UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

II PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL

"REQUISITOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN ZONAS DE CEJA DE SELVA EN EL PERÚ: CASO CENTRO POBLADO HUARANGUILLO, DISTRITO DE SAN JOSÉ DE LOURDES – SAN IGNACIO – CAJAMARCA"

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. DALTON CARRIÓN GÓMEZ

Asesor:
Dr. HENRY DANTE SÁNCHEZ DÍAZ

LAMBAYEQUE - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

II PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL

"REQUISITOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN ZONAS DE CEJA DE SELVA EN EL PERÚ: CASO CENTRO POBLADO HUARANGUILLO, DISTRITO DE SAN JOSÉ DE LOURDES – SAN IGNACIO – CAJAMARCA"

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. DALTON CARRIÓN GÓMEZ

APROBADO POR:

MSc. ING. JORGE CUMPA REYES
PRESIDENTE

Dr. JUAN SAAVEDRA TINEO
SECRETARIO DOCENTE

Dr. HENRY DANTE SÁNCHEZ DÍAZ
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres Vicente y Lidia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, a toda la Facultad de Ingeniería Agrícola, a mis profesores a quienes con su enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

ÍNDICE

DEDICATORIA 3

AGRADECIMIENTO 4

1.0 DATOS PRELIMINARES 7

RESUMEN 8

ABSTRACT 9

I. INTRODUCCIÓN 10

II. MARCO TEÓRICO 12

2.1. Antecedentes del problema 12

2.1.1. A nivel mundial 12

2.1.2. A nivel nacional 14

2.2. Bases teóricas 15

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA 21

3.1. MATERIALES 21

3.2. METODOLOGÍA 21

3.2.1. Tipo y nivel de investigación 21

3.2.2. Descripción del ámbito de la investigación 21

3.2.3. Requisitos para evaluar proyectos de agua y saneamiento en zonas de ceja de selva. 24

IV: RESULTADOS 39

4.1 En el sistema de agua 39

4.2. En el sistema de saneamiento 41

4.3. Cuadro resumen de metas 42

V. DISCUSIÓN 44

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 46

6.1. CONCLUSIONES 46

6.2. RECOMENDACIONES 48

VII. ANEXOS 49

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1: Disponibilidad hídrica en el Perú 14
FIGURA 2: Cobertura de agua en todo el Perú 18
FIGURA 3: Cobertura de saneamiento en todo el Perú 18

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla N° 1: Coordenadas de la localidad. **21**
Tabla N° 2: Se detalla vías de acceso. **22**
Tabla N° 3: Coeficientes de fricción «c» en la fórmula de Hazen y Williams **26**
Tabla N° 4: Coeficientes de fricción "c" en la fórmula de Hazen y williams **31**
Tabla N° 5: Tipo de lodos digeridos **37**
Tabla N° 6: Resumen metas de agua **42**
Tabla N° 7: resumen de metas saneamiento **433**

CONTENIDO DE IMAGENES

IMAGEN N° 1: Aforo del agua por el método volumétrico **499**
IMAGEN N° 2: Calculo de distancia entre afloramiento y cámara húmeda **49**
IMAGEN N° 3: Ancho de la pantalla **50**
IMAGEN N° 4: Dimensionamiento de cámara **50**
IMAGEN N° 5: dimensiones de la cámara **51**
IMAGEN N° 6: Dimensionamiento de la canastilla **52**
IMAGEN N° 7: Reboce y limpieza **53**
IMAGEN N° 8: Datos **53**
IMAGEN N° 9: Resultados **533**
IMAGEN N° 10: Demanda agua **54**
IMAGEN N° 11: Reservorio **54**
IMAGEN N° 12: Diseño hidráulico con tuberías PVC **55**
IMAGEN N° 13: Cuadro de resumen de cálculo hidráulico **56**
IMAGEN N° 14: Diseño hidráulico por sistema ramificado, con tubería PVC **577**
IMAGEN N° 15: Cuadro resumen del cálculo hidráulico **58**
IMAGEN N° 15: Cuadro resumen del cálculo hidráulico **59**

1.0 DATOS PRELIMINARES

1.1. TITULO

"REQUISITOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN ZONAS DE CEJA DE SELVA EN EL PERÚ: CASO CENTRO POBLADO HUARANGUILLO, DISTRITO DE SAN JOSÉ DE LOURDES – SAN IGNACIO – CAJAMARCA.

1.2. AUTOR:

Bach. Dalton Carrión Gómez

1.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Bibliográfica

1.4. ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

Planeamiento y Construcciones Rurales

1.5. LUGAR DEL PROYECTO:

Centro Poblado : Huaranguillo
Distrito : San José de Lourdes
Provincia : San Ignacio
Departamento : Cajamarca

RESUMEN

El presente informe de requisitos para la evaluación de proyectos de mejoramiento de agua y saneamiento en zonas de ceja de selva en el Perú, se está tomando como caso especial al Centro Poblado Huaranguillo ubicado en el Distrito de San José de Lourdes, Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca.

La localidad ya cuenta con el servicio de agua y saneamiento, el sistema fue instalado en el año 2016 ejecutado por la Municipalidad del Distrito de San José de Lourdes, dicho mejoramiento se instaló para garantizar y asegurar una mejor calidad de vida de la población, por eso lo hemos tomado como un caso especial para poder evaluarlo y analizar si cumple con los requisitos de construcción. Para lograr el objetivo vamos a recolectar información revisando bibliografías relacionadas con dicho tema.

Vamos a evaluar si el sistema instalado es el correcto en vista que es una localidad ubicada en ceja de selva donde se acentúan las precipitaciones, en tiempo de verano el sistema no es suficiente para atender a toda la población las 24 horas del día.

Con este estudio damos a conocer algunos requisitos para la evaluación de proyectos de agua y saneamiento en zonas de ceja de selva y así satisfaciendo las necesidades básicas y mejor calidad de vida del Centro Poblado Huaranguillo.

Palabras claves: Agua y Saneamiento, precipitaciones.

ABSTRACT

This report on the requirements for the evaluation of water and sanitation improvement projects in jungle areas in Peru is being taken as a special case at the Huaranguillo Village Center located in the District of San José de Lourdes, Province of San Ignacio. , Department of Cajamarca.

The town already has water and sanitation service, the system was installed in 2016 executed by the Municipality of the District of San José de Lourdes, this improvement was installed to guarantee and ensure a better quality of life for the population, by we have taken that as a special case to be able to evaluate it and analyze if it meets the construction requirements. To achieve the objective we will collect information by reviewing bibliographies related to this topic.

We are going to evaluate if the installed system is the correct one considering that it is a locality located in the jungle edge where the precipitations are accentuated, in summer time the system is not enough to attend the whole population 24 hours a day.

With this study we present some requirements for the evaluation of water and sanitation projects in jungle areas and thus satisfying the basic needs and better quality of life of the Huaranguillo Village Center.

Key words: Water and Sanitation, precipitation.

I. INTRODUCCIÓN

El adecuado servicio básico de agua potable y alcantarillado permite reducir las enfermedades de origen hídrico y elevan las condiciones vida de la población. Sin embargo, aún existe una importante diferencia en la cobertura y calidad de los servicios que se brindan en las áreas urbana y rural, por lo que se requiere que los esfuerzos del país orientados hacia las zonas rurales (localidades o centros poblados de hasta 2,000 habitantes) sean significativamente incrementados en los próximos años.

Para ello, es fundamental que se disponga de herramientas apropiadas para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de agua potable y saneamiento para el ámbito rural y que la ejecución de dichos proyectos de inversión así como las decisiones en torno a ellos y sus características esté sustentadas en los estudios previos necesarios.

En este informe contiene la clase de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento que posiblemente se puedan utilizar en zonas de ceja de selva en el Perú. En mayoría de proyectos de agua potable sus resultados han sido negativos, debido a una mala ejecución y gestión. El ineficiente desempeño del sector agua está agravando, así mismo muchos problemas socioeconómicos y ambientales; sin embargo, estos problemas son inherentes a la tecnología, e inevitables, como algunos sostienen.

El problema de ejecución de proyectos de agua y saneamiento en zonas de ceja de selva es que en algunos casos estos proyectos no son funcionables desde su elaboración. El clima y la geografía no van con el modelo de proyecto en estudio, se debe aplicar modelos de evaluación apropiados en este tipo de proyectos.

Hemos tomado el caso del Centro Poblado Huaranguillo, Distrito de San José de Lourdes, Provincia de San Ignacio, Cajamarca, para dar respuesta a mi problemática.

Actualmente el centro poblado Huaranguillo cuenta con una infraestructura nueva que se ejecutó en año 2016; pero con los requisitos que propongo mejorarían al abastecimiento permanente del agua.

En concordancia con lo antes expuesto, garantizamos el mejoramiento del servicio de agua potable para el centro poblado Huaranguillo, y que la población tenga un mejor servicio y calidad de vida.

Este informe tiene como objetivo principal:

Proponer requisitos para la evaluación de proyectos de mejoramiento de agua y saneamiento en zonas de ceja de selva en el Perú: caso centro poblado Huaranguillo – San José de Lourdes, San Ignacio, Cajamarca.

Y como objetivos específicos:

- ✓ Formular requisitos para evaluar proyectos de agua y saneamiento.
- ✓ Evaluar el proyecto del Centro poblado Huaranguillo, para ver si cumple con los requisitos de evaluación propuestos.
- ✓ Proponer una mejora en el sistema del centro poblado Huaranguillo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. A nivel mundial (Naciones Unidas, 2018)

El agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía y la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos. El agua también forma parte crucial de la adaptación al cambio climático, y es el vínculo crucial entre la sociedad y el medioambiente.

El agua es, además, una cuestión de derechos. A medida que crece la población mundial, se genera una necesidad creciente de conciliar la competencia entre las demandas comerciales de los recursos hídricos para que las comunidades tengan lo suficiente para satisfacer sus necesidades. En concreto, las mujeres y las niñas deben tener acceso a instalaciones de saneamiento limpias y que respeten la privacidad para que puedan manejar la menstruación y la maternidad con dignidad y seguridad.

Para el desarrollo del ser humano, el agua y los sistemas de saneamiento no pueden estar separados. Ambos son vitales para reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, la educación y la productividad económica de las poblaciones.

Los desafíos del agua

- 2,1 billones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura.
- 4,5 billones de personas carecen de servicios de saneamiento gestionados de forma segura.
- 340 000 niños menores de cinco años mueren cada año por enfermedades diarreicas.
- La escasez de agua ya afecta a cuatro de cada 10 personas.
- El 90% de los desastres naturales están relacionados con el agua.
- El 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas.
- Alrededor de dos tercios de los ríos transfronterizos del mundo no tienen un marco de gestión cooperativa.
- La agricultura representa el 70% de la extracción mundial de agua.
- Aproximadamente el 75% de todas las extracciones de agua industrial se utilizan para la producción de energía.

El derecho al agua

Uno de los hitos recientes más importantes ha sido el reconocimiento por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas del derecho humano al agua y al saneamiento en julio de 2010. La Asamblea reconoció el derecho de todos los seres humanos a tener acceso a una cantidad de agua suficiente para el uso doméstico y personal (entre 50 y 100 litros de agua por persona y día) y que sea segura, aceptable y asequible (el coste del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar), y accesible físicamente (la fuente debe estar a menos de 1.000 metros del hogar y su recogida no debería superar los 30 minutos).

Agua, saneamiento e higiene

Las aguas contaminadas y la falta de saneamiento básico obstaculizan la erradicación de la pobreza extrema y las enfermedades en los países más pobres del mundo.

