

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y UBS en
Rojaspampa, Puquio, Santa Rosa Alto, Santa Rosa Bajo, 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Stalyn Idrogo Bustamante

ASESOR

Wilmer Moises Zelada Zamora

<https://orcid.org/0000-0002-6064-7506>

Chiclayo, 2025

**Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y UBS en
Rojaspampa, Puquio, Santa Rosa Alto, Santa Rosa Bajo, 2021**

PRESENTADA POR
Stalyn Idrogo Bustamante

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Pablo Adolfo Humberto Valdivia Chacon
PRESIDENTE

Hector Augusto Gamarra Uceda
SECRETARIO

Wilmer Moises Zelada Zamora
VOCAL

Dedicatoria

A mis queridos padres, Hilda y Arcenio, por haberme formado con sólidos valores, por su constante apoyo y por haberme brindado un hogar lleno de amor, disciplina y confianza. Gracias por creer en mí y acompañarme con paciencia y entrega en cada etapa de este camino. Este logro es también suyo.

A mis hermanas, por ser un sostén invaluable en mi desarrollo personal y profesional, por sus palabras de aliento y presencia constante.

A mí amado hijo Julián, fuente de inspiración y fuerza inagotable. Su amor y alegría han sido el motor que me impulsa a seguir creciendo cada día.

Y a mi compañera de vida, Jimena, por su incondicional apoyo, por caminar a mi lado con firmeza y ternura, por su amor profundo y por ser mi refugio en los momentos difíciles. Gracias por creer en mí y compartir conmigo este sueño.

Agradecimientos

A Dios, por ser la guía constante en mi vida, por brindarme fortaleza en los momentos de dificultad y por permitirme cumplir este anhelo con salud, perseverancia y fe. A Él encomiendo cada paso y cada logro, con gratitud profunda y sincera.

Mejoramiento y ampliación del servicio de agua Potable y UBS en Rojaspampa, Puquio, Santa Rosa Alto, Santa Rosa Bajo, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	20 %	8 %	11 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5 %
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	www.grafiati.com Fuente de Internet	1 %
6	nike.vivienda.gob.pe Fuente de Internet	1 %
7	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	1 %
8	Submitted to Columbia University Trabajo del estudiante	<1 %

Índice

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Revisión de literatura	14
Materiales y métodos	37
Resultados y discusión	39
Conclusiones	58
Recomendaciones.....	62
Referencias	63
Anexos.....	67

Lista de tablas

Tabla 1: Dotaciones según tipo de uso y clima.....	19
Tabla 2: Coeficiente de Hazen Williams.....	29
Tabla 3 Capacidad y peso de los biodigestores más comunes:	32
Tabla 4: Volumen de biodigestores según tipo de afluente y cantidad de personas a beneficiar	32
Tabla 5: Medidas de los biodigestores más comunes	33
Tabla 6: Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de percolación.....	35
Tabla 7: Distancia mínima del sistema de tratamiento.	35
Tabla 8: Cálculo de población proyectada Puquio.....	40
Tabla 9: Cálculo de la población proyectada Rojaspampa.	41
Tabla 10: Calculo de población proyectada Santa Rosa Alto.	42
Tabla 11: Calculo de población proyectada Santa Rosa Bajo.....	43
Tabla 12: Calculo de la tasa de crecimiento de los caseríos.	44
Tabla 13: cálculo de tasa de crecimiento poblacional.....	44
Tabla 14: Número de usuarios por centro poblado.	45
Tabla 15: Número de usuarios por centro poblado.	45
Tabla 16: Caudales de diseño Puquio.	46
Tabla 17: Caudales de diseño Rojaspampa.	47
Tabla 18: Caudales de diseño Santa Rosa Alto.....	47
Tabla 19: Caudales de diseño Santa Rosa Bajo.	47
Tabla 26: Resumen de longitud de zanjas de infiltración.	54
Tabla 27: Resumen de estudio de mecánica de suelos.....	57

Lista de imágenes.

Imagen 1: Cámara de captación de manantial de ladera.	24
Imagen 2: Vista frontal de pantalla y distribución de orificios.	27
Imagen 3: Canastilla de salida.	28
Imagen 4: Medidas de los biodigestores prefabricados más comunes.	33
Imagen 5: Funcionamiento del biodigestor de la USB de tipo arrastre hidráulico.	34
Imagen 6: Plano topográfico.	55
Imagen 7: Plano de Ubicación.	56

Resumen

Este proyecto mejora y amplía el sistema de abastecimiento de agua y saneamiento básico en Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto, Santa Rosa Bajo del distrito de Chota, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, donde las condiciones son deficientes, debido a factores como la antigüedad, además de las disfunciones en algunos de sus componentes, como redes de distribución, estructuras de almacenamiento y unidades básicas (letrinas) en mal estado. También se estableció que el servicio de suministro de agua prestado era discontinuo al no existir control del agua de ningún tipo al momento de su uso. Así mismo se verificó que las unidades básicas de saneamiento no brindan la seguridad y salubridad necesaria para los pobladores, Por ello, la mira de este proyecto es brindar los medios pertinentes para optimizar la calidad de vida de la población de los sectores afectados.

Palabras clave: unidades básicas de saneamiento, agua potable.

Abstract

This project improves and expands the water supply and basic sanitation system in Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto, Santa Rosa Bajo of the district of Chota, province of Chota, department of Cajamarca, where conditions are deficient, due to factors such as age, in addition to dysfunctions in some of its components, such as distribution networks, storage structures and basic units (latrines) in poor condition. It was also established that the water supply service provided was discontinuous as there was no water control of any kind at the time of use. It was also verified that the basic sanitation units do not provide the necessary safety and sanitation for the inhabitants. Therefore, the aim of this project is to provide the necessary means to optimize the quality of life of the population of the affected sectors.

Keywords: basic sanitation units, drinking water.

Introducción

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho humano y llamó a la comunidad internacional a trabajar para ayudar a los países a facilitar agua potable y saneamiento seguro, limpio, accesible y asequibles [1]. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.2, por otro lado, exige lograr un acceso adecuado y equitativo a los servicios de salud para todos. Este fin se supervisa a través del indicador "servicios de saneamiento gestionados de forma segura", es decir, el uso de instalaciones de saneamiento mejoradas que no se comparten con otros hogares y donde los excrementos se eliminan de forma segura en el lugar o se transportan a otro lugar para su eliminación. [2]

La OMS calcula que el saneamiento y la higiene inadecuados, así como la falta de agua potable, causan unas 842.000 muertes al año en los países poco desarrollados. La diarrea es la primera causa de muerte de casi 280.000 personas, y estos decesos representan el 58% de todas las muertes por diarrea. [3].

Un informe del Banco Mundial titulado "Reducción de las desigualdades en el suministro de agua, el saneamiento y la higiene en la era de los Objetivos de Desarrollo Sostenible", publicado en la Semana Mundial del Agua, afirma que "los países necesitan cambiar drásticamente la forma en que gestionan los recursos" y prestan servicios clave. empezando por Mejorar los sistemas de distribución para garantizar que lleguen a quienes más los necesitan y que los servicios se presten a pesar de las ineficiencias, garantizando así que los servicios públicos sean sostenibles y eficaces" [4]

En Perú, como en varias partes del mundo, el servicio de agua bebible es fundamental para el bienestar y el crecimiento social. De acuerdo con estimaciones del INEI, durante el año móvil julio 2022-junio 2023, el 88.8% de la urbe nacional tiene paso al servicio de agua procedente de la red pública. Cabe precisar que la cobertura es considerablemente mayor en las zonas urbanas (91.7% de la urbe contó con acceso al servicio) en contraste con los resultados de las zonas rurales (77.4%)". [5]

Entre 2004 y 2022, la relación de viviendas con acceso a redes públicas para ambos servicios aumentó del 51,7% al 70,5%. Sin embargo, este progreso variará dependiendo de las circunstancias específicas de cada región. Durante el mismo período, la utilización de alcantarillado y sistema de agua de Cajamarca aumentó del 27,8% al 45,5%. Es decir, el 50% de los hogares de la región todavía carecen de estos servicios, a pesar de que la región los necesita significativamente. [6]

Es importante señalar que, a nivel nacional, existen notables diferencias en términos de paso a los servicios básicos entre las zonas urbanas y rurales, un desafío atribuible a factores como la geografía compleja y una baja densidad de población en áreas rurales. En 2022, el porcentaje de hogares rurales que contaban con ambos servicios ascendió al 22.5% en comparación con el 83.4% en las zonas urbanas. La magnitud de esta disparidad es aún mayor en Cajamarca: el 90.9% de las viviendas urbanas tienen acceso a saneamiento y agua, cifra que desciende al 15.2% en las áreas rurales. Esta es la segunda brecha más grande en el país. Así mismo, únicamente el 22.8% de las viviendas en todo el departamento están interconectadas a la red pública de alcantarillado, el 16% dispone de pozos sépticos y el 46,6% de viviendas accede a pozos ciegos. [6]

El área de estudio comprende los caseríos Rojaspampa, Puquio, Sta. Rosa Alto y Sta. Rosa Bajo, distrito de Chota, provincia de Chota, con una altitud de 2388 m.s.n.m., con una población rural total de 2238 personas.

Dicho esto, el sustento principal de esta investigación es la carencia de servicios de saneamiento en los centros poblados de Rojaspampa, Puquio, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo. La razón de esta problemática es que ambos sistemas ya excedieron su vida útil, siendo los mismos sistemas implementados hace más de 30 años. Lo antes mencionado ha resultado de un sistema ineficiente en la zona, reservorios de agua en mal estado y un no existente tratamiento de las aguas grises producidas en dichas comunidades, originando con ello enfermedades en la población.

«Chota sólo cuenta con dos fuentes de agua, el túnel Conchano y la fuente del Suro, 'Esta última sólo tendría agua en enero, febrero y marzo; y la primera fuente funciona con una bomba eléctrica, de la que se obtienen 80 litros por segundo, que serían suficientes para los 35 mil habitantes de Chota', reveló el jefe del Área Municipal de Servicios de Agua Bebeble y Alcantarillado (SEMAPA). (4)

Las comunidades de Rojaspampa, Puquio, Sta. Rosa Alto y Santa Rosa Bajo tienen un sólo sistema de agua bebibible, cuya captación es realizada en el sector el Suro, distrito y provincia de Chota, respectivamente, constituida por 4 tanques de almacenamiento y 6 cámaras rompe presión, las cuales hasta la fecha están en mal estado de conservación y funcionamiento. Además, este sistema utiliza tuberías de fibrocemento y PVC, además las UBS son letrinas, que no cumplen con las medidas de salubridad adecuadas para el hombre.

La demografía es primordial para la elaboración de este trabajo, ya que su información nos permitirá fijar la proyección de la población a 20 años con base a la legislación vigente. Dado este aspecto se plantea la pregunta, ¿qué sistema de distribución de agua bebibible será conveniente y necesario instalar para aumentar la eficiencia en los sectores de Rojaspampa, Puquio, Santa Rosa Alto, y Santa Rosa Bajo?

Una vez estudiado la realidad problemática de las comunidades de Rojaspampa, Puquio, Santa Rosa Alto, Santa Rosa Bajo y tomando en cuenta las múltiples enfermedades e ineficiencias para el servicio de agua bebibible, es de importancia mejorar y ampliar el sistema de agua bebibible y las UBS para una mejor calidad de vida de los pobladores. Además, saber utilizar los recursos que nos brinda la naturaleza.

Para ello el proyecto de “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y UBS en Rojaspampa, Puquio, Santa Rosa Alto, Santa Rosa Bajo, 2021”, es de suma importancia, debido a que este sistema beneficiara a la población en su totalidad brindándole una mejor calidad de agua evitando la propagación de enfermedades, así como de dañar la biodiversidad, además de mejorar las unidades de saneamiento básico de estas comunidades.

En tanto, el proyecto tiene como objetivo general: Diseñar el sistema de agua potable y unidades básicas de saneamiento de los sectores Rojaspampa– Puquio – Santa Rosa Alto – Santa Rosa Bajo – Chota. En cuanto a los objetivos específicos se ha considerado el de Elaborar análisis físico, químico y bacteriológico de la fuente de captación de agua potable y determinar si es apta para el consumo humano; Identificar las características de la zona de estudio; Realizar el levantamiento topográfico de la zona donde se realizara el proyecto; Diseñar de los elementos estructurales de la red de agua potable y unidades básicas de saneamiento de los centros poblados mencionados; Diseñar reservorios, pases aéreos y otras estructuras que sean necesarias en el proyecto; Verificar el que la cantera con la que se

trabajara cuente con certificados de calidad de material; Realizar estudio de mecánica de suelos necesarios para el proyecto y Efectuar estudios hidrológicos de la fuente de captación.

