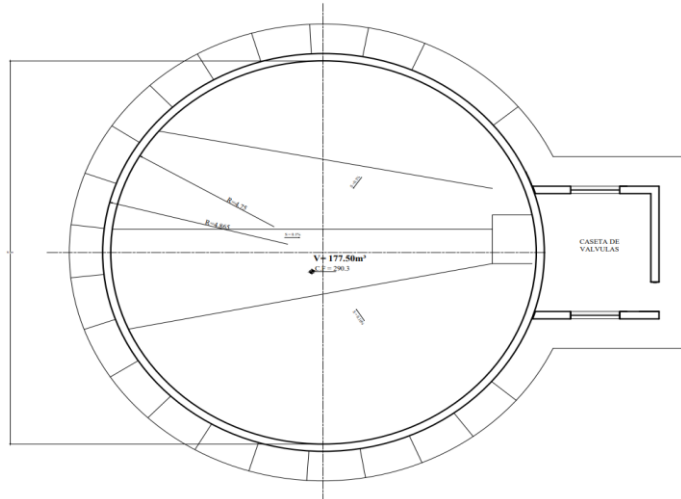


Figura 28: Reservorio plano en planta

Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

d) Línea de aducción

Una línea de aducción está constituida por la tubería que conduce agua desde la obra hasta el estanque de abastecimiento, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella.

De acuerdo con la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía de la región las líneas de aducción pueden ser:

Línea de Aducción por Gravedad:

Para el diseño de la línea de aducción por gravedad debe tenerse en cuenta los siguientes criterios:

Carga disponible o diferencia de elevación.

Capacidad para transportar el gasto de diseño.

Clase de tubería en función de la presión.

Clase de tubería en función del material.

Diámetros.

Estructuras complementarias.

Línea de Aducción:

Son necesarias cuando las fuentes de abastecimiento de agua se encuentran a elevaciones inferiores a los sitios de consumo.

Caudal Unitario (Q_u):

$$Q_u = Q_{mm} / \sum Long$$

Caudal de Consumo (Q_c):

$$Q_c = Q_u \times \sum Long$$

e) Red de distribución

La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario. Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmulas racionales. El diámetro para utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos serán: 25 mm en redes principales de 20 mm en ramales. En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5 m. y la presión estática no será mayor de 30 m.

Elementos de una red de distribución:

- Nudo: Es el punto de cruce de una o más tuberías

- Redes Secundarias: Tienen como función entrelazar las tuberías de la red principal.
- Malla de Circuito: Parte de una red unida a tuberías troncales o principales.
- Tramo o Ramal: Parte de malla o circuito.
- Caudal en Marcha: Caudal que fluye por un tramo o rama.
- Caudal de Salida: Es el caudal concentrado que representa las necesidades de abastecimiento de uno o varios tramos.
- Punto o Nudo de Entrada: Nudo por el cual ingresa total o parcialmente el gasto de diseño.
- Nudo o Punto de Equilibrio: Nudo al cual concurren 2 ramales o tramos de una malla o circuito.
- Punto o Nudo más Desfavorable: Es aquel que tiene la menor presión del Sistema.

f) Válvulas

La red de distribución estará provista de un mínimo número de válvulas de interrupción que permitan una adecuada sectorización y garanticen su buen funcionamiento. Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección, drenaje y fácil operación. En los puntos de cotas más bajas de la red de distribución, en donde se pudieran acumular sedimentos, se deberán considerar sistemas de purga. Las válvulas de aire y otro tipo de válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, con accesorios para el fácil montaje y desmontaje, de modo que permitan su fácil operación y mantenimiento.

En la Figura 29 se muestra las válvulas rompe presiones detalles plano en planta y corte, con accesorios.

En la Figura 30 se muestra las válvulas aire detalles plano en planta y corte se muestra la estructura del detalle estructural y accesorios, la válvula es utilizado para la eliminación de aire que está atrapado en las tuberías, que si no son evacuadas de la red dañaran el sistema de abastecimiento, por lo cual son necesarias 5 válvulas de aire debido a la topografía accidentada y al sistema indirecto.

En la Figura 31 se muestra las válvulas alivio con detalles del plano en planta y corte.