En la actualidad, 2,3 billones de personas no disponen de instalaciones básicas de saneamiento, como baños o letrinas. Según el Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento, al menos 1800 millones de personas en todo el mundo beben agua que no está protegida contra la contaminación de las heces. Un número aún mayor bebe agua que se distribuye a través de sistemas vulnerables a la contaminación.

Agua no potable y mortalidad infantil

El agua no potable y el saneamiento deficiente son las causas principales de la mortalidad infantil. La diarrea infantil -asociada a la escasez de agua, saneamientos inadecuados, aguas contaminadas con agentes patógenos de enfermedades infecciosas y falta de higiene- causa la muerte a 1,5 millones de niños al año, la mayoría de ellos menores de cinco años en países en desarrollo.

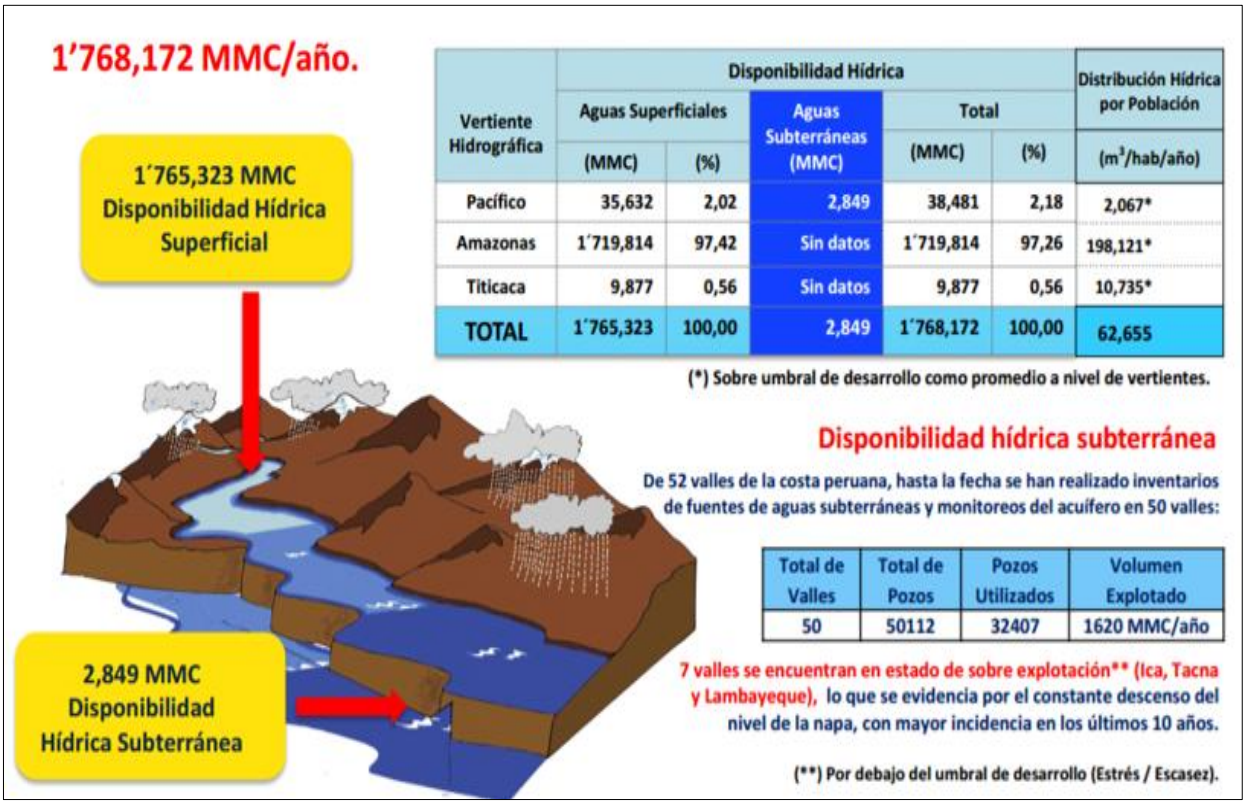
Saneamientos mejorados y beneficios económicos

La relación entre la falta de agua y saneamiento y los objetivos de desarrollo es obvia y solucionar el problema es rentable. Los estudios muestran que cada dólar invertido se traduce en un beneficio de 9. Ese retorno de la inversión beneficia específicamente a niños pobres y comunidades desfavorecidas que más lo necesitan.

2.1.2. A nivel nacional (Bravo, 2017)

El agua es un recurso natural renovable que satisface la demanda de actividades poblacionales y productivas, así como es necesaria para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Es considerada Patrimonio de la Nación y es un bien de uso público (Ley N° 29338) que debe ser usado en armonía con el bien común integrando valores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales.

El Perú es uno de los países más ricos en recursos hídricos, no obstante que su extensión representa solamente el 0.87% de la superficie continental del planeta, posee el 4.6% del agua superficial planetaria. Dicho porcentaje corresponde a diversas fuentes de agua entre ellos, glaciares, ríos, lagos y lagunas, etc.



Vertiente Hidrográfica	Disponibilidad Hídrica					Distribución Hídrica por Población
	Aguas Superficiales		Aguas Subterráneas (MMC)	Total		
	(MMC)	(%)		(MMC)	(%)	(m^3/hab/año)
Pacífico	35,632	2,02	2,849	38,481	2,18	2,067*
Amazonas	1´719,814	97,42	Sin datos	1´719,814	97,26	198,121*
Titicaca	9,877	0,56	Sin datos	9,877	0,56	10,735*
TOTAL	1´765,323	100,00	2,849	1´768,172	100,00	62,655

(*) Sobre umbral de desarrollo como promedio a nivel de vertientes.

Disponibilidad hídrica subterránea

De 52 valles de la costa peruana, hasta la fecha se han realizado inventarios de fuentes de aguas subterráneas y monitoreos del acuífero en 50 valles:

Total de Valles	Total de Pozos	Pozos Utilizados	Volumen Explotado
50	50112	32407	1620 MMC/año

7 valles se encuentran en estado de sobre explotación** (Ica, Tacna y Lambayeque), lo que se evidencia por el constante descenso del nivel de la napa, con mayor incidencia en los últimos 10 años.

(**) Por debajo del umbral de desarrollo (Estrés / Escasez).

FIGURA 1: Disponibilidad hídrica en el Perú

Principales problemas respecto del agua y saneamiento

Gestión: Los usos del agua en el Perú comportan en general distorsiones y prácticas ineficientes. Sólo está disponible un 2% del agua, cual debe cubrir las necesidades de la población.

Mala calidad de los Recursos Hídricos: En la costa se arroja al mar el 53% del agua, mientras que el 47% restante se utiliza con una eficiencia de apenas entre 25% y 40%. Por otro lado, los vertimientos de aguas residuales provenientes de la minería formal e informal contienen trazas de metales, según el tipo de mineral explotado y residuos de insumos químicos empleados en el proceso productivo. Finalmente, las aguas residuales agrícolas están representadas por las aguas de drenaje de los campos de cultivo, las cuales arrastran los residuales de los agroquímicos (plaguicidas y abonos sintéticos) empleados en esta actividad como medio para mejorar la productividad.

2.2. Bases teóricas

Desde hace mucho tiempo la preocupación por el manejo del agua se ha convertido en tema de foros y otros eventos internacionales. Uno de los primeros eventos en tratar este tema en forma global y sistemática fue la Conferencia de Mar del Plata en 1977, en la que se estableció como parte del Plan de Acción la evaluación de los recursos hídricos, la eficiencia en la utilización del agua, y la importancia de las políticas, planificación y ordenación del agua, entre otras. Posteriormente, la declaración del periodo 1981-1990 como Decenio Internacional del Agua Potable y Saneamiento permitió ampliar los conocimientos sobre la situación del agua en el planeta, y colocó en la agenda internacional la necesidad de resolver los problemas de acceso y calidad de los servicios de agua potable y alcantarillado**. (Albán, 2005)**

Ningún niño debe morir o enfermarse como resultado de beber agua contaminada, ni tampoco debe estar expuesto a los excrementos de otras personas o no disponer de un lugar para lavarse las manos. A ningún niño se le debe impedir asistir a la escuela por falta de un aseo limpio y de privacidad. Ninguna madre o recién nacido debe contraer una infección en una sala de parto insalubre, justo cuando son más vulnerables. Y nadie debe sufrir la indignidad de tener que defecar al aire libre. Pero, desafortunadamente, demasiados niños, mujeres y hombres de todo el mundo sufren algunos o todos estos riesgos para su salud y su bienestar, y por lo tanto para su futuro **(unicef, 2017)**

La calidad del agua es un valor ecológico esencial para la salud y para el crecimiento económico. En el Perú, por su naturaleza mineralógica debido a la presencia del sistema montañoso de los Andes y por su economía dependiente de la actividad extractiva de minerales, se generan condiciones para la dispersión de contaminantes químicos, especialmente metales, que alcanza incluso al agua potable, determinando una exposición generalizada de la población a un riesgo crónico que ya empieza a ser inmanejable. La contaminación de las cuencas expone a las personas, al cadmio en la parte norte del Perú, al plomo en la central y al arsénico en el sur. El tratamiento fisicoquímico es cada vez más costoso para las empresas de agua potable. En ese contexto, los conflictos socio ambientales tienen en la presencia de metales pesados en sangre una evidencia suficiente para generar climas adversos para la economía y retraso en las inversiones, resultando en un círculo vicioso difícil de resolver. El análisis de las dos causas: naturaleza mineralógica y extracción minera, debe profundizarse para lograr una adecuada solución que priorice la salud de las personas, pero que a su vez también, promueva las inversiones para el crecimiento económico. El objetivo de la presente revisión es motivar el abordaje del problema por parte de las Autoridades Sanitarias y el desarrollo de estrategias de comunicación de riesgos para que el problema se enfrente de manera costo-efectiva con educación sanitaria, mientras que al mismo tiempo se sigue avanzando en el desarrollo de tecnologías mineras más ecoeficientes. **(Villena, 2018)**

El agua potable o agua para el consumo humano, es aquel que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. Para lo cual debe cumplir con los valores máximos y mínimos permisibles en cuanto al contenido en minerales, diferentes iones como cloruros, nitratos, nitritos, amonio, calcio, magnesio, fosfato, arsénico, entre otros, además de los gérmenes patógenos. El pH del agua potable debe estar entre 6,5 y 8,5. Saneamiento básico es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. Esta pueden ser: conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos; letrina de sifón; letrina de pozo sencilla; letrina de pozo con ventilación mejorada. **(florez, 2014)**

El agua potable de alta calidad y un saneamiento adecuado son muy importantes para la salud de los niños y los adultos y también para el bienestar de toda la comunidad. Con agua potable de baja calidad y un saneamiento malo, bacterias y parásitos pueden entrar

en el cuerpo humano, que se traduce en diversas enfermedades, por ejemplo la diarrea. Un niño con bacteria y parásitos en su cuerpo no puede desarrollarse normalmente. Un estudio anterior en Nueva Vida (en 2007) demostró que mayoría de los niños sufrían diarrea y tenían parásitos. También estaban por debajo de la media en estatura y peso para su edad. Los niños con enfermedades no pueden aprender tan bien en la escuela como los niños con buena salud. Adultos con enfermedades no pueden trabajar tan bien en la chacra como los adultos con buena salud. Cuando los habitantes tienen mala salud, es muy difícil para la comunidad alcanzar el buen desarrollo que sería posible. **(Persson, 2009)**

Según el INEI en su libro Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico, el agua es una necesidad fundamental de la humanidad. Según Naciones Unidas cada persona en la tierra requiere al menos 20 a 50 litros de agua potable limpia y segura al día para beber, cocinar y simplemente mantenerse limpios. Considera el acceso al agua limpia como un derecho básico de la humanidad, y como un paso esencial hacia un mejor estándar de vida en todo el mundo. Las comunidades carentes de recursos hídricos, por lo general, son económicamente pobres y sus residentes están atrapados en un círculo vicioso de pobreza.