Revisión de literatura

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

J. L. C. Miranda en su trabajo «Abastecimiento De Agua Potable Y Saneamiento De Las Aguas Residuales Urbanas En España», pretendía documentar la red de servicios del trato de residuos, alcantarillado y el suministro de agua que conforman el movimiento urbano. Este ciclo se compone de varias etapas interconectadas que inician en la recogida del agua hasta su proceso de tratamiento final, pasando por el traslado, la filtración, el abastecimiento domiciliario, la evacuación y la eliminación. En última instancia, todo el sistema de gestión y vigilancia del agua la clasifica como «apta para el consumo» o «no apta para el consumo», superando la clasificación en tres niveles del Código Alimentario. [7]

Los ingenieros D. L. C. Jaramillo y F. E. P. Guaraca trabajaron en su proyecto. El pueblo de Tutucán carece de un sistema de agua potable y de un sistema de tratamiento de agua aceptable, según la investigación; el inicio para el desarrollo de este problema es hacer los estudios y diseños necesarios para construir un sistema de agua bebible. Levantamientos topográficos de las diferentes tuberías y líneas de distribución existentes, levantamientos planimétricos de las diferentes unidades existentes y del área donde actualmente se distribuye el agua, evaluaciones del sistema de abastecimiento actual y aforos, son algunos de los estudios que se realizan para el diseño del sistema. [8]

Antecedentes Nacionales

R. Cruz y M. Irving realizaron el proyecto «Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable del Distrito de Piuray Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma - Ancash». El objetivo del proyecto es evaluar la capacidad de almacenamiento de agua del reservorio, los diámetros de las líneas de aducción e impulsión y las presiones de la red de distribución a la luz de las circunstancias actuales de la población. Será posible mejorar las circunstancias que rodean el suministro de agua y garantizar una gestión adecuada mediante una proyección a 20 años vista [9].

M. A. Ravines Silva y B. J. Almaraz Pescoran, cuyo proyecto “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del Distrito de Puerto Eten, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque” busca solucionar las bajas y cumplir con la demanda de alcantarillado y agua bebible. El suministro de agua potable en este distrito es ahora inconsistente, y el sistema de alcantarillado tiene algunos buzones colapsados por obstrucción, lo que hace imposible que las aguas residuales evacúen adecuadamente a una laguna natural sin

tratamiento. Esto ocasiona numerosas patologías, que son compartidas entre las personas que viven en el lugar mencionado. Por ello, en este proyecto se proponen soluciones que tengan en cuenta todas las deficiencias detectadas a lo largo de la evaluación de estos sistemas. [10]

Antecedentes regionales

R. M. Barboza Jensen, realizó el proyecto “Mejoramiento, ampliación del servicio de agua potable y creación del servicio de saneamiento básico de los caseríos Alto Milagro y Alto San José, distrito de San Ignacio, Provincia de San Ignacio – Cajamarca”, La investigación tiene como objetivo diseñar el sistema de agua potable mediante la proyección de sistemas individuales de eliminación sanitaria de excretas de UBS con resistencia hidráulica, utilizando saneamiento básico y simulación hidráulica del programa Watercad. Dos cámaras de captación de agua forman parte del diseño del sistema, y el manantial que abastece de agua a las comunidades de Alto San José y Alto Milagro (incluso en períodos de estiaje) fue seleccionado por su caudal constante y amplio. Para definir la línea de conducción del agua, se utilizó una red de tuberías para la distribución, el almacenamiento en un reservorio de concreto reforzado y el análisis físico y bacteriológico del agua, que reveló un alto porcentaje de bacterias, llevó a la proyección de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP).” [11]

Antecedentes locales

M. Carpio Dávila, quien realizó el proyecto denominado “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado para la zona urbana del distrito de Querocoto, Provincia de Chota, Cajamarca”, para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un diagnóstico detallado del estado actual del sistema de saneamiento. Este diagnóstico incluyó la evaluación de la capacidad y condición de las redes existentes, así como la identificación de las áreas con mayores deficiencias. Se realizaron estudios topográficos, hidrológicos y de calidad del agua.

Se diseñó una propuesta de mejoramiento y ampliación que contempla la renovación de tuberías deterioradas, la ampliación de la red para cubrir áreas no atendidas, y la implementación de tecnologías modernas para optimizar el uso y manejo del recurso hídrico. [12]

Bases técnicas y teóricas

Bases legales

RGTO. DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DS N° 031 – 2010 – SA

Las directrices para la gestión de la calidad del agua destinada al uso humano se exponen en este reglamento. Prevenir los riesgos sanitarios, salvaguardar la salud general de la población y garantizar la seguridad de los recursos son los objetivos principales. [13]

OMS

La OMS actúa como principal evaluadora y coordinadora de las iniciativas relacionadas con la salud. Se encarga de tomar la iniciativa en cuestiones sanitarias internacionales, establecer normas, definir la agenda de la investigación sanitaria, formular recomendaciones políticas basadas en pruebas, prestar apoyo técnico a las naciones y vigilar las tendencias sanitarias mundiales. [14]

RGTO. NACIONAL DE EDIFICACIONES (DS N° 011-2006-VIVIENDA)

Con el fin de mejorar la ejecución del planeamiento urbanístico, el Reglamento Nacional de Edificación establece normas y reglamentos básicos para la construcción y diseño de edificaciones y el desarrollo urbanístico. La Ley Nacional de Edificación, que sirve para definir las obligaciones y derechos de los participantes en el proceso de construcción con el fin de producir estructuras de alta calidad, es la ley técnica más pertinente a nivel nacional en términos de jurisdicción. [15]

NT. DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL

El Estándar de Diseño Técnico se concentra en ensamblar soluciones tecnológicas para el saneamiento que, cuando se usan adecuadamente, se convierten en servicios sostenibles porque el mantenimiento de la familia o la comunidad es su responsabilidad. Para garantizar la sostenibilidad de la opción tecnológica, ésta debe elegirse en función de factores técnicos, económicos y culturales. [16]

Bases teóricas

Estudios de fuente

Para suministrar agua al sistema de abastecimiento, es preciso conocer la fuente de abastecimiento. Hay que identificar las fuentes del presente y futuras, y examinar la eficacia, cantidad, disponibilidad y continuidad del elemento.

Fuentes de aguas –calidad

Cuando el agua bebible no perjudica al cuerpo humano ni a los materiales que componen los distintos componentes del sistema de abastecimiento que se utilizan mientras se realiza el proyecto, se considera potable. [17]

Agua para consumo humano

Hacer que el agua sea potable consiste sobre todo en proporcionar al público agua de alta calidad que no cause enfermedades y que, por otra parte, pueda ayudar a evitar enfermedades cuando se utiliza por diversas razones como beber o limpiar.

Características del agua potable

Reducir la cantidad de sustancias químicas, materiales biológicos y seres vivos suspendidos en el agua es el objetivo del tratamiento del elemento, que se realiza para que esta sea considerable para el consumo de las personas cumpliendo diversas normas de calidad nacional e internacional. Para ello se evalúa las cualidades físicas, químicas y biológicas. [18]

Características físicas.

Evaluar las características del agua, como su color, turbidez, sabor y olor, es fundamental. La turbidez puede indicar la presencia de gérmenes con potencial para causar enfermedades. Las aguas superficiales, que puntúan entre 10 y 1.000 unidades de turbidez, son las más deficientes en este sentido.

Su color está directamente influenciado cuando se presentan ciertos minerales, residuos industriales y materia orgánica, mientras que los productos químicos y los restos en descomposición pueden dar al agua un sabor y olor indeseados y hacerla no apta para el consumo por otras razones.

Características químicas.

Es necesario examinar esta característica del agua para determinar si los distintos compuestos químicos, ya sean de origen industrial o natural, pueden ser ventajosos o perjudiciales en función de su cantidad y composición.

Por el contrario, la capacidad de un agua natural para albergar biodiversidad puede ser un signo de la escasa contaminación que contiene. Sin embargo, antes de que pueda ser consumida por el ser humano, debe ser tratada para eliminar cualquier componente vivo.

Características biológicas.

La existencia de materiales biológicos en el agua puede deberse a fuentes naturales o a la contaminación industrial, que a su vez crea una variedad de microorganismos.

Por el contrario, la capacidad de un agua natural para albergar biodiversidad puede ser un signo de la escasa contaminación que contiene. Sin embargo, antes de que pueda ser consumida por el ser humano, debe ser tratada para eliminar cualquier componente vivo.

La presencia de microorganismos como bacterias, algas, hongos, levaduras y mohos, que pueden indicar la presencia de materia orgánica en descomposición, exige una mayor precaución desde el punto de vista sanitario.

Poblacion (Pobl.)

- **Pobl. Actual**

Formada por los caseríos de Puquio, Rojas pampa, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo.

- **Pobl. Futura**

Alternativamente denominada población proyectada, se calcula utilizando cuatro técnicas diferentes y cuatro conjuntos de antecedentes del censo de pobl. y vivienda del INEI.

Para este proyecto, se emplearon las siguientes técnicas:

a) Método aritmético

Cuando la población se expande rápidamente, se emplea este enfoque:

$$Pf = Po + r * (t + to)$$

$$\frac{dP}{dt} = cte.$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{T_{i+1} - T_i}$$

P	:	Poblacion a calcular
Po	:	Poblacion inicial
r	:	Razon de crecimiento
t	:	Tiempo futuro
to	:	Tiempo inicial

b) Método de Interés Simple

$$Pf = Po * (1 + r * (t - to))$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_I}{P_I * (T_{i+1} - T_I)}$$

r :	Razon de de crecimiento
to :	tiempo inicial
t :	Tiempo fututo
Po :	Población inicial
P :	Poblacion a calcular

c) Método geométrico

Cuando la población se encuentra en su fase inicial o de saturación y no durante el periodo de pleno crecimiento, se emplea esta estrategia.

$$P = P_o + r^{(t - t_o)}$$

$$r = t_{i+1} - \sqrt[t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_I}}$$

P :	Poblacion a calcular
Po :	Poblacion inicial
t :	tiempo en que se calcula la poblacion
to :	Tiempo final
r :	Factor de cambio de las poblaciones

d) Método de los mínimos cuadrados

Esta metodología, que se expone a continuación, se basa en encuestas espaciadas en el tiempo por igual.

Tabla 1: Dotaciones según tipo de uso y clima

i	X	Y	Log Y	X ²	XY	X Log Y
1	X ₁	Y ₁	Log Y ₁	(X ₁) ²	X ₁ Y ₁	X ₁ Log Y ₁
2	X ₂	Y ₂	Log Y ₂	(X ₂) ²	X ₂ Y ₂	X ₂ Log Y ₂
3	X ₃	Y ₃	Log Y ₃	(X ₃) ²	X ₃ Y ₃	X ₃ Log Y ₃
.
.
n	X _n	Y _n	Log Y _n	(X _n) ²	X _n Y _n	X _n Log Y _n
n + 1	X _{n+1}					
Suma	Σ X	Σ Y	Σ Log Y	Σ X ²	Σ XY	Σ X Log Y
Prom.	Σ X / n	Σ Y / n	Σ Log Y / n	Σ X ² / n	Σ XY / n	Σ X Log Y / n

Fuente: Abastecimiento de agua y alcantarillado, 2009.

Tasa de crecimiento

Es la variación porcentual real de la población en un determinado periodo. Esta se usara si es negativa o igual a cero. [19]

Densidad

Se utiliza la siguiente unidad (habitantes/vivienda) para definir el promedio de personas que viven en cada residencia de los centros poblados Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo.

Conexiones domiciliarias

Se refieren a los tipos de conexiones por tipo de usuarios, a saber:

- Número de usuarios domésticas igual a usuarios domésticos (NUd)
- Número de usuarios comerciales igual a usuarios comerciales (NUc)
- Número de usuarios estatales igual a usuarios estatales (NUe)
- Número de usuarios industriales igual a usuarios industriales (NUi)
- Número de usuarios sociales igual a usuarios sociales (NUs)

La siguiente fórmula define NU_t como el número total de conexiones domiciliarias de la zona:

$$NU_t = NU_d + NU_c + NU_e + NU_i + NU_s$$

Consumo

Calculado como el consumo real de agua para cada actividad realizada en una zona específica. [20]

Consumo promedio

Cantidad media de agua utilizada por los usuarios a lo largo de un mes, normalmente del primer al último día del mes. [21]

El consumo medio se desglosa por tipo de usuario:

- Consumo promedio doméstico (CPd).

Es la total típica de agua utilizada por los hogares para tareas domésticas como la limpieza, la cocina, la jardinería y la higiene personal.

- (CPc) Consumo promedio comerciales.