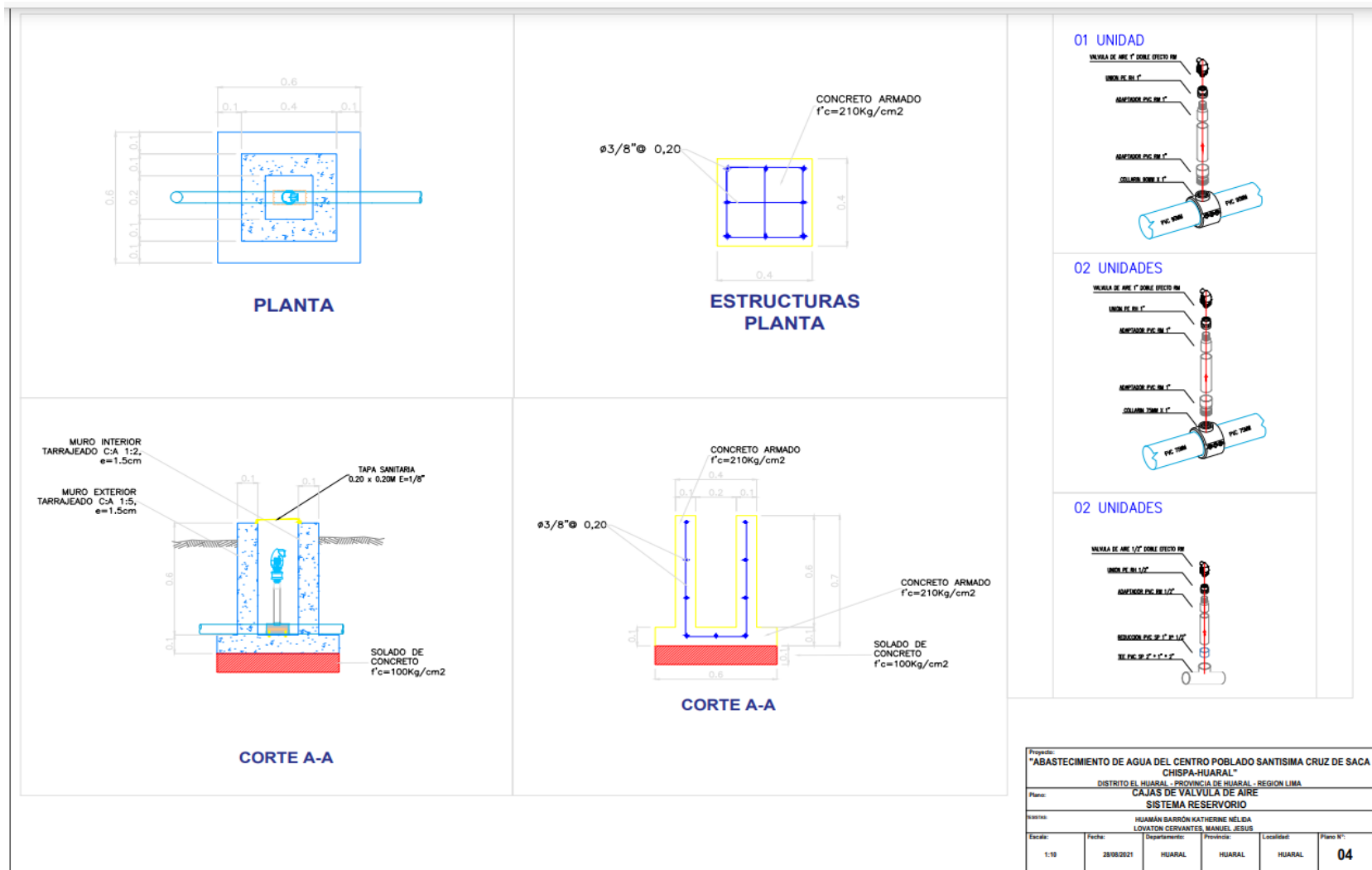


Figura 30: Válvula de aire

Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

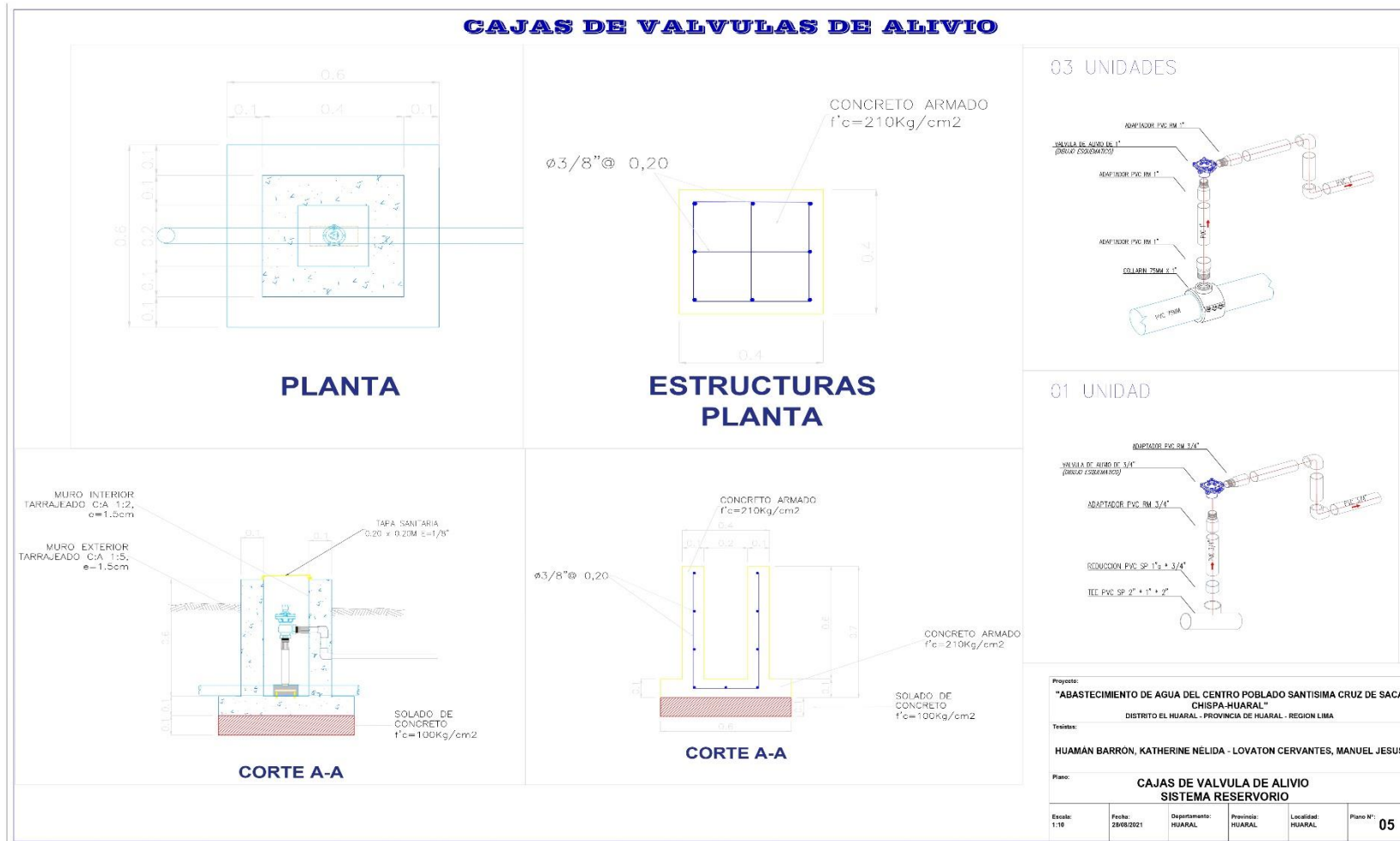


Figura 31: Válvula de alivio

Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

La Figura 32 se muestra la estructura del reservorio los detalles de entrada y salida de diseño

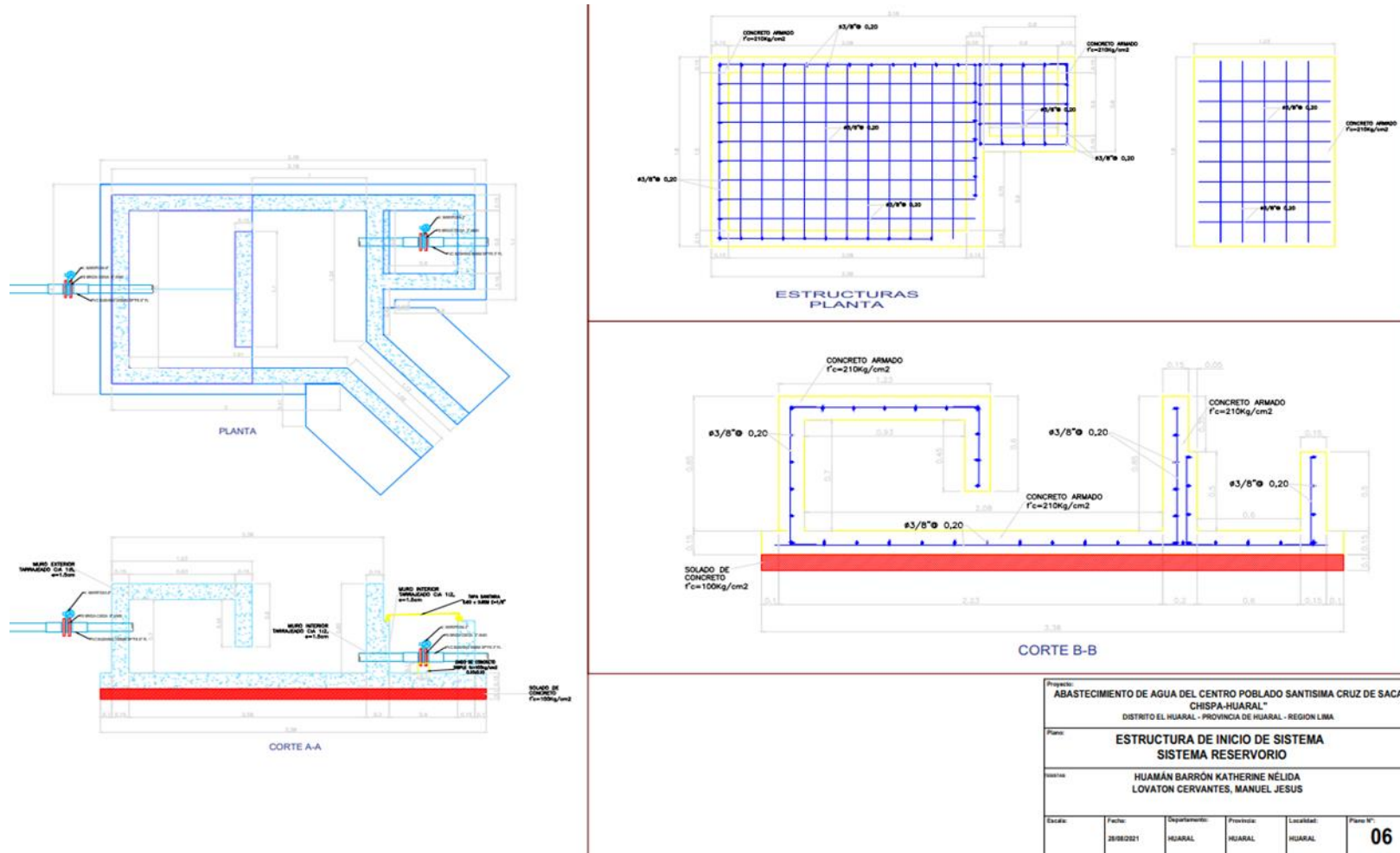


Figura 32: Estructura de entrada y salida reservorio.

Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

La Figura 33 se muestra el perfil hidráulico de tuberías que se visualiza la ubicación del tanque elevado con cierto volumen de almacenamiento se encuentra a 290 m.s.n.m. y en la j8 se encuentra la ubicación de la válvula de aire se encuentra en tal cota (), la topografía es accidentada que en la cota 248 se instalará una cámara rompe presiones para que no afecte una red inferior.