A su vez, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que los sistemas de distribución deben lograr que el agua apta para consumo humano esté disponible para que las personas no tengan que desplazarse más de un kilómetro desde el sitio donde utilizaran el agua. Para todas las personas, hay un costo involucrado en el logro de la distribución de agua hasta sus viviendas o hasta la comunidad.

Los costos monetarios son frecuentes. Algunas personas pagan a la municipalidad o a una compañía privada por la distribución de agua hasta sus viviendas. Otros que carecen de esta infraestructura pagan el costo del agua de otra manera, comprando el agua en fuentes comunitarias, en estaciones de abastecimiento de agua, en tiendas de agua envasada y otras fuentes. Los costos cuantificados según el tiempo impactan a las personas con limitados recursos monetarios que a menudo restan tiempo a sus labores cotidianas para poder caminar hasta una fuente de agua y obtener agua limpia. El tiempo dedicado a acarrear agua representa un costo para la salud, productividad, y en muchos casos, oportunidades educacionales — una carga que es absorbida principalmente por mujeres y niñas.

Según el ANA en su informe elaborado en marzo del 2013 "Situación actual y perspectivas en el sector agua y saneamiento en el Perú", da a conocer la situación actual de la cobertura del agua y saneamiento a nivel nacional.

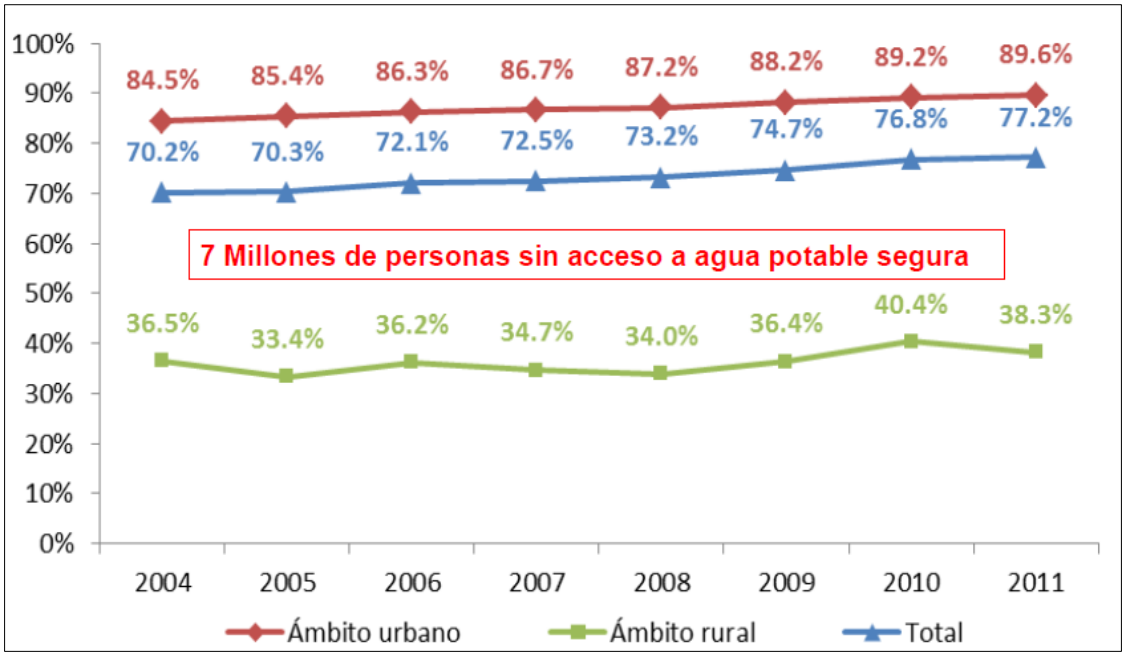


FIGURA 2: Cobertura de agua en todo el Perú

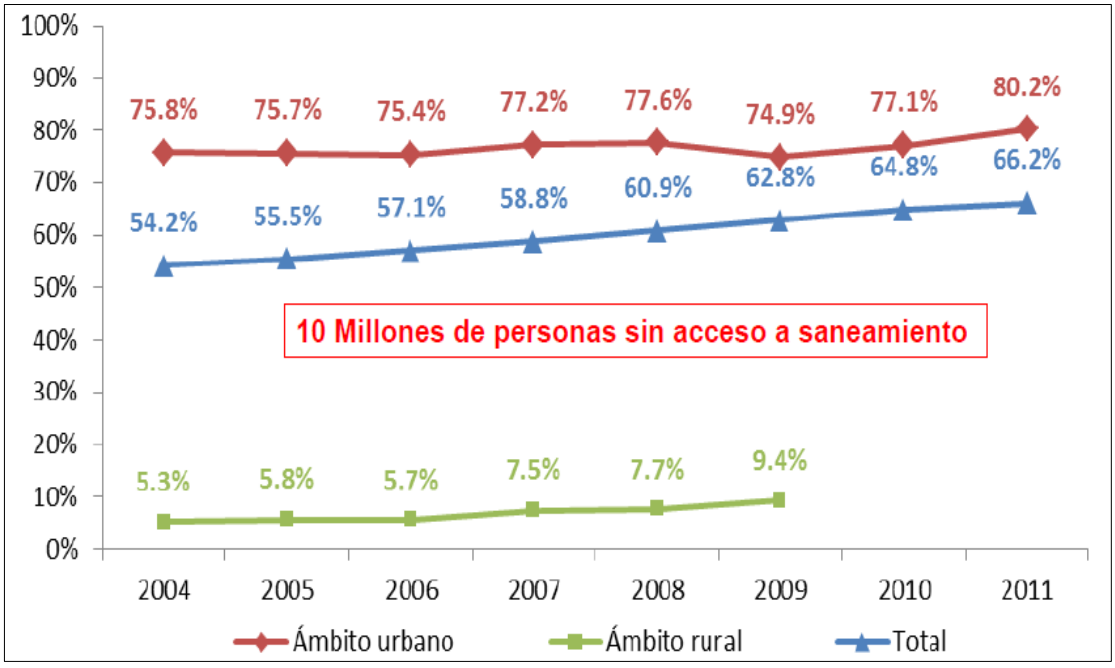


FIGURA 3: Cobertura de saneamiento en todo el Perú

Descripción general de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

La hidráulica urbana, tiene como uno de sus objetivos la parte sanitaria para la prevención de las enfermedades de tipo hídrico, tanto en la distribución del agua potable como en la recolección del agua residual. Esto da como resultado que los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario sean complementarios. Las partes que integran los sistemas hidráulicos urbanos son las siguientes: Sistema de Agua Potable, Captación, Línea de conducción, Tratamiento de potabilización, Regularización, Línea de alimentación, Red de distribución y obras conexas o complementarias; Sistema de Alcantarillado: Red de atarjeas, Subcolectores, Colectores, Emisor, Tratamiento de aguas residuales y Sitio de vertido; además de las obras conexas como pueden ser Plantas de bombeo, Pozos de visita y otras. A continuación se describen someramente las partes integrales de los sistemas de agua potable y alcantarillado, así como sus funciones**. (Jiménez, 2013)**

Sistema de agua potable. Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia. Uno de los puntos principales de este capítulo, es entender el término potable. El agua potable es considerada aquella que cumple con la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica la cantidad de sales minerales disueltas que debe contener el agua para adquirir la calidad de potable. Sin embargo una definición aceptada generalmente es aquella que dice que el agua 17 potable es toda la que es "apta para consumo humano", lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida. La contaminación del agua ocasionada por aguas residuales municipales, es la principal causa de enfermedades de tipo hídrico por los virus, bacterias y otros agentes biológicos que contienen las heces fecales (excretas), sobre todo si son de seres enfermos. Por tal motivo es indispensable conocer la calidad del agua que se piense utilizar para el abastecimiento a una población.

Captación de agua (tomas en manantiales, lagunas, quebradas, galerías filtrantes, pozos, entre otros), es una estructura grande CAJA de cemento y fierro que capta el agua de la fuente o nacimiento y evita que el agua se contamine, en su parte superior tiene una pequeña puerta que sirve para observar obstrucciones y rebalses y limpiar internamente a la captación. Este tanque en un costado superior tiene también un agujero que sirve para que el agua se escape cuando el tanque esté lleno.

Cámaras rompe presión: Esta sirve para disipar la energía y evitar que las tuberías revienten por la mucha presión que lleva la tubería debido a la mucha pendiente

Válvula de aire: Su función es eliminar el aire que entra a la tubería y se construye en las partes altas de la línea de conducción.

Válvula de purga: Se instala en las partes bajas de la línea de conducción y su función es eliminar los residuos sólidos que acumula por el arrastre del agua.

Líneas de conducción: Es un tramo de tubería instalada de la captación al tanque de distribución, generalmente es de PVC. Sirve para transportar al reservorio de regulación y almacenamiento.

Planta de tratamiento: Se instala solo para cuando el agua es captada de ríos y quebradas.

Reservorios de regulación y almacenamiento: (volúmenes de agua destinados a dar continuidad y seguridad en el abastecimiento a la población).

Conexiones domiciliarias: Son las que se instalan en cada vivienda para su respectivo uso.

Sistemas de alcantarillado. Los sistemas de alcantarillado, tienen como función el retiro de las aguas que ya han sido utilizadas en una población y por ende contaminadas, estas aguas reciben el nombre genérico de “aguas residuales”; también sirven para retirar las aguas pluviales. El alcantarillado consiste en un sistema de conductos enterrados llamados alcantarillas, que generalmente se instalan en el centro de las calles.

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES

- Hardware (laptop)
- Libros y Tesis
- Lápiz, papel bond A4- Atlas- (1 millar).
- USB de 16 GB – Sony.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Tipo y nivel de investigación

Modo De Investigación.
Campo, No Experimental

Tipo De Investigación
a) De Acuerdo Al Fin Que Se Persigue
Investigación aplicada

b) De Acuerdo A Su Diseño
Investigación Descriptiva.

3.2.2. Descripción del ámbito de la investigación

- **Ubicación política.**

  El caso especial escogido para el estudio es:

- Centro Poblado : Huaranguillo
- Distrito : San José de Lourdes
- Provincia : San Ignacio,
- Departamento : Cajamarca

- **Ubicación Geográfica.**

Tabla N° 1: Coordenadas de la localidad.

ESTE(m)	NORTE(m)	ALTITUD(m)	LOCALIDAD
736739	9424632	1343 msnm	HUARANGUILLO

FUENTE: Elaboración propia

❖ **Vías de acceso**

A la localidad del Centro Poblado Huaranguillo, se llega directamente desde las ciudades de Jaén, San Ignacio o San José de Lourdes, vía Carretera longitudinal de la sierra, hasta el caserío Las Naranjas, Distrito de Chirinos, luego se cruza el Rio Chinchipe y se llega al caserío Túpac Amaru de donde se toma la movilidad a través de la carretera afirmada tal como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla N° 2: Se detalla vías de acceso.