Es la cantidad media de agua utilizada por los consumidores en los lugares donde las empresas prestan servicios, y se altera en función al volumen usado. Este consumo incluye comercios.

- (C_{Pe}) Consumo promedio estatales.

Se trata del volumen medio utilizado por los clientes en propiedades estatales o públicas; el tipo de uso varía en función del tipo de establecimiento. Esta categoría de consumo incluye lugares como hospitales, escuelas y similares.

- (C_{Pi}) Consumo promedio industriales.

Es el nivel medio de gasto de los usuarios en entornos industriales; la industria, los procesos que establecen los usuarios y la tecnología que emplean para crear sus productos influyen en este tipo de consumo.

- (C_{Ps}) Consumo promedio sociales.

Es el uso típico que hacen los usuarios mientras están disponibles las piscinas y/o refugios públicos, al que se aplican las tarifas de consumo social.

Consumo por tipo de usuarios

Es el gasto mensual de agua en m³, en función del tipo de consumidores de la zona.

Los consumos que se presentan son:

- Consumo doméstico $CD = (NU_d) * (CP_d)$
- Consumo comercial $CC = (NU_c) * (CP_c)$
- Consumo estatal $CE = (NU_e) * (CP_e)$
- Consumo industrial $CI = (NU_i) * (CP_i)$
- Consumo social $CS = (NU_s) * (CP_s)$

Consumo neto (CN)

Sumamos:

$$CN = CD + CC + CE + CI + CS$$

(IANF) Índices de agua no facturada.

Son las pérdidas potenciales de agua en el sistema, determinadas por la siguiente fórmula:

$$IANF = \frac{\text{Volumen Producido} - \text{Volumen Consumido}}{\text{Volumen Producido}} \times 100$$

Consumo total

(CT)

Es la cantidad total de agua utilizada con pérdidas de agua a nivel del sistema distribuido.

$$CT = CN * (1 - IANF/100)$$

POBLACIÓN SERVIDA (PS)

Para determinar la población atendida, hacemos uso de:

$$PS = NU_t * Densidad$$

COBERTURA DE SERVICIOS (CS)

El porcentaje de la población de una localidad a la que se presta servicio se conoce como cobertura del servicio, y puede calcularse utilizando la fórmula que figura a continuación.

$$CS = \frac{PS}{PT} * 100$$

Donde:

PS: Población servida (Hab)

PT: Población total (Hab)

DOTACIÓN

Es el promedio de agua que puede beber una persona, teniendo en cuenta las pérdidas sistémicas.

La expresión que sigue lo determina:

$$\text{Dotación} = \frac{\text{Consumo (Its)}}{\text{N}^\circ \text{ habitantes (hab. día)}}$$

Q. DE DISEÑO DE AGUA

(Q_p) promedio diario anual.

El consumo per cápita previsto para una previsión de población se utiliza para calcular el consumo medio diario anual. [21]

$$Q_p = \frac{\text{Población (hab)} \times \text{Dotación} \left(\frac{1}{\text{hab. día}} \right)}{86400 \text{ seg/día}}$$

(Q_{md}) Caudal máximo diario.

Es el mayor gasto diario generado el día en que se consume el mayor número de grabaciones observadas a lo largo de los 365 días de un año.

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

(Q_{mh}) Caudal máximo horario.

Es el gasto horario máximo generado por la hora de máx. consumo del día de máx. consumo.

[21]

$$Q_{mh} = Q_p \times K_2$$

PERIODO SE DISEÑO**Periodo de planeamiento**

Comienza en cuanto la decisión empieza a tomar forma y termina cuando deja de ser beneficiosa.

Es el plazo en el que se pretende llevar a cabo las investigaciones e inversiones del proyecto.

Periodo óptimo de diseño

El plazo durante el cual un componente del alcantarillado o sistema de agua cumple sus objetivos de diseño y suministra una cantidad suficiente de agua. [22]

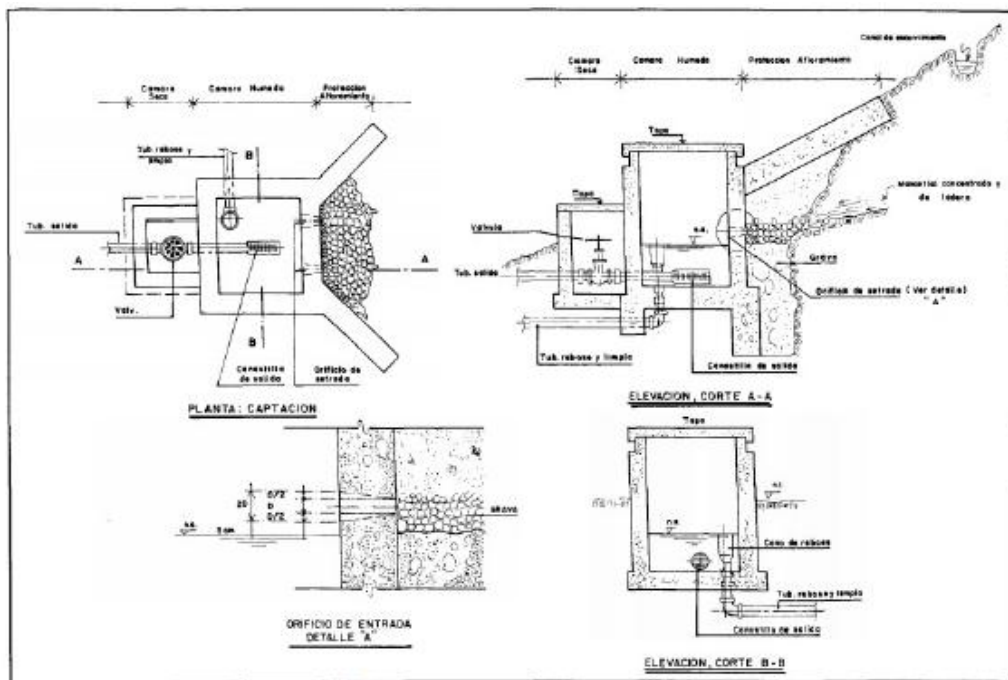
CAPTACIONES DE MANANTIAL**Captación de manantial de ladera**

Esta cuenca, que tiene tres componentes, es donde el agua de manantial sube de forma natural a la superficie, para su dimensionamiento es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, para que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea el adecuado para captar este caudal. [23]

Se catalogan del siguiente modo:

- La protección del afloramiento es el primer componente.
- La segunda sección se centra en el control del flujo mediante la elaboración de una cámara húmeda.
- La tercera sección incluye la construcción de una cámara seca para preservar las válvulas.

Imagen 1: Cámara de captación de manantial de ladera



Fuente: Agüero, Roger. 1997

Diseño hidráulico

Los orificios de admisión, también llamados rejillas, que dirigen el agua en dirección a la cámara húmeda deben tener el tamaño adecuado en función del caudal más alto que pueda ofrecer un edificio. Para que estos orificios recojan eficazmente este caudal a una determinada velocidad de entrada, deben tener un diámetro suficiente. [23]

Cálculo del caudal de diseño

En función de la capacidad máxima de caudal de la fuente.

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{max fuente}}$$

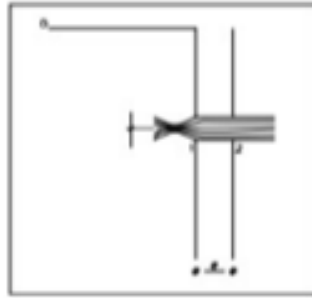
Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.

Condicionada tanto por la velocidad de paso como por la pérdida de carga de corriente entre el orificio de salida y la superficie de la cuenca. [23]

Desatendiendo los valores de P_0 , h_0 , P_1 , h_1 , se obtiene la siguiente formula reducida:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

Imagen 2: Flujo que pasa a través de un orificio de una pared



Fuente: Agüero, Roger. 1997

Para obtener estos datos, debe utilizarse la ecuación de Bernoulli entre o puntos (0 y 1).

$$\frac{P_0}{\gamma} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde:

h_0 : Altura entre afloramiento y orificio de entrada (recomendado 0.4 – 0.5 m)

V_1 : Velocidad teórica en m/s

g : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

La velocidad de paso entre 1 y 2 se calcula entonces mediante la ecuación de continuidad, ignorando A1 y A2.

$$Q_1 = Q_2$$

$$cd \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Obteniendo como fórmula reducida:

Donde:

V_2 Velocidad de pase (se recomienda que este valor no exceda los 0.6 m/s)

cd Coeficiente de descarga en el punto 1 (0.8 para paredes gruesas)

Despejando V_1 en la ecuación (1) y reemplazando en (2) se obtiene:

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{2g}$$

Donde h_0 es la carga que produce la velocidad de pase en el orificio de entrada además:

$$H = F_f + h_0$$

Carga para determinar distancia en afloramiento y la caja de captación

$$H_f = S \times l$$

$$V_1 = \frac{V_2}{cd} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

L: distancia del afloramiento a la pantalla.

S: pendiente máx. (0.30 m/m)

Ancho de pantalla

En función del tamaño y la cantidad de los orificios, el agua del afloramiento podrá entrar sin problemas en la cámara húmeda.

Estos parámetros se determinarán mediante las siguientes fórmulas:

- D. teórico de los orificios de ingreso

$$Q_{\max \text{ fuente}} = Cd * V \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right)$$

$$D = \left(\frac{4 * Q_{\max \text{ fuente}}}{Cd * \pi * V} \right)^{1/2}$$

Donde:

D	: Diámetro de orificios.
Q _{max} fuente	: Gasto máximo de la fuente en l/s
V	: Velocidad de paso (0.5 – 0.6 m/s)
C _d	: Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8)

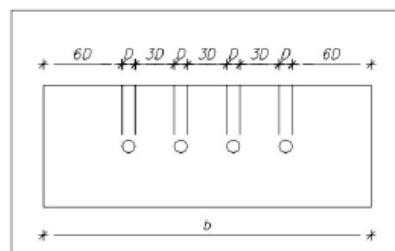
- Número de orificios

$$n = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1 = \left(\frac{D}{d}\right)^2 + 1$$

Donde:

D	: Diámetro de la tubería de entrada
d	: Diámetro de orificio en la pantalla, para esto se tiene en cuenta el caudal del afloramiento.

Imagen 3: Vista delantera de pantalla y distribución de orificios.



Fuente: Agüero, Roger. 1997

Como resultado final una se procede al cálculo del ancho de pantalla, mediante la siguiente expresión:

$$b = 2(6D) + n(D) + 3D(n-1)$$

Donde:

b	: Ancho de pantalla.
D	: Diámetro de orificio.
n	: número de orificios.

Diseño de canastilla

Tiene que ser el doble de ancha que la tubería de alimentación o de salida.

$$\varnothing_c = 2 * \varnothing_{Lc}$$

Donde:

\varnothing_c : Diámetro de canastilla

\varnothing_{Lc} : Diámetro de líneas de conducción

Además, el área total de la ranura de la canastilla debe ser el doble que la de la tubería de suministro o salida.

$$At = \frac{\pi * \varnothing_{Lc}^2}{4}$$

Donde:

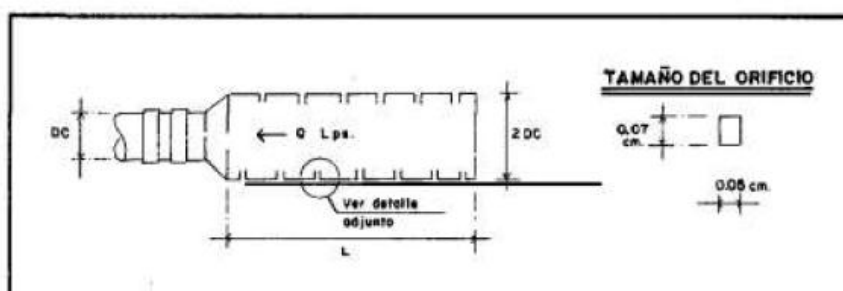
At : Área total de ranuras en la canastilla.

\varnothing_{Lc} : Diámetro de líneas de conducción o conducto de salida.

La siguiente fórmula se utiliza para calcular el n° de ranuras de la cubeta una vez que se ha determinado el área total de la ranura:

$$\text{N}^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}}$$

Imagen 4: Canastilla de salida.



Fuente: Agüero, Roger. 1997

Longitud de canastilla

Debido a su función dentro de la cámara húmeda, la longitud de la cesta es crucial.

Se aconseja utilizar la ecuación:

$$3\varnothing_{Lc} < L < 6\varnothing_{Lc}$$

Tubería de rebose y limpieza

Considerando el Q_{md} y la fórmula de Hazen - Williams con un $C = 140$, los autores aconsejan pendientes entre el 1 y el 1,5%.

