

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



Mejoramiento de la red de agua potable y sistema de alcantarillado del distrito de Querocotillo, provincia Cutervo, región Cajamarca – 2020

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

AUTOR

Juan Diego Luna Gonzales

ASESOR

Pablo Adolfo Humberto Valdivia Chacón

<https://orcid.org/0000-0002-2925-2119>

Chiclayo, 2025

**Mejoramiento de la red de agua potable y sistema de
alcantarillado del distrito de Querocotillo, provincia Cutervo,
región Cajamarca – 2020**

PRESENTADA POR
Juan Diego Luna Gonzales

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Ronald Esteban Villanueva Maguiña
PRESIDENTE

Héctor Augusto Gamarra Uceda
SECRETARIO

Pablo Adolfo Humberto Valdivia Chacón
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres, raíces firmes que, con su aliento, me sostuvieron cuando más lo necesité.

Gracias por ser mi refugio constante, recordándome que, incluso en las caídas, siempre hay fuerza para florecer.

A mis abuelos, guardianes de mi esencia, que con amor y sabiduría forjaron en mí los valores que hoy me guían. Aunque ya no estén físicamente, su presencia vive en mí, como un río que fluye sin fin.

Esta tesis es para ustedes, que en vida o en espíritu, han sido mi apoyo en este camino de crecimiento y aprendizaje.

Agradecimientos

A Dios, por brindarme buena salud y guiar mi vida por el camino del bien.

A mis padres, por apoyarme en todos los aspectos que fueron necesarios para poder culminar mi carrera universitaria.

A mi asesor, por su tiempo y experiencia para orientarme con los temas en los que tuve dificultad y aclarar mis dudas.

A mi amigos y futuros colegas, por compartir sus conocimientos y ayudarme con las distintas actividades que desarrollamos a lo largo de estos años.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

24% INDICE DE SIMILITUD	24% FUENTES DE INTERNET	4% PUBLICACIONES	9% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1%
6	vdocumento.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo Trabajo del estudiante	1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
12	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1%
13	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1%
14	Submitted to udep Trabajo del estudiante	<1%
15	www.coursehero.com	

Índice

Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
Revisión de literatura.....	14
Antecedentes del problema.....	14
Bases Teórico Científicas.....	16
Población actual.....	16
Población del último censo.....	16
Población futura.....	16
Tasa de crecimiento.....	16
Densidad.....	16
Número de viviendas.....	16
Métodos de proyección de población.....	16
Número de usuarios.....	17
Consumo.....	17
Clasificación del Consumo.....	17
Consumos promedios.....	18
Índice de agua no facturada.....	18
Consumo total.....	19
Cobertura de servicio.....	19
Variación de consumo.....	19
Coeficiente de variación Diaria.....	19
Coeficiente de variación Horaria.....	19
Caudales de diseño.....	19
Contribuciones de aguas residuales domésticas.....	20
Caudales de diseño de alcantarillado.....	20
Diseño de captación de barraje.....	20
Planta de tratamiento de agua potable.....	20

Línea de conducción	31
Reservorio	33
Planta de tratamiento de aguas residuales.....	34
Tratamiento preliminar	34
Tratamiento primario	42
Tratamiento secundario.....	43
Materiales y métodos.	47
Tipo de investigación.....	47
Población y muestra.....	47
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
Técnicas	47
Instrumentos.....	47
Fuentes	48
Plan de procesamiento y análisis de datos	48
FASE I	48
FASE II.....	48
FASE III.....	48
FASE IV	48
Procedimiento	48
Estudio de Población	48
Estudio topográfico.....	49
Estudio de suelos	49
Diseño de la red de agua y desagüe	49
Resultados y discusión.....	50
Análisis de los resultados.....	50
Población actual.....	50
Población del último censo	50
Población futura.....	50

Tasa de crecimiento	50
Densidad	50
Número de viviendas	50
Métodos de proyección de población	50
Número de usuarios	50
Consumo promedio.....	51
Consumo neto	51
Índice de perdidas	51
Consumo total.....	51
Cobertura de servicio.....	52
Variación de consumo	52
Caudales de diseño.....	52
Contribuciones de aguas residuales	53
Caudales de diseño de alcantarillado	54
Diagnóstico del Sistema de agua potable	55
Diagnóstico del Sistema de Alcantarillado.....	63
Diseño de captación de barraje Las Palmas.....	64
Diseño de captación de ladera	65
Diseño de Línea de conducción de quebrada las Palmas.....	65
Diseño de planta de tratamiento de agua potable	66
Reservorio	68
Diseño de la red de agua	68
Red de alcantarillado existente	69
Planta de tratamiento de aguas residuales.....	70
Discusión	76
Conclusiones.....	77
Recomendaciones	78
Referencias.....	79
Anexos	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano.....	21
Tabla 2: parámetros de diseño de Sedimentador	23
Tabla 3: Parámetros de diseño de filtro lento	29
Tabla 4: parámetros de diseño de Cámara de rejillas.....	34
Tabla 5: Cantidad de material cribado de agua residual	39
Tabla 6: parámetros de diseño de desarenador	39
Tabla 7: Ancho de la garganta de canaleta Parshall	42
Tabla 8: Parámetros de diseño de Cámara de cloro.....	45
Tabla 9: Número de usuarios al 2022	51
Tabla 10: consumos promedios en Querocotillo – marzo 2022	51
Tabla 11: Caudales de diseño de agua potable	52
Tabla 12: Caudales de diseño de alcantarillado.....	54
Tabla 13: Diagnostico y mejoramiento de Captación Castinaldo.....	55
Tabla 14: Diagnostico y mejoramiento de Captación Villanueva	56
Tabla 15: Diagnostico y mejoramiento de Captación Pancho.....	57
Tabla 16: Diagnostico y mejoramiento de Captación Pérez.....	58
Tabla 17: Diagnostico y mejoramiento de reservorio.....	59
Tabla 18: Diagnostico y mejoramiento de CRP 1	60
Tabla 19: Diagnostico y mejoramiento de CRP-2.....	61
Tabla 20: Diagnostico y mejoramiento de línea de conducción.....	62
Tabla 21: Diagnóstico y mejoramiento de cámara de rejillas de PTAR	63
Tabla 22: Comparación de redes de distribución (diagnóstico y mejoramiento)	68
Tabla 23: Comparación alcantarillado de Buzones (diagnóstico y mejoramiento) ...	69
Tabla 24: Comparación de alcantarillado tuberías (diagnóstico y mejoramiento) ...	70
Tabla 25: Comparación de PTAR (diagnóstico y mejoramiento)	70

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Línea de Conducción [15]	31
Ilustración 2: Cámara de rejillas	34
Ilustración 3. Partes de un tanque Imhoff [19]	43
Ilustración 4: Planta de cámara de rejillas.....	71
Ilustración 5: Plano cámara de rejillas Corte A-A	71
Ilustración 6: Plano de planta de desarenador	72
Ilustración 7: Plano de desarenador corte A-A.....	72
Ilustración 8: Plano planta de filtro biológico	73

Ilustración 9: Plano corte de filtro biológico	73
Ilustración 10: Plano planta de tanque Imhoff.....	74
Ilustración 11: Cote de tanque Imhoff	74
Ilustración 12: Plano planta de cámara de contacto de cloro.....	75
Ilustración 13: Corte de cámara de contacto de cloro.....	75

Resumen

El presente proyecto de investigación considera el mejoramiento de la red de agua potable y evaluación del sistema de alcantarillado del distrito de Querocotillo, provincia Cutervo, región Cajamarca, para ello se realizó, es por ello que se ha diagnosticado los componentes existentes de las redes de agua y alcantarillado, se diseñó una red de agua potable paralela de 6 pulgadas desde el reservorio que recorre la calle Desiderio Zúñiga, se proyectó dos válvulas reductoras de presión con presiones de salida de 10 mH₂O, además de cambiar la cámara rompe presión existente por una válvula reductora de presión con presión de salida de 10 mH₂O se diseñó una planta de tratamiento de agua potable para un caudal promedio de 6.25 l/s, una planta de tratamiento de aguas residuales para un caudal promedio de 10.25 l/s y un reservorio adicional al existente de 80 m³, se realizó el estudio de la demanda y consumos, un catastro para determinar el número de usuarios al 2022, el aforamiento de 4 captaciones de ladera, el aforamiento de la quebrada las palmas, además se hizo el levantamiento topográfico y estudio de suelos correspondientes a la localidad de Querocotillo.

Palabras clave: Agua potable, desagüe, saneamiento, aguas residuales

Abstract

The present research project considers the improvement of the drinking water network and evaluation of the sewerage system of the Querocotillo district, Cutervo province, Cajamarca region, for this purpose it was carried out, that is why the existing components of the water and sewerage networks have been diagnosed, a parallel drinking water network of 6 inches was designed from the reservoir that runs along Desiderio Zúñiga street, two pressure reducing valves were projected with outlet pressures of 10 mH₂O, in addition to changing the existing pressure breaker chamber for a pressure reducing valve with an outlet pressure of 10 mH₂O, a drinking water treatment plant was designed for an average flow rate of 6.25 l / s, a wastewater treatment plant for an average flow rate of 10.25 l / s and an additional reservoir to the existing one of 80 m³, the study of demand and consumption was carried out, a cadastre to determine the number of users by 2022, the capacity of 4 hillside catchments, the gauging of the Las Palmas stream, in addition, the topographic survey and soil study corresponding to the town of Querocotillo were carried out.

Keywords: Drinking water, drainage, sanitation, wastewater

Introducción

En el Perú, en el año 2020 el Instituto de estadísticas e informática (INEI), presento los siguientes resultados, respecto a las formas de acceso a agua y saneamiento básico en el país; el número de personas que acceden a agua a través de red pública es del 94,9%, mientras que en el área rural el 75,6%, y de esta población, solo el 7,4% considera que el agua suministrada es potable y el 68,9% afirma que el agua que consume no es potable, aun teniendo en cuenta que este líquido es fundamental para la vida de las personas, y este como sabemos deben de cumplir con los estándares mínimos de calidad presentes en los reglamentos. Al igual que el sistema de saneamiento, en el año 2019, la población que no accede al servicio de saneamiento mediante red pública asciende al 25,1%; de estos, el 81,1% son o pertenecen a la población del área rural, mientras que el 9.9% son del área urbana. [1]

Según datos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; en el Perú, la cantidad de personas que no cuentan con agua potable es aproximadamente son 5 millones; y además que aproximadamente de 11 millones carecen de alcantarillado; y solo el 62% del desagüe captado por las EPS (Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento), se recicla en plantas de tratamiento, por lo que un gran porcentaje de estos son vertidos directamente a un cuerpo receptor sin tratamiento provocando contaminación de estos cuerpos receptores. Esto es un llamado de atención claramente, para que estos servicios básicos en Perú tengan mayor cobertura. [2]

El distrito de Querocotillo si cuenta con una red de agua y desagüe, con lo que respecta al sistema de agua, esta es captada de manera superficial y subterránea, dentro de la infraestructura actual, posee cinco captaciones de manantial y una captación superficial de una quebrada, una cámara rompe presión, un reservorio de 200 m³, desde el cual se distribuye agua a toda la población por gravedad, pero esta no agua no sufre ningún tipo de tratamiento, es decir es captada, conducida al reservorio y distribuida a la población, carece de una planta de tratamiento de agua potable; las captaciones las subterráneas, son las que se encuentran en mejor estado debido a que no son muy antiguas tienen una antigüedad de 10 años aproximadamente, por lo que representa un peligro para la salud de la población de este distrito.

En lo que concierne a la red de alcantarillado, presenta dos lagunas de oxidación, que se encuentran en mal estado, funcionando solo una de ellas, luego de pasar por esta es destinada a una quebrada cuyo cause se dirige y vierte a una quebrada, actual de estas lagunas de oxidación no cumplen con su función de las tratar aguas residuales, por lo que esto afecta directamente a la flora y fauna local, es por ello que es de suma importancia

tener una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), debido a que esto contribuye con una mejorara en la calidad de vida de la población y por consecuente disminuyendo de alguna forma la contaminación.

La finalidad de este proyecto es mejorar el estado actual de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la localidad de Querocotillo, para ello es que se ha planteado una serie de objetivos para garantizar la mejora de estos servicios dentro de los cales tenemos: realizar estudios de las fuentes, realizar el estudio de mecánica de suelos, realizar el estudio de topografía, estudio de población, estudio de la demanda, evaluar los sistemas de agua y alcantarillado existentes, diseñar los sistemas de agua potable y alcantarillado,

diseñar un reservorio para el almacenamiento del agua potable, diseñar las plantas de tratamiento de agua potable y aguas residuales (PTAP y PTAR); con la finalidad de garantizar y asegura una mejora sustancial de la calidad en los servicios y por lo tanto en la vida de las personas de la localidad de Querocotillo.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Tesis de grado: “Evaluación de la línea de conducción de la red de agua potable de la ciudad de Jaén”.

Como su nombre lo indica se realizó una evolución de la línea de conducción de la red de agua potable en Jaén. Al igual que mi proyecto, este tiene una similitud ya que la distribución de agua potable es por medio de gravedad, además que da a conocer el estado de la red y da algunas recomendaciones para mejorar su funcionamiento de tal manera que sea más eficiente. [3]

Tesis de grado: “Diagnóstico Municipal De Agua Potable y Saneamiento Ambiental Del Municipio De San Antonio Palopó, Departamento De Sololá”

Se realizó una evolución de los sistemas ya mencionados en el título de esta tesis, viendo las deficiencias de estos, riesgos, peligros, que puedan afectar a la población local, debido a que estos sistemas colapsaron debido al atormenta Stan y fueron reparados provisionalmente, por lo cual estos no garantizan un adecuado desempeño ni funcionamiento. [4]

Tesis de grado: “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado para la zona urbana del distrito de Querocoto, provincia de Chota, Cajamarca”

Se realizó un mejoramiento de los servicios mencionados en el título, además que este distrito se encuentra muy cerca del lugar donde se va a realizar el proyecto, por lo que las condiciones climáticas, suelos, son similares en ambos distritos, pudiendo así tomar como referencia y guía esta tesis, con el propósito de brindar una mejor calidad de vida a la población del distrito. [5]

Tesis de grado: “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”

Al igual que la anterior se realizó el mejoramiento de los sistemas de agua y alcantarillado, va a servir como guía para realizar mi proyecto, debido a que actualmente el servicio no es continuo presenta interrupciones durante el día, la infraestructura es deficiente por lo que requiere una pronta intervención para lograr mejorar la vida de la población, además, que el sistema de alcantarillado están que colapsan en la zona lo que puede ocasionar que la salud de la población se vea afectado. [6]

Tesis de grado: “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y tratamiento de desagüe para el distrito de Characato”

Este proyecto se realizó de manera integral, es decir agua y saneamiento, con sus respectivas plantas de tratamiento tanto de agua como desagüe, para intentar de mitigar la contaminación producida en este distrito intentando mejorar las condiciones de vida fundamentalmente de clase baja ya que se ve más afecta siempre cuando se presentan estas condiciones. Consistió en la elaboración de un expediente de los sistemas ya mencionados. [7]

Tesis de grado: “Diseño De La Red De Distribución De Agua Potable De La Parroquia El Rosario Del Cantón San Pedro De Pelileo, Provincia De Tungurahua”