RUTA		TIEMPO	DISTANCIA (KM)	TIPO DE VIA
JAEN	PUERTO NARANJAS	2.5 h	126	ASFALTADA
PUERTO NARANJAS	PUERTO TUPAC AMARU	15 m	0.130	PASE AEREO
PUERTO TUPAC AMARU	CPM HUARANGUILLO	40 m	15	CARRETERA AFIRMADA
PUERTO NARANJAS	PUERTO HUAQUILLO	15 m	8	ASFALTADA
PUERTO HUAQUILLO	PUERTO CHINCHIPE	15 h	0.12	PASE AEREO
PUERTO CHINCHIPE	SAN JOSE DE LOURDES	30	10	CARRETERA AFIRMADA

FUENTE: Elaboración propia

❖ **ASPECTOS GEOGRAFICOS**

a. Clima

En la zona la temperatura media anual es de aproximadamente de 18°C fluctuando entre 24°C y 16°C con frecuencia de lluvias en los meses de Enero a Mayo y estío a partir de Junio a Diciembre; cuenta con clima variado entre frio templado y cálido.

b. Suelos.

El material que conforma se produce por procesos de geodinámica fluvial, por lo que es común observar presencia de suelos limo-arcillosos. En la parte alta de la localidad, desde la captación, la mayor parte del territorio es rocoso, con partes de terreno arenoso.

c. Hidrología.

La principal fuente de abastecimiento del recurso hídrico superficial en el área de influencia del estudio son las aguas provenientes de subsuelo, que al unirse forman pequeñas quebradas, estas a su vez forman la quebrada Huaranguillo que desemboca en el Rio Chinchipe.

d. Ecología

La ecología pertenece a la zona climática del Bosque Tropical, y la parte alta corresponde al Bosque Espinoso Subtropical. El Bosque Húmedo Montano Bajo tiene un clima ideal para el hombre y los animales.

e. Geomorfología

La morfología están caracterizadas por valles muy amplios en las zonas montañosas que forman planicies en las partes bajas donde los tramos de las quebradas no están bien definidos, de manera que los cauces son muy irregulares ramificándose y uniéndose. También se nota un escurrimiento superficial en lechos inestables.

f. Flora.

La flora presente en la zona de influencia del proyecto está constituida por especies arbustivas predominantemente y pajonales. En el área de influencia del estudio se cuenta con árboles de mediana altura. en lo que se refiera a cultivos, predomina el café, pastizales, Maíz, Yuca, entre los principales

g. Fauna.-

De acuerdo a la visita de campo, este factor ambiental está representado por aves salvajes, propias de la zona descrita como Pumas, zorros, águilas, gavilanes, pavas salvajes, perdices, etc. también tenemos la crianza de animales menores como: gallinas, patos cuyes y entre la crianza de animales mayores tenemos como principal al ganado vacuno, ganado caprino, cerdos ente otros.

3.2.3. Requisitos para evaluar proyectos de agua y saneamiento en zonas de ceja de selva.

Captación y conducción de agua para consumo humano

Según NORMA OS.010 del RNP – reglamento nacional de edificaciones, vamos a ver requisitos para la construcción de la Captación y conducción de agua para consumo humano.

A) Captación

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

A.1) Aguas superficiales

a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.
b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.
c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

A.2) Aguas subterráneas

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

Manantiales

a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.
b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.
c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.
d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.

e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

B) Conducción

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

B.1) Conducción por gravedad

Canales

a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0.60 m/s.
c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

Tuberías

a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0.60 m/s

   La velocidad máxima admisible será:

   Los tubos de concreto = 3 m/s

   En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC = 5 m/s

   Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.
c) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

   Asbesto-cemento y PVC = 0,010

   Hierro Fundido y concreto = 0,015

   Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

d) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N° 3: Coeficientes de fricción «c» en la fórmula de Hazen y Williams

TIPO DE TUBERIA	"C"
Acero sin costura	**120**
Acero soldado en espiral	**100**
Cobre sin costura	**150**
Concreto	**110**
Fibra de vidrio	**150**
Hierro fundido	**100**
Hierro fundido con revestimiento	**140**
Hierro galvanizado	**100**
Polietileno, Asbesto Cemento	**140**
Poli(cloruro de vinillo) (PVC)	**150**

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

Accesorios

a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo. Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión). El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

c) Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

Almacenamiento de agua para consumo humano

Según norma os.030 del RNP – reglamento nacional de edificaciones, vamos a ver requisitos para el almacenamiento de agua para consumo humano

Finalidad: Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento

Aspectos generales

- Determinación del volumen de almacenamiento El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento o de una población de características similares.
- Ubicación Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.
- Estudios Complementarios Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de: topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.
- Vulnerabilidad Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos u otros riesgos que afecten su seguridad.
- Caseta de Válvulas Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojadas en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.
- Mantenimiento Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar con un sistema de «by pass» entre la tubería de entrada y salida o doble cámara de almacenamiento.
- Seguridad Aérea Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

Volumen de almacenamiento

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

Volumen de Regulación: El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

Reservorios: características e instalaciones

Funcionamiento Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

Instalaciones

- Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe
- En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones.
- Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.
- La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño.
- La tubería de rebose deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.
- El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas. Se deberá verificar que la red de alcantarillado receptora tenga la capacidad hidráulica para recibir este caudal. El piso del reservorio deberá tener una pendiente hacia el punto de desagüe que permita evacuarlo completamente.

- El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada o salida de agua. Estará provisto de los dispositivos que eviten el ingreso de partículas, insectos y luz directa del sol.

Accesorios: Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

Clorador en el reservorio

En el caso para estas zonas de ceja de selva es recomendable construir una caseta de cloración donde se instalara un tanque de polietileno de 1100 litros y sus respectivos accesorios.

Redes de distribución de agua para consumo humano

Según norma os.030 del RNP – reglamento nacional de edificaciones, vamos a ver condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.

Requisitos específicos para el diseño

a) Levantamiento Topográfico

La información topográfica para la elaboración de proyectos incluirá:

- Plano de lotización con curvas de nivel cada 1 m. indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.
- Perfil longitudinal a nivel del eje del trazo de las tuberías principales y/o ramales distribuidores en todas las calles del área de estudio y en el eje de la vía donde técnicamente sea necesario.
- Secciones transversales de todas las calles. Cuando se utilicen ramales distribuidores, mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.
- Perfil longitudinal de los tramos que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua existente.
- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas a instalar.

b) Suelos

Se deberá realizar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos:

- Determinación de la agresividad del suelo con indicadores de pH, sulfatos, cloruros y sales solubles totales.
- Otros estudios necesarios en función de la naturaleza del terreno, a criterio del consultor.

c) Población

Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado. La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

d) Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

e) Análisis hidráulico

Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno. Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente. Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N°1. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado del coeficiente de fricción. Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo.

TABLA N° 4: Coeficientes de fricción "c" en la fórmula de Hazen y williams

TIPO DE TUBERÍA	"C"
Acero sin costura	**120**
Acero soldado en espiral	**100**
Cobre sin costura	**150**
Concreto	**110**
Fibra de vidrio	**150**
Hierro fundido	**100**
Hierro fundido dúctil con revestimiento	**140**
Hierro galvanizado	**100**
Polietileno	**140**
Policloruro de vinillo (PVC)	**150**

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

f) Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión. El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente.

En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

g) Velocidad

La velocidad máxima será de 3 m/s.

En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

h) Presiones

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3.50 m a la salida de la pileta.

i) Válvulas

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento. Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.

Deberá evitarse los "puntos muertos" en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

El ramal distribuidor de agua deberá contar con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal.

Redes de aguas residuales

Según la NORMA OS.070 – Reglamento Nacional de Edificaciones, el objetivo es fijar las condiciones exigibles en la elaboración del proyecto hidráulico de las redes de aguas residuales funcionando en lámina libre. En el caso de conducción a presión se deberá considerar lo señalado en la norma de líneas de conducción.

Requisitos específicos para el diseño

a) Levantamiento Topográfico

La información topográfica para la elaboración de proyectos incluirá:

- Plano de lotización del área de estudio con curvas de nivel cada 1 m, indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.
- Perfil longitudinal a nivel del eje del trazo de las tuberías principales y/o ramales colectores en todas las calles del área de estudio y en el eje de la vía donde técnicamente sea necesario.
- Secciones transversales de todas las calles. Cuando se utilicen ramales colectores, mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra, donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.

- Perfil longitudinal de los tramos que se encuentren fuera del área de estudio, pero que sean necesarios para el diseño de los empalmes con las redes del sistema de alcantarillado existentes.
- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas de inspección y/o buzones a instalar.

b) Suelos

Se deberá contemplar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos:

- Determinación de la agresividad del suelo con indicadores de pH, sulfatos, cloruros y sales solubles totales.
- Otros estudios necesarios en función de la naturaleza del terreno, a criterio del proyectista.

c) Población

Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado. La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento por distritos y/o provincias establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

d) Caudal de Contribución al Alcantarillado

El caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80 % del caudal de agua potable consumida.

e) Caudal de Diseño

Se determinarán para el inicio y fin del periodo de diseño. El diseño del sistema de alcantarillado se realizará con el valor del caudal máximo horario.

f) Dimensionamiento Hidráulico

En todos los tramos de la red deben calcularse los caudales inicial y final (Qi y Qf). El valor mínimo del caudal a considerar será de 1.5 l/s.

Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de auto limpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media (σt) con un valor mínimo $\sigma t = 1.0$ Pa, calculada para el caudal inicial (Qi), valor correspondiente para un coeficiente de Manning n = 0.013. La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente expresión aproximada:

$$\mathbf{SoMIN = 0{,}0055\ Qi - 0{,}47}$$

Donde:

SoMIN. = Pendiente mínima (m/m)

Qi = Caudal inicial (l/s)

Para coeficientes de Manning diferentes de 0.013, los valores de Tensión Tractiva Media y pendiente mínima a adoptar deben ser justificados. La expresión recomendada para el cálculo hidráulico es la Fórmula de Manning. Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo.

- La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final Vf = 5 m/s; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista.
- Cuando la velocidad final (Vf) es superior a la velocidad crítica (Vc), la mayor altura de lámina de agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 6.\sqrt{g \,.\, R_H}$$

Dónde: V_c = Velocidad crítica (m/s)

$\mathbf{g}$ = Aceleración de la gravedad (m/s²)

R_H = Radiohidráulico (m)

- La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final (Qf), igual o inferior a 75% del diámetro del colector.
- Los diámetros nominales de las tuberías no deben ser menores de 100 mm. Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160 mm

Plantas de tratamiento de aguas residuales

Según la NORMA OS.090 – Reglamento Nacional de Edificaciones, El objetivo principal es normar el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales.

Pretratamiento

Rejas

Establece las condiciones de diseño que debe cumplir una cámara de rejas.

Criterios de diseño

Esta unidad normalmente es parte de la captación o de la entrada del desarenador.

a) El diseño se efectúa en función del tamaño de los sólidos que se desea retener, determinándose según ello la siguiente separación de los barrotes:
   - Separación de 50 a 100 mm cuando son sólidos muy grandes. Esta reja normalmente precede a una reja mecanizada.
   - Separación de 10 a 25 mm desbaste medio.
   - Separación de 3 a 10 mm: desbaste fino.

b) La limpieza de las rejas puede ser manual o mecánica, dependiendo del tamaño e importancia de la planta, o de la llegada intempestiva de material capaz de producir un atascamiento total en pocos minutos.

c)) La velocidad media de paso entre los barrotes se adopta entre 0.60 a 1 m/s, pudiendo llegar a 1.40 m/s, con caudal máximo.

d) d) Las rejas de limpieza manual se colocan inclinadas a un ángulo de 45º a 60º. Se debe considerar una superficie horizontal con perforaciones en el extremo superior de la reja con la finalidad de escurrir el material extraído.

e) Debe preverse los medios para retirar los sólidos extraídos y su adecuada disposición.