Diseño de líneas de conducción

Es un conducto que transporta agua desde una captación hasta un depósito; también puede incluir válvulas y accesorios de un sistema de suministro de agua potable.

Para diseñar la línea de conducción se utiliza la fórmula de Hazen-Williams:

$$Q = 0.2785CD^{2.63}S^{0.54}$$

Donde:

Q : Caudal (m³/s)

C : Coef. De Hazen (\sqrt{pie}/s)

D : Diámetro (m)

S : Pendiente (m/m)

Para el procedimiento se utilizan los valores C que figuran en la tabla siguiente.

Tabla 2: Coeficiente de Hazen Williams

TIPO DE TUBERIA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

Fuente: Norma OS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones

Ecuación de continuidad:

$$Q = V * A$$

ACAPARAMIENTO

Diseñado en base al consumo horario de agua del embalse. En los caseríos no existen medidores de caudal en la salida del embalse, por lo que no es posible calcular las variaciones de consumo que existen durante el día. Sobre esta base, el monto del almacenamiento se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula

$$V_{Reg} = 0.25Q_{prom}$$

RED DE DISTRIBUCIÓN

En esta sección se analiza y valida la red de distribución actual y su comportamiento hidráulico y se planifican las ampliaciones y mejoras. Para ello se utilizara el programa de WaterCad v8i, utilizando las ecuaciones de Darcy Weisbach y Colebrooke-White, así como las ecuaciones de Hazen y Williams. [24]

Para el cálculo de las redes de distribución, previamente se calculara el consumo unitario para cada usuario, el cual será cargado como demanda básica en el programa WaterCad v8i, posteriormente se plantean los diámetros de las tuberías realizando un análisis y verificando que las presiones en los nodos y viviendas sean los mínimos y máximos estipulados por la normativa vigente.

Así como también el programa nos dará acceso a simular y manejar diferentes componentes hidráulicos y escenarios, con el fin de analizar distintos comportamientos del sistema de distribución, para observar los datos obtenidos más a detalle, ingresar a la carpeta de ANEXOS 07 – MEMORIAS DE MODELAMIENTO DE AGUA POTABLE.

Tipologías de redes

Hay tres modelos de redes por su configuración

- **Redes de circuito ramificado o abierto:** Son un acumulado de tuberías formado por una red primaria de la que surgen ramales, que se consideran callejones sin retorno. Además, se debe mantener el suministro las 24h/día para evitar el atasco. [24]
- **Redes de circuito malladas o cerrado:** Por su configuración, es un circuito más eficaz ya que puede garantizar el servicio en caso de que se rompa alguna tubería porque cuenta con rutas alternativas que pueden dirigir el tráfico, reduciendo así el número de consumidores afectados por la prestación. [24]

- **Redes combinadas:** Son redes de bucle cerrado y abierto.

Consideraciones de diseño

Caudal de diseño

Las siguientes expresiones son resultados de multiplicar el mayor resultado derivado.

$$\frac{Q_{mh}}{Q_{md} + Q_{inc}}$$

El caudal final se evalúa en una instalación donde los requisitos de agua contra incendios se consideran adecuados [24]

UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO (UBS)

ELEMENTOS DE UBS

Caseta

Las medidas corresponderán al R.M – 192 - 2018 (NORMA TECNICA DE DISEÑO: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural). [26]

Los siguientes requisitos deberán ser cumplidos por la caseta:

- a) Las dimensiones interiores útiles de la caseta son de 1.80 x 1.80 m².
- b) en caso de ser la pared de mampostería el espesor debe ser 0.15 m.
- c) la altura mínima interna de la caseta es de 2.15 m en sus cuatro paredes.
- d) La caseta se construye sobre una losa de concreto cuyo espesor es de 10 cm.
- e) alrededor de la caseta debe construirse una vereda de 0.30 m de espesor por los laterales y parte posterior de la caseta, por el frente la vereda debe ser de 1 m, sobre la cual se instalará el lavadero multiusos.
- f) la puerta debe tener un ancho de 0.70 m y una altura de 2.00 m.

Aparato sanitario

- a) Se puede utilizar un grifo sanitario tipo pavo o taza equipado con sifones para crear sellos hidráulicos.
- b) Debe ser de pieza única, independiente y tener un terminado lo más liso posible.
- c) Las tuberías, ya sean estilo pavo o cuenco, deben estar firmemente sujetas al piso del cobertizo para evitar que entren insectos o se escapen olores desagradables.

Biodigestor

Similar a una fosa séptica, la construcción cilíndrica puede tratar las aguas negras gracias a un feedback de entrada y salida de agua. Incluye una válvula y un tubo de salida de lodos, una tapa de cierre, un tubo de entrada de agua de PVC, un filtro y un anillo. Suelen ser sistemas prefabricados. [26]

Zanjas de infiltración

Una zanja de infiltración se define como una excavación larga y estrecha en el suelo para colocar una tubería de distribución de aguas residuales a la fosa séptica y su posterior succión al suelo permeable.

Las distancias mínimas desde cualquier punto de una zanja de infiltración hasta las viviendas, las conducciones de agua, los pozos de absorción y los cursos de agua superficiales (ríos, arroyos, etc.) son de cinco, quince, treinta y quince metros, respectivamente, según la OPS/CEPIS (2003). Los árboles potenciales deben estar a una distancia mínima de tres metros de la zanja. [26]

Diseño de biodigestor

El tipo de afluente y el número de beneficiarios están directamente relacionados con el volumen ideal del biodigestor. Las siguientes categorías comprenden los biodigestores de auto limpieza más frecuentes.

Tabla 3 Capacidad y peso de los biodigestores más comunes:

Medidas	600 lt.	1300 lt.	3000 lt.	7000 lt
Peso	22.5 kg.	39 kg	143 kg	185 kg.

Fuente: biodigestores Rotoplas

Tabla 4: Volumen de biodigestores según tipo de afluente y cantidad de personas a beneficiar

	150 l / Usuarios	90 l / Usuarios	40 l / Usuarios
600 litros	4	7	15
1300 litros	9	14	33
3000 litros	20	33	75
7000 litros	47	78	175

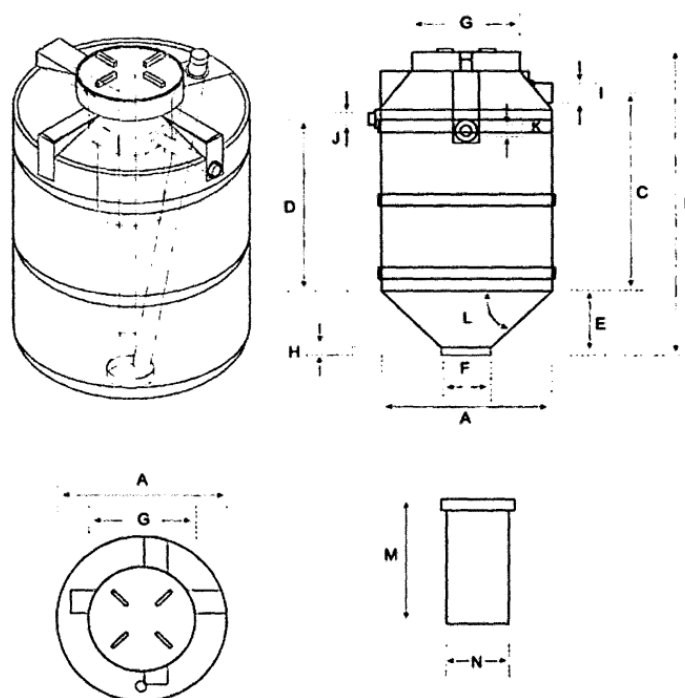
Fuente: biodigestores Rotoplas

Tabla 5: Medidas de los biodigestores más comunes

Medidas	600 l.	1300 l.	3000 l.	7000 l.
A	0.850 m	1.150 m	1.450 m	2.360 m
B	1.640 m	1.960 m	2.670 m	2.650 m
C	1.070 m	1.250 m	1.750 m	1.360 m
D	0.950 m	1.150 m	1.540 m	1.250 m
E	0.320 m	0.450 m	0.720 m	1.100 m
F	0.240 m	0.240 m	0.200 m	0.260 m
G	0.550 m	0.550 m	0.550 m	0.550 m
H	0.030 m	0.030 m	---	0.080 m
I	4"	4"	4"	4"
J	2"	2"	2"	2"
K	2"	2"	2"	2"
L	45°	45°	45°	45°
M	0.660 m	0.890 m	0.890 m	0.890 m
N	0.350 m	0.318 m	0.318 m	0.318 m

Fuente: biodigestores Rotoplas

Imagen 5: Medidas de los biodigestores prefabricados más comunes.

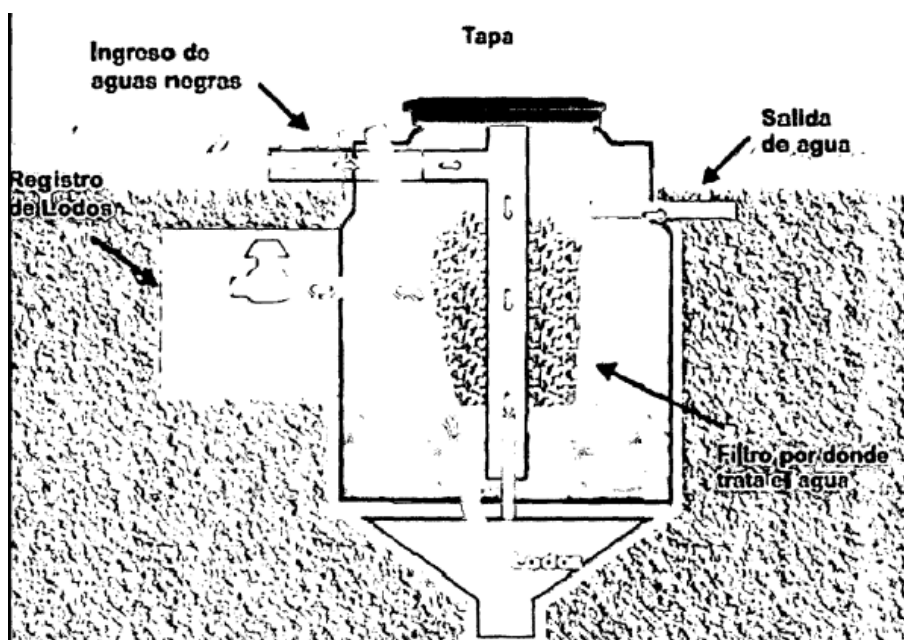


Fuente: biodigestores Rotoplas

El biodigestor recibe las aguas residuales y te explicamos cómo funciona.

- ✓ Toma de aguas residuales
- ✓ El lodo se crea cuando la materia más pesada se acumula en el fondo.
- ✓ Las bacterias están creciendo más rápidamente, lo que les permite consumir los contaminantes más rápidamente.
- ✓ El agua tiene tendencia a ascender hacia el conducto de salida desde la parte inferior del conducto de entrada.

Imagen 6: Funcionamiento del biodigestor de la USB de tipo arrastre hidráulico.



Fuente: *biodigestor de la presentación rotoplas*

A través de la tubería de entrada de 4», las aguas residuales entran en el biodigestor directamente a la parte inferior, la sección central del equipo, donde se depositan los sólidos. A continuación, las aguas residuales ascienden a la siguiente cámara, formada por un tubo de ensayo en su mayor parte de anillos «pet» y material granular, a través de poros en la pared del tubo de ensayo que impiden que la grasa y otros contaminantes flotantes entren y continúen su ascenso libre hacia la superficie. El tratamiento microbiológico se produce aquí porque se forman colonias bacterianas en la superficie de la grava y el material plástico, formando una biopelícula. Por último, las aguas residuales del biodigestor se envían a través de una tubería de 2 pulgadas al campo de percolación, que puede incluir humedales, pozos de remojo o zanjas de infiltración, para la infiltración del suelo. [26]

DISEÑO DE AREA DE PERCOLACION O ZANJA DE INFILTRACION

- Para desarrollar el sistema de percolación es necesario realizar una prueba de la misma. Basándose en los números de esta tabla, los suelos se clasifican como Rápidos, Medios y Lentos según los resultados de la prueba:

Tabla 6: Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de percolación.

clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones, norma IS 020

Los resultados de las pruebas de percolación superiores a 12 min. indican que el suelo no es apto para la eliminación de efluentes de fosas sépticas o biodigestores; en su lugar, es necesario construir un sistema de tratamiento y eliminación final diferente.