En este proyecto se realizó el diseño de la red de agua potable de la Parroquia El Rosario Del Cantón San Pedro De Pelileo, Provincia De Tungurahua, aplicando los diseños previos como estudio topográfico, densidad poblacional, el número de habitantes actuales, posteriormente se diseñó la red de distribución por gravedad, para el periodo de diseño estimado con la dotación establecida, para esto se empleó el software EPANET, para aumentar la precisión de los resultados. [8]

Artículo: “Propuesta metodológica para localización de estaciones de monitoreo de calidad de agua en redes de distribución utilizando sistemas de información geográfica”

Se trata de un artículo que describe el monitoreo para el control y vigilancia de la calidad del agua potable en el sistema de distribución de la ciudad de Cali (Colombia), en las que se establecen estaciones de monitoreo basados en sistemas de información geográfica (SIG) de la zona, con esta información se pudo establecer las zonas prioritarias para la localizaciones de las estaciones de monitoreo, por lo que debido a la población de estudio establecida se recomienda la localización de 72 estaciones distribuidas en 4 subsistemas. [9]

Bases Teórico Científicas

Población actual

La población actual P_a , se define como la población en el año actual (2020). [10]

Población del último censo

La población del último censo P_o , se define como la población del último censo realizado por el INEI (2017). [10]

Población futura

Este es un parámetro que establece la cantidad de población futura P_f , determinado horizonte de proyecto. [10]

Tasa de crecimiento

El parámetro de la tasa de crecimiento r , esta definida como la tasa de crecimiento vegetativo con la que crece la población de una determinada localidad. [10]

Densidad

Es un indicador que relaciona el total de una población entre el número de viviendas. [10]

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Población (Hab)}}{\text{Número de viviendas}}$$

Número de viviendas

Número de viviendas censadas en el último año. [10]

Métodos de proyección de población

Para la estimación de la proyección de la población urbana se emplean por lo menos 4 métodos de estimación de población futura. [11]

Métodos de Interés Compuesto

Según manifiesta, López [11]

$$P_f = P_o \times (1 + r)^t$$

Donde:

P_o : población inicial o del último censo (habitantes)

P_f : población futura (habitantes)

r : tasa de crecimiento (%)

t : tiempo (años)

Método de Interés Simple

Según manifiesta, López [11]

$$P_f = P_o * (1 + r*t)$$

P_f : población futura (habitantes)

P_o : población de último censo (habitantes)

r : tasa de crecimiento (%)

t: tiempo (años)

Método de Parábola de Segundo Grado

Según manifiesta, López [11]

$$Y = A + B * X + C * X^2$$

La ecuación anterior es similar $P_f = P_o + B * t + C * t^2$, $t = 0$ a en el año P_o ; y donde:

t: tiempo (años)

B, C: constantes

Po: población en el último censo (habitantes)

Pf: población futura (habitantes)

Progresión aritmética

Según manifiesta, López [11]

$$P_f = P_o + K * t$$

Donde:

Pf: es la población futura en habitantes.

Po: es la población actual en habitantes.

K: es un coeficiente por determinar.

T: es el tiempo en años.

Número de usuarios

Se define como el número de usuarios totales que existen o que se sirven de un determinado sistema de abastecimiento de agua, estos están conformado por:

$$U_t = U_d + U_c + U_i + U_e + U_s$$

Donde:

Ut: usuarios totales Ui: usuarios industriales

Ud: usuarios domésticos Ue: Usuarios estatales

Uc: usuarios comerciales Us: usuarios sociales

Consumo

El consumo es un parámetro que se define como la cantidad de agua empleada o usada en las actividades diarias realizadas por la población en una determinada localidad, según el informe de la SUNNAS N° 08-2016 lo podemos clasificar de la siguiente manera: [12]

Clasificación del Consumo

Consumo doméstico

Cantidad de agua utilizada en las viviendas con fines domésticos, ya sea: lavado de ropa, aseo personal, etc.

Consumo comercial

Cantidad de agua que utilizan o realizan las personas en lugares donde realizan actividades comerciales dentro de estos consumos se tiene a restaurantes, hoteles, tiendas, etc.

Consumo industrial

Cantidad de agua que consume los usuarios en los locales industriales, estos pueden ser variados dependiendo de tipo de industria y de acuerdo con las actividades, procesos y tecnología que utilizan.

Consumo estatal

Este consumo hace referencia a la cantidad de agua que emplean los usuarios en lugares o establecimientos estatales dentro de los que se tiene, colegios, centros de salud, centros policiales, etc.

Consumo social

El consumo social se refiere a la cantidad de agua que realizan los usuarios a través de piletas públicas y albergues, a los que se les aplica una tarifa social.

Consumo neto

El consumo neto es la suma de los consumos domésticos, comerciales, industriales, estatales.

Consumos promedios

Consumo promedio que se hacen uso

Consumo promedio doméstico

Cantidad de promedio agua que consumen los usuarios domésticos.

Consumo promedio comercial

Se refiere al consumo promedio que las personas realizan en centros, lugares donde realizan actividades comerciales. [11]

Consumo promedio industrial

El Consumo promedio industrial se refiere al consumo que realizan los usuarios en los locales industriales [11].

Consumo promedio estatal

Se refiere al consumo promedio que hacen los usuarios en lugares que pertenecen al estado. [11]

Consumo promedio social

El consumo promedio social es el consumo promedio de agua que consumen los usuarios sociales. [11]

Índice de agua no facturada

Calculado como la diferencia de volumen de agua producido y el volumen utilizado por los usuarios, expresado en porcentaje. [13]

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

Donde:

$$\text{Volumen producido} = (Q_{\text{Castinaldo}} + Q_{\text{Villanueva}} + Q_{\text{Pancho}} + Q_{\text{Peréz}} + Q_{\text{palmas}}) * \text{tiempo}$$

Como se suministra agua 14 horas al día se tiene que:

$$\text{Volumen Consumido} = \text{Consumo promedio neto} * \text{tiempo}$$

Consumo total

Calculado, incrementando las pérdidas de agua, expresado de la siguiente forma: [11]

$$\text{Consumo total} = \frac{\text{Consumo neto}}{1 - \frac{\text{IANF}}{100}}$$

Cobertura de servicio

Es un índice que representa la población o número de viviendas en que cuenta con el servicio de agua potable. [14]

Variación de consumo

El consumo de agua de una determinada localidad está sujeta a variación, de acuerdo con sus costumbres esta puede variar a lo largo del año y en ciertas horas del día. [10]

Coefficiente de variación Diaria

Es un coeficiente simbolizado por k1, que resulta de la división del máximo consumo respecto del consumo promedio diario anual, este varía entre 1.3 y 1.8, los cuales depende del tamaño de la población. [10]

$$k1 = \frac{\text{Valor máximo (m}^3\text{)}}{\text{Valor promedio anual (m}^3\text{)}}$$

Coefficiente de variación Horaria

Es un coeficiente simbolizado por k2, que relaciona el máximo consumo de un día con el promedio anual de consumo diario, este coeficiente varía entre 1.8 y 2.5. [10]

Caudales de diseño

Caudal promedio diario

Definido por Qprom, es el promedio de los consumos diario anuales, expresado como una relación de volumen total consumido por la población en un día. [15]

Caudal máximo diario

Definido por Qmd, referido al caudal máximo que es consumido en un día. [15]

$$Q_{md} = Q_p \cdot k_1$$

Caudal máximo horario (Q mh)

Definido por Qmh; hace referencia al máximo consumo realizado en una hora. [15]

Se calcula con la fórmula:

$$Q_{mh} = Q_p \cdot k_2$$

Contribuciones de aguas residuales domésticas

Coefficiente de retorno

Definido por CR, este representa al 80% de agua potable usada y que es vertida por los usuarios a la red de alcantarillado. [16]

$$CR = 0.8$$

Caudales de diseño de alcantarillado

Caudal promedio

El caudal promedio diario lo calcularemos con la siguiente expresión [11]

$$Q_{prom} = \frac{0.8 \times \text{Población Servida} \times \text{Dotación} \times \text{coeficiente de retorno}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{d}}} + Q_{inf} + Q_{lluvias}$$

Caudal máximo diario

Definido por Qmd, referido al caudal máximo que es consumido en un día. [11]

$$Q_{md} = Q_{prom} \times k_1$$

Caudal máximo horario

Definido por Qmh; hace referencia al máximo consumo realizado en una hora. [11]

$$Q_{mh} = Q_{prom} \times k_2$$

Diseño de captación de barraje

Es utilizada en canales, acequias y ríos. La ecuación gobernante del paso del agua por un orificio: [15]

$$Q = C_d A (2gh)^{1/2}$$

Donde:

Cd= Coeficiente de descarga

A= área del orificio en m²

g= aceleración de la gravedad

Valores del Coeficiente de descarga, Cd= 0.65 – 0.90. Coeficiente de descarga usual: Cd= 0.67.

Planta de tratamiento de agua potable

Las plantas de tratamiento de aguas potable se diseñan tomando en cuenta las características del cuerpo de donde será captado el agua cruda [15]:

Tabla 1: Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano

ALTERNATIVAS	LIMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

Fuente: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural 2018 [14]

Desarenador

Para el diseño del desarenador se empleó la guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores de CEPIS. [17]

Cálculo de dimensiones de desarenador

- **Sección transversal máxima.**

$$A_{\max} = \frac{Q_{mh}}{V_h}$$

Donde:

A_{\max} : Área de sección transversal

Q_{mh} : Caudal máximo horario

V_h : Velocidad horizontal (0.25 m/s; RNE OS. 020)

- **Altura máxima de sedimentador**

$$H_{\max} = \frac{A_{\max}}{B}$$

Donde:

A_{\max} : Área de sección transversal

B : Ancho del canal de desarenador

H_{\max} : Altura máxima

- **Longitud del desarenador**

$$L = H_{\max} * \frac{V_h}{V_s}$$

Donde:

H_{\max} : Altura máxima

V_h : Velocidad horizontal

V_s : Velocidad sedimentación

L: Longitud del desarenador

- **Cálculo de volumen diario de arenas**

o **Volumen de arena diario**

$$Vd = Qmh * 86.4 * \frac{Ta}{1000}$$

Donde:

Qmh: Caudal máximo horario

Ta: Tasa de acumulación de arena

Vd: Volumen diario de arenas

o **Cálculo de altura diaria acumulada de arena en el sedimentador**

$$h = \frac{Vd}{As}$$

Donde:

Vd: Volumen diario de arenas

As: Área superficial útil

h: Altura diaria acumulada de arena

- **Cálculo de volumen mínimo de tolvas**

$$Vmin = Vd * T$$

Donde:

Vd: Volumen diario de arenas

T: Periodo de limpieza

Vmin: Volumen mínimo de tolvas

- **Cálculo del volumen proyectado superior al mínimo**

$$Vr = B * L' * H$$

Donde:

L': Longitud asumida

H: Altura asumida

B: Ancho de desarenador

Vr: Volumen proyectado superior al mínimo

- **Cálculo de longitud de zona de transición**

$$Ls = \frac{Bt - B}{2 * \tan \phi}$$

Donde:

Bt: Ancho total de desarenado

B: Ancho del canal de ingreso

ϕ : Angulo de inclinación

Ls: Longitud

Sedimentador

Permite separar del agua captada, partículas superiores a 0.05 mm con el fin de evitar que se depositen en las estructuras de los siguientes procesos. [15]

Parámetros de diseño

Tabla 2: parámetros de diseño de Sedimentador

DESCRIPCIÓN	DATO	UND	FUENTE
Número de unidades	N:	-	Criterio de diseño
Caudal unitario	qu:	l/s	Criterio de diseño
Ancho del sedimentador	B:	m	Criterio de diseño
Altura de sedimentador	H:	m	1.5 a 2.5 m CEPIS
Tasa de decantación superficial	qs:	m ³ /m ² .d	2 - 10 m ³ /m ² .d CEPIS
Pendiente de fondo de sedimentador	S:	%	≥10% CEPIS
Pendiente de fondo canal de limpieza	S':	%	5 - 10 % CEPIS
Velocidad de paso entre los orificios	Vo:	m/s	≤ 0.15 m/s CEPIS
Diámetro de orificio	do:	m	(criterio de diseño)
Tasa de producción de lodo	ql:	l.l/s	CEPIS
Altura de pantalla difusora	h:	m	Criterio de diseño
Longitud de la zona de entrada	L1:	m	0.70 – 1 m CEPIS

Fuente: elaboración propia

Dimensionamiento de sedimentador

- Vertedero de medición de caudal (Triangular 90°)

o Sección transversal máxima

$$A_i = \frac{Q_{mh}}{V_c}$$

Donde:

Q_{mh}: Caudal máximo horario

V_c: Velocidad del canal

A_i: Área del canal de ingreso

o Altura máxima de sedimentador

$$H_c = \frac{A_i}{b}$$

Donde.

A_i: Área del canal de ingreso

b: Ancho de compuerta

H_c: Altura útil del canal de ingreso

- **Cálculo de canal de ingreso**

$$A_i = \frac{q_u}{V_c}$$

Donde:

q_u : Caudal unitario

V_c : Velocidad del canal

A_i : Área del canal de ingreso

- **Altura útil del canal de ingreso**

$$A_u = \frac{A_i}{B_c}$$

Donde:

A_i : Área del canal de ingreso

B_c : Ancho del canal

A_u : Altura útil del canal de ingreso

- **Cálculo de pantalla difusora**

○ **Área total de orificios**

$$A_o = \frac{q_u}{V_o}$$

Donde:

q_u : Caudal unitario

V_o : Velocidad de paso entre orificios

A_o : Área total de orificios

○ **Área de cada orificio**

$$a_o = \frac{\pi * d_o^2}{4}$$

Donde:

d_o : diámetro de orificio

a_o : Área de cada orificio

○ **Numero de orificios**

$$N' = \frac{A_o}{a_o}$$

Donde:

a_o : Área de cada orificio

A_o : Área total de orificios

N' : Numero de orificios

○ **Altura útil de pantalla difusora**

$$h_{pd} = h - \frac{h}{4} - \frac{h}{5}$$

Donde:

h: Altura de pantalla difusora

hpd: Altura útil de pantalla difusora

- **Numero de columnas**

$$nc = \frac{N'}{nf}$$

Donde:

nf: Numero de filas

N': Número de orificios

nc: Número de columnas

- **Espaciamiento entre filas**

$$a1 = \frac{hpd}{nf}$$

Donde:

nf: Número de filas

hpd: Altura útil de pantalla difusora

a1: Espaciamiento entre filas

- **Espaciamiento entre columnas**

$$a2 = \frac{B}{nf}$$

Donde:

nc: Numero de columnas

B: Ancho de sedimentador

a2: Espaciamiento entre columnas

- **Cálculo de zona de sedimentación**

- **Velocidad de sedimentación**

$$Vs = \frac{qs}{86400}$$

Donde:

qs: Tasa de decantación superficial

Vs: Velocidad de sedimentación

- **Área superficial**

$$As = \frac{qu}{Vs}$$

Donde:

Vs: Velocidad de sedimentación

qu: Caudal unitario

As: Área superficial

- **Largo de sedimentador**

$$L = \frac{As}{B}$$

Donde:

As: Área superficial

B: Ancho del sedimentador

L: Largo de sedimentador

- **Relación larga/ancho**

$$R = \frac{L}{B}$$

Donde:

L: Largo de sedimentador

B: Ancho del sedimentador

L: Relación largo/ancho

- **Relación larga/profundidad**

$$r = \frac{L}{H}$$

Donde:

L: Largo de sedimentador

H: Altura de sedimentador

r: Relación largo/profundidad

- **Longitud total de sedimentador**

$$L_t = L + L_1$$

Donde:

L: Largo de sedimentador

L₁: Longitud de la zona de entrada

L_t: Longitud total de sedimentador

- **Velocidad horizontal**

$$V_h = 100 * \frac{q_u}{B * H}$$

Donde:

q_u: Caudal unitario

B: Ancho del sedimentador

H: Altura de sedimentador

V_h: Velocidad horizontal

- **Relación Vh/Vs**

$$r' = \frac{Vh * 0.01}{Vs}$$

Donde:

Vh: Velocidad horizontal

Vs: Velocidad de sedimentación

r': Relación Vh/Vs

- **Tiempo de retención**

$$To = \frac{As * H}{3600 * qu}$$

Donde:

As: Área superficial

H: Altura de sedimentador

qu: Caudal unitario

To: Tiempo de retención

- **Altura máxima**

$$Hm = H + \frac{S * L}{100}$$

Donde:

S: Pendiente de fondo de sedimentador

H: Altura de sedimentador

L: Longitud de sedimentador

Hm: Altura máxima

- **Cálculo diseño de canal de lodos**

- **Área de la compuerta de la evacuación**

$$A2 = \frac{As * H^{0.5}}{4850 * t}$$

Donde:

As: Área superficial

H: Altura de sedimentador

t: Tiempo de vaciado

A2: Área de la compuerta de la evacuación

- **Diámetro de partículas de sedimentación**

$$Ds = \left(\frac{4 * A2}{3.1416} \right)^{0.5}$$

Donde:

A2: Área de la compuerta de la evacuación

Ds: Diámetro de partículas de sedimentación

○ **Caudal de lodo**

$$QL = Qmh * ql$$

Donde:

Qmd: Caudal máximo horario

ql: Tasa de producción de lodo

QL: Caudal de lodo

○ **Área de base mayor**

$$AM = Lt * B$$

Donde:

Lt: Longitud total de sedimentador

B: Ancho del sedimentador

AM: Area de base mayor

○ **Área de base menor**

$$Am = 0.35 * B$$

Donde:

B: Ancho del sedimentador

Am: Área de base menor

- **Volumen de tolva**

$$Vt = h1 * B * \frac{Lt + Ds}{2}$$

Donde:

h1: Altura de tolva

B: Ancho del sedimentador

Lt: Longitud total de sedimentador

Ds: Ancho del sedimentador

Vt: Volumen de tolva

- **Frecuencia de descarga**

$$tf = \frac{Vt}{QL}$$

Donde:

Vt: Volumen de tolva

QL: Tasa de producción de lodo

tf: Frecuencia de descarga

- **Vertedero de salida**

$$H2 = \left(\frac{qu}{1.848 * B} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

qu: Caudal unitario

B: Ancho del sedimentador

H2: Altura de agua sobre vertedero

Filtro Lento de Arena

Este proceso consiste en el paso del agua por un medio filtrante compuesto por partículas finas que atrapan las impurezas. [15]

Parámetros de diseño

Tabla 3: Parámetros de diseño de filtro lento

DESCRIPCIÓN	DATO	UND
Número de unidades	N:	-
Caudal unitario	qu:	m ³ /h
Velocidad de filtración (0.1 a 0.3 m/h)	Vf:	m/h
Altura de capa de agua	Hca:	m
Altura de lecho filtrante (0.50 a 0.80 m)	Hlf:	m
Altura mínima de arena	Hmina:	m
Altura de la grava	Hgr:	m
Altura de canales de drenaje	Hcd:	m
Borde libre	BL:	m
Tamaño efectivo de arena	ql:	mm
Coefficiente de uniformidad	Cu:	m
Espesor capa arenas extraídas por raspado	e:	m
Número aproximado de raspados por año	Nr:	-
Periodo de reposición de la arena	Tr:	años
Altura de apilamiento de bolsas de arena	Hapi:	m
Ancho de vertedero de salida de cada filtro	Bs:	m
Ancho de vertedero de entrada de cada filtro	Be:	m

Fuente: elaboración propia

Dimensionamiento de filtro lento

- **Cálculo de área unitaria de filtro lento**

$$Af = \frac{qu}{Vf}$$

Donde:

qu: Caudal unitario de cada lecho

Vf: Velocidad de filtración

Af: Área de cada filtro lento

- **Cálculo de geometría de filtro**

- o **Coefficiente mínimo de costo**

$$K = \frac{2 * N}{N + 1}$$

Donde:

N: Número de unidades.

K: Coeficiente mínimo de costo.

○ **Largo de la unidad**

$$l = \sqrt{Af * K}$$

Donde:

Af: Área de cada filtro lento

K: Coeficiente mínimo de costo

L: Largo de la unidad

○ **Ancho de la unidad**

$$b = \sqrt{\frac{Af}{K}}$$

Donde:

Af: Área de cada filtro lento

K: Coeficiente mínimo de costo

b: Ancho de la unidad

- **Cálculo de depósito de arena**

○ **Volumen mínimo de depósito de arena**

$$vol = e * Nr * Tr * Af$$

Donde:

e: Espesor de capa de arenas

Nr: Numero de raspados por año

Tr: Tiempo de reposición de la arena

Af: Área de cada filtro lento

vol: Volumen mínimo de depósito de arena

- **Área de depósito de arena**

○ **Volumen mínimo de depósito de arena**

$$vol = e * Nr * Tr * Af$$

Donde:

e: Espesor de capa de arenas

Nr: Numero de raspados por año

Tr: Tiempo de reposición de la arena

Af: Área de cada filtro lento

vol: Volumen mínimo de depósito de arena

○ **Área de depósito de arena**

$$Ad = \frac{vol}{Hapi}$$

Donde:

vol: Volumen mínimo de depósito de arena

Hapi: Altura de apilamiento

Ad: Área de depósito de arena

- **Calculo altura total de filtro lento**

$$Ht = Hca + Hlf + Hgr + Hcd + BL$$

Donde:

Hca: Altura de capa de agua

Hlf: Altura de lecho filtrante (0.50 a 0.80 m)

Hgr: Altura de la grava

Hcd: Altura de canales de drenaje

BL: Borde libre

Ht: Altura total de filtro

Línea de conducción

Estructura que conduce el agua de las captaciones hacia el reservorio o planta de tratamiento de agua potable. [15]



Ilustración 1. Línea de Conducción [15]

Diseño de línea de conducción

- **Carga disponible**

$$H = C_i - C_d$$

Donde:

Ci: Cota de inicio (elevación de captación)

Cd: Cota de descarga

H: Carga disponible

- **Pendiente del terreno natural**

$$S = \frac{H}{L}$$

Donde:

H: Carga disponible

L: Longitud horizontal del tramo

S: Pendiente del terreno natural

- **Diámetro de tubería**

$$D_i = \left(\frac{Q_d}{0.2785 \cdot C \cdot S^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$$

Donde:

Qd: Caudal de diseño

C: Coeficiente de fricción de Hazen Williams PVC

S: Pendiente del terreno desnivel

Di: Diámetro interno calculado

Dicom: Asumimos diámetro interior comercial

- **Calculamos la pendiente real para el diámetro de la tubería**

$$S_{real} = \left(\frac{Q_d}{0.2785 \cdot C \cdot D_{icom}^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$$

Donde:

Qd: Caudal de diseño

C: Coeficiente de fricción de Hazen Williams PVC

Dicom: Diámetro interno comercial

Sreal: Pendiente real para el diámetro comercial

- **Determinamos la velocidad**

$$V = \frac{Q_d}{\pi \left(\frac{D_{icom}}{2} \right)^2}$$

Donde:

Qd: Caudal de diseño

Dicom: Diámetro interno comercial

V: Velocidad

- **Determinar las pérdidas de energía por la longitud de la tubería**

$$h_{ftub} = S_{real} \times L_t$$

Donde:

S_{real}: Pendiente real para el diámetro comercial

L_t: Longitud de tubería

h_{ftub}: Pérdida de energía a lo largo de la tubería

- **Determinar las pérdidas de energía debido a los accesorios**

$$h_{facc} = \frac{\sum K V^2}{2g}$$

Donde:

V: Velocidad

g: Aceleración de la gravedad

∑K: Sumatoria de coeficientes de pérdidas accesorios

h_{facc}: Pérdidas de energía debido a accesorios

- **Determinar las totales**

$$h_{ftotales} = h_{ftub} + h_{facc}$$

Donde:

h_{ftub}: Pérdida de energía a lo largo de la tubería

h_{facc}: Pérdidas de energía debido a accesorios

h_{ftot}: Pérdidas totales de energía

- **Determinar la presión de llegada**

$$Presion = H - h_{ftotal}$$

Donde:

H: Carga disponible

h_{ftot}: Pérdidas totales de energía

P: Presión de llegada

Reservorio

estructura hidráulica situado cercano a una población en la cota más alta tal que cumpla con satisfacer con la presión mínima en los puntos más bajos. [18]

Diseño de reservorio

Para el diseño de reservorio se usó la norma OS. 030 Almacenamiento de agua potable para consumo humano. [18]

- **Volumen de regulación**

$$V_{reg} = 0.25 * Q_p * 86.4$$

Donde:

Q_p : caudal promedio (l/s)

V_{reg} : volumen de regulación (m³)

- **Volumen de reserva**

$$V_{res} = Q_{md} * 3.6$$

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario (l/s)

V_{res} : volumen de reserva (m³)

- **Volumen de almacenamiento**

$$V_{alm} = V_{reg} + V_{res}$$

Donde:

V_{reg} : volumen de regulación (m³)

V_{res} : volumen de reserva (m³)

V_{alm} : Volumen de almacenamiento (m³)

Planta de tratamiento de aguas residuales

Tratamiento preliminar

Cámara de rejillas

En las plantas de tratamiento de aguas residuales, las rejillas cumplen con la función de remover los contaminantes gruesos. [19]

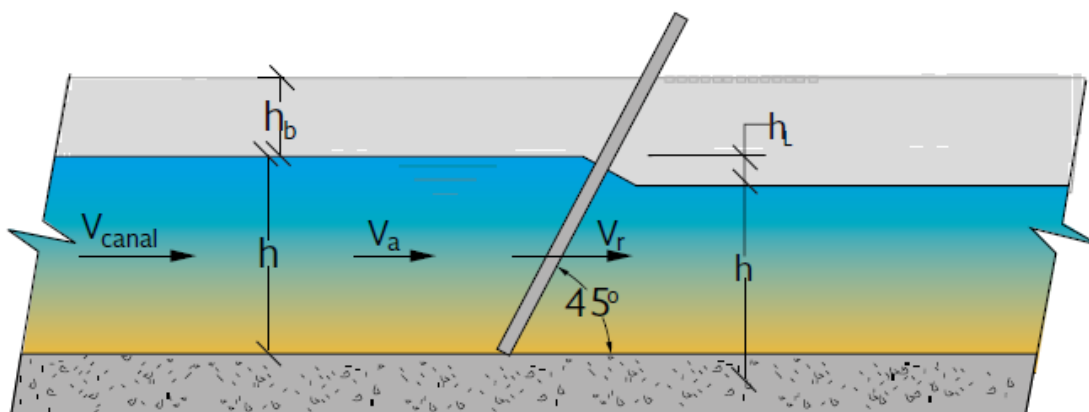


Ilustración 2: Cámara de rejillas

Diseño de cámara de rejillas

Tabla 4: parámetros de diseño de Cámara de rejillas

DESCRIPCIÓN	DATO	CANT	UND	FUENTE
Forma de la barra rectangular	K:	2.42	-	Según KISCHMER
Espesor de la barra 5- 15 mm	e:	1/4	pulg	RNE OS.090
Separación entre barras 20 -50 mm	a:	1	pulg	RNE OS.090
Profundidad entre barras 30 -75 mm	b:	1 1/2	pulg	RNE OS.090
Velocidad en las barras (0.60 - 0.75 m/s)	V_r :	0.75	m/s	RNE OS.090
Vel. Antes de las barras (0.30 -0.60 m/s)	V_c :	0.6	m/s	RNE OS.090

Ang. de inclinación de las barras 45 - 60°	α :	45	°	RNE OS.090
Gravedad	g:	9.81	m/s ²	Bibliografía
Coefficiente de rugosidad del canal	n:	0.013	-	Bibliografía

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo de eficiencia de barras**

$$E = \frac{a}{(a + e)}$$

Donde:

a: separación entre barras

e: Espesor entre barras

E: Eficiencia de rejas

- **Cálculo de canal de cribas – rejas**

○ **Área útil del canal**

$$A_u = \frac{Q_{mh}}{(V_r * 1000)}$$

Donde:

Q_{mh}: Caudal máximo horario

V_r: Velocidad en las barras (0.60 - 0.75 m/s)

A_u: área útil del canal

○ **Área del canal de criba**

$$A_c = \frac{A_u}{E}$$

Donde:

A_u: área útil

E: Eficiencia de barras

A_c: área del canal

○ **Tirante máximo del canal**

$$Y_{max} = \frac{A_c}{B}$$

Donde:

B: Ancho del canal

A_c: área de canal

Y_{max}: Tirante máximo

○ **Radio hidráulico del canal**

$$R_h = \frac{A_c}{p_m} = \frac{A_c}{(2Y + B)}$$

Donde:

Ac: Ancho del canal

Ymax: Tirante máximo

B: Ancho del canal

Rh: Radio hidráulico

○ **Pendiente del canal de criba**

$$S = \left(\frac{Q_{\max} * n}{Ac * Rh^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

Donde:

Qmh: Caudal máximo horario

n: Coeficiente de rugosidad del canal

Ac: área del canal

Rh: Radio hidráulico

S: Pendiente del canal

○ **Velocidad del canal**

$$V_c = \frac{Q_{\max}}{Ac}$$

Donde:

Qmh: Caudal máximo horario

Ac: Ancho del canal

Vc: Velocidad de canal

○ **Radio hidráulico mínimo del canal**

$$Rh = \frac{Q_{\min} * n}{S^{\frac{1}{2}} * B^{\frac{8}{3}}}$$

Donde:

Qmin: Caudal mínimo

n: Coeficiente de rugosidad del caudal

B: Ancho del canal

S: Pendiente del canal

Rh: Radio hidráulico

○ **Tirante mínimo del canal**

$$Y_{\min} = 0.093 * B$$

Donde:

B: Ancho del canal

Ymin: Tirante mínimo

○ **Tirante mínimo del canal**

$$A_{min} = Y_{min} * B$$

Donde:

Y_{min}: Tirante mínimo

B: Tirante mínimo

A_{min}: área mínima

- **Velocidad mínima del canal**

$$V_{min} = \frac{Q_{min}}{A_{min}}$$

Donde:

Q_{min}: Caudal mínimo

A_{min}: área mínima

V_{min}: Velocidad mínima

- **Numero de barras para el canal de cribas**

$$N = \frac{(B - a)}{(e + a)}$$

Donde:

B: Ancho del canal

a: separación entre barras

e: Espesor de barras

N: Numero de barras

- **Cálculo de pérdida de carga en barras**

- **Según Kirshner (Rejas Limpias)**

Perdida de energía en la rejilla

$$H_v = \frac{V_r^2}{2g}$$

Donde:

V_r: Velocidad en las barras

g: Gravedad

H_v: Perdida de carga

Perdida de carga total en la rejilla

$$H_t = K \left(\frac{e}{a} \right)^{\frac{3}{4}} h_v \sin \alpha$$

Donde:

K: Factor de sección rectangular de barra

- e: Espesor de la barra
- a: separación entre barras
- α : Angulo de inclinación de barras
- Ht: Perdida de carga

○ **Según Metcalf-Eddy (Rejas obstruidas)**

Velocidad de rejas con 50 % de obstrucción

$$V' = \frac{V_r}{t}$$

Donde:

- Vr: Velocidad en las barras
- t: % de obstrucción de rejas
- V': Velocidad en rejas

Perdida de carga total en la rejilla

$$H_f = \frac{\left(\frac{V'^2 - V_r^2}{2g} \right)}{0.7}$$

Donde:

- V': Velocidad en rejas
- Vr: Velocidad en barras
- g: Gravedad
- Hf: Perdida de carga final

*Perdidas de carga elegida entre (Ht, Hf) es el mayor valor

- **Cálculo de altura de reja**

$$H = Y_{\max} + BL$$

Donde:

- Ymax: Tirante máximo
- BL: Borde libre del canal
- H: Altura de reja

- **Cálculo de zona de transición**

$$L' = \frac{(B - \theta)}{2 * \tan \varphi}$$

Donde:

- B: Ancho del canal
- Θ : Diámetro de tubería de entrada
- ϕ : Angulo de dirección
- L': Longitud de transición

- **Material cribado**

$$M_{tc} = Q_{mh} * M_c * 86400$$

Donde:

Q_{mh}: Caudal máximo horario

M_c: Cantidad de material cribado tabla

M_{tc}: Material cribado

Tabla 5: Cantidad de material cribado de agua residual

Abertura (mm)	Cantidad (litros de material cribado l/m3 de agua residual)
20	0,038
25	0,023
35	0,012
40	0,009

Fuente: OS: 090 Plantas de tratamiento de aguas residuales

- **Cálculo de vertedero de salida**

$$H_v = \left(\frac{M_c}{1.838 * B} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

M_c: Cantidad de material cribado tabla

B: Ancho de canal

H_v: Altura del vertedero

Desarenador

Son diseñados para remover partículas de diámetro medio igual o superior a 2 cm, garantizando una velocidad de 0.30 m/s, esta estructura se calcula con el caudal máximo horario. [20]

Diseño de desarenador

Tabla 6: parámetros de diseño de desarenador

DESCRIPCIÓN	DATO	CANT	UND	FUENTE
Densidad relativa de la arena	Dr:	2.65	-	CEPIS
diámetro de la partícula 0.20 mm	Φ:	0.02	cm	RNE OS.090
Viscosidad cinemática	b:	0.01	cm ² /s	CEPIS
Velocidad horizontal 0.30 + 20%	V _h :	0.30	m/s	RNE OS.090
Velocidad de sedimentación	V _s :	0.053	m/s	CEPIS
Tasa de remoción 40- 70 m ³ /m ² /h	Gr:	70	m ³ /m ² /h	RNE OS.090
Coef. De rugosidad del canal	n:	0.013	-	Bibliografía

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo de dimensiones de desarenador**

○ **Área del canal**

$$A = \frac{Q_{mh}}{V_h}$$

Donde:

Q_{mh}: Caudal máximo horario

V_h: Velocidad horizontal

A: área del canal

○ **Ancho del canal de desarenador**

$$B_d = \sqrt{\frac{A}{1.5}}$$

Donde:

A: área del canal

B_d: Ancho del canal de desarenador

B_r: Ancho del canal recomendado

○ **Altura del canal de desarenador**

$$H = 1.5 * B$$

Donde:

B_r: Ancho del canal recomendado

H: Altura del canal

- **cálculo de longitud de desarenador**

○ **Tiempo de retención**

$$T_r = \frac{H}{V_s}$$

Donde:

H: Altura del canal

V_s: Velocidad de sedimentación

T_r: Tiempo de retención

○ **Longitud teórica del desarenador**

$$L = T_r * V_h$$

Donde:

V_h: Velocidad horizontal

T_r: Tiempo de retención

L: Longitud de desarenador

- **Longitud final desarenador**

$$L_f = 25\% * L$$

Donde:

L_f: Longitud final

- **Cálculo de la pendiente del canal**

- **Radio hidráulico del canal**

$$R_h = \frac{A_c}{p_m} = \frac{A_c}{(2Y + B)}$$

Donde:

A_c: Ancho del canal

Y=H: Altura de canal

B: Ancho del canal

R_h: Radio hidráulico

- **Pendiente del canal desarenador**

$$S = \left(\frac{V_h * n}{R_h^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

Donde:

V_h: Velocidad horizontal

n: Coeficiente de rugosidad del caudal

R_h: Radio hidráulico

S: Pendiente del canal

- **Cálculo de longitud de zona de transición**

$$L_s = \frac{B_t - B}{2 * \tan \phi}$$

Donde:

B_t: Ancho total de desarenador

B: Ancho del canal de ingreso

∅: Angulo de inclinación

L_s: Longitud

Canal Parshall

Diseño de canal Parshall

- **Ancho de la garganta del canal Parshall**

$$W = \frac{B}{2}$$

Donde:

B: Ancho del desarenador

W: Ancho de la garganta

Tabla 7: Ancho de la garganta de canaleta Parshall

W		n	K	
Pulg	m		und (m)	Und (USA)
1	0.03	1.55	0.13	0.02
2	0.05	1.55	0.15	0.05
3	0.08	1.55	0.18	0.10
6	0.15	1.58	0.38	2.06
9	0.23	1.53	0.54	3.07
12	0.31	1.52	0.69	4.00
18	0.46	1.54	1.05	6.00
24	0.61	1.55	1.43	8.00
36	0.92	1.56	2.18	12.00
48	1.22	1.58	2.94	16.00
60	1.53	1.59	3.73	20.00
72	1.83	1.60	4.52	24.00
84	2.14	1.60	5.31	28.00
96	2.44	1.61	6.10	32.00

Fuente:

- **Cálculo de altura de agua para caudales diferentes**

- **Altura máxima de agua**

$$H_{\max} = \left(\frac{Q_{mh}}{K} \right)^{\frac{1}{n}}$$

Donde:

Qmh: Caudal máximo horario

K: Factor Tabla N°07

n: Constante Tabla N°07

Hmax: Altura máximo

- **Altura media de agua**

$$H = \left(\frac{Q_p}{K} \right)^{\frac{1}{n}}$$

Donde:

Qp: Caudal promedio

K: Factor Tabla N°01

n: Constante Tabla N°01

Hmed: Altura máximo

Tratamiento primario

Tanque Imhoff

Para su diseño se toman en cuenta los parámetros de Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización, CEPIS. [21]

El tanque imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- a) Cámara de sedimentación.
- b) Cámara de digestión de lodos.
- c) Área de ventilación y cámara de natas.

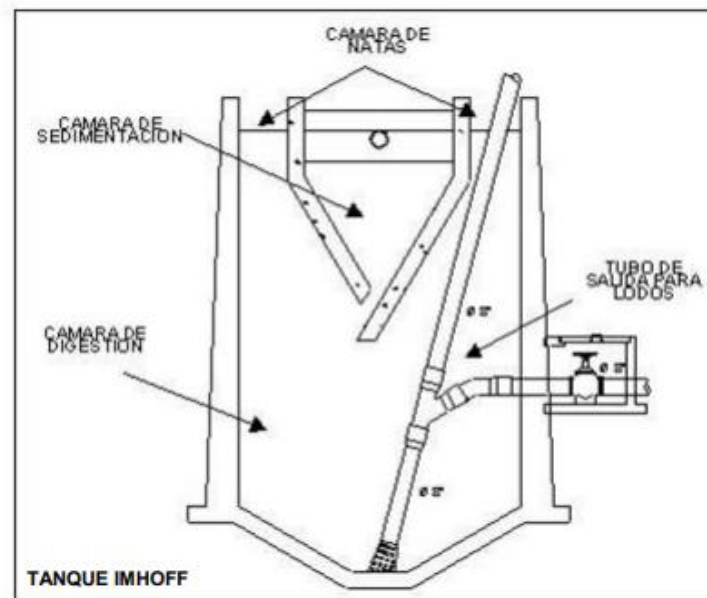


Ilustración 3. Partes de un tanque Imhoff [19]

Tratamiento secundario

Filtro biológico

Dimensionamiento del filtro biológico

Se realizará por el método de la National Research Council (NRC):

- **Producción per cápita de aguas residuales.**

$$q = \text{Población} \times \% \text{ contribución de aguas residuales}$$

Donde:

q: Producción per cápita de aguas residuales

- **Caudal de aguas residuales**

$$Q = \frac{\text{Población} \times q}{1000}$$

Donde:

Q: Caudal de aguas residuales m³/día

q: Producción per cápita de aguas residuales

- **Carga de DBO (W)**

$$W = \frac{S_o \times Q}{1000}$$

Donde:

W: carga orgánica (Kg DBO/m3.d)

So: DBO afluente

Q: Caudal de aguas residuales m3/día

– **Razón de recirculación**

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

Donde:

QR= Caudal recirculado

Q= Caudal de aguas residuales

– **Factor de recirculación**

$$F = \frac{1 + R}{\left(1 + \frac{R}{10}\right)^2}$$

Donde:

R: razón de recirculación

– **Volumen del filtro**

$$V = \frac{CV}{W}$$

Donde:

CV: carga de DBO (Kg DBO/d)

W: carga orgánica (Kg DBO/m3.d)

– **Área del filtro**

$$A = \frac{V}{H}$$

Donde:

A: Área

V: volumen

H: altura

– **Tasa de aplicación superficial**

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

Donde:

Q: Caudal de aguas residuales

A: Área

Cámara de contacto de cloro

Diseño de Cámara de cloro

Tabla 8: Parámetros de diseño de Cámara de cloro

Descripción	DATO	UND	FUENTE
Coliformes de afluente	Cf:	NMP/100ml	Coliformes de balance de masa
Tiempo de retención hidráulica	TRH:	min	RNE OS 0.90 Ítem 5.7
Coliformes de efluente	Ce:	NMP/100ml	Coliformes de balance de masa
Dosis de cloro requerida (2 - 8 mg/l)	Cl:	mg/l	Balance de masa
Profundidad de la Cámara	H:	m	Criterio técnico
Largo de la Cámara	L:	m	Criterio técnico

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de cámara de cloro

- **Cantidad de cloro requerida por día**

$$CLr = 0.0864 * Qp * Cl$$

Donde:

Qp: Caudal promedio

Cl: Dosis de cloro requerida

CLr: Cloro requerido

- **Cantidad de cloro requerida en el efluente**

$$Ct = \frac{\left(\frac{Ce}{Cf}\right)^{\frac{1}{3}} - 1}{0.23 * TRH}$$

Donde:

Ce: Coliformes del efluente

Cf: Coliformes de afluente

TRH: Tiempo de retención hidráulica

Ct: Cantidad de cloro en el efluente

- **Volumen de la Cámara de cloro**

$$Vc = 0.06 * Qp * TRH$$

Donde:

Qp: Caudal promedio

TRH: Tiempo de retención hidráulica

Vc: Volumen de la Cámara de cloro

- **Área de la cámara de cloro**

$$A_c = \frac{V_c}{H}$$

Donde:

V_c: Volumen de la cámara de cloro

H: Profundidad de la cámara

A_c: área de la cámara

- **Ancho de la cámara de cloro**

$$B = \frac{A_c}{L}$$

Donde:

A_c: área de la Cámara

L: Largo de la Cámara

B: Ancho de la cámara

- **Numero de briquetas**

$$N_b = \frac{L}{0.30}$$

Donde:

L: Largo de la cámara

N_b: Numero de briquetas

Materiales y métodos.

Se describe y explica cómo se hizo la investigación. De acuerdo al enfoque puede comprender:

Tipo de investigación

El diseño de investigación es de tipo descriptiva, porque permite describir las características y diferentes hechos relevantes mediante la observación y una recolección de datos, lo cual nos ayudará a comprender y tener un enfoque general de las condiciones actuales de la problemática existente en el sector en estudio.

De acuerdo al fin que persigue es aplicada, porque se encontrará una solución al problema inmediato existente que enfrenta el sector de estudio dándole respuesta a nuestros objetivos planteado y sustentándolo con resultados.

Población y muestra.

La población y muestra de estudio está comprendida por el área del proyecto y el entorno en el cual se desarrollará, siendo la localidad de Querocotillo, Cutervo, Cajamarca la zona de estudio, donde los beneficiados serán los habitantes y la proyección a futuro de estos a 20 años.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La observación directa, un método de recolección de datos que permitirá un reconocimiento de campo y sus condiciones actuales, a través de las visitas realizadas al sector en estudio dispensables para el proyecto.

El análisis documental, que consiste en recopilar información de la bibliografía existente que puede ser útil para los temas a abordar en el proyecto.

La entrevista, de tipo semiestructurada que permitirá recoger información mediante la interacción verbal, tanto con representantes de entidades públicas, como el alcalde de la Municipalidad Distrital de Querocotillo, así como de los pobladores de la localidad.

Instrumentos

- Equipos Topográficos.
- Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Programas de Cómputo
- Microsoft office: Word, Excel, Power Point
- Software: Auto Cad 2018, Civil 3D 2018
- Guías información
- Útiles de escritorios

Fuentes

- Reglamento Nacional de Edificaciones OS-070
- Reglamento Nacional de Edificaciones OS-090
- Reglamento Nacional de Edificaciones OS-100
- Guías de diseño CEPIS
- Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

Plan de procesamiento y análisis de datos

El proyecto para realizar se encuentra en el distrito de Querocotillo contará con cuatro fases para su ejecución, las cuales se mencionan a continuación:

FASE I

- Visitar la zona de estudio y recolectar de información.
- Realizar las coordinaciones con las autoridades competentes.
- Recopilación de información bibliográfica y antecedentes necesario para el proyecto.

FASE II

- Descripción demográfica y geográfica del lugar del proyecto.
- Revisión de la teoría necesaria para el diseño referente al proyecto.
- Revisión de la normativa nacional vigente referente al proyecto.
- Búsqueda de un estudio de Mecánica de Suelos de la zona.

FASE III

- Elaboración del informe diagnóstico del sistema actual del distrito.
- Levantamiento Topográfico de la zona del Proyecto.
- Elaborar los Planos Topográficos del Proyecto.
- Diseño del sistema de agua potable.
- Diseño de la planta de tratamiento de agua potable.
- Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

FASE IV

- Evaluación e interpretación de resultados con la norma vigente.
- Elaboración del informe del proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones.

Procedimiento

Estudio de Población

Se realizó una recopilación de información mediante la interacción verbal y/o documentación física, con los representantes de entidades públicas, se procedió a realizar una encuesta a todos los pobladores para tener el número de habitantes, densidad de

habitantes, cuántas viviendas cuenta, con el sistema de agua y desagüe, y a que categoría pertenecen (domesticas, comercial, industrial, etc).