Desarenadores

Establecer las condiciones generales que deben cumplir los desarenadores.

Requisitos

1. Remoción de partículas

a) Aguas sin sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de las partículas de 0.1 mm de diámetro y mayores.

b) Aguas sometidas a sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de la arena de diámetro mayor a 0.2 mm. Deberá proyectarse desarenadores cuando el agua a tratar acarree arenas. Estas unidades deberán diseñarse para permitir la remoción total de estas partículas

2. Criterios de diseño

a) El período de retención deber estar entre 5 y 10 minutos.

b) La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas deber ser inferior a 20.

c) La profundidad de los estanques deberá ser de 1.0 a 3.0 m.

d) En el diseño se deberá considerar el volumen de material sedimentable que se deposita en el fondo. Los lodos podrán removerse según procedimientos manuales o mecánicos.

e) Las tuberías de descarga de las partículas removidas deberán tener una pendiente mínima de 2%.

f) La velocidad horizontal máxima en sistemas sin sedimentación posterior será de 0.17 m/s. y para sistemas con sedimentación posterior será de 0.25 m/s.

g) Deberá existir, como mínimo, dos unidades.

Tratamiento primario

Tanques imhoff

Son tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior.

Para el diseño de la zona de sedimentación se utilizará los siguientes criterios:

a) El área requerida para el proceso se determinará con una carga superficial de 1 m3 /m2 /h, calculado en base al caudal medio.

b) El período de retención nominal será de 1.5 a 2.5 horas. La profundidad será el producto de la carga superficial y el período de retención.

c) El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados, con respecto al eje horizontal, tendrá entre 50 y 60 grados.

d) En la arista central se dejará una abertura para el paso de sólidos de 0.15m a 0.20m. Uno de los lados deberá prolongarse de modo que impida el paso de gases hacia el sedimentador; esta prolongación deberá tener una proyección horizontal de 0.15 a 0.20m.

e) El borde libre tendrá un valor mínimo de 0.30m

f) Las estructuras de entrada y salida, así como otros parámetros de diseño, serán los mismos que para los sedimentadores rectangulares convencionales.

Lechos de secado

a) Los lechos de secado son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados.

b) Previo al dimensionamiento de los lechos se calculará la masa y volumen de los lodos estabilizados. En el caso de zanjas de oxidación el contenido de sólidos en el lodo es conocido. En el caso de lodos digeridos anaerobiamente, se determinará la masa de lodos considerando una reducción de 50 a 55% de sólidos volátiles. La gravedad específica de los lodos digeridos varía entre 1.03 y 1.04. Si bien el contenido de sólidos en el lodo digerido depende del tipo de lodo, los siguientes valores se dan como guía:

- Para el lodo primario digerido: de 8 a 12% de sólidos.
- Para el lodo digerido de procesos biológicos, incluido el lodo primario: de 6 a 10% de sólidos.

c) Los requisitos de área de los lechos de secado se determinan adoptando una profundidad de aplicación entre 20 y 40 cm y calculando el número de aplicaciones por año. Para el efecto se debe tener en cuenta los siguientes períodos de operación:

- Período de aplicación: 4 a 6 horas.
- Período de secado: entre 3 y 4 semanas para climas cálidos y entre 4 y 8 semanas para climas más fríos.
- período de remoción del lodo seco: entre 1 y 2 semanas para instalaciones con limpieza manual (dependiendo de la forma de los lechos) y entre 1 y 2 días para instalaciones pavimentadas en las cuales se pueden remover el lodo seco, con equipo.

d) Adicionalmente se comprobarán los requisitos de área teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

TABLA 5: Tipo de lodos digeridos

TIPO DE LODO DIRIGIDO	(Kg solidos / m². año)
Primario	120 – 200
Primario y filtros percoladores	100 – 160
Primario y lodos activados	60 – 100
Zanjas de oxidación	110 - 200

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

e) Para el diseño de lechos de secado se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1) Pueden ser construidos de mampostería, de concreto o de tierra (con diques), con profundidad total útil de 50 a 60 cm. El ancho de los lechos es generalmente de 3 a 6 m, pero para instalaciones grandes puede sobrepasar los 10 m.

2) El medio de drenaje es generalmente de 0.3 de espesor y debe tener los siguientes componentes:

- El medio de soporte recomendado está constituido por una capa de 15 cm. formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 2 a 3cm. Llena de arena. La arena es el medio filtrante y debe tener un tamaño efectivo de 0.3 a 1.3 mm., y un coeficiente de uniformidad entre 2 y 5. Debajo de la arena se debe colocar un estrato de grava graduada entre 1.6 y 51 mm.(1/6" y 2"), de 0.20 m. de espesor.
- Los drenes deben estar constituidos por tubos de 100 mm. de diámetro instalados debajo de la grava.
- Alternativamente, se puede diseñar lechos pavimentados con losas de concreto o losas prefabricadas, con una pendiente de 1.5% hacia el canal central de drenaje.
- Las dimensiones de estos lechos son: de 5 a 15 m de ancho, por 20 a 45 m de largo.
- Para cada lecho se debe proveer una tubería de descarga con su respectiva válvula de compuerta y losa en el fondo, para impedir la destrucción del lecho.

IV: RESULTADOS

Tenemos como resultados la descripción del sistema que ya está proyectado y ejecutado y corroboramos con los requisitos planteados para ver si alguna variación.

4.1 En el sistema de agua

1. **Captación:**

   Se construirá 01 Captación de ladera con caja de válvulas en el manantial la cámara húmeda será de 1.70 x 1.70 m, por 0.90 m. de altura, contará con una tubería de rebose y limpia de 4" con un cono de rebose de 4". La tubería de salida será de 1 1/2" de diámetro con una canastilla de 4" de diámetro, además tendrán una caja de válvula de 0.70 X 0.75 m. por 0.50 m. de alto, la cual contará con una válvula de compuerta de 2" de diámetro, cada estructura contará además de dos tapas sanitarias metálicas, tal como recomienda el Ministerio de Salud: una de 0.60 m. x 0.60 m. para la caja de captación y otra de 0.70 m. x 0.75 m. de sección para la válvula compuerta.

   Esta captación se diseñó cumpliendo con los requisitos planteados, según la norma OS. 010

2. **Línea de Conducción-Aducción:**

   Se instalara un total de 882.86 ml de tubería distribuido de la siguiente manera:

- 882.858 m de Tubería PVC SAP Ø 2" C-10

  El trazo de esta nueva línea fue considerada para atravesar por terrenos pertenecientes a la comunidad sin dañar a terceros; además se construirá 01 válvula de aire y 01 válvula de purga.

3. **Cámaras y Válvulas:**

   - **Válvula de aire**:

     Se proyecta la construcción de 01 válvula de aire, la cual será ubicada en Progresiva 0+224.284 de la línea de conducción y a una altura de 1386.318 msnm; la cual consta de una válvula de ½", dicha válvula estará protegida con una caja de concreto de 0.60 m por 0.60 m con una altura de 1.20 m y espesor de muro de 0.10 m.

- **Válvula de purga**:

  Se proyecta la construcción de 01 válvula de aire, la cual será ubicada en Progresiva 0+391.957 de la línea de conducción y a una altura de 1396.199 msnm; la cual consta de una válvula de ½", dicha válvula estará protegida con una caja de concreto de 0.60 m por 0.60 m con una altura de 1.20 m y espesor de muro de 0.10 m.

- **Válvula de Control**:

  Se proyecta la construcción de 14 válvulas de control en la red de distribución con la finalidad de regular el sistema tal como se indica:

  - 04 válvulas de control de 3/4".
  - 04 válvulas de control de 1".
  - 02 válvulas de control de 1 ½".
  - 02 válvulas de control de 2"

  Dicha válvula estará protegida con una caja de concreto de 0.60 m por 0.60 m con una altura de 1.20 m y espesor de muro de 0.10 m.

4. Almacenamiento:

Se proyecta consiste en construir un reservorio circular de concreto armado de 28 m3 para abastecer al Centro Poblado de **Huaranguillo**; cuyo dimensiones del reservorio son de 4.3 m de diámetro y una altura de agua de 2.00 m y un borde libre de 0.30 m y espesores de muro de 0.20 m, con tubería de ingreso y salida de PVC SAP 2", un tubería de limpia y rebose de 2" PVC; además se construirá un hipoclorador en losa superior de reservorio.

La ubicación del reservorio se definió de tal manera que abastezca todas las viviendas de esta comunidad, se realizará el revestimiento interior y exterior tanto del reservorio como de la caseta de válvulas, revestido interior con impermeabilizante y revestido exterior con mortero, vereda de protección para el reservorio, se realizara la instalación total de accesorios en la caseta de válvulas, se instalaran accesorios de ventilación, rebose, purga y tapas sanitarias para el reservorio y caseta, además se instalara cerco perimétrico de alambre de púas de 4*20= 80 m2. La ubicación del reservorio es 736900 al este y 9424960 al norte a una altitud de 1379 msnm.

5. **Red de distribución**

Se instalara un total de 2147.89 ml de tubería distribuido de la siguiente manera:

- 1220.895 ml Tubería PVC SAP Ø 3/4" C-10
- 517.084 ml Tubería PVC SAP Ø 1" C-10
- 192.393 ml Tubería PVC SAP Ø 1 1/2" C-10
- 237.519 ml Tubería PVC SAP Ø 2" C-10

6. **Instalaciones de conexiones domiciliarias**:

Se proyecta dar una cobertura del 100% con la instalación de 189 Conexiones Domiciliarias, para lo cual se empleará los siguientes materiales:

- ✓ 1134.00 ml Tubería PVC SAP Ø 1/2" C-10 y accesorios
- 98.00 und. Válvulas y accesorios en Tubería PVC SAP Ø 3/4".
- 39.00 und. Válvulas y accesorios en Tubería PVC SAP Ø 1"
- 12.00 und. Válvulas y accesorios en Tubería PVC SAP Ø ½"
- 40.00 und. Válvulas y accesorios en Tubería PVC SAP Ø 2"

4.2. En el sistema de saneamiento

1. **Colector**

La tubería para el colector será de material PVC – Serie 25, según la Norma ISO 4435, de diámetro nominal DN 200 mm con una longitud total de 2430.00 ml.

2. **Buzones Proyectados.**

Se está proyectando la construcción de 49 unidades de buzones, los buzones proyectados serán de concreto de resistencia 210 kg/cm², cumpliendo las especificaciones técnicas respectivas.

Estos buzones contaran con sus respectivas marco y tapa de seguridad, canaleta de mortero con sus derivaciones según el proyecto, el ingreso y la salida de las tuberías al buzón estarán protegidas con dados de concreto simple.

3. **Cachimbas.**

Se está proyectando la instalación de 189 cachimbas de PVC de 4'' de diámetro, para las instalaciones domiciliarias

4. Conexiones Domiciliarias

Las conexiones consideradas para el sistema de alcantarillado serán de 189 viviendas

Las redes de las conexiones domiciliarias serán de PVC – DN 110 mm., con una longitud total de 1134.00 ml.

Todas las conexiones domiciliarias contaran con sus respectivas cajas domiciliarias pre fabricadas de concreto simple y su respectiva tapa sanitaria.