La siguiente tabla se utilizara para determinar a qué distancia de las viviendas se encuentran las fosas sépticas, los campos de percolación, los pozos de absorción, las tuberías de agua, los pozos de abastecimiento de agua y los cursos de agua superficiales (ríos, arroyos, etc.):

Tabla 7: Distancia mínima del sistema de tratamiento.

clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones, norma IS 020

- El mayor valor entre las áreas lateral e inferior, contando hacia abajo desde la tubería, será el área útil del campo de percolación. En consecuencia, para determinar el área de absorción se utiliza la siguiente relación:

$$A = \frac{Q}{R}$$

Donde:

A: Área de absorción en (m²)

Q: Caudal promedio, efluente del tanque séptico (L/días)

R: Coeficiente de infiltración (L/m²/día).

- La profundidad de la zanja se calcula utilizando la velocidad de percolación y la altura del nivel freático. Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,60 metros y una distancia mínima de 2 metros desde el nivel freático hasta el fondo de la zanja. [26]
- La amplitud de la zanja puede oscilar entre un mínimo de 0,45 m y un máximo de 0,90 m, en función de la capacidad de percolación de los suelos.
- La anchura de la zanja y el índice de percolación se utilizan para calcular su longitud. La forma y el tamaño de la zona de evacuación disponible, la capacidad necesaria y el terreno del lugar pueden afectar a la configuración de la zanja.
- Cada línea de drenaje no debe superar los 30 metros de longitud. En la medida de lo posible, todas las líneas de drenaje deben tener la misma longitud.
- Debe haber al menos dos líneas de drenaje en cada campo de absorción. Un mínimo de dos metros debe separar los ejes de cada zanja.

Materiales y métodos

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Métodos y técnicas

Estudios realizados:

Al realizar el trabajo de campo se observó que los componentes del proyecto existente: captación, líneas de conducción, reservorios, cámaras rompe presión, redes de distribución, conexiones domiciliarias y las unidades básicas de saneamiento (UBS) y letrinas.

- **Evaluación en situ:** se refiere a la evaluación de los componentes arquitectónicos, estructurales y hidráulicos.
- **Estudios de suelos.**
- **Estudio topográfico**
- **Análisis físico químico y microbiológico.**

Materiales

➤ **Dispositivos Topográficos:**

GPS, Brújula, Nivel, Prisma Trípode, Estación total.

➤ **Mecánica de Suelos - laboratorio:**

Cuchillos, balanza, horno (eléctrico), tamices. Para el desarrollo de ensayos de granulometría según ASTM D422 y NTP 399.128.

Máquina Casagrande, vaso Casagrande, recipiente metálico, cepillo, balanza, cuchillo, ranuradora, espátula, etc. Para obtener los límites de Atterberg de acuerdo con la ASTM D4318, es necesario realizar más pruebas.

Papel de filtro, material extraído, caja de corte y máquina de corte directo. para realizar el ensayo de Cizallamiento Directo de acuerdo con ASTM D3080 y NTP 399.171.

NORMA TECNICA I.S. 02, un cubo metálico hueco, picos, palas, cronómetro y una regla graduada milimétrica transparente.

➤ **Programas informáticos:**

Microsoft Office 2019 (Word, Excel y PowerPoint), Water Cad, SAP 2000, AutoCAD 2020 y Civil 3D 2020

Método de procesamiento y análisis de datos

Las etapas para el tratamiento de los datos serán las siguientes:

ETAPA I

1. Colaborar con las autoridades locales competentes para coordinar las actuaciones necesarias.
2. Recopilar antecedentes del proyecto y material bibliográfico.
3. Realizar inspecciones de campo para evaluar cómo se encuentran las UBS y el sistema de agua potable.
4. Para hacer el seguimiento del número de ocupantes y viviendas se creará una hoja de cálculo.
5. Examinar la normativa nacional vigente y sus fundamentos teóricos.
6. Instrucción sobre el programa WaterCad.
7. Investigación sobre la calidad del agua.
8. Una evaluación consultiva parcial.

Etapa II.

9. Topografía de zona de investigación.
10. Pruebas de mecánica del suelo y toma de muestras.
11. Procesamiento de datos de la demanda y de la población.
12. Diseño de redes de agua potable.
13. Diseño de UBS
14. Se amplían las memorias de cálculo.

Etapa III.

16. Se realiza la planificación.

Resultados y discusión

Sistema de agua potable

Estudio de fuentes

El presente trabajo tiene en cuenta una fuente de manantial.

El manantial La Shita

El manantial La Shita produjo 4,5 litros por segundo en tiempo de lluvias (capacidad máxima) y 3.9 litros por segundo en tiempo de estiaje.

Los resultados indican que el manantial de La Shita necesita limpieza y desinfección.

Estudio de población

Población actual y futura

Población actual

En los caseríos de Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo viven aproximadamente 1943 personas en 2022.

Población futura

La población futura de los caseríos de Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo fue calculada usando mediante el método de proyección de población (progresión aritmética). La población prevista fluctúa entre el año 1, con 1943 residentes, y el año 2041, con 2238 hab., como se indica en los cuadros siguientes.

Tabla 8: Cálculo de población proyectada Puquio.

AÑO		COBERTURA AGUA (%)	COBERTURA DESAGUE (%)	POBLACION
2021	0	0.0%	0.00%	415
2022	1	100.0%	100.0%	418
2023	2	100.0%	100.0%	421
2024	3	100.0%	100.0%	424
2025	4	100.0%	100.0%	428
2026	5	100.0%	100.0%	431
2027	6	100.0%	100.0%	434
2028	7	100.0%	100.0%	437
2029	8	100.0%	100.0%	440
2030	9	100.0%	100.0%	443
2031	10	100.0%	100.0%	447
2032	11	100.0%	100.0%	450
2033	12	100.0%	100.0%	453
2034	13	100.0%	100.0%	456
2035	14	100.0%	100.0%	459
2036	15	100.0%	100.0%	462
2037	16	100.0%	100.0%	465
2038	17	100.0%	100.0%	469
2039	18	100.0%	100.0%	472
2040	19	100.0%	100.0%	475
2041	20	100.0%	100.0%	478

Fuente: Anexo 5. Memoria de cálculo de población y demanda

El caserío de Puquio cuenta ahora con 415 residentes, y se prevé que en los próximos 20 años tenga 478 habitantes.

Tabla 9: Cálculo de la población proyectada Rojaspampa.

AÑO		COBERTURA AGUA (%)	COBERTURA DESAGUE (%)	POBLACION
2021	0	0.0%	0.00%	649
2022	1	100.0%	100.0%	654
2023	2	100.0%	100.0%	659
2024	3	100.0%	100.0%	664
2025	4	100.0%	100.0%	669
2026	5	100.0%	100.0%	674
2027	6	100.0%	100.0%	679
2028	7	100.0%	100.0%	684
2029	8	100.0%	100.0%	688
2030	9	100.0%	100.0%	693
2031	10	100.0%	100.0%	698
2032	11	100.0%	100.0%	703
2033	12	100.0%	100.0%	708
2034	13	100.0%	100.0%	713
2035	14	100.0%	100.0%	718
2036	15	100.0%	100.0%	723
2037	16	100.0%	100.0%	728
2038	17	100.0%	100.0%	733
2039	18	100.0%	100.0%	738
2040	19	100.0%	100.0%	743
2041	20	100.0%	100.0%	748

Fuente: Anexo 5. Memoria de cálculo de población y demanda

El caserío de Rojaspampa cuenta ahora con 649 residentes y se prevé que en los próximos 20 años sea de 748 residentes.

Tabla 10: Cálculo de población proyectada Santa Rosa Alto.

AÑO		COBERTURA AGUA (%)	COBERTURA DESAGUE (%)	POBLACION
2021	0	0.0%	0.00%	495
2022	1	100.0%	100.0%	499
2023	2	100.0%	100.0%	503
2024	3	100.0%	100.0%	506
2025	4	100.0%	100.0%	510
2026	5	100.0%	100.0%	514
2027	6	100.0%	100.0%	518
2028	7	100.0%	100.0%	521
2029	8	100.0%	100.0%	525
2030	9	100.0%	100.0%	529
2031	10	100.0%	100.0%	533
2032	11	100.0%	100.0%	536
2033	12	100.0%	100.0%	540
2034	13	100.0%	100.0%	544
2035	14	100.0%	100.0%	548
2036	15	100.0%	100.0%	551
2037	16	100.0%	100.0%	555
2038	17	100.0%	100.0%	559
2039	18	100.0%	100.0%	563
2040	19	100.0%	100.0%	566
2041	20	100.0%	100.0%	570

Fuente: Anexo 5. Memoria de cálculo de población y demanda

El caserío de Santa Rosa Alto cuenta ahora con 495 residentes y se prevé que en los próximos 20 años sea de 570 residentes.

Tabla 11: Cálculo de población proyectada Santa Rosa Bajo.

AÑO		COBERTURA AGUA (%)	COBERTURA DESAGUE (%)	POBLACION
2021	0	0.0%	0.00%	348
2022	1	100.0%	100.0%	387
2023	2	100.0%	100.0%	390
2024	3	100.0%	100.0%	393
2025	4	100.0%	100.0%	396
2026	5	100.0%	100.0%	399
2027	6	100.0%	100.0%	402
2028	7	100.0%	100.0%	404
2029	8	100.0%	100.0%	407
2030	9	100.0%	100.0%	410
2031	10	100.0%	100.0%	413
2032	11	100.0%	100.0%	416
2033	12	100.0%	100.0%	419
2034	13	100.0%	100.0%	422
2035	14	100.0%	100.0%	425
2036	15	100.0%	100.0%	428
2037	16	100.0%	100.0%	431
2038	17	100.0%	100.0%	434
2039	18	100.0%	100.0%	437
2040	19	100.0%	100.0%	439
2041	20	100.0%	100.0%	442

Fuente: Anexo 5. Memoria de cálculo de población y demanda

El caserío de Santa Rosa Bajo cuenta ahora con 348 residentes y se prevé que en los próximos 20 años sea de 442 residentes.

Tasa de crecimiento

Decidimos utilizar los métodos aritméticos, de interés simple, geométrico y de mínimos cuadrados. Los tres primeros métodos proporcionaban una tasa de crecimiento negativa, que no se tuvo en cuenta para este proyecto. En consecuencia, elegimos la técnica de los mínimos cuadrados, que era la única que ofrecía una tasa de crecimiento positiva. A continuación, calculamos la tasa de crecimiento para obtener una cifra anual.

Tabla 12: Calculo de la tasa de crecimiento de los caseríos.

TASA DE CRECIMIENTO (%)	
PUQUIO	0.76
ROJASPAMPA	0.76
SANTA ROSA ALTO	0.76
SANTA ROSA BAJO	0.76

Fuente: *elaboración propia.*

Para la tasa de crecimiento utilizamos el método de mínimos cuadrados dándonos un valor de %0.76 para los caseríos ya mencionados.

Densidad

Una vez calculada la densidad a partir de la población y el catastro elaborados en abril de 2022, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 13: cálculo de tasa de crecimiento poblacional.

DENSIDAD POBLACIONAL (hab/lot)	
PUQUIO	5.25
ROJASPAMPA	6.12
SANTA ROSA ALTO	5.44
SANTA ROSA BAJO	6.00

Fuente: *elaboración propia.*

Se calculó para cada uno de los caseríos, obteniendo los siguientes resultados: Puquio 5.25 hab/lot, Rojaspampa 6.12 hab/lote, Santa Rosa Alto 5.44 hab/lot y Santa Rosa Bajo 6.00 hab/lot.

Población servida

El total de usuarios en los caseríos de Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo es igual a 2238, que es la población atendida.

Cobertura de servicios

El 100% de la población local es atendida por los centros poblados de Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo.

Usuarios

Según el mapa catastral, existen 340 conexiones domiciliarias alrededor de los núcleos de población, que comprenden usuarios domésticos, estatales y sociales:

Tabla 14: Número de usuarios por centro poblado.

NUMERO DE USUARIOS AGUA POTABLE	
PUQUIO	79.00
ROJASPAMPA	106.00
SANTA ROSA ALTO	91.00
SANTA ROSA BAJO	64.00
TOTAL	340.00

Fuente: Memoria de cálculo de población y demanda

Tabla 15: Número de usuarios por centro poblado.

NUMERO DE USUARIOS DE UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO	
PUQUIO	79.00
ROJASPAMPA	106.00
SANTA ROSA ALTO	91.00
SANTA ROSA BAJO	64.00
TOTAL	340.00

Fuente: Memoria de cálculo de población y demanda

La cantidad de usuarios de UBS y agua potable son de 340.00 viviendas.