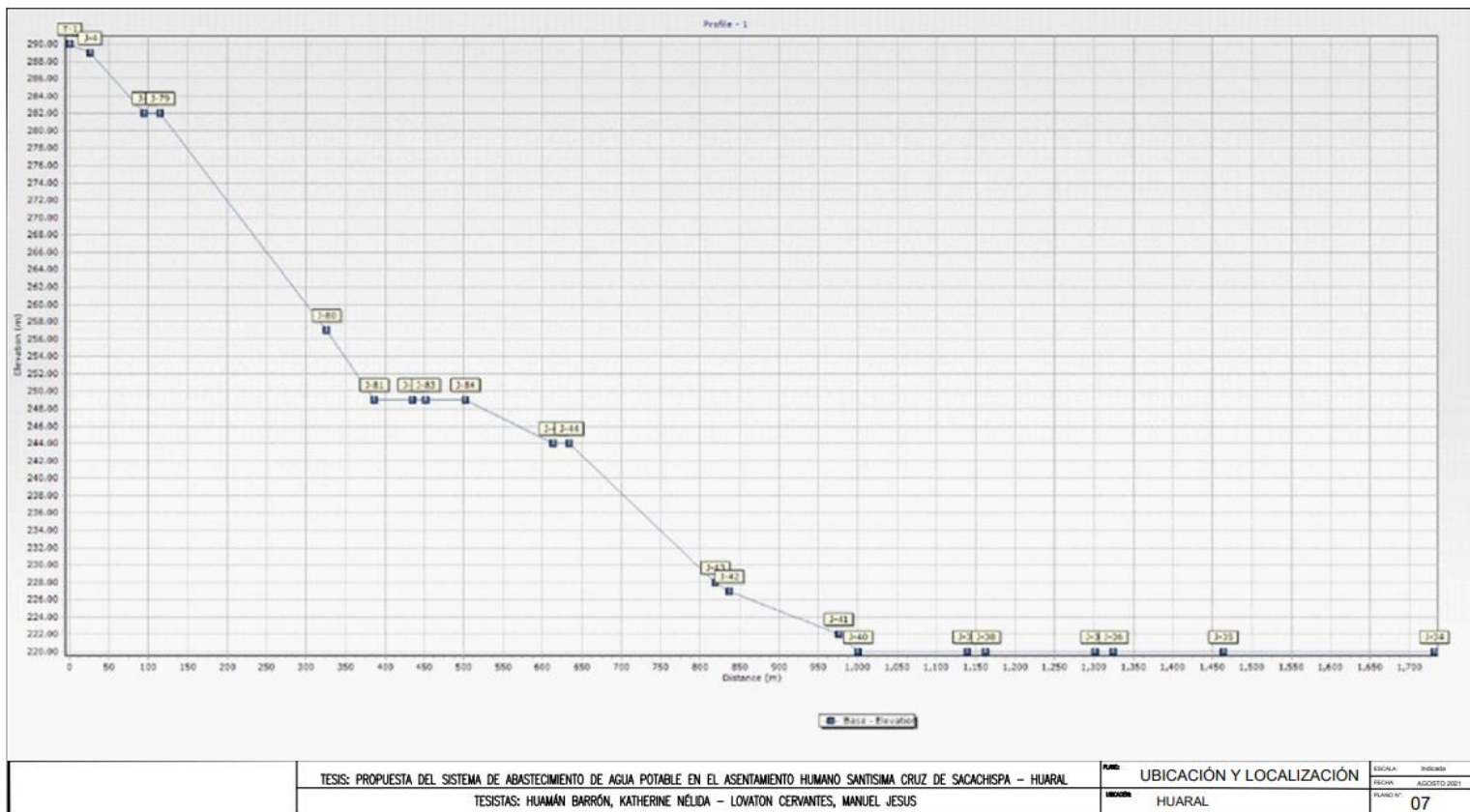


Figura 33: Perfil hidráulico de tuberías

Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

La Figura 34 se muestra la instalación de tuberías alrededor de todos lotes, donde contarán con una red de suministro de agua potable instalada , viendo la ubicación de la cisterna , el sistema de bombeo , el tanque elevado la red de impulsión y la red de distribución.

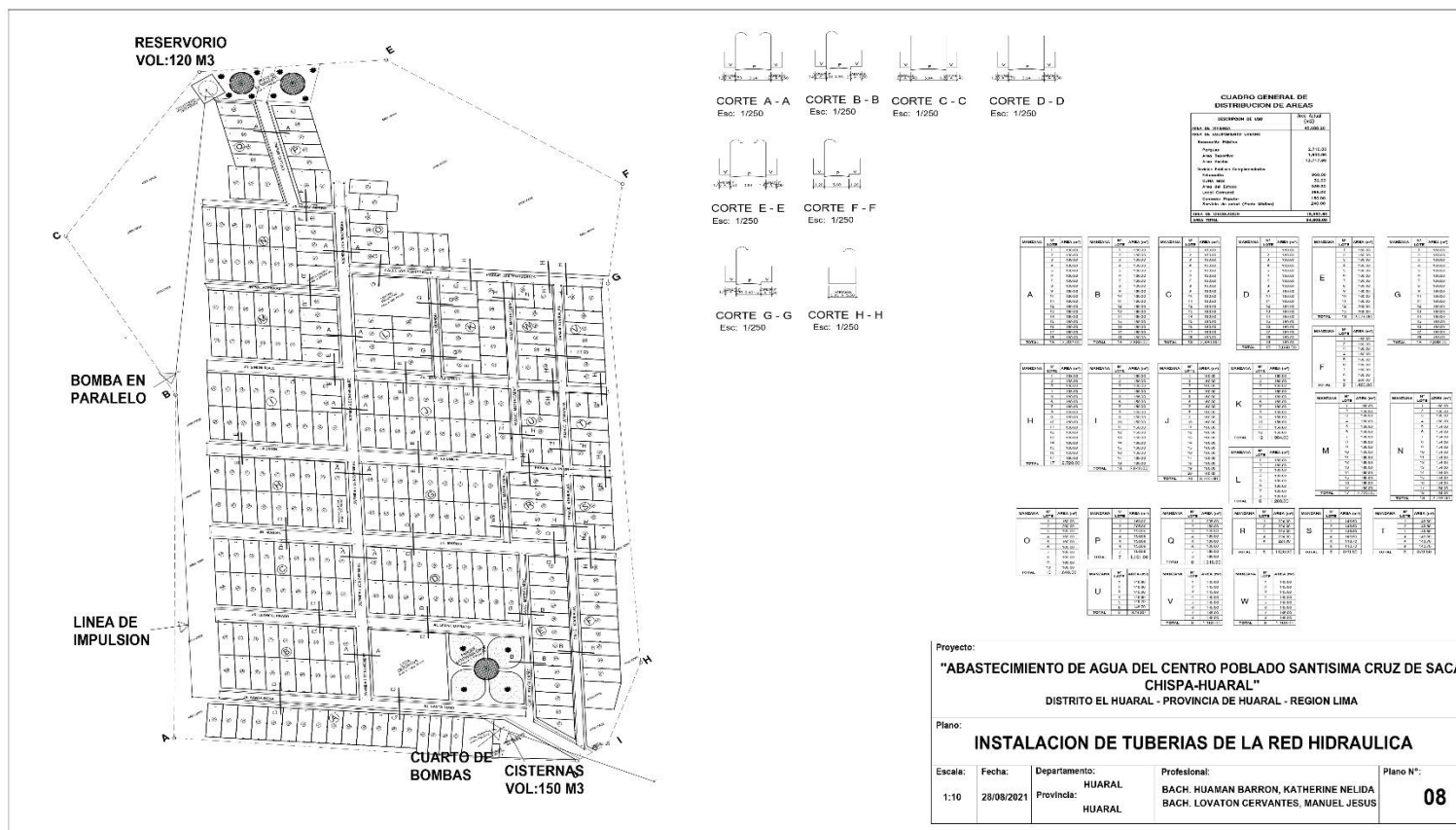


Figura 34: Diseño de red de abastecimiento de agua
 Fuente: Elaboración propia usando el software WaterCAD.

En la Tabla 18 se muestra el análisis de resultados que cuenta con presiones de 10 m.c.a hasta 22m.c.a, y además contamos con una cámara rompe presiones en la cota 248 m.s.n.m ya que contaba con una presión de 33m.c.a que afectarían a las tuberías inferiores al tener una presión superior a la permitida, la selección y tipo de tubería es de clase 10 que aguanta hasta a 50 m.c.a. que nuestras velocidades de nuestro flujo están entre 0.76m/s y 3.10 m/s. se ve el diseño de la red de distribución hidráulica teniendo 20 tramos, las cotas van desde 223.20 m.s.n.m. a 292 m.s.n.m, también siendo la diferencia de cotas (Δ) de un tramo a otro y considerando la diferencia de cotas en valor absoluto (Δ abs), sacando la distancia horizontal también de un tramo a ABS otro se saca por el teorema de Pitágoras donde mi longitud total es de 619.85 m, el caudal unitario (qu) es el caudal máximo maximorum entre la sumatoria de la longitud, el caudal de diseño (qd), el diámetro (ϕ) en pulgadas y milímetros, las velocidades, la pendiente (S), la pérdida por fricción de las tuberías (hhf), la pérdida local de las tuberías (hhl), la pérdida total (hf), las presiones y la clase de tipo de tubería a utilizar.

Tabla 18: Cuadro de diseño de redes.

Nudo	Tramo	Ramal o Subramal	Cota 0	Cota 1	Δ	Δ abs	Dh	Longitud (m)	qu (m ³ /seg)
1	2	1	292.00	284.00	8.00	8.00	11.00	13.60	0.00030
2	3	2	284.00	277.00	7.00	7.00	19.78	20.98	0.00046
3	4	3	277.00	275.70	1.30	1.30	52.58	52.60	0.00114
4	5	4	275.70	274.40	1.30	1.30	6.09	6.23	0.00014
5	6	5	274.40	273.10	1.30	1.30	25.06	25.09	0.00055
6	7	6	273.10	271.80	1.30	1.30	16.52	16.57	0.00036
7	8	7	271.80	270.50	1.30	1.30	26.4	26.43	0.00058
8	9	8	270.50	269.00	1.50	1.50	18.36	18.42	0.00040
7	10	9	267.00	265.75	1.25	1.25	58.13	58.14	0.00127
6	11	10	260.00	252.00	8.00	8.00	29.84	30.89	0.00067
5	12	11	274.40	273.10	1.30	1.30	47.36	47.38	0.00103

4	13	12	Ramal	248.00	246.00	2.00	2.00	21.6	21.69	0.00047
13	14	13	Ramal	240.00	238.20	1.80	1.80	9.64	9.81	0.00021
14	15	14	Ramal	240.00	238.50	1.50	1.50	5.79	5.98	0.00013
15	16	15	Sub Ramal	238.50	237.20	1.30	1.30	13.69	13.75	0.00030
14	17	16	Sub Ramal	235.00	233.70	1.30	1.30	8.56	8.66	0.00019
1	18	17	Ramal	232.00	230.70	1.30	1.30	64.52	64.53	0.00140
18	19	18	Ramal	230.70	229.40	1.30	1.30	11.79	11.86	0.00026
19	20	19	Ramal	229.40	228.10	1.30	1.30	17.92	17.97	0.00039
20	21	20	Ramal	228.10	226.80	1.30	1.30	29.8	29.83	0.00065
21	22	21	Ramal	226.80	225.50	1.30	1.30	10.06	10.14	0.00022
22	23	22	Sub Ramal	225.50	224.20	1.30	1.30	33.43	33.46	0.00073
21	24	23	Sub Ramal	224.20	223.20	1.00	1.00	37.15	37.16	0.00081
20	25	24	Sub Ramal	223.20	223.00	0.20	0.20	38.67	38.67	0.00084
								LRD	619.85	0.01349
										30