Estudio topográfico

La topografía requiere de un alto grado de precisión por ello se realizó un reconocimiento previo de campo; posteriormente se realizó el levantamiento topográfico, cuyos instrumentos nos proporcionarán las características de los puntos necesarios obteniendo así los datos de distancia y elevación real del terreno, realizando una planimetría de detalles que permite la localización en plano de la zona de proyecto.

Se realizó, además, el levantamiento altimétrico que consiste obtener las cotas en los puntos designados en los ejes de calles. Posteriormente, con todos los datos hallados en campo, se procedió a realizar el trabajo de gabinete, utilizando softwares como el AutoCad y Civil 3D para modelar digitalmente el terreno para la elaboración de los planos topográficos y los perfiles tanto longitudinal como transversal.

Estudio de suelos

Se realizó un estudio de mecánica de suelos de la zona por medio de calicatas con dimensiones de aproximadamente 1.50 m de largo por 1.00 m de ancho y 1.50 m de profundidad, para conocer los distintos parámetros de este, bajo las normas y procedimientos establecidos como se establece en la E-050 del RNE, la muestra fue llevada al laboratorio y así realizar el Ensayo de Granulometría, Ensayo de Límites de Atterberg.

Diseño de la red de agua y desagüe

Para el abastecer al sector en estudio será por medio de una red de distribución, la cual garantice la presión mínima establecida en el reglamento, de no sobrepasar las presiones máximas y además una adecuado caudal en todos los puntos, para un diseño de acuerdo a la norma.

En un sistema de alcantarillado, se estimó el caudal y sus variaciones en el área del proyecto que depende de factores como, el coeficiente de retorno, caudal de infiltración, caudal por conexiones erradas y caudal de diseño.

Resultados y discusión.

Análisis de los resultados

Población actual

De acuerdo con la proyección estimada en el año actual 2022.

$$P_a = 1888 \text{ hab.}$$

Población del último censo

La población del último censo P_o del 2017.

$$P_o = 1598 \text{ hab.}$$

Población futura

Se estableció una población futura al año 2045.

$$P_f = 4071 \text{ hab.}$$

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento establecida es de 3.397%, es la tasa de crecimiento con la que crece la población de la localidad de Querocotillo.

Densidad

La densidad de la localidad de Querocotillo para el año 2022 es 3.528 hab./vivienda de acuerdo con el último censo realizado.

Número de viviendas

Número de viviendas actuales en el año 2022 es de 535 viviendas.

Métodos de proyección de población

Para la proyección de la población urbana se emplean por lo menos 4 métodos de estimación de población futura, encontrando lo siguientes resultados.

- **Método de interés simple.**

La fórmula de crecimiento por el método de interés simples es:

$$P_f = 1598 (1 + 0.072 t) \quad \text{Para } t=0 \text{ en el año 2017}$$

- **Método de interés compuesto.**

La fórmula de crecimiento por el método de interés compuesto es:

$$P_f = 1598 (1 + 0.0375) ^ t \quad \text{Para } t=0 \text{ en el año 2017}$$

- **Método de la parábola de segundo grado.**

La fórmula de crecimiento por el método de la parábola de segundo grado es:

$$P_f = 1598 + 67.96 . t + 1.03 . t^2 \quad \text{Para } t=0 \text{ en el año 2017}$$

- **Método de progresión aritmética.**

La fórmula de crecimiento por el método de la progresión aritmética es:

$$P_f = 1598 + 38.63 * t \quad \text{Para } t=0 \text{ en el año 2017}$$

Número de usuarios

Para determinar el tipo y número de usuarios se realizó una encuesta en enero del 2022 que dio los siguientes resultados.

Tabla 9: Número de usuarios al 2022

USUARIOS	CANTIDAD
DOMÉSTICOS	500
COMERCIALES	28
ESTATALES	7
TOTALES	535

Fuente: Catastro de usuarios- enero 2022 localidad de Querocotillo

Consumo promedio

Para determinar el consumo promedio de los usuarios se realizó un estudio de consumo en usuarios doméstico, comercial y estatal, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 10: consumos promedios en Querocotillo – marzo 2022

CONSUMOS	VALOR	UNT
DOMESTICO	13.61	m3/mes
COMERCIAL	22.81	m3/mes
ESTATAL	283.09	m3/mes

Fuente: Estudio de consumos

Consumo neto

El consumo neto para el año proyectado 2045 es de 19033.14 m3/mes.

Índice de perdidas

El índice de perdidas calculado para el año 2021 es:

$$\text{Volumen producido} = (0.941 + 0.605 + 1.245 + 2.849 + 2.169) \frac{1}{s} * 86.4$$

$$\text{Volumen producido} = 674.70 \text{ m}^3$$

Como el suministro de agua es de 14 horas, se tiene que

$$\text{Volumen Consumido} = (9026.285) \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} * \frac{12 * 14}{365 * 24}$$

$$\text{Volumen Consumido} = 173.107 \text{ m}^3$$

El índice de perdidas es

$$\text{IANF} = \frac{674.70 - 173.107}{674.70} * 100$$

$$\text{IANF} = 74.343\%$$

Consumo total

El consumo total para el año de proyectado 2045 es de 27190.20 m³/mes.

Cobertura de servicio.

La cobertura de servicio en el año 2022 es de 99.95% y para el año de proyección 2045 es del 100%.

Variación de consumo

Para la presente investigación se usó los coeficientes de la variación diaria

$$K1= 1.3$$

$$K2= 2.5$$

Caudales de diseño

Los caudales de diseño que se hallaron teniendo en cuenta los parámetros anteriormente fueron los siguientes:

Caudales promedio de 7.76 l/s en el año 2025 hasta 10.30 l/s para el año 2045.

Tabla 11: Caudales de diseño de agua potable

Año Calendario	Año de Proyección	Población total	Qprom (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
2025	0	2087	7.91	10.28	19.76
2026	1	2158	5.87	7.63	14.67
2027	2	2231	6.05	7.86	15.12
2028	3	2307	6.24	8.11	15.59
2029	4	2386	6.43	8.36	16.08
2030	5	2467	6.63	8.62	16.58
2031	6	2550	6.83	8.88	17.09
2032	7	2637	7.05	9.16	17.62
2033	8	2727	7.27	9.45	18.17
2034	9	2819	7.49	9.74	18.73
2035	10	2915	7.73	10.05	19.32
2036	11	3014	7.97	10.36	19.92
2037	12	3116	8.22	10.68	20.54
2038	13	3222	8.47	11.02	21.18
2039	14	3332	8.74	11.36	21.85
2040	15	3445	9.01	11.72	22.53
2041	16	3562	9.30	12.08	23.24
2042	17	3683	9.58	12.45	23.95
2043	18	3808	9.87	12.84	24.68
2044	19	3938	10.18	13.23	25.45
2045	20	4071	10.49	13.64	26.23

Fuente: demanda de los servicios

Contribuciones de aguas residuales**coeficiente de retorno**

Para el cálculo de alcantarillado se usó un coeficiente de retorno de 0.80

Contribuciones por infiltración de agua subterránea

Es el valor obtenido con los siguientes coeficientes:

- 0.05 l/s/km (CEPIS).

Contribuciones de conexiones erradas

Es el agua que proviene de malas conexiones, puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario

Caudales de diseño de alcantarillado

Los caudales de diseño que se hallaron teniendo en cuenta los parámetros anteriormente fueron los siguientes:

Tabla 12: Caudales de diseño de alcantarillado

Año Calendario	Año de Proyección	Contribuciones por infiltración de agua (l/s) OS 070	Contribuciones de conexiones erradas (l/s) 5 -10 %	Qprom (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
		Tuberías 0.05 l/s/km				
2025	0	12895.14	24932.11	7.52	9.78	18.81
2026	1	13469.69	18505.02	5.71	7.42	14.27
2027	2	13925.34	19075.23	5.89	7.65	14.71
2028	3	14399.71	19667.16	6.07	7.89	15.17
2029	4	14892.81	20280.86	6.26	8.14	15.65
2030	5	15398.39	20909.65	6.46	8.39	16.14
2031	6	15916.45	21553.56	6.66	8.65	16.64
2032	7	16459.48	22226.05	6.86	8.92	17.16
2033	8	17021.24	22920.43	7.08	9.21	17.70
2034	9	17595.48	23630.04	7.30	9.49	18.25
2035	10	18194.69	24368.33	7.53	9.79	18.83
2036	11	18812.62	25128.63	7.77	10.10	19.42
2037	12	19449.28	25910.97	8.01	10.41	20.03
2038	13	20110.91	26722.10	8.26	10.74	20.66
2039	14	20797.50	27562.07	8.53	11.08	21.31
2040	15	21502.82	28424.19	8.79	11.43	21.98
2041	16	22233.10	29315.23	9.07	11.79	22.68
2042	17	22988.35	30211.56	9.35	12.16	23.38
2043	18	23768.57	31136.89	9.64	12.53	24.10
2044	19	24580.00	32097.96	9.94	12.92	24.85
2045	20	25410.15	33081.41	10.25	13.32	25.62

Fuente: Demanda de los servicios

Diagnóstico del Sistema de agua potable

Fuentes de agua:

Existen 4 captaciones de las que se han realizado el diagnóstico obteniendo los siguientes resultados:

Captación Castinaldo:

Las características obtenidas son las siguientes características:

Tabla 13: Diagnostico y mejoramiento de Captación Castinaldo

TIPO DE FUENTE	TIPO DE CAPTACIÓN	CAUDAL (l/s)
Subterránea	Manantial de Ladera	0.941
CAPTACIÓN		
ÍTEM	TIENE	ESTADO
Sello hidráulico	NO	INOPERATIVO
Tapas sanitarias	SI	MALA
Válvulas	SI	BUENO
Canastilla	SI	INOPERATIVO
Tubería de rebose (cono PVC)	SI	MALA
Material filtrante	SI	MALA
Confinamiento	SI	MALO
Cerco	SI	INOPERATIVO
OBSERVACIONES: <ul style="list-style-type: none">– Se encontraron sedimentos en el fondo y hongos en los muros de la cámara humedad.– El agua de escurrimiento superficial y el agua de manantial ingresa por detrás de la pantalla; por lo que, el agua que ingresa contaminada.– Muros y techo de concreto con hongos (falta de mantenimiento), presencia de vegetación alta hasta el nivel de techo de la estructura.		
RECOMENDACIONES: <ul style="list-style-type: none">– Se recomienda la demolición de la captación Castinaldo y construcción de una nueva.		

Fuente: Ficha diagnóstico de captación Castinaldo

Captación Villanueva:

Las características obtenidas son las siguientes:

Tabla 14: Diagnostico y mejoramiento de Captación Villanueva

TIPO DE FUENTE	TIPO DE CAPTACIÓN	CAUDAL (l/s)
Subterránea	Manantial de Ladera	0.605
CAPTACIÓN		
ÍTEM	TIENE	ESTADO
Sello hidráulico	NO	INOPERATIVO
Tapas sanitarias	SI	MALA
Válvulas	SI	BUENO
Canastilla	SI	INOPERATIVO
Tubería de rebose (cono PVC)	SI	BUENA
Material filtrante	SI	MALA
Confinamiento	SI	REGULAR
Cerco	SI	INOPERATIVO
OBSERVACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> – Se encontraron sedimentos aproximadamente 1 cm de espesor, – Presenta tubería de ventilación de 2". – El agua de escurrimiento superficial y el agua de manantial ingresa por detrás de la pantalla; por lo que, el agua que ingresa contaminada. – Muros y techo de concreto con hongos (falta de mantenimiento), presencia de vegetación alta hasta el nivel de techo de la estructura. – La distancia entre el afloramiento y el orificio de captación está a 2.63 m, por lo que es una distancia muy larga. 		
RECOMENDACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> – Se recomienda la demolición de la captación Villanueva y construcción de una nueva. 		

Fuente: Ficha diagnóstico de captación Villanueva

Captación Pancho

Las características obtenidas son las siguientes:

Tabla 15: Diagnostico y mejoramiento de Captación Pancho

TIPO DE FUENTE	TIPO DE CAPTACIÓN	CAUDAL (l/s)
Subterránea	Manantial de Ladera	1.245
CAPTACIÓN		
ÍTEM	TIENE	ESTADO
Sello hidráulico	NO	INOPERATIVO
Tapas sanitarias	SI	MALA
Válvulas	SI	BUENO
Canastilla	SI	INOPERATIVO
Tubería de rebose (cono PVC)	SI	BUENA
Material filtrante	SI	MALA
Confinamiento	SI	REGULAR
Cerco	NO	INOPERATIVO
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Presenta tubería de ventilación de 2". – El agua de escurrimiento superficial y el agua de manantial ingresa por detrás de la pantalla; por lo que, el agua que ingresa contaminada. – Muros y techo de concreto con hongos (falta de mantenimiento), presencia de vegetación alta hasta el nivel de techo de la estructura. – La distancia entre el afloramiento y el orificio de captación está a 1.60 m, por lo que es una distancia muy larga. 		
<p>RECOMENDACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Se recomienda el uso de la captación para fines de proyecto, pero se debe de realizar el mantenimiento de la captación Pancho así como la reposición del cerco perimétrico, reposición del material filtrante y construcción del sello sanitario. 		

Fuente: Ficha diagnóstico de captación Pancho

Captación Pérez

Las características obtenidas son las siguientes:

Tabla 16: Diagnostico y mejoramiento de Captación Pérez

TIPO DE FUENTE	TIPO DE CAPTACIÓN	CAUDAL (l/s)
Subterránea	Manantial de Ladera	2.894
CAPTACIÓN		
ÍTEM	TIENE	ESTADO
Sello hidráulico	NO	INOPERATIVO
Tapas sanitarias	SI	MALA
Válvulas	SI	BUENO
Canastilla	SI	INOPERATIVO
Tubería de rebose (cono PVC)	SI	BUENA
Material filtrante	SI	MALA
Confinamiento	SI	MALO
Cerco	SI	INOPERATIVO
OBSERVACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> – Presenta tubería de ventilación de 2". – El agua de escurrimiento superficial y el agua de manantial ingresa por detrás de la pantalla; por lo que, el agua que ingresa contaminada. – Muros y techo de concreto con hongos (falta de mantenimiento), presencia de vegetación alta hasta el nivel de techo de la estructura. 		
RECOMENDACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> – Se recomienda el uso de la captación para fines de proyecto para fines de proyecto, pero se debe de realizar un mantenimiento de la captación Pérez así como la reposición del cerco perimétrico, reposición del material filtrante y construcción del sello sanitario. 		