5. Planta de Tratamiento

Las aguas servidas acumuladas serán vertidas a la planta de tratamiento ubicada en las coordenadas 9 436 900 N; 732 000 E, en la zona de Huaranguillo Bajo llegando con el Buzón 49; las aguas tratadas serán evacuadas a una quebrada seca ubicada cerca de la planta de tratamiento.

La planta de tratamiento está conformada por las siguientes estructuras:

Cámara de rejas, Tanque Imhoff, Filtro Biológico, Lecho de Secado, cámara de cloración.

6. Descarga Final

Una vez que las aguas están tratadas después de pasar por la cámara de contacto con el cloro, se verterán a una quebrada seca que se ubica a una distancia de 150 m aprox. Con respecto a la planta de tratamiento.

4.3. Cuadro resumen de metas

Las metas trazadas para el proyecto para los sistemas de agua potable y alcantarillado, son las siguientes:

Sistema de agua potable:

Tabla N° 6: Resumen metas de agua

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad
Captación de manantial	Und	1.00
Valvula de Aire	Und	1.00
Valvula de purga	Und	1.00
Valvula de control	Und	12
Tubería de conducción PVC SAP Ø 2" C-10	Metro lineal	882.85
Reservorio de Concreto Armado de 28 m3	reservorio	1.00
Tubería de distribución (diferentes diámetros)	Metro lineal	2,147.89
Tubería para conexiones domiciliarias	Metro lineal	1,134.00

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

Sistema de alcantarillado

Tabla N° 7: resumen de metas saneamiento

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Colectores	Metro lineal	2,429.97
Buzones	Unidad	49.00
Conexiones domiciliarias	Unidad	189.00
Tubería para conexiones domiciliarias	Metro lineal	1134.00
Cámara de rejas	Unidad	1.00
Tanque Imhoof	Unidad	1.00
Filtro biológico	Unidad	1.00
Lecho de secado	Unidad	1.00
Cámara de contacto con cloro	Unidad	1.00

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

V. DISCUSIÓN

La investigación tuvo el objetivo de Proponer requisitos para la evaluación de proyectos de mejoramiento de agua y saneamiento en zonas de ceja de selva en el Perú: caso centro poblado Huaranguillo – San José de Lourdes, San Ignacio, Cajamarca, así que se propusieron más de un modelo de sistemas de agua y saneamiento, habiendo sistemas convencionales y no convencionales.

El centro poblado ubicado en ceja de selva y por ser un lugar donde su gran mayoría de población está más concentrada que dispersa se tomó la opción de tener un sistema de agua convencional, ya que su captación está más alta que la localidad se optó por un sistema de gravedad sin planta de tratamiento, no es necesario una planta de tratamiento porque se está captando de un manantial de ladera.

Se puede ver que a esta localidad se ha construido un reservorio de almacenamiento de agua de 28 m^3, cuenta con hipoclorador para potabilizar el agua y sea de mejor calidad, este sistema de cloración es de concreto y está ubicado en la loza del reservorio.

En cuando al sistema de desagüe se proyecta la construcción de un sistema de alcantarillado para la zona más habitada y con viviendas concentradas. El sistema que está conformado por Emisores, Redes de Alcantarillado, conexiones domiciliarias y una disposición final de las aguas residuales mediante una planta de tratamiento de aguas residuales la misma que consta de las siguiente estructuras: cámara de rejas. Tanque Imhoff, Lecho de secado, Filtro biológico y una cámara de contacto de cloración.

Entonces ya que la localidad cumple con los requisitos y su geografía es buena entonces se ve que el sistema va a funcionar con total normalidad ya que el sistema escogido es el correcto por ser una población concentrada.

Podemos apreciar que todos los elementos del sistema cumplen con los requisitos planteados para zonas de ceja de selva, pero como mejoramiento podemos proponer un sistema de cloración más implementado con su caseta de cloración protegida del sol y lluvia, el hipoclorador de este sistema está al aire libre y como es de concreto está expuesto al sol y lluvia, que es su principal característica de esta zona de ceja de selva.

La captación no cuenta con una protección según lo evaluado, proteger un manantial es importante porque son lugares donde el agua subterránea sale a la superficie en forma natural. Como el agua de manantial se filtra en las rocas y el suelo y circula rápidamente, puede considerarse potable siempre que no se contamine en la superficie, para proteger el área que rodea al manantial, colocar un cerco perimétrico alrededor de éste y cavar una zanja de drenaje para desviar la escorrentía superficial y los residuos. Esto también mantendrá a los animales alejados del lugar.

Sembrar árboles nativos cerca del manantial para protegerlo aún más. Los árboles evitan la erosión y hacen del lugar un sitio más agradable para recoger agua, con la siembra de árboles ayudamos a que el agua en tiempo de verano no disminuya mucho y que el Centro Poblado Huaranguillo tenga agua las 24 horas del día.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- En este proyecto de investigación se formularon y propusieron requisitos para evaluar proyectos de saneamiento en zonas de ceja de selva:

REQUISITOS

Captación

Aguas superficiales:

Estas obras no deben modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación. Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción.

Aguas subterráneas:

- ✓ Deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.
- ✓ Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.
- ✓ La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.
- ✓ Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación.

Línea Conducción por gravedad:

- ✓ Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.

Válvula de aire: Se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo.

Válvula de purga: Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

El reservorio:

- ✓ Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe
- ✓ En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento.

Clorador en el reservorio:

- ✓ En el caso para estas zonas de ceja de selva es recomendable construir una caseta de cloración donde se instalara un tanque de polietileno de 1100 litros y sus respectivos accesorios.

Las redes de distribución de agua
Levantamiento Topográfico: Plano de lotización con curvas de nivel cada 1 m.
Suelos: Se deberá realizar el reconocimiento general del terreno.
Población: Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.
Análisis hidráulico: Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla
Diámetro mínimo: El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.
Válvulas: La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Planta de tratamiento de aguas residuales
Pretratamiento
Rejas: El diseño se efectúa en función del tamaño de los sólidos que se desea retener.
Remoción de partículas: Aguas sometidas a sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de la arena de diámetro mayor a 0.2 mm. Deberá proyectarse desarenadores cuando el agua a tratar acarree arenas.

Tratamiento primario
Tanques imhoff: Son tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior.
Lechos de secado: Los lechos de secado son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados.

- Se evaluó el proyecto de agua y saneamiento del centro poblado de Huaranguillo, ubicado en zona de ceja de selva tiene una muy buen diseño y construcción con buenas estructuras en los dos sistemas (agua y saneamiento), pero se debe mejorar es su sistema de cloración, las constantes lluvias en esta zona puede deteriorar al sistema que se encuentra al aire libre.

6.2. RECOMENDACIONES

- Mejorar el sistema de cloración a solicitud de la comunidad y/o pidiendo apoyo a la Municipalidad Distrital de San José de Lourdes.

- La Municipalidad Distrital de San José de Lourdes a través del Área Técnica Municipal tiene que poner interés con la población del centro poblado en el cuidado y mantenimiento en el sistema y la cloración con apoyo del Centro de Salud

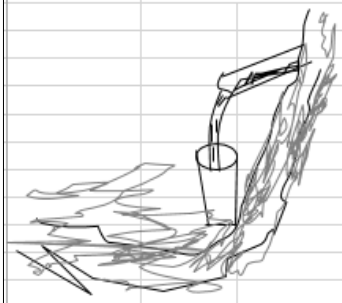
- La junta administradora del sistema (JASS) tenga un manual de limpieza y mantenimiento del sistema, para que el sistema tenga un buen funcionamiento.

- Se recomienda cerco perimétrico para la captación, para evitar la contaminación por parte de los animales y personas.

VII. ANEXOS

IMAGEN N° 1: Aforo del agua por el método volumétrico

Manantial: MANANTIAL HUARANGUILLO



Q=V/t

Q: Caudal en lt./seg

V: Volumen de Recipiente en litros

t: Tiempo promedio en seg.

Datos a Ingresar :

NRO DE PRUEBAS	VOLUMEN (Litros)	TIEMPO (seg)	CAUDAL MINIMO (lit/seg)
1	6.50	3.00	2.167
2	6.00	3.50	1.714
3	6.40	3.25	1.969
PROMEDIO			1.95

CARACTERISTICAS DE DISEÑO

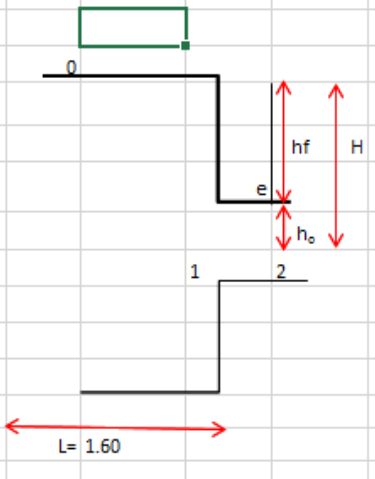
DE ACUERDO A VERIFICACION INSITU SE DEFINE QUE LA ESTRUCTURA DE LA CAMARA DE CAPTACION DEBERÁ SER DEL TIPO 1 CON DIMENSIONES ESTIMADAS DE ACUERDO AL PLANTEAMIENTO HIDRAULICO.

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

CAPTACIÓN

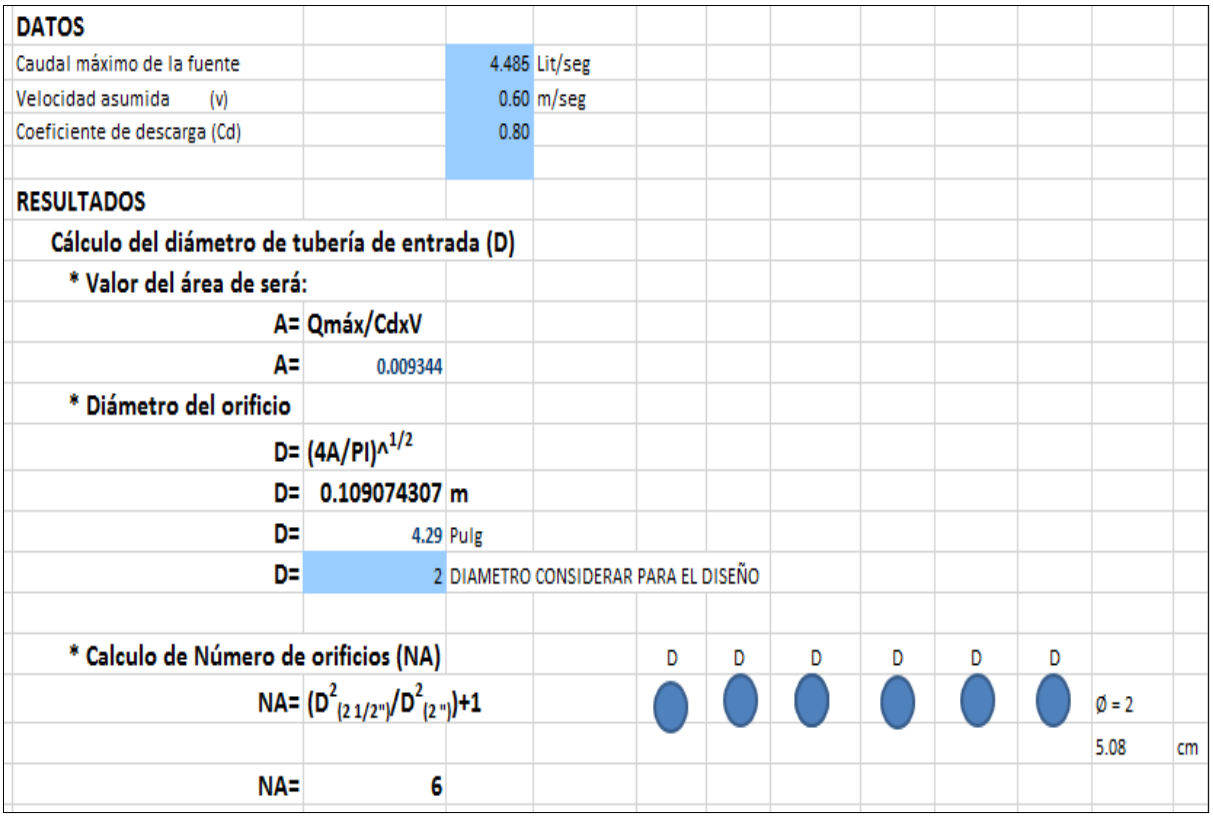
IMAGEN N° 2: Calculo de distancia entre afloramiento y cámara húmeda