Coefficientes de variación

Coefficiente máximo diario K1

Teniendo en cuenta la escasa población del Distrito, se considera un factor contribuyente:

$$K1 = 1.3$$

Coefficiente máximo horario K2

Siendo el centro poblado zona rural se toma como Factor lo siguiente:

$$K2 = 2.0$$

Dotación

Según la **Tabla N° 03.02**. Dotación de agua según opción tecnológica de la **RM 192-2018 - vivienda**, se tiene:

Tabla N° 03.02. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

FUENTE: RM-192-2018-VIVIENDA

Debido a que tenemos UBS- con arrastre hidráulico elegimos 80l/hab/d

Caudales de diseño (L/día)

La siguiente tabla muestra los caudales que se determinaron utilizando diferentes cálculos.

Tabla 16: Caudales de diseño Puquio.

Caudal Promedio (Qp)	Qp:	0.443 l/s
Caudal máximo diario (Qmd)	Qmd:	0.575 l/s
Caudal máximo horario (Qmh)	Qmh:	0.885 l/s
caudal unitario (Cu)	Cu:	0.0112049

Fuente: Anexo 5. Memoria de cálculo de población y demanda

Tabla 17: Caudales de diseño Rojaspampa.

Caudal Promedio (Qp)	Qp:	0.710 l/s
Caudal máximo diario (Qmd)	Qmd:	0.923 l/s
Caudal máximo horario (Qmh)	Qmh:	1.420 l/s
Caudal unitario (Qu)	Qu:	0.01303

Fuente: Anexo 5. Memoria de cálculo de población y demanda

Tabla 18: Caudales de diseño Santa Rosa Alto.

Caudal Promedio (Qp)	Qp:	0.528 l/s
Caudal máximo diario (Qmd)	Qmd:	0.686 l/s
Caudal máximo horario (Qmh)	Qmh:	1.056 l/s
Caudal unitario (Qu)	Qu:	0.01160

Fuente: Anexo 5. Memoria de cálculo de población y demanda

Tabla 19: Caudales de diseño Santa Rosa Bajo.

Caudal Promedio (Qp)	Qp:	0.409 l/s
Caudal máximo diario (Qmd)	Qmd:	0.532 l/s
Caudal máximo horario (Qmh)	Qmh:	0.819 l/s
Caudal unitario (Qu)	Qu:	0.01279

Fuente: Anexo 5. Memoria de cálculo de población y demanda

Con respecto al cálculo de Q . de diseño que se realizaron para cada uno de los caseríos se obtuvieron los siguientes resultados: Puquio, caudal unitario: 0.01120, Rojaspampa, caudal unitario: 0.01303, Santa rosa alto, caudal unitario: 0.01160, Santa Rosa bajo, caudal unitario: 0.01279.

CAPTACION

Ancho de pantalla (a):1.7 m

Ancho entre las paredes (b):1.00 m

Altura total del agua (h):0.45 m

Borde Libre (BL):0.40 m

Altura Total (H):1.00 m

Longitud entre el afloramiento y la captación (L):1.25 m

DISEÑO DE LINEAS DE CONDUCCION

El caudal mínimo de la fuente se tuvo en cuenta al elegir el Q. de diseño de la tubería, y se creó la siguiente tabla para resumir los resultados de la modelización hidráulica y los cálculos:

RESUMEN DE RESULTADOS DE LINEA DE CONDUCCION PUQUIO

Se cuenta con cinco tramos al diseñar la línea de conducción de Puquio, el primer tramo consta desde la captación a la CR.P. 06 - 01, este tramo cuenta con una distancia de 224.90 m, se colocará tubería de 2in, tiene una velocidad de 1.17 m/s y cuenta con una presión de 41.13 mca., el segundo tramo es desde la CR.P. 06 - 01 a la CR.P. 06 - 02, este tramo cuenta con una distancia de 179.82 m, se colocará tubería de 2in, tiene una velocidad de 1.17 m/s y cuenta con una presión de 45.96 mca., el tercer tramo es desde la CR.P. 06 - 02 al reservorio principal, este tramo cuenta con una distancia de 226.16 m, se colocará tubería de 2in, tiene una velocidad de 1.17 m/s y cuenta con una presión de 64.20 mca., el cuarto tramo es desde la Reservorio general al CDQ - 02, este tramo cuenta con una distancia de 253.62 m, se colocará tubería de 2in, tiene una velocidad de 0.65 m/s y cuenta con una presión de 32.89 mca. Y el quinto tramo es desde la CDQ - 02 al reservorio de Puquio, este tramo cuenta con una distancia de 153.70 m, se colocará tubería de 1in, tiene una velocidad de 0.84 m/s y cuenta con una presión de 18.38 mca.

RESUMEN DE RESULTADOS DE LINEA DE CONDUCCION ROJASPAMPA

Se cuenta con un solo tramo al diseñar la línea de conducción del caserío de Rojaspampa, el tramo consta desde CDQ - 02 a reservorio de Rojaspampa, este tramo cuenta con una distancia de 882.679 m, se colocará tubería de 1 1/2in, tiene una velocidad de 0.624 m/s y cuenta con una presión de 18.10 mca.

RESUMEN DE RESULTADOS DE LINEA DE CONDUCCION SANTA ROSA ALTO

Se cuenta con cuatro tramos al diseñar la línea de conducción del caserío de Santa Rosa Alto, el tramo uno consta desde Reservorio general a CRP7 - 11, este tramo cuenta con una distancia de 366.78 m, se colocará tubería de 1 1/2in, tiene una velocidad de 0.823 m/s y cuenta con una presión de 42.27 mca., el tramo dos consta desde la CRP7 – 11 a CRP7 – 12, este tramo cuenta con una distancia de 396.13 m, se colocará tubería de 1 1/2in, tiene una velocidad de 0.823 m/s y cuenta con una presión de 42.34 mca., el tramo tres consta desde la CRP7 – 12 a CDQ - 03, este tramo cuenta con una distancia de 205.87 m, se colocará tubería de 1 1/2in, tiene una velocidad de 0.823 m/s y cuenta con una presión de 30.49 mca. y el tramo cuatro consta desde CDQ – 03 a Reservorio Santa Rosa Alto, este tramo cuenta con una distancia de 251.47 m, se colocará tubería de 1 1/2in, tiene una velocidad de 0.612 m/s y cuenta con una presión de 15.62 mca.

RESUMEN DE RESULTADOS DE LINEA DE CONDUCCION SANTA ROSA BAJO.

Se cuenta con tres tramos al diseñar la línea de conducción del caserío de Santa Rosa Bajo, el tramo uno consta desde CDQ – 03 – CRP7 - 13, este tramo cuenta con una distancia de 598.72 m, se colocará tubería de 1in, tiene una velocidad de 0.784 m/s y cuenta con una presión de 31.77 mca., el tramo dos consta desde la CRP7 – 13 a CRP7 – 14, este tramo cuenta con una distancia de 436.61 m, se colocará tubería de 1in, tiene una velocidad de 0.784 m/s y cuenta con una presión de 36.67 mca., el tramo tres consta desde la CRP7 – 14 a Reservorio Santa Rosa Bajo, este tramo cuenta con una distancia de 363.75 m, se colocará tubería de 1 in, tiene una velocidad de 0.784 m/s y cuenta con una presión de 36.49 mca.

DISEÑO DE RESERVORIO PRINCIPAL

Reservorio apoyado, presentara las siguientes características hidráulicas y estructurales:

Volumen (Capacidad):60.00 m³

Altura de agua: 2.40 und|

Borde libre: 0.50 m

Distancia vertical eje salida y fondo reservorio: 0.10 m

Altura total: 2.90 m Diámetro: 5.70 m

Cálculo de la flecha de la tapa (Forma de bóveda):0.95 m

Diámetro de tubería de ingreso: 60 mm

Diámetro de tubería de salida: 60 mm

Diámetro de tubería de rebose: 75 mm

DISEÑO DE RESERVORIOS SECUNDARIOS

RESERVORIO PUQUIO (15 m³)

Reservorio apoyado, presentara las siguientes características hidráulicas y estructurales:

Volumen (Capacidad):15.00 m³

Altura de agua: 1.50 und

Borde libre: 0.50 m

Distancia vertical eje salida y fondo reservorio: 0.10 m

Altura total: 2.00 m Diámetro: 3.60 m

Cálculo de la flecha de la tapa (Forma de bóveda):0.60 m

Diámetro de tubería de ingreso: 33 mm

Diámetro de tubería de salida: 60 mm

Diámetro de tubería de rebose: 75 mm

RESERVORIO ROJASPAMPA (25 m3)

Reservorio apoyado, presentara las siguientes características hidráulicas y estructurales:

Volumen (Capacidad):15.00 m³

Altura de agua: 1.50 und

Borde libre: 0.50 m

Distancia vertical eje salida y fondo reservorio: 0.10 m

Altura total: 2.00 m Diámetro: 3.60 m

Cálculo de la flecha de la tapa (Forma de bóveda):0.60 m

Diámetro de tubería de ingreso: 33 mm

Diámetro de tubería de salida: 48 mm

Diámetro de tubería de rebose: 75 mm

RESERVORIO SANTA ROSA ALTO (15 m3)

Reservorio apoyado, presentara las siguientes características hidráulicas y estructurales:

Volumen (Capacidad):15.00 m³

Altura de agua: 1.50 und

Borde libre: 0.50 m

Distancia vertical eje salida y fondo reservorio: 0.10 m

Altura total: 2.00 m Diámetro: 3.60 m

Cálculo de la flecha de la tapa (Forma de bóveda):0.60 m

Diámetro de tubería de ingreso: 48 mm

Diámetro de tubería de salida: 48 mm

Diámetro de tubería de rebose: 75 mm

RESERVORIO SANTA ROSA BAJO (15 m³)

Reservorio apoyado, presentara las siguientes características hidráulicas y estructurales:

Volumen (Capacidad):15.00 m³

Altura de agua: 1.50 und

Borde libre: 0.50 m

Distancia vertical eje salida y fondo reservorio: 0.10 m

Altura total: 2.00 m Diámetro: 3.60 m

Cálculo de la flecha de la tapa (Forma de bóveda):0.60 m

Diámetro de tubería de ingreso: 33 mm

Diámetro de tubería de salida: 48 mm

Diámetro de tubería de rebose: 75 mm

DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

Compuesto por cuatro sistemas independientes, que se describen a continuación.

Sistema Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo, abastecida por el caudal del manantial de Shita, que se utilizará para alimentar a la población con un caudal de máxima demanda de: Puquio: 0.575 Qmd (l/s), Rojaspamapa: 0.923 Qmd (l/s), Santa Rosa Alto: 0.686 Qmd (l/s) y Santa Rosa Bajo:0.532 Qmd (l/s),

Utilizando tuberías de PVC-U de clase 10 y la aplicación de diseño WaterCad, se diseñó la red de agua potable para las zonas metropolitanas respetando las normas.

Se puede deducir que en cuanto a los diámetros de las tuberías presentes, las velocidades en algunas de estas están por debajo de la recomendada por la normativa, ante lo cual se proyecta válvulas de purga y válvulas de aire en lugares específicos, por otro lado en el manejo de presiones se encuentran valores sobre el mínimo recomendado y por debajo del máximo, dando solución esto con la proyección de cámaras rompe presión tipo 07 las cuales se detallan, para observar estos resultados con más detalle, ir a la ANEXOS 07- MEMORIAS DE MODELAMIENTO DE AGUA POTABLE y/o ANEXO 09 – PLANOS (planos de modelamiento hidráulico), donde se podrán observar con mayor detalle las presiones en cada nodo y ubicación de válvulas.

UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO (UBS)

CASETA

Se construirán 340 módulos de SS.HH. La edificación será de albañilería, con medidas 2.15x1.80 x 1.80 m, con; sobre cimientos y cimientos ambas de concreto ciclópeo, viga de concreto armado, muros de ladrillo de arcilla artesanal; los muros interiores tartajeados en la ducha a una altura de 1.90m, las paredes tanto interiores serán tartajeadas; con puertas contra placadas, marcos y ventanas de madera tornillo con defensa mosquitero. Contará con descarga de aguas servidas y suministro de agua además de instalación para suministro de energía eléctrica.

Estas casetas dispondrán de un inodoro, una ducha y un lavatorio. La totalidad de la edificación tiene alucín liviano. Apoyadas por viguetas y cintas de madera tornillo o similar.

BIODIGESTOR

Se trata de una unidad de tratamiento primario en la que los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaeróbica mientras que los lodos de decantación entran en contacto directo con las aguas residuales domésticas que entran en el tanque.

Se instalarán 340 biodigestores de 750 litros, para igual número de viviendas. El material considerado es de polietileno teniendo en cuenta que la operación y mantenimiento no es complicado.