Fuente: Ficha diagnóstico de captación Pérez

Reservorio:

Se realizó la inspección del obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 17: Diagnostico y mejoramiento de reservorio

RESERVORIO		
INDICADORES	DATOS RECOLECTADOS	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	E: 717172.12 N: 9305699.69 Z: 2057.55 m	Se encuentra ubicado en una zona adecuada para el Sistema de gravedad
Cerco perimétrico.	No cuenta	No cuenta con un cerco
Peligros	No presenta	Se encuentra en un terreno estable
Material de construcción	Concreto armado	Es de concreto armado
Estado de conservación	-	Bueno
Forma de la estructura	Circular	La forma del reservorio es circular
Caseta de válvulas	Cuenta	Está en un estado regular
Volumen	200 m ³	Bueno
Caseta de cloración	Cuenta	Cumple con la norma
Accesorios	Mal estado	Algunos accesorios se encuentran deteriorado
Diámetro de tubería de entrada	3"	La tubería de entrada es de 3 plg
Tipo de tubería	PVC	El material de la tubería es de PVC Clase 7.5
OBSERVACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Muros y techo de concreto con hongos (falta de mantenimiento) - Altura del pelo de agua es 2.65 m. 		
RECOMENDACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Se recomienda el uso del reservorio ya que se encuentra ubicado en una zona adecuada para abastecer al sistema de agua y la construcción de otro para una población futura de 80 m³. 		

Fuente: Ficha diagnóstico de Reservorio

Cámara rompe presión 1:

Se realizó la inspección del obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 18: Diagnostico y mejoramiento de CRP 1

CÁMARA ROMPE PRESIÓN 01		
INDICADORES	DATOS RECOLECTADOS	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	E: 716873.29 N: 9304109.82 Z: 2226.903 m	Se encuentra ubicado en una zona adecuada para el Sistema de gravedad
Cerco perimétrico.	No cuenta	No cuenta con un cerco
Peligros	No presenta	Se encuentra en un terreno estable
Estado de conservación	-	Bueno
Material de construcción	Concreto armado	Es de concreto armado
Válvulas	SI	BUENO
Canastilla	NO	Inoperativo
Rebose	SI	BUENO
Diámetro de tubería de salida	2 1/2"	La tubería de salida es de 3 plg
Tipo de tubería	PVC	El material de la tubería es de PVC Clase 7.5
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Muros y techo de concreto con hongos (falta de mantenimiento) - Se recomienda el mantenimiento de la cámara rompe presión 01 porque esta ayuda al funcionamiento de la línea de conducción. 		

Fuente: Ficha diagnóstico de Cámara de rompe presión 01

Cámara rompe presión 2:

Se realizó la inspección del obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 19: Diagnostico y mejoramiento de CRP-2

CÁMARA ROMPE PRESIÓN 02		
INDICADORES	DATOS RECOLECTADOS	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	E: 716620.78 N: 9304210.28 Z: 2211.765 m	Se encuentra ubicado en una zona adecuada para el Sistema de gravedad
Cerco perimétrico.	No cuenta	No cuenta con un cerco
Estado de conservación	-	Bueno
Peligros	No presenta	Se encuentra en un terreno estable
Material de construcción	Concreto armado	Es de concreto armado
Válvulas	SI	BUENO
Canastilla	NO	Inoperativo
Rebose	SI	BUENO
Diámetro de tubería de salida	2 1/2"	La tubería de salida es de 3 plg
Tipo de tubería	PVC	El material de la tubería es de PVC Clase 7.5
OBSERVACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Muros y techo de concreto con hongos (falta de mantenimiento) - Se recomienda el mantenimiento de la cámara rompe presión 02 porque esta ayuda al funcionamiento de la línea de conducción. 		

Fuente: Ficha diagnóstico de Cámara de rompe presión 02

Línea de conducción

Las características de la línea de conducción están constituidas por:

Tabla 20: Diagnostico y mejoramiento de línea de conducción

TRAMO		TUBERIA.	MATERIA / CLASE	CAUDA L (l/s)	VEL. (m/s)	LONG. (m)	PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA Al final
DE	A						Inicial	Final	
CAPTACIÓN CASTINALDO	UNIÓN - LC VILLANUEVA	1 ½"	PVC-U /C-10	1.22	0.827	208.92	0	28.853	33.44
CAPTACIÓN VILLANUEVA	UNIÓN - LC CASTINALDO	1 ¼"	PVC-U /C-10	0.787	0.693	221.71	0	44.057	46.65
UNIÓN LC VILLA - CAST.	CRP 1	2"	PVC-U /C-10	2.010	0.871	245.57	0	45.525	50.14
CAPTACIÓN PANCHO	CAPTACIÓN PÉREZ	1 ½"	PVC-U /C-10	1.619	1.094	253.42	0	22.519	30.53
CAPTACIÓN PÉREZ	CRP 2	2"	PVC-U /C-10	5.381	2.332	391.14	0	31.053	70.55
CRP 1	CRC	2"	PVC-U /C-10	2.010	0.871	820.49	0	129.68	142.2
CRP 2	CRC	2"	PVC-U /C-10	5.381	2.332	561.10	0	72.14	126.289
CRC	RESERVORIO	4"	PVC-U /C-10	7.391	0.884	1279.84	0	14.381	26.334
MEJORAMIENTO		incorporación de 2 CRP y el mantenimiento de las CRP existentes para mejor el funcionamiento de la línea de conducción							

Fuente: Diseño de línea de conducción

Diagnóstico del Sistema de Alcantarillado

Cámara de rejas:

Se realizó la inspección del obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 21: Diagnóstico y mejoramiento de cámara de rejas de PTAR

CÁMARA DE REJAS		
INDICADORES	DATOS RECOLECTADOS	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	E: 717629.97 N: 9306859.70 Z: 1846.579 m	Se encuentra ubicado en una zona adecuada para el Sistema de gravedad
Cerco perimétrico.	No cuenta	No cuenta con un cerco
Peligros	No presenta	Se encuentra en un terreno estable
Material de construcción	Concreto armado	Es de concreto armado
Estado de conservación	-	En mal estado
Tubería de llegada	8"	PVC
Dimensiones	1.2 x 1.5 m	Dimensiones de la cámara de rejas
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: <ul style="list-style-type: none">- Muros y techo de concreto con hongos (falta de mantenimiento)- Acero de la rejilla de dejas oxidadas.- Se recomienda la demolición de la estructura para la construcción de una nueva cámara de rejas.		

Fuente: Ficha diagnóstico de Cámara de rejas

Lagunas de oxidación:

Se realizó la inspección del obteniendo los siguientes resultados:

LAGUNAS DE OXIDACIÓN		
INDICADORES	DATOS RECOLECTADOS	DESCRIPCIÓN
UBICACIÓN	E: 717655.84 N: 9306876.22 Z: 1846.789 m	Se encuentra ubicado en una zona adecuada para el Sistema de gravedad
Cerco perimétrico.	No cuenta	No cuenta con un cerco

Estado de conservación	-	Mala
Peligros	No presenta	Se encuentra en un terreno estable
Material de construcción	Geomembrana	Lámina geo sintética para asegurar la estanquidad
Número de Lagunas	2	-
Tubería de llegada	8"	PVC
Profundidad de las lagunas	2.15 m	Desde la superficie de la laguna
Dimensiones	25 x 50 m	Dimensiones de la cámara de las lagunas de oxidación
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Una de las lagunas de oxidación se encuentra inoperativa, sin geomembrana y otra con presencia de vegetación en toda su superficie. - Se recomienda la demolición de la estructura existente para la construcción de una nueva PTAR. 		

Fuente: Ficha diagnóstico de lagunas de oxidación

Diseño de captación de barraje Las Palmas

Se diseño una captación de barraje fijo sin canal de derivación con las siguientes características:

TIPO DE FUENTE	TIPO DE CAPTACIÓN	CAUDAL (l/s)
Superficial	Quebrada Las Palmas	6.25
CAPTACIÓN		
ÍTEM	DIMENSIONES	UNIDADES
Dimensiones de la Ventana de Captación	10 x 7.5	cm ²
Tubería de salida de Conducción	2 ½"	Pulgadas
Canastilla	4"	Pulgadas
Carga hidráulica sobre centro de orificio	0.24	m
Tubería de Limpieza	4"	PVC

Fuente: Diseño de captación superficial

Diseño de captación de ladera

Se diseñó las captaciones de ladera características:

NOMBRE	CAUDAL (l/s)	ANCHO DE PANTALLA (m)	DIÁMETRO CANASTILLA (pulg)	TUBERÍA DE LIMPIA REBOSE (pulg)	DIÁMETRO ORIFICIOS (pulg)	N° DE ORIFICIOS	TUBERÍA DE SALIDA (pulg)
Captación Castinaldo	0.941	1.10	3"	1 ½"	2"	3	1 ½"
Captación Villanueva	0.605	0.90	2 ½"	1 ½"	2"	3	1 ¼"

Fuente: Diseño de captaciones de ladera

Diseño de Línea de conducción de quebrada las Palmas

Se diseñó la línea de conducción de la quebrada hasta la PTAP y luego hasta la cámara de reunión de caudales con las siguientes características:

TRAMO		TUBERÍA	MATERIA / CLASE	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	LONG. (m)	PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA
DE	A						INICIO	FINAL	
CAP. SUPERFICIAL	PTAP	3"	PVC-U /C-10	6.25	1.240	155.38	0	5.42	8.99
PTAP	CRC	3"	PVC-U /C-10	6.25	1.240	383.090	0	47.69	55.366

Fuente: Diseño de línea de conducción

Diseño de planta de tratamiento de agua potable

Se diseñó una planta de tratamiento considerando que el agua de la quebrada Las Palamas contenía valores que sobrepasan los límites máximos permisibles de los siguientes parámetros:

Por lo que se diseñó la PTAP con los siguientes componentes:

Desarenador

Se diseñó el desarenador con las siguientes características:

CATEGORÍA	PROPIEDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Diseño	Capacidad de Tratamiento	0.031	El volumen de arena diario (m ³ /d)
	Dimensiones	3.00 x 0.45	Dimensiones del canal de desarenador (m)
	Inclinación del Canal	30%	Pendiente del canal de desarenador
	Longitud de zona de transición	2.1	Longitud de la zona de entrada al desarenador (m)
Funcionamiento	Tamaño de Partículas Eliminadas	0.02	Tamaño de las partículas que el desarenador es capaz de retener (cm)
	Velocidad de Flujo	0.006	Velocidad del flujo en el desarenador para garantizar la sedimentación adecuada (m/s).
	Mecanismo de Limpieza	Manual	Tiene dos canales uno se cierra y otro entra en funcionamiento
	Frecuencia de Mantenimiento	4	Se realizará el mantenimiento cada 4 días
Aplicación	Tipo de Agua Tratada	Agua cruda	
	Uso Principal	Eliminación de arenas y sólidos gruesos presentes en el agua para evitar daños en equipos posteriores, como bombas o turbinas.	

Fuente: Diseño de PTAP

Sedimentador

Se diseño el sedimentador con las siguientes características:

PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
Tipo	Sedimentadores de flujo horizontal
Tiempo de retención	2.40 horas
Velocidad de sedimentación	0.0001 m/s
Velocidad horizontal	0.10 m/s
Carga superficial	10 m ³ /m ² .d
Forma	Rectangular
Profundidad	2.20 m
Mantenimiento	5.00 dias
Dimensiones de sedimentador	3.00 x 9.00 m
Dimensiones de pantalla difusora	3.00 x 1.50 m
Numero de orificios en pantalla difusora	120
Diámetro de orificios	2"
Número de unidades	2

Fuente: Diseño de PTAP

Filtros rápidos

Se diseño los filtros lentos con las siguientes características:

PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
Velocidad de filtración	0.1 m/h
Números de filtros	6
Medio filtrante	Espesor de Arena 0.30 m Espesor de Antracita 0.20 m Espesor de grava 0.55 m
Dimensiones de filtros	2.05 x 2.55 m
Profundidad de filtro	2.35 m

Fuente: Diseño de PTAP

Reservorio

Se va a aprovechar el reservorio de 200 m³ y se ubica en la parte alta de la localidad de Querocotillo, en la trocha que va desde Querocotillo hasta la comunidad de Agua Blanca. El proyecto comprende la construcción de un reservorio de 80 m³ para complementar la oferta de almacenamiento al año 2045 (275 m³).

Diseño de la red de agua

Se incorporo una tubería adicional en la calle Desiderio Zúñiga desde el reservorio de 152 mm (6 pulgadas) con la finalidad de controlar las velocidades y garantizar las presiones en la zona alta de la calle Arequipa Alto.

La máxima presión es de 50 mH₂O en el nudo J-6 ubicado en el pasaje 7. La presión mínima es de 9.3 mH₂O en el nudo J-1 ubicado en la calle Desiderio Zúñiga este está ubicado cerca del reservorio y no tiene servicio a la población.

La demanda máxima es de 2.1 l/s en el nudo J-21 ubicada entre la calle Arequipa Alto y pasaje 7. La demanda mínima es de 0.1 l/s en el nudo J-10 ubicado entre las calles San Rafael y Pasaje 4. Con los modelamientos se ha identificado que la cámara rompe presión cumple con su función y genera presiones menores que la mínima en la parte alta por lo que es necesario bajar las presiones, pero no reducirlas a 0. En las partes se tenía presiones altas mayores a 50 mH₂O por lo que se hace necesario ubicar válvulas reductoras de presión.

Tabla 22: Comparación de redes de distribución (diagnóstico y mejoramiento)

COMPONENTES		CARACTERÍSTICAS	MEJORAMIENTO		
TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN	1 1/2"	Longitud: 213.336 m	4"	Long: 82.47 m	Incorporó red paralela para reducir presiones.
	1"	Longitud: 1364.566 m			
	2"	Longitud: 1364.608 m	6"	Long: 232.95 m	Incorporó red paralela para reducir presiones.
	3"	Longitud: 1126.074 m			
	4"	Longitud: 346.427 m			
VÁLVULAS DE PURGA	No se encontró ninguna válvula de aire		Incorporó 4 válvulas de purga en las zonas bajas para el mantenimiento de las redes de distribución		

CÁMARA ROMPE PRESIÓN	Se encontró 1 cámara rompe presión	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de esta Cámara rompe presión por 1 válvula reductora de presión con una presión de salida de 10 mH2O. • Incorporo de dos válvulas más para el control de presiones en la parte baja de la localidad, con una presión de salida de 10 mH2O.
---------------------------------	------------------------------------	---

Red de alcantarillado existente

Para el modelamiento de la red de alcantarillado se empleó una hoja de cálculo teniendo en cuenta buzones de arranque y caudal de contribución de otros buzones, además de si el caudal de arranque es menor de 1.5 l/s, se diseñó con este valor ya que es el mínimo estableció en el norma OS.070, además que se comprobó que todas las redes de alcantarillado va a trabajar a conducto libre ya que la relación y/D es menor a 0.75 en todos los tramos; la tensión tractiva en todos los tramos es mayor que 1 pa; solo se presenta tensiones tractivas entre 1.08 y 1.47 solo en 8 tramos de 146, la red colectora tiene un buen comportamiento hidráulico; por lo que no es necesario modificar pendientes, ni incrementar diámetro en tuberías por lo que se puede aprovechar la red colectora existente.

Tabla 23: Comparación alcantarillado de Buzones (diagnóstico y mejoramiento)

COMPONENTES		CARACTERÍSTICAS		MEJORAMIENTO
	TIPOS	ALTURA	NÚMERO	
BUZONES	TIPO 1	H: 1.2	116	Realizar tarrajeo interno y externo de 20 buzones, para aprovechar las estructuras
	TIPO 2	H: 1.3 - 1.5	4	Realizar tarrajeo interno y externo de 4 buzones para aprovechar las estructuras
	TIPO 3	H: 1.6 – 2.0	5	Realizar tarrajeo interno y externo y reemplazar las tapas de 2 buzones.
	TIPO 4	H: 2.5 - 2.9	3	Realizar tarrajeo interno y externo para reemplazar las tapas de 1 buzón
	TIPO 5	H: 3.0 - 3.5	2	Se encuentran en buen estado de conservación, se pueden aprovechar para fines de proyecto
	TIPO 6	H: 4.0 - 5.0	7	Realizar tarrajeo interno y externo de 1 buzón para aprovechar las estructuras

Tabla 24: Comparación de alcantarillado tuberías (diagnóstico y mejoramiento)

COMPONENTE		CARACTERÍSTICAS		MEJORAMIENTO
TUBERÍAS	DIÁMETRO	LONGITUD		
	160 mm	3296.499 m		Se encuentran en buen estado y aptas para ser aprovechadas para este proyecto
	200 mm	2645.403 m		Se encuentran en buen estado y aptas para ser aprovechadas para este proyecto

Planta de tratamiento de aguas residuales

Para el tratamiento de las aguas residuales de la localidad se realizó un balance de masa, para ver que tratamiento es el más adecuado de acuerdo al uso que se le dará luego; en el presente trabajo se empleó debido a que no hay un cuerpo receptor permanente según los Estándares de Calidad como una de categoría 3; por lo que se compara con la ECAs 3 y los límites máximos permisibles para ver que cumplan con los parámetros dispuesto en estas normativas; la comparación, los procesos de tratamiento elegidos y porcentaje de remoción de cada uno de estos procesos se detalla a continuación.

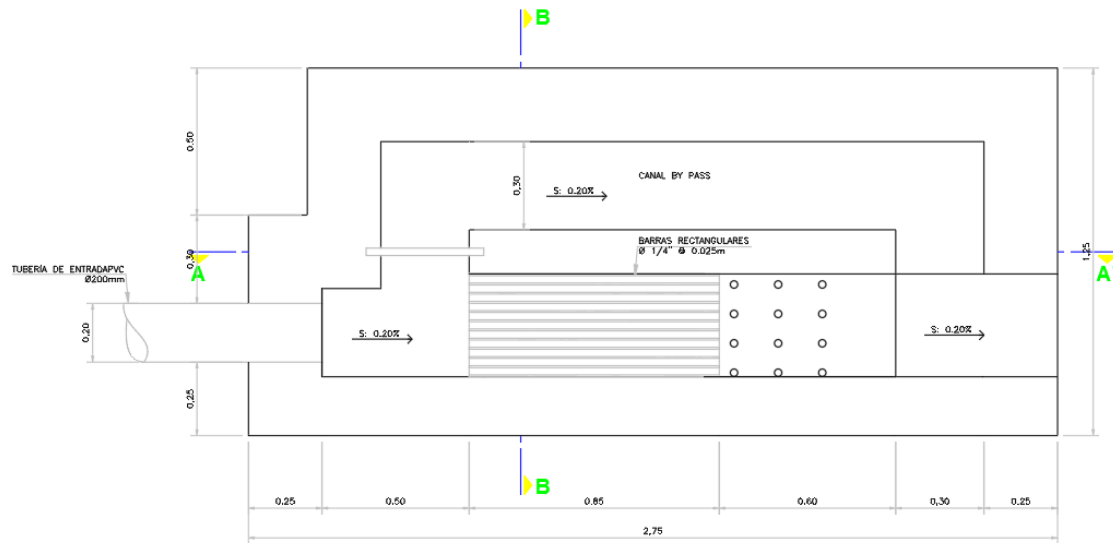
Tabla 25: Comparación de PTAR (diagnóstico y mejoramiento)

COMPONENTE		CARACTERÍSTICAS		MEJORAMIENTO
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	DIÁMETRO	DIMENSIONES	DIAGNOSTICO	
	LAGUNA 1	50.0 x 20.0 m	Se encuentran en mal estado se ha propuesto la construcción de una PTAR nueva.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de Cámara de rejas. • Construcción de desarenador. • Construcción de filtro biológico. • Construcción de Tanque Imhoff. • Construcción de Cámara de contacto de cloro.
	LAGUNA	50.0 x 20.0 m		

Cámara de rejas

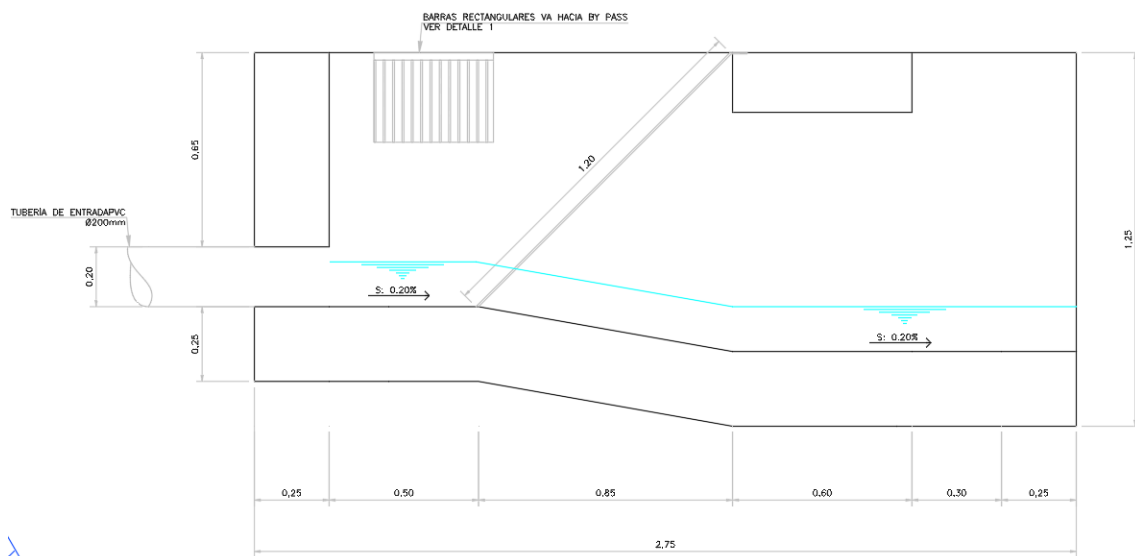
Se diseñó una cámara de rejas con las siguientes características como se muestra a continuación:

Ilustración 4: Planta de cámara de rejas



Fuente: Plano PTAR-01

Ilustración 5: Plano cámara de rejas Corte A-A

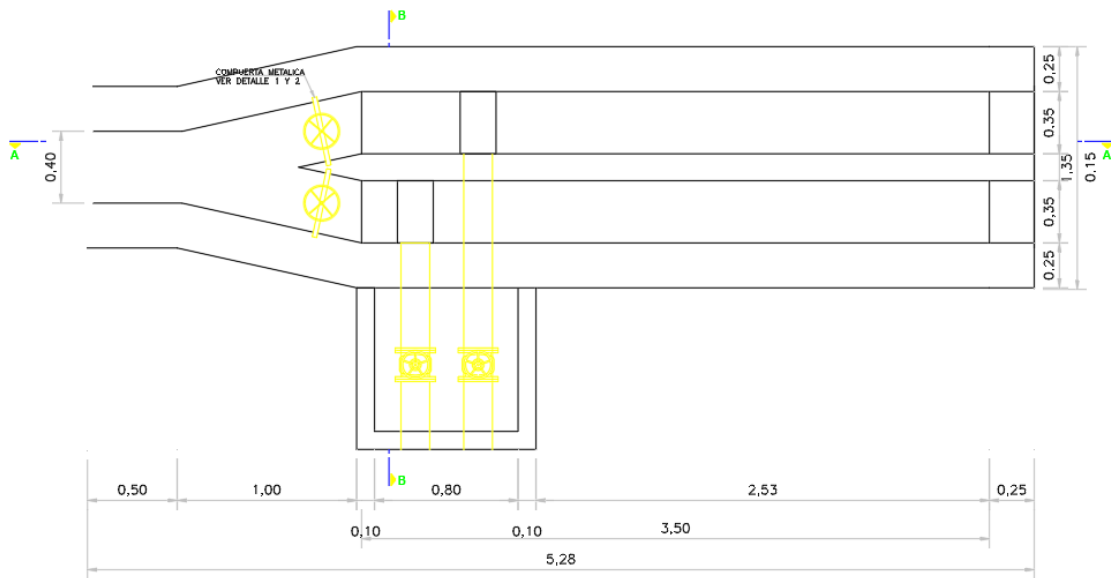


Fuente: Plano PTAR-01

Desarenador

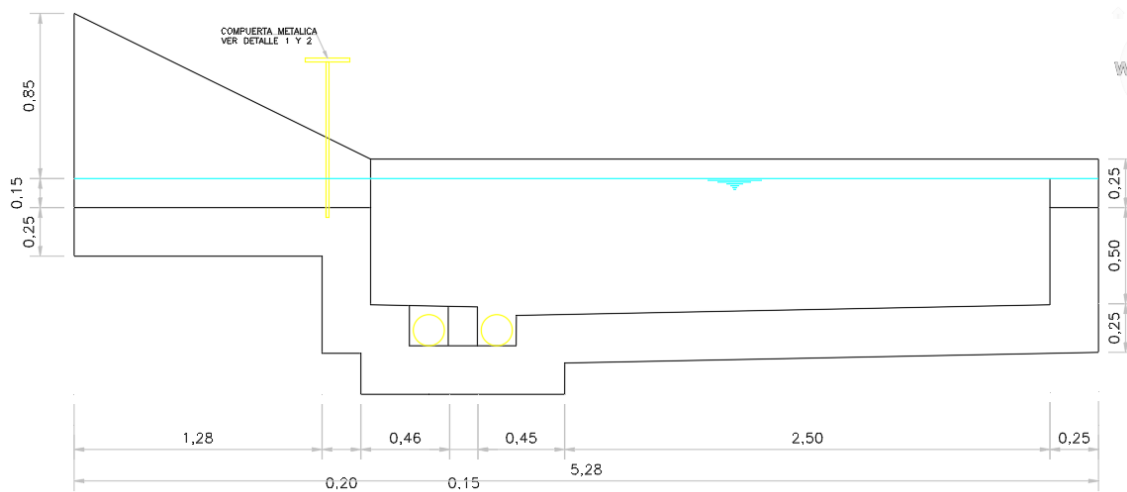
Se diseñó un desarenador con las siguientes características como se muestra a continuación:

Ilustración 6: Plano de planta de desarenador



Fuente: Plano PTAR-02

Ilustración 7: Plano de desarenador corte A-A

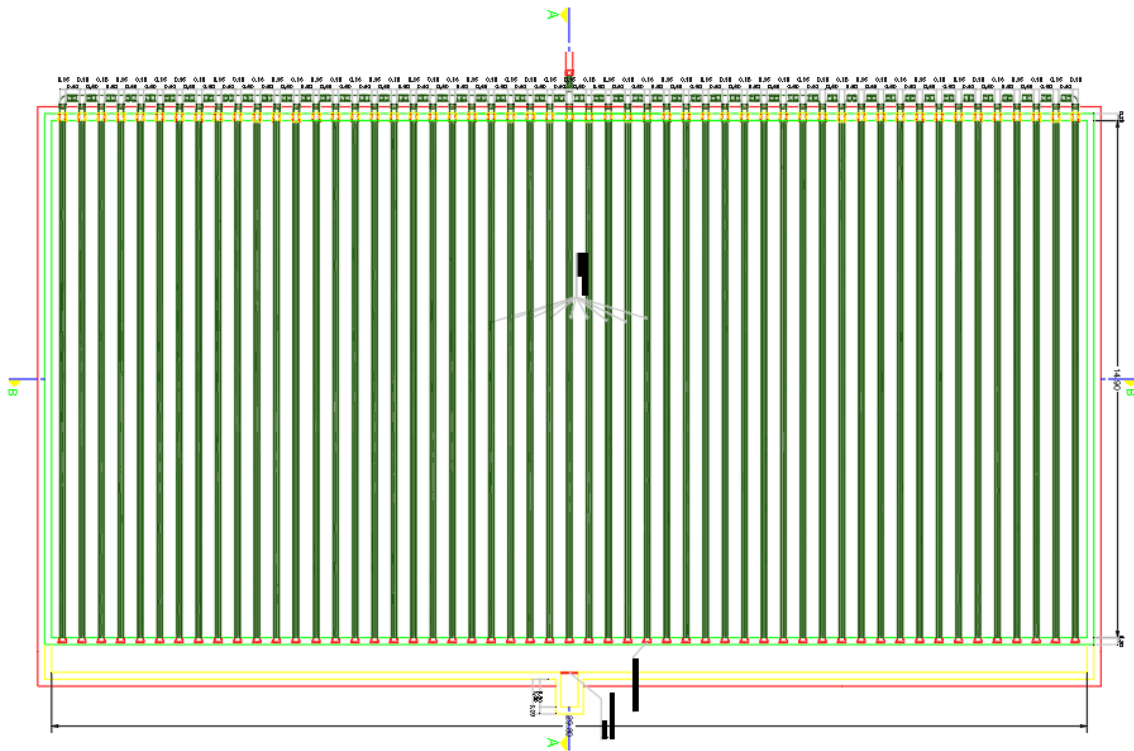


Fuente: Plano PTAR-02

Filtro biológico

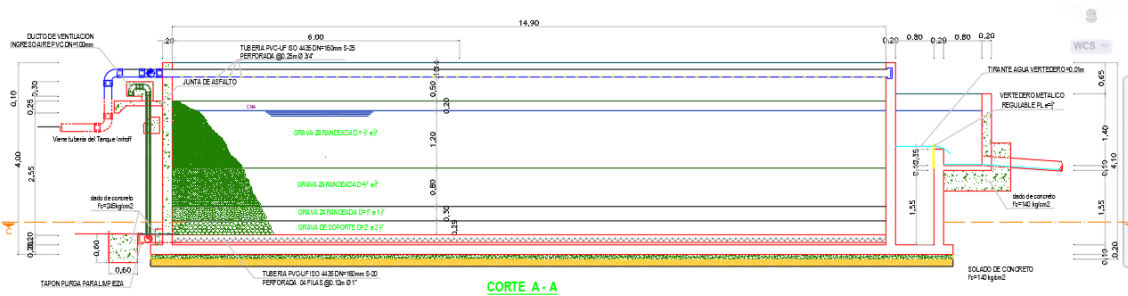
Se diseñó un desarenador con las siguientes características como se muestra a continuación:

Ilustración 8: Plano planta de filtro biológico



Fuente: Plano PTAR-04

Ilustración 9: Plano corte de filtro biológico

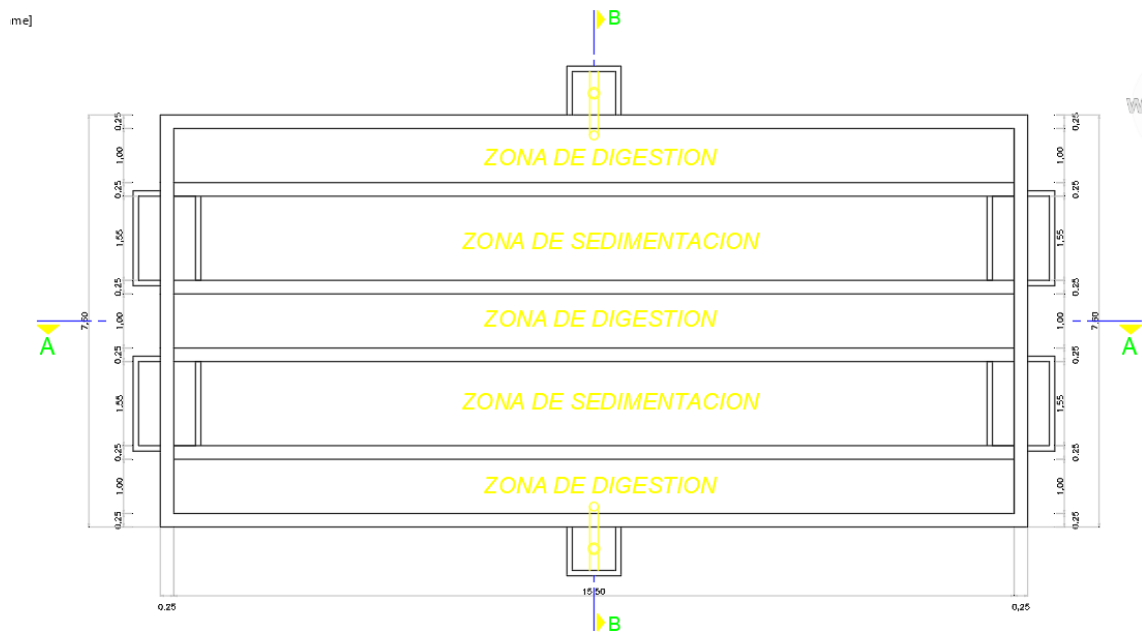


Fuente: Plano PTAR-04

Tanque Imhoff

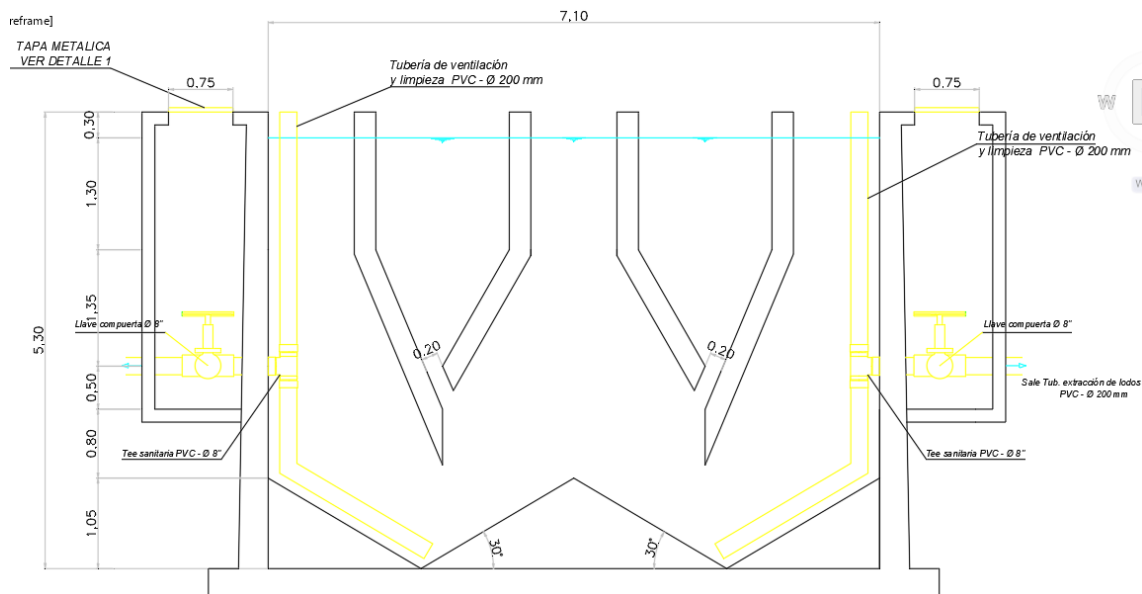
Se diseñó un tanque Imhoff con las siguientes características como se muestra a continuación:

Ilustración 10: Plano planta de tanque Imhoff



Fuente: Plano PTAR-03

Ilustración 11: Cote de tanque Imhoff

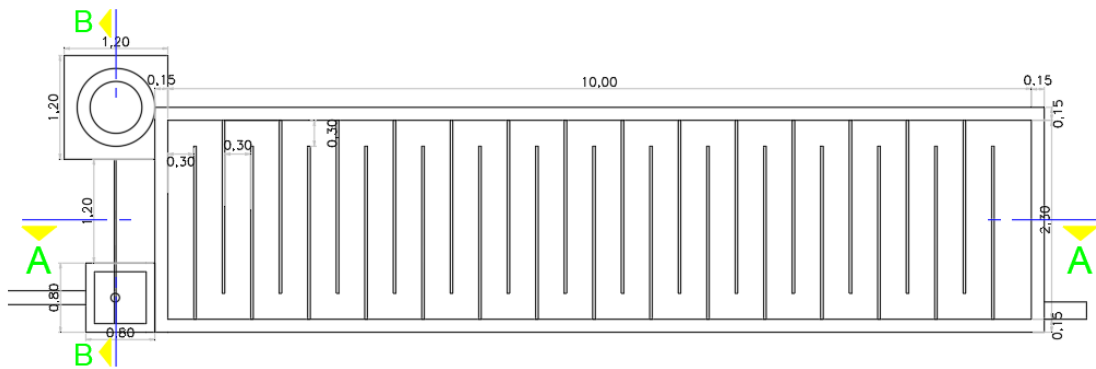


Fuente: Plano PTAR-03

Cámara de contacto de cloro

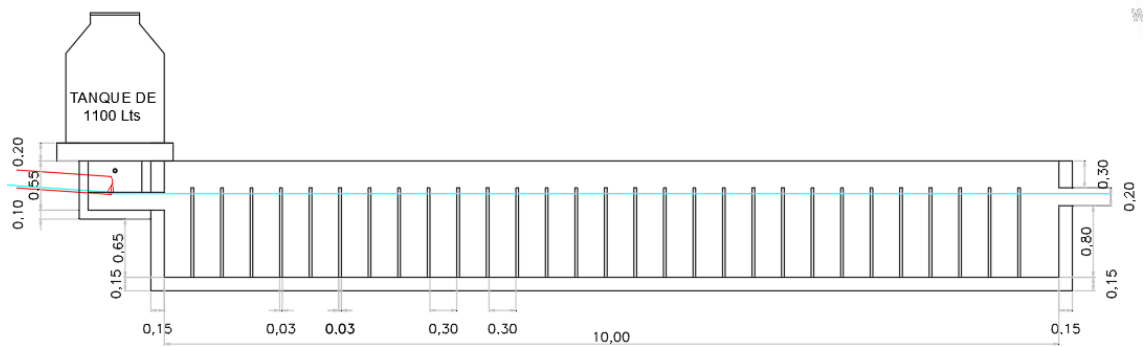
Se diseño un tanque Imhoff por con las siguientes características como se muestra a continuación:

Ilustración 12: Plano planta de cámara de contacto de cloro



Fuente: Plano PTAR-05

Ilustración 13: Corte de cámara de contacto de cloro



Fuente: Plano PTAR-05

Discusión

En la línea de conducción las presiones son menores a 50 mH₂O, y las velocidades mayores a 0.60 m/s de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones.

Se va a aprovechar las redes de distribución de agua existente teniendo en cuenta que el modelamiento hidráulico realizado las presiones en todos los puntos son mayores a 10 mH₂O, excepto en que en un solo punto se presenta una presión de 9.3 mH₂O.

Se va a aprovechar las redes de Alcantarillado de acuerdo al modelamiento hidráulico realizado, debido a que en todos los tramos analizados cumplen con la tensión tractiva mayor a 1 Pa, y la relación y/D es menor a 0.75.

Las lagunas de oxidación se encuentran inoperativas, una de ellas se encuentra destruida y sin geomembrana, la otra laguna se encuentra con la geomembrana rota y presencia de maleza.

Con el modelamiento hidráulico de las redes de agua potable se identificó que era necesario implantar tres válvulas reductoras de presión y reemplazando la cámara rompe presión existente en la calle Arequipa Alto por una válvula reductora de presión con una presión de salida de 10 mH₂O e instalando de dos válvulas reductoras de presión en las calles Arequipa bajo y Comercio bajo posteriores a la calle Julián Alarcón ajustando la válvula para que tenga una presión de salida de 10 mH₂O.

Se proyecta la construcción de una captación de agua superficial de la quebrada Las Palmas, debido a que estaba entrando agua cruda al sistema de agua potable; que motiva la implantación de una planta de tratamiento de agua potable.

Conclusiones

Se realizó el afloramiento y diagnóstico de las captaciones existentes así como la evaluación de la calidad de las fuentes.

Se realizó el estudio de suelos correspondiente a en la localidad

Se realizó el estudio de topografía la cual está constituida por 2.68 ha de faja y 7.96 ha de población que se totalizan en un total de 10.64 ha, el terreno en la ciudad ondulado y en las fajas es accidentado, la pendiente es variable de Sur a norte 16 % y este a oeste 0.79 la ciudad presenta 100 m de desnivel, entre las cotas 2030 y 1930, se han levantado todos los componentes existentes: 4 captaciones, línea de conducción, faja de recolección, captaciones, reservorio, lagunas facultativas y buzones de la red colectora.

Se modeló las redes de agua potable y alcantarillado dando como resultado presiones mayores a 9.23 mH₂O y menores 50 mH₂O en redes de distribución de agua potable y tensiones tractivas mayores 1 y que todas las redes de alcantarillado van a trabajar a conducto libre ya que la relación y/D es menor a 0.75.

La población futura estimada es de 4071 habitantes, para el año 2045

Se realizó el estudio de la demanda para el año 2045 se tendrá un consumo de 27190.20 m³/año y con caudal promedio de 10.49 l/s; caudal máximo diario de 13.64 l/s y un caudal máximo horario de 26.23 l/s.

Se va a construir dos captaciones de agua debido a que las existente se encuentran en mal estado.

Se diseñó un reservorio de 80 m³ para abastecer la demanda proyectada para el año 2045.

Se diseñó una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), para aprovechar el agua de la quebrada Las Palmas y cumplir con la demanda.

Se diseñó la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), la cual cumple con los Estándares de Calidad de la categoría 3 (ECAs 3).

Recomendaciones

Se recomienda el mantenimiento de las Captaciones Pancho y Pérez como el pintado, reemplazo del filtro y reposición del sello sanitario.

Se recomienda la construcción de dos cámaras rompe presión a un desnivel geométrico de 60 m contados a partir de la CRP 2 y CRP1 hasta la cámara de recaudación de caudales.

Se recomienda la construcción de otro reservorio de 80 m³ ya que el actual tiene una capacidad de 200 m³ ya que para el año 2045 se necesitará un reservorio cuya capacidad es de 280 m³.

Se recomienda el mantenimiento pintado y lijado de las estructuras del reservorio de 200 m³ existente, para poder aprovecharlo para fines de este proyecto.

Se recomienda incorporar una tubería adicional en la calle Desiderio Zúñiga desde el reservorio de 152 mm (6 pulgadas) con la finalidad de controlar las velocidades y garantizar las presiones en la zona alta de la calle Arequipa Alto.

Se recomienda el remplazo de la cámara rompe presión existente en la calle Arequipa Alto por una válvula reductora de presión con una presión de salida de 10 mH₂O.

Se recomienda la instalación de dos válvulas reductoras de presión en las calles Arequipa bajo y Comercio bajo posteriores a la Julián Alarcón con una presión de salida de 10 mH₂O

Para las redes de alcantarillado se recomienda el tarrajeo interno y reparación de tapas, además de que, no es necesario modificar pendientes, ni incrementar diámetro en tuberías y además aprovechar la red colectora existente.

Se recomienda a la entidad encargada de la administración del agua y alcantarillado de la localidad (ATM Municipal) considerar la implementación y mantenimiento de los resultados obtenidos en esta investigación, con el objetivo de mejorar la eficiencia del sistema, garantizar la sostenibilidad del servicio y contribuir al bienestar de la población. La aplicación de estas propuestas permitirá optimizar la gestión de los recursos hídricos y fortalecer la infraestructura sanitaria de la localidad.

Referencias

- [1] INEI, «Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico,» Junio 2020. [En línea]. Available: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio_2020.pdf. [Último acceso: 15 Octubre 2020].
- [2] «Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento,» Noviembre 2019. [En línea]. Available: https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/agua_saneamiento/agua_y_saneamiento.html. [Último acceso: 14 Setiembre 2020].
- [3] A. A. Gonzales Rios, «Evaluación de la línea de conducción de la red de agua potable de la ciudad de Jaén.,» Cajamarca, 2019.
- [4] W. Delgado, «Diagnóstico Municipal De Agua Potable Y Saneamiento Ambiental Del Municipio De San Antonio Palopó, Departamento De Sololá,» Guatemala, 2007.
- [5] M. Carpio Davila, «Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado para la zona urbana del distrito de Querocoto, provincia de Chota, Cajamarca,» Chiclayo, 2019.
- [6] B. Almestar y M. Ravines, «Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque,» Chiclayo, 2019.
- [7] C. Miranda, «Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y tratamiento de desagüe para el distrito de Characato,» Arequipa, 2014.
- [8] M. Mena, «Diseño De La Red De Distribución De Agua Potable De La Parroquia El Rosario Del Cantón San Pedro De Pelileo, Provincia De Tungurahua,» Ambato, 2016.
- [9] C. Montoya, D. Loaiza, C. Cruz, . P. Torres, J. C. Escobar y L. . G. Delgado, «Propuesta metodológica para localización de estaciones de monitoreo de calidad de agua en redes de distribución utilizando sistemas de información geográfica,» *Revista Faculta de Ingenieria de la Universisad de Antioquia*, n° 49, pp. 129-140, 2009.
- [10] Ministerio de Construcción y saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma OS 0100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria,» Lima, 2019.

- [11] R. Lopez, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado, Bogotá: Grupo Editorial 87, 1995.
- [12] Í. Lucich, H. Ferrer, R. Rojas y J. Zevillanos, «Propuesta de modificación del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento,» SUNNAS, Lima, 2016.
- [13] SUNASS, «Resolución de Consejo Directivo N° 10 -2006-SUNASS,» Lima, 2016.
- [14] SUNASS, «Glosario de términos en gestión de los servicios de saneamiento,» Lima, 2000.
- [15] MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, «Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural,» Lima, 2018.
- [16] Ministerio de Construcción y saneamiento, «Reglamaneteo Nacional de Edificaciones: Norma OS 070 Redes de aguas residuales,» Lima, 2019.
- [17] CEPIS, «GUÍA PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES,» Lima, 2005.
- [18] Ministerio de construcción y saneamiento, «Reglamento nacional de edificaciones,» de *OS. 030 Almancenamiento de agua para consumo humano*, Lima, 2020, p. 155.
- [19] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Mexico D.F., 2018.
- [20] Reglamento Nacional de Edificaciones, NORMA OS.090 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, Lima, 2019.
- [21] CEPIS, Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización, Lima, 2005.