DATOS		
Velocidad asumida	0.60	m/seg
Altura (H)	0.50	m
RESULTADOS		
H_o= 1.56	$\frac{V^2}{2G}$	
H_o	0.03	m
Hf	= H-Ho	
Hf	0.47	m
L	1.60	m



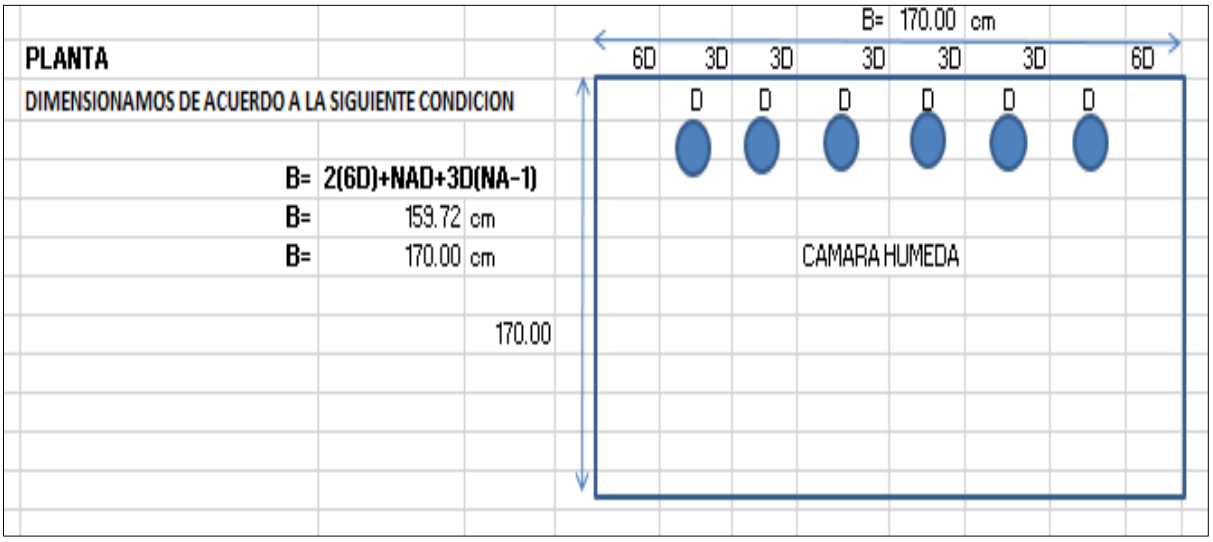
Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 3: Ancho de la pantalla



Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 4: Dimensionamiento de cámara



Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

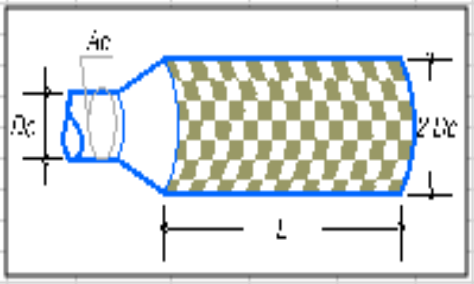
IMAGEN N° 5: dimensiones de la cámara

ALTURA DE CAMARA HUMEDA (ht)						
DATOS	Qmd=	1.966	Lit/seg	E =	30.0	
A: Altura de sedimentación (min 10cm)	A	10.00	cm			tubo de ingres
E: Borde libre (10 a 30cm)	E	30.00	cm	D =	3.0	
D: Desnivel (min 3cm) entre ingreso de agua afloramiento y el nivel agua camara humeda	D	3.00	cm			
B: Tubería de salida considera la mitad del diametro de la canastilla	B	2.54	cm	H =	30.0	
H: Altura de agua						
CALCULO DE CARGA REQUERIDA (H)				B=	2.54	tubería de salida
CAUDAL MAXIMO DIARIO		0.00197	m3/Seg	A=	10.00	
AREA DE TUBERIA DE SALIDAD		0.002	m2			
ACELERACION D ELA GRAVEDAD		9.810				
	$H = C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$					
	H=	0.07	m	=	7.483	cm.
Para facilitar el paso del agua se asume una altura minma de H			30 cm			
	ht=	75.5	cm			
	ht=	80.00	cm			

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 6: Dimensionamiento de la canastilla

Diámetro de línea de conducción=		2	"								
Dcanastilla=	2xDc=	4	"								
Longitud de Canastilla (L) sea mayor a 3Dc y menor a 6Dc											
L=	3xDc	15.24	cm	2"							
L=	6xDc	30.48	cm								
L=	asumida	25.00	cm								
CALCULO DEL AREA TOTAL DE RANURAS											
Ancho de ranura	5	mm	0.005	m						25.00	
Largo de ranura	7	mm	0.007	m							
área de ranura (Ar)	35	mm^2	0.000035	m^2							
AC=	$(\P Dc^2)/4$										
AC=	0.0020268	m^2									
At=	2Ac										
At=	0.0040537	m^2									
El valor de At no debe ser mayor al 50% del área toral del área lateral de la granada (Ag)											
Ag=	0.50 x Dg x L										
para											
Dg=	4	"									
L=	0.25	m									
Ag=	0.03989832	m2									
Por consiguiente:	At	<	Ag	OK!							
N° de ranuras	Área total de ranuras										
	Área de ranuras										
N° de ranuras	**115**										



Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 7: Reboce y limpieza

D=	$\frac{0.71xQ^{0.38}}{hf^{0.21}}$				
Hf=	0.015 m/m (valor recomendable)				
D=	3.03	"	Resultado del calculo		
D=	4	"	Diámetro Comercial asumido		
D=	4	"	Cono de rebose de 4" x 8"		

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

❖ POBLACIÓN Y DEMANDA

IMAGEN N° 8: Datos

- N° de Familias		189	
- N° Personas/familia		4	
- Población actual	Pa =	**736.000**	Habitantes
- Tasa de crecimiento	r =	1.97	Por mil hab.
- Periodo de diseño	t =	20.00	Años
- Dotación de agua	D =	120.00	Lit/Hab/pers
- Coeficiente de consumo máximo diario	K1 =	1.30	
- Coeficiente de consumo máximo horario	K2 =	2.00	
- Coeficiente de regulación del reservorio	K3 =	0.20	
- Coeficiente por variación anual	Gr =	1.20	
- Coeficiente de variación estacional	Ko =	0.10	
- Caudal de la fuente - minimo	Qf =	**1.95**	Lit/seg

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 9: Resultados

POBLACION DE DISEÑO:	Pf =	1 089.000	Habitantes
Pf=Pa*(1+r)^t			

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 10: Demanda agua

DEMANDA DE AGUA:			
- Consumo promedio anual	Qm =	1.513	Lit/seg
$Qm = \frac{Pf.D}{86400}$			
- Consumo máximo diario	Qmd =	1.966	Lit/seg
$Qmd = k_1 Qm$			
- Consumo máximo horario	Qmh =	3.025	Lit/seg
$Qmh = k_2 Qm$			

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 11: Reservorio

- Volúmen de almacenamiento neto de agua	Valm. =	26.136	m3.
$Valm. = \frac{0.20.Qmx\ 24\ Horas}{1000}$			
- Volúmen Contra Incendio	VCI =	0.000	m3.
No es necesario por tener una poblacion menor a 10 000 habitantes			
- Volumen total de Almacenamiento	Vtotal =	26.136	m3.
Vtotal= Valm.+VCI			
	Se asume	27.00	m3.
- Tiempo de llenado del reservorio	Tiempo =	2.479	Horas
$Tiempo = \frac{Vtotal}{Qmh}$			

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

❖ LÍNEA DE CONDUCCIÓN

IMAGEN N° 12: Diseño hidráulico con tuberías PVC

DISEÑO HIDRAULICO CON TUBERIAS PVC.			
DATOS:			
- Población futura	Pf =	1 089.000	Habitantes
- Dotación de agua	Dot =	120.000	Lit/dia/persona
- Coefeciente por consumo máximo diario	K1 =	1.300	
RESULTADOS:			
- Caudal promedio diario anual	Qm =	1.513	Lit/seg
- Caudal máximo diario	Qmh =	**1.966**	Lit/seg
CONDICION:			
- Velocidad minima	Vmin =	0.600	mt/seg
- Velocidad máxima admisible	Vmáx =	3.000	mt/seg

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 13: Cuadro de resumen de cálculo hidráulico

TRAMO	CAUDAL Qmd Lit/seg	LONGITUD LRT (m)	COTA DINAMICO INICIAL (msnm)	COTA DINAMICO FINAL (msnm)	DISNIV. H (m)	Ø DE TUBO CALCUL. D (Pulgadas)	Ø DE TUBO COMER. D (Pulgadas)	VELOCIDAD V (m/seg)	PERDIDA DE CARGA UNIT hf (m/m)	PERDIDA DE CARGA EN TRAMO Hf (m/m)	COTA PIEZOMETRICA INICIAL (msnm)	COTA PIEZOMETRICA FINAL (msnm)	PRESION INICIO P (m)	PRESION FINAL P (m)	TUBERIA CLASE
CAPT. - RESERV	1.966	882.858	1 433.740	1 380.980	52.760	1.631	2	0.970	0.022	19.537	1 433.740	1 414.203	0.000	33.223	10
LONGITUD LINEA DE CONDUCCION PROYECTADO			**882.858** Mts.												
NOTA:	- NO ES NECESARIO LA INSTALACION DE CAMARAS ROMPE PRESIONES, DEBIDO A QUE LA TUB. C-10 SOPORTA LA PRESION DE SALIDAD QUE SE INDICA EN LA HOJA DE CALCULO														

Fuente: expediente “mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca”

❖ CALCULO HIDRÁULICO RED DE DISTRIBUCIÓN

IMAGEN N° 14: Diseño hidráulico por sistema ramificado, con tubería PVC

DISEÑO HIDRAULICO POR SISTEMA RAMIFICADO, CON TUBERIA PVC			
DATOS:			
- Población futura	Pf =	1 089.000	Habitantes
- Dotación de agua	Dot =	120.000	Lit/dia/persona
- Coefeciente por consumo máximo horario	K2 =	2.000	
RESULTADOS:			
- Caudal promedio diario anual	Qm =	1.513	Lit/seg
- Caudal máximo horario	Qmh =	3.025	Lit/seg
- Consumo unitario	Qunit =	**0.0028**	Lit/seg/hab.
CONDICION:			
- Velocidad mínima	Vmín =	0.600	mt/seg
- Velocidad máxima admisible	Vmáx =	3.000	mt/seg
- Presión estática mínima	Pmín =	10.000	mt
- Presión estática máxima	Pmáx =	50.000	mt

Fuente: expediente "mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca"