CAJA DE REGISTRO DE LODOS

Se instalarán 340 cajas de registro de lodos, serán de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, medidas 0.65 m x 0.65 m para las conexiones familiares, espesor de muro 0.05 m.; Sin fondo, para que, al salir los lodos, el agua se infiltre al terreno, en su interior está conectado una válvula de 2", la tapa será de concreto armado.

ÁREA DE PERCOLACIÓN O ZANJA DE INFILTRACIÓN

Las aguas negras que salen del biodigestor terminan su tratamiento en el área de percolación, conformado por dos zanjas de infiltración de 5.00 m de long. para los biodigestores de 750 l, 0.60m de ancho por 0.60 m de profundidad; con tubería PVC SAL de 2" perforada, rellena con una capa 0.20 cm. de grava sobre esta un plástico impermeable en toda su longitud y una capa 0.30 cm. de material propio.

Tabla 20: Resumen de longitud de zanjas de infiltración.

CUADRO DE LONGITUD DE ZANJAS DE INFILTRACION	
CASERIO	LONGITUD DE ZANJAS DE INFILTRACION (m)
PUQUIO	10
ROJASPAMPA	10
SANTA ROSA ALTO	10
SANTA ROSA BAJO	10

Fuente: elaboración propia

Para la longitud de zanjas de infiltración se trabajó con los datos de cada uno de los caseríos, se ha diseñado para cada UBS dos zanjas de infiltración por ende el valor mostrado es la longitud total de las dos zanjas, obteniéndose los siguientes resultados, Puquio: dos zanjas de 5 m, Rojaspampa: dos zanjas de 5m, Santa rosa alto: dos zanjas de 5m y Santa rosa Bajo: 2 zanjas de 5m.

LÍNEA DE EVACUACIÓN

Comprende las líneas de tubería entre la caja de registro y el biodigestor. Las tuberías serán de PVC 4" de unión espiga campana.

Utilizando un lecho de apoyo y rellenando las zanjas con el material elegido, las tuberías se instalarán de acuerdo con los criterios técnicos establecidos. Las capas realizarán la compactación, que será una tarea laboriosa durante el relleno de la zanja

CONEXIÓN A LA RED INTERNA DE AGUA POTABLE

Consiste en los conductos de tubería que conectan la caja de conexiones SS.HH. con la caja de conexiones de acometida domiciliaria. Las tuberías tendrán una unión de espiga en forma de campana de ½ plg. y estarán compuestas de PVC.

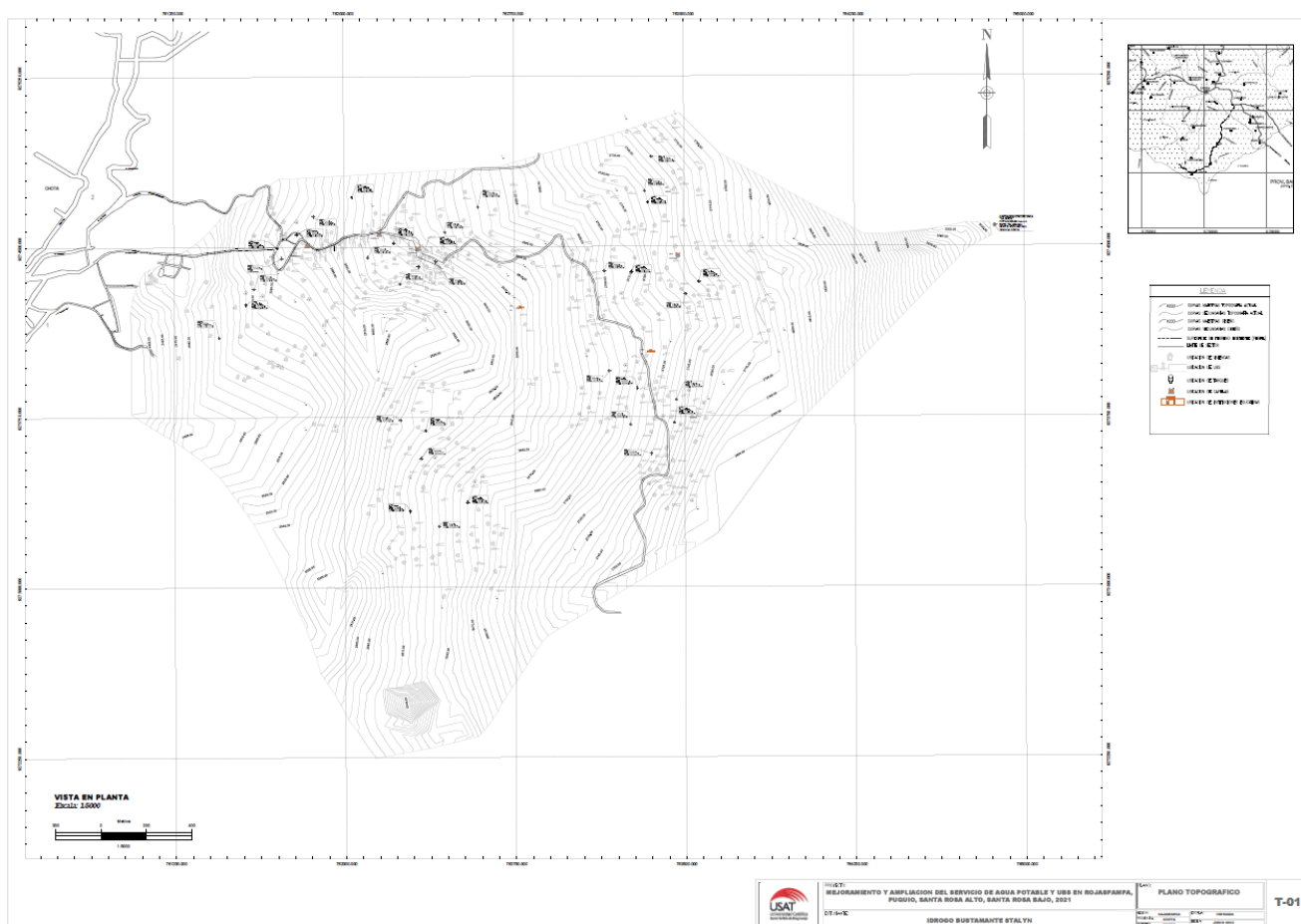
La instalación de la tubería se efectuará de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas, sobre cama de apoyo y el relleno de zanjas con material elegido. Se hará la compactación por capas, durante el relleno de zanjas, este trabajo se efectuará en forma manual.

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

TRABAJOS REALIZADOS

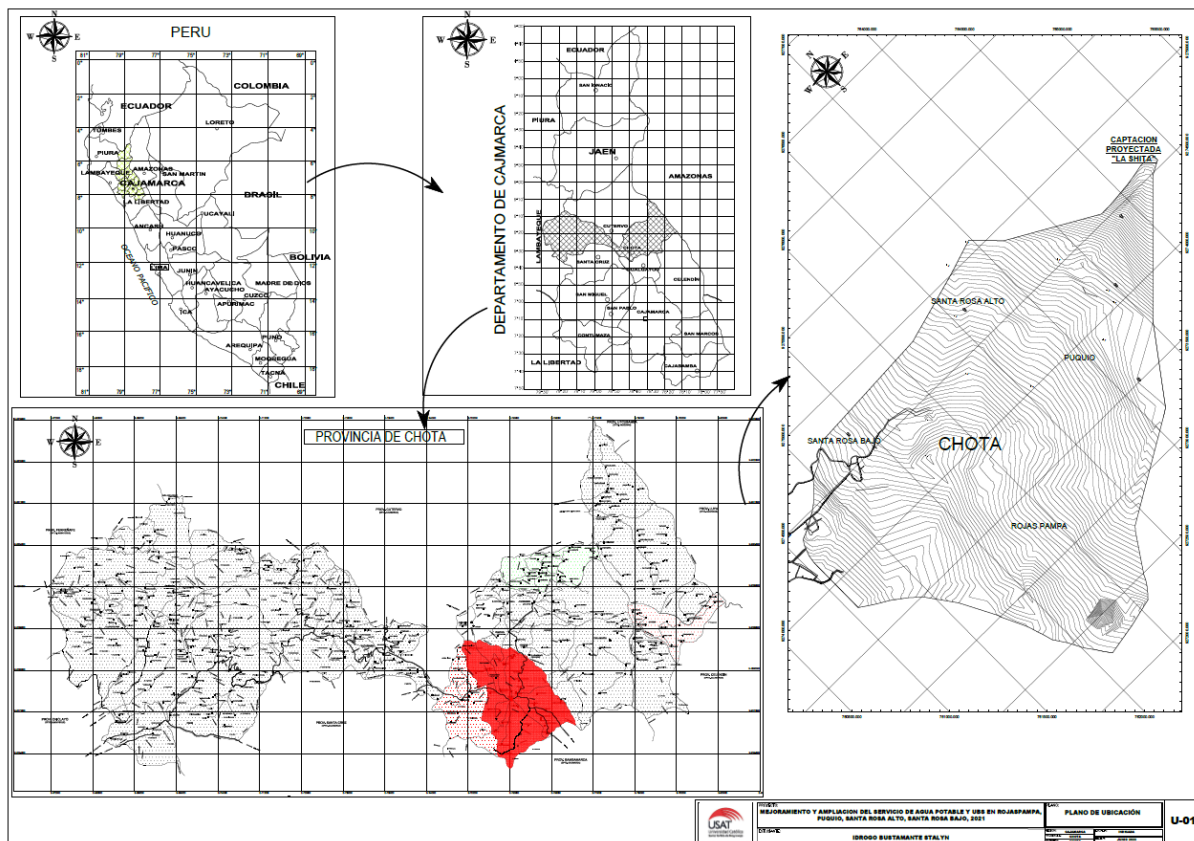
El BM'S se utilizó como base de referencia para el diseño y la construcción del proyecto posterior una vez procesados los datos recogidos durante el trabajo de campo realizado en la región de efecto.

Imagen 7: Plano topográfico.



Fuente: *elaboración propia*

Imagen 8: Plano de Ubicación.



Fuente: *elaboración propia*

RESULTADOS DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO

- Se obtuvieron un total de 3,656 puntos en el levantamiento topográfico.

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

RESUMEN DE EMS.

Los resultados de la EMS de los 6 pozos de sondeo que se extrajeron de diversos lugares de la zona de estudio se combinaron para crear la tabla resumen que figura a continuación.

Tabla 21: Resumen de estudio de mecánica de suelos.

LOCALIDAD	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA (%)			LIMITES DE ATEMBERG			C.H. (%)	CORTE DIRECTO		TES PERCOLACION		CLASIFICACION	
				GRAVA	ARENA	FINOS	L.L.	L.P.	IP		Ø(°)	C (kg/cm ²)	Tl mir/cm	Cl Hm ² /dia	DENOMINACION	SUCS
OJO SE AGUA	C1	M1	0.20 - 2.3	0.6	10.2	89.2	52.6	29.5	23.1	18.2	9.2	0.32	-	-	suelos limos arcillosos, de color gris claro, con alto contenido de humedad y arto porcentaje de plasticidad.	MH
RES. PRINCIPAL	C1	M1	0.20 - 2.4	0.7	8.3	87.6	55.2	28.8	24.3	35.6	8.6	0.34	-	-	suelos arcillosos, de color gris, con manchas de color plomo oscuro, con alto contenido de humedad y arto porcentaje de plasticidad.	CH
PUQUIO	C1	M1	0.20 - 2.2	0.8	6.2	90.6	57.3	31.1	25.6	34.5	7.6	0.36	9.19	42.13	suelos limos arcillosos, de color gris claro, con alto contenido de humedad y arto porcentaje de plasticidad.	CH
SANTA ROSA ALTO	C1	M1	0.20 - 2.4	1.5	5.3	93.2	59.3	30.1	29.2	39.1	5.4	0.37	6.38	53.94	suelos arcillosos, de color gris, con manchas de color plomo oscuro, con alto contenido de humedad y arto porcentaje de plasticidad.	CH
SANTA ROSA BAJO	C1	M1	0.20 - 2.5	0.3	9.8	89.9	53.3	28.5	24.8	33.5	6.6	0.35	5.68	58	suelos arcillosos de color amarillento, con manchas de color plomo oscuro, con alto contenido de humedad y arto porcentaje de plasticidad.	CH
RJASPAMPA	C1	M1	0.20 - 2.4	0.9	7.3	91.2	55.6	30.2	23.8	28.3	8.2	0.39	5.68	57.7	suelos arcillosos de color amarillento, con manchas de color plomo oscuro, con alto contenido de humedad y arto porcentaje de plasticidad.	MH

Fuente: *elaboración propia*

Conclusiones

- Del diagnóstico y evaluación del estado actual de los diversos componentes que conforman las redes de agua potable y unidades básicas de saneamiento; Se ha concluido que el sistema de agua ya cumplió su tiempo estimado de servicio, y el sistema de UBS se encuentra en malas condiciones para su funcionamiento, por tal motivo estos sistemas serán rediseñados y sustituidos en su totalidad, de esta manera se brindara un óptimo servicio de calidad a los pobladores de Puquio, Rojaspampa, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo.
- La zona de estudio que comprende el proyecto presenta una accidentada geografía, teniendo como mayor cota 3,033.90 m.s.n.m y como mínima cota 2,485.00 m.s.n.m, dichos datos se obtuvieron a través del levantamiento topográfico.
- Los resultados fisicoquímico y microbiológico cumplen con los estándares de calidad de agua del D.S. N°004-2017-MINAM, que pueden ser destinadas a la producción de agua bebible, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
- Mediante el diseño de los elementos, tanto de los sistemas de agua potable como unidades básicas de saneamiento se llega a la conclusión, que el presente proyecto brindara una cobertura al 100% a todos los centros poblados que abarca el proyecto, de esta manera se le brindara cobertura de ambos servicios a 340 familias, disfrutando de ambos servicios las 24 horas del día, influyendo de esta manera en la colaboración de la mejora en la calidad de vida de la población.
- A través del diseño y cálculo de los reservorios se concluyó lo mencionado posteriormente: Se determino que, con la proyección de 20 años, se requiere reservorios de 60 m³, 25m³, 15 m³, 15 m³ y 15 m³ para las comunidades de Rojaspampa, Puquio, Santa Rosa Alto y Santa Rosa Bajo, con dichos volúmenes se abastecerá los pobladores de cada sector.
- La tasa de crecimiento poblacional de las localidades es de 0.76%.
- La capacidad portante para cada uno de nuestras estructuras diseñadas son, captación 0.54 Kg/cm², reservorio principal 0.72 Kg/cm², reservorio Puquio 0.65 Kg/cm², reservorio Rojaspampa 0.76 Kg/cm², reservorio Santa Rosa Alto 0.82 Kg/cm² y Santa Rosa Bajo 0.85 Kg/cm².
- El punto de abastecimiento de agua cuenta con un Q. de 4.5 l/s en tiempo de lluvias, así mismo, con un Q. de 3.9 l/s en tiempo de estiaje.
- Para las redes de distribución necesitaran las siguientes estructuras:

Red de distribución Puquio: 7 CRP – 07, 5 VP y 2 VA.

Red de distribución Rojaspampa: 10 CRP – 07, 6 VP.

Red de distribución Santa Rosa Alto: 7 CRP – 07, 5 VP y 2 VA.

Red de distribución Santa Rosa Bajo: 7 CRP – 07, 5 VP y 2VA.

- La longitud de las tuberías de tuberías en cada uno de los caseríos es:

DIAMETRO	LONGUITUD DE TUBERIAS					
	PUQUIO (ml)	ROJASPAMPA (ml)	SANTA ROSA ALTO (ml)	ROSA	SANTA ROSA BAJO (ml)	ROSA
2 plg.	96.93	1840.42	-		-	
1 1/2plg	927.15	618.75	460.12		249.8	
1 plg.	3526.66	6422.97	256.56		2574.29	
1/2 plg.	2694.27	1994.34	3553.99		1184.17	

- El caudal máximo diario(l/s) que necesitan cada uno de los caseríos y la cantidad de conexiones domiciliarias es:

SITEMA	Qmh (l/s)	Conexiones abastecidas (viv)	Qmh Unitario(l/s/viv)
PUQUIO	0.76	82	0.006
RPJASPAMPA	0.78	118	0.009
SANTA ROSA ALTO	0.917	495	0.007
SANTA ROSA BAJO	0.711	64	0.005

- Se concluye que la cantidad de casetas de unidades básicas de saneamiento para este proyecto es de 340 und. de 750 L y 340 cajas recolectoras de lodo.

- Las dimensiones de las zanjas de infiltración de cada una de los caseríos son las siguientes:

CUADRO DE LONGITUD DE ZANJAS DE INFILTRACION	
CASERIOP	LONGITUD DE ZANJAS DE INFILTRACION (m)
OUQUIO	12
ROJASPAMPA	10
SANTA ROSA ALTO	10
SANTA ROSA BAJO	10

- La existencia de un reservorio general centralizado permite controlar y regular eficientemente el caudal disponible proveniente de la fuente de abastecimiento, lo cual garantiza una distribución equitativa hacia los reservorios secundarios, en función de la demanda real de cada sistema. Esto no sería posible con reservorios independientes, que podrían generar desbalance en el abastecimiento, especialmente en épocas de estiaje o en escenarios de variación de consumo.

Criterio	Reservorio General + Secundarios Integrados	Reservorios Independientes
Operación y mantenimiento	Simplificado y centralizado	Complejo, múltiples reservorios
Calidad del agua	Monitoreo centralizado, menos puntos críticos	Ensayos y limpiezas dispersas
Continuidad del servicio	Alta, con cámaras y sectorización	Variable, depende de cada reservorio
Costos	Menores CAPEX/OPEX	Mayores por duplicación de sistemas

- El presupuesto estimado para la ejecución de este proyecto es de **4,882,293.76 (cuatro millones ochocientos ochenta y dos mil doscientos noventa y tres y 76/100 soles)**.
- De acuerdo con lo establecido en la Ley N.º 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, en su artículo 80º, los gobiernos locales tienen como función específica la prestación de los servicios públicos locales, entre ellos el agua potable, alcantarillado y saneamiento básico rural, dentro de su jurisdicción, es por ello que el presente proyecto puede ser ejecutado por la Municipalidad Provincial de Chota o la Municipalidad Distrital correspondiente, al ser las entidades con competencia directa en saneamiento básico y agua potable en su jurisdicción. Asimismo, dependiendo de la magnitud técnica del

proyecto, podría ejecutarlo en coordinación la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS) de la zona o el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, garantizando la correcta administración de los recursos y la sostenibilidad del servicio.

Recomendaciones

- Para una buena recolección de muestras de agua, se recomienda realizarlas siguiendo las especificaciones de la normativa.
- Para el estudio previo del área donde se trabajará, se recomienda reuniones anticipadas con las autoridades de cada uno de los centros poblados para que nos brinden información veraz, sobre el acceso y referencias sobre el sistema.
- Para realizar el diseño de cada uno de los reservorios, se recomienda, que estos deben estar ubicados lo más cercanos a cada uno de los centros poblados y que los mismos cuenten con una cota que garantice las presiones mínimas en los puntos más críticos del proyecto.
- Difundir medidas de conservación y control para cada una de las estructuras de la red de abastecimiento de agua y UBS.
- Se recomienda la creación de una Junta Administradoras de Agua Potable y Saneamiento (JASS) para el control y mantenimiento del proyecto.
- Se recomienda que la Municipalidad Provincial sea la entidad ejecutora, porque tiene mayor capacidad de gestión, experiencia técnica, y respaldo financiero que una municipalidad distrital. Esto asegura que el proyecto se ejecute de manera eficiente, cumpla con los estándares del MVCS y tenga mayor sostenibilidad en el tiempo.

Referencias

1. “Resolución aprobada por la asamblea general el 28 de julio de 2010”. United Nations Digital Library System. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: https://digitallibrary.un.org/record/687002/files/A_RES_64_292-ES.pdf
2. “2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro”. PAHO/WHO | Pan American Health Organization. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.paho.org/es/noticias/12-7-2017-2100-millones-personas-carecen-agua-potable-hogar-mas-doble-no-disponen>
3. “Saneamiento”. World Health Organization (WHO). Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
4. “Reducing Inequalities in Water Supply, Sanitation, and Hygiene in the Era of the Sustainable Development Goals”, WorldBank Group, Informe Banco Mundial n° 127135, 2017. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/554021528950823000/pdf/Reducing-Inequalities-in-Water-Supply-Sanitation-and-Hygiene-in-the-Era-of-the-Sustainable-Development-Goals.pdf>
5. “3 de cada 4 personas en zonas rurales no posee el servicio de alcantarillado por red pública”. COMEXPERU - Sociedad de Comercio Exterior del Perú. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/3-de-cada-4-personas-en-zonas-rurales-no-posee-el-servicio-de-alcantarillado-por-red-publica>
6. “La mitad de hogares en Cajamarca no accede a agua y desagüe”. Instituto Peruano de Economía. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.ipe.org.pe/portal/la-mitad-de-hogares-en-cajamarca-no-accede-a-agua-y-desague/>
7. J. L. Calvo Miranda, “Abastecimiento de agua potable y saneamiento de las aguas residuales urbanas en España”, *Rev. Aragonesa Adm. Publica*, 2010, art. n.º 36.
8. D. L. Cárdenas Jaramillo and F. E. Patiño Guaraca. "Estudios y diseños definitivos del sistema de agua, potable de la comunidad de Tutucán, canton Paute, Provincia del Azuay," M.S. Thesis. Cuenca, 2010. [Online]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/725>

9. R. M. Cruz Corcino, “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable del C.P. de barrio piura y puerto casma, distrito de comandante noel, provincia de casma - ancash”, bachelor's thesis, Univ. Nac. Del St., Ancash, 2018. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3272>
10. P. B. J. Almestar y S. M. A. Ravines, “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”, bachelor's thesis, Univ. Catol. St. Toribio Mogrovejo, 2019. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/1641>
11. M. J. Rivera Montalvan, y J. J. Barboza Bardales, “Mejoramiento, ampliación del servicio de agua potable y creación del servicio de saneamiento básico de los caseríos alto milagro y alto san josé, distrito de san ignacio, provincia de san ignacio – cajamarca”. – 2017”, bachelor's thesis, Univ. Señor Sipan, 2019. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6163>
12. D. M. Carpio, “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado para la zona urbana del distrito de Querocoto, provincia de Chota, Cajamarca”, bachelor's thesis, Univ. Catol. St. Toribio Mogrovejo, 2019. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2126>
13. *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*, DS N° 031-2010-SA., Dirección General de Salud Ambiental - MINSa, Lima, 2011. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
14. “World Health Organization (WHO)”. World Health Organization (WHO). Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/es>
15. *Reglamento nacional de edificaciones*, DS N° 011-2006, Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, Lima, 2006.
16. *Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural*, RM. 218-2018, Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, Lima, 2018. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1743222/ANEXO%20RM%20192-2018-VIVIENDA%20B.pdf.pdf>
17. R. Aguero Pittman, *Agua Potable Para Poblaciones Rurales (Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento)*, Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER), 1997.

18. “¿Qué factores determinan la calidad del agua?” Waterlogic. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.waterlogic.es/blog/que-factores-determinan-la-calidad-del-agua/>
19. A. Torres Degró, “Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencia”, *CIDE Digit.*, pp. 143–162, 2011.
20. *Los lineamientos para la regulación de los servicios de saneamiento en los centros poblados de pequeñas ciudades*, R.M-269 2009, Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2009.
21. “Curso formulación y evaluación en pip del sector saneamiento”. Ministerio de Economía y Finanzas - Dirección General de Políticas Públicas. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac_12/saneamiento/octubre_2012/03_b_Formulaci_2_Aspectos_Tecnicos.pdf
22. *Guía de diseños estandarizados para infraestructura sanitaria menor en proyectos de saneamiento en el ámbito urbano - etapa 1 y sus anexos, N° 153-2019-VIVIENDA, Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, Lima, 2019. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1766373-3>*
23. “Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales”. Home | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management! Accedido el 24 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/AGUERO%20004.%20Guía%20diseño%20y%20construcción%20de%20captación%20de%20manantiales.pdf
24. *Redes de distribución de agua para consumo humano*, OS. 050, Instituto de la construcción y gerencia, 2012. Accedido el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/03_OS/RNE2009_OS_050.pdf

25. *Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural*, RM 192-2018, Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, Lima, 2018.

26. *Reglamento nacional de edificaciones - tanques sépticos*, NORMA IS.020, Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, Lima, 2016.

Anexos

ANEXO 1: DIAGNOSTICO DE LA RED ACTUAL

ANEXO 2: ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

ANEXO 3: ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS

ANEXO 4: ESTUDIOS DE CALIDAD DE LA FUENTE

ANEXO 5: MEMORIA DE CALCULO POBLACIONES Y DEMANDA

ANEXO 6: MEMORIAS DE CALCULO DE AGUA POTABLE

ANEXO 7: MEMORIAS DE MODELAMIENTO DE AGUA POTABLE

ANEXO 8: MEMORIAS DE MODELAMIENTO DE UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO (UBS)

ANEXO 9: PLANOS

[LINK ANEXOS](#)

https://drive.google.com/drive/folders/13nulc8RVZTYn4UWopnbenLV0-mCZ6o9L?usp=drive_link