Fuente: Elaboración propia usando el software Excel.

qd (m ³ /seg)	φ (pulg)	φ com (pulg)	φ com (mm)	φ com (m)	Velocidad (m/seg)	Pendiente (S)
0.01349	2.070	3	76.2	0.0762	2.96	0.000081
0.01320	2.306	3	76.2	0.0762	2.89	0.000181
0.01274	3.881	3	76.2	0.0762	2.79	0.000993
0.01160	2.417	3	76.2	0.0762	2.54	0.000019
0.01146	3.203	2	50.8	0.0508	2.95	0.001817
0.01091	2.887	3	76.2	0.0762	2.39	0.000117
0.01055	3.137	3	76.2	0.0762	2.31	0.000278
0.00998	2.769	2	50.8	0.0508	3.02	0.001025
0.00958	3.583	2	50.8	0.0508	2.52	0.008613
0.00831	2.037	2	50.8	0.0508	2.10	0.002670
0.00764	3.128	2	50.8	0.0508	2.87	0.005895
0.00661	2.308	2	50.8	0.0508	2.96	0.001387
0.00613	1.948	2	50.8	0.0508	3.03	0.000319
0.00592	1.803	2	50.8	0.0508	2.92	0.000128
0.00579	2.184	2	50.8	0.0508	2.86	0.000597
0.00549	1.947	2	50.8	0.0508	2.71	0.000253
0.00530	2.901	2	50.8	0.0508	2.62	0.010447
0.00390	1.823	2	50.8	0.0508	1.92	0.000454
0.00364	1.934	2	50.8	0.0508	1.80	0.000979
0.00325	2.055	2	50.8	0.0508	1.60	0.002502
0.00095	1.032	2	50.8	0.0508	0.87	0.000340

0.00073	1.192	2	50.8	0.0508	0.76	0.003095
0.00081	1.338	2	50.8	0.0508	0.80	0.003760
0.00084	1.905	2	50.8	0.0508	0.82	0.004047

Fuente: Elaboración propia usando el software Excel.

hhf	K	hhl	hf = hhf+hhl	Presiones		Clase
				inicial	final	
0.00	0.20	0.09	0.09	3.52	11.43	10.0
0.00	0.20	0.09	0.09	11.43	18.34	10.0
0.05	1.18	0.47	0.52	18.34	19.12	10.0
0.00	1.18	0.39	0.39	19.12	13.69	10.0
0.05	1.84	0.82	0.86	13.69	14.12	10.0
0.00	1.18	0.34	0.35	14.12	15.08	10.0
0.01	0.94	0.26	0.26	15.08	16.11	10.0
0.02	1.18	0.55	0.57	16.11	17.04	10.0
0.50	1.84	0.60	1.10	16.11	16.26	10.0
0.08	1.18	0.27	0.35	14.12	21.78	10.0
0.28	1.18	0.50	0.77	13.69	14.21	10.0
0.03	0.94	0.42	0.45	19.12	10.67	10.0
0.00	0.94	0.44	0.44	10.67	12.03	10.0
0.00	0.94	0.41	0.41	12.03	13.12	10.0
0.01	0.94	0.39	0.40	13.12	14.02	10.0
0.00	0.94	0.35	0.35	12.03	12.97	10.0
0.67	0.94	0.33	1.00	3.52	13.29	10.0

0.01	0.14	0.03	0.03	13.29	14.56	10.0
0.02	1.18	0.19	0.21	14.56	15.64	10.0
0.07	0.94	0.12	0.20	15.64	16.75	10.0
0.00	0.94	0.04	0.04	16.75	18.01	10.0
0.10	0.94	0.03	0.13	18.01	19.17	10.0
0.14	0.94	0.03	0.17	16.75	17.58	10.0
0.16	0.94	0.03	0.19	15.64	15.66	10.0

Fuente: Elaboración propia usando el software Excel.

5.4 Contrastación de hipótesis

5.4.1 Hipótesis general:

La propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable se realizará mediante métodos numéricos para el asentamiento humano Santísima Cruz De Sacachispa-Huaral.

Se determinó la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Santísima Cruz de Sacachispa, mediante el modelamiento en el software WaterCAD, el cumplimiento de diámetros de tubería mínimos, velocidades mínimas, velocidades máximas, presiones dentro del reglamento ISO 010. Además de la instalación de la cámara rompe presiones para evitar las presiones altas debido a la topografía accidentada. Donde se constata que, si es factible el desarrollo de una propuesta de abastecimiento de agua potable, además de contar con una red pública cercana que cuenta con una presión de 15 m.c.a. y una dotación de 12.45 l/s obtenidos por la entidad de EMAPA-Huaral.

Comprobando que la hipótesis se cumple.

5.4.2 Hipótesis específica 1:

Se determinará a partir de la población futura el cual se proyectará el abastecimiento de agua y cumplimiento de las normas y criterios vigentes.

Se determinó la dotación del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Santísima Cruz de Sacachispa, mediante procesos in situ, al determinar métodos de encuestas, recaudación de datos poblacionales del INEI, proyección de la población a 20 años y obtener datos del cuadro de dotaciones del RNE. Determinando un caudal máximo diario de 5.19 l/s, para el diseño de almacenamiento de agua y un caudal máximo maximorum de 13.49 l/s para el diseño de red hidráulica. Demostrándose el cumplimiento de la hipótesis.

5.4.3 Hipótesis específica 2

La topografía del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa es accidentada con pendientes mayores al 80%.

De acuerdo con la figura 22: Curvas de Nivel de Huaral, se visualiza las curvas de nivel muy cercanas, el cual se debe a que en menos de un metro horizontal las cotas descienden aproximadamente 0.80 metros, el cual se debe a la cercanía

al cerro. La exportación de las curvas hacia el software de civil 3D, nos ayuda a determinar las curvas cada 0.50 metros de acuerdo con las normativas de instalación de tuberías con función de conducir agua potable destinados para los pobladores, ya que la topografía es un factor crítico para instalación de tuberías para evitar las presiones altas.

Comprobando que la hipótesis se cumple.

5.4.4 Hipótesis específica 3

La modelación del sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable se desarrollará con el software WaterCAD.

Se determinó el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Santísima Cruz de Sacachispa, mediante el software WaterCAD, el cumplimiento de las normativas I.SO 010 para la estabilidad de las tuberías y su determinación de la clase, debido a las presiones alcanzadas en la red hidráulica. Además de su modelamiento contar con escenarios factibles debido a la instalación de una cámara rompe presiones debido al terreno accidentado. El cual conlleva a una facilidad del manejo de diseño hidráulico para redes de agua potable para centros no urbanos.

Por consiguiente, la hipótesis es válida.

CONCLUSIONES

1. Se concluye al determinar el caudal para la propuesta del sistema de abastecimiento que el caudal máximo diario es de 5.19 l/s, dando un mejor diseño de la capacidad del tanque elevado, además de determinar el caudal máximo de diseño que es de 13.49 l/s, para el diseño de la red hidráulica de conducción y de contar con un sistema de bombeo con un caudal de 17.79 l/s, optando por un sistema de bombeo en serie para llegar hasta el tanque ubicado en la cota 290 msnm.
2. Se concluye que la tubería debe de tener un pendiente menor a 1% debido a la topografía accidentada, como se puede visualizar en la figura 23, además se recomienda realizar excavaciones de 1.20 m a 1.30 m para instalación de las tuberías. Dado al terreno accidentado, se usará una cámara rompe presión en la cota 248 msnm para evitar las presiones altas en las tuberías de acuerdo al reglamento ISP 030.
3. Se concluye al determinar la modelación del sistema de agua potable con el software WaterCAD que las tuberías a utilizar son de 2 pulgadas y 3 pulgadas, para evitar las presiones excesivas, además de que estas tuberías deberían de ser de clase 10, por la topografía accidentada y al someterse a presiones altas, cumpliendo con la normativa ISO 010.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para el diseño de red hidráulica tomar en cuenta el uso de áreas industriales o comerciales, debido a que en las habilitaciones urbanas no todas las zonas son con uso doméstico, el cual la dotación sería mayor a los 150 l/día x habitante.
2. Se recomienda realizar un estudio de suelos para las instalaciones de tuberías, para evitar daño influyendo desde el suelo, como la licuación del suelo, permeabilidad del suelo, etc.
3. Se recomienda realizar un diseño adicional para la dotación de áreas verdes, dado que es importante en todo centro poblado contar con parques y jardines. El cual al ser regadas serán captadas del mismo reservorio, y de esta manera evitar un desabastecimiento de agua continua.
4. Se recomienda para futuras investigaciones realizar estudios de fuentes alternativas de agua, para uso con áreas verdes o tener una fuente adicional de la red pública aductora por la empresa EMAPA.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. D. (2011). modelo de gestión integrada de recursos hídricos de las cuencas de los ríos Moquegua y tambo. Piura: universidad de Piura.
- ARAGON. (2004). Fundamentos teóricos de la evaluación psicológica. México: Pax-Mex - 1er edición.
- Breña Puyol, A., & Jacobo Villa Marco. (2006). Principios y fundamentos de la Hidrología Superficial. D.F. México: Coordinación General de Vinculación y Desarrollo Institucional de la Rectoría General de la Universidad Autónoma Metropolitana.
- De Albuquerque, Catarina. (2013). Informe de la relatoría especial sobre el derecho humano al agua potable y saneamiento. Nueva York: Naciones Unidas.
- Espinoza Freire, E. E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. PARTE I. Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- Geofísico, I. (2016). Generación de información y monitoreo de peligro por sismos, fallas activas y tsunamis - Peligro por sismos en la Localidad de Huaral. Lima: Boletín Técnico Bimensual.
- Geologica, S. (2015). Geología para la sociedad. Londres: Federación Europea de Geólogos y el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos.
- GreenFacts. (2009). Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de recursos hídricos en el mundo. Bélgica: GreenFacts.
- Guzman. (2019). Técnicas de investigación de campo. México: Facultad de Contaduría y Administración.
- Huasquito Cáceres, & Chambilla Flores. (2019). Análisis Del Consumo De Agua Potable En El Centro Poblado Salcedo. Puno: Investigación & Desarrollo.
- INEI. (2019). Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Kyle Onda. (2019). Global access to safe water: accounting for water quality and the resulting impact on MDG progress. International journal of environmental research and public health, vol. 9 - N°3, 880.
- Naciones Unidas, U. (2012). Fondo de las Naciones Unidas para la infancia y Organización Mundial de la Salud (OMS). New York, USA: Progress on Drinking Water and Sanitation.
- Norma Técnica, I. (2019). Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones 010. Perú.

- Olive. (2006). Metodología de la investigación. México: Santillana.
- OMS. (2011). Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano. Ginebra: Cuarta Edición.
- OPS. (2011). Agua y saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública. N.W. Washington: In Twenty-third Street.
- Ordoñez Galvez, J. (2011). Ciclo Hidrológico. Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
- República, C. d. (2009). Ley de recursos hídricos. Lima: El peruano normas legales.
- Rojas. (2012). Estimación por Método Estadístico de la Dotación de Agua Potable para la zona de expansión urbana de Nuevo Chimbote. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Rueda, S. A. (2017). La importancia de la hidrología. México: Sector agua.
- SUNASS. (2007). Determinación de la fórmula tarifaria, Estructura Tarifaria y Metas de Gestión Aplicable a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de EMAPA Huaral. Huaral: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- SUNNAS. (2017). Memoria Anual 2017. Lima: Superintendencia Nacional de servicios de saneamiento.
- SUNNAS. (2018). Agua, Bienestar y Desarrollo (Memoria Anual). Lima: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- UNESCO. (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. <http://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2019>: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Virginia, S. H. (2016). Diseño de estudios transversales. México.
- Martín D. Agustín (1997). Apuntes de Mecánica de Fluidos, España.
- Ariel Mondón (2020). Teoría de Mecánica de Fluidos, México.
- Grupo Afta Asociación, (2014) “Dimensionado de las instalaciones”-USA

ANEXO

Anexo 1: Cronograma de actividades.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA INVESTIGACION

"Propuesta de sistema de abastecimiento de agua potable en el AA.HH Santísima Cruz de Sacachispa-Huaral"		JUNIO					JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1			
CAPITULO 1	PLANTEAMIENTO Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	■																					
CAPITULO 2	OBJETIVO						■																
CAPITULO 3	HIPÓTESIS										■												
CAPITULO 4	MARCO TEÓRICO METODOLOGÍA DEL DIA										■												
CAPITULO 5	DESARROLLO DE TESIS										■												
	RESULTADOS Y CONCLUSIONES														■								
	REVISION DE BORRADOR DE TESIS														■								
	LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES														■								
	EMPASTADO TESIS																		■				
	SUSTENTACIÓN DE TESIS																		■				

Fuente: Elaboración propia usando el software Microsoft Excel 2016.

Anexo 2: Presupuesto.

ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	C.U (S/.)	Total
01	Asesoramiento				
01.01	Metodología	Glb.	1	3000	3000
01.02	Especialista	Glb.	1	3000	3000
02	Material bibliográfico	Glb.	1	500	500
03	Viáticos				
03.01	Movilidad	Glb.	8	70	560
03.02	Alimentación	Glb.	8	30	240
04	Útiles de escritorio e internet				
04.01	Internet	Mes	8	80	640
04.02	Materiales varios	Glb.	6	50	300
05	Copias e impresiones				
05.01	Copias	Und.	300	0.25	75
05.02	Impresiones	Und.	100	0.5	50
06	Gastos varios	Glb.	1	300	300
					8665

Fuente: Elaboración propia usando el software Microsoft Excel 2016.

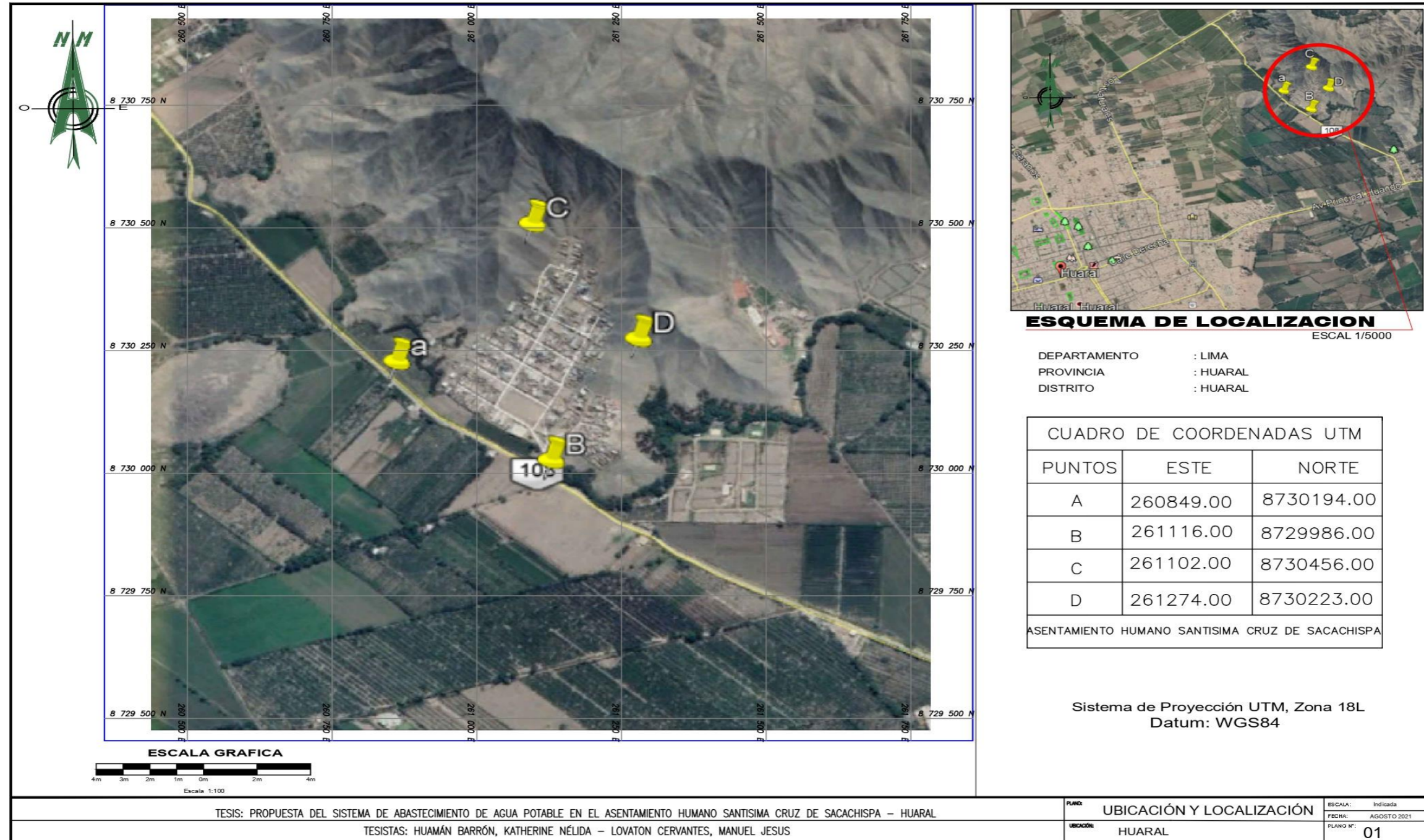
Anexo 3: Matriz de consistencia

Tabla 19. Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensión	Indicador	Técnicas/ Instrumentos
¿Cómo realizar la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa - Huaral, Lima?	Realizar la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable para el asentamiento Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral.	Evaluar la propuesta del sistema de abastecimiento de agua potable que podrá abastecer a un total de 2009 pobladores del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa-Huaral	Sistema de Abastecimiento	Red Pública	Troncales principales y secundarios	R.N.E Saneamiento
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente Independiente	Dimensión	Indicador	Técnicas/ Instrumentos
¿Cómo determinar la dotación del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa-Huaral, Lima?	Obtener la dotación de la población del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa-Huaral	Se determinará a partir de la población futura el cual se proyectará el abastecimiento de aguas, cumplimientos de las normas y criterios vigentes.	Caudal	Dimensionamiento de la tubería en consumos de hora punta	Densidad poblacional por número de lotes en el futuro	Plano de lotización R.N. E
¿Cuáles son las características que tiene la topografía del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa – Huaral, Lima?	Determinar la característica de la topografía del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa-Huaral	La topografía del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa es accidentada con pendientes mayores al 80%.	Topografía	Planos topográficos	Curvas de nivel cada 0.5 mts	Levantamiento topográfico
¿Cómo se desarrollaría la línea de aducción y conducción para el abastecimiento de agua potable del asentamiento humano Santísima Cruz de Sacachispa-Huaral, Lima?	Desarrollar el dimensionamiento de sistema de abastecimiento de agua mediante modelos numéricos de acuerdo con las normativas.	La modelación del sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable que se desarrollará con el software de watercad	Software hidráulicos y topográficos	Etabs, Civil 3D, Watercad	Presión hidráulica y esfuerzos admisibles	I.S010 NTE E. 060

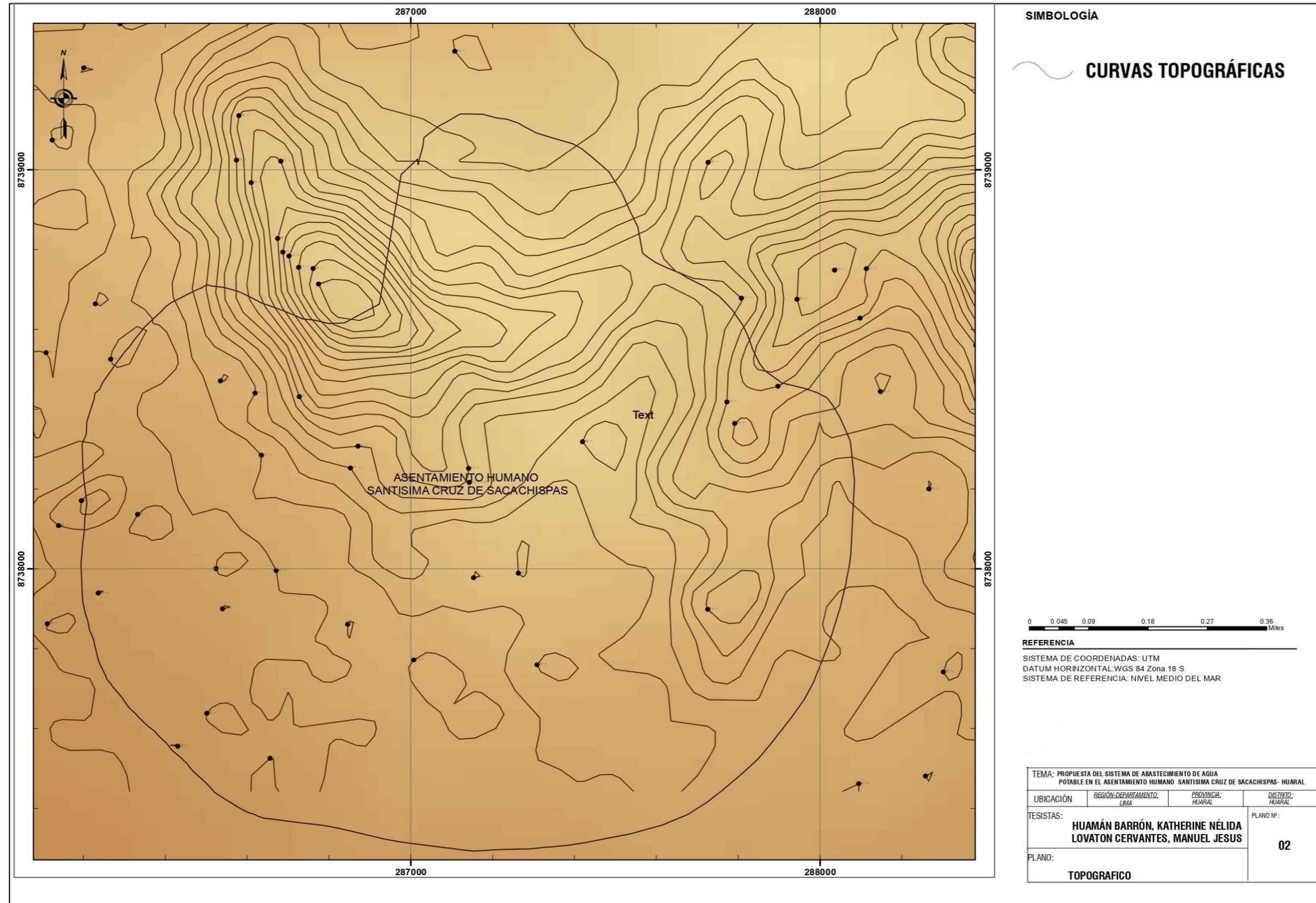
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Plano de ubicación.



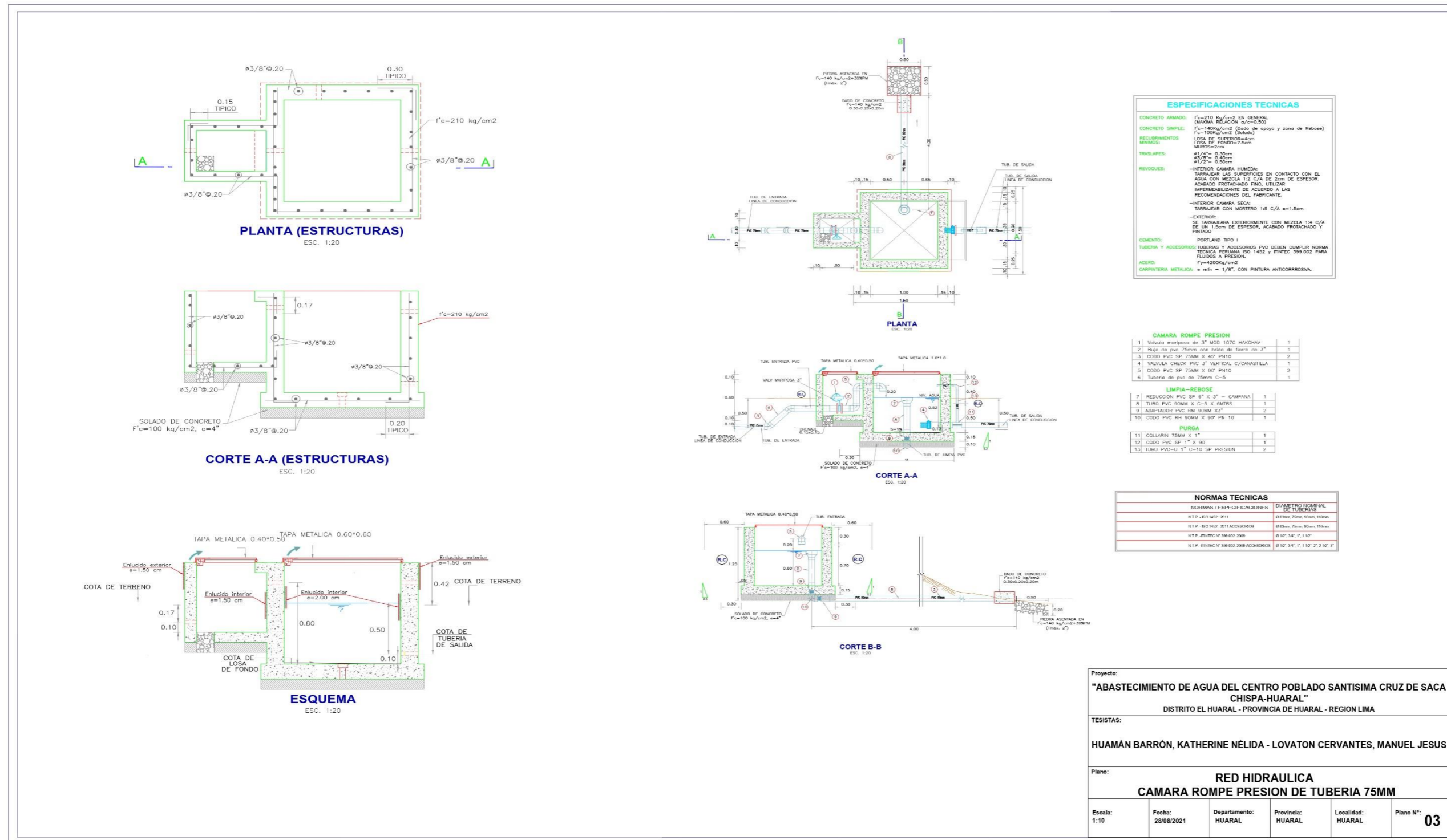
Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

Anexo 5: Plano topográfico



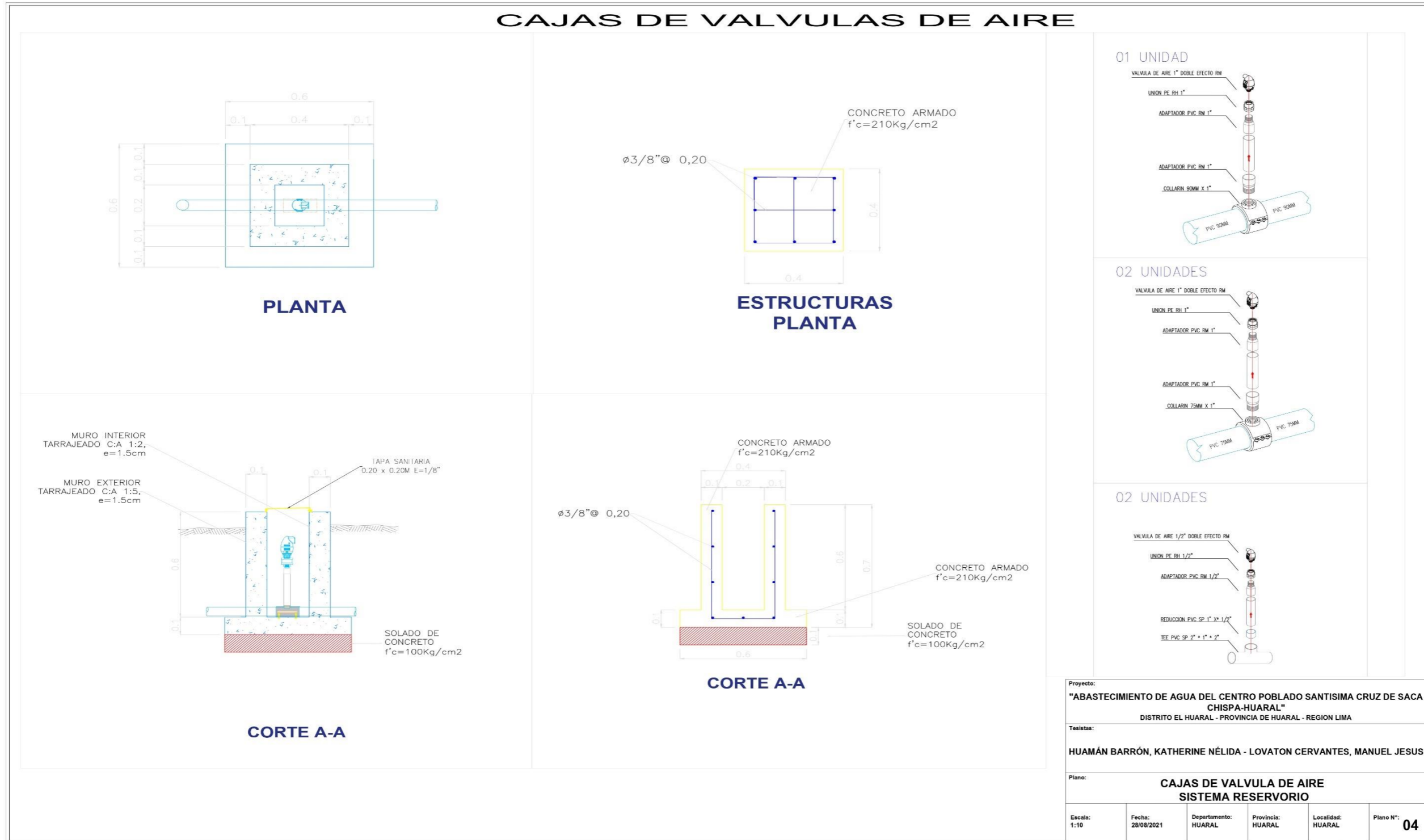
Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

Anexo 6: Válvula rompe presiones

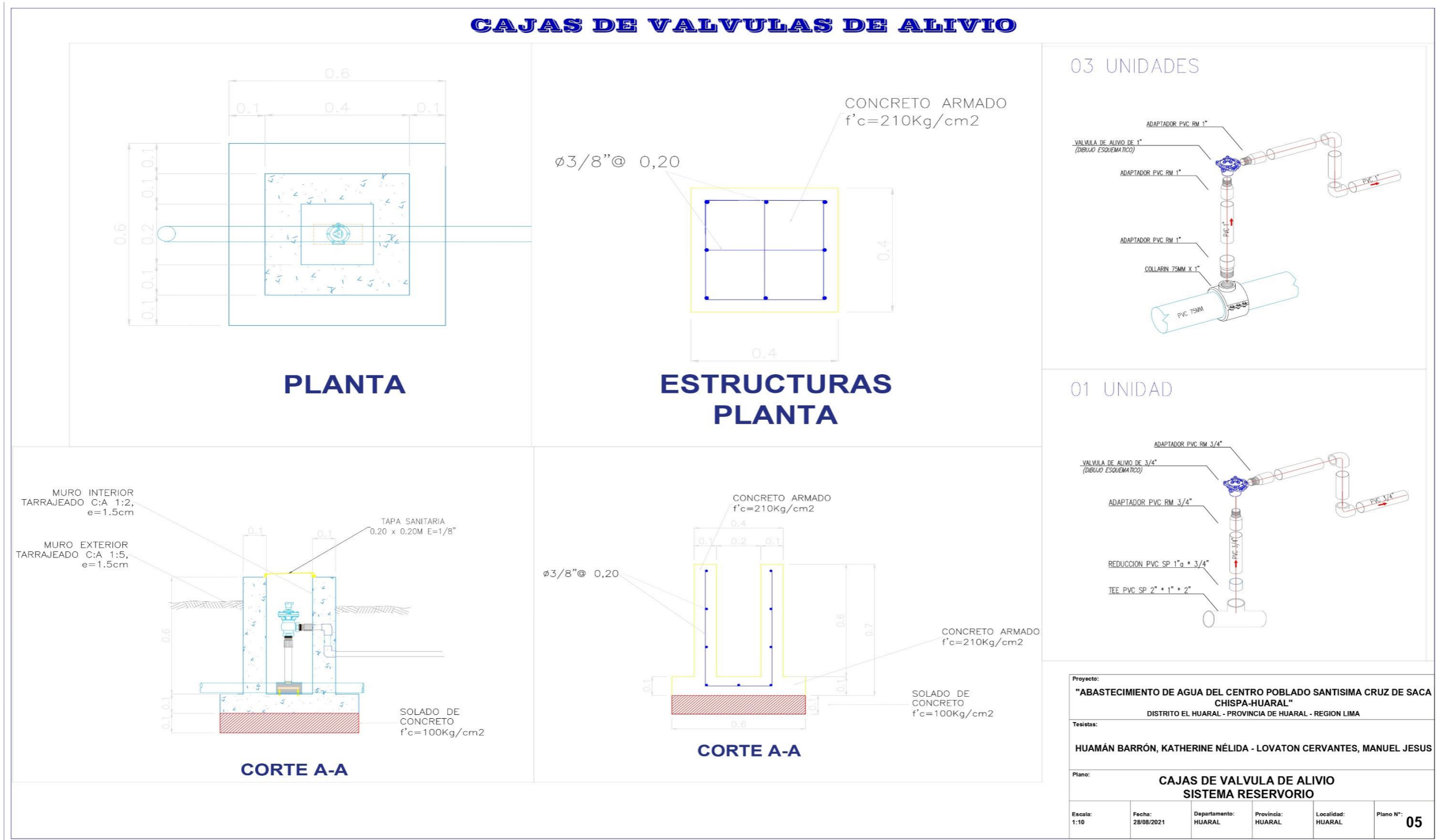


Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

Anexo 7: Válvula de aire

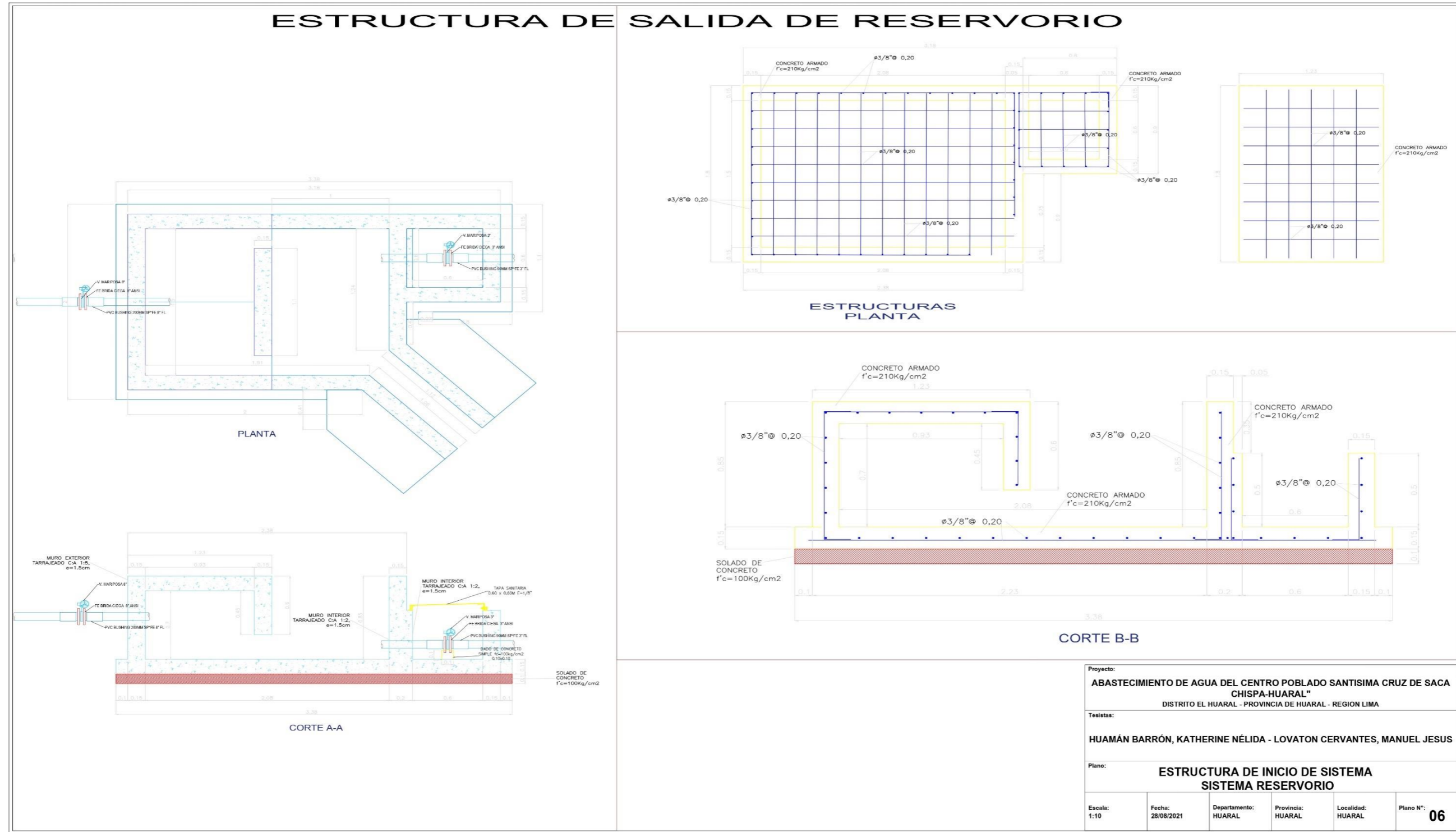


Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.



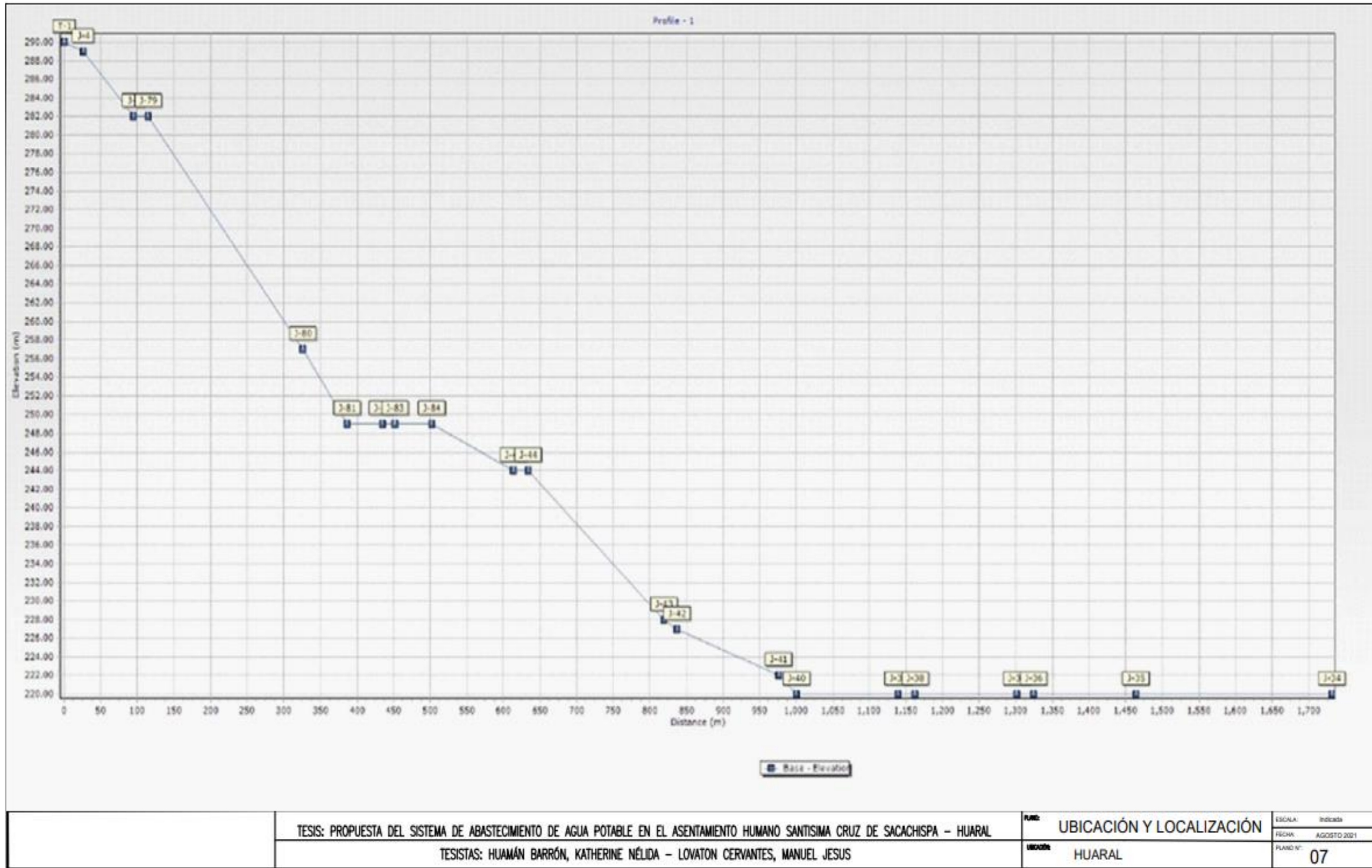
Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

Anexo 9: Estructura de salida y entrada del reservorio.

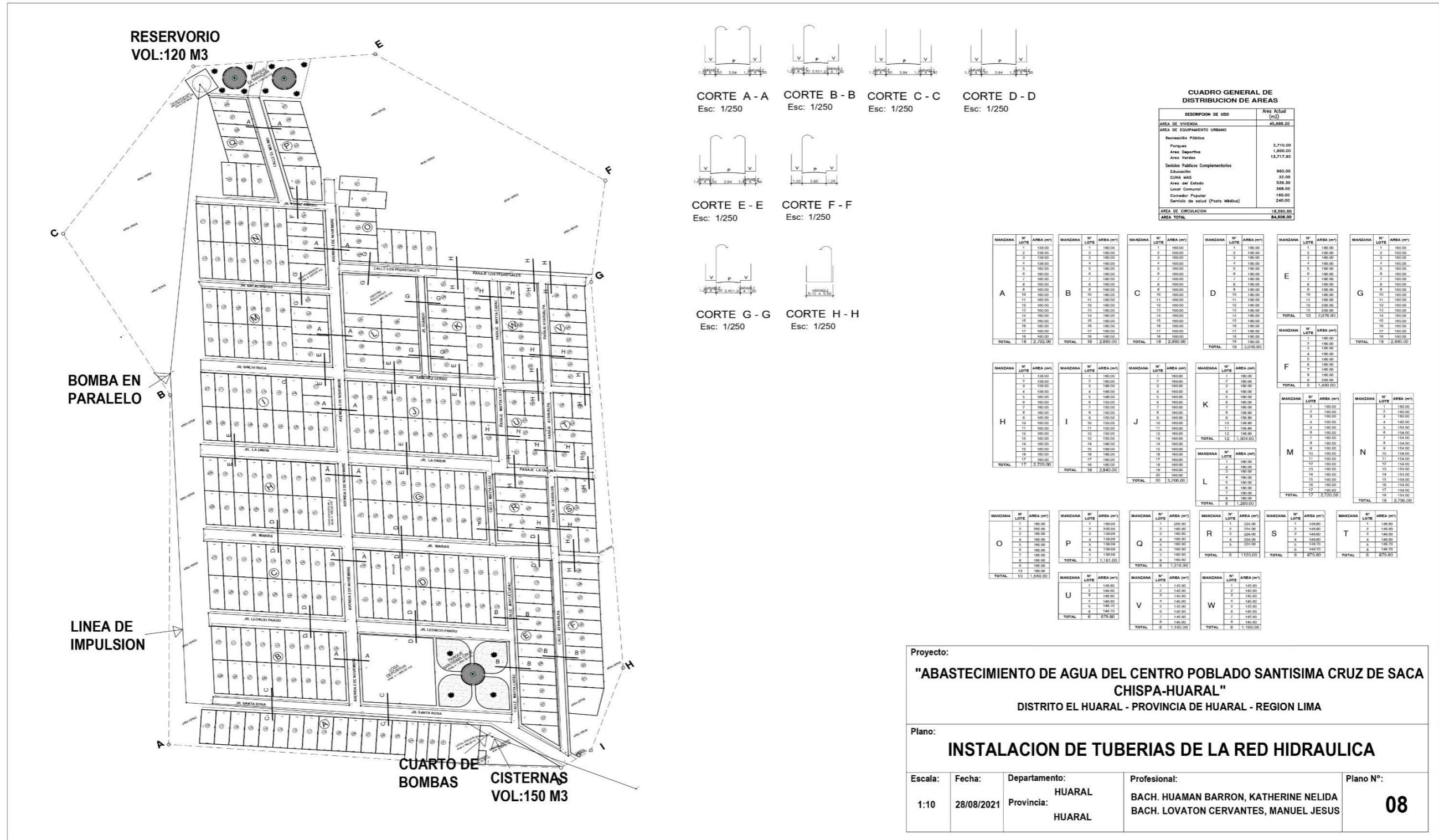


Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.

Anexo 10: Perfil hidráulico



Fuente: Elaboración propia usando el software AutoCAD 2020.



Fuente: Elaboración propia usando el software WaterCAD.