IMAGEN N° 15: Cuadro resumen del cálculo hidráulico

TRAMO (m)	N° FAM.	POBLAC. FUT. POR TRAMO	CAUDAL (Lit/seg)		LONGITUD LRT (m)	PENDIENTE S o/o	DIAMETRO DE TUBO (pulgadas)		VELOCID. (m/seg)	PERDIDA DE CARGA		COTA PIEZOMETRICA (msnm)		COTA TERRENO (msnm)		PRESION ESTATICA (m)		TUBERIA CLASE
			TRAMO	DISEÑO			CALC.	COMER.		UNITARIO (o/o)	TRAMO (m)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	
RESERV - N 1	189	1089	3.0250	3.0250	18.757	193.528	1.510	2	1.492	49.098	0.921	1380.980	1380.059	1380.980	1377.350	0.000	2.709	10
N 1 - N 2	4	23	0.0639	3.0201	28.400	183.099	1.526	2	0.680	48.952	1.390	1380.059	1378.669	1377.350	1372.150	2.709	6.519	10
N 2 - N 3	6	35	0.0959	2.9562	35.404	170.998	1.535	2	0.662	47.052	1.666	1378.669	1377.003	1372.150	1366.096	6.519	10.907	10
N 3 - N 4	2	12	0.0320	0.4794	40.666	16.377	1.244	1 1/2	0.661	6.590	0.268	1377.003	1376.735	1366.096	1365.430	10.907	11.305	10
N 3 - N 6	2	12	0.0320	0.0320	67.656	5.410	0.558	3/4	0.674	1.282	0.087	1377.003	1376.916	1366.096	1365.730	10.907	11.186	10
N 4 - N 5	1	6	0.0160	0.0160	17.840	368.834	0.180	3/4	0.056	0.356	0.006	1376.735	1376.729	1365.430	1358.850	11.305	17.879	10
N 3- N 9	6	35	0.0959	2.3490	25.720	402.255	1.180	2	0.656	30.750	0.791	1377.003	1376.212	1366.096	1355.750	10.907	20.462	10
N 4 - N 8	3	17	0.0479	0.4314	27.744	417.388	0.615	1 1/2	0.625	5.423	0.150	1376.735	1376.585	1365.430	1353.850	11.305	22.735	10
N 8 - N 7	0	0	0.0000	0.0000	19.370	85.183	0.000	3/4	0.659	0.000	0.000	1376.585	1376.585	1353.850	1355.500	22.735	21.085	10
N 8 - N 13	2	12	0.0320	0.3835	24.078	5.399	1.435	1 1/2	0.660	4.361	0.105	1376.585	1376.480	1353.850	1353.720	22.735	22.760	10
N 9 - N 8	3	17	0.0479	0.0479	34.279	55.428	0.404	3/4	0.784	2.714	0.093	1376.212	1376.119	1355.750	1353.850	20.462	22.269	10
N 9 - N 14	5	29	0.0799	2.2052	32.866	21.603	2.100	2	0.614	27.358	0.899	1376.212	1375.313	1355.750	1355.040	20.462	20.273	10
N 14 - N 13	4	23	0.0639	0.0639	47.558	27.756	0.519	3/4	0.985	4.620	0.220	1375.313	1375.093	1355.040	1353.720	20.273	21.373	10
N 13 - N 12	0	0	0.0000	0.0160	20.074	177.842	0.209	3/4	0.657	0.356	0.007	1376.480	1376.472	1353.720	1350.150	22.760	26.322	10
N 12 - N 11	0	0	0.0000	0.0160	11.637	253.502	0.195	3/4	0.658	0.356	0.004	1376.472	1376.468	1350.150	1353.100	26.322	23.368	10
N 11 - N 10	1	6	0.0160	0.0160	28.060	67.712	0.255	3/4	0.056	0.356	0.010	1376.468	1376.458	1353.100	1355.000	23.368	21.458	10
N 13 - N 20	3	17	0.0479	0.3356	46.677	28.279	0.971	1 1/2	0.659	3.407	0.159	1376.480	1376.321	1353.720	1355.040	22.760	21.281	10
N 20 - N 21	4	23	0.0639	0.2876	39.376	134.600	0.665	1	0.568	18.417	0.725	1376.321	1375.595	1355.040	1349.740	21.281	25.855	10
N 21 - N 22	4	23	0.0639	0.2237	40.048	14.732	0.952	1	0.441	11.569	0.463	1375.595	1375.132	1349.740	1349.150	25.855	25.982	10
N 22 - N 23	10	58	0.1598	0.1598	76.678	77.597	0.595	3/4	0.619	25.169	1.930	1375.132	1373.202	1349.150	1355.100	25.982	17.602	10
N 14 - N 25	8	46	0.1278	0.4634	74.160	134.035	0.798	1	0.915	44.505	3.301	1375.313	1372.012	1355.040	1345.100	20.273	26.912	10

Fuente: expediente “mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca”

IMAGEN N° 16: Cuadro resumen del cálculo hidráulico

N25 - N24	3	17	0.0479	0.0959	37.317	8.039	0.781	1	0.623	2.413	0.090	1372.012	1371.922	1345.100	1345.400	26.912	26.522	10
N25 - N26	15	86	0.2397	0.2397	81.650	96.754	0.664	3/4	0.841	53.289	4.351	1372.012	1367.661	1345.100	1337.200	26.912	30.461	10
N24 - N30	0	0	0.0000	0.0479	45.738	30.609	0.456	1	0.678	0.669	0.031	1371.922	1371.892	1345.400	1344.000	26.522	27.892	10
N30 - N31	0	0	0.0000	0.0479	39.707	93.183	0.363	3/4	0.689	2.714	0.108	1371.892	1371.784	1344.000	1340.300	27.892	31.484	10
N31 - N32	1	6	0.0160	0.0479	52.832	81.390	0.373	3/4	0.613	2.714	0.143	1371.784	1371.641	1340.300	1344.600	31.484	27.041	10
N32 - N33	2	12	0.0320	0.0320	71.182	132.056	0.289	3/4	0.112	1.282	0.091	1371.641	1371.549	1344.600	1335.200	27.041	36.349	10
N14 - N15	3	17	0.0479	1.5979	26.701	160.668	1.230	2	0.617	15.077	0.403	1375.313	1374.910	1355.040	1350.750	20.273	24.160	10
N15 - N16	13	75	0.2077	1.5500	69.671	6.459	2.353	2	0.765	14.251	0.993	1374.910	1373.917	1350.750	1351.200	24.160	22.717	10
N16 - N17	3	17	0.0479	0.0479	24.611	113.770	0.348	3/4	0.168	2.714	0.067	1373.917	1373.851	1351.200	1354.000	22.717	19.851	10
N16 - N26	9	52	0.1438	0.3036	51.177	273.560	0.587	1	0.599	20.355	1.042	1373.917	1372.876	1351.200	1337.200	22.717	35.676	10
N26 - N33	10	58	0.1598	0.1598	53.811	37.167	0.692	3/4	0.613	25.169	1.354	1372.876	1371.521	1337.200	1335.200	35.676	36.321	10
N16 - N18	3	17	0.0479	0.9907	33.228	57.181	1.268	1 1/2	0.686	25.242	0.839	1373.917	1373.079	1351.200	1353.100	22.717	19.979	10
N18 - N27	8	46	0.1278	0.6392	49.142	268.609	0.781	1	0.623	80.684	3.965	1373.079	1369.114	1353.100	1339.900	19.979	29.214	10
N27 - N26	10	58	0.1598	0.1598	59.313	45.521	0.664	3/4	0.632	25.169	1.493	1369.114	1367.621	1339.900	1337.200	29.214	30.421	10
N27 - N34	7	40	0.1119	0.3515	30.627	156.724	0.695	1	0.634	26.697	0.818	1369.114	1368.296	1339.900	1344.700	29.214	23.596	10
N34 - N33	0	0	0.0000	0.0000	19.101	497.356	0.000	3/4	0.678	0.000	0.000	1368.296	1368.296	1344.700	1335.200	23.596	33.096	10
N34 - N35	7	40	0.1119	0.1119	49.871	174.250	0.440	3/4	0.789	13.011	0.649	1368.296	1367.647	1344.700	1336.010	23.596	31.637	10
N35 - N36	0	0	0.0000	0.0000	29.435	78.478	0.000	3/4	1.789	0.000	0.000	1367.647	1367.647	1336.010	1333.700	31.637	33.947	10
N34 - N39	6	35	0.0959	0.1278	98.297	241.106	0.433	3/4	2.789	16.656	1.637	1368.296	1366.659	1344.700	1321.000	23.596	45.659	10
N39 - N40	2	12	0.0320	0.0320	82.351	6.072	0.545	3/4	3.789	1.282	0.106	1366.659	1366.553	1321.000	1320.500	45.659	46.053	10
N18 - N19	1	6	0.0160	0.3036	92.095	55.378	0.814	1	4.789	20.355	1.875	1373.079	1371.204	1353.100	1358.200	19.979	13.004	10
N19 - N29	3	17	0.0479	0.2876	57.404	256.080	0.583	1	5.789	18.417	1.057	1371.204	1370.147	1358.200	1343.500	13.004	26.647	10
N29 - N28	7	40	0.1119	0.1119	76.026	46.037	0.579	3/4	6.789	13.011	0.989	1370.147	1369.158	1343.500	1340.000	26.647	29.158	10
N28 - N27	0	0	0.0000	0.0000	10.885	9.187	0.000	3/4	7.789	0.000	0.000	1369.158	1369.158	1340.000	1339.900	29.158	29.258	10
N29 - N36	1	6	0.0160	0.1278	37.914	258.480	0.427	3/4	7.789	16.656	0.632	1370.147	1369.515	1343.500	1333.700	26.647	35.815	10
N36 - N37	1	6	0.0160	0.0160	32.014	6.247	0.416	3/4	8.789	0.356	0.011	1369.515	1369.504	1333.700	1333.500	35.815	36.004	10
N36 - N38	6	35	0.0959	0.0959	78.743	121.662	0.447	3/4	0.724	9.782	0.770	1369.515	1368.745	1333.700	1324.120	35.815	43.625	10
CAUDAL REQUERIDO		1089.00	3.0250	3.025	lts/seg													
LONGITUD LINEA DE DISTRIBUCION PROYECTADO					2,147.89	Mts.												
NOTA:	SON NECESARIAS LAS INSTALACIONES DE 12 VALVULAS REDUCTORAS DE PRESIONES, DEL CUAL LA PRESION DE SALIDA SE INDICA EN LA HOJA DE CALCULO																	

Fuente: expediente “mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del centro poblado huaranguillo, distrito de san José de Lourdes - san Ignacio - Cajamarca

WIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Albán, W. - (2005)
  CIUDADANOS SIN AGUAS: análisis de un derecho vulnerable

- ✓ Bravo, J – (2017)
  SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN EL PERÚ

- ✓ Expediente técnico "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CENTRO POBLADO HUARANGUILLO, DISTRITO DE SAN JOSÉ DE LOURDES - SAN IGNACIO - CAJAMARCA" , CODIGO SNIP - 258153

- ✓ Flórez, R – (2014).
  ANALISIS DEL PROBLEMA DEL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO: CIUDAD DE PUNO

- ✓ Jiménez, J – (2013)
  MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO

- ✓ Linnéa, M – (2009)
  DISEÑO DE UN SISTEMA SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN ZONAS RURALES DE PERÚ

- ✓ Naciones Unidas, 2018
  AGUA

- ✓ Unicef, 2017
  PROGRESOS EN MATERIA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO E HIGIENE

- ✓ Villena, J - (2018) -
  CALIDAD DEL AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE