



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable e instalación de saneamiento con bio-digestores de las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, distrito de Buenos Aires – provincia de Picota, San Martín

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Kerenski Umbo Ruíz

Anthony Martín Cenepo Laynes

ASESOR:

Ing. M. Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip

TOMO I

Tarapoto – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable e instalación de saneamiento con bio-digestores de las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, distrito de Buenos Aires – provincia de Picota, San Martín

AUTORES:

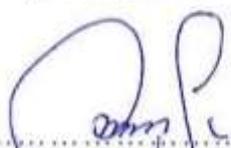
Kerenski Umbo Ruíz

Anthony Martín Cenepo Laynes

Sustentada y aprobada el 24 de julio del 2019, ante el honorable jurado:


.....
Ing. Dr. José Del Carmen Pizarro Baldera
Presidente


.....
Ing. Carlos Segundo Huamán Torrejón
Secretario


.....
Ing. Carlos Enrique Chung Rojas
Vocal


.....
Ing. M. Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip
Asesor

Declaratoria de autenticidad

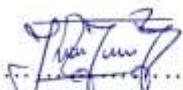
Kerenski Umbo Ruíz, con DNI N° 46398632 y **Anthony Martín Cenepo Laynes**, con DNI N° 46255164, egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable e instalación de saneamiento con bio-digestores de las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, distrito de Buenos Aires – provincia de Picota, San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la *realidad investigada*.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 24 de julio del 2019.


.....
Bach. Kerenski Umbo Ruíz

DNI N° 46398632




.....
Bach. Anthony Martín Cenepo Laynes

DNI N° 46255164

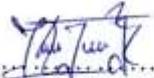


Declaración jurada

Kerenski Umbo Ruíz, con DNI N° 46398632, Domicilio en el Jirón Circunvalación Cumbaza N°302 - Morales y **Anthony Martín Cenepo Laynes**, con DNI N° 46255164, Domicilio en Jirón Pajaten N° 445- La Banda de Shilcayo, a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaramos bajo juramento que**, todos los documentos, datos e información en la presente tesis, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 24 de julio del 2019.


.....
Bach. Kerenski Umbo Ruíz

DNI N° 46398632


.....
Bach. Anthony Martín Cenepo Laynes

DNI N° 46255164

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	LIMBO RUIZ KERENSKI	
Código de alumno :	093168	Teléfono: 961946325
Correo electrónico :	kurfic_20@hotmail.com	DNI: 46398632

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable e instalación de saneamiento con Bio-digestores de las localidades de San Antonio, Santo Tomá y Buena Fe, Distrito de Buenos Aires, Provincia de Pícora, San Martín.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


Firma y huella del Autor



8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

16, 10, 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.

Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Cenepe Jaynes Anthony Martín		
Código de alumno :	073155	Teléfono:	
Correo electrónico :	tonymarted@gmail.com	DNI:	46255164

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	Diseño del sistema de Abastecimiento de agua potable e instalación de saneamiento con biogestores de las localidades de San Antonio, Santo Tomás y Buenafé distrito de Buenavista - Provincia de Pisco San Martín
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


.....
Firma y huella del Autor



8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

16/10/2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.

.....
Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mi Madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida hasta ahora, a mis tías y tíos quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en una profesional. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para forjarme como profesional con buenos principios. A mis hermanos por su apoyo incondicional siempre. A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mis tíos y Rogelio, Gamaniel y Azael, por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

A mis tías Amelia y Orfelinda, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos y aconsejándome para no desviar de mi camino.

A mis hermanos Belmer, Almeyder, kreisler y keyla. Por apoyarme incondicionalmente, que gracias a ellos me forme profesionalmente.

A mi asesor. Ing. **Juvenal Diaz Agip** por su asesoramiento en el desarrollo de mi tesis.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Índice

Dedicatoria.....	xii
Agradecimiento	vii
Índice	viii
Resumen	xi
Abstract.....	xii
 Introducción.....	 1
 CAPÍTULO I.....	 2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
1.1. Generalidades	2
1.2. Exploración preliminar orientando la investigación.....	2
1.3. Aspectos Generales del Estudio	3
1.3.1. Ubicación Geográfica.....	3
1.3.2. Clima	3
1.3.3. Temperatura.....	3
1.3.4. Topografía y tipos de suelo	3
1.3.5. Hidrografía.....	3
1.3.6. Sismología	3
1.3.7. Aspectos demográficos.....	4
1.3.8. Características de los grupos sociales afectados.....	5
 CAPÍTULO II.....	 6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes, planeamiento, delimitación y Formulación del problema.....	6
2.1.1. Antecedentes del problema.....	6
2.1.2. Planteamiento del Problema	7
2.1.3. Delimitación del problema	8
2.1.4. Formulación del problema.....	9
2.2. Objetivos.....	9
2.2.1. Objetivo General.....	9
2.2.2. Objetivos Específicos	9
2.3. Justificación la investigación.....	10

2.4. Delimitación de la investigación	10
2.5. Marco teórico.....	10
2.5.1. Antecedentes de la Investigación	10
2.5.2. Fundamentación teórica.....	14
2.5.3. Marco Normativo del Saneamiento en el Ámbito Rural	70
2.5.4. Normatividad Ambiental Nacional.....	71
2.5.5. Normatividad Ambiental Sectorial	73
2.5.6. Marco Conceptual.....	76
2.5.7. Marco Histórico.....	79
2.6. Hipótesis a demostrar	80
CAPÍTULO III	81
MATERIAL Y MÉTODOS	81
3.1. Materiales... ..	81
3.1.1. Recursos Humanos	81
3.1.2. Recursos Materiales.....	81
3.1.3. Recursos Equipos	81
3.1.4. Otros Recursos.....	81
3.2. Metodología.....	82
3.2.1. Universo y Muestra	82
3.2.2. Sistema de Variables	82
3.2.3. Diseño experimental de la Investigación.....	82
3.2.4. Diseño de Instrumentos	83
3.2.5. Procesamiento de la Información	84
CAPÍTULO III	171
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	171
4.1 Resultados.....	171
4.1.1 Población Actual.....	171
4.1.2 Estimación de la Población Futura.....	171
4.1.3 Caudal Total.....	172
4.1.4 Dotación, Caudales de Diseño y Variación de Consumo.	172
4.1.4.1 Dotaciones.....	172
4.1.4.2 Consumo Promedio (Qp).	172

4.1.4.3 Consumo Máximo Diario (Qmd).....	172
4.1.4.4 Consumo Máximo horario (Qmh).....	173
4.1.4.5 Caudal de diseño del Reservorio.....	173
4.1.4.6 Volumen del reservorio.....	173
4.1.5. Captación.....	173
4.1.6. Cámara de Reunión.....	173
4.1.7. Línea de Conducción.....	174
4.1.8. Desarenador.....	174
4.1.9. Filtro Lento.....	175
4.1.10. Línea de Aducción.....	177
4.1.11. Saneamiento.....	177
4.1.12. Test de Percolación.....	177
4.1.13. Cuadro de Metas.....	179
4.1.14. Resumen del Presupuesto.....	180
4.2. Discusión de resultados.....	180
CONCLUSIONES.....	192
RECOMENDACIONES.....	194
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	195
ANEXOS.....	199

Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolla en las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, Distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martín, los resultados de este proyecto ayudará a mejorar la calidad de vida de la población brindando el servicio de agua potable las veinticuatro horas del día, así como utilizar servicios sanitarios (ducha, lavatorio, inodoro) con tratamiento de aguas residuales (Biodigestor), esto reducirá el alto índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en las localidades objeto de estudio. Para que nuestro sistema haya sido óptimo se ha tenido que recurrir a la revisión de diferentes bibliografías especialmente a guías publicadas en coordinación con el Reglamento Nacional de Edificaciones. “Edificaciones e Instalaciones Sanitarias”, entre otras, así como también diferentes normas entre ellas la “Norma ISO.020-Instalaciones Sanitarias”. Con las recomendaciones que hemos encontrado en las diferentes Guías y Normas se ha diseñado cada componente del sistema desde el cálculo de la población futura hasta el diseño del saneamiento básico que se muestra en las hojas de cálculo bien detallado. Se determinó el presupuesto general del proyecto cuyo costo es de: Cuatro Millones trescientos doce mil ochocientos sesenta y uno y 65/100 (S/. 4’312,861.65), con precios elaborados al mes de abril del 2016 cuyo plazo de ejecución de 150 días calendarios.

Palabras clave: Diseño, sistema, abastecimiento, agua, potable, instalación, saneamiento.

Abstract

This Thesis is developed in the localities of San Antonio, Santo Tomas and Buena Fe, District of Buenos Aires - Province of Picota - San Martin, this project will lead to improve the quality of life of the entire population by providing potable water service twenty-four hours a day, as well as using sanitary services (shower, lavatory, toilet) with wastewater treatment (Biodigestor, percolation well) that will lead to reduce the high rate of gastrointestinal, parasitic and dermal diseases in the localities under study. In order for our system to have been optimal, it has been necessary to resort to the revision of different bibliographies, especially to guides published in coordination with the National Building Regulations. "Buildings and Sanitary Facilities", among others, as well as different standards including "ISO.020-Sanitary Facilities". With the recommendations that we have found in the different Guidelines and Norms, each component of the system has been designed from the calculation of the future population to the design of the basic sanitation that is shown in the very detailed spreadsheets. The general budget of the project was determined whose cost is: Four Million three hundred twelve thousand eight hundred and sixty one and 65/100 (S /. 4'312,861.65), with elaborated prices to the month of April 2016 with a deadline of 155 days calendars

Keywords: Supply system design, potable water, sanitation, installation.



Introducción

El Estado a fin de optimizar el uso de los recursos públicos hoy en día maneja diversos programas de inversión como es el caso del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de inversiones, conocido como INVIERTE.PE., este nuevo sistema nació mediante el decreto legislativo N° 1252, con la finalidad de facilitar inversión pública inteligente para cerrar brechas sociales, procesos más ágiles, formulación de proyectos más simples y el seguimiento en tiempo real de los mismos.

Si se considera la evolución de los servicios de agua potable y saneamiento en los últimos años, pueden identificarse dos puntos de inflexión que impactan la trayectoria de la política pública relativa a dichos servicios en América Latina, y que son fundamentales para entender su actual nivel de desarrollo. La crisis económica y financiera de los años noventa motivó la aplicación de reformas drásticas en el sector de agua potable y saneamiento en la mayoría de los países de la región, al igual que en otros servicios públicos.

En los últimos años, los avances relativos a la construcción de infraestructura y al aumento de la cobertura de agua han sido manifiestos, sin embargo, los desafíos han variado junto con la transformación del sector. Actualmente, la población latinoamericana presenta un nivel adquisitivo mayor, una creciente clase media y manifiestas aspiraciones a contar con un servicio de agua de mejor calidad, que supone acceder al agua potable a través de una cañería, tal situación se vive en un contexto nacional y local donde la demanda por un servicio de calidad y que tiene como objetivo la disminución del índice de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en las localidades de San Antonio, santo tomas y buena fe.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades

El abastecimiento de agua potable por gravedad para las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, distrito de Buenos Aires, Picota, requieren contar con una infraestructura bien diseñada aplicando las diferentes normas permitiendo de esa manera cubrir las necesidades de almacenamiento y servicio de consumo a través de una red instalada en el área donde se encuentra asentada la población; técnicamente la infraestructura concerniente debe responder a los requerimientos que las características geográficas que el lugar presenta, por ello y antes de efectuar las construcciones correspondientes es necesario realizar un estudio de campo, reconocer el lugar en estudio para tener conocimiento sobre la zona y aplicar el criterio al momento de hacer los cálculos y diseño respectivo por otro lado, es imperioso contar con el diseño de la infraestructura de las diferentes partes que componen cada sistema de abastecimiento de agua tal que se pueda minimizar los costos y maximizar los beneficios.

En los últimos años se vienen aplicando en el diseño y cálculo programas informáticos que constituyen una herramienta de mucha importancia para planear, diseñar y planificar actividades que requieren precisión en sus cálculos, en tiempos relativamente cortos.

El presente trabajo de investigación incluye el planeamiento y cálculo de los diferentes indicadores considerados para el diseño del abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, por tanto, se considera el diseño arquitectónico, hidráulico, estructural y tendido de las redes de distribución para el abastecimiento de agua potable, así como también las unidades básicas de Saneamiento.

1.2. Exploración preliminar orientando la investigación

La investigación se desarrolló con las siguientes actividades exploratorias preliminares. Este proceso se realizó mediante una visita de campo, teniendo en cuenta todos los aspectos necesarios que carecen las localidades de estudio que nos puedan interesar para utilizarlo como información final y posteriormente analizar los problemas fundamentales que son de vital importancia para plantear soluciones. Se coordinó con las autoridades hacer un padrón

de toda la población beneficiaria, así como también se realizó el levantamiento topográfico para que posteriormente toda esta información sea procesada en gabinete. Luego de obtener toda la información en campo, se realizó los trabajos en gabinete generando los cálculos hidráulicos, diseños estructurales de los componentes del sistema, presiones, planos, etc.

1.3. Aspectos Generales del Estudio

1.3.1. Ubicación Geográfica

La localidad donde se ejecutará el proyecto, políticamente pertenece al Distrito de Buenos Aires de la Provincia de Picota y Región San Martín. El acceso a estas localidades, desde la ciudad de Tarapoto es por vía terrestre, se logra por medio de la carretera Fernando Belaunde Terry Norte.

1.3.2. Clima

La zona registra una temperatura máxima media de 32°C.

1.3.3. Temperatura

Temperatura media de 28°C y temperatura mínima media de 32°C, con una humedad relativa media de 87%, con una precipitación pluvial anual de 450 mm que se inician con mayor frecuencia en el mes de diciembre, prolongándose hasta el mes de abril.

1.3.4. Topografía y tipos de suelo

La topografía de las localidades de San Antonio de Pujilzapa, Santo Tomas, Bueno Fe es irregular y ondulada en la parte urbana y accidentada en las riberas del río Paujilzapa.

El suelo predominante en la zona del proyecto, es del tipo franco arcilloso con presencia de agregados, que hacen del suelo un terreno duro y compacto.

1.3.5. Hidrografía

El distrito se encuentra rodeado de un importante recurso hídrico, que es el Río Puajilzapa.

1.3.6. Sismología

Las localidades de San Antonio de Pujilzapa, Santo Tomas, Buena Fe, se encuentra incluido dentro del ámbito de la zona de ALTO RIESGO SISMICO, como indican los últimos estudios realizados y lo verifica el último sismo que devastó la zona del Alto Mayo.

En un informe sobre el terremoto de Rioja, el CISMID (Centro de Investigación y Mitigación de Desastres) Indica: “Las manifestaciones Sísmicas de esta Región, están vinculadas directamente a fallas geológicas superficiales o de reciente formación, que forman parte de la tectónica que deforma la Cordillera de los Andes desde tiempos geológicos pasados, la que se encuentra en pleno proceso de levantamiento.”

La falta de antecedentes y registros sísmicos en la Región se debe principalmente al aislamiento de los centros poblados y la falta de vías de comunicación.

1.3.7. Aspectos demográficos.

El distrito de Buenos Aires fue creado mediante Ley del 7 de abril de 1954, en el gobierno del Presidente Manuel A. Odría.

El presente estudio tomó en consideración los datos poblacionales pertenecientes a dichas Localidades mencionadas.

Para calcular datos sobre el número de habitantes tanto en el ámbito urbano y rural, y sus respectivas proyecciones, calculados bajo criterio de un **crecimiento geométrico**, se utilizará la siguiente ecuación:

$$P_F = P_O (1+r)^n$$

Dónde:

P_F = Población futura.

P_O = Población actual (Año 2015)

r = Tasa de crecimiento anual (2.1%).

n = Número de años entre el año final e inicial.

En el cuadro adjunto, se muestra datos de la población urbana y rural de las localidades San Antonio, Santo Tomas, Bueno Fe, Pertenecientes al Distrito de Buenos Aires tomada de los diferentes censos y proyecciones hechas por el Instituto Nacional de Estadística.

Población de las localidades proyectada hasta el año 2038.

PROYECCION POBLACIONAL ANUAL DE LAS LOCALIDADES DEL DISTRITO DE BUENOS AIRES SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA, SANTO TOMAS Y BUENA FE		
AÑO NOMINAL	AÑOS	TOTAL POBLACION
0	2018	1162
1	2019	1171
2	2020	1181
3	2021	1190
4	2022	1199
5	2023	1208
6	2024	1218
7	2025	1227
8	2026	1236
9	2027	1246
10	2028	1255
11	2029	1264
12	2030	1274
13	2031	1283
14	2032	1292
15	2033	1301
16	2034	1311
17	2035	1320
18	2036	1329
19	2037	1339
20	2038	1348

1.3.8. Características de los grupos sociales afectados.

Características Socio- económicas

La estructura económica de las localidades San Antonio de Pujilzapa, Santo Tomas, Buena Fe, pertenecientes al Distrito de Buenos Aires, Provincia Picota se caracteriza por ser predominante la agricultura, ganadería, caza y silvicultura.

La actividad comercial del distrito se basa en la comercialización de productos agrícolas realizada por comerciantes locales rescatistas – acopiadores que a la vez comercializan productos agroindustriales y manufacturados, dicho sector absorbe al 8.2% de la población. La oferta de servicios orientada a la actividad turística es mínima por falta capacitación y escasez de recursos financieros para implementar infraestructuras con potencial para tal fin.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes, planeamiento, delimitación y Formulación del problema

2.1.1. Antecedentes del problema

La ampliación significativa del acceso al consumo de agua potable en zonas rurales de nuestro país, es uno de los principales desafíos que enfrentan las instituciones que están comprometidas en la mejora de la calidad de vida de la población. Los sistemas de abastecimiento de agua potables seguros, adecuados y accesibles, conjuntamente con un saneamiento apropiado, permitirán eliminar o mitigar riesgos provocadas por enfermedades de mayor incidencia en nuestro país, mejorando la situación general de salud, y la disminución de la carga laboral en mujeres y niños.

En desarrollo a nivel mundial hoy en día se fundamenta en el acceso a los servicios básicos en las zonas rurales, con la finalidad de disminuir la precariedad y reducir los índices de pobreza y zonas vulnerables como se los conoce actualmente, para ello es importante que las entidades del gobierno implementen diferentes sistemas de acceso a agua potable y saneamiento con bio-digestores.

A nivel mundial, 2.500 millones de personas no tienen acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento. En la actualidad menos de la mitad de la población de 46 países acceden a saneamiento mejorado, según el informe titulado Progreso en agua y saneamiento: actualización

En el Perú se considera incrementar la cobertura del servicio de agua potable, a través de la instalación de conexiones domiciliarias y complementariamente, atendiendo el incremento vegetativo de la población, orientado a lograr una cobertura del 97%. (1)

En un contexto local en el distrito de Buenos Aires - en las Localidades San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, el Proyecto se identifica como uno de los prioritarios entre los que se tienen en el desarrollo, teniendo en cuenta que es uno de los centros poblados más grande, siendo su población mayor a los 1162 habitantes, es por ello que contar con un sistema de agua potable eficiente es necesario para el crecimiento económico del centro poblado.

Para el desarrollo de la investigación se considera el diseño del sistema de abastecimiento del sistema de agua potable para satisfacer las necesidades de las familias proporcionando mayor garantía sanitaria para el usuario. Las conexiones domiciliarias disminuyen el almacenamiento intra-domiciliario del agua y los riesgos de contaminación asociados a esa práctica. Al momento de hacer un diseño de ingeniería de redes de agua potable, éste se debe ajustar a las características físicas, económicas y socioculturales de la población, es decir considerando aspectos como geografía, cultura y nivel económico de los usuarios en las Localidades San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe.

2.1.2. Planteamiento del Problema

Actualmente la localidad de San Antonio de Pujilzapa, cuenta con un sistema de agua Potable cuya antigüedad es de 20 años, la misma que viene abasteciendo de agua a la localidad, sin embargo, esta sufrirá un mejoramiento, esto con la finalidad de que las localidades alternas (localidades de Santo Tomas, Buena Fe) participen del consumo de dicho elemento, asimismo que la distribución del elemento presente una calidad aceptable, sin la presencia de agentes contaminantes causantes de enfermedades de caracteres endémico, como se viene distribuyendo en la actualidad.

Es importante recalcar que, en los últimos años, se viene evidenciando un alto índice de morbilidad en relación a enfermedades gastrointestinales, parasitarias y diarreicas, la misma que incide significativamente en la disminución de la capacidad inmunológica de la población, en especial en los niños, generando la presencia de enfermedades de carácter infeccioso, y una inadecuada calidad de vida en la población.

La elaboración del presente proyecto de investigación, se debe principalmente a la carencia de servicios de saneamiento básico y al paupérrimo conocimiento de la población en temas de educación sanitaria, por lo cual las autoridades de las localidades afectadas, y las autoridades Municipales y Regionales gestionarán la elaboración de un Proyecto que dé solución al problema percibido.

Con la implementación del proyecto se plantea mejorar las condiciones de salubridad de la población a través de una eficiente prestación de los servicios de agua potable y adecuadas condiciones de evacuación de excretas.

El crecimiento de las poblaciones en la región como producto de las migraciones, data de la década de los 70, con la construcción de la carretera marginal de la Selva, la región San Martín se convirtió en una zona próspera, vista por muchos como potencial para las actividades agrícolas y de extracción.

Es así como la población migrante proveniente en su gran mayoría de la Sierra norte, Alto Amazonas, Lambayeque, Piura, se asentaron en el Distrito de Buenos Aires y en los demás distritos de la provincia, con el objeto de cultivar la tierra, visto por ellos como un potencial para actividades agropecuarias y forestales que hoy en día es el sustento económico, para ello se hizo necesario la construcción de obras de infraestructura básica como caminos vecinales, agua, infraestructura educativa, de salud y otros, que permitiera conectarse entre pueblos y mejorar los servicios básicos que permiten elevar el nivel de vida de la población, creando un ambiente alentador para el desarrollo.

2.1.3. Delimitación del problema

Ante la necesidad de contar con el servicio de agua potable en óptimas condiciones, asimismo con sistemas de saneamientos, módulos de desagüe sanitarios y con un tratamiento de aguas residuales (Bio-digestores), la población de las localidades de San Antonio de Pujilzapa, Santo Tomas, Buena Fe, con sus autoridades locales han efectuado múltiples reuniones, obteniéndose como resultado la ejecución del proyecto del "Diseño del Sistema de abastecimiento de agua Potable y Saneamiento de las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, Distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martín", el cual ha sido priorizado dentro del proceso de planeamiento concertado y presupuesto participativo del distrito de Buenos Aires.

Considerando la importancia que merece el presente proyecto en el aspecto "socioeconómico" de su desarrollo, la población se encuentra comprometida con las actividades necesarias para la ejecución del proyecto, habiéndose formado un comité Pro Agua Potable para la gestión respectiva.

Existe la necesidad de atender el requerimiento de agua Potable, saneamiento con Bio-digestores, Módulos de Desagüe Sanitarios con Tratamiento de Aguas Residuales en dicha Localidad, para garantizar la salubridad de la población, más aun teniendo en cuenta que el gobierno dentro de su política de estado está invirtiendo en proyectos de saneamiento básico.

Es política del Gobierno Nacional, Regional y Local, de intervenir en las zonas alejadas para brindarles la infraestructura básica como soporte para el desarrollo sostenido de su población, así como también es prioridad del Sector Salud, apoyar en proyectos de saneamiento básico en el ámbito urbano y rural, para reducir los altos índices de morbilidad en la población.

2.1.4. Formulación del problema

¿De qué manera el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento reducirá el alto índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, Distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martin?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Elaborar el Diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento para mejorar la calidad del servicio de agua potable y la eficiencia del servicio de saneamiento en las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, Distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martin.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Efectuar el estudio socioeconómico.
- Realizar el levantamiento topográfico completo de la zona delimitada que corresponde a la investigación.
- Determinar la población beneficiaria directa en el área de estudio y realizar el cálculo de la población futura.
- Diseñar las estructuras adecuadas en dicho proyecto
- Verificar los parámetros de diseños de las tuberías de la línea de aducción y distribución.
- Generar una mejor calidad de vida con este proyecto disminuyendo el Alto índice de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en la zona.

2.3. Justificación la investigación

Mejorar la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable y saneamiento que actualmente se brinda a las localidades San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, ,mediante el diseño óptimo de un sistema de agua potable y saneamiento con Biodigestores

2.4. Delimitación de la investigación

- Se limita a presentar un análisis descriptivo y propositivos para la solución del problema.
- La investigación se limita debido a que los resultados a presentar solo serán aplicables a la realidad del centro poblado.

2.5. Marco teórico

2.5.1. Antecedentes de la Investigación

Internacional

Lam, José Andrés (2) en su investigación “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango” concluye que con la realización del Ejercicio Profesional Supervisado EPS, con apoyo de INFOM-UNEPAR, se analizaron las necesidades de los servicios básicos y de infraestructura que carecen en la aldea Captzín Chiquito, por lo que se atendió la solicitud del comité realizando un estudio y planificación de un proyecto de agua potable. El sistema de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas. Además, el sistema de distribución funcionará por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas. En tanto el criterio para determinar la dotación dependió directamente de poder tener una vida útil adecuada para que el sistema sea viable y funcional. Además, por la magnitud del proyecto se designó la dotación mínima para optimizar y reducir los costos; por último, los beneficiarios del proyecto formulado podrán solucionar y mejorar la situación actual en que viven, al ejecutar el sistema con los componentes adecuados para conducir, almacenar, desinfectar y distribuir el vital líquido.

Alvarado, Paola (3) en su investigación “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá” concluye que con el buen

uso y mantenimiento adecuado del proyecto, se beneficiará a las futuras generaciones, constituyéndose la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la comunidad de San Vicente, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los moradores de este sector. En la normativa ecuatoriana NTE INEN 1 108:2006 y de acuerdo a los resultados obtenidos en los respectivos análisis físico – químico y bacteriológico, se observa que en las dos muestras el límite permisible de los gérmenes totales se encuentran fuera del rango; por tal motivo se eligió la desinfección como único tratamiento, y los parámetros restantes físico – químicos como es pH, turbiedad, dureza y sólidos totales cumplen con los requerimientos de la normativa, y por último la línea de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable se diseñó con tubería de Policloruro de vinilo (PVC) de diámetro de 1” (32 mm), la velocidad se encuentra en el rango recomendados por la normativa ecuatoriana de 0.45 – 2.5 m/s.

Batres, José Gerardo; Flores, David Israel y Quintanilla, Alberto Enrique (4) en su investigación “Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de San Luis del Carmen, departamento de Chalatenango” concluye que con el rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de San Luis Del Carmen se resuelve satisfactoriamente el desabastecimiento existente en la zona alta del municipio; ya que por medio de los resultados obtenidos en la simulación realizada en EPANET (programa utilizado como herramienta de diseño), podemos garantizar que la red podrá dar cumplimiento a la demanda proyectada, para un periodo de diseño de 20 años. La topografía existente en el municipio de San Luis del Carmen, se ajusta lo suficiente para la implementación de un sistema de alcantarillado de aguas negras que trabaje por gravedad, con lo cual se reducen los costos de construcción y mantenimiento, además de lograr con ello mejorar las condiciones sanitarias de la población de todo el casco urbano del municipio. Con la construcción del Sistema de Drenaje de Aguas Lluvias en el casco urbano del Municipio de San Luis del Carmen se solventará el problema de excesivas crecidas que se generan en las calles de este, ya que por medio del sistema de drenaje se evacuarán y se conducirán todos los caudales de escorrentía que son generados para su pronta deposición a canales naturales (Quebradas). Por último, la determinación de la Intensidad de diseño se hizo para un periodo de retorno de 25 años, ya que el proyecto se encuentra en la zona rural de nuestro país; la inversión que se hará se

proyecta que sea la más necesaria, es por esto que se determinó un periodo lo suficientemente grande para no incurrir al rediseño del sistema de drenaje de aguas lluvias.

Nacional

Sandoval, Luís Alberto (5) “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Tallambo, distrito de Oxamarca - Celendín – Cajamarca” concluye que con el estudio se propone el mejoramiento y la ampliación de dichos sistemas; calculando y diseñando cada una de ellas de acuerdo a normas y reglamentos vigentes en nuestro país que permite mejorar los servicios de agua potable y saneamiento básico a una población de 371 habitantes en 1 00 viviendas y 6 instituciones públicas, contribuyendo así a mejorar el nivel y calidad de vida de los pobladores de la localidad de Tallambo, además el Sistema de Agua Potable existente no abastece la demanda de las familias, porque en parte se encuentra deteriorada, por falta de mantenimiento adecuado, además las familias comparten el consumo de agua con los animales, exponiéndose directamente a riesgos que peligran la salud humana y dificultando el desarrollo de la localidad por consumir el agua de mala calidad, sin tratar ni clorar.

Olivari, Oscar Piero (6) en su investigación “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”, concluye que el estudio brindara servicio de Agua Potable y Alcantarillado al Centro Poblado Cruz de Médano, satisfaciendo sus necesidades hasta el año 2027, se determinó que la fuente más apropiada sea la del pozo tubulares ya que ofrece las condiciones de cantidad y calidad adecuadas, además se ha diseñado un tanque elevado de 600m³ que regulara las variaciones de consumo, considerando una zona de presión para el Centro Poblado Cruz de Médano.

Alegría, Jairo Ivan (7) en su investigación “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Bagua Grande”, concluye que el documento ha tomado en consideración los criterios y análisis seguidos en la etapa de pre inversión a fin de validar los diseños definitivos realizados en la etapa de inversión, en tanto con la ejecución del proyecto se beneficiarán al inicio a 28,973 habitantes del área de influencia del proyecto y 48,694 habitantes al final del mismo, es decir habrá una disminución de la frecuencia de casos de enfermedades gastrointestinales, parasitosis y dérmicas, mejora del ingreso económico familiar, mejora en las condiciones de vida de la población de la ciudad de Bagua Grande.

Local

Alava, Jose Eliseo (8) en su investigación “Diseño del sistema de agua potable y saneamiento de la localidad de Chontapampa y anexo Yanayacu distrito de Milpuc provincia de Rodríguez de Mendoza región Amazonas” concluye que de acuerdo a la Norma OS.050 el diseño cumple la normativa vigente al presentar una presión máxima de 24.55 m agua y la realización de este tipo de proyectos, favorece a la formación profesional del futuro Ingeniero Civil, ya que permite llevar a la práctica la teoría, adquiriendo criterio y experiencia a través del planteamiento de soluciones viables a los diferentes problemas que padecen las comunidades de nuestro país. Con el buen uso y mantenimiento adecuado del proyecto, se beneficiará a las futuras generaciones. El presente estudio se constituye la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la Localidad de Chontapampa y anexo Yanayacu, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los moradores de este sector.

Guevara, Alberto Yasir (9) en su investigación “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, mediante energía solar fotovoltaica en el centro poblado Ganimedes, distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, región San Martín” concluye que el sistema de agua potable por bombeo con tratamiento, permite el abastecimiento de agua potable las 24 horas del día a la población y brindar un servicio de agua potable con óptimas condiciones de salubridad y apta para el consumo humano, además la planta de tratamiento está compuesta por Prefiltro y Filtro lento, los cuales fueron diseñadas para atender al caudal de bombeo, debido a que este caudal es mayor al caudal máximo diario, así mismo el Prefiltro es una unidad de tratamiento que funciona con un flujo ascendente, al contrario del Filtro Lento, en ambos casos no se tiene solo un proceso físico de retención de partículas finas, sino también de procesos químicos y biológicos. El sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica permite a la comunidad de Ganimedes salvar el desnivel que existe entre la fuente de agua y la localidad, accediendo de esta forma al agua potable y mejorando las condiciones de vida en el lugar. El sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica, cuenta con un funcionamiento autosostenible y que no requiere de mantenimiento constante, siendo un sistema ideal para la comunidad de Ganimedes. La tarifa mensual que abordaran las familias cubre los gastos en reposición de los equipos de bombeo a ser cambiados una vez que cumplan con su ciclo de vida, también se cubre los

gastos de mantenimiento y operación de los componentes del sistema de agua potable, siendo periódicamente atendidas.

Mori, Manuel (10) en su investigación "Determinación del impacto ambiental y propuesta de mitigación para el proyecto: ampliación, mejoramiento e instalación del sistema de agua potable y del sistema de saneamiento básico en las localidades de Pueblo Libre y Nuevo Huancabamba- Moyobamba- San Martín, 2015" concluye que el componente más afectado por el proyecto será el agua durante la etapa de ejecución .Y con la posibilidad de verse afectada gravemente durante la etapa de operación del sistema de tratamiento de aguas servidas (laguna de estabilización), en el caso de un mal funcionamiento y no llegar a los LMP y contaminar fuentes de agua debido a los efluentes del sistema, en la descripción de las actividades del proyecto e impactos, se concluye que los impactos positivos que generará el proyecto son de alta significancia porque brinda mayor bienestar a la población, mejora la calidad de vida, debido a que tiene una accesibilidad al servicio de saneamiento básico y hay un crecimiento significativo en la economía local. Los impactos negativos que se determinaron con el Estudio de Impacto Ambiental son de baja magnitud y de alta mitigabilidad, por último la oferta hídrica, de la quebrada Kusu en la toma "Bendición de Dios", en el punto de la captación de agua, es de 100 lt./seg. Promedio, con demanda promedio por parte de la población de 8.69 lt./seg., asegurando un caudal ecológico del 91.3%.

2.5.2. Fundamentación teórica

2.5.2.1. Estudio de Campo y Recopilación de Información.

Pittman, 1997 (11) la primera acción que debe realizarse a efectos de determinar la factibilidad de un proyecto es la visita a la zona. En ella, buscando la máxima participación de la población, se realizan las actividades de reconocimiento de campo y recopilación de la información básica necesaria para la elaboración de los estudios. Durante su permanencia, el técnico deberá coordinar diversas reuniones a fin de conocer la situación actual de consumo de agua y evaluar la participación comunal, y discutir el proyecto con la mayor cantidad de beneficiarios. Para ello, sin crear falsas expectativas, se debe explicar la importancia del agua potable y el procedimiento de trabajo a seguir para concretar el proyecto.

Se debe solicitar información sobre la población que va a ser atendida, la disponibilidad de materiales locales, la existencia de fuentes de agua y cualquier otra información necesaria para llevar a cabo una investigación completa y obtener resultados precisos con la finalidad de determinar si es factible o no la instalación de un sistema de abastecimiento de agua potable.

2.5.2.1.1. Información Social

(Pittman, 1997) (11), considera tres factores para dicho estudio.

2.5.2.1.1.1. Población

El factor población es el que determina los requerimientos de agua. Se considera que todas las personas utilizarán el sistema de agua potable a proyectarse siendo necesario por ello empadronar a todos los habitantes, la ubicación de locales públicos y el número de viviendas por frente de calle; adicionándose un registro en el que se incluya el nombre del jefe de familia y el número de personas que habitan en cada vivienda

Adicionalmente a esta actividad, se recomienda recopilar información de los censos y encuestas anteriormente realizados y en algunos casos recurrir al municipio a cuya jurisdicción pertenece el centro poblado. Dicha información permitirá obtener registros de nacimientos, defunciones y crecimiento vegetativo de la población

2.5.2.1.1.2. Nivel de la Organización de la Población

Para realizar un proyecto de abastecimiento de agua potable es indispensable conocer el entusiasmo, motivación y capacidad de cooperación de la población. Para formarnos una idea del nivel de organización de la población es necesario recopilar información sobre anteriores experiencias de participación de la comunidad en la solución de sus necesidades. Por ejemplo, en la construcción de escuelas, iglesias, caminos, canales de riego, etc. Así como evaluar los patrones de liderazgo, identificando a las personas cuya opinión es respetada y que tengan la capacidad de organizar y estimular la participación de la población.

2.5.2.1.1.3. Actividad Económica

Es importante conocer la ocupación de los habitantes, así como la disponibilidad de recursos (valor de la propiedad, agro industrias, etc.). Aprovechando la permanencia en la zona de estudio, se recopilará también información sobre los jornales promedio, la mano de obra disponible: maestros de obra, albañiles, peones, etc. Además, se solicitará información sobre la manera en que la población contribuirá en la ejecución de la obra, tanto con aporte económico, material o en mano de obra.

2.5.2.1.2. Información Técnica

2.5.2.1.2.1. Investigación de la Fuente de Agua

Pittman (1997) (11), para realizar con éxito esta actividad se debe recopilar información sobre consumo actual, reconocimiento y selección de la fuente.

a. Consumo Actual

En la mayoría de las poblaciones rurales del país se consume agua proveniente de los ríos, quebradas, canales de regadío y manantiales, que, sin protección ni tratamiento adecuado, no ofrecen ninguna garantía y representan más bien focos de contaminación que generan enfermedades y epidemias. A esta situación se suma que en las épocas de sequía disminuye o desaparece el agua y los habitantes se tienen que trasladar a fuentes distantes; tarea generalmente realizada por las mujeres y los niños.

Las enfermedades más comunes derivadas del consumo de agua contaminadas son las respiratorias, gastrointestinales y de la piel; siendo necesario investigar y tener una información precisa que permita establecer en qué medida mejoraría la salud de la población con la implementación del proyecto de agua potable.

Es importante conocer de qué fuentes de agua se abastece actualmente la población (ríos, canales, quebradas, manantiales, etc.), examinar los usos que se le dan (consumo humano, riego, etc.), determinar las necesidades promedio de agua por persona; y realizar una descripción que permita conocer la distancia de la fuente al centro poblado, su ubicación (por encima o por debajo del centro poblado), y la calidad y cantidad de agua de la misma.

Esta información permitirá tener una idea para estimar la demanda de la población futura y ver la necesidad o no de implementar un sistema de abastecimiento de agua potable.

b. Reconocimiento y Selección de la Fuente

Los manantiales, ojos de agua puquios son las fuentes más deseables para los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento, por lo que es necesario hacer una investigación sobre los manantiales existentes en la comunidad. Para realizar la selección se deberá visitar todas las fuentes posibles, determinándose la calidad y cantidad de agua en cada una.

Se analiza la calidad considerando que el agua sea inodora, incolora y de sabor agradable. Luego de haber determinado la calidad del agua, necesitamos conocer la cantidad existente en relación a la población que queremos abastecer, es decir, determinar los requerimientos diarios de agua con la finalidad de verificar el caudal mínimo que se requiere captar. Si la fuente no puede cubrir las necesidades diarias de la población se debe buscar otra fuente o plantear un sistema que considere varias fuentes.

Se evalúa la conveniencia de la fuente, según las posibilidades de contaminación, el potencial para la expansión futura, facilidades para construir la captación y la necesidad de proteger la estructura, asimismo se investiga los derechos sobre el agua. Además, es importante conocer la distancia y la ubicación de la fuente respecto al centro poblado.

2.5.2.1.2.2. Fuentes de la energía del agua

Hueb (1985) (13) En un sistema de captación, el desplazamiento del agua está en relación con la topografía es decir aprovecha las fuerzas gravitacionales, implicando a que haya mayor potencia de energía en la condición, que la diferencia de altura sea mayor entre los puntos de almacenamiento y los puntos de empleo. “Para desplazar agua, ya sea en sentido descendente, ascendente u horizontal, se necesita energía. En un sistema de agua de flujo por gravedad la fuente de energía es la acción de la gravedad sobre el agua; es decir; el sistema se activa por medio de la energía gravitacional. Entonces la cantidad total de energía en el sistema quedará determinada por las alturas relativas de todos los puntos del sistema. Una vez construido todos estos puntos del sistema permanecerán inmóviles (enterrados en el terreno) y sus alturas relativas no pueden variar. Por ello, para cualquier sistema, hay una cantidad fija, específica de energía gravitacional disponible para desplazar el agua. (13)

2.5.2.1.2.3. Topografía

Pittman, 1997 (11), esta puede ser plana, accidentada o muy accidentada. Para lograr la información topográfica es necesario realizar actividades que permitan presentar en planos los levantamientos especiales, la franja del trazo de la línea de conducción y aducción y el trazo de la red de distribución. Dicha información es utilizada para realizar los diseños hidráulicos de las partes o componentes del sistema de abastecimiento de agua potable; para determinar la longitud total de la tubería, para establecer la ubicación exacta de las estructuras y para cubicar el volumen de movimiento de tierras. Siendo importante que luego de observar el terreno, se seleccione la ruta más cercana y/o favorable entre el manantial y el poblado, para facilitar la construcción y economizar materiales en la línea de conducción y aducción.

Para el caso de la red de distribución es necesario considerar el área donde se localizan las construcciones (viviendas y locales públicos) y la zona de expansión futura, con la finalidad de considerar los requerimientos de consumo para el último año del periodo de diseño.

2.5.2.1.2.4. Tipo de Suelo

Pittman, 1997 (11), Los datos referentes a los tipos de suelos serán necesarios para estimar los costos de excavación. Dichos costos serán diferentes para los suelos arenosos, arcillosos, gravosos, rocosos y otros. Además, es necesario considerar si en la población se han realizado obras de pavimentación y empedrado de las calles, con la finalidad de determinar el costo de rotura y reposición.

Es necesario conocer la resistencia admisible del terreno para considerar las precauciones necesarias en el diseño de las obras civiles.

2.5.2.2. Período de diseño y estudios de población

2.5.2.2.1. Período de diseño

El período de diseño se define como el tiempo en el cual se considera que el sistema funcionará en forma eficiente cumpliendo los parámetros respecto a los cuales se ha diseñado. El período de diseño tiene factores que influyen la determinación del mismo, entre los cuales podemos nombrar la durabilidad de materiales, ampliaciones futuras, crecimiento o decrecimiento poblacional y capacidad económica para la ejecución de las obras.

Tomando en consideración los factores señalados, se debe establecer para cada caso el período de diseño aconsejable. A continuación, se indican algunos valores asignados a los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua para poblaciones rurales.

- Obras de captación 20 años.
- Conducción 10 a 20 años.
- Reservorios 20 años.
- Redes 10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

Para todas las componentes mencionadas anteriormente, las normas generales del Ministerio de Salud para proyectos de abastecimiento de agua en el medio rural recomiendan un periodo de diseño de 20 años. (21)

2.5.2.2.2. Determinación del período de diseño

Considerando los factores anteriormente descritos, se hará un análisis de la vida útil de las estructuras e instalaciones que se tiene previsto construir y, además, constatando la realidad de la zona en estudio, se debe determinar para cada componente su período de diseño. Esto se puede realizar a través de cuadros comparativos, considerando la componente y su valor adoptado, para luego determinar el promedio de la vida útil determinando un período de diseño para el conjunto de obras. Para este tipo de diseños, es usual elegir un período de vida útil de estructuras entre 15 y 25 años. (22)

2.5.2.2.3. Cálculo de la población futura

Para el desarrollo del proyecto de investigación se considera los métodos siguientes:

- a. Métodos Analíticos:** Presuponen que el cálculo de la población para una región, es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que éstos se han medido. Dentro de los métodos analíticos, tenemos el método aritmético, geométrico, la curva normal, logística, la ecuación de segundo grado, la curva exponencial, método de los incrementos y de los mínimos cuadrados. (18)
- b. Método racional:** En este caso, para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar, considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante. El método

más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el método analítico y con mayor frecuencia el método de crecimiento aritmético. Esta metodología se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación. (18)

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{rt}{1000} \right)$$

Dónde:

P_f = Población futura. P_a = Población actual. r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes. t = Tiempo en años

2.5.2.3. Demanda de Agua

2.5.2.3.1. Factores que afectan el Consumo

Pittman, 1997 (11), Los principales factores que afectan el consumo de agua son: el tipo de comunidad, factores económicos y sociales, factores climáticos y tamaño de la comunidad. Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas.

Las características económicas y sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda, siendo importante la variación de consumo por el tipo y tamaño de la construcción. El consumo de agua varía también en función al clima, de acuerdo a la temperatura y a la distribución de las lluvias; mientras que el consumo per cápita, varía en relación directa al tamaño de la comunidad.

2.5.2.3.2. Análisis de la Demanda

Según la “*Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil*”, Establece el consumo de agua doméstico, en el ámbito rural, en base a recomendaciones normativas de litros/habitante/día (dotación). Dependiendo del sistema de disposición de excretas, puedes tener en consideración estos valores:

Tabla 1*Dotación de Agua por Zona Geográfica*

Zona Geográfica	Consumo de Agua Domestico, dependiendo del Sistema de disposición de excretas utilizado		
	UBS Arrastre Hidráulico	UBS Compostera	UBS de Hoyo Seco Ventilado
COSTA	90 Lt/pers/día	80 Lt/pers/día	60 Lt/pers/día
SIERRA	80 Lt/pers/día	70 Lt/pers/día	50 Lt/pers/día
SELVA	100 Lt/pers/día	90 Lt/pers/día	70 Lt/pers/día
PILETA PÚBLICA		40 t/hab/día	

Fuente: Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil

Con la proyección anual de la población que se atenderá y la dotación promedio por persona o vivienda, estima la demanda anual de agua potable.

2.5.2.3.3. Criterios para la Estimación de los consumos.

a) Consumos Domésticos

Según la “*Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil*”, El consumo doméstico está basado en el consumo per cápita (litros/hab./día) y el número de personas por vivienda, determina el consumo por vivienda (m³/viv./mes).

Para determinar el consumo actual y proyectado puedes adoptar alguno de los siguientes criterios:

- Dotación recomendada según región geográfica
- Dotación de otras localidades con características similares.
- Curva de demanda obtenida con información del consumo familiar ante opciones de precio; tomando en cuenta a consumidores del sistema público de agua potable como a consumidores de fuentes alternativas.
- Dotaciones de consumo de agua determinados a través de medidores testigos.

b) Otros Consumos

La “*Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil*”, señala que, si existieran usuarios de las categorías estatal, social, comercial u otras, se debe establecer el número de conexiones para cada una, estimando su consumo mensual promedio.

Recurre al uso de medidores testigos o toma los consumos de localidades similares para estimar los consumos promedio.

2.5.2.3.3.1. Determinación de la demanda proyectada de agua potable.

Según la “*Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural*” hace referencia a:

a) Población actual.

Se determina a partir de los censos de población y proyecciones del INEI. En algunos casos, también el Ministerio de Salud cuenta con información, ya que tiene empadronada a la población de su área de influencia.

Si la estadística de población no está actualizada al momento de formulación del estudio, proyecta la población del último censo con una tasa de crecimiento ínter censal hasta el periodo actual, según se indica:

- *Número de años entre el último censo y el presente año = n*
- *Población actual = Población último censo X (1+ t/100) n*
- *Tasa de crecimiento entre últimos dos censos = t % anual*

Si no hay estadísticas, realiza un conteo de población o estímala en base a la cantidad de viviendas y la densidad promedio de habitantes por vivienda, luego de aplicar una encuesta socioeconómica.

b) Tasa de crecimiento de la población.

La población se proyecta con la tasa de crecimiento intercensal estimada según el numeral anterior o con la tasa estimada por el INEI para el distrito específico.

c) Densidad por lote (vivienda).

Si la proyección del consumo doméstico de agua potable se realiza a nivel de viviendas, establece el número promedio de personas por vivienda basado en la información del último censo.

d) Cobertura de agua potable.

Es el porcentaje de la población que es atendida con el servicio de agua potable en un año específico. La cobertura de servicio se establece bajo la siguiente relación:

$$\text{Cobertura agua potable (\%)} = \frac{\text{Pob. ser. con agua potable año } n \times 100}{\text{pob. total año } n} \dots \dots \dots (2)$$

Proyecta la cobertura considerando:

- *Para el año base: La cobertura existente.*
- *Para los demás años: La proyección de cobertura planeada por la entidad operadora del servicio.*

El total de población atendida en cada año resulta de multiplicar la población proyectada con el porcentaje de cobertura del servicio de agua potable proyectados para dicho año.

e) Número de conexiones de usuarios domésticos.

El número total de conexiones domésticas resulta de dividir la población servida proyectada, año a año, entre el número de miembros por vivienda (densidad por vivienda).

$$\text{Numero de Conexiones} = \frac{\text{poblacion servida proyectada año } n}{\text{densidad por vivienda}} \dots \dots (3)$$

f) Número de piletas públicas.

Se establece dividiendo la población a ser atendida por piletas -en el año de inicio de operaciones del proyecto- entre el número promedio de personas que serán atendidas por cada pileta. Cada pileta puede atender entre 75 y 100 personas (aprox. de 15 a 20 familias).

g) Consumo de usuarios domésticos.

El consumo de agua por vivienda/mes se establece bajo los criterios señalados en el numeral 3.1.1, año a año. Los consumos unitarios por vivienda determinados en el estudio de demanda deben ser los mismos a considerarse en la estimación de beneficios y la evaluación social del proyecto.

h) Consumo de usuarios no domésticos.

Se establece multiplicando el consumo promedio mensual por conexión de los usuarios estatales (con medición), por el número de conexiones estatales, año a año. Si no contaran con medición, considera valores referenciales de otros establecimientos similares.

Igualmente, para otros usuarios no domésticos (comerciales, sociales u otros) realiza una estimación del consumo mensual por conexión y multiplícalo por el número de conexiones.

i) Demanda total de agua potable.

Es la suma de los consumos totales de usuarios domésticos y no domésticos (en m³) estimados para cada año, en el horizonte de evaluación.

2.5.2.4. Dotación y consumo

La dotación o demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada poblador de la zona en estudio, expresada en litros/habitante/día (l/hab./día). Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario. (18)

2.5.2.4.1. Dotación de agua

La dotación es variable de acuerdo a usos, costumbres de cada localidad, actividad económica y las condiciones de saneamiento de cada localidad. Según el Ministerio de Salud, en un estudio para mejoras en el servicio de agua potable emitido en el año 2001 determinó que, en la costa norte, la dotación alcanza los 70 l/hab./día mientras que en la costa sur este valor llega a los 60 l/hab./día. Para la sierra, el consumo de agua depende de la altitud en la cual se encuentra la localidad. En poblados con altura de más de 1500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), la dotación de agua alcanza los 50 l/hab./día y en alturas menores a los 1500 m.s.n.m., la dotación es de 60 l/hab./día. Finalmente, en el caso de la selva peruana, la dotación llega a los 70 l/hab./día.

Para una habilitación urbana en asentamientos humanos mayores de 2000 habitantes, la Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) recomienda fijar la dotación en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. En caso de no contar con los estudios de consumo, se considerará por lo menos una dotación de 180 l/hab./día en clima frío y de 200 l/hab./día en clima templado y cálido.

2.5.2.4.2. Consumo promedio diario anual

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente fórmula:

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

Dónde: Q_m = Consumo promedio diario (l/s). P_f = Población futura (hab.). d = Dotación (l/hab./día).

El consumo promedio diario anual, servirá para estimar el consumo máximo diario y horario.

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

El consumo máximo diario se define como el día de Máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. Para su cálculo, según el Art. 1.5 de la norma (OS-100), si no se cuenta con un registro estadístico de los consumos se debe utilizar un coeficiente K_1 igual a 1.3 y se efectúa con la siguiente expresión:

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p \dots \dots \dots (5)$$

Considerando un K_1 : 1.30, Según SNIP Saneamiento Básico.

2.5.2.4.4. Consumo máximo horario (Q_{mh}).

El caudal máximo horario se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, según él (Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, Setiembre 2004), para el consumo máximo horario, se deberá considerar un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual y se estima en la siguiente expresión:

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p \dots \dots \dots (6)$$

Considerando un K_2 : 2.00, Según SNIP Saneamiento Básico.

2.5.2.5. Parámetros específicos de agua potable

Los parámetros y criterios de diseño que se presentan a continuación se basan en las normas y requisitos para los proyectos de agua potable y saneamiento destinadas a las localidades urbanas – Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, el reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el nuevo reglamento de elaboración de proyectos de agua potable para habilitaciones urbanas. (18)

2.5.2.5.1. Parámetros específicos de agua potable

Tomando como datos básicos el caudal a conducir, longitud de tubería, desnivel entre punto de carga y descarga, se consideran los siguientes parámetros:

a. Redes de distribución

En líneas de aducción y redes de distribución los parámetros a utilizar en los cálculos son los siguientes:

Tipo de tubería a usar.

Velocidad recomendada de conducción.

Protección contra acumulación de aire en los puntos altos.

Sistema de evacuación de sedimentos en los puntos bajos.

Se denomina línea de aducción a la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento. La presente tesis se centra en el diseño específico de la red de agua potable en el Asentamiento Humano “Los Pollitos”, en este sentido la línea de aducción será considerada como la tubería que empalma del reservorio ficticio, considerado en el modelado, hacia la red de distribución de agua potable. (22)

b. Coeficientes de fricción

Los coeficientes de fricción (“C” de Hazen-Williams) considerados en el cálculo hidráulico.

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 con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

c. Velocidad en el conducto

La elección del diámetro de la tubería se encuentra relacionada en forma directa a la velocidad que se produzca en el conducto. Según la Norma OS.050 la velocidad máxima

admisible será de 3 m/s y solo en casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

d. Zonas de presión

Las zonas de presión se definirán en función a la topografía, las presiones mínimas y el área de influencia del reservorio. La topografía delimita las zonas de abastecimiento, teniendo presente las presiones máximas y mínimas en la red de distribución, de 50 a 10 metros de columna de agua (m.c.a.) respectivamente, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.050.

La presión mínima de 10.00 metros de columna de agua (m.c.a.) en las redes de distribución se aplicará en casos en que la zona cuenta con edificaciones de hasta 2 pisos.

De acuerdo al nivel socioeconómico y la idiosincrasia de los pobladores del Asentamiento Humano “Los Pollitos” se prevé que las viviendas, dentro de un periodo aproximado de 20 años, no excederán los 2 niveles de construcción.

e. Válvulas de aire

En las líneas de conducción se colocarán válvulas extractoras de aire en sus puntos altos y cuando se presenten cambios en la dirección de los tramos con pendiente positiva. En los tramos donde la pendiente se mantiene uniforme se colocarán válvulas cada 2 kilómetros como máximo. El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

f. Válvulas de Purga

La ubicación de las válvulas de purga se realizará en los puntos bajos de las líneas de conducción para lo cual se debe tener en consideración la calidad del agua y la modalidad de funcionamiento de la línea de conducción. El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función de la velocidad de drenaje y serán instaladas en una cámara de concreto armado. (18)

g. Criterios de diseño

Las redes de distribución o conducción se proyectarán, siempre que sea posible, conformando un circuito cerrado (malla). El dimensionamiento de la red se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren el caudal y la presión adecuada en cualquier punto de la

red. De acuerdo a la Norma OS.050 el cálculo hidráulico del sistema de distribución se realizará mediante el método de Hardy Cross o cualquier otro método equivalente, mientras que el cálculo hidráulico de las tuberías se realizará mediante la fórmula de Hazen – Williams. (23)

2.5.2.6. Sistema de Agua Potable

Hernández (14) menciona que “el termino estructura se emplea frecuentemente para designar el orden interno y con frecuencia escondido o no evidente de las cosas”.

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. (12)

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.

Es un procedimiento de obras, de ingeniería que con un conjunto de tuberías enlazadas nos permite llevar el agua potable hasta los hogares de las personas de una ciudad, municipio o área rural comparativamente tupida. (15)

2.5.2.7. Tipos de redes

Para Agüero (16), clasifica las redes de distribución en:

a) Sistema de circuito abierto.

Son redes de distribución que están constituidas por la tubería matriz de la cual se desprenden otros tramos que generalmente son tramos terminales que no se interconectan

entre sí. Este sistema es utilizado cuando la topografía dificulta la interconexión entre ramales y cuando los asentamientos poblacionales tienen una distribución lineal y en los casos en las que las viviendas se encuentran dispersas.

La tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle o de un sector donde se ubican las viviendas en mayor concentración, de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja es que el flujo está determinado en un solo sentido; en el caso de sufrir desperfectos puede dejar sin servicio a parte de la población. El otro inconveniente es que en el extremo de los ramales secundarios se dan los puntos muertos, es decir el agua ya no circula, sino que permanece estática en los tubos, originando sabores y olores, generalmente se presenta en las zonas donde las casas están más distanciadas. Es por ello que en los puntos muertos se instalan válvulas de purga con la finalidad de limpiar la tubería y evitar la contaminación del agua.

b) Sistema de circuito cerrado.

Son redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este sistema no presenta los puntos muertos; cuando se ejecuta reparaciones en el tendido de la tubería (o en los tubos), se priva del servicio a sectores determinados, el área se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas. Los tramos son alimentados por ambos extremos, consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto requiere menores diámetros de tubería para conducir el agua; ofrece mayor seguridad en caso de incendios ya que se podría cerrar las válvulas y conducir agua hacia el lugar del siniestro. (16)

2.5.2.8. Válvula

Las válvulas deberán soportar las presiones de diseño y ser instalados en cajas de concreto con tapas metálicas aseguradas para evitar su manipuleo por extraños al manejo del sistema. García (17).

Las válvulas más usuales son:

a.- Válvula de compuerta

Se instalará al inicio de la línea para el cierre del agua en caso se requiera realizar reparaciones en la línea.

b.- Válvula de aire

Se utiliza para eliminar bolsones de aire en los lugares de contrapendiente, que de no eliminarse produce cavitaciones en la tubería. Se debe colocar en el punto más alto de la tubería.

c.- Válvulas de purga o limpia

Se utiliza en sifones, en el punto más bajo para eliminar sedimentos.

d.- Válvulas de retención

Se utiliza en línea de impulsión, para evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños a la bomba.

2.5.2.9. Proceso del diseño del sistema de agua potable**2.5.2.9.1. Captación**

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población. Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere.

Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta: Aguas superficiales. Aguas subterráneas. Aguas meteóricas (atmosféricas). Agua de mar (salada).
(12)

El agua meteórica y el agua de mar, ocasionalmente se emplean para el abastecimiento de las poblaciones, cuando se usan es porque no existe otra posibilidad de surtir de agua a la localidad, las primeras se pueden utilizar a nivel casero o de poblaciones pequeñas y para la segunda, en la actualidad se desarrollan tecnologías que abaraten los costos del tratamiento requerido para convertirla en agua potable, además de que los costos de la infraestructura necesaria en los dos casos son altos.

Por lo tanto, actualmente solo quedan dos alternativas viables para abastecer de agua potable a una población con la cantidad y calidad adecuada y a bajo costo, las aguas superficiales y las subterráneas.

Las aguas superficiales son aquellas que están en los ríos, arroyos, lagos y lagunas, las principales ventajas de este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y si están contaminadas pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable. Su principal desventaja es que se contaminan fácilmente debido a las descargas de aguas residuales, pueden presentar alta turbiedad y contaminarse con productos químicos usados en la agricultura. Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran confinadas en el subsuelo y su extracción resulta algunas veces cara, éstas se obtienen por medio de pozos someros y profundos, galerías filtrantes y en los manantiales cuando afloran libremente. (12)

❖ Tipos de Captación.

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constara de tres partes: la primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene un accesorio (canastilla) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente.

Si se considera como fuente de agua un manantial de fondo y concentrado, la estructura de captación podrá reducirse a *una* cámara sin fondo que rodee el punto donde el agua brota. Constará de dos partes: la primera, la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse, y la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia.

2.5.2.9.2. Diseño Hidráulico y Dimensionamiento.

2.5.2.9.2.1. Para la Captación de un manantial de ladera y concentrado.

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada, a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o *gasto*. Conocido el gasto, se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

2.5.2.9.2.2. Caudal de Diseño.

El caudal de diseño, está dado por el caudal máximo y el caudal de aforo, el primero es el caudal necesario con la que se diseñara, el segundo es el caudal brindado por el manantial.

2.5.2.9.2.3. Diseño del Material Filtrante.

Se encuentra con material para capas de filtro de 1/2", 1" y 2 1/2" .

Determinamos los siguientes diámetros del análisis granulométrico.

d15 suelo = no presenta

d85 suelo = 0.220 mm

-Cálculo de los Diámetros de los Estratos del Filtro.

✓ **Filtro III**

$$\frac{d_{15} \text{ Filtro III}}{d_{85} \text{ Suelo}} < 4 \dots \dots \dots (16)$$

$$\frac{d_{15} \text{ Filtro III}}{d_{85} \text{ Suelo}} = 3.800 < 4 \text{ (condicion de Bertram)}$$

Para evitar el lavado del suelo erosionable y la colmatación de los orificios de captación.

✓ **Filtro II**

$$\frac{d_{15} \text{ Filtro II}}{d_{15} \text{ Suelo}} > 5 \dots \dots \dots (17)$$

$$\frac{d_{15} \text{ Filtro II}}{d_{15} \text{ Suelo}} = 10.00 > 5 \text{ (condicion de Bertram)}$$

Por la ley de Dary para flujos laminares tenemos:

$$Q_{aforo} = K * A * i \dots \dots \dots (18)$$

$$Q_{aforo} = \frac{\Delta h}{L} = \frac{h_1 - h_2}{L} \dots \dots \dots (19)$$

Donde:

Q : Caudal de afloramiento del manantial.

K : Coeficiente de permeabilidad (m/seg).

A : Área de la sección transversal del filtro.

I : Gradiente hidráulico.

h1, h2: Perdida de energía sufrida por el flujo en el desplazamiento *L*.

L : Longitud total del filtro.

- Coeficiente de Permeabilidad (K)

Tabla 2

Consumo de Agua Domestico

FILTRO	K (cm/seg)	Coeficiente de Permeabilidad
III	1x10 ⁻² a 3x10 ⁻¹	K3 = 0.30 cm/seg
II	1 - 100	K2 = 10.00 cm/seg
I	> 100	K1 = 100.00 cm/seg

Fuente: SNIP Saneamiento Básico

- Dimensionamiento de los Estratos de los Filtros

Por razones prácticas de construcción se pueden considerar los siguientes espesores.

- $b_3 = 0.40 \text{ m}$ (arena media)
- $b_3 = 0.30 \text{ m}$ (Grava Fina)
- $b_1 = 0.30 \text{ m}$ (Grava Gruesa)
- $L = 1.00 \text{ m}$

Asimismo, consideraremos que el gradiente hidráulico es igual a la pendiente del terreno.

Entonces:

$i = 25.00\%$

Se recomienda $i < 30\%$

- Calculo de la Permeabilidad Promedio.

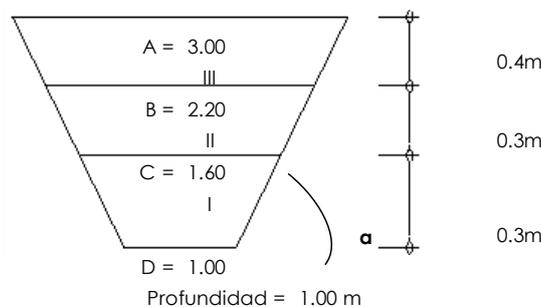
Como la dirección del flujo es perpendicular al estrado, utilizamos la siguiente fórmula para hallar la permeabilidad total.

$$\frac{1}{K_v} = \frac{1}{L} \sum \frac{bc}{K_c} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

- K_v : Permeabilidad total (cm/seg).
- L : Ancho Total (cm).
- bc : Ancho de cada estrato (cm).
- K_c : Permeabilidad de cada estrato (cm/seg)

- Chequeo para cada Estrato. (Verificar que $i < 30\%$)



Entonces:

$$i = \frac{Q_{aforo}}{A * K} \dots \dots \dots (21)$$

Donde:

K_v : m/seg

A : m²

Q : m³/seg

Angulo de aleta (α): 45°

✓ **Estrato III**

$$A_s = \left(\frac{A + B}{2} \right) * Profundidad \dots \dots \dots (22)$$

Luego:

$$i = \frac{Q_{aforo} \text{ m}^3/\text{seg}}{A_s * K_3 \text{ m}/\text{seg}} < 0.3 \dots \dots \text{OK} \dots \dots \dots (23)$$

✓ **Estrato II**

$$A_2 = \left(\frac{B + C}{2} \right) * Profundidad \dots \dots \dots (24)$$

Luego:

$$i = \frac{Q_{aforo} \text{ m}^3/\text{seg}}{A_2 \text{ m} * K_2 \text{ m}/\text{seg}} < 0.3 \dots \dots \text{OK} \dots \dots \dots (25)$$

✓ **Estrato I**

$$A_1 = \left(\frac{B + D}{2} \right) * Profundidad \dots \dots \dots (26)$$

Luego:

$$i = \frac{Q_{aforo} \text{ m}^3/\text{seg}}{A_1 \text{ m} * k_1 \text{ m}/\text{seg}} < 0.3 \dots \dots \text{OK} \dots \dots \dots (27)$$

Si cumplen todos estos parámetros entonces podemos afirmar que no existe tubificación en ningún estrato.

- **Chequeo para toda la Estratificación.**

$$A_p = \left(\frac{A + D}{2} \right) * Profundidad \dots \dots \dots (28)$$

Luego:

$$i_p = \frac{Q_{aforo} \frac{m^3}{seg}}{A_p m * K_v m} < 0.3 \dots \dots ok \dots \dots \dots (29)$$

Calculo del Caudal Capaz de Atravesar la Estratificación.

$$Q_{capaz \ de \ atravesar} = Q_f = K_v * A_p * i \dots \dots (39)$$

Donde:

K_v : m/seg

A_p : m

I : 25%

Donde:

$$Q_{aforo} < Q_f \dots \dots \dots ok \dots \dots \dots (40)$$

si se cumple esto entonces los espesores de los estratos del filtro son suficientes para captar el caudal máximo aforado.

Calculo de la Carga Sobre el Orificio de Ingreso.

$$H = h_i + H_f \leq 40cm \dots \dots \dots (41)$$

$$h_1 = 1.49 \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (42)$$

Donde:

H : Carga sobre el orificio.

h_i : Carga para producir la velocidad del pasaje.

H_f : Perdida de Carga Disponible.

V : Velocidad de pasaje en los orificios: ...0.50 – 0.60 m/seg como máximo

g : 9.82 m/seg

Se considera:

$hf = 30\%$ del espesor del filtro (recomendacion)

$H < 0.40$ m **ok**

Calculo del Área y Número de Orificios.

Usaremos las fórmulas de orificios para paredes delgadas.

$$Q_{R\ max} = Cd * A * V \dots \dots \dots (43)$$

$$A = \frac{Q_{R\ max}}{Cd * V} \dots \dots \dots (44)$$

Donde:

$Q_{R\ max}$: Caudal máximo aforado

Cd : Coeficiente de descargar (0.60 – 0.82)

V : Velocidad de pasaje (0.50 – 0.60 m/s)

A : Área del orificio (m²)

Se considerando orificios de diámetro menor el material del filtro III.

Luego:

$$a = \frac{\pi}{4} D_c^2 \dots \dots \dots (45)$$

Donde:

D_c : Diámetro asumido.

El número de orificios viene dado por:

$$N^{\circ}_{\ orificios} = A/a = \frac{\text{Area del diametro calculado}}{\text{Area del diametro asumido}} \dots \dots (46)$$

Calculo del Volumen Almacenado.

$$Va = Q_{maxd} * tr \dots \dots \dots (47)$$

Donde:

- Va : Volumen Almacenado.
- Q_{max o} : Caudal máximo ofertado
- Q_{max d} : 1.610 lt/seg
- tr : 5 min
- tr : 300 seg

Calculo del Diámetro de Salida de la Tubería de Conducción.

Será tratada como un orificio y se calcula con la siguiente formula.

$$Q_{maxd} = Cd * A_{COND} * \sqrt{2gH} \dots \dots \dots (48)$$

Donde:

- Q_{maxd} : Caudal máximo diario.
- Cd : Coeficiente de descarga (0.60 – 0.82)
- g : Gravedad (9.81 m/seg).
- H : Carga sobre la tubería.
- H : $\frac{V*a}{a*b}$
- D : \varnothing de salida de la tubería de conducción.

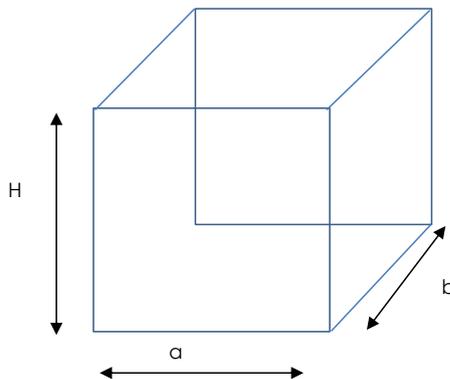
Aplicando la fórmula:

$$A_{COND} = \frac{\pi D^2}{4} \dots \dots \dots (49)$$

Luego:

$$D = \sqrt{\frac{4A_{COND}}{\pi}} \dots \dots \dots (50)$$

Altura de la Cámara Húmeda.



$$HT = A + B + H + D + E \dots \dots \dots (51)$$

Donde:

A : Se considera 10 cm como mínimo que permite la sedimentación

B : Se considera al diámetro de la tubería de conducción.

He : Altura de agua efectiva, se recomienda Hmin = 25 cm

D : Desnivel entre el nivel de ingreso del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda.

E : Borde Libre de 10 a 30 cm

$$V_{total} = H * a * b \dots \dots \dots (52)$$

Dimensionamiento de la Canastilla.

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc); que el área total de las ranuras (At) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 Dc y menor a 6 Dc.

$$At = 2Ac \dots \dots \dots (53)$$

Donde:

$$Ac = \frac{\pi * Dc^2}{4} \dots \dots \dots (54)$$

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} \dots \dots \dots (55)$$

Calculo de la Tubería de Desagüe o Limpieza y Rebose.

Esta tubería **Cumple** Doble **Función**, ya que sirve como rebose y al sacarla como tubería de limpieza.

$$Qs = \frac{Va}{t} + Q_{AFORADO} \dots \dots \dots (56)$$

Donde:

Q_s : Caudal de salida.

V_a : Volumen almacenado

T : Tiempo de Salida.

T : 120 seg.

$$Q_1 = Q_{maxaf} - Q_{maxd} \dots \dots \dots (57)$$

Tomamos el mayor entre Q_1 y Q_s

Para el calcular el diámetro de esta tubería se debe analizar como orificio de pared gruesa (boquilla), donde el caudal viene expresado por.

$$Q_s = C * A * \sqrt{2gH} \dots \dots \dots (48)$$

$$A = \frac{Q_s}{C(2g * H)^{1/2}} \dots \dots \dots (49)$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \dots \dots \dots (50)$$

Donde:

C : Coeficiente de gasto

C : 0.82

H : (Del Vol. Almacenado)

A : $\pi D^2 / 4$

Tubería de Ventilación.

Se hará uso de un tubo de PVC de similar a la de rebose.

2.5.2.9.3. Línea de Conducción

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte.

Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías, existan zonas rocosas insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales. Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares. (11)

2.5.2.9.3.1. Criterios de Diseño.

Definido el perfil de la línea de conducción, es necesario considerar criterios de diseño que permitan el planteamiento final en base a las siguientes consideraciones:

2.5.2.9.3.1.1. Cargas Disponible.

La carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio.

2.5.2.9.3.1.2. Gasto de Diseño.

El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario (Q_{md}), el que se estima considerando el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado (Q_m) y el factor K_1 del día de máximo consumo.

2.5.2.9.3.1.3. Clases de Tubería.

Las clases de tubería a seleccionarse estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática. Para la selección se debe considerar una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería.

En la mayoría de los proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se utilizan tuberías de PVC. Este material tiene ventajas comparativas con relación a otro tipo de tuberías: es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación; además, son las tuberías que incluyen diámetros comerciales menores de 2 pulg y que fácilmente se encuentran en el mercado.

En el Cuadro siguiente se presentan las clases comerciales de tuberías PVC con sus respectivas cargas de presión.

Tabla 3

Clase de Tuberías PVC y Máxima Presión de Trabajo

Clase	Presión Máxima de Prueba (m)	Presión Máxima de trabajo (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Agüero Pittman, Roger; pag.54

Cuando las presiones sean mayores a las que soporta la tubería PVC, cuando la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación y donde sea necesaria la construcción de acueductos, se recomienda utilizar tubería de fierro galvanizado.

2.5.2.9.3.1.4. Diámetros.

Para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico. Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s; y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible.

2.5.2.9.3.1.5. Estructuras Complementarias.

❖ Válvulas de Aire.

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire pudiendo ser automáticas o manuales. Debido al costo elevado de las válvulas automáticas, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente.

❖ **Válvulas de Purga.**

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

❖ **Cámaras rompe - presión.**

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar danos en la tubería. Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable.

2.5.2.9.3.1.6. Línea de gradiente Hidráulica.

La línea de gradiente hidráulica (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se traza la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga libremente en la atmosfera (como dentro de un tanque). Puede resultar, aunque la presión residual en el punto de descarga.

2.5.2.9.3.1.6.1. Pérdida de Carga.

La pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería.

Las pérdidas de carga pueden ser lineales o de fricción y singulares o locales. Las primeras, son ocasionadas por la fuerza de rozamiento en la superficie de contacto entre el fluido y la tubería; y las segundas son producidas por las deformaciones de flujo, cambio en sus movimientos y velocidad (estrechamientos o ensanchamientos bruscos de la sección, torneado de las válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.).

Cuando las pérdidas locales son más del 10% de las pérdidas de fricción, la tubería se denomina corta y el cálculo se realiza considerando la influencia de estas pérdidas locales.

Debido a que en la línea de conducción las pérdidas locales no superan el 10%, para realizar los cálculos hidráulicos solamente se consideran las pérdidas por fricción.

A. Pérdida de Carga Unitaria.

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria, pueden utilizarse muchas fórmulas, sin embargo, una de las más usadas en conductos a presión, es la de Hazen y Williams. Esta fórmula es válida únicamente para tuberías de flujo turbulento, con comportamiento hidráulico rugoso y con diámetros mayores a 2 pulg.

Las Normas del Ministerio de Salud, para el cálculo hidráulico recomiendan el empleo de la fórmula de Fair-Whipple para diámetros menores a 2 pulg.; sin embargo, se puede utilizar la fórmula de Hazen y Williams, con cuya ecuación los fabricantes de nuestro país elaboran sus nomogramas en los que incluyen diámetros menores a 2 pulg.

Para los propósitos de diseño se considera:

A.1 Ecuación de Hazen y Williams.

$$Q = 0.0004264 * C * D^{2.64} * hf^{0.54} \dots \dots \dots (58)$$

Donde:

- D : Diámetro de tubería (pulg).
- Q : Caudal (l/s)
- hf : Pérdida de carga unitaria (m/km).
- C : Coeficiente de Hazen-Williams Expresado en $(pie)^{1/2}seg.$

Según (Pittman, 1997) Para una tubería de PVC o asbesto-cemento, donde el valor de C=140; el caudal, la pérdida de carga unitaria y el diámetro quedan definidos como:

$$Q = 2.492 * D^{2.63} * hf^{0.54} \dots \dots \dots (59)$$

$$hf = \left(\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right)^{1.85} \dots \dots \dots (60)$$

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \dots \dots \dots (70)$$

- Q : Caudal (l/s)
 hf : Pérdida de carga unitaria (m/m).
 D : Coeficiente de Hazen-Williams Expresado en $(pie)^{1/2}seg$.

A.2 Ecuación de Fair-Whilple.

Según (Pittman, 1997), para una tubería donde el valor de $C=140$, el **caudal**, la pérdida de carga unitaria y el diámetro quedan definidos como:

$$Q = 2.8639 * D^{2.71} * hf^{0.57} \dots \dots \dots (71)$$

$$hf = \left(\frac{Q}{2.492 * D^{2.71}} \right)^{1.75} \dots \dots \dots (72)$$

$$hf = \left(\frac{Q}{2.8639 * hf^{0.57}} \right)^{0.37} \dots \dots \dots (73)$$

- Q : Caudal (l/s).
 hf : Pérdida de carga unitaria (m/m).
 D : Diámetro en pulg.

B. Pérdida de Carga por Tramo.

La pérdida de carga por tramo (H_f) se define como:

$$H_f = hf * L \dots \dots \dots (74)$$

Siendo L la longitud del tramo de tubería (m)

Para determinar la pérdida de carga por tramo es necesario conocer los valores de carga disponible, el gasto de diseño y la longitud del tramo de tubería. Con dicha información y con el uso de nomogramas o la aplicación de fórmulas se determina el diámetro de tubería. En caso de que el diámetro calculado se encuentre entre los rangos de dos diámetros comerciales se selecciona el rango superior o se desarrolla la combinación de tuberías. Con el diámetro o los diámetros seleccionados se calculan las pérdidas de carga unitaria para finalmente estimar la pérdida de carga por tramo.

C. Presión.

En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. En un tramo de tubería que está operando a tubo lleno, podemos plantear la ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Hf \dots \dots \dots (75)$$

Donde:

Z : Cota del punto respecto a un nivel de referencia arbitraria (m).

$\frac{P}{\gamma}$: Altura o carga de presión “P es la presión y γ el peso específico del fluido (m).

V : Velocidad media del mundo considerado (m/s).

Hf : Es la pérdida de carga que se produce en el tramo de 1 a 2 (m).

Se recomienda iniciar el diseño desde la cámara de captación. En esta estructura la presión es igual a la presión atmosférica, por lo que la carga de presión se asume como cero. El mismo criterio se aplica cuando se considera en el diseño como punto de partida una cámara rompe presión, resultando al final del tramo:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - Hf \dots \dots \dots (76)$$

D. Combinación de Tuberías.

Cuando se diseña una sección de tubería puede no haber un diámetro único de tubería disponible que del factor de pérdida de carga por fricción deseado. En este caso se usará una combinación de diámetros de tuberías.

El método para diseñar la Línea de conducción mediante la combinación de tuberías tiene las ventajas de: manipular las pérdidas de carga, conseguir presiones dentro de los rangos admisibles y disminuir considerablemente los costos del proyecto; al emplearse tuberías de menor diámetro y en algunos casos, evita un mayor número de cámaras rompe presión.

La longitud de cada tubería debe ser suficiente como para que la suma de las pérdidas de carga de cada una sea igual a la pérdida de carga total deseada.

Hf	: Pérdida de carga total deseada (m).
L	: Longitud total de tubería (m).
X	: Longitud de tubería del diámetro menor (m).
L – X	: Longitud de tubería del diámetro mayor (m).
hf1	: Pérdida de carga unitaria de la tub. De mayor diámetro.
hf2	: Pérdida de carga unitaria de la tub. De menor diámetro.
hf1*(L -X)	: Perdida de carga del tramo de diámetro mayor (Hf1).
hf2*X	: Perdida de carga del tramo de diámetro menor (Hf2).

$$Hf = hf2 * X + hf1 * (L - X) \dots \dots \dots (77)$$

Despejando el valor de la longitud de la tubería de diámetro menor (X) resulta:

$$X = \frac{Hf - (hf1 * L)}{hf2 - hf1} \dots \dots \dots (78)$$

2.5.2.9.4. Tratamiento

El tratamiento, se refiere a todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para su consumo.

Los tres objetivos principales de una planta potabilizadora son lograr un agua que sea: segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica.

Para el diseño de una planta potabilizadora, es necesario conocer las características físico-químicas y biológicas del agua, así como los procesos necesarios para modificarla.

2.5.2.9.5. Regularización

Como punto importante de este apartado, es indispensable establecer con claridad la diferencia entre los términos “almacenamiento” y “regularización”.

La función principal del almacenamiento, es contar con un volumen de agua de reserva para casos de contingencia que tengan como resultado la falta de agua en la localidad y la regularización sirve para cambiar un régimen de abastecimiento constante a un régimen de consumo variable. (12)

2.5.2.9.5.1. Diseño hidráulico del reservorio.

Según (Pittman, 1997), si en la mayoría de las poblaciones rurales no se cuenta con información que permita utilizar los métodos gráficos y analíticos, pero si podemos estimar

el consumo medio diario anual. En base a esta información se calcula el volumen de almacenamiento de acuerdo a las Normas del Ministerio de Salud.

$$Q_{diseño} = Q_p \dots \dots \dots (7)$$

2.5.2.9.5.1.1. Calculo de la capacidad del reservorio.

Según la (OS.030) El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

a. Volumen de almacenamiento o Volumen de Regulación

Según el (Ministerio de Vivienda, Setiembre 2004), El volumen de almacenamiento o regulación, en un sistema continuo se considera como % de regulación: 15 – 20% del Qp para sistemas por Gravedad. En caso de sistemas por bombeo se considerará como % de Regulación: 20 – 25% del Qp.

$$V_{Reg} = \frac{Q_p \times 86400 \times \% \text{ Regulacion}}{1000} \dots \dots \dots (8)$$

Entonces el volumen de regulación viene a ser:

Tipo de sistema : *Sistema Continuo por gravedad*
% de Regulación : *20.00%*

b. Tiempo de llenado.

Se expresa de la siguiente manera:

$$T_{llenado} = \left(\text{Volumen de } \frac{\text{Reservorio}}{Q_{diseño}} \right) \left(\frac{1}{3600} \right) \text{ horas} \dots \dots \dots (9)$$

c. Dimensiones del reservorio.

Diseñando el reservorio de tipo Cilíndrico

$$V_T = \frac{\pi D^2}{4} x h \dots \dots \dots (10)$$

$$h = \frac{v}{3} + k \dots \dots \dots (11)$$

- **Calculamos el Borde Libre**

$$bl = \frac{h}{3} \dots \dots \dots (12)$$

- **Calculo del Volumen Muerto**

El volumen muerto viene a ser el 5.00% del Volumen Final

$$Total = V_{final} + V_{Muerto}$$

- **Dimensiones Mínimas del Reservorio**

La Altura de Agua viene a ser la suma del seleccionado más el borde libre:

$$Ha = h_{Seleccionado} + bl \dots \dots (13)$$

$$D = D_{Seleccionado} \dots \dots \dots (14)$$

Ha: (variará de acuerdo al Borde Libre adoptado en el cálculo estructural)

Calculo Del Volumen de Almacenamiento.

$$Va = Q_{maxd} * Tr \dots \dots \dots (81)$$

Donde:

Q_{maxd} : Caudal máximo diario.

Tr : Tiempo de Retención (3 – 5 minutos).

2.5.2.9.6. Línea de alimentación

Esta línea es el conjunto de tuberías que sirven para conducir el agua desde el tanque de regularización hasta la red de distribución, cada día son más usuales por la lejanía de los tanques y la necesidad de tener zonas de distribución con presiones adecuadas. (18)

2.5.2.9.7. Red de distribución

Este sistema de tuberías es el encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos y cada uno de los tipos de zonas socio-económicas (comerciales, residenciales de todos los tipos, industriales, etc.) que tenga la localidad que se esté o pretenda abastecer de agua. El sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo. (12)

2.5.2.9.7.1. Criterios de Diseño Recomendados para un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

2.5.2.9.7.1.1. Presiones de servicio requeridos para un sistema de abastecimiento de agua potable.

Las presiones requeridas los presenta el (19), se presenta en el cuadro siguiente:

Presiones de servicio requeridos para el sistema de agua potable

Presiones de servicio en el sistema	m.c.a*
Presión Estática Máxima en la Red de distribución	50
Presión Mínima en la Red de distribución	10-15
Presión en Piletas Publicas(Sistema Rural- Redes abiertos)	3.5
Presión Mínima de Llegada al Reservorio	15

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

* m.c.a: metros de columna de agua

2.5.2.9.7.1.2. Criterios para ubicar la cámara rompe presión.

Según el (19), las Cámaras de Rompe Presión en la Red de Distribución serán ubicadas a cada 50 metros de desnivel una de la otra. Para el caso de la línea de conducción, según las Normas Técnicas Peruanas y la Norma ISO-4422, las presiones máximas de trabajo de la tubería están en función de la clase o serie de la tubería elegida.

Presión Nominal según clase de tuberías NTP-ISO 4422

Serie (ISO)	Clase de Tubería (NTP-	Presión Nominal
4422)	I TINTEC)	(m.c.a)
20	5	50
13.3	7.5	75
10	10	100
6.6	15	150

Fuente: (20). "Sistema Presión NTP-ISO 4422

2.5.2.9.7.1.3. Diámetros mínimos de tubería en el sistema de agua potable.

El (19), recomienda que para los sistemas de agua potable se utilice diámetros mínimos, el cuadro siguiente presenta los diámetros mínimos.

Diámetros mínimos de tubería en el sistema de agua potable.

Diámetro Min.	Sistema	Normas
¾"	Línea de conducción	MINSA-DIGESA
¾"	Rural (Sistema Abierto)	MINSA-DIGESA
2"	Urbano (Sistema Cerrado)	RNC-S.122.5.c

MINSA-DIGESA: El Diámetro mínimo de tubería para poblaciones rurales y urbano marginales es de ¾". **RNE-S.122.5.:** Considera diámetro mínimo de tuberías: 2".

2.5.2.9.7.1.4. Rango de velocidades permisibles en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable. (DIGESA-MINSA)

El (19), recomienda tener en cuenta el empleo de velocidades máximas en un sistema de agua potable, que se presentan en el cuadro siguiente.

Rango de velocidades permisibles de diseño en el sistema.

Red	velocidad (m/s)
Línea de conducción	$0.60 \leq Vd. \leq 5.00$
Red de Aducción Distribución	$0.60 \leq Vd. \leq 5.00$

Fuente: DIGESA-MINSA

2.5.2.9.7.1.5. Diámetros comerciales de tubería.

Diámetros y equivalencias comerciales de tubería. NTP-IS04422.

Diámetro INTITEC: pulg	NTP – ISO 4422 (mm)	Diámetro INTITEC: pulg	NTP – ISO 4422 (mm)
2	63	6	160
2 ½	75	8	200
3	90	10	250
4	100	12	315
5	140	14	355
		16	400

Fuente: Nicoll Eterplast “Sistema de presión NTP-ISO 4422”

2.5.2.9.7.2. Diseño Hidráulico de la Red de Aducción y Red de Distribución.

Análisis hidráulico.

Según el (19), las redes de distribución se proyectarán, en principio, 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.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

Diámetro mínimo de tubería.

Según **RNE**, el diámetro mínimo será de 75 mm para ser usado en las instalaciones de agua en una vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

Velocidad del agua.

Según **RNE**, recomienda utilizar la velocidad máxima: 3 m/s.

En casos justificados se aceptara velocidades máximas de: 5 m/s.

Presiones.

Según el **RNE**, 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.

Ubicación de la tubería.

Según el **RNE**, en las calles de 20 m de ancho o menos, se proyectará una línea a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada.

Válvulas.

Según **RNE**, la red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Contará con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal, con la finalidad de aislar el conjunto de lotes que abastece el ramal condominal.

Sistema condominal de agua potable

- **Condominio:** Se llama condominio a un conjunto de lotes pertenecientes a una o más manzanas.
- **Sistema condominial:** tubería que formando un circuito cerrado y/o abierto, abastece a los ramales condominiales.
- **Ramal condominial:** es la tubería que ubicada en el frente del lote abastece a los lotes que conforman un condominio.

2.5.2.9.8. Saneamiento Básico.

Pronasar: Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, organismo dependiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, que desarrolla actividades orientadas a impulsar el desarrollo sostenido de los servicios de agua y saneamiento en las zonas rurales del país.

Sistemas de disposición de excretas in situ: Cuando los recursos económicos y técnicos, así como las condiciones de terreno, limitan la instalación de sistemas de recolección y tratamiento conjunto (por los niveles de inversión, operación y mantenimientos asociados), las opciones tecnológicas y niveles de servicio deben adecuarse a las condiciones económicas y físicas de la población que se busca atender, así como al contexto cultural de la comunidad.

Saneamiento in situ húmedo: Es una opción para la disposición de excretas y aguas residuales. Cuando están bien mantenidas brindan un nivel de servicio mayor que las letrinas secas. Su instalación requiere una mayor inversión y no se recomienda en lugares donde el suministro de agua es limitado.

Sus componentes son similares al saneamiento in situ seco con pequeñas variaciones: caseta, aparato sanitario, caja de registro, tanque séptico o Biodigestor y pozo de percolación, a diferencia de que en éste se utiliza agua para la circulación de las heces.

2.5.2.9.8.1. Alternativas Técnicas de las UBS.

Son opciones técnicas aquellas que han sido probadas y validadas, compatibles con las características físicas, geográficas, topográficas, sociales y económicas de la población rural, que permiten de manera óptima y a un bajo costo, dotarla con servicios integrales de agua potable y saneamiento.

2.5.2.9.8.1.1. Criterios de Selección de la Tecnología.

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), realizó un estudio en el cual desarrolló los criterios que se deben tomar en cuenta para la selección de la tecnología, de acuerdo a los factores de orden técnico, económico y social.

a.) Factores Técnicos

- **Disponibilidad de agua:** Se agrupan entre las alternativas que requieren de agua, generalmente poca cantidad, y las que no requieren de agua, realizan la disposición de los desechos fisiológicos “in situ”.
- **Fuentes particulares de agua (pozos familiares o comunitarios):** Las fuentes subterráneas de abastecimiento de agua son las más expuestas a ser contaminadas por los sistemas de saneamiento “in situ”, por lo que mientras más profundas el riesgo es menor.
- **Densidad Poblacional:** La mayor o menor dispersión de viviendas en el área a ser atendida puede inducir a seleccionar una solución del tipo individual, familiar o pública.
- **Distancia entre pozo de agua y la letrina o pozo de infiltración:** las soluciones “in situ” debe ubicarse a una distancia mínima de 25 m. de la fuente de agua subterránea del tipo somero para garantizar que la fuente no se contamine por infiltración de los desechos líquidos fisiológicos dispuestos en el subsuelo.
- **Facilidades de limpieza:** el uso de letrinas húmedas o secas de un solo pozo, o letrinas anegadas, demandan de la presencia de las facilidades necesarias para el vaciado periódico de los mismos.

- **Disponibilidad de área:** la aplicación de los sistemas de saneamiento “in situ” del tipo familiar considera la necesidad que el interesado disponga de área al interior del predio, de lo contrario se tendrá que optar por soluciones multifamiliares o de otra índole. Sin embargo, si la situación así lo amerita, las letrinas pueden construirse en el patio exterior o en la berma del camino adjunto a la vivienda, en los casos que el interesado quisiera disponer de una facilidad de alcance familiar.
- **Calidad del suelo:** Es un factor muy importante en la selección de la facilidad sanitaria, particularmente en el caso de las soluciones “in situ”. Este tipo de solución, dependiendo de la calidad del suelo puede facilitar la rápida infiltración de los desechos líquidos al subsuelo, causando la contaminación de las fuentes subterráneas de agua en estos casos, es necesario considerar la construcción de barreras al interior de los pozos para el control de la contaminación.
- **Permeabilidad del suelo:** Para las soluciones del tipo “in situ” húmedo deben construirse en suelos permeables con suficiente capacidad de percolación para permitir la infiltración de la fase líquida de los desechos. Este factor es muy importante en la selección de soluciones del tipo letrina de cierre hidráulico, tanque séptico, biodigestor o letrina de pozo anegado.
- **Estabilidad del suelo:** Son suelos no cohesivos o no consolidados que requieren entibar las paredes de las excavaciones. Para los suelos rocosos, las soluciones in situ pueden conducir a la construcción de pozos por encima del nivel del suelo al igual que cuando se tienen terrenos inundables o presencia de una napa freática muy superficial.

b.) Factores Técnicos:

- **Gastos de capital y de mantenimiento:** Es un indicador que limita en gran medida la selección de la opción tecnológica y del nivel de servicio. Se debe tener en cuenta la voluntad de pago de parte del interesado y la contribución de la institución ejecutora del proyecto.

c.) Factores Sociales:

- **Aprovechamiento de los residuos sólidos fecales:** El aprovechamiento voluntario o tradicional de los desechos fecales es un factor que ayuda a definir la alternativa de solución y a la recuperación de los hoyos de las letrinas tradicionales.

2.5.2.9.8.1.2. Criterios de Selección de la Tecnología.

Las opciones tecnológicas de saneamiento dependen de muchos factores tales como el grado de tratamiento, tamaño y característica de la población. Con relación al ámbito rural, las tecnologías que se aplican no son las convencionales, las cuales brindan el servicio de saneamiento a nivel de vivienda y la disposición de las excretas y aguas residuales en áreas circundantes al lote.

Se han establecido las siguientes alternativas tecnológicas:

Para sistemas de agua potable

- Sistema por gravedad con tratamiento.
- Sistema de bombeo con tratamiento.
- Otras opciones no convencionales.

Para sistemas de agua potable

El programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural propone las siguientes Alternativas:

- Letrina de hoyo seco ventilado.
- Letrina, losa turca o inodoro con arrastre hidráulico.
- Letrina de compostaje de doble cámara.
- Otras opciones.

Según indica el manual de Operaciones de PRONASAR, en ningún caso se ejecutará infraestructura de alcantarillado convencional. En los casos de localidades con sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado existente, se evaluará cada caso para determinar su inclusión o no en el Programa.

2.5.2.9.8.1.3. Niveles de Servicio.

Es el tipo de facilidad con que cuentan los usuarios para disponer del servicio de saneamiento, toda vez que debe proporcionarle a la población una mejora sustancial de las condiciones sanitarias para evaluar las aguas residuales o la disposición de excretas.

Se han establecido niveles de servicio adecuadas al área rural y en función a criterios de dotación disponible de agua, y al nivel requerido de operación y mantenimiento durante su período de vida útil. Los niveles de servicio considerados son los siguientes:

Para servicios de saneamiento:

- Una unidad sanitaria básica con o sin arrastre hidráulico familiar.

2.5.2.9.8.2. Descripción de La Propuesta:

Se plantea la implementación de dos alternativas técnicas, denominadas:

1. *Unidad básica de saneamiento de arrastre hidráulico con biodigestor.*
2. *Unidad básica de saneamiento – doble cámara compostera.*

2.5.2.9.8.2.1. Descripción de la Alternativa Técnica UBS de Arrastre Hidráulico con Biodigestor:

A.- UBS – Arrastre Hidráulico.

Una letrina con arrastre hidráulico, es aquella que utiliza agua, en una cantidad suficiente (de 2 a 4 litros) para el arrastre de las excretas hasta un biodigestor, en el cual los desechos orgánicos son sometidos a un proceso de sedimentación y descomposición, y las aguas servidas son dispuestas a pozos o zanjas de infiltración.

Según los términos de referencia proporcionados por el PRONASAR, indican que la disposición de la unidad básica de saneamiento de arrastre hidráulico, se distribuye: CASETA + CAJA DE REGISTRO + BIODIGESTOR + POZO DE PERCOLACIÓN.

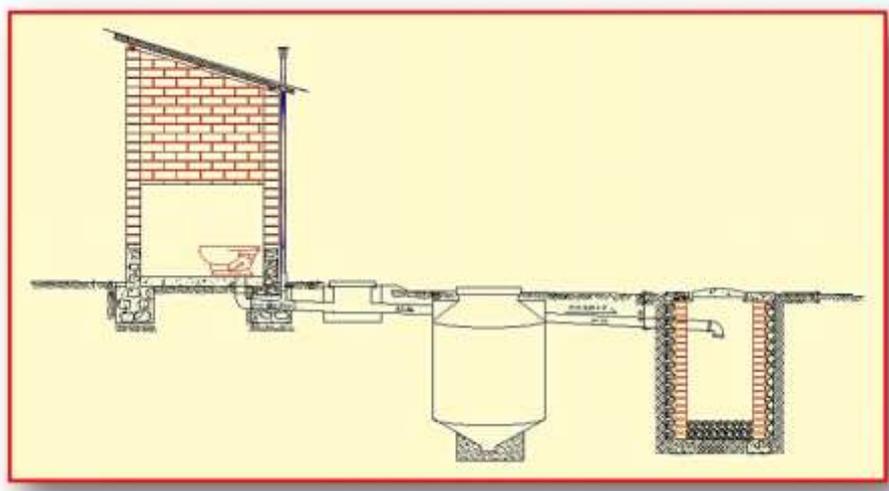


Figura 1: UBS de Arrastre Hidráulico con Biodigestor

El empleo de las letrinas con arrastre hidráulico sólo se permitirá en las zonas rurales o urbanas marginales, cuyas condiciones socioeconómicas, disponibilidad de agua y geomorfología permitan su aplicación

B.- Requisitos previos para su empleo.

- i. La caseta de la letrina con arrastre hidráulico se ubicará preferentemente al interior de la vivienda. En el caso que se ubique externamente, la distancia a la vivienda no debe ser mayor a 5 m.
- ii. Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico, destinados al almacenamiento de los Líquidos residuales, deberán ubicarse en el exterior de la vivienda y a no menos de 1m del muro exterior de la vivienda.
- iii. Las letrinas con arrastre hidráulico sólo podrán ser construidos en terrenos cuyas características favorezcan su excavación e infiltración de las aguas empleadas en el arrastre de los desechos fisiológicos, además de contarse con área de terreno disponible.
- iv. Las letrinas con arrastre hidráulico no podrán ser construidos en áreas pantanosas, fácilmente inundables, en suelos impermeables o con presencia de arcillas expansivas.
- v. Las letrinas con arrastre hidráulico podrán ser construidos en terrenos calcáreos o con presencia de rocas fisuradas, siempre que se tomen las medidas de seguridad necesarias.
- vi. No deben contaminarse las aguas subterráneas que puedan entrar en los manantiales o pozos que sirvan de suministro de agua a la población.
- vii. En los lugares donde se proyecte construir los pozos de la letrina no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros alrededor de ellas, y en todos los casos las letrinas deberán ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial de agua destinada al abastecimiento para consumo humano.
- viii. Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico deben ser fácilmente accesible para facilitar su limpieza.
- ix. La capa superficial del suelo no debe contaminarse.
- x. No debe contaminarse las aguas superficiales.

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, Guía de Diseño de Letrinas con Arrastre Hidráulico y Letrina de Pozo Anegado, Requisitos para el Empleo de **Letrinas de Arrastre Hidráulico**, **Página N°04, Lima 2005.**

C. Componentes de la UBS –Arrastre hidráulico con Biodigestor.

- **Caseta:** Compartimiento donde se ubica el aparto sanitario que permite dar privacidad y proteger al usuario de la letrina contra la intemperie, en el momento de realizar sus

necesidades fisiológicas. La caseta de la letrina con arrastre hidráulico debe reunir ciertos requisitos deseables como el tamaño, la ventilación, iluminación y facilidad de limpieza.

El material para elaborar la caseta tendrá que ser de la zona, se debe tomar como referencia el material con que están construidas las viviendas. Por ser una zona de con alta precipitación pluvial el techo de la caseta tiene una inclinación mayor del 10% y debe contar con un volado alrededor de la caseta de por lo menos 0.20 m.

Para una adecuada iluminación y ventilación, la caseta cuenta con ventana alta cuyas dimensiones no deben afectar la privacidad del usuario.

- **Aparato sanitario:** Artefacto prefabricado destinado a posicionar y brindar comodidad a la persona durante el acto de defecación.

El aparato sanitario empleado en las letrinas con arrastre utiliza el agua para el transporte de los excrementos al hoyo y pueden ser del tipo losa turca que corresponde a la costumbre cultural de hombres, mujeres y niños(as) de defecar al aire libre en cuclillas. La otra opción es la taza o inodoro para la posición de sentado que algunos usuarios optan por mayor comodidad y/o estatus social.

- a. **Losa turca:** Debe ser de tamaño apropiado entre 15 a 20 cm. Que impida la posibilidad de que se ensucie la losa.
- b. **Inodoro:** Aparato sanitario de losa sin tanque con dimensiones estandarizadas.

Para un adecuado arrastre, el agua debe verterse lo más rápidamente posible con ayuda de un balde. No se debe botar papeles u hojas en el hoyo sino en una papelera específica para este uso. Esto para evitar una posible obstrucción del desagüe de la letrina. El aparato sanitario estará herméticamente unido a las losa del piso de la caseta para impedir el ingreso de insectos o salida de malos olores.

- **Sello hidráulico (trampa):** Es un dispositivo que evita que pase al interior de la caseta las emanaciones (gases de los desagües), procedentes de la evacuación sin afectar la descarga de los mismos, consiste en un cierre hidráulico.
- **Tubo de ventilación:** Es un tubo de PVC de 2" como mínimo y 2.50 m. como alto que está conectada cerca de la trampa, estableciendo una comunicación con el exterior y sobresale por encima del techo de la caseta, teniendo como función desplazar el aire y los gases provenientes del biodigestor y así evitar que se rompa el sello hidráulico.

Si el dispositivo no está dotado de ventilación, se debe prever de una tubería desde el tanque séptico mismo, protegida con una malla.

- **Caja de registro:** Elemento que permite la conexión entre el aparato sanitario y el tanque séptico o biodigestor.
- **Biodigestor:** Un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excremento de humanos) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaeróbica se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y, además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.
- **Pozo de infiltración o pozo de percolación:** Unidad que consiste en un hoyo en el suelo, llenado con canto rodado con diámetro entre 1" y 2", este pozo, será circular y el área será calculada de acuerdo a la capacidad de absorción del terreno.
Tiene por finalidad complementar el tratamiento del efluente, posterior al tratamiento primario, disminuyendo los riesgos de contaminación y daños a la salud pública. Las paredes serán de mampostería de piedra asentada con mortero en las juntas horizontales, las juntas verticales estarán vacías, permitiendo así, su infiltración, el fondo del piso será de piedra asentada de 6".
- **Redes de evacuación:** Son un conjunto de tuberías de 2" y 4" que transporta los desagües, biodigestor y finalmente al pozo de percolación.

El diámetro de la tubería que conecta el inodoro con la entrada del biodigestor será de 4" (100 mm), este diámetro será también el de la tubería de salida del tanque, debiendo tomarse en cuenta que la cota de salida del biodigestor estará a 0.05 m. por debajo de la cota de entrada para evitar represamientos.

La parte superior de los dispositivos de entrada y salida estarán a por lo menos 0.20 m. Con relación al nivel de las natas y espumas. La pendiente del conducto entre el aparato sanitario y el ingreso al tanque séptico no será menor al 3%.

(Fuente: Organización Panamericana de la Salud, Guía de Diseño de Letrinas con Arrastre Hidráulico y Letrina de Pozo Anegado, Componentes de Letrina de Arrastre Hidráulico, Pagina N° 03, Lima 2005)

C.1. El biodigestor



Figura 2: Biodigestor

C.1.1. Funcionamiento

El tanque biodigestor, es un sistema que se conecta a los desagües de la vivienda y recibe directamente los desechos generados, los cuales son sometidos a un proceso de descomposición natural, separando y filtrando el líquido a través de un filtro biológico anaeróbica, que atrapa la materia orgánica y deja pasar únicamente el agua tratada, la cual sale del biodigestor tras sufrir un segundo proceso de limpieza con piedras chancadas o angulosas.

Posteriormente esta agua puede ser usada para el riego por filtración de una huerta o de un jardín. Tras la descomposición, de los desechos sólidos generados por el biodigestor, en el contenedor se acumula un lodo no apesadoso que debe ser drenado cada 1 año y puede dejarse secar para ser usado como abono. Para la localización del biodigestor debe evitarse terrenos pantanosos, de **relleno** o sujetos de inundación, evite cualquier paso de vehículos, se debe instalar debajo de banquetas o patios, ya que no permite realizar se mantenimiento y considerar la posibilidad de futuras expansiones de la construcción, banquetas, bardas, patios, etc., antes de considerar el sitio para instalar la fosa séptica. (Fuente: CARE PERU, baño séptico domiciliario, El Biodigestor)

Con el biodigestor se conectan las instalaciones sanitarias de una vivienda, oficina o colegio, las mismas que se podrá usar normalmente como si fuesen un sistema definitivo, no necesita estar conectado a un sistema de alcantarillado.

C.1.2. Partes del biodigestor

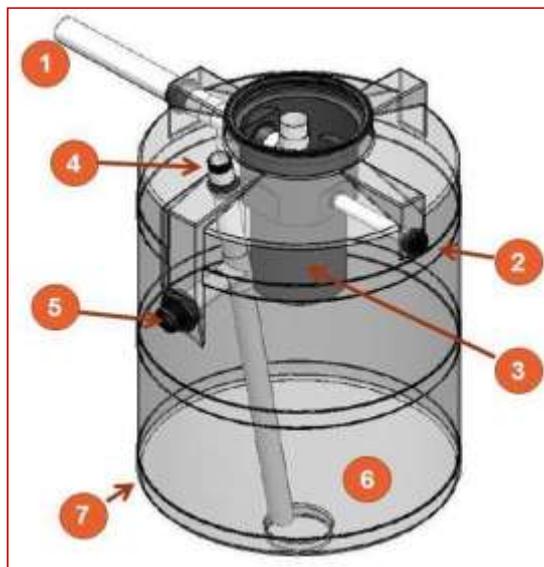


Figura 3: Partes del Biodigestor

1. Entrada de agua residual
2. Salida de agua tratada
3. Depósito del material filtrante
4. Ducto para limpieza
5. Salida de lodos tratados.
6. Zona de acumulación de lodos
7. Unidad de tratamiento

C.1.3. Características del biodigestor.

- Diseñado bajo normas peruanas, cumpliendo el diámetro mínimo establecido.
- Auto Limpiable, los lodos se eliminan muy fácilmente, sin necesidad de bombeo.
- Hermético, estructura interna de una sola pieza.
- Elimina las aguas tratadas por infiltración, ya sea a pozos de percolación o zanjas de infiltración dependiendo de la permeabilidad del terreno.
- Liviano y de fácil instalación y operación.
- Completo con todos sus accesorios.

- Fabricado con polietileno de alta densidad y con una vida útil de 30 años.
- Ideal para zonas de clima cálido y frío.
- Con una adecuada instalación y operación se asegura un sistema de tratamiento eficaz.

C.1.4. Aplicaciones del biodigestor

- Viviendas en zonas rurales carentes de conexión a un servicio de alcantarillado,
- Asentamientos humanos, con lotes a nivel y no en ladera.
- Servicios higiénicos de escuelas rurales o similares.
- Campamentos mineros, para el tratamiento de los efluentes de los servicios higiénicos y comedores.
- Casas de campo, como soluciones individuales.
- Hoteles o albergues en zonas rurales.
- Restaurantes campestres.
- Condominios en playa, como parte de un sistema compartido entre la vivienda y la administración.

(Fuente: Folleto Biodigestor Eternit, enero 2012)

C.2. Zanja de percolación

Esta es una excavación larga y angosta realizada en el terreno para acomodar las tuberías de distribución del agua residual, para su siguiente infiltración en el suelo permeable. Para construir la zanja de infiltración son necesarios los siguientes materiales: gravas o piedras trituradas de granulometría variable comprendida entre 1.5 y 5 cm., tubería de PVC de 4” con juntas abiertas o con perforaciones que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.

En la zanja de infiltración habrá por lo menos dos capas de grava limpia, la inferior tendrá un espesor mínimo de 0.15 m constituida por material cuya granulometría variará entre 2.5 a 5 cm sobre ella se acomodarán los drenes. Rodeando los drenes se colocará otra capa de grava de 1 a 2.5 cm, la que cubrirá hasta una altura de por lo menos 5 cm. El resto de la zanja se rellenará con la tierra extraída de la excavación hasta alcanzar entre 10 a 15 cm de altura por encima de la superficie del suelo (camellón), para compensar el hundimiento del terreno causado por el asentamiento natural del mismo. La profundidad de las zanjas está en

función de la topografía del terreno y no deberá ser menor a 0.50 m. El ancho de la misma está en función de la capacidad de infiltración del terreno y puede variar entre un mínimo de 0.40 m a un máximo de 0.90 m.

C.3. Pozo de percolación

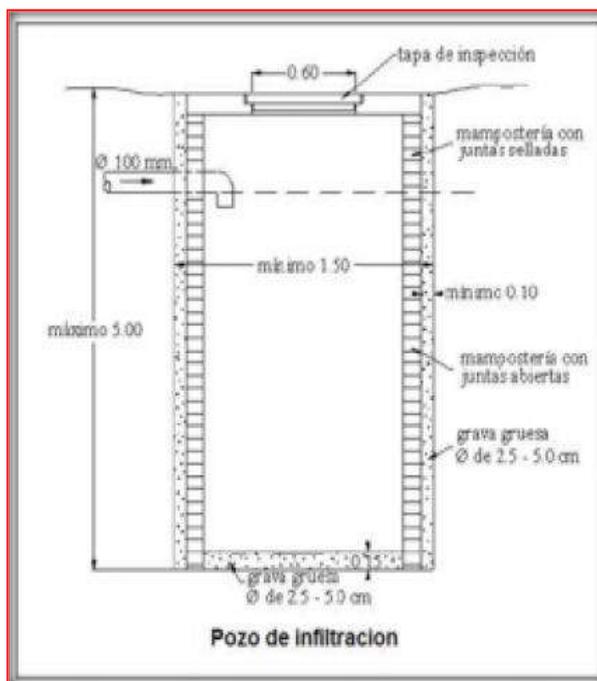


Figura 4: Pozo de Percolación

El pozo de percolación, es un hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual proveniente del biodigestor.

Cuando no se encuentre con área suficiente para la construcción de **zanjas** de infiltración o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo después de ella estratos favorables a la infiltración, se podrá usar pozos de infiltración.

Los pozos de absorción o percolación, tendrán sus paredes formadas por muros de mampostería con juntas laterales separadas. El espacio entre el **muro** y el terreno natural se rellenará con grava de 2,5 a 5 cm. La losa de techo tendrá una tapa de inspección de 0,6 m. de diámetro.

El fondo del pozo deberá ser cubierto por una capa de 0.15 m. de espesor de grava gruesa de las mismas características que la empleada para rellenar el espacio entre el muro y el terreno natural.

El área efectiva de absorción del pozo lo constituye el área lateral del **cilindro** (excluyendo el fondo). Para el cálculo se considerará el diámetro exterior del muro y la altura quedará fijada por la distancia entre el punto de ingreso de los líquidos y el fondo del pozo.

La capacidad del pozo de absorción se calculará en base a las pruebas de **infiltración** que se hagan en cada estrato, usándose el promedio ponderado de los resultados para definir la superficie de diseño.

Todo pozo de absorción deberá introducirse por lo menos 2m. en la capa **filtrante**, siempre y cuando el fondo del pozo quede por lo menos a 2m. sobre el nivel máximo de la capa freática. El diámetro mínimo del pozo de absorción será de 1 m.

(Fuente: CARE PERÚ, Baño Séptico Domiciliario, Componentes Complementarios, Zanja y Pozo de Percolación)

2.5.2.9.8.2.2. Descripción de la Alternativa Técnica UBS de Doble Cámara Compostera.

A. UBS de Doble Cámara Compostera:

Este tipo de letrinas son consideradas como baños secos, que tienen la finalidad de manejar las excretas humanas, para su disposición final como fertilizantes de jardines, sin problemas de contaminación y con un excelente ahorro de agua

Las letrinas de doble Compostera constan de una taza sencilla con separadora de orina, dos cámaras de recepción de la excreta para su fermentación y dos compuertas para su manejo y retiro. Los muros de las cámaras Compostera son fabricados de piedra y revestidos. La losa de la base y la losa de fondo están hechos de concreto armado.

B. Requisitos previos para su empleo:

- La caseta de la letrina de doble compostera se ubicará preferentemente al exterior de la vivienda.
- Las letrinas de doble compostera sólo podrán ser construidos en zonas en donde exista presencia de suelo rocoso, presencia de suelo con condiciones de impermeabilidad o cuando el nivel de agua subterránea es muy superficial.
- La plataforma de la base de las letrinas de doble compostera, se ubicará sobre el nivel de terreno natural.
- Cuando el terreno es plano se construirá una escalera de acuerdo a las necesidades del usuario, buscando que la letrina pueda ser usado fácilmente y sin riesgos. Si el terreno tiene pendiente se puede aprovechar para hacer el sanitario con menos escalones.

- Deben ser instaladas en zonas libres de inundación, manteniéndose una distancia mínima de las fuentes de agua.
- Su ubicación será a 6 m como mínimo de la vivienda, 6 m como mínimo a un pozo de agua y 3 m como mínimo de la línea de propiedad.

(Fuente: Organización Panamericana de la Salud, Guía de Diseño para Letrinas de Procesos Secos, Consideraciones Generales Letrina Ecológica Seca, Lima 2005)

C. Componentes de la UBS de doble cámara compostera.

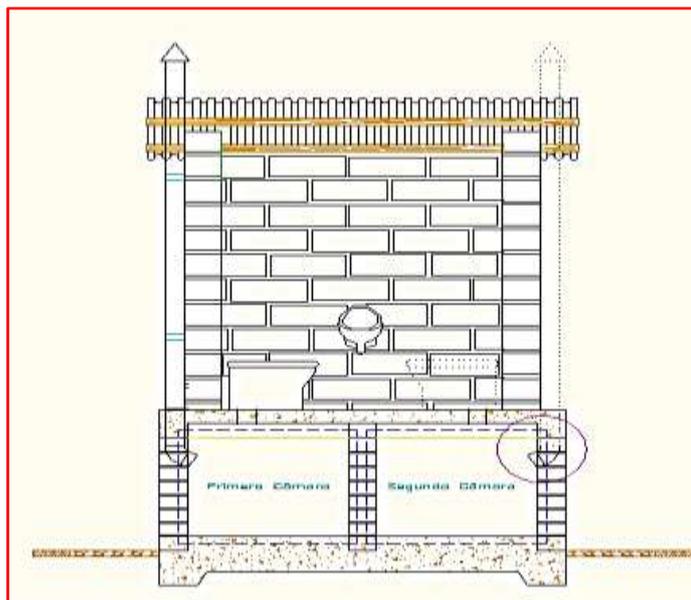


Figura 5: UBS Doble Cámara Compostera

- **Dos cámaras inferiores**, construidas de ladrillo, piedra o adobe, que deben ser impermeabilizadas adecuadamente. Tiene una capacidad aproximada de 0.5 m³ y cuenta con compuertas en las cámaras que permitan evacuar el compost.
- **Un tubo de ventilación de 2"**, generalmente de PVC, conectado a las cámaras.
- **Techo de las cámaras o losa de la letrina**, construido de concreto armado, en el cual se ubicarán los orificios y conexiones para los aparatos sanitarios.
- **Una taza sanitaria**, con separador de orines removible, de tal manera que permita el uso de las cámaras en forma alternada que pueden ser fabricados de concreto, arcilla u otro material aparente.
- La instalación de tuberías de 1 ½" o 2" de PVC SAL para evacuar los orines captados por los aparatos sanitarios. Estas tuberías deben instalarse colgadas de la losa de la letrina ecológica, lo cual permitirá su adecuado mantenimiento.

- **Un urinario**, que se instalara adicional para los varones, pueden ser fabricados de concreto, arcilla u otro material aparente.
- La **caseta** de la letrina, que puede construirse con ladrillo, adobe u otro material. Debe tener una puerta, una ventana con malla mosquitero y una cobertura de teja, calamina u otro material apropiado para la zona.
- Las **gradas de acceso** en caso de construirse en un terreno plano, o una rampa si el terreno es inclinado.
- El **pozo de drenaje** de 60 cm. x 60 cm. x 60 cm. Construido al costado de la letrina, el cual permitirá drenar por el medio los orines recolectados por los aparatos sanitarios.

(Fuente: CARE PERU, Diseño, construcción y mantenimiento de letrinas ecológicas. La experiencia de Ayacucho, ¿Qué es una letrina ecológica?, Lima Perú, 2005)

D. Funcionamiento de la UBS de doble Cámara Compostera.

El funcionamiento de la letrina ecológica se basa en la deshidratación de las excretas de manera rápida, reduciéndolas hasta en un 25% del contenido de humedad, para lo cual se separan los orines de las excretas mediante una taza sanitaria de diseño especial, que desvía los primeros a un pozo de drenaje y los segundos a una cámara impermeable donde se agrega tierra seca, ceniza o cal.

Mediante la deshidratación se logra, de una manera efectiva, la destrucción de los agentes patógenos de las excretas, especialmente los huevecillos de lombrices, los cuales requieren humedad para sobrevivir.

La letrina ecológica tiene doble cámara en la que se depositan las excretas sólidas separadas de la orina. A éstas se les agrega tierra seca, ceniza o cal, por lo que se debe contar con un recipiente o costal conteniendo este material secante dentro de la caseta y al costado del aparato sanitario o taza.

Asimismo, es necesario contar con un recipiente pequeño que permita echar el material secante al hoyo del aparato sanitario luego de su uso tales como: pala pequeña, lata, botella de plástico cortada.

Para un adecuado uso de la letrina ecológica, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Antes de usarla, se debe colocar en la cámara una capa de tierra seca, ceniza o cal de 1 cm. de espesor. Esto permitirá que las excretas no se peguen al piso de la cámara, facilitando la extracción y remoción del compost.
- Para la formación del compost dentro de las cámaras, se sella la tapa de la cámara en uso con una torta de barro o arcilla.
- Después del uso de la letrina ecológica, se deben esparcir las excretas en toda la cámara. Para ello, el usuario se ayudará con un palo en el agujero del aparato sanitario.
- Luego de cada uso, se debe echar tierra seca, ceniza o cal. El papel utilizado para la higiene debe colocarse en un recipiente especial, para ser enterrado posteriormente en el pozo de basura orgánica de la familia.
- El tiempo de llenado de una cámara depende del número de miembros de la familia. Se recomienda realizar el cambio de uso a la otra cámara, cuando la primera esté ocupada en sus 2/3 partes o haya transcurrido un periodo aproximado de seis meses. Una vez que se decide realizar el cambio de uso de cámara, se debe retirar cuidadosamente el aparato sanitario o taza, esparcirse las excretas en toda la cámara y agregarse una capa de tierra preparada hasta el borde. Utilizando la tapa de concreto, torta de barro o arcilla, finalmente se sella el agujero.
- Una vez que se llena una cámara, debe mantenerse sellada por un período aproximado de seis meses, lapso en el cual se completará la formación del compost que podrá ser utilizado como abono.
- Al instalar el aparato sanitario o taza, en cada cambio de uso de cámara, se debe realizar la prueba de conducción del conducto, que consiste en verter un poco de agua a fin de verificar que no se presente fugas.

(Fuente: CARE PERU, Diseño, construcción y mantenimiento de letrinas ecológicas. La experiencia de Ayacucho, ¿Cómo funciona?, Lima Perú, 2005)

E. Uso del abono.

El abono emergerá de la cámara como un material desmoronable y pelotoso, oliendo a caminata en el bosque. Si ha utilizado aserrín o colochos de madera como absorbente no se habrán degradado todavía y podrá identificarlos aún. El abono no es muy dado a contener

patógenos activos, por lo que no hay necesidad de tratarlo como desecho tóxico. Por otro lado, teóricamente es posible que alguna espora resistente de alguna bacteria patógena pueda haber sobrevivido, así que recomendamos que el abono no se utilice para cultivar verduras que van a ser consumidos sin cocinarse, tales como las lechugas, tomates, etc. De hecho, probablemente es mejor no usarlo del todo en verduras y confinar su uso en arbustos, árboles y plantas ornamentales. Al aplicarse una capa de 8cm de grosor, el abono funciona como una buena capa nutriente para plantas herbáceas. Además, es un excelente eliminador de malezas; o puede ser utilizado como abono fertilizante. No obstante, su uso más efectivo es alrededor de arbustos frutales y árboles que necesitan alimentación. No hay necesidad de escarbar para introducir el abono en la tierra, basta con esparcirlo en la superficie.

(Fuente: Adaptación para Nicaragua de Juan Martínez Sánchez, Letrinas Aboneras de Doble Cámara, Cosechando y Utilizando abono, Cocibolca, 2011)

Es importante conocer las siguientes definiciones:

Organismos Aerobios o aeróbicos: Se denominan aerobios o aeróbicos a los organismos que pueden vivir o desarrollarse en presencia de oxígeno diatómico, mientras que si lo necesitan se denominan aerobios estrictos. El adjetivo "aerobio" se aplica no sólo a organismos sino también a los procesos implicados ("metabolismo aerobio") y a los ambientes donde se realizan. Un "ambiente aerobio" es aquel rico en oxígeno, a diferencia de uno anaerobio, donde el oxígeno está ausente, o uno microaerófilico, donde el oxígeno se encuentra a muy baja concentración.

Organismos Anaerobios o anaeróbicos: Los organismos anaerobios o anaeróbicos son los que no utilizan oxígeno (O₂) en su metabolismo, más exactamente que el aceptor final de electrones es otra sustancia diferente del oxígeno. Si el aceptor de electrones es una molécula orgánica (piruvato, acetaldehído, etc.) se trata de metabolismo fermentativo; si el aceptor final es una molécula inorgánica distinta del oxígeno (sulfato, carbonato, etc.) se trata de respiración anaeróbica.

El proceso de descomposición orgánica

La biosfera es dominada por dos grandes procesos, que en conjunto forman un ciclo continuo. En el primero, compuestos inorgánicos simples **son** sintetizados para formar complejas moléculas biológicas. Esto se lleva a cabo en su mayoría por plantas verdes que

utilizan la luz solar, a esto se le llama inmovilización. En el segundo, grandes moléculas son nuevamente separadas, liberando energía y regenerando los compuestos inorgánicos originales. Esto se lleva a cabo generalmente por animales, hongos y bacterias; proceso al que se le llama mineralización.

La descomposición de material orgánico es un patrón aplicado del proceso de la mineralización. Lo que ocurre exactamente; depende de los materiales y la temperatura, pero más crucialmente depende de la cantidad de aire. Si hay suficiente aire, los procesos de mineralización son rápidos y generan mucha energía. Esto significa que el abono se "hace" rápido y que los agentes patógenos tienden a ser eliminados rápidamente. Y no produce malos olores.

En contraste, la mineralización tiende a proceder lentamente y a producir muchos malos olores en los lugares donde no hay suficiente aire. Por esta razón los jardineros intentan mantener una estructura abierta para sus pilas de descomposición y las voltean frecuentemente para facilitar la entrada de más aire.

(Fuente: Adaptación para Nicaragua de Juan Martínez Sánchez, Letrinas Aboneras de Doble Cámara, El proceso de la descomposición orgánica, Cocibolca, 2011)

2.5.3. Marco Normativo del Saneamiento en el Ámbito Rural.

Desde inicios de la década de los 90 y como resultado del proceso de descentralización, la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento que hasta entonces era de responsabilidad del Gobierno Nacional, fue transferida a las municipalidades provinciales y distritales, esto dio origen a las **Entidades** Prestadoras de Servicios (EPS) y a las normas que sustentan la responsabilidad sectorial de los diferentes actores. Entre las principales normas destacan la Ley General de los Servicios de Saneamiento y la Ley de Creación de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

En la presente década se creó el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), quien ejerce como ente rector en los asuntos de vivienda, urbanismo, desarrollo urbano, construcción de infraestructura y saneamiento, para lo cual formula, aprueba, dirige, evalúa, regula, norma, supervisa y en su caso ejecuta las políticas nacionales en estas

materias. Para los asuntos de saneamiento, la Dirección Nacional de Saneamiento (DNS), se constituye como el órgano de línea encargado de proponer los lineamientos de política, planes, programas y normas concernientes a los servicios de saneamiento básico.

Según el Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, se considera como centro poblado rural a aquel que no sobrepase de dos mil (2,000) habitantes y pequeña ciudad a aquella que tenga entre dos mil uno (2,001) y quince mil (15,000) habitantes.

Refiriendo que la infraestructura e instalaciones conexas de los servicios de saneamiento cuyo financiamiento, provenga del gobierno nacional o regional, serán transferidas en propiedad a la municipalidad correspondiente, quedando afectadas exclusivamente a la prestación de tales servicios. La responsabilidad por la gestión, operación y mantenimiento estará a cargo de la Organización Comunal, para el caso del ámbito rural y de los Operadores Especializados para pequeñas ciudades.

En ese sentido es que las organizaciones comunales reconocidas para la gestión y administración de los servicios de saneamiento a nivel rural, son las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS). Las cuales sustentaran los servicios a través de cuotas familiares, que deben cubrir como mínimo los costos de administración, operación, mantenimiento y reposición de dichos servicios.

Sin embargo, estas organizaciones comunales – JASS, requieren ser fortalecidas al igual que los municipios, para la adecuada prestación de los servicios de saneamiento, toda vez que la prestación de los servicios de saneamiento rural, debe estar orientado a la dotación de servicios sostenibles, asistencia técnica y financiera para el desarrollo de la infraestructura y la promoción permanente de la educación y la salud de la población.

2.5.4. Normatividad Ambiental Nacional.

Actualmente existe en el país normativas dirigidas a lograr la adecuación ambiental de las diversas actividades económicas desarrolladas en el país, existiendo para ello leyes, reglamentos, disposiciones, decretos supremos y otros. Conocer esta legislación es importante para lograr el desarrollo de diversos estudios ambientales.

2.5.4.1. Ley de Recursos hídricos N° 29338

Artículo 79.- Vertimiento de agua residual La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

Artículo 35.- Clases de usos de agua y orden de prioridad.

La Ley reconoce las siguientes clases de uso de agua:

1. Uso primario.
2. poblacional.
3. Uso productivo.

Artículo 36°.- Uso primario del agua

El uso primario consiste en la utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias. Comprende el uso de agua para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal; así como su uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales.

Artículo 39°.- Uso poblacional del agua

El uso poblacional consiste en la captación del agua de una fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas: preparación de alimentos y hábitos de aseo personal. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional.

Artículo 42°.- Uso productivo del agua

El uso productivo del agua consiste en la utilización de la misma en procesos de producción o previos a los mismos. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional.

2.5.4.2. Código del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales D.L.

N°613 (07-09-90)

Tiene como premisa el derecho irrenunciable de toda persona tiene a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida.

El estado está obligado a mantener la calidad de vida de las personas en un nivel compatible con la dignidad humana correspondiéndole prevenir y controlar la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro de los recursos naturales.

Este código, en su capítulo sexto, se refiere a las medidas de seguridad donde de manera directa es prohibido la descarga de sustancias contaminantes que provoquen degradación de los ecosistemas o alteren la calidad del ambiente, sin previamente ser tratada siendo la autoridad competente la encargada de aplicar las medidas de control y muestreo para velar por el cumplimiento de esta disposición.

Específica la prohibición de verter o emitir residuos sólidos, líquidos, gaseosos, otras formas de materia o energía causante de la alteración del agua y aire, en proporción capaz de hacer peligrosa su utilización (Artículo 15°).

2.5.4.3. Ley General de Residuos Sólidos P.L. N° 4129/98-CR (9-07-99)

Propone principalmente ordenar el marco institucional de la gestión de los residuos sólidos mediante el establecimiento de responsabilidades y competencias claras en relación a las funciones normativas, regulatorias y fiscalizadoras. Según la ley los residuos sólidos son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido desprendidos por su generador, y de los cuales, muchas veces, se generan efluentes y/o emisiones debiendo ser considerados para no representar un riesgo significativo para la salud o el ambiente.

2.5.5. Normatividad Ambiental Sectorial.

La Ley N° 757, en el artículo N°50 establece los derechos y obligaciones de los inversionistas en los distintos sectores de las actividades económicas; para lo cual deberán aplicar las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales a través de los diferentes Ministerios.

2.5.5.1. Organismos Reguladores.

2.5.5.1.1. Consejo Nacional Del Ambiente (CONAM).

El Consejo Nacional del Ambiente define la política ambiental nacional, contemplando el proceso de coordinación intersectorial orientado a alcanzar el desarrollo sostenible. El

artículo N°22 refiere la elaboración del reglamento nacional de parámetros de contaminación ambiental, en donde se considerará criterios como:

El establecimiento de los límites máximos permisibles (LMP) para emisiones y efluentes y límites de exposición o calidad ambiental de carácter obligatorio; el objeto de dicho establecimiento es proteger la salud humana, la calidad del ambiente; de igual manera las coordinaciones son intersectoriales, según el Art 50,51 y 52 Ley Marco de la inversión Privada N°757.

La normatividad dada en este organismo:

- Ley del Consejo Nacional del Ambiente Ley N°26410 (22-12-94).
- Reglamento de Organización y Funciones del Consejo Nacional del Ambiente, Decreto Supremo N° 048-97-PCM, (04-10-97).
- Marco Estructural de Gestión Ambiental, Decreto del Consejo Directivo N°003-98-CD/CONAM (15-07-98).
- Instancia de Coordinación Intersectorial sobre Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, Decreto Supremo N°038-98 (19-08-98).
- Anteproyecto de Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Decreto Supremo N° 044-98-PCM (11-11-98).
- Declaran inicio de actividades conducentes Programa Anual 1999 para Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Resolución Presidencial N°025-99-CONAM-PCD (27-03-99).
- Conforman Comisión Nacional de Cambio Climático como Grupo Técnico del Marco Estructural de Gestión Ambiental (MEGA), Decreto del Consejo Directivo N°007-99-CD/CONAM (02-06-99).
- Anteproyecto de Decreto Supremo de Aprobación del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire, Resolución Presidencial N° 078-99-CONAM/PCD (08-12-99).
- Aprueban los Planes de Acción y las Agendas Ambientales Regionales de Cusco, Región Costera Ancash, Madre de Dios Moquegua y Arequipa, Decreto del Consejo Directivo N°002-2000-CD/CONAM (07-04-2000).

- Crean Grupo Técnico para Gestión de Biodiversidad de la subcuenca del Cotahuasi, Decreto del Consejo Directivo N°03-2000-CD/CONAM, (07-04-2000).

2.5.5.1.2. Ministerio de Agricultura.

- Ley Forestal y de fauna Silvestre, Decreto Ley N°21147, (15-05-75).
- Reglamento de conservación de Flora y Fauna Silvestre, Decreto Supremo N°158-77-AG, (06-04-77).
- Reglamento de Unidades de Conservación, Decreto supremo N°160-77-AG, (07-04-77).
- Reglamento de extracción y Transformación Forestal, Decreto Supremo N°161-77-AG, (07-04-77).
- Clasificación de especies de Flora Silvestre, Resolución Ministerial N°01710-77-AG/DGFF, (30-09-77).
- Conformación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado SINAMPE, Decreto Supremo N°010-90-AG, (24-03-90).
- Clasificación de Especies de fauna Silvestre, Resolución Ministerial N°01082-90-AG/DGFF, (16-09-90).
- Reglamento de la Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector agrario, Decreto Supremo N° 0048-91-AG (11-11-91).
- Reglamento de Zoo criaderos y Cotos de caza, Decreto Supremo N°158-77-AG, (30-05-92).
- Ley orgánica del Ministerio de Agricultura, Decreto Ley N°25902, (29-11 92).
- Creación del fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado –FONAMPE, Decreto Ley N°26154, (30-12-92).
- Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Recursos Naturales –INRENA, Decreto Supremo N°055-92-AG, (16-01-93).
- Reglamento de Organización y Funciones del servicio Nacional de sanidad Agraria – SENASA, Decreto Supremo N°056-92-AG, (17-01-93).
- Disponen que los productos y subproductos de origen agropecuario sólo ingresarán al país si cuentan con el certificado sanitario oficial del país de origen, Decreto Supremo N°004-93-AG, (05-03-93).
- Reglamento de Organización y Funciones del Instituto nacional de Investigación Agraria-INIA, Decreto Supremo N°23-94-AG, (12-05-94).

- Registro de empresas e Instituciones calificadas para realizar Estudios de Impacto Ambiental en el Sector Agrario, Resolución Ministerial N° 369-94-AG, (15-07-94).
- Aprueban Directiva que establece medidas complementarias de la Ley que prohíbe la Tala de árboles en bosques naturales de los departamentos de Piura y Tumbes, Resolución Ministerial N°0594 94- AG, (02-10-94).
- Guías para la formulación de términos de referencia para los estudios de Impacto Ambiental en el Sector Agrario, Resolución Jefatural N°021-95 (09-03-95).
- Modifican el reglamento sobre el Registro Comercialización y control de Plaguicidas agrícolas y sustancias afines, Resolución Ministerial N°0268-96-AG, (21-03-96).
- Establecen Casos en que aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental y Programas de Adecuación de Manejo Ambiental requerirán la opinión Técnica del INRENA, Decreto Supremo N°056-97-PCM (19-11-97).
- Aprueban la “Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas”, Resolución Legislativa N°27174 (21-09-99).
- Dictan Medidas relativas al otorgamiento de contratos de extracción forestal, orientadas a mejorar el aprovechamiento y conservación de los recursos forestales, Decreto Supremo N°036-99-AG.
- Aprueban nuevas categorías de especies maderables provenientes de bosques del Estado, Resolución Ministerial N°0107-200-AG (04-03-2000).
- Que, mediante Decreto Legislativo N° 997, se aprobó la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura, que crea la Autoridad Nacional del Agua, como organismo público responsable de dictar las normas y establecer los procedimientos para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos;

2.5.6. Marco Conceptual

- **Agua potable.**

El Agua Potable es agua que, por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud. "El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus

condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades".

- **Energía**

Energía es un término que deriva del griego "energos", cuyo significado original es fuerza de acción o fuerza de trabajo, y de "energeia" que significa actividad, operación. El concepto se utiliza en el sentido corriente para designar el vigor o la actividad de una persona, objeto u organización.

- **Saneamiento Básico**

Es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales conservando un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. El acceso al saneamiento básico comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios. La cobertura se refiere al porcentaje de personas que utilizan mejores servicios de saneamiento, a saber: conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos; letrina de sifón; letrina de pozo sencilla; letrina de pozo con ventilación mejorada.

- **Sistema**

Del latín "Systema" que significa un conjunto de partes o elementos, organizadas y relacionadas que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia.

- **Sistema de abastecimiento de agua potable**

Sistema que permite que llegue el agua desde el lugar de captación al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad. Es importante tener en cuenta que esta agua antes de ser enviada a las viviendas se transformará en agua potable, dependiendo del origen de esta, se le hará un proceso de saneamiento y desinfección.

- **Arrastre hidráulico:** Acción por la cual las excretas son transportadas mediante agua.
- **Compostera:** Término que deriva de la palabra "compost". Esta se refiere al tipo de UBS de doble cámara en la que el término es aplicable.

- **Compost:** En relación al estudio realizado, es la mezcla de excretas humanas y de tierra seca, cenizas o cal (en la que no está considerada la orina); que es almacenada, con el propósito de acelerar el proceso de descomposición natural de los desechos orgánicos por una diversidad de microorganismos, en un medio húmedo, caliente y aireado que da como resultado final un material de alta calidad fertilizante.
- **Letrina:** Estructura que se construye para disponer de la evacuación de las heces y la orina, con la finalidad de proteger la salud de la población y evitar la contaminación del suelo, aire y agua.
- **Percolación:** El flujo o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante.
- **Pronasar:** Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, organismo dependiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, que desarrolla actividades orientadas a impulsar el desarrollo sostenido de los servicios de agua y saneamiento en las zonas rurales del país.
- **Sistemas de disposición de excretas in situ:** Cuando los recursos económicos y técnicos, así como las condiciones de terreno, limitan la instalación de sistemas de recolección y tratamiento conjunto (por los niveles de inversión, operación y mantenimientos asociados), las opciones tecnológicas y niveles de servicio deben adecuarse a las condiciones económicas y físicas de la población que se busca atender, así como al contexto cultural de la comunidad.
- **Saneamiento in situ húmedo:** Es una opción para la disposición de excretas y aguas residuales. Cuando están bien mantenidas brindan un nivel de servicio mayor que las letrinas secas. Su instalación requiere una mayor inversión y no se recomienda en lugares donde el suministro de agua es limitado. Sus componentes son similares al saneamiento in situ seco con pequeñas variaciones: caseta, aparato sanitario, caja de registro, tanque séptico o Biodigestor y pozo de percolación, a diferencia de que en éste se utiliza agua para la circulación de las heces.
- **Saneamiento in situ seco:** Se refiere a la mayoría de letrinas usadas en el medio rural: letrinas de hoyo seco simple, hoyo seco ventilado, letrinas composteras, entre otras. En

general, constan de una caseta, un aparato sanitario, y un hoyo o cámara para el almacenamiento de las heces y se requiere de material secante (arena, cenizas, etc.) para su uso.

- **Unidad básica de saneamiento (UBS):** Está conformada por un conjunto de estructuras que permiten la evacuación sanitaria de las excretas.

2.5.7. Marco Histórico.

Según Cruz señala que la base fundamental para que toda población tenga una buena salud es el agua potable, desde tiempos antiguos en la era sedentaria por los años 9.000-10.000a.de C., empezaron los primeros esfuerzos por controlar el caudal de agua, provenientes de arroyo, manantiales, ríos, lagos. Y a partir del segundo milenio A. de C., en las antiguas ciudades, el suministro de agua es mediante gravedad, con tuberías o canales y sumideros.

Tales sistemas de abastecimiento no distribuían agua a viviendas individuales, sino que a un lugar central desde el cual la población podía llevarla a sus hogares. Estos sistemas eran con frecuencia inadecuados y apenas cubrían las modestas demandas sanitarias, por lo que nace la construcción de acueductos para transportar agua desde fuentes lejanas.

Luego de la caída del Imperio Romano, se dio comienzo a una época de retroceso en la tecnología hídrica, lo que provocó que el saneamiento y la salud pública sufrieran un declive en Europa. Eran tales las condiciones sanitarias, que el agua suministrada estaba contaminada, había desechos de animales humanos en las calles, y las aguas servidas se arrojaba por las ventanas a las calles, sobre los transeúntes. Como resultado, nacen terribles epidemias que provocaron estragos en Europa.

Hasta mediados del siglo XVII, los materiales de construcción utilizados en redes para el suministro de agua eran tuberías hechas de madera, arcilla o plomo, que apenas lograban resistir bajas presiones, sin embargo, las redes generalmente estaban instaladas de acuerdo a la línea del gradiente hidráulico. Con la inserción del hierro fundido en la construcción, las redes de distribución de agua potable se instalan con tuberías de este material, además, gracias a su bajo costo y al avance en nuevos métodos de elevación de agua, se hizo posible que el vital elemento llegara a cada residencia, no sólo a los considerados ricos, como ocurría en la antigüedad.

A pesar de los nuevos desarrollos en tecnología en los sistemas de suministro de agua potable, con el explosivo crecimiento de las ciudades, los residuos generados en éstas, comenzaron a contaminar tanto sus propias fuentes de abastecimiento como las de otras ciudades. Entonces, ya no sólo se comienza a desarrollar nuevas tecnologías para el mejoramiento de las redes, sino que, además, comienza la preocupación por la protección de la salud de los consumidores con métodos de tratamiento para las aguas. Recién en 1900 aproximadamente, se dio inicio a la aplicación de tratamientos en las ciudades, en que fueron puestos en uso los filtros, que redujeron fuertemente las enfermedades provocadas por ingerir agua potable, aunque con la introducción de la desinfección con cloro, aumentó enormemente la eficacia de los tratamientos en el agua potable.

2.6. Hipótesis a demostrar

Efectuando un proyecto optimizado que facilite la elaboración del Diseño del Sistema de Agua Potable e Instalación de Saneamiento Con Bio -Digestores permitirá reducir el alto índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, distrito de Buenos Aires – provincia de Picota – San Martín.

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Recursos Humanos

Para el presente trabajo de investigación se contará con la colaboración del siguiente personal.

Tesistas: Bach. Anthony Martín Cenepo Laynes

Bach. Kerenski Umbo Ruíz

Asesor: Ing. Juvenal Diaz Agip

Topógrafo: 01

Peones: 03

Chofer: 01

3.1.2. Recursos Materiales

Resaltador Faber Castell

Papel Bond A4

Folder

Lapiceros

Lápices

Borrador

Corrector

Regla

USB

3.1.3. Recursos Equipos

Laptop COMPAG HP

Motocicleta Honda

3.1.4. Otros Recursos

Internet

Telefonía Celular

Fotocopias

Anillado

Validación de Instrumentos

3.2. Metodología

3.2.1. Universo y Muestra

Universo

El campo experimental comprende un área de 273 km², las Localidades San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe cuentan 1162 habitantes con 80% de las viviendas son concentradas y 20% son semidispersas.

Muestra

De acuerdo a los objetivos concentración demográfica, la muestra a ser investigada estuvo conformada por el conjunto de viviendas y sus ocupantes que residen en las Localidades de San Antonio, Santo tomas y Buena Fe, siendo un total de 213 viviendas.

3.2.2. Sistema de Variables

Variable Independiente

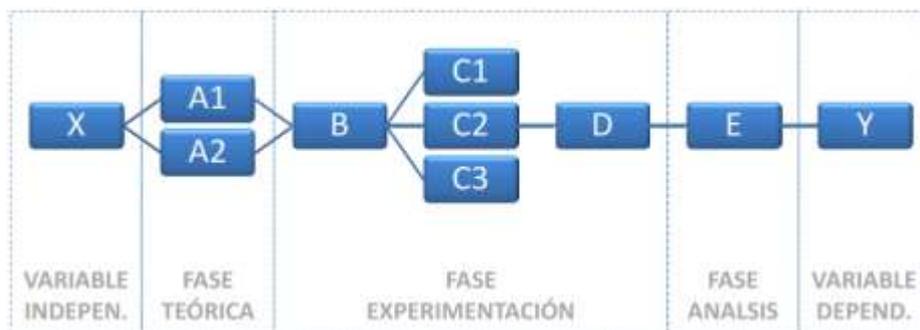
Índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas

Variable Dependiente

Diseño del Sistema de Agua Potable e Instalación de Saneamiento Con Bio -Digestores

3.2.3. Diseño experimental de la Investigación

Para el desarrollo de la investigación se diseñó la metodología experimental expuesta en el siguiente esquema, en el cual se detalla las variables y las acciones que se deben efectuar para lograr los objetivos indicados.



Donde:

X: Situación problemática debido al Índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas

A1: Adquisición, revisión y análisis de información.

A2: Ordenamiento temático de la información de agua potable para las zonas urbanas y rurales

B: Ubicar el lugar de estudio dentro de la zona delimitada.

C1: Estudio topográfico de la zona delimitada

C2: realizar el inventario de cuantas personas serán beneficiadas

C3: Estudio de la demanda de población futura a 20 años

D: Estudio del diseño hidráulico.

E: Estudio de análisis e interpretación de resultados

Y: Diseño del Sistema de Agua Potable e Instalación de Saneamiento Con Bio –Digestores que permite resolver la situación problemática.

3.2.4. Diseño de Instrumentos

3.2.4.1. Instrumentos bibliográficos

Para la recolección de datos que permitieron verificar la hipótesis, se procedió a ubicar las fuentes de datos. Se precisarán las técnicas e instrumentos para la captación de la información requerida, estos son los siguientes:

Libros y revistas que traten del tema en forma general y también de aquellos textos, tesis, informes, investigaciones afines y revistas que aborden el tema en forma particular.

Fichas de observación que permitirán la obtención de datos en cada proceso de diseño del sistema de agua potable y saneamiento.

3.2.4.2. Técnicas

Para la investigación de Campo y Gabinete se utilizó las técnicas de observación, análisis de datos y manejo de información.

Para la investigación documental se utilizó: textos, libros y revistas de la Biblioteca Especializada de la FICA y Biblioteca Central de la UNSM, libros y revistas especializadas particulares, Proyectos de Tesis e Informes de Ingeniería relacionados al tema y también se hará uso de la biblioteca virtual (INTERNET), normatividad y reglamentos.

3.2.5. Procesamiento de la Información

Luego del reconocimiento de la zona de influencia donde se va a realizar el diseño del sistema, se procede a la delimitación del área de estudio, teniendo el área definida y delimitada se realizará el levantamiento topográfico completo y detallado; paralelo a esta actividad se realizará el estudio de suelos teniendo como dato el esquema de ubicación de calicatas realizado por el tesista.

El diseño de la red de recolección del sistema de agua potable se hará utilizando formulas racionales como la Ganguillet Kutter, con los coeficientes de rugosidad de Manning establecidos para cada tipo de material de la tubería.

Con los datos de la topografía del estudio de suelo respectivo se procederá al planteamiento y calculo hidráulico para la línea de conducción, aducción y redes de distribución. Con los diseños y cálculos respectivos se procederá al dibujo y presentación de las estructuras en los planos; posteriormente se procederá a realizar los Metrados respectivos según componentes del sistema planteado y como actividad final se realizará el cálculo del presupuesto estimado.

3.2.5.1.Situación Actual de las Localidades

➤ Diagnóstico de la situación Actual

➤ Antecedentes

Las localidades donde se ejecutará el proyecto, políticamente pertenece al Distrito de Buenos Aires de la Provincia de Picota y Región San Martín. El acceso a estas localidades, desde la ciudad de Tarapoto es por vía terrestre, se logra por medio de la carretera Fernando Belaunde Terry Norte.

El proyecto está situado en la región Nor Oriente del Perú geográficamente se ubica entre los paralelos $06^{\circ} 46' 41.18''$ y $06^{\circ} 47' 39.44''$ latitud sur y los meridianos $76^{\circ} 26' 9.21''$ y $76^{\circ} 24' 15.88''$ longitud oeste, con una altitud promedio de 212.95 msnm.

La Región San Martín se encuentra ubicado en la Selva Alta del Nor Oriente Peruano, entre los paralelos $5^{\circ}24'$ y $8^{\circ}47'$ de latitud sur a partir del Ecuador y los meridianos $75^{\circ}27'$ y $77^{\circ}84'$ de longitud oeste.

El crecimiento de las poblaciones en la región como producto de las migraciones, data de la década de los 70, con la construcción de la carretera marginal de la Selva, la región San Martín se convirtió en una zona prospera vista por muchos como potencial para las actividades agrícolas y de extracción.

Es así como la población migrante proveniente en su gran mayoría de la Sierra norte, Alto Amazonas, Lambayeque, Piura, se asentaron en las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, y demás distritos de la provincia con el objeto de cultivar la tierra, visto por ellos como un potencial para actividades agropecuarias y forestales que hoy en día es el sustento económico, lo que motivo el asentamiento en las localidades, entonces se hizo necesario la construcción de obras de infraestructura básica como caminos vecinales, agua, infraestructura educativa, de salud y otros, que permitiera conectarse entre pueblos y mejorar los servicios básicos que permiten elevar el nivel de vida de la población, creando un ambiente alentador para el desarrollo y en crecimiento. Razón por la cual ante la necesidad de contar con el servicio de Agua Potable en óptimas condiciones, y la ampliación del Sistema de Alcantarillado a 204 viviendas en las tres localidades, con sus autoridades locales han efectuado múltiple reuniones, obteniéndose como resultado la elaboración del Expediente Técnico " **Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Saneamiento en las Localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, Distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martín**", por lo que lo declara al Perfil Técnico Viable el 17/09/2015, mediante el INFORME N° 024-2015-MDCH-OPI/EGA., el cual ha sido priorizado dentro del proceso de planeamiento concertado y presupuesto participativo del distrito de Buenos Aires.

➤ **Desarrollo urbano y vivienda:**

El distrito de Buenos Aires fue creado mediante Ley del 7 de abril de 1954, en el gobierno del Presidente Manuel A. Odría.

El presente estudio tomó en consideración los datos poblacionales pertenecientes a dichas Localidades mencionadas.

Para calcular datos sobre el número de habitantes tanto en el ámbito urbano y rural, y sus respectivas proyecciones, calculados bajo criterio de un crecimiento geométrico, utilizamos la siguiente ecuación:

Dónde:

$$P = P_0 * (1 + r * t / 100)$$

P = Población futura.

P₀ = Población actual (Año 2018)

r = Tasa de crecimiento anual (0.8%).

t = Número de años entre el año final e inicial.

En el cuadro adjunto, se muestra datos de la población urbana y rural de las localidades San Antonio, Santo Tomas, Bueno Fe, Pertenecientes al Distrito de Buenos Aires tomada de los diferentes censos y proyecciones hechas por el Instituto Nacional de Estadística

✓ Es importante mencionar que en las tres localidades existe instituciones educativas inicial con 27 alumnos, primaria 33 alumnos y secundaria 50 alumnos respectivamente”, que está ubicado en la localidad de San Antonio, y además según el reglamento RM 173—2016—VIVIENDA indica que debe incorporar para el cálculo de la dotación a la población de las instituciones educativas

❖ **Topografía y tipo de terreno:**

La topografía de las localidades de San Antonio de Paujilzapa, Santo Tomas, Bueno Fe es irregular y ondulada en la parte urbana y accidentada en las riberas del río Paujilzapa.

El suelo predominante en la zona del proyecto, es del tipo franco arcilloso con presencia de arena y agregados, que hacen del suelo un terreno duro, compacto y permeable.

❖ **Actividad económica:**

La estructura económica de las localidades San Antonio de Paujilzapa, Santo Tomas, Buena Fe, pertenecientes al Distrito de Buenos Aires, Provincia Picota se caracteriza por ser predominante la agricultura, ganadería, caza y silvicultura.

La actividad comercial del distrito se basa en la comercialización de productos agrícolas realizada por comerciantes locales rescatistas – acopiadores que a la vez comercializan productos agroindustriales y manufacturados, dicho sector absorbe al 8.2% de la población. La oferta de servicios orientada a la actividad turística es mínima por falta capacitación y escasez de recursos financieros para implementar infraestructuras con potencial para tal fin. El centro rural de las localidades mencionadas está compuesto por 204 viviendas aproximadamente, siendo el promedio familiar de 5.7 miembros por familia, lo que hace un total de 1162 hab. En las tres localidades.

En el cuadro adjunto se muestran los principales indicadores demográficos, sociales y económicos del Distrito de Buenos Aires, según Censo 2007.

❖ **Servicios públicos y privados.**

Existen organizaciones como la Junta Vecinal, el Club de Madres y el Comité de Vaso de Leche.

En el siguiente cuadro, se muestra las principales instituciones públicas y privadas presentes en la localidad de San Antonio de Paujilzapa.

Principales instituciones instaladas en La Localidad de Paujilzapa.

Instituciones	Cantidad
Municipalidad CC.PP. de Pujilzapa	01
Micro Red de Salud	01
Parroquia	01
Instituciones Educativa Integral.	01
Club de Madres	01
Comité de Desarrollo	01

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Educación**

En cuanto al nivel educativo según el censo del año 2007, se tiene que el 8.4% de la población distrital es analfabeta.



❖ Salud.

Los servicios de Salud en el distrito y comunidades rurales aledañas se presentan a través de un centro de Salud, ubicado en las localidades en mención de estudio.

El Centro de Salud, no cuenta con el equipamiento adecuado para ofrecer un servicio de calidad, el servicio es limitado y su infraestructura requiere de un mejoramiento.

La población que no tiene ningún seguro de salud del distrito alcanza 39.1% del total con 1162 habitantes; mientras que 627 habitantes, es decir, el 53.9% cuenta con seguro integral de salud (SIS)

Las enfermedades más frecuentes o endémicas son las infecciones respiratorias agudas, seguidas de las enfermedades parasitarias, diarreicas agudas y no agudas y siendo la caries dental otro factor de morbilidad en el distrito.

Diez primeras causas de morbilidad en consulta externa enero a junio – 2008, C.S.

Nº Orden	Morbilidad	Cantidad	%
1	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	275	11%
2	Otras helmintiasis	271	11%
3	Faringitis aguda y amigdalitis aguda	190	8%
4	Otras enfermedades del sistema urinario	108	4%
5	Otras infecciones con un modo de transmisión predominante sexual	108	4%
6	Otras enfermedades infecciosas y parasitarias	108	4%
7	Otras anemias	104	4%
8	Caries dental	90	4%
9	Otros trastornos de los dientes y de sus estructuras de sostén	64	3%
10	Micosis	64	3%
Las demás causas		1025	43%
Total		2407	100%

Fuente: Estadística e informática Micro Red Paujilzapa

➤ Diagnóstico del servicio de Agua Potable

La población de Paujilzapa tiene un sistema de agua entubada muy deficiente, de mala calidad y racionado, resumiéndose:

- 1,162 de población urbana actual.
- 479 de población servida.
- 95% de cobertura de agua.
- 127 conexiones domiciliarias de agua potable.
- 77% de micro medición.

Una parte de la población está fuera de este sistema y servicio, y que para abastecerse de agua lo hacen directamente de la quebrada Paujilzapa, donde dicho caudal es suficiente para cubrir la demanda de la población. El agua es captado y llevado hasta la estructura del reservorio con tubería de PVC SAP $\Phi=3''$, desde donde se deriva a la población a través de tubería de PVC SAP de $\Phi=3''$. El agua del sistema no recibe ningún tratamiento de potabilización, debido a que las estructuras existentes en el sistema no están cumpliendo su función, por la falta de insumos químicos y capacitación al personal que labora en el control de dicho sistema.

Captación

Estructura antigua (construida el año 1992 por FONCODES) que necesita ser remplazada para su mejor funcionamiento, ya que no está captando la suficiente cantidad de agua, puesto que el muro barraje no satisface la demanda actual de captación. Asimismo, la estructura se encuentra deteriorada, es decir, con fisuras, corroída con pérdidas del espesor de sus secciones, el lecho anterior al barraje esta colmatado cambiando el curso del flujo del agua, reduciendo aún más su capacidad de captación.



Línea de conducción

Líneas que vienen funcionando con algunos inconvenientes, que por la antigüedad y su exposición a la intemperie sufren continuas roturas, los mismos que son reparados en la mayoría de las veces por la misma población usuaria, y también por el personal que labora en la Municipalidad, causando de manera constante incomodidad a toda la población.

En la actualidad viene funcionando con normalidad.



Reservorio apoyado 55 m3

Estructura que viene funcionando con normalidad, en el cual se necesita realizar una limpieza del material sedimentado y así poder cumplir con su función por la cual fue diseñada y estar en óptimas condiciones. De esta manera dotar de buena calidad de agua a toda la población de las tres localidades que está proyectado en esta respectiva obra.

(Construida el año 1992 por FONCODES)



Línea de aducción y Redes de Distribución.

Viene funcionando con normalidad en esta localidad de San Antonio, en la localidad de Santo Tomás las redes de distribución serán reemplazadas por tuberías de mayor diámetro del existente ya que no abastece en su totalidad a toda la localidad, así mismo las tuberías no están en un buen estado tienen grietas rajaduras y se están deteriorando debido a la antigüedad, provocando fugas en muchas partes y disminuyendo el caudal de transporte perjudicando así a familias que están asentadas recientemente que quieren beneficiarse de este servicio.



Cabe resaltar que en la localidad de San Antonio se instalaran cajas de agua incluido medidores, esto debido que en dicha localidad las calles se encuentran pavimentadas y la reposición de pavimento no es factible en este caso.



➤ **Diagnostico situacional de la evaluación de excretas**

A) Situación del servicio de avaluación de excretas

El servicio de Alcantarillado de la localidad de Paujilzapa en el Distrito de buenos aires, es inexistente, por lo que una pequeña parte de la población de Santo Tomas y Buena Fe cuenta con letrinas construidas por ellos mismos de manera empírica y el resto de la población hace sus deposiciones en lugares inadecuados ya sea en sus huertas o lugares públicos



Letrina artesanal, tipo Hoyo seco

Las pocas letrinas que existen, fueron construidas de manera rustica y son del tipo hoyo seco que contaminan el agua subterránea y crean focos infecciosos.

Descripción de obras generales existentes, en la localidad de Santo Tomas y Buena Fe.

Existen Obras Generales nuevas construida en el año 1980, que contemplan el sistema de agua potable por gravedad de una vertiente natural, y que en ese entonces el núcleo ejecutor era FONCODES, en la que este sistema no fue ajeno a este (año 1992), en donde se construyeron cada componente que existe actualmente y que necesitan ser reemplazados.

B) Red de Alcantarillado.

Viene funcionando con normalidad, en esta Localidad de San Antonio.



❖ **Costos de flete, materiales y mano de obra**

a) **Flete Terrestre:** Los materiales como la tubería, agregados, cemento, etc.; serán transportados desde la ciudad de Tarapoto por la marginal de la Selva, o directamente desde Lima vía terrestre hasta el lugar de la obra.

Cuadro 1*Flete Terrestre*

UNIDAD DE TRANSPORTE			
Unidad que da Comprobante		Unidad que no da Comprobante	
Capacidad del Camión (M3)	15	Capacidad del Camión (M3)	15
Costo por Viaje S/. Tarapoto-Obra	380	Costo por Viaje S/.	1,500.00
Capacidad del Camión (Kg)	9,000.00	Capacidad del Camión (Kg)	9,000.00
Flete por Kg	0.042	Flete Por Kg	0.17

Fuente: Encuesta Socioeconómica

3.2.5.2. Fuente de Abastecimiento de Agua.

➤ **Abastecimiento de Agua Actual**

Actualmente en las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, cuentan con un deficiente sistema de abastecimiento de agua Potable. Asimismo, solo la localidad de San Antonio cuenta con un sistema de desagüe mediante alcantarillado.

Como es de conocimiento este tipo de proyectos incluye en su contexto el desarrollo de estudios complementarios, con los cuales se hace posible la definición del dimensionamiento

y diseño de los componentes que formarán parte del sistema, tal es el caso del Estudio de Fuentes el cual nos permitirá definir el punto de abastecimiento para la localidad.

El área de influencia del proyecto está definida por las localidades de San Antonio Paujilzapa, Santo Tomás y Buena Fe, las cuales se encuentran ubicada en el Departamento de San Martín, Provincia de Picota, en el Distrito Buenos Aires; E: 353289.60 N: 9249089.64 a una altitud de 225 m.s.n.m.

De acuerdo a su ubicación geográfica esta localidad se encuentra en la Selva Peruana. El tipo de clima predominante en la zona es cálido tropical, el promedio de humedad relativa del 90% y una temperatura que va desde los 20.4°C hasta los 30.5°C, con una temperatura mínima promedio de 16°C en el mes de junio.

Debemos resaltar que las precipitaciones pluviales son abundantes durante todo el año, pero son más acentuadas durante los primeros meses periodo que influye la creciente de los ríos y quebradas, que son por lo general durante los meses de Febrero, Marzo y Abril.

Esta localidad se desarrolla en una zona topográficamente accidentada, observándose pendiente que varían entre 10% y 40%. El poblado se caracteriza por ser una terraza fluvial rodeada de laderas y el Rio Huallaga. Geomorfológicamente está conformada por terrazas fluviales (depósitos cuaternarios). La captación posee una geomorfología tipo quebrada cerrada mientras que la conducción se caracteriza por tener una geomorfología tipo quebrada abierta.

Cabe recalcar que la zona en la cual se asientan las localidades de San Antonio de Paujilzapa, Santo Tomás y Buena Fe, forma parte de la cuenca de Paujilzapa, siendo la única quebrada del mismo nombre que define dicha cuenca, como se ha visto en la demarcación hidrográfica presentada en el Estudio de Aprovechamiento Hídrico aprobado por el ANA mediante Resolución Administrativa N° 101-2017 – ANA/AAA. HUALLAGA-ALA. HC, careciendo de otras fuentes superficiales cercanas. Siendo estas tierras consideradas zonas áridas, no existen vertientes u otras fuentes de agua del cual disponer. Tal es así que el abastecimiento agua del sistema actual se realiza de la misma fuente (quebrada Paujilzapa).

Otra cuenca alternativa cercana a la zona del proyecto es la que define la quebrada Upaquihua, pero por su distancia, topografía y altitudes sería imposible su aprovechamiento.

➤ **Fuente para el Diseño**

Para el abastecimiento de agua de las localidades de San Antonio, Santo Tomás y Buena Fé se tiene previsto captar las aguas de la Quebrada Paujilzapa, ubicada en las siguientes coordenadas UTM E: 340290.74, N:9250416.98 con cota de terreno 260.51 m.s.n.m.

Con la finalidad de conocer la cantidad de agua y los niveles y/o tirantes alcanzados en las máximas avenidas, en el punto de captación de la fuente en estudio se realizó la evaluación del rendimiento de la misma mediante aforos, cuyos resultados serían analizados en gabinete y sea esta fuente suficiente para cubrir con la demanda de las localidades beneficiarias.

Es importante mencionar en redundancia que la quebrada Paujilzapa es la única fuente de agua que existe, puesto que es permanente en todos los meses del año.

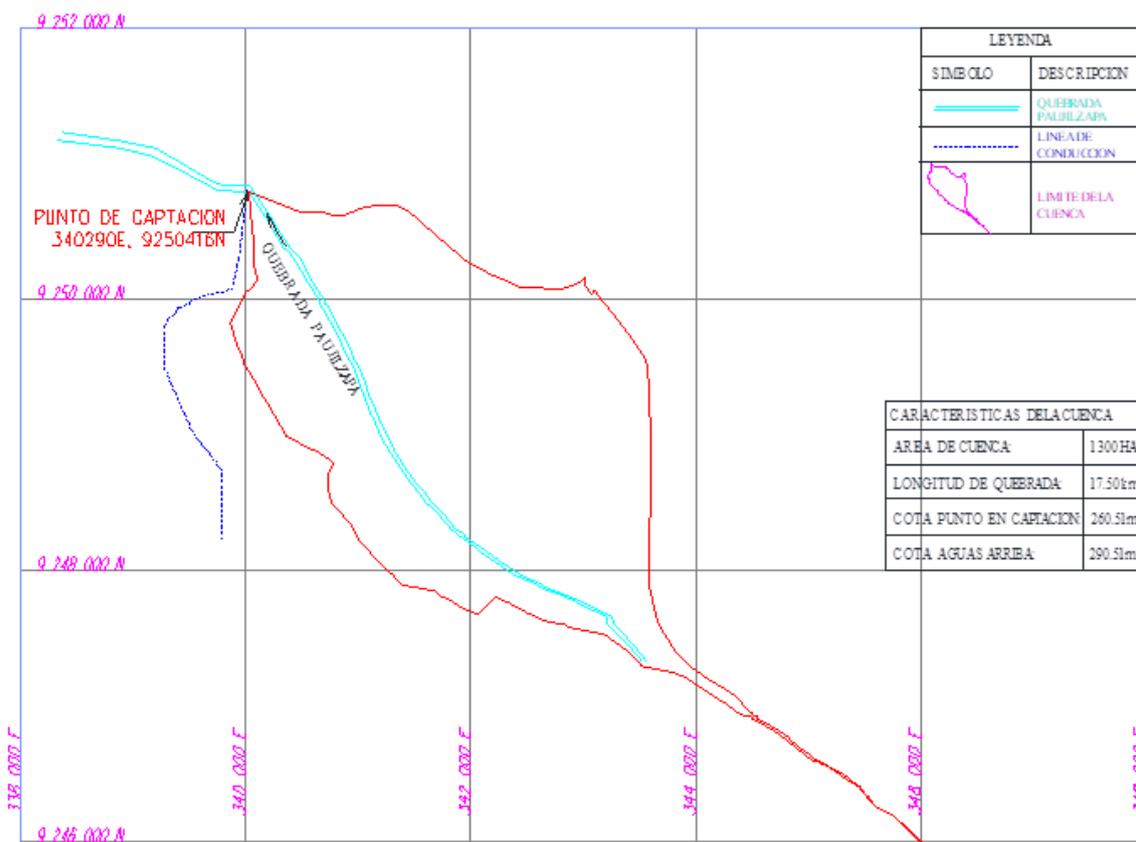


Figura 6. Punto de captación

➤ **Caudal Total**

Habiéndose realizado el aforo se obtuvieron los datos correspondientes a cada una de las pruebas realizadas, los mismos que fueron analizados y cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 4*Prueba de aforo fuente superficial*

Longitud (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/s)
3	8.	0.
3	7.	0.
3	8.	0.
Velocidad promedio (m/s)		0.

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el área promedio de la sección se procedió a medir el ancho efectivo de la quebrada, luego se midieron profundidades reales cada 0.30 m con el fin de obtener una altura promedio obteniéndose los siguientes resultados:

Ancho de la quebrada (m)	3.5
Altura promedio quebrada (m)	0.5
Área de la quebrada (m ²)	0.1875

Finalmente se obtuvo el caudal medio de la quebrada.

Tabla 5*Caudal de aforo en la Quebrada Upaquihua*

Caudal	68.70Lt/s
---------------	------------------

Siendo el número de Froude para este caso de 0.86. Por lo tanto nos encontramos en un régimen lento o subcrítico.

El nivel de agua o tirante alcanzado en el punto de captación será de 0.50 m, para el caudal medio.

Es importante mencionar que en el periodo de sequía o estiaje el caudal se verá reducido hasta en un 20%, obteniendo en este caso un valor de 26.35 Lts/s en la época de menos precipitaciones, lo que supone un tirante de 0.5m.

En el caso de esta localidad, en época de avenidas la anchura de la quebrada puede llegar a los 10.50 m y la profundidad a 1.10 m, lo que supone un caudal de 157.95 Lts/s y una altura o tirante de 1.20 m.

3.2.5.3. Datos Generales de Diseño

❖ Población Actual

El distrito de Buenos Aires fue creado mediante Ley del 7 de abril de 1954, en el gobierno del presidente Manuel A. Odría.

El presente estudio tomó en consideración los datos poblacionales pertenecientes a dichas Localidades mencionadas.

Para obtener la población actual de las 3 localidades para la elaboración del sistema de abastecimiento de agua potable, se realizó un padrón de beneficiarios de cada localidad. En el padrón se incluye el número de habitantes por vivienda, con la finalidad de obtener el número de habitantes promedio. Dicho padrón se realizó en la fecha del 20 de febrero del 2018. A continuación, se muestra el número de habitantes considerados en este trabajo de tesis

POBLACION BENEFICIARIA DEL PROYECTO						
REGION-PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDADES	Area	Viviendas (a)	Hab/viv (b)	Habitantes 2018 (a×b)
SAN MARTIN-PICOTA	BUENOS AIRES	SANTO TOMAS DE PUJILZAPA	RURAL	67	5.7	384.00
		SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA	RURAL	127	5.7	719.00
		BUENA FE	RURAL	10	5.9	59.00
Total				204		1,162

Fuente: Empadronamiento por Tesista

El número de habitantes promedio por vivienda (2018) es de acuerdo a la localidad obtenidos según el empadronamiento realizado, por lo que vari entre 5.7-5.9 hab/v por otro lado, la tasa de crecimiento anual del Distrito de Buenos Aires, según el IENI (2007) es 0.80 %.

❖ Población de Diseño

La población futura, se obtendrá con la fórmula siguiente:

$$P = P_0 \times (1 + r * t / 100) \dots \dots \dots (1)$$

Tabla 6

Criterios de diseño.

POBLACION BENEFICIARIA DEL PROYECTO						
REGION-PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDADES	Area	Viviendas (a)	Hab/viv (b)	Habitantes 2018 (a×b)
SAN MARTIN-PICOTA	BUENOS AIRES	SANTO TOMAS DE PUJILZAPA	RURAL	67	5.7	384.00
		SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA	RURAL	127	5.7	719.00
		BUENA FE	RURAL	10	5.9	59.00
Total				204		1,162

Fuente: Empadronamiento por la municipalidad distrital de buenos aires

- a. *Población Actual* 1162
- b. *Tasa de crecimiento* 0.8%

País ▲	Departamento ▲	Provincia ▲	Distrito ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripción ▲	Clase ▲	Total	Area Urbana	Area Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer
							Medidas	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼
Perú	San Martín	Picota	Buenos Aires	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)		0.8	-	-	-	-

La Tasa de crecimiento es Extraída del INEI: <http://ineidw.inei.gob.pe/ineidw/#>

- c. *Periodo de diseño (años)* 20

❖ Población futura

- d. *Población futura* 1348

Aplicando la formula $P = P_o \times (1 + r * t / 100)$

PROYECCION DE LA POBLACION (Hab)						
METODO	2018	2019	2020	2021	2022	2038
POBLACION	1,162	1,171	1,181	1,190	1,199	1,348
VIVIENDAS	204	204	206	208	209	235

Nota

Se eligió el metodo Aritmetico para proyectar la poblacion demandante, ya que la localidad en estudio son relativamente jovenes y tiene una alta tasa de inmigración de habitantes de la costa y sierra hacia la zona en estudio, ademas tiene calles asfaltadas que pasa por el centro de la localidad, esto hace ver que la poblacion esta en desarrollo aceleradamente producto del comercio, ganderia y agricultura, en las ultimas decadas se ha implementado a la localidad con centros educativos, inicial, primaria y secundaria, tambien existen campos deportivos, parques, centros de salud, etc que permite que la localidad se desarrolle adecuadamente.

❖ Dotación, Caudales de Diseño

- e. *Población prom. De estudiantes de primaria* 60
- f. *Población prom. De estudiantes de secundaria* 50
- g. *Dotación (LT/HAB/DIA)* 120
- h. *Dotación (LT/EST/DIA) Primaria* 20
- i. *Dotación (LT/EST/DIA) Secunadria* 25

Tabla 1: Dotación de agua según opción de saneamiento		
REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAULICO	CON ARRASTRE HIDRAULICO
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	70 l/h/d	100 l/h/d

Dichas dotaciones consideran consumo proveniente de ducha y lavadero multiuso. En caso de omitir cualquier de estos elementos, se deberá justificar la dotación a utilizar.

En el caso de piletas públicas la dotación recomendada será de 30lt/hab./dia.

Para las instituciones educativas se empleará una dotación de:

- Educación primaria 20 lt/alumno x día
- Educación secundaria y superior 25 lt/alumno x día

Fuente: Dotación de agua según opinión de saneamiento.

Nota: La zona de estudio comprende nivel primaria y secundaria por eso se considera una dotación extra de 20 y 25l/s, además se está considerando una dotación de 120 l/h/d ya que es una zona rural pero se está utilizando redes de alcantarillado.

Consumo Promedio Anual (LT/SEG)

$$1. \text{ Caudal Para Población} \quad Q1 = \text{Pob} * \text{Dot.} / 86,400 \quad 1.87$$

$$2. \text{ Caudal Para Estud. Prim.} \quad Q1 = \text{Ep} * \text{Dot.} / 86,400 \quad 0.01$$

$$3. \text{ Caudal para Estudiantes Sec.} \quad Q1 = \text{Es.} * \text{Dot.} / 86,400 \quad 0.01$$

$$Q = Q1 + Q2 + Q3 \quad 1.90$$

Consumo Máximo Diaria (LT/SEG)

El consumo máximo diario se define como el día de Máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. Para su cálculo, **según** el Art. 1.5 de la norma (OS-100), si no se cuenta con un registro estadístico de los consumos se debe utilizar un coeficiente K1 igual a 1.3 y se efectúa con la siguiente expresión:

$$Q_{md} = 1.30 * Q \quad 2.47$$

Consumo Maximo Diaria (LT/SEG)

El caudal máximo horario se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, según él (Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, Setiembre 2004), para el consumo máximo horario, se deberá considerar un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual y se estima en la siguiente expresión

$$Q_{mh} = 1.50 * Q_{md} = 2.00Q \quad 3.80$$

Diseño hidráulico del reservorio

Según (Pittman, 1997) si en la mayoría de las poblaciones rurales no se cuenta con información que permita utilizar los métodos gráficos y analíticos, pero si **podemos** estimar el consumo medio diario anual. En base a esta información se calcula el volumen de almacenamiento de acuerdo a las Normas del Ministerio de Salud.

$$Q_{\text{diseño}} = Q_p$$

Reemplazando:

$$Q_{\text{diseño}} = 1.90 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}}$$

Entonces el consumo diario en m³/día es el siguiente:

$$\text{Consumo Diario} = 164.16 \text{ m}^3/\text{día}$$

Calculo de la Capacidad del Reservorio.

Según la (OS.030) El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

✓ Volumen de almacenamiento o Volumen de Regulación

Según el (Ministerio de Vivienda, Setiembre 2004) El volumen de almacenamiento o regulación, en un sistema continuo se considera como % de regulación: 15 – 20% del Q_p para sistemas por Gravedad. En caso de sistemas por bombeo se considerará como % de Regulación: 20 – 25% del Q_p.

Para el caso Urbano, según la Norma OS.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 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.

$$V_{\text{Reg}} = \frac{Q_p \times 86400 \times \% \text{ Regulacion}}{1000}$$

Entonces el volumen de regulación viene a ser:

Tipo de sistema : Sistema Continuo por gravedad

% de Regulación : 25.00%

$V_{Regulacion} (M3) = 41.04 m^3$ (*Volumen efectivo*)

✓ **Tiempo de llenado**

Se expresa de la siguiente manera:

$$T_{llenado} = \left(\text{Volumen de } \frac{\text{Reservorio}}{Q_{diseño}} \right) \left(\frac{1}{3600} \right) \text{ horas}$$

Calculo del tiempo de llenado

$$T_{llenado} = 6 \text{ horas}$$

✓ **Dimensiones del Reservorio**

Diseñando el reservorio de tipo Cilíndrico

$$V_T = \frac{\pi D^2}{4} x h$$

$$h = \frac{v}{3} + k$$

Seleccionamos k: 1.8

$V_{Regulacion} (M3) = 41.04 m^3$ (*Volumen efectivo*)

$$h = \frac{v}{3} + k = 41. \frac{04}{3} + 1.8 = 1.94m$$

$$D = \sqrt{\frac{4xV_T}{\pi x h}} = D = 5.24 m$$

Valores finales seleccionados:

h Seleccionado = 2.00 m

D Seleccionado = 5.50 m

3.2.5.4. Diseño del Sistema Convencional.

3.2.5.4.1. Descripción de componentes del sistema proyectado

Captación Tipo Barraje

Se encuentra ubicada en las coordenadas E; 340290.747; N; 9250416.988. Consiste en remplazar la construcción existente por una captación del tipo de Barraje, estructura de concreto armado, con una resistencia a la compresión del concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con una sección de un ancho de $B=12.00\text{m}$ y una longitud de $L=4.12\text{m}$, cuenta además con muros de reforzados que sirven de encauzamiento al agua de una altura $H=1.50\text{m}$ y en espesor de $e=0.15\text{m}$, un barraje fijo de una altura $H=0.70\text{m}$ en todo el ancho de la estructura y una caja en el cual se derivará el agua hacia la línea de conducción.

* Es importante mencionar, que existe un pozo u ojo de agua pero lo cual en tiempos de verano es decir la mayor parte del año, se llega a secar por completo dejando sin abastecimiento a toda la población beneficiada.

Es por ello que, viendo estos problemas continuos, se planteó la captación de la quebrada Paujilzapa estando está en buenas condiciones, para tener un buen abastecimiento y de manera continua, así mismo cabe mencionar que de acuerdo a los parámetros establecidos por MINAM, y teniendo los resultados de los análisis físicos químicos y bacteriológicos realizados en un laboratorio acreditado nos brindan resultados que el agua de dicha captación no supera los límites máximos permisibles.

Línea de conducción:

La línea de Conducción para la captación hasta el sedimentador ha sido diseñada para conducir un caudal de 2.47 lts/seg . El tipo de tubería a utilizarse será HDPE DN=3" con una longitud de 120m tramo que corresponde a un suelo rocoso, del tramo sedimentador, filtro lento hasta el reservorio es de PVC SAP clase 7.5 de $\square = 3''$ también que transportara el mismo caudal de 2.47 lts/seg , con una longitud de 406m. (*Ver plano PPCL-01*)

El inicio de la línea de conducción de la captación se encuentra en la cota 260.51 m.s.n.m, la cota de llegada al sedimentador es de 250.10 m.s.n.m, la cota de llegada al filtro lento es 246.65 m.s.n.m y la cota de llegada al reservorio es de 239.90m.s.n.m

Desarenador:

Se encuentra ubicado en las coordenadas E; 340325.711, N; 9250246.885. con el fin de retener las partículas que se encuentran en el líquido se proyectó una estructura de concreto

armado con una resistencia a la compresión del concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con una sección de un ancho de $B=2.60\text{ml}$, longitud de $L=8.30\text{ml}$ y una altura de $H=2.20\text{ml}$, cuenta con muros reforzados de un espesor de $e=0.15\text{ml}$ y cajas en las cuales se colocan las válvulas, que permite la regulación del líquido tanto de entada y salida en la estructura hacia la línea de conducción (*ver plano D-01*).

Filtro lento:

Se encuentra ubicado en las coordenadas E; 340551.779, N; 9250317.529. con el fin de retener las partículas más finas del agua se proyectó una estructura de concreto armado con una resistencia a la compresión del concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con una sección de un ancho de $B=5.70\text{ml}$, longitud de $L=7.40\text{ml}$ y una altura de $H=3.17\text{ml}$, cuenta con muros reforzados de un espesor de $e=0.25\text{ml}$ y cajas en las cuales se colocan las válvulas, que permite la regulación del líquido tanto de entada y salida en la estructura hacia la línea de conducción (*ver plano F-01*).

Reservorio

Se encuentra ubicado en las coordenadas E; 340620.303, N; 9250406.302. este componente existente se realizará su debido mantenimiento ya que su capacidad de almacenamiento es de 55.00m^3 y está por encima del volumen que se necesita para la población el cual es de 41.04 calculado en el **Itm 3.2.5.3.3.4.1. Cálculo de la Capacidad del Reservorio**. esta estructura es de concreto armado con una resistencia a la compresión del concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$, con un diámetro de $\Phi=4.80\text{ml}$ y una altura al punto más elevado de la cúpula de $H=4.20\text{ml}$, cuenta además con paredes reforzadas de un espesor de $e=0.20\text{ml}$. Estará implementado con un sistema de rebose con tuberías de PVC, válvulas de entrada y salida, una escalera de metal tubular, una boca de entrada en la parte superior de la cúpula de $0.60\text{ m.}\times 0.60\text{ m.}$ y sistema de ventilación con tubos PVC de 4". En este reservorio se realizará la cloración del agua para potabilizarla.

- ✓ El sistema de cloración que se utilizara será mediante la instalación de un tanque de 600 litros, en la cual se proveerá de la cloración por goteo, que consiste en graduar las cantidades de gotas de agua clorada por minuto que se suministrara al reservorio, teniendo en cuenta el caudal de ingreso del agua al reservorio que determinara el número de gotas respectivo.

Línea de Aducción

La línea de aducción y red de distribución son las encargadas de trasladar el Qmax horario desde el Reservorio hasta el punto de domicilio de cada vivienda. La tubería a emplearse es PVC-Clase 7.5. La Línea de aducción Principal dos tramos la primera tiene un $\phi=4''$ con una Longitud de 1650 ml parte desde el reservorio hasta la localidad de Santo Tomas punto donde inicia la red de distribución para la misma localidad, el segundo tramo es la continuación derivada hacia la localidad de Buena Fe, con tubería de $\phi=3''$ con una Longitud de 2600 ml . Durante todo este trayecto se ha considerado (01) pases aéreos, siete (07) válvulas de aire, ocho (11) válvulas de aire. (*Ver planos: PPCL-01, PPCL-02, PPCL-03, PPCL-04, PPCL-05*).

Pase aéreo.

Se construirá un pase aéreo ubicado en el tramo de la línea de aducción con una longitud de 45 metros lineales, la cual bordea la quebrada Paujilzapa. El diseño consiste en dos columnas de concreto armado donde tendrá un cable de acero y con péndolas que sujetaran a la tubería HDPE de $D=3''$. (*Ver planos: PA-01*)

Red de distribución

Se proyectó toda la Red de Distribución de agua en toda la localidad de Santo Tomas y Buena Fe, que se encargara de distribuir el Qmax horario a toda las conexiones domiciliarias con un total de 3514.00ml con tubería PVC -SAP de diámetros entre 2 “, 1 1/2 y 1”. (*Ver planos: RD-01*)

Unidades Básicas de Saneamiento con Arrastre Hidráulico.

La unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS-AH) está compuesta por un baño completo (inodoro, lavatorio y ducha) con su propio sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales. Para el tratamiento de las aguas residuales, deberá contar con un sistema de tratamiento primario: tanque séptico o biodigestor. En ambos casos tendrá un sistema de infiltración posterior (pozos de absorción o zanjas de percolación). (*Ver planos: UBS-AH*). El total de (UBS.AH) para las localidades es 77 unidades

3.2.5.4.2. Diseño Hidráulico.

Diseño de la Captación

Características de la Quebrada Paujilzapa

$$Q_{\max} = 400.00 \text{ Lt/seg. (Época de Máximas Avenidas)}$$

$$Q_{\min} = 364.72 \text{ Lt/seg. (Época de Estiaje)}$$

$$\text{Ancho del Río} = 12.00 \text{ m.}$$

$$\text{Profundidad} = 0.90 \text{ m.}$$

$$\text{Pendiente (S)} = 1 \%$$

$$\text{Rugosidad (n)} = 0.25 \text{ (suelo tipo CH)}$$

Características de Tuberías de Conducción

Tubería PVC-SAP Y HDPE C-7.5 D=3"

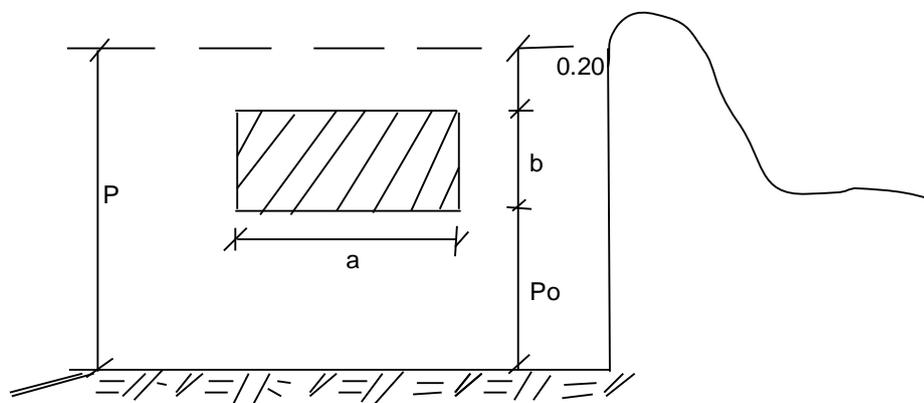
$$Q_{pd} = 1.90 \text{ Lt/seg.}$$

Altura de Barraje

$$\text{Ancho estable del río} = 12.00 \text{ m.}$$

$$\text{Altura de Nivel de Agua} = 0.90 \text{ m.}$$

❖ Diseño de la ventana de captación



$$Q_{dis} = 437.66 \text{ Lt/seg. (Se aumenta 20\% al } Q_{pd} \text{ considerando la pérdida de carga en la rejilla)}$$

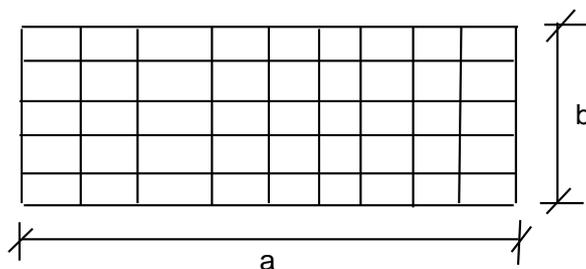
$$Q_{dis} = 0.4377 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$P_o = 1.50 D_{\max} + h_s \quad D_{\max} = \text{Tamaño máximo de roca suelta en el lecho}$$

de la quebrada = 0.05 m.
 hs = Altura de seguridad = 0.20 m.

Po = 0.28 ~ 0.30 m

❖ Dimensionamiento de la ventana cuando trabaja como vertedero



$$Q = \frac{2}{3} * Cd * a * (2g)^{1/2} * b^{3/2}$$

Donde:

Cd = Coeficiente de Descarga = 0.60

a = Ancho de la Ventana

b = Altura de la Ventana

$$0.4377 = 0.40 a * 4.43 b^{3/2}$$

Por Tanteo:

Ancho (a)	Altura (b)
en (m)	en (m)
0.40	0.73
0.30	0.88
0.15	1.39
0.10	1.83
~	
0.1	0.05

❖ Dimensionamiento de la ventana cuando trabaja como orificio sumergido

$$Q = C * A * (2 * g * h)^{1/2}$$

Para garantizar una buena captación, se recomienda que la altura de la cresta del barraje sea mayor o igual a 0.20 m. por encima de la ventana y que $a = 2b$

Donde:

$$h = 0.20 + b/2$$

$$b = 0.20 + (a/2)/2 = 0.20 + a/4$$

$$A = \text{Área de la ventana (ab = a}^2/2)$$

$$C = \text{Coeficiente de gasto para orificio} \quad C = 0.60$$

$$0.4377 = 0.60 (a^2/2) * (2 * 9.81 * (0.20 + a/4))^{1/2}$$

$$0.32936 - a^2 * (0.20 + a/4)^{1/2} = 0.324$$

$$\rightarrow a = 0.106656565 \sim 0.10 \text{ m.}$$

tomando el mayor valor

$$a = 0.10 \text{ m.}$$

$$b = 0.05 \text{ m.}$$

$$h = 0.23 \text{ m.}$$

$$Q = 0.0063 \text{ m}^3 \text{ Regularizado}$$

Ancho del barraje (L)

$$L = b - \text{ancho de compuerta} - \text{espesor de muro}$$

$$L = 12.00 \text{ m.}$$

Altura de barraje (P)

$$P = P_o + b + 0.20$$

$$P = 0.55 \text{ m.}$$

Carga sobre la cresta del barraje (H)

Como consideramos que el barraje funciona como vertedero, empleamos la siguiente formula:

$$Q = CLH^{3/2}$$

$$C = 1.50 \quad (\text{para vertedero rectangular})$$

Donde:

$$H = (Q/CL)^{2/3}$$

$$H = 0.005$$

Calculo de la velocidad aguas arriba y aguas debajo de la estructura

$$V = Q/A$$

$$V = 0.001 \quad \text{m/seg}$$

Calculo de la velocidad de llegada

$$V = Q/A$$

$$V = 0.001 \quad \text{m/seg}$$

Calculo de la carga de velocidad en la cresta del barraje

$$h_v = V^2 / 2g$$

$$h_v = 0.00000005 \quad \text{m.}$$

Verificación del coeficiente de gasto

El efecto de la velocidad de aproximación en un vertedero es insignificante cuando la altura del vertedero (P) es 33% que la carga sobre la cresta del barraje (H):

$$P / H > 1.33$$

$$110.71 > 1.33 \quad \dots\dots\dots\text{OK}$$

Geometría del perfil del barraje

a) Cálculo de la geometría del perfil aguas arriba

$$H = 0.005$$

$$R1 = 0.282 H = 0.001 \quad \text{m.}$$

$$R2 = 0.175 H = 0.001 \quad \text{m.}$$

$$R3 = 0.500 H = 0.002 \quad \text{m.}$$

$$R4 = 0.200 \quad H = 0.001 \quad m.$$

Línea de conducción

Datos generales

A.- POBLACION ACTUAL	1162
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	0.8%
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	20
D.- POBLACION FUTURA	1348
E.- POBLACION PROM. DE ESTUDIANTES DE PRIMARIA	60
E.- POBLACION PROM. DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA	50

$$P = P_o \times (1 + r * t / 100)$$

E.- DOTACION (LT/HAB/DIA)	120
E.- DOTACION (LT/EST/DIA) PRIMARIA	20
E.- DOTACION (LT/EST/DIA) SECUNDARIA	25

F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG)

1. CAUDAL PARA POBLACION	$Q1 = P_{ob.} * Dot. / 86,400$	1.87
2. CAUDAL PARA ESTUDIANTES Primaria	$Q2 = Ep. * Dot. / 86,400$	0.01
3. CAUDAL PARA ESTUDIANTES Secundaria.	$Q3 = Es. * Dot. / 86,400$	0.01
<i>Q. promedio</i>	$Q = Q1 + Q2 + Q3$	1.90

G.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)

$$Q_{md} = 1.30 * Q$$

H.- CAUDAL DE LA FUENTE (LT/SEG)	68.67
----------------------------------	-------

J.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG)

$$Q_{mh} = 1.50 * Q_{md} = 2.00Q$$

$$Q = 0.0004264 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

$$D = (Q / (0.0004264 * C * S^{0.54}))^{1/2.63}$$

$$S = hf / L = (Q / (0.0004264 * C * D^{2.63}))^{1/0.54}$$

Donde: Q: Caudal en lts/seg.

D: Diámetro en pulgadas

S: Pendiente hidráulica en m/km

Entonces:

C: Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

$$hf = L * (Q / (0.0004264 * C * D^{2.63}))^{1.85}$$

para PVC C-7.5 = 150

para HDPE = 140

LINEA DE CONDUCCIÓN											
ELEMENTO	NIVEL DINAM. (COTA)	LONGITUD (Km)	Q. TRAMO (Lts/seg)	CAUDAL A UTILIZAR			2.47 LTS/SEG.		Hf (m.)	H PIEZOM. (m.)	PRESION (mts. agua)
				PEND. "S" (m / Km)	DIAM. "D" (Pulg.)	DIAM.COMER (Pulg.)	VEL. FLUJO (m/seg.)				
CAPT. 01 (pto 01)	260.510									H.C = 260.510	
pto 01 Desarenador	250.100	0.120	2.47	86.75	1.60	3.000	0.542	0.56	259.95	9.85	
pto 01 Desarenador	250.100										
Filtro Lento	246.650	0.200	2.47	17.25	2.24	3.000	0.542	0.82	249.28	2.63	
Filtro Lento	246.650										
Reservorio	239.900	0.206	2.47	32.77	1.96	3.000	0.542	0.85	245.80	5.90	

Cálculo de gradiente hidráulico de la línea de conducción

ELEMENTO	NIVEL DINAM. (COTA)	LONGITUD (Km)	Q. TRAMO (Lts/seg)	CAUDAL A UTILIZAR = 2.47 LTS/SEG			VEL. FLUJO (m/seg.)	Hf (m.)	H PIEZOM. (m.)	PRESION (mts. agua)
				PEND. "S" (m / Km)	DIAM. "D" (Pulg.)	DIAM.COMER. (Pulg.)				
CAPT. 01 (pto 01) KM+00	260.510								H.C = 260.510	
20	254.760	0.020	2.47	287.50	1.25	3.000	0.542	0.09	260.42	5.66
40	254.580	0.020	2.47	9.00	2.56	3.000	0.542	0.09	260.32	5.74
60	252.700	0.020	2.47	94.00	1.58	3.000	0.542	0.09	260.23	7.53
80	253.300	0.020	2.47	30.00	2.00	3.000	0.542	0.09	260.14	6.84
100	251.070	0.020	2.47	111.50	1.52	3.000	0.542	0.09	260.04	8.97
120	250.100	0.020	2.47	48.50	1.81	3.000	0.542	0.09	259.95	9.85
140	247.710	0.020	2.47	119.50	1.50	3.000	0.542	0.08	250.02	2.31
160	246.680	0.020	2.47	51.50	1.79	3.000	0.542	0.08	249.94	3.26
180	245.080	0.020	2.47	80.00	1.63	3.000	0.542	0.08	249.85	4.77
200	246.840	0.020	2.47	88.00	1.60	3.000	0.542	0.08	249.77	2.93
220	245.410	0.020	2.47	71.50	1.67	3.000	0.542	0.08	249.69	4.28
240	244.720	0.020	2.47	34.50	1.94	3.000	0.542	0.08	249.61	4.89
260	244.800	0.020	2.47	4.00	3.02	3.000	0.542	0.08	249.52	4.72
280	246.120	0.020	2.47	66.00	1.70	3.000	0.542	0.08	249.44	3.32
300	246.400	0.020	2.47	14.00	2.33	3.000	0.542	0.08	249.36	2.96
320	246.650	0.020	2.47	12.50	2.39	3.000	0.542	0.08	249.28	2.63
340	245.620	0.020	2.47	51.50	1.79	3.000	0.542	0.08	246.57	0.95
360	242.610	0.020	2.47	150.50	1.43	3.000	0.542	0.08	246.49	3.88
380	241.820	0.020	2.47	39.50	1.89	3.000	0.542	0.08	246.40	4.58
400	241.890	0.020	2.47	3.50	3.10	3.000	0.542	0.08	246.32	4.43
420	242.300	0.020	2.47	20.50	2.16	3.000	0.542	0.08	246.24	3.94
440	240.980	0.020	2.47	66.00	1.70	3.000	0.542	0.08	246.16	5.18
460	240.880	0.020	2.47	5.00	2.88	3.000	0.542	0.08	246.07	5.19
480	240.410	0.020	2.47	23.50	2.10	3.000	0.542	0.08	245.99	5.58
500	240.990	0.020	2.47	29.00	2.01	3.000	0.542	0.08	245.91	4.92
520	239.960	0.020	2.47	51.50	1.79	3.000	0.542	0.08	245.83	5.87
526	239.900	0.006	2.47	10.00	2.50	3.000	0.542	0.02	245.80	5.90

Desarenador

Datos generales

DESCRIPCION		Und.	Cálculos	Usar	Criterio
CAUDAL DE DISEÑO, Q _{md}	Q	m ³ /s	0.00246		
ANCHO DE SEDIMENTADOR	B	m	1.20		
LONGITUD DE ENTRADA AL SEDIMENTADOR	L1	m	0.8		Asumido
ALTURA DEL SEDIMENTADOR	H	m	1.25		
PENDIENTE EN EL FONDO	S	dec.	0.1		Asumido
VELOCIDAD DE PASO EN C/ ORIFICIO	V _o	m/s	0.15		Asumido
DIAMETRO EN CADA ORIFICIO	D	m	0.025		Asumido
SECCION DEL CANAL DE LIMPIEZA	A2	m ²	0.02		Asumido

Calculo hidráulico

1	Velocidad de sedimentación	VS	m/s	0.00031		VS, calculada: Stokes, Allen ó Newton
2	Area superficial de la zona de decantación	AS	m ²	7.935		AS = Q / VS
3	Longitud en la zona de sedimentación	L2	m	6.613	6.6	L2 = AS / B
4	Longitud total del sedimentador	LT	m	7.4	7.4	LT = L1 + L2
5	Relación (L2/B) en la zona de sedimentación	L2/B	adim.	5.50		2.8 < L2 / B < 6; verificar
6	Relación (L2/H) en la zona de sedimentación	L2/H	adim.	5.28		6 < L2 / H < 20; verificar
7	Velocidad horizontal del flujo, V _H <0.55	VH	cm/s	0.164		VH = 100 * Q / (B * H)
8	Tiempo de retención de la unidad	To	hr	1.120		To = (AS * H) / (3600 * Q)
9	Altura máxima en la tolva de lodos	H1	m	1.91		H1 = H + (S) * L2
10	Altura de agua en el vertedero de salida	H2	m	0.011		H2 = (Q / (1.84 * L1)) ^ (2/3)
11	Area total de orificios	Ao	m ²	0.0164		Ao = Q / V _o
12	Area de cada orificio	ao	m ²	0.00049		ao = 0.7854 * D ^ 2
13	Número de orificios	n	adim.	33	36	Asumir redondeo para N1 y N2
14	Altura de la cortina cubierta con orificios	h	m	0.75		h = H - (2/5) * H
15	Número de orificios a lo ancho, B	N1	adim.	9		
16	Número de orificios a lo alto, H	N2	adim.	4		
17	Espaciamiento entre orificios	a	m	0.1875		a = h / N2
18	Espaciamiento lateral respecto a la pared	a1	m	-0.15		a1 = (B - a * (N1 - 1)) / 2
19	Tiempo de vaceado en la unidad	T1	min	5		T1=(60*AS*(H)^(1/2))/(4850*A2)
20	Caudal de diseño en la tub. de desagüe	q	l/s	33.710		q=(1000 * LT * B * H2)/(60 * T1)

Filtro lento:

CRITERIO PARA EL DISEÑO DEL FILTRO LENTO			
	Parámetros	Unidad	Valores
1	Velocidad de filtración	m/h	0.10-0.30
2	Area máxima de cada unidad	m ²	10-200
3	Número mínimo de unidades		2
4	Borde libre	m	0.20-0.30
5	Capa de Agua	m	1.0-1.5
6	Altura del Lecho filtrante	m	0.80-1.00
7	Granulometría del lecho	mm	0.15-0.35
8	Altura de capa soporte	m	0.10-0.30
9	Granulometría de Grava	mm	1.5-40
10	Altura de drenaje	m	0.10-0.25

DISEÑO DEL FILTRO LENTO					
	Datos		Unidad	Criterios	Cálculos
1	Cuadal de Diseño		LT/s		3.80
2	Número de unidades	N	adim.		2
3	Velocidad de infiltración	Vf	m/h		0.1
4	Espesor de capa de arena extraída en cada raspada	E	m	Asumido	0.02
5	Número de raspados por año	n	adim.	Asumido	6
6	Área del medio filtrante de cada unidad	AS	m ²	$AS=Q/(N*V)$	12.71812081
7	Coficiente de mínimo costo	K	adim.	$K=(2*N)/(N+1)$	1.333333333
8	Largo de cada unidad	B	m	$B=(AS*K)^{(1/2)}$	4.117947839
				Usar B=	4
9	Ancho de cada unidad	A	m	$A=(AS/K)^{(1/2)}$	3.088460879
				Usar A=	3
10	Volumen del depósito para almacenar arena durante 2 años	V	m ³ /s	$V=2*A*B*E*n$	2.88
11	Vel. De filtración real	VR	m/h	$VR=Q/(2*A*B)$	0.158

Reservorio

Este componente existente se realizará su debido mantenimiento ya que su capacidad de almacenamiento es de 55.00m³ y está por encima del volumen que se necesita para la población el cual es de 41.04m³ calculado de la siguiente manera.

$$Q_{diseño} = Q_p$$

Reemplazando:

$$Q_{\text{diseño}} = 1.90 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}}$$

Entonces el consumo diario en m³/día es el siguiente:

$$\text{Consumo Diario} = 164.16 \text{ m}^3/\text{día}$$

Calculo de la Capacidad del Reservorio.

Según la (OS.030) El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

✓ Volumen de almacenamiento o Volumen de Regulación

Según el (Ministerio de Vivienda, Setiembre 2004) El volumen de almacenamiento o regulación, en un sistema continuo se considera como % de regulación: 15 – 20% del Q_p para sistemas por Gravedad. En caso de sistemas por bombeo se considerará como % de Regulación: 20 – 25% del Q_p.

Para el caso Urbano, según la Norma OS.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, 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.

$$V_{\text{Reg}} = \frac{Q_p \times 86400 \times \% \text{ Regulacion}}{1000}$$

Entonces el volumen de regulación viene a ser:

Tipo de sistema : Sistema Continuo por gravedad
% de Regulación : 25.00%

$$V_{\text{Regulacion}} (M3) = 41.04 \text{ m}^3 \text{ (Volumen efectivo)}$$

Línea de Aducción

La tubería que se utilizará para la línea de aducción será de PVC-CLASE 7.5 y el caudal de transporte es $Q = 2.47$ Lts/Seg.

Formulas:

$$Q = 0.0004264 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Donde: Q : Caudal en lts/seg.

$$D = (Q / (0.0004264 * C * S^{0.54}))^{1/2.63}$$

D : Diámetro en pulgadas

$$S = hf / L = (Q / (0.0004264 * C * D^{2.63}))^{1/0.54}$$

S : Pendiente hidráulica en m/km

Entonces:

C : Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

$$hf = L * (Q / (0.0004264 * C * D^{2.63}))^{1.85}$$

para PVC C-7.5 = 150

para HDPE = 140

Cálculo de gradiente hidráulico de la línea de aducción

ELEMENTO	NIVEL DINAM.	LONGITUD	Q. TRAMO	PEND. "S"	DIAM. "D"	DIAM.COMER.	VEL. FLUJO	Hf	H PIEZOM.	PRESION	
	(COTA)	(Km)	(Lts/seg)	(m / Km)	(Pulg.)	(Pulg.)	(m/seg.)	(m.)	(m.)	(mts. agua)	
	CAUDAL A UTILIZAR = 2.47 LTS/SEG										
	SALIDA DE LA LINEA DE ADUCCION							Hf=	239.90		
540	237.490	0.014	3.80	176.43	1.63	4.000	0.469	0.03	239.87	2.38	
560	233.380	0.020	3.80	205.50	1.58	4.000	0.469	0.05	239.82	6.44	
580	230.820	0.020	3.80	128.00	1.75	4.000	0.469	0.05	239.78	8.96	
600	228.060	0.020	3.80	138.00	1.72	4.000	0.469	0.05	239.73	11.67	
620	221.560	0.020	3.80	325.00	1.44	4.000	0.469	0.05	239.69	18.13	
640	222.150	0.020	3.80	29.50	2.36	4.000	0.469	0.05	239.64	17.49	
660	221.800	0.020	3.80	17.50	2.63	4.000	0.469	0.05	239.60	17.80	
680	221.550	0.020	3.80	12.50	2.81	4.000	0.469	0.05	239.55	18.00	
700	224.310	0.020	3.80	138.00	1.72	4.000	0.469	0.05	239.51	15.20	
720	223.400	0.020	3.80	45.50	2.16	4.000	0.469	0.05	239.46	16.06	
740	221.580	0.020	3.80	91.00	1.87	4.000	0.469	0.05	239.42	17.84	
760	221.730	0.020	3.80	7.50	3.12	4.000	0.469	0.05	239.37	17.64	
780	223.810	0.020	3.80	104.00	1.82	4.000	0.469	0.05	239.33	15.52	
800	222.230	0.020	3.80	79.00	1.93	4.000	0.469	0.05	239.28	17.05	
820	220.480	0.020	3.80	87.50	1.89	4.000	0.469	0.05	239.24	18.76	
840	219.790	0.020	3.80	34.50	2.28	4.000	0.469	0.05	239.19	19.40	
860	219.950	0.020	3.80	8.00	3.08	4.000	0.469	0.05	239.15	19.20	

880	220.520	0.020	3.80	28.50	2.38	4.000	0.469	0.05	239.10	18.58
900	219.860	0.020	3.80	33.00	2.31	4.000	0.469	0.05	239.06	19.20
920	219.770	0.020	3.80	4.50	3.47	4.000	0.469	0.05	239.01	19.24
940	219.690	0.020	3.80	4.00	3.56	4.000	0.469	0.05	238.97	19.28
960	219.640	0.020	3.80	2.50	3.92	4.000	0.469	0.05	238.92	19.28
980	219.490	0.020	3.80	7.50	3.12	4.000	0.469	0.05	238.88	19.39
1000	218.900	0.020	3.80	29.50	2.36	4.000	0.469	0.05	238.83	19.93
1020	218.390	0.020	3.80	25.50	2.43	4.000	0.469	0.05	238.79	20.40
1040	217.980	0.020	3.80	20.50	2.54	4.000	0.469	0.05	238.74	20.76
1060	218.340	0.020	3.80	198.00	1.60	4.000	0.469	0.05	238.70	20.36
1080	218.210	0.020	3.80	6.50	3.22	4.000	0.469	0.05	238.65	20.44
1100	218.480	0.020	3.80	13.50	2.77	4.000	0.469	0.05	238.61	20.13
1120	219.360	0.020	3.80	44.00	2.17	4.000	0.469	0.05	238.56	19.20
1140	219.030	0.020	3.80	16.50	2.66	4.000	0.469	0.05	238.52	19.49
1160	218.350	0.020	3.80	34.00	2.29	4.000	0.469	0.05	238.47	20.12
1180	217.990	0.020	3.80	18.00	2.61	4.000	0.469	0.05	238.43	20.44
1200	217.670	0.020	3.80	16.00	2.67	4.000	0.469	0.05	238.38	20.71
1220	217.300	0.020	3.80	18.50	2.60	4.000	0.469	0.05	238.34	21.04
1240	216.700	0.020	3.80	30.00	2.35	4.000	0.469	0.05	238.29	21.59
1260	216.330	0.020	3.80	18.50	2.60	4.000	0.469	0.05	238.25	21.92
1280	215.870	0.020	3.80	23.00	2.48	4.000	0.469	0.05	238.20	22.33
1300	215.230	0.020	3.80	32.00	2.32	4.000	0.469	0.05	238.16	22.93
1320	214.760	0.020	3.80	23.50	2.47	4.000	0.469	0.05	238.11	23.35
1340	212.030	0.020	3.80	136.50	1.72	4.000	0.469	0.05	238.07	26.04
1360	210.060	0.020	3.80	98.50	1.84	4.000	0.469	0.05	238.02	27.96
1380	210.670	0.020	3.80	30.50	2.34	4.000	0.469	0.05	237.98	27.31
1400	213.890	0.020	3.80	161.00	1.66	4.000	0.469	0.05	237.93	24.04
1420	215.000	0.020	3.80	55.50	2.07	4.000	0.469	0.05	237.89	22.89
1440	215.240	0.020	3.80	12.00	2.84	4.000	0.469	0.05	237.84	22.60
1460	215.800	0.020	3.80	28.00	2.38	4.000	0.469	0.05	237.80	22.00
1480	216.870	0.020	3.80	53.50	2.09	4.000	0.469	0.05	237.75	20.88
1500	218.250	0.020	3.80	69.00	1.98	4.000	0.469	0.05	237.71	19.46
1520	217.110	0.020	3.80	57.00	2.06	4.000	0.469	0.05	237.66	20.55
1530	216.570	0.010	3.80	54.00	2.08	4.000	0.469	0.02	237.64	21.07
1540	216.450	0.010	3.80	12.00	2.84	3.000	0.833	0.09	237.55	21.10
1560	216.410	0.020	3.80	8.00	3.08	3.000	0.833	0.18	237.37	20.96
1580	215.660	0.020	3.80	37.50	2.25	3.000	0.833	0.18	237.18	21.52
1600	215.360	0.020	3.80	15.00	2.71	3.000	0.833	0.18	237.00	21.64
1620	215.110	0.020	3.80	12.50	2.81	3.000	0.833	0.18	236.82	21.71
1640	214.780	0.020	3.80	16.50	2.66	3.000	0.833	0.18	236.63	21.85
1660	214.520	0.020	3.80	13.00	2.79	3.000	0.833	0.18	236.45	21.93
1680	214.240	0.020	3.80	14.00	2.75	3.000	0.833	0.18	236.27	22.03
1700	213.950	0.020	3.80	14.50	2.73	3.000	0.833	0.18	236.09	22.14
1720	213.540	0.020	3.80	20.50	2.54	3.000	0.833	0.18	235.90	22.36
1740	213.460	0.020	3.80	4.00	3.56	3.000	0.833	0.18	235.72	22.26
1760	213.290	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	235.54	22.25
1780	213.090	0.020	3.80	10.00	2.95	3.000	0.833	0.18	235.36	22.27
1800	212.950	0.020	3.80	7.00	3.17	3.000	0.833	0.18	235.17	22.22
1820	212.830	0.020	3.80	6.00	3.27	3.000	0.833	0.18	234.99	22.16
1840	212.720	0.020	3.80	5.50	3.33	3.000	0.833	0.18	234.81	22.09
1860	212.730	0.020	3.80	0.50	5.45	3.000	0.833	0.18	234.63	21.90
1880	212.540	0.020	3.80	9.50	2.98	3.000	0.833	0.18	234.44	21.90

1900	212.550	0.020	3.80	0.50	5.45	3.000	0.833	0.18	234.26	21.71
1920	212.480	0.020	3.80	3.50	3.65	3.000	0.833	0.18	234.08	21.60
1940	212.280	0.020	3.80	10.00	2.95	3.000	0.833	0.18	233.90	21.62
1960	212.230	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	233.71	21.48
1980	211.990	0.020	3.80	12.00	2.84	3.000	0.833	0.18	233.53	21.54
2000	211.770	0.020	3.80	11.00	2.89	3.000	0.833	0.18	233.35	21.58
2020	211.830	0.020	3.80	3.00	3.77	3.000	0.833	0.18	233.17	21.34
2040	211.630	0.020	3.80	10.00	2.95	3.000	0.833	0.18	232.98	21.35
2060	211.470	0.020	3.80	8.00	3.08	3.000	0.833	0.18	232.80	21.33
2080	211.290	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	232.62	21.33
2100	211.230	0.020	3.80	3.00	3.77	3.000	0.833	0.18	232.44	21.21
2120	210.570	0.020	3.80	33.00	2.31	3.000	0.833	0.18	232.25	21.68
2140	210.740	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	232.07	21.33
2160	211.550	0.020	3.80	40.50	2.21	3.000	0.833	0.18	231.89	20.34
2180	211.210	0.020	3.80	17.00	2.64	3.000	0.833	0.18	231.71	20.50
2200	211.560	0.020	3.80	17.50	2.63	3.000	0.833	0.18	231.52	19.96
2220	213.030	0.020	3.80	73.50	1.96	3.000	0.833	0.18	231.34	18.31
2240	213.350	0.020	3.80	16.00	2.67	3.000	0.833	0.18	231.16	17.81
2260	213.750	0.020	3.80	20.00	2.55	3.000	0.833	0.18	230.97	17.22
2280	213.960	0.020	3.80	10.50	2.92	3.000	0.833	0.18	230.79	16.83
2300	214.230	0.020	3.80	13.50	2.77	3.000	0.833	0.18	230.61	16.38
2320	213.650	0.020	3.80	29.00	2.37	3.000	0.833	0.18	230.43	16.78
2340	213.370	0.020	3.80	14.00	2.75	3.000	0.833	0.18	230.24	16.87
2360	213.340	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	230.06	16.72
2380	212.970	0.020	3.80	18.50	2.60	3.000	0.833	0.18	229.88	16.91
2400	212.270	0.020	3.80	35.00	2.28	3.000	0.833	0.18	229.70	17.43
2420	212.810	0.020	3.80	27.00	2.40	3.000	0.833	0.18	229.51	16.70
2440	211.370	0.020	3.80	72.00	1.96	3.000	0.833	0.18	229.33	17.96
2460	211.320	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	229.15	17.83
2480	210.860	0.020	3.80	23.00	2.48	3.000	0.833	0.18	228.97	18.11
2500	210.460	0.020	3.80	20.00	2.55	3.000	0.833	0.18	228.78	18.32
2520	209.940	0.020	3.80	26.00	2.42	3.000	0.833	0.18	228.60	18.66
2540	209.540	0.020	3.80	20.00	2.55	3.000	0.833	0.18	228.42	18.88
2560	209.140	0.020	3.80	20.00	2.55	3.000	0.833	0.18	228.24	19.10
2580	208.900	0.020	3.80	12.00	2.84	3.000	0.833	0.18	228.05	19.15
2600	208.530	0.020	3.80	18.50	2.60	3.000	0.833	0.18	227.87	19.34
2620	208.190	0.020	3.80	17.00	2.64	3.000	0.833	0.18	227.69	19.50
2640	207.850	0.020	3.80	17.00	2.64	3.000	0.833	0.18	227.51	19.66
2660	207.530	0.020	3.80	16.00	2.67	3.000	0.833	0.18	227.32	19.79
2680	207.170	0.020	3.80	18.00	2.61	3.000	0.833	0.18	227.14	19.97
2700	206.650	0.020	3.80	26.00	2.42	3.000	0.833	0.18	226.96	20.31
2720	206.200	0.020	3.80	22.50	2.49	3.000	0.833	0.18	226.78	20.58
2740	205.910	0.020	3.80	14.50	2.73	3.000	0.833	0.18	226.59	20.68
2760	205.920	0.020	3.80	0.50	5.45	3.000	0.833	0.18	226.41	20.49
2780	205.600	0.020	3.80	16.00	2.67	3.000	0.833	0.18	226.23	20.63
2800	205.570	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	226.05	20.48
2820	205.520	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	225.86	20.34
2840	205.380	0.020	3.80	7.00	3.17	3.000	0.833	0.18	225.68	20.30
2860	205.340	0.020	3.80	2.00	4.10	3.000	0.833	0.18	225.50	20.16
2880	205.050	0.020	3.80	14.50	2.73	3.000	0.833	0.18	225.31	20.26
2900	205.020	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	225.13	20.11
2920	204.730	0.020	3.80	14.50	2.73	3.000	0.833	0.18	224.95	20.22

2940	204.700	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	224.77	20.07
2960	204.410	0.020	3.80	14.50	2.73	3.000	0.833	0.18	224.58	20.17
2980	204.360	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	224.40	20.04
3000	204.260	0.020	3.80	5.00	3.40	3.000	0.833	0.18	224.22	19.96
3020	204.190	0.020	3.80	3.50	3.65	3.000	0.833	0.18	224.04	19.85
3040	203.870	0.020	3.80	16.00	2.67	3.000	0.833	0.18	223.85	19.98
3060	204.000	0.020	3.80	6.50	3.22	3.000	0.833	0.18	223.67	19.67
3080	203.260	0.020	3.80	37.00	2.25	3.000	0.833	0.18	223.49	20.23
3100	203.040	0.020	3.80	11.00	2.89	3.000	0.833	0.18	223.31	20.27
3120	203.230	0.020	3.80	9.50	2.98	3.000	0.833	0.18	223.12	19.89
3140	203.320	0.020	3.80	4.50	3.47	3.000	0.833	0.18	222.94	19.62
3160	203.140	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	222.76	19.62
3180	202.880	0.020	3.80	13.00	2.79	3.000	0.833	0.18	222.58	19.70
3200	202.480	0.020	3.80	20.00	2.55	3.000	0.833	0.18	222.39	19.91
3220	202.520	0.020	3.80	2.00	4.10	3.000	0.833	0.18	222.21	19.69
3240	202.390	0.020	3.80	6.50	3.22	3.000	0.833	0.18	222.03	19.64
3260	202.220	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	221.85	19.63
3280	202.060	0.020	3.80	8.00	3.08	3.000	0.833	0.18	221.66	19.60
3300	201.890	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	221.48	19.59
3320	201.580	0.020	3.80	15.50	2.69	3.000	0.833	0.18	221.30	19.72
3340	201.510	0.020	3.80	3.50	3.65	3.000	0.833	0.18	221.12	19.61
3360	201.160	0.020	3.80	17.50	2.63	3.000	0.833	0.18	220.93	19.77
3380	201.140	0.020	3.80	1.00	4.73	3.000	0.833	0.18	220.75	19.61
3400	200.930	0.020	3.80	10.50	2.92	3.000	0.833	0.18	220.57	19.64
3420	200.570	0.020	3.80	18.00	2.61	3.000	0.833	0.18	220.38	19.81
3440	200.530	0.020	3.80	2.00	4.10	3.000	0.833	0.18	220.20	19.67
3460	200.430	0.020	3.80	5.00	3.40	3.000	0.833	0.18	220.02	19.59
3480	200.300	0.020	3.80	6.50	3.22	3.000	0.833	0.18	219.84	19.54
3500	199.850	0.020	3.80	22.50	2.49	3.000	0.833	0.18	219.65	19.80
3520	199.910	0.020	3.80	3.00	3.77	3.000	0.833	0.18	219.47	19.56
3540	199.700	0.020	3.80	10.50	2.92	3.000	0.833	0.18	219.29	19.59
3560	199.470	0.020	3.80	11.50	2.86	3.000	0.833	0.18	219.11	19.64
3580	198.940	0.020	3.80	26.50	2.41	3.000	0.833	0.18	218.92	19.98
3600	199.180	0.020	3.80	12.00	2.84	3.000	0.833	0.18	218.74	19.56
3620	198.910	0.020	3.80	13.50	2.77	3.000	0.833	0.18	218.56	19.65
3640	198.790	0.020	3.80	6.00	3.27	3.000	0.833	0.18	218.38	19.59
3660	198.600	0.020	3.80	9.50	2.98	3.000	0.833	0.18	218.19	19.59
3680	198.260	0.020	3.80	17.00	2.64	3.000	0.833	0.18	218.01	19.75
3700	198.070	0.020	3.80	9.50	2.98	3.000	0.833	0.18	217.83	19.76
3720	197.680	0.020	3.80	19.50	2.57	3.000	0.833	0.18	217.65	19.97
3740	197.670	0.020	3.80	0.50	5.45	3.000	0.833	0.18	217.46	19.79
3760	197.500	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	217.28	19.78
3780	197.320	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	217.10	19.78
3800	197.150	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	216.92	19.77
3820	197.040	0.020	3.80	5.50	3.33	3.000	0.833	0.18	216.73	19.69
3840	196.940	0.020	3.80	5.00	3.40	3.000	0.833	0.18	216.55	19.61
3860	196.620	0.020	3.80	16.00	2.67	3.000	0.833	0.18	216.37	19.75
3880	196.480	0.020	3.80	7.00	3.17	3.000	0.833	0.18	216.19	19.71
3900	196.310	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	216.00	19.69
3920	196.170	0.020	3.80	7.00	3.17	3.000	0.833	0.18	215.82	19.65
3940	195.870	0.020	3.80	15.00	2.71	3.000	0.833	0.18	215.64	19.77
3960	195.620	0.020	3.80	12.50	2.81	3.000	0.833	0.18	215.46	19.84

3980	195.550	0.020	3.80	3.50	3.65	3.000	0.833	0.18	215.27	19.72
4000	195.330	0.020	3.80	11.00	2.89	3.000	0.833	0.18	215.09	19.76
4020	195.280	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	214.91	19.63
4040	195.230	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	214.72	19.49
4060	194.980	0.020	3.80	12.50	2.81	3.000	0.833	0.18	214.54	19.56
4080	194.910	0.020	3.80	3.50	3.65	3.000	0.833	0.18	214.36	19.45
4100	194.880	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	214.18	19.30
4120	194.740	0.020	3.80	7.00	3.17	3.000	0.833	0.18	213.99	19.25
4140	194.580	0.020	3.80	8.00	3.08	3.000	0.833	0.18	213.81	19.23
4160	194.370	0.020	3.80	10.50	2.92	3.000	0.833	0.18	213.63	19.26
4180	194.190	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	213.45	19.26
4200	194.030	0.020	3.80	8.00	3.08	3.000	0.833	0.18	213.26	19.23
4220	193.900	0.020	3.80	6.50	3.22	3.000	0.833	0.18	213.08	19.18
4240	193.850	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	212.90	19.05
4260	193.670	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	212.72	19.05
4280	193.580	0.020	3.80	4.50	3.47	3.000	0.833	0.18	212.53	18.95
4300	193.360	0.020	3.80	11.00	2.89	3.000	0.833	0.18	212.35	18.99
4320	193.380	0.020	3.80	1.00	4.73	3.000	0.833	0.18	212.17	18.79
4340	193.140	0.020	3.80	12.00	2.84	3.000	0.833	0.18	211.99	18.85
4360	193.010	0.020	3.80	6.50	3.22	3.000	0.833	0.18	211.80	18.79
4380	193.000	0.020	3.80	0.50	5.45	3.000	0.833	0.18	211.62	18.62
4400	192.800	0.020	3.80	10.00	2.95	3.000	0.833	0.18	211.44	18.64
4420	192.580	0.020	3.80	11.00	2.89	3.000	0.833	0.18	211.26	18.68
4440	192.430	0.020	3.80	7.50	3.12	3.000	0.833	0.18	211.07	18.64
4460	192.280	0.020	3.80	7.50	3.12	3.000	0.833	0.18	210.89	18.61
4480	192.120	0.020	3.80	8.00	3.08	3.000	0.833	0.18	210.71	18.59
4500	191.970	0.020	3.80	7.50	3.12	3.000	0.833	0.18	210.53	18.56
4520	191.870	0.020	3.80	5.00	3.40	3.000	0.833	0.18	210.34	18.47
4540	191.720	0.020	3.80	7.50	3.12	3.000	0.833	0.18	210.16	18.44
4560	191.660	0.020	3.80	3.00	3.77	3.000	0.833	0.18	209.98	18.32
4580	191.490	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	209.80	18.31
4600	191.330	0.020	3.80	8.00	3.08	3.000	0.833	0.18	209.61	18.28
4620	191.250	0.020	3.80	4.00	3.56	3.000	0.833	0.18	209.43	18.18
4640	191.130	0.020	3.80	6.00	3.27	3.000	0.833	0.18	209.25	18.12
4660	190.980	0.020	3.80	7.50	3.12	3.000	0.833	0.18	209.06	18.08
4680	190.750	0.020	3.80	11.50	2.86	3.000	0.833	0.18	208.88	18.13
4700	190.570	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	208.70	18.13
4720	190.490	0.020	3.80	4.00	3.56	3.000	0.833	0.18	208.52	18.03
4740	190.350	0.020	3.80	7.00	3.17	3.000	0.833	0.18	208.33	17.98
4760	190.250	0.020	3.80	5.00	3.40	3.000	0.833	0.18	208.15	17.90
4780	190.130	0.020	3.80	6.00	3.27	3.000	0.833	0.18	207.97	17.84
4800	190.090	0.020	3.80	2.00	4.10	3.000	0.833	0.18	207.79	17.70
4820	190.020	0.020	3.80	3.50	3.65	3.000	0.833	0.18	207.60	17.58
4840	189.820	0.020	3.80	10.00	2.95	3.000	0.833	0.18	207.42	17.60
4860	189.640	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	207.24	17.60
4880	189.430	0.020	3.80	10.50	2.92	3.000	0.833	0.18	207.06	17.63
4900	189.600	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	206.87	17.27
4920	189.610	0.020	3.80	0.50	5.45	3.000	0.833	0.18	206.69	17.08
4940	189.380	0.020	3.80	11.50	2.86	3.000	0.833	0.18	206.51	17.13
4960	189.290	0.020	3.80	4.50	3.47	3.000	0.833	0.18	206.33	17.04
4980	189.360	0.020	3.80	3.50	3.65	3.000	0.833	0.18	206.14	16.78
5000	189.070	0.020	3.80	14.50	2.73	3.000	0.833	0.18	205.96	16.89

5020	188.800	0.020	3.80	13.50	2.77	3.000	0.833	0.18	205.78	16.98
5040	188.830	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	205.60	16.77
5060	188.720	0.020	3.80	5.50	3.33	3.000	0.833	0.18	205.41	16.69
5080	188.930	0.020	3.80	10.50	2.92	3.000	0.833	0.18	205.23	16.30
5100	188.760	0.020	3.80	8.50	3.05	3.000	0.833	0.18	205.05	16.29
5120	188.630	0.020	3.80	6.50	3.22	3.000	0.833	0.18	204.87	16.24
5140	188.730	0.020	3.80	5.00	3.40	3.000	0.833	0.18	204.68	15.95
5160	188.600	0.020	3.80	6.50	3.22	3.000	0.833	0.18	204.50	15.90
5180	188.500	0.020	3.80	5.00	3.40	3.000	0.833	0.18	204.32	15.82
5200	188.470	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	204.13	15.66
5220	188.380	0.020	3.80	4.50	3.47	3.000	0.833	0.18	203.95	15.57
5240	188.200	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	203.77	15.57
5260	188.170	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	203.59	15.42
5280	187.980	0.020	3.80	9.50	2.98	3.000	0.833	0.18	203.40	15.42
5300	188.090	0.020	3.80	5.50	3.33	3.000	0.833	0.18	203.22	15.13
5320	188.060	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	203.04	14.98
5340	187.850	0.020	3.80	10.50	2.92	3.000	0.833	0.18	202.86	15.01
5360	187.670	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	202.67	15.00
5380	187.480	0.020	3.80	9.50	2.98	3.000	0.833	0.18	202.49	15.01
5400	187.360	0.020	3.80	6.00	3.27	3.000	0.833	0.18	202.31	14.95
5420	187.220	0.020	3.80	7.00	3.17	3.000	0.833	0.18	202.13	14.91
5440	187.190	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	201.94	14.75
5460	187.160	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	201.76	14.60
5480	187.150	0.020	3.80	0.50	5.45	3.000	0.833	0.18	201.58	14.43
5500	187.120	0.020	3.80	1.50	4.35	3.000	0.833	0.18	201.40	14.28
5520	187.070	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	201.21	14.14
5540	187.010	0.020	3.80	3.00	3.77	3.000	0.833	0.18	201.03	14.02
5560	186.960	0.020	3.80	2.50	3.92	3.000	0.833	0.18	200.85	13.89
5580	186.780	0.020	3.80	9.00	3.01	3.000	0.833	0.18	200.67	13.89
5600	186.660	0.020	3.80	6.00	3.27	3.000	0.833	0.18	200.48	13.82
5620	186.590	0.020	3.80	3.50	3.65	3.000	0.833	0.18	200.30	13.71
5640	186.900	0.020	3.80	15.50	2.69	3.000	0.833	0.18	200.12	13.22

Diseño Pase Aéreo L=45.00 m. en la Línea de Aducción

Este tipo de pase aéreo será diseñado mediante 02 columnas de concreto armado conectados mediante un cable de acero la misma que sostiene a la tubería de HDPE llena del líquido a transportar por medio de unas péndolas, así mismo el cable acerado estará anclada a dos dados de concreto en sus extremos.

Datos generales

DATOS: en ml. y/o kg/ml.	Und	Cant.
Luz del pase "L"	m	45.00
Peso unit. de la tubería+Agua "x"	kg	26.49 = 5.98+18.708

Peso unit. de los cables " y "	kg	0.69
Peso unit. de pendolas " z "	kg	1.02
Separación de péndolas " s "	m	2.50
Altura mayor de péndola " h "	m	1.46
F.Seg. de Cables " F.S.1 "	ad	3
F.Seg. de Pendolas " F.S.2 "	ad	3
" f " del Pase Aéreo	m	1.90

Cargas actuantes

DIAM.	PESOS EN KG/ML.		
	Tub. F.G.	Tub. PVC.	Cable Acero
1/4"			0.39
1/2"			0.69
5/8"			1.08
3/4"	1.30	0.76	1.54
1"	2.40	0.99	2.75
1 1/2"	3.20	1.55	6.20
2"	4.00	2.18	10.82
2.5"	4.80	3.30	
3"	5.20	4.47	
4"	7.23	5.98	

1. Predimensionamiento

Peso Total del Pase " P " / ml. inc. 5 % por accesorios

$$(x+y+(h-f/2).z/s)*1.05$$

$$26.87 \text{ Kg/ml.}$$

Tensión Horizontal " H ".

$$H=P.L^2/(8.f) = 3579.11$$

$$n=f/L = 0.04$$

Calculo del diámetro del cable

$$T \text{ máx.} = F.S.1xH.(1+16.n^2)^{0.5}$$

en cables

$$T \text{ máx. (ton)} = 10.89$$

Diam. recom.	5/8 "
cantidad	1

Alma de acero	
Diam. (pulg)	Resist. efect. a rot. en Ton.
1/4"	3.04
1/2 "	10.68
5/8"	16.67
3/4"	23.75
1"	41.71
1 1/2"	91.8
2"	159.66

Calculo del diámetro de la péndola

$$T \text{ máx. en} = (h.z+s.x).F.S.2 = 1.19 \text{ tn}$$

Péndolas (Ton.)

$$\text{Diam. rec.} = 1/2''$$

$$\text{cantidad} = 1$$

Peso Estimado de Cámara de anclaje

Verif. sólo por peso propio.

$$T_{\text{vert.}} = Hx2*\cos30 = \text{Min. peso de Camara}$$

$$\text{Peso Mín.} = \mathbf{6.20 \text{ ton.}}$$

$$\text{Peso anclaje} = 4.66 \text{ ton.}$$

$$\text{del proyecto.} \quad 1.3x1.3x1.2$$

2. Diseño de péndolas

Se usarán varillas de fierro liso, que en sus extremos llevarán ojos soldados eléctricamente,

$$F_{adm} = 0,6 * F_y \quad F_y = 2500 \text{ Kg /cm}^2$$

$$\text{Cortante total} \quad P = 1189.63 \text{ Kg}$$

$A_{péndola} = P / (0,6 * F_y)$

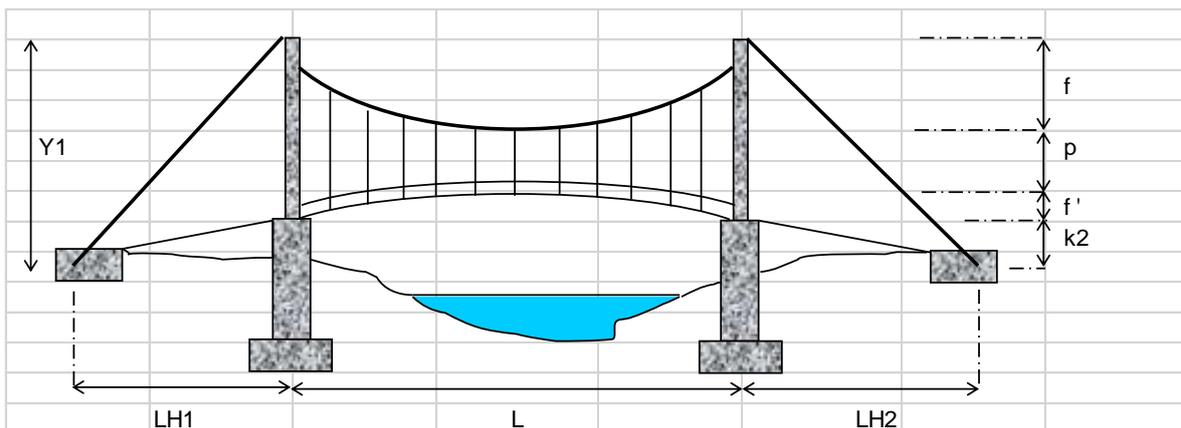
$A_{pend} = 0.79 \text{ cm}^2$

Se usarán péndolas de diámetro=

1/2" mínimo

Péndolas		
Diametro	As(cm2)	peso(kg/ml)
1/4"	0.32	0.25
1/2"	1.27	1.02
5/8"	1.98	1.58
3/4"	2.85	2.28

3. Diseño de cables principales



DATOS

Longitud de torre a torre	$L =$	45.00 m
Ingrese flecha del cable	$f =$	1.90 m
Contra flecha	$f' =$	0 mts
Longitud horiz. fiador izquierdo	$LH1 =$	5.00 mts
Longitud horiz. fiador derecho	$LH2 =$	5.00 mts
Altura péndola mas pequeña	$p =$	0.5 mts
Profundidad anclaje izquierdo	$k1 =$	0.00 mts
Profundidad anclaje derecho	$k2 =$	0.00 mts

Altura del fiador izquierdo	Y1 =	2.75 m
Altura del fiador derecho	Y2 =	2.75 m

CALCULO DEL PESO DISTRIBUIDO DEL PASE AÉREO POR METRO LINEAL:

TOTAL, CARGAS P= 26.87 kg/m

FACTOR SEGURIDAD 3.00
 $N = f/L = 0.04$

TENSION HORIZONTAL $T_H = \frac{PL^2}{8f} = 3,579.11 \text{ kg}$

TENSION EN EL CABLE $T = \frac{PL^2}{8f} \sqrt{1+N^2} = 3,629.79 \text{ kg}$

TENSION $T_u = FS * T = 10.89 \text{ Tn}$

Ingrese el número del cable a usar 5/8"

Se
 usarán 0.65 cables

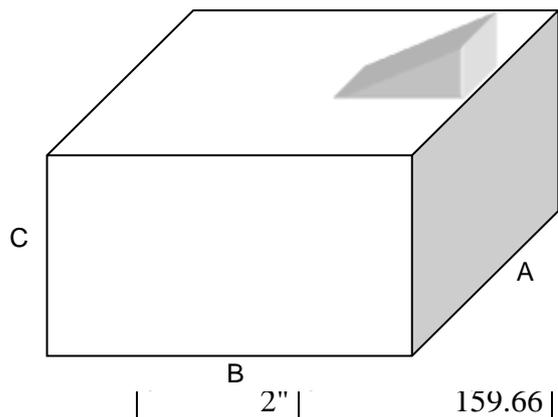
USAR 1 CABLE

Indicar el número de cables a usar por banda:

USAR 1 CABLE DE 5/8"
 Área = 1.55 cm² por banda

4. Diseño de cámara de anclajes

Para nuestro caso utilizaremos una cámara de concreto ciclópeo sólida y utilizaremos una sola cámara para los dos grupos de cables



DATOS:

Ancho cámara anclaje	A=	1.20	mts
Largo cámara anclaje	B=	1.30	mts
Profundidad cámara anclaje	C=	1.20	mts
Peso específico del concreto	γ	2.30	Tn/m ³
Capacidad admisible del suelo en zona de anclaje	q	0.79	kg/cm ²

ÁNGULOS FORMADOS EN EL PUENTE

		RADIANES	GRADOS
Angulo con el cable principal	$\alpha = \text{Arc Tang}(4f/L)$	0.17	9.6
Angulo del fiador izquierdo	$\beta = \text{Arc Tang}(Y1/LH1)$	0.50	28.8
Angulo del fiador derecho	$\gamma = \text{Arc Tang}(Y2/LH2)$	0.50	28.8

Longitud del fiador izquierdo (L1)	11.20 m
Longitud del fiador derecho (L2)	11.20 m

A. Presiones sobre el terreno

Peso de la cámara de anclaje	$W = A * B * C * \gamma =$	4.31 Tn
Tensión Horizontal	H =	3.58 Tn
Tensión en el fiador	$T1 = H / \text{Cos } \beta =$	4.08 Tn

Tensión Vertical en el flador	$T_{v1} = T_1 \cdot \text{Sen } \square \square \square$	1.97 Tn
Componente Vertical de la reacción	$R_v = W - T_{v1} =$	2.34 Tn
Presión máxima ejercida al suelo	$P = 2 \cdot R_v / (A \cdot B) =$	0.30 kg/cm ² BIEN

B. Estabilidad al deslizamiento

El coeficiente de seguridad de la cámara al deslizamiento debe ser mínimo 2 por tanto debe resistir una tensión horizontal doble

$$R_v = W - 2 \cdot T_{v1} = 2.34 \text{ ton}$$

$$\text{Fuerza que se opone al deslizamiento } F_{d1} = U_f \cdot R_v = 1.17 \text{ ton}$$

Calculo de empujes en la cámara

$$\text{Peso específico terreno } b = 1.89 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Angulo de reposo } f = 13.00^\circ$$

$$\text{Coeficiente fricción } U_f = 0.50$$

$$\text{Empuje activo } E_a = \frac{1}{2} \cdot b \cdot C^2 \cdot \text{Tag}(45 - F/2)^2 \cdot B = 2.24 \text{ ton (caras laterales)}$$

$$\text{Fuerza fricción que opone al deslizamiento } F_{d2} = U_f \cdot E_a = 1.12 \text{ ton}$$

$$\text{Empuje pasivo } E_p = \frac{1}{2} \cdot b \cdot C^2 \cdot \text{Tag}(45 + F/2)^2 \cdot A = 2.58 \text{ ton}$$

$$\text{Fuerza resistente total } F_{rt} = (F_{d1} + F_{d2} + E_p) = 4.87 \text{ ton}$$

Se debe cumplir $F_{rt} > H$

$$F_{rt} = 4.87 \text{ ton}$$

$$H = 3.58 \text{ ton}$$

5. Diseño de los carros de dilatación

DESPLAZAMIENTO DE LOS CARROS

$$\text{Peso propio del pase aéreo } W_d = 26.87 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso por lado } 26.87 \text{ kg/m}$$

$$\text{Empuje } H_{pp} = p l^2 / 8f = 3,579.11 \text{ kg}$$

Desplazamiento del carro en cada torre por carga muerta

$$\Delta 1 = H_{pp} L1 (Seca1)^3 / EA \quad (\text{torre izquierdo})$$

$$\Delta 2 = H_{pp} L2 (Seca2)^3 / EA \quad (\text{torre derecho})$$

$$E = 2/3(2100000) = 1,400,000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \text{Sección total cable por banda} = 1.55 \text{ cm}^2$$

$$\Delta 1 = 2.75 \text{ cms} \quad \text{Desplazamiento en pórtico izquierdo}$$

$$\Delta 2 = 2.75 \text{ cms} \quad \text{Desplazamiento en pórtico derecho}$$

Desplazamiento máximo con sobrecarga y temperatura

$$\text{la tensión horizontal máxima es} = 3,579.11 \text{ Kg}$$

$$\text{Tensión por lado } H1 = 3,579.11 \text{ Kg}$$

El desplazamiento será

$$\Delta 1 = Seca1(cxtxL1 + HL1x(Seca1)^2 / (EA)c$$

$$c = 0.000012 \quad t = 30.00 \text{ C}^*$$

Luego el desplazamiento neto es

$$\Delta = \Delta 1 - \Delta = 1.00 \text{ cm}$$

La plancha metálica debe tener un mínimo de 1.00 cms a cada lado del eje de la torre.

Presión vertical sobre la torre

$$P = HxTg(a+a1) = 2,572.98 \text{ Kg}$$

$$\text{Presión en cada columna (P)} = 2.57 Tn$$

$$\text{Esfuerzo admisible (Fa)} = 7.50 \text{ Tn/cm}^2 \quad (\text{sobre el rodillo})$$

$$\text{diámetro de rodillos (d)} = 5.00 \text{ cms}$$

$$\text{Numero de rodillos (n)} = 2.00 \text{ u}$$

$$\text{Ancho de la platina (A)} = 760xP / (Fa^2nd) \quad A = 3.48 \text{ cms}$$

$$\text{Presión en la plancha} = P/AL \quad P = 12.99$$

Dejando 2,5 cms de borde a cada lado

$$At = A + 2 * 2,5 = 9.00 \text{ cms}$$

$$\text{Largo de platina} = (n-1) * (d+1) + 2 * 8 = 22$$

$$\text{Si la plancha superior se deslaza} = 1.00 \text{ cms}$$

La distancia extrema aumentara = 2.00 cms a 3 cms

El momento que se produce en el volado será $(M) = P/A * B$

$$M = 58.48 \quad f = 8.00 \text{ cms}$$

Radio de la parte curva $C = 11$

$$r = (f^2 + c^2) / (2f) = r = 11.56$$

$$y = (r^2 - x^2)^{0,5} \quad y = 11.17$$

$$E' = f - (r - y) + 2 \quad E' = 9.60$$

Considerando una faja de 1 cm de ancho y el espesor en la sección E'

$$S = ab^2/6 \quad S = 15.37 \text{ cm}^2$$

$$R = M/SR = 3.80 \text{ kg/cm}^2 \quad Ra = 2100$$

Es $R < Ra$ CONFORME

Espesor de plancha inferior

Si la plancha superior se desplaza = 1.00 cms,

los rodillos giraran = 0.5

la distancia al borde libre será = 2.5

$$M = P * L^2 / 2 \quad M = 40.61 \text{ tn.m}$$

Considerando el espesor de la plancha inferior = 1.90cms

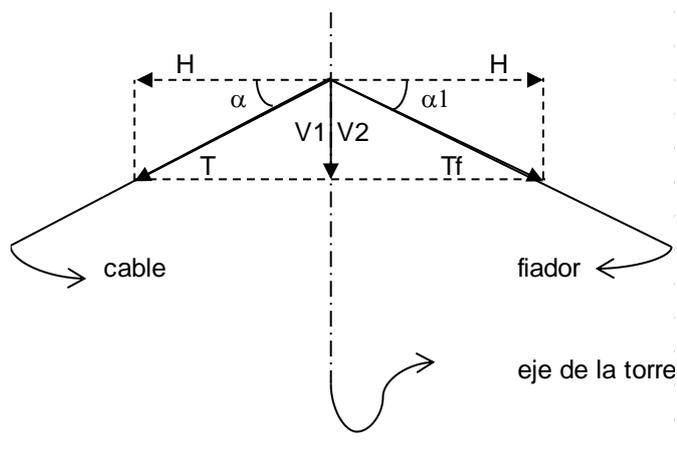
$$S = ab^2/6 \quad S = 0.60 \text{ cm}^2$$

$$R = M/SR = 67.49 \text{ kg/cm}^2$$

6. Diseño de las torres

a. Esfuerzo en la torre

En el sentido longitudinal al puente, están sometidas a esfuerzos verticales y horizontales resultantes de las tensiones del cable y fiador.



como la torre lleva carros de dilatación las dos tensiones horizontales son iguales Angulo con el cable principal $a = 9.6$ grados

Angulo del fiador izquierdo $a_1 = 28.8$ grados

Angulo del fiador derecho $a_2 = 28.8$ grados

TENSION HORIZONTAL $H_t = 3,579.11$ kg (para todo el puente)

TENSION HORIZONTAL $H = 3,579.11$ kg (por cada lado)

TORRE IZQUIERDO

$$V_1 = H \tan a = 0.60 \text{ ton}$$

$$V_2 = H \tan a_1 = 1.97 \text{ ton}$$

$$V = V_1 + V_2 = 2.57 \text{ ton}$$

TORRE DERECHO

$$V_1 = H \tan a = 0.60 \text{ ton}$$

$$V_2 = H \tan a_2 = 1.97 \text{ ton}$$

$$V = V_1 + V_2 = 2.57 \text{ ton}$$

Elegimos el mayor

$$\text{Reacción en la torre } V = 2.57 \text{ ton}$$

$$\text{Altura de la torre } H_t = 2.40 \text{ m}$$

b. Análisis del sentido transversal al puente

Se analizará tratando la torre como un pórtico sometido a cargas verticales (V) y cargas horizontales producidos por el viento

Dimensiones de la columna

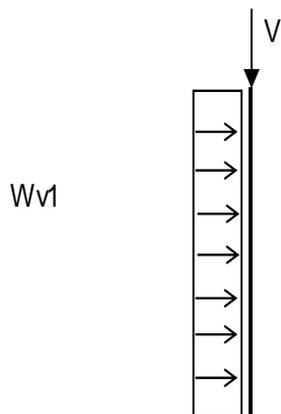
Peralte que se opone al viento $P_c = 0.60\text{m}$

Esfuerzo de viento $f_v = 120.00 \text{ kg/m}^2$

$W_v = f_v \times P_c = 72.00 \text{ kg/m}$

$W_{v1} = W_v = 0.072 \text{ ton/m}$

$W_{v2} = 1/2 W_v = 0.036 \text{ ton/m}$



VERIFICACION DE SECCION DE COLUMNA

Momento máximo obtenido del análisis 0.00 ton-m

Carga axial máximo del análisis 4.00 ton

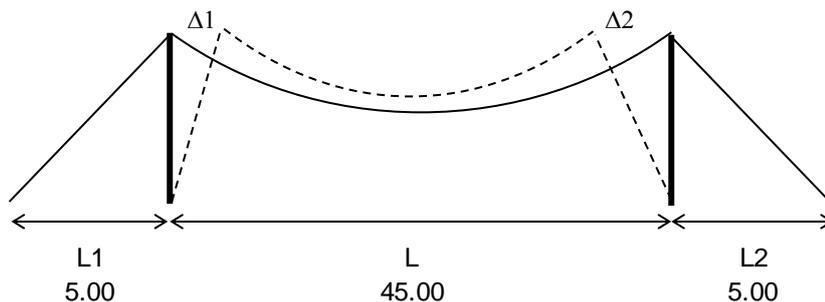
$F'_c = 175.00 \text{ Kg/cm}^2$

$F_y = 4200.00 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICACION DE SECCION EN COLUMNA DE TORRE

Por flexión

La torre deberá soportar el desplazamiento Δ_1 y Δ_2 producido en el montaje



Se calculó anteriormente:

$$\Delta 1 = 2.75 \text{ cm}$$

$$\Delta 2 = 2.75 \text{ cm} \quad \text{Se escoge el mayor} \quad D = 2.75 \text{ cm}$$

La torre se calculará como una viga en volado

Modulo elasticidad material columna $E = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$

Momento de inercia de la columna $I = 65104.17 \text{ cm}^4$

Altura de la torre $H_t = 2.40 \text{ m}$

$$M = \frac{3EI}{Ht^2} \Delta$$

$$M = 18.48 \text{ ton-m}$$

Momento resistente sección columna en la base $M_u = 0.23 \text{ ton-m}$

$M > M_u$ BIEN LA SECCION PASA

POR FLEXO-COMPRESION

Reacción en la torre $V = 2.57 \text{ ton}$

Momento en la base $M = 18.48 \text{ ton-m}$

Ubicando dichos puntos en el diagrama de interacción

Pasa la sección

Red de distribución

Para el dimensionamiento, Verificación de presiones y velocidad en las tuberías de Red de Distribución se usó el Software WATERCADVi8.

Diseño de la red de distribución.

a. Distribución de Caudales por El Criterio de Densidad Poblacional

TRAMO		TRAMO		LONG. PARC. (m)	LONG. ACUM. (m)	N° LOTES POR TRAMO	GASTO PARCIAL POR TRAMO (l/s)	SUMATORIA ABSOLUTA POR NUDO (l/s)
NUDO		INICIO	FIN					
INICIO	FIN							

Jr. S/N B

R	02	0.00	1.00	1.00	1.00	0	0.0000	3.7861
---	----	------	------	------	------	---	--------	--------

67

3.79

Jr. S/N B

02	03	1.00	87.00	86.00	87.00	1	0.0186	3.7676
----	----	------	-------	-------	-------	---	--------	--------

Jr. S/N H

02	33	1.00	56.00	55.00	142.00	1	0.0186	3.7490
----	----	------	-------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N B

03	04	87.00	236.00	149.00	291.00	1	0.0186	3.7304
----	----	-------	--------	--------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N M

03	10	87.00	245.00	158.00	449.00	1	0.0186	3.7119
----	----	-------	--------	--------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N A

04	05	236.00	404.00	168.00	617.00	1	0.0186	3.6933
----	----	--------	--------	--------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N C

05	06	404.00	443.00	39.00	656.00	1	0.0186	3.6748
----	----	--------	--------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N A

05	07	404.00	522.00	118.00	774.0	1	0.0186	3.6562
----	----	--------	--------	--------	-------	---	--------	--------

Jr. S/N D

07	08	443.00	505.00	62.00	836.00	1	0.0186	3.6376
----	----	--------	--------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N D

07	09	443.00	627.00	184.00	1,020.00	1	0.0186	3.6191
----	----	--------	--------	--------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N M

09	10	627.00	739.00	112.00	1,132.00	3	0.0557	3.5634
----	----	--------	--------	--------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N D

09	13	627.00	691.00	64.00	1,196.00	2	0.0371	3.5263
----	----	--------	--------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N C

10	05	739.00	941.00	202.00	1,398.0	2	0.0371	3.4892
----	----	--------	--------	--------	---------	---	--------	--------

Jr. S/N C

10	11	739.00	794.00	55.00	1,453.00	1	0.0186	3.4706
----	----	--------	--------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N C

11	19	794.00	858.00	64.00	64.00	2	0.0371	3.4335
----	----	--------	--------	-------	-------	---	--------	--------

Jr. S/N N

11	12	794.00	898.00	104.00	168.00	3	0.0557	3.3778
----	----	--------	--------	--------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N N

11	13	794.00	909.00	115.00	283.00	1	0.0186	3.3592
----	----	--------	--------	--------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N D

13	17	909.00	978.00	69.00	352.00	3	0.0557	3.3036
----	----	--------	--------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N N

13	14	909.00	1006.00	97.00	449.00	3	0.0557	3.2479
----	----	--------	---------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N F

14	16	1006.00	1085.00	79.00	528.00	3	0.0557	3.1922
----	----	---------	---------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N F

14	15	1006.00	1098.00	92.00	620.00	1	0.0186	3.1737
----	----	---------	---------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N F

16	22	1085.00	1133.00	48.00	668.00	1	0.0186	3.1551
----	----	---------	---------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N E

16	17	1085.00	1176.00	91.00	759.00	1	0.0186	3.1365
----	----	---------	---------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N D

17	21	1176.00	1223.00	47.00	806.00	1	0.0186	3.1180
----	----	---------	---------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N E

17	19	1176.00	1297.00	121.00	927.00	3	0.0557	3.0623
----	----	---------	---------	--------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N C

19	20	1297.00	1335.00	38.00	965.00	1	0.0186	3.0437
----	----	---------	---------	-------	--------	---	--------	--------

Jr. S/N H

20	33	1335.00	1443.00	108.00	1,073.00	1	0.0186	3.0252
----	----	---------	---------	--------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N C

20	28	1335.00	1371.00	36.00	1,109.00	1	0.0186	3.0066
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

20	21	1335.00	1458.00	123.00	1,232.00	3	0.0557	2.9509
----	----	---------	---------	--------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

21	22	1458.00	1547.00	89.00	1,321.00	4	0.0742	2.8767
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N F

22	27	1547.00	1591.00	44.00	1,365.00	1	0.0186	2.8581
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

22	23	1547.00	1588.00	41.00	1,406.00	1	0.0186	2.8396
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

23	24	1588.00	1661.00	73.00	1,479.00	1	0.0186	2.8210
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N I

24	18	1661.00	1726.00	65.00	1,544.00	1	0.0186	2.8025
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N E

18	16	1726.00	1838.00	112.00	1,656.00	1	0.0186	2.7839
----	----	---------	---------	--------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

24	25	1661.00	1696.00	35.00	1,691.00	1	0.0186	2.7653
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N I

24	26	1696.00	1725.00	29.00	1,720.00	1	0.0186	2.7468
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

26	27	1725.00	1832.00	107.00	1,827.00	1	0.0186	2.7282
----	----	---------	---------	--------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

27	28	1832.00	2051.00	219.00	2,046.00	3	0.0557	2.6725
----	----	---------	---------	--------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

28	29	2051.00	2153.00	102.00	2,148.00	2	0.0371	2.6354
----	----	---------	---------	--------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N H

29	30	2153.00	2206.00	53.00	2,201.00	1	0.0186	2.6169
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N G

29	32	2153.00	2188.00	35.00	2,236.00	1	0.0186	2.5983
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N B

30	31	2206.00	2242.00	36.00	2,272.00	1	0.0186	2.5798
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N G

31	32	2242.00	2295.00	53.00	2,325.00	1	0.0186	2.5612
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

Jr. S/N G

32	33	2295.00	2319.00	24.00	2,349.00	1	0.0186	2.5426
----	----	---------	---------	-------	----------	---	--------	--------

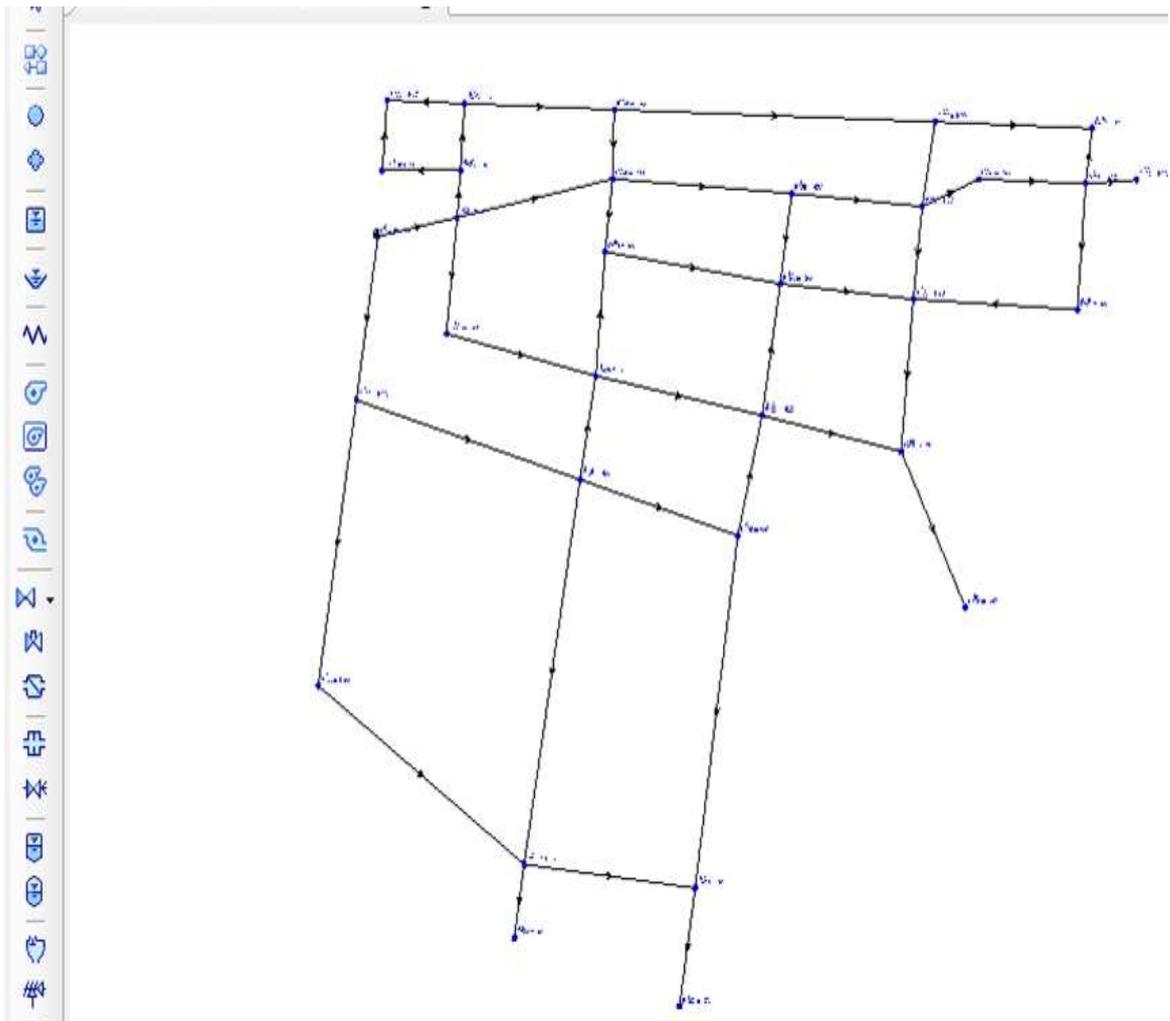
RESULTADOS DEL METODO

NUDO	Gasto (LPS)	NUDO	Gasto (LPS)
R	0.0000	34	0.0000
2	0.0000	35	0.0000
3	0.0186	36	0.0000
4	0.0186	37	0.0000
5	0.0557	38	0.0000
6	0.0186	39	0.0000
7	0.0186	40	0.0000
8	0.0186	41	0.0000
9	0.0186	42	0.0000
10	0.0742	43	0.0000
11	0.0186	44	0.0000
12	0.0557	45	0.0000
13	0.0557	46	0.0000
14	0.0557	47	0.0000
15	0.0186	48	0.0000
16	0.0742	49	0.0000
17	0.0742	50	0.0000
18	0.0186	51	0.0000
19	0.0928	52	0.0000
20	0.0186	53	0.0000
21	0.0742	54	0.0000
22	0.0928	55	0.0000
23	0.0186	56	0.0000
24	0.0186	57	0.0000
25	0.0186	58	0.0000
26	0.0186	59	0.0000
27	0.0371	60	0.0000
28	0.0742	61	0.0000
29	0.0371	62	0.0000
30	0.0186	63	0.0000
31	0.0186	64	0.0000
32	0.0371	65	0.0000
33	0.0557		

b. Modelamiento Utilizando el Software

“BENTLEY WATERCAD V8 XM EDITION”, ECUACIÓN DE HAZZEN Y WILLIAMS.

Esquema del modelamiento en el programa watercad del proyecto de pajilzapa, teniendo como referencia a las cotas del nivel generadas por el levantamiento topográfico.



Modelamiento de toda la red del proyecto diseñado como conexión domiciliaria con vista de los nudos considerados y las presiones obtenidas en cada una después correr el software.

c. Reporte de nodos

Nudo	Cota (m)	Demanda Q. (L/s)	Gradiente Hidraulico. (m)	Presión (m H2O)
R-1	226.00	-		-
J-2	203.90	0.0000	226.64	23.00
J-3	204.25	0.0186	226.55	22.00
J-4	206.20	0.0186	226.43	20.00
J-5	204.20	0.0557	226.37	22.00
J-6	204.60	0.0186	226.36	22.00
J-7	203.10	0.0186	226.37	23.00
J-8	203.85	0.0186	226.36	22.00
J-9	201.30	0.0186	226.43	25.00
J-10	202.80	0.0742	226.45	24.00
J-11	201.90	0.0186	226.40	24.00
J-12	203.55	0.0557	226.41	23.00
J-13	201.10	0.0557	226.28	25.00
J-14	199.95	0.0557	226.20	26.00
J-15	199.75	0.0186	226.19	26.00
J-16	200.05	0.0742	226.20	26.00
J-17	201.00	0.0742	226.25	25.00
J-18	199.55	0.0186	226.21	27.00
J-19	202.35	0.0928	226.31	24.00
J-20	202.30	0.0186	226.34	24.00
J-21	200.85	0.0742	226.25	25.00
J-22	200.50	0.0928	226.22	26.00
J-23	200.10	0.0186	226.22	26.00
J-24	199.85	0.0186	226.22	26.00
J-25	199.00	0.0186	226.22	27.00
J-26	199.65	0.0186	226.22	27.00
J-27	200.25	0.0371	226.22	26.00
J-28	202.10	0.0742	226.37	24.00
J-29	203.15	0.0371	226.39	23.00
J-30	203.75	0.0186	226.39	23.00
J-31	203.85	0.0186	226.39	22.00
J-32	203.30	0.0371	226.40	23.00
J-33	203.40	0.0557	226.42	23.00

El punto j-18 corresponde al punto de empalme del proyecto que presenta una presión de 23 mca y el punto j-31 es el punto más crítico de la red de distribución de agua potable proyectada la cual debe de cumplir la condición de tener una presión de llegada mayor a 5 mca para que pueda cumplir con la operatividad del sistema según la normativa del rne.

d. Reporte de tuberías y caudales

Label	Length (3D) (m)	Diameter (mm)	Diameter (Pulg.)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
R=1	1	25.40	1"	PVC	150.00	1.24	2.46	0.244
R=2	86	50.80	2"	PVC	150.00	0.40	0.20	0.001
R=3	149	25.40	1"	PVC	150.00	0.06	0.11	0.001
R=4	168	25.40	1"	PVC	150.00	0.04	0.08	0.000
R=5	39	25.40	1"	PVC	150.00	0.02	0.04	0.000
R=6	118	25.40	1"	PVC	150.00	0.00	0.00	0.000
R=7	62	25.40	1"	PVC	150.00	-0.02	0.04	0.000
R=8	184	25.40	1"	PVC	150.00	0.03	0.07	0.000
R=9	202	25.40	1"	PVC	150.00	-0.04	0.08	0.000
R=10	158	50.80	2"	PVC	150.00	0.32	0.16	0.001
R=11	112	50.80	2"	PVC	150.00	-0.15	0.07	0.000
R=12	64	25.40	1"	PVC	150.00	0.10	0.19	0.002
R=13	55	25.40	1"	PVC	150.00	-0.06	0.12	0.001
R=14	104	50.80	2"	PVC	150.00	0.10	0.05	0.000
R=15	60	50.80	2"	PVC	150.00	0.16	0.08	0.000
R=16	55	50.80	2"	PVC	150.00	0.84	0.42	0.004
R=17	108	50.80	2"	PVC	150.00	0.34	0.17	0.001
R=18	38	25.50	1"	PVC	150.00	-0.06	0.11	0.001
R=19	123	50.80	2"	PVC	150.00	0.32	0.16	0.001
R=20	121	25.40	1"	PVC	150.00	0.04	0.09	0.000
R=21	64	25.40	1"	PVC	150.00	0.08	0.15	0.001
R=22	115	25.40	1"	PVC	150.00	0.06	0.13	0.001
R=23	97	25.40	1"	PVC	150.00	0.06	0.12	0.001
R=24	92	25.40	1"	PVC	150.00	0.02	0.04	0.000
R=25	79	25.40	1"	PVC	150.00	-0.01	0.03	0.000
R=26	69	25.40	1"	PVC	150.00	-0.05	0.09	0.001
R=27	47	25.40	1"	PVC	150.00	-0.03	0.05	0.000
R=28	91	25.40	1"	PVC	150.00	0.04	0.08	0.000
R=29	89	50.80	2"	PVC	150.00	0.22	0.11	0.000

R=30	48	25.40	1"	PVC	150.00	-0.04	0.08	0.000
R=31	112	25.40	1"	PVC	150.00	-0.01	0.01	0.000
R=32	65	25.40	1"	PVC	150.00	-0.03	0.05	0.000
R=33	44	25.40	1"	PVC	150.00	0.00	0.00	0.000
R=34	41	50.80	2"	PVC	150.00	0.09	0.04	0.000
R=35	73	50.80	2"	PVC	150.00	0.07	0.03	0.000
R=36	35	25.40	1"	PVC	150.00	0.02	0.04	0.000
R=37	29	25.40	1"	PVC	150.00	-0.01	0.01	0.000
R=38	107	25.40	1"	PVC	150.00	0.01	0.03	0.000
R=39	219	25.40	1"	PVC	150.00	0.05	0.10	0.001
R=40	36	25.40	1"	PVC	150.00	-0.06	0.11	0.001
R=41	102	50.80	2"	PVC	150.00	0.18	0.09	0.000
R=42	53	25.40	1"	PVC	150.00	-0.01	0.02	0.000
R=43	36	25.40	1"	PVC	150.00	0.01	0.02	0.000
R=44	53	25.40	1"	PVC	150.00	0.03	0.06	0.000
R=45	35	50.80	2"	PVC	150.00	0.23	0.11	0.000
R=46	24	50.80	2"			0.29	0.15	0.001

3.2.5.5. Saneamiento Básico.

La localidad San Antonio cuenta con redes de alcantarillado que viene funcionando con total normalidad las mismas que son evacuadas a un tanque Imhoff y lecho de secado donde se tratan las aguas servidas, Las Localidades de Santo Tomas y Buena Fe; cuentan con letrinas artesanales de madera, cañabraba, plástico entre otros que fueron construidas por los propios pobladores para realizar sus necesidades fisiológicas y que en la actualidad se encuentran en mal estado, la mayor parte de ellas ya están destruidas y en pésimas condiciones.

Por tal sentido para disminuir la propagación de las enfermedades infecciosas, parasitarias y dérmicas en los pobladores de las localidades de Santo Tomas y Buena Fe; y con la finalidad de mejorar la calidad de vida brindando un servicio eficiente, es que nos proponemos a la evolución de la mejor alternativa técnica de letrinas sanitarias que se aplicara en estas localidades.

Cabe señalar que la selección de la mejor alternativa estará directamente afectada por factores económicos, técnicos, y sociales; por su parte la elección de la Tecnología apropiada idónea a las consecuencias físicas, económicas y culturales de la comunidad se hace

mediante un análisis integral de la zona. Una buena elección de la tecnología, además de una buena operación y mantenimiento, hacen de esta una solución ideal a los problemas de saneamiento en la comunidad, sin ser necesaria una alta inversión para su implementación.

El tener varias opciones de letrinas sanitarias para su selección ayuda en gran medida la elección de cual sistema se pueda aplicar finalmente, ya que se está tomando en cuenta los puntos más importantes para su selección, como son: situación económica, características del terreno, costumbres y la educación sanitaria que tenga la comunidad. La implementación de una tecnología, muchas veces nueva para personas de áreas rurales en extrema, va de la mano con la capacitación y evaluación del funcionamiento de cada sistema implantado.

Zona de Aplicación de las Letrinas Sanitarias.

Ubicadas en las localidades de Santo Tomas y Buena Fe; Distrito de Buenos Aires, perteneciente a la Provincia de Picota, Región San Martín,

Metodología para la aplicación del tipo de UBS.

Para ver la mejor opción sobre la aplicación de las UBS en las Localidades de Santo Tomas y Buena Fe, se realizó una encuesta y en base a esta información, saber con firmeza las condiciones en las que se encuentra el sistema de saneamiento; por otro lado también se realizó la aplicación de los Test de percolación, para hallar el tipo de suelo de cada una de las localidades en estudio, si es un suelo húmedo permeable o un suelo impermeable; este último (Test de Percolación) será el que nos defina qué tipo de unidad básica de saneamiento (UBS) se deberá implementar en cada localidad.

Recojo de Información de Campo.

El recojo de información de campo se llevó a cabo, teniendo en cuenta el número de viviendas en cada localidad, nivel de concentración o dispersión de viviendas, las características naturales, si se trata de la parte alta o baja de las localidades, condiciones necesarias para asignar en forma aleatoria la muestra proporcional según el número de viviendas y proceder a la ampliación de las encuestas. El número de familias en las 2 localidades son las siguientes: Santo Tomas (67 familias) y Buena Fe (10 familias), haciendo un total de 77 familias.

Visitas Domiciliarias.

- El Tesista acompañado con un representante de cada localidad visitaron las viviendas para observar directamente el estado de los servicios de saneamiento.
- Se coordinó de una forma cordial con los representantes de cada familia para evaluar la perspectiva del Programa.
- De la misma forma se realizó el registro Fotográfico.

Materiales.

- Encuestas

Se realizó 50 encuestas socioeconómicas culturales de las viviendas para analizar la situación en las que se encuentran y del conocimiento que tengan los pobladores sobre la nueva tecnología a ser aplicada en su localidad.

- Ensayos de Campo

Empleo de los Test de Percolación, para determinar el tipo de unidad básica de saneamiento que se debe implementar en la zona objeto de estudio.

Encuesta Aplicada.

A través de la encuesta se obtuvo información importante, para conocer las características de las viviendas de las localidades y de esta forma conocer el material de construcción predominante, así como conocer los diferentes accesos a dichas localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe.

El material de construcción en estas localidades es la madera, por ser lugares ubicados en la zona selva del Distrito de Roque. Es muy difícil acceder a la construcción de viviendas de material noble utilizando el ladrillo, cemento, arena, piedra entre otros. Esto debido a que los materiales son muy costosos para trasladarlo al lugar.

a). Información sobre saneamiento en las localidades de Santo Tomas y Buena Fe.

Cuadro de Letrinas Existentes

Tipo de Disposición	%
Letrinas	35.00
Alcantarillado	0.00
En el Campo	65.00
Otros	0.00
Total	100.00

Fuente: Elaboración Propia

Según la información recopilada en campo, se puede descifrar que solo el 35 % de las familias cuentan con letrinas de hoyo seco estos siendo realizados por los mismos comuneros del lugar. El 65 % de las familias hacen sus necesidades en el campo contaminando las plantas y los animales, siendo estos, focos contagiosos de enfermedades, colocando de esta manera en gran riesgo la salud de las familias.

Este problema de salud se está dando porque no reciben el apoyo de las autoridades, son localidades alejadas del Distrito de Buenos Aires, por lo que los comuneros hacen a lo que está a su alcance para mejorar la salud integral de todos los vecinos.

Cuadro de Estado Físico de las Letrinas

Estado de la Letrina	%
Caseta Adecuada	20.00
El piso es Seguro	6.00
losa de madera	65.00
Privacidad	21.00

Fuente: Elaboración Propia

El 20.00 % de las familias encuestadas que tienen letrinas, cuentan con Casetas adecuadas, el 6.00% presenta piso seguro, el 65 % de las letrinas están construidas por plataforma de madera, y el 21 % cuentan con privacidad.

La mayor parte de las letrinas artesanales que existen en las localidades no cuentan con caseta adecuada ya que por el paso de los años y la falta de mantenimiento han hecho que estas se deterioren como por ejemplo no cuentan con puerta, otras no cuentan con un techo, solo están cubiertas con plástico y en otras las tablas que cumplen la función de pared ya no existen generando de esta manera la privacidad inadecuada.

Cuadro de Estado de Higiene de la Letrina

Estado de la Letrina	%
Limpia	15.00
Mal olor	35.00
Insectos	38.00
Presencia materiales limpieza en el piso	15.00
recipiente o papelera para desperdicios	6.00

Fuente: Elaboración Propia

El 15 % de las letrinas existentes en las localidades al momento de la encuesta se encontraba libre de excremento en el piso y asiento, el 35% presentaba mal olor, el 38% Insectos, el 15 % no cuentan con un correcto mantenimiento, además la mayoría de ellas, no poseen condiciones adecuadas para hacerlo pues se observa que solo el 6 % cuentan con un recipiente adecuado (balde) para colocar el material de limpieza utilizado.

Nota: Las encuestas aplicadas fueron formuladas por el Tesista, con el apoyo de la guía del programa Nacional de Agua y saneamiento Rural para ser aplicadas en las localidades de Santo Tomas y Buen Fe.

Ensayo de campo.

a). Generalidades

El efluente de un tanque séptico no posee las cualidades físico-químicos u organolépticas adecuadas para ser descargadas directamente a un cuerpo receptor de agua. Por esta razón es necesario dar un tratamiento complementario al afluente, con el propósito de disminuir los riesgos de contaminación y daño a la salud de los campesinos. Por esta razón a continuación se presentan las pruebas de tratamiento del efluente.

a.1) Campos de Percolación

Para efectos del diseño del sistema de percolación se deberá efectuar un Test de percolación. Los terrenos se clasifican a los resultados de esta prueba en: Rápidos, Medios, Lentos, Según los valores de la presente Tabla:

Tabla de Clasificación de los Terrenos según ISO.020

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

Fuente: Norma Técnica IS.020 – Instalaciones Sanitarias.

Prueba de percolación – procedimiento -Norma IS.020

La prueba de percolación se utiliza para obtener un estimativo de tipo cuantitativo de la capacidad de absorción de un determinado sitio. El procedimiento recomendado para realizar tales pruebas es el siguiente:

- **Número y ubicación de las Pruebas**

Se realizó 03 calicatas localidad de Santo Tomas y 01 en Buena Fe donde se realizaron las 04 pruebas respectivas por cada calicata, sumando un total de 16 pruebas, estas se realizaron en agujeros separados uniformemente en las áreas más críticas. Con la finalidad de distinguir que tipo de suelo es la que predomina y poder elegir la mejor alternativa sanitaria para estas localidades.

- **Tipos de agujeros.**

Se ha excavado agujeros cuadrados de 0.3 x0.3 m cuyo fondo deberá quedar a la profundidad a la que se construirán las zanjas de infiltración, donde la profundidad mínima es 0.60m.

- **Preparación de Agujero de Prueba.**

Cuidadosamente, con cuchillo se rasparán las paredes del agujero; añada 5 cm de grava fina o arena gruesa al fondo de agujero.

Desarrollo del trabajo de campo.

Reconocimiento de Terreno.

En el plano topográfico adjunto se muestra el área en la que se llevó a cabo el trabajo de campo.

Ubicación de calicatas.

Se realizó 04 calicatas en total para realizar la prueba de percolación, distribuidos Uniformemente en el área.

- **Localidad Santo Tomas**

C-01. Localidad Santo Tomas (X = 343,021.99 m., Y = 9,249,826.76 m.)

C-02. Localidad Santo Tomas (X = 343,015.109 m., Y = 9,250,193.97 m.)

C-03. Localidad Santo Tomas (X = 343,126.33 m., Y = 9,250,064.22 m.)

- **Localidad Buena Fe**

C-04. Localidad Buena Fe (X = 344,951.85 m., Y = 9,248,986.90 m.)

Aplicación de Test de Percolación.

Test de Percolación N° 01 para determinación de UBS

Referencia a Norma Técnica IS.020

Localidad: Santo Tomas Distrito: Buenos Aires

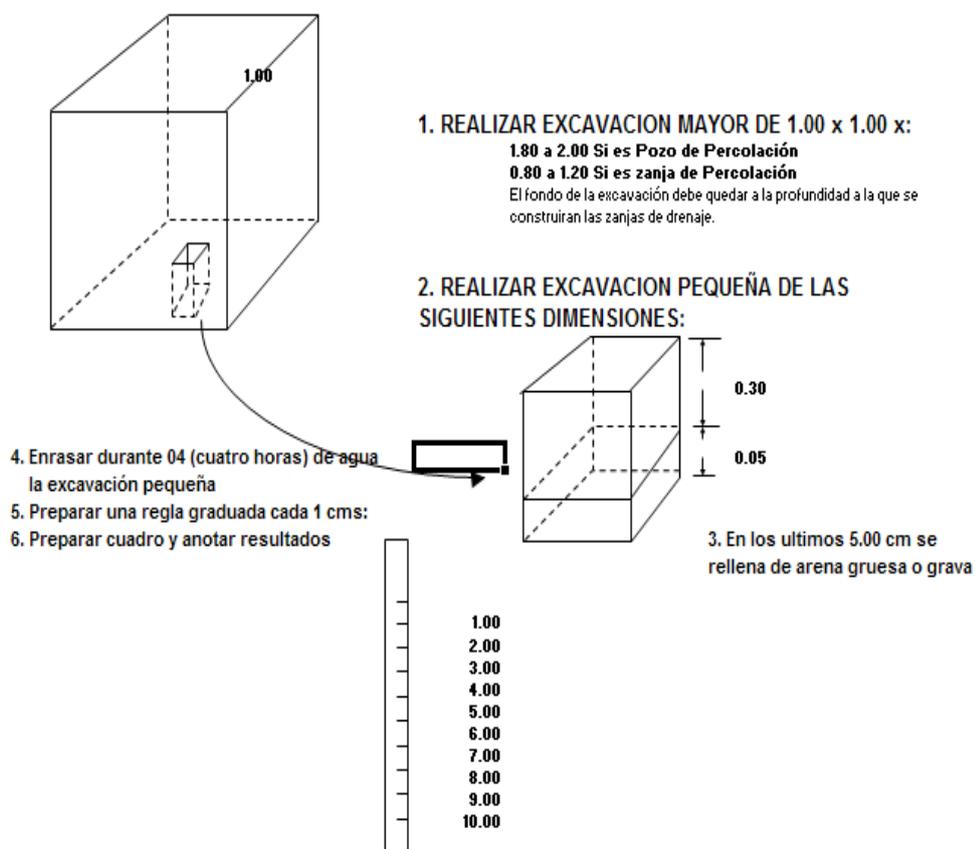
Provincia: Picota Departamento: San Martín

1. Breve descripción del terreno:

La zona donde se desarrolla el proyecto presenta en su mayoría suelos con presencia de vegetación, sobre todo con arbustos y árboles de gran tamaño, verificándose también un tipo de suelo arcilla orgánica de plasticidad media con presencia de arena.

La topografía es plana.

2. Procedimiento:



3. Test de Percolación-pozo N° 01

Cuadro N° 2: Test de Percolación-Pozo N° 01

Tramo: Localidad del Santo Tomas

Calicata: N° 01

Coordenadas: X = 343,021.99m., Y = 9,249,826.76 m.

Elevación: 203.5 m

Medición	Descenso (cm)	Tiempo en minutos	Percolación (cm/hr)
1	1	3.6	16.67
2	1	3.62	16.57
3	1	3.68	16.3
4	1	3.7	16.22
5	1	3.73	16.09

6	1	3.75	16
7	1	3.79	15.83
8	1	3.81	15.75
9	1	3.85	15.58
10	1	3.88	15.46
11	1	3.89	15.42
12	1	4.01	14.96
13	1	4.05	4.81
14	1	4.07	14.74
15	1	4.1	14.63
16	1	4.11	14.6
17	1	4.11	14.6
18	1	4.15	14.46
19	1	4.21	14.25
20	1	4.23	14.18
21	1	4.28	14.02
22	1	4.36	13.76
23	1	4.41	13.61
24	1	4.45	13.48
25	1	4.47	13.42
		4.012	15.017

Fuente: Estudios de Suelos

4. Tipo de sistemas Elegidos Según Rango de Infiltración

Sistema	Tasa de infiltración (min/pulg.)	Tasa de infiltración (min/cm)	Fuente
Letrina compostera de doble cámara *	>30	>12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Letrina semienterrada con doble cámara	< 30	< 12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Letrina de hoyo seco ventilada	< 30	< 12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Campo de percolación (Zanja de infiltración)	< 30	< 12	Norma Tecnica IS.020 Art. 17º
Pozos de absorción (o pozo percolador)	< 30	< 12	Norma Tecnica IS.020 Art. 17º

* En el entendido que la letrina compostera es con separación de orina y que la misma será eliminada a un pozo percolador o zanjas de infiltración, deberá tomarse en cuenta la tasa de infiltración mínima para esa estructura. Con la aclaración que el caudal utilizado en el cálculo será únicamente de la orina.

**CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN RESULTADOS DE PRUEBA
DE PERCOLACIÓN**

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

Cuando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos no se considerarán aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos debiéndose proyectar otros sistema de tratamiento y disposición final.

5. Conclusiones.

Se ha verificado que el tiempo de infiltración min/cm donde el promedio es 4.012 min/cm y es menor que < 12 y que el suelo que predomina en la zona donde se realizó este test de percolación el tipo de suelo es arcilla orgánica de plasticidad media con presencia de arena.

6. Recomendaciones.

De acuerdo al resultado de este test de percolación y contrastándola con la tasa de infiltración, se plantea una alternativa para las UBS, la cual consiste en la instalación de UBS de tipo arrastre hidráulico, debido a la alta presencia de arena.

Test de Percolación N° 02 para determinación de UBS

Referencia a Norma Técnica IS.020

Localidad: Santo Tomas

Distrito: Buenos Aires

Provincia: Picota

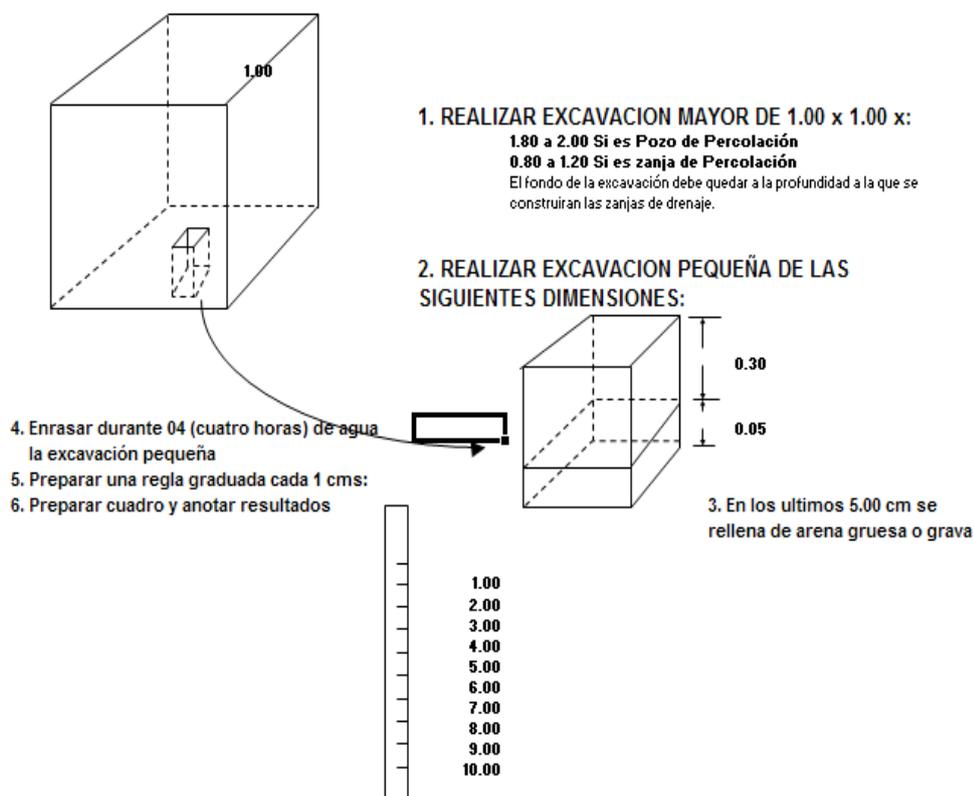
Departamento: San Martín

1. Breve descripción del terreno:

La zona donde se desarrolla el proyecto presenta en su mayoría suelos con presencia de vegetación, sobre todo con arbustos y árboles de gran tamaño, verificándose también un tipo de suelo arcilla orgánica con presencia de arena de plasticidad media.

La topografía es plana.

2. Procedimiento:



3. Test de Percolación-pozo N° 02

Cuadro N° 3: Test de Percolación-Pozo N° 02

Tramo: Localidad del Santo Tomas

Calicata: N° 02

Coordenadas: X = 343,015.109m. Y = 9,250,193.97 m.

Elevación: 202.00 m

Medición	Descenso (cm)	Tiempo en minutos	Percolación (cm/hr)
1	1	3.68	16.30
2	1	3.7	16.22
3	1	3.75	16.00
4	1	3.79	15.83
5	1	3.8	15.79
6	1	3.83	15.67

7	1	3.85	15.58
8	1	3.89	15.42
9	1	3.93	15.27
10	1	3.95	15.19
11	1	3.99	15.04
12	1	4.05	14.81
13	1	4.08	14.71
14	1	4.11	14.60
15	1	4.15	14.46
16	1	4.21	14.25
17	1	4.26	14.08
18	1	4.28	14.02
19	1	4.3	13.95
20	1	4.35	13.79
21	1	4.39	13.67
22	1	4.41	13.61
23	1	4.53	13.25
24	1	4.45	13.48
25	1	4.47	13.42
		4.088	14.74

Fuente: Estudios de Suelos

4. Tipo de sistemas Elegidos Según Rango de Infiltración

Sistema	Tasa de infiltración (min/pulg.)	Tasa de infiltración (min/cm)	Fuente
Letrina compostera de doble cámara *	>30	>12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Letrina semienterrada con doble cámara	< 30	< 12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Letrina de hoyo seco ventilada	< 30	< 12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Campo de percolación (Zanja de infiltración)	< 30	< 12	Norma Técnica IS.020 Art. 17º
Pozos de absorción (o pozo percolador)	< 30	< 12	Norma Técnica IS.020 Art. 17º

* En el entendido que la letrina compostera es con separación de orina y que la misma será eliminada a un pozo percolador o zanjas de infiltración, deberá tomarse en cuenta la tasa de infiltración mínima para esa estructura. Con la aclaración que el caudal utilizado en el cálculo será únicamente de la orina.

CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN RESULTADOS DE PRUEBA DE PERCOLACIÓN

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

Cuando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos no se considerarán aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos debiéndose proyectar otros sistema de tratamiento y disposición final.

5. Conclusiones.

Se ha verificado que el tiempo de infiltración min/cm donde el promedio es 4.088 min/cm y es menor que < 12 y que el suelo que predomina en la zona donde se realizó este test de percolación el tipo de suelo es arcilla orgánica de plasticidad media con presencia de arena.

6. Recomendaciones.

De acuerdo al resultado de este test de percolación y contrastándola con la tasa de infiltración, se plantea una alternativa para las UBS, la cual consiste en la instalación de UBS de tipo arrastre hidráulico, debido a la alta presencia de arena.

Test de Percolación N° 03 para determinación de UBS

Referencia a Norma Técnica IS.020

Localidad: Santo Tomas

Distrito: Buenos Aires

Provincia: Picota

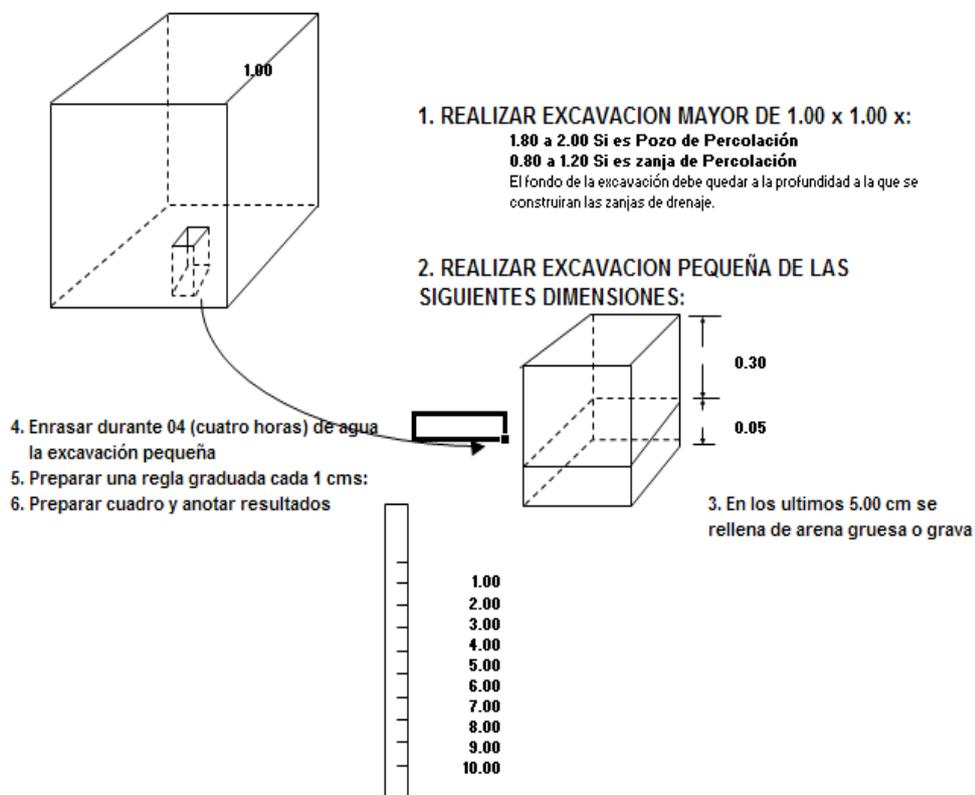
Departamento: San Martín

1. Breve descripción del terreno:

La zona donde se desarrolla el proyecto presenta en su mayoría suelos con presencia de vegetación, sobre todo con arbustos y árboles de gran tamaño, verificándose también un tipo de suelo arcilla orgánica con presencia de arena de plasticidad media.

La topografía es plana.

2. Procedimiento:



3. Test de Percolación-pozo N° 03

Cuadro de Test de Percolación-Pozo N° 03

Tramo: Localidad del Santo Tomas

Calicata: N° 03

Coordenadas: X = 343,126.33 m. Y = 9,250,064.22 m.

Elevación: 201.10 m

Medición	Descenso (cm)	Tiempo en minutos	Percolación (cm/hr)
1	1	3.55	16.90
2	1	3.61	16.62
3	1	3.68	16.30
4	1	3.73	16.09
5	1	3.75	16.00
6	1	3.77	15.92
7	1	3.8	15.79
8	1	3.83	15.67

9	1	3.85	15.58
10	1	3.88	15.46
11	1	3.9	15.38
12	1	3.95	15.19
13	1	3.97	15.11
14	1	3.99	15.04
15	1	4.11	14.60
16	1	4.15	14.46
17	1	4.19	14.32
18	1	4.21	14.25
19	1	4.23	14.18
20	1	4.29	13.99
21	1	4.35	13.79
22	1	4.59	13.07
23	1	4.61	13.02
24	1	4.66	12.88
25	1	4.7	12.77
		4.054	14.895

Fuente: Estudios de Suelos

4. Tipo de sistemas Elegidos Según Rango de Infiltración

Sistema	Tasa de infiltración (min/pulg.)	Tasa de infiltración (min/cm)	Fuente
Letrina compostera de doble cámara *	>30	>12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Letrina semienterrada con doble cámara	< 30	< 12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Letrina de hoyo seco ventilada	< 30	< 12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Campo de percolación (Zanja de infiltración)	< 30	< 12	Norma Técnica IS.020 Art. 17º
Pozos de absorción (o pozo percolador)	< 30	< 12	Norma Técnica IS.020 Art. 17º

* En el entendido que la letrina compostera es con separación de orina y que la misma será eliminada a un pozo percolador o zanjas de infiltración, deberá tomarse en cuenta la tasa de infiltración mínima para esa estructura. Con la aclaración que el caudal utilizado en el cálculo será únicamente de la orina.

CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN RESULTADOS DE PRUEBA DE PERCOLACIÓN

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

Quando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos no se considerarán aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos debiéndose proyectar otros sistema de tratamiento y disposición final.

5. Conclusiones.

Se ha verificado que el tiempo de infiltración min/cm donde el promedio es 4.054 min/cm y es menor que < 12 y que el suelo que predomina en la zona donde se realizó este test de percolación el tipo de suelo es arcilla orgánica de plasticidad media con presencia de arena.

6. Recomendaciones.

De acuerdo al resultado de este test de percolación y contrastándola con la tasa de infiltración, se plantea una alternativa para las UBS, la cual consiste en la instalación de UBS de tipo arrastre hidráulico, debido a la alta presencia de arena.

Test de Percolación N° 04 para determinación de UBS

Referencia a Norma Técnica IS.020

Localidad: Buena Fe

Distrito: Buenos Aires

Provincia: Picota

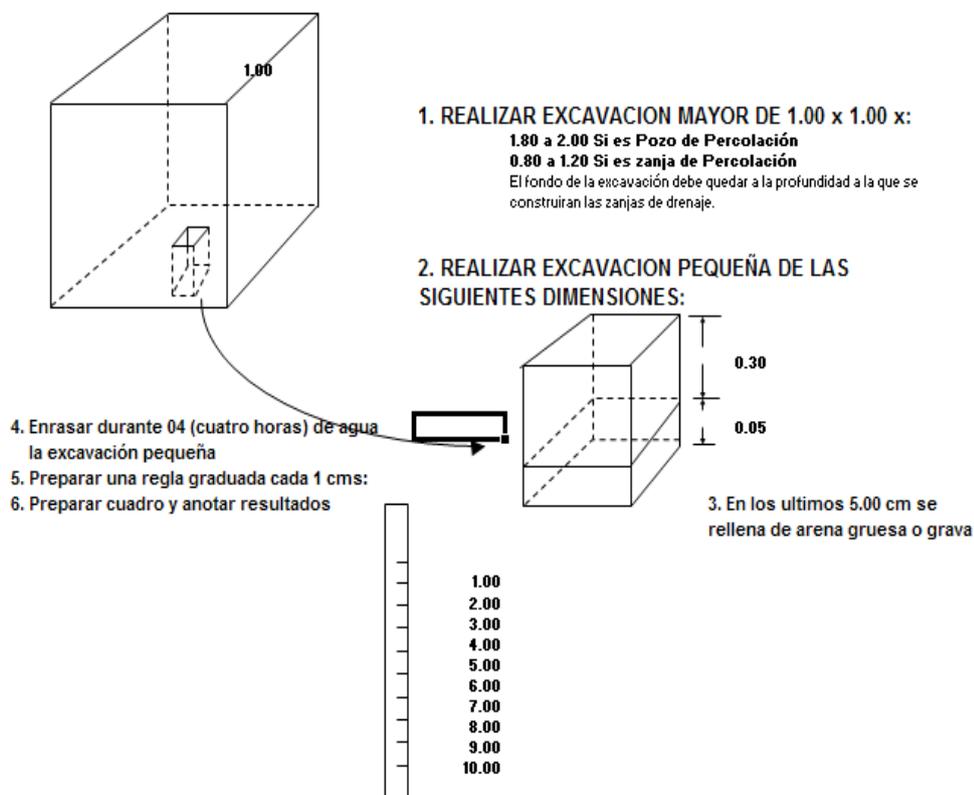
Departamento: San Martín

1. Breve descripción del terreno:

La zona donde se desarrolla el proyecto presenta en su mayoría suelos con presencia de vegetación, sobre todo con arbustos y árboles de gran tamaño, verificándose también un tipo de suelo arcilla orgánica con presencia de arena de plasticidad media.

La topografía es plana.

2. Procedimiento:



3. Test de Percolación-pozo N° 04

Cuadro de Test de Percolación-Pozo N° 04

Tramo: Localidad de Buena Fe

Calicata: N° 04

Coordenadas: X = 344,951.85 m. Y = 9,248,986.90 m.

Elevación: 186.00 m

Medición	Descenso (cm)	Tiempo en minutos	Percolación (cm/hr)
1	1	3.69	16.26
2	1	3.73	16.09
3	1	3.75	16.00
4	1	3.83	15.67
5	1	3.85	15.58
6	1	3.88	15.46
7	1	3.93	15.27
8	1	3.95	15.19

9	1	3.99	15.04
10	1	4.05	14.81
11	1	4.09	14.67
12	1	4.11	14.60
13	1	4.15	14.46
14	1	4.19	14.32
15	1	4.21	14.25
16	1	4.23	14.18
17	1	4.25	14.12
18	1	4.27	14.05
19	1	4.29	13.99
20	1	4.33	13.86
21	1	4.35	13.79
22	1	4.39	13.67
23	1	4.4	13.64
24	1	4.39	13.67
25	1	4.39	13.67
		4.1076	14.652

Fuente: Estudios de Suelos

4. Tipo de sistemas Elegidos Según Rango de Infiltración

Sistema	Tasa de infiltración (min/pulg.)	Tasa de infiltración (min/cm)	Fuente
Letrina compostera de doble cámara *	>30	>12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Letrina semienterrada con doble cámara	< 30	< 12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Letrina de hoyo seco ventilada	< 30	< 12	Guia de Adecuación pp 42 a 44
Campo de percolación (Zanja de infiltración)	< 30	< 12	Norma Técnica IS.020 Art. 17º
Pozos de absorción (o pozo percolador)	< 30	< 12	Norma Técnica IS.020 Art. 17º

* En el entendido que la letrina compostera es con separación de orina y que la misma será eliminada a un pozo percolador o zanjas de infiltración, deberá tomarse en cuenta la tasa de infiltración mínima para esa estructura. Con la aclaración que el caudal utilizado en el cálculo será únicamente de la orina.

**CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN RESULTADOS DE PRUEBA
DE PERCOLACIÓN**

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

Cuando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos no se considerarán aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos debiéndose proyectar otros sistema de tratamiento y disposición final.

5. Conclusiones.

Se ha verificado que el tiempo de infiltración min/cm donde el promedio es 4.108 min/cm y es menor que < 12 y que el suelo que predomina en la zona donde se realizó este test de percolación el tipo de suelo es arcilla orgánica de plasticidad media con presencia de arena.

6. Recomendaciones.

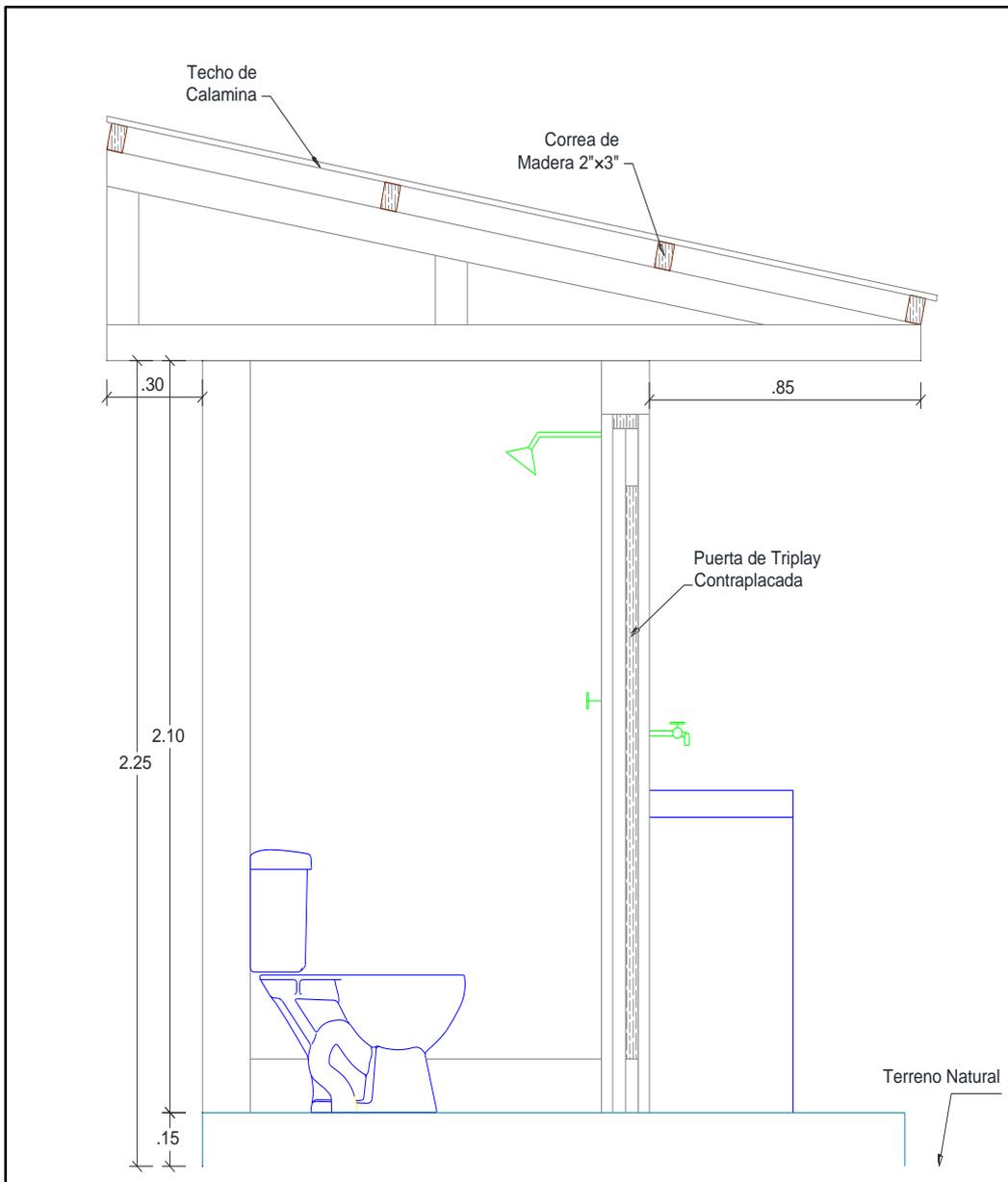
De acuerdo al resultado de este test de percolación y contrastándola con la tasa de infiltración, se plantea una alternativa para las UBS, la cual consiste en la instalación de UBS de tipo arrastre hidráulico, debido a la alta presencia de arena.

i. **Diseño de la UBS con Arrastre Hidráulico.**

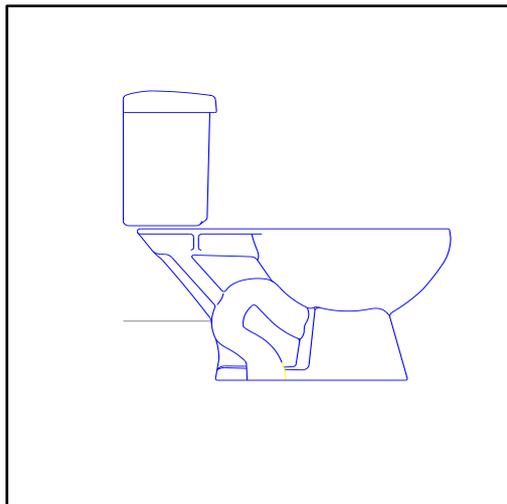
Para nuestro proyecto La unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS-AH) está compuesta por un baño completo (inodoro, lavatorio y ducha) con su propio sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales. Es la mejor alternativa que se presenta para estas localidades ubicadas en el ámbito rural ya que no se cuenta con un sistema de alcantarillado. Por su parte para el tratamiento de las aguas residuales, se ha definido un sistema de tratamiento primario con Biodigestor. Teniendo un sistema de infiltración a base de zanjas de percolación. A continuación, se procede a su descripción apropiada de cada componente a utilizarse.

❖ Componentes de las UBS-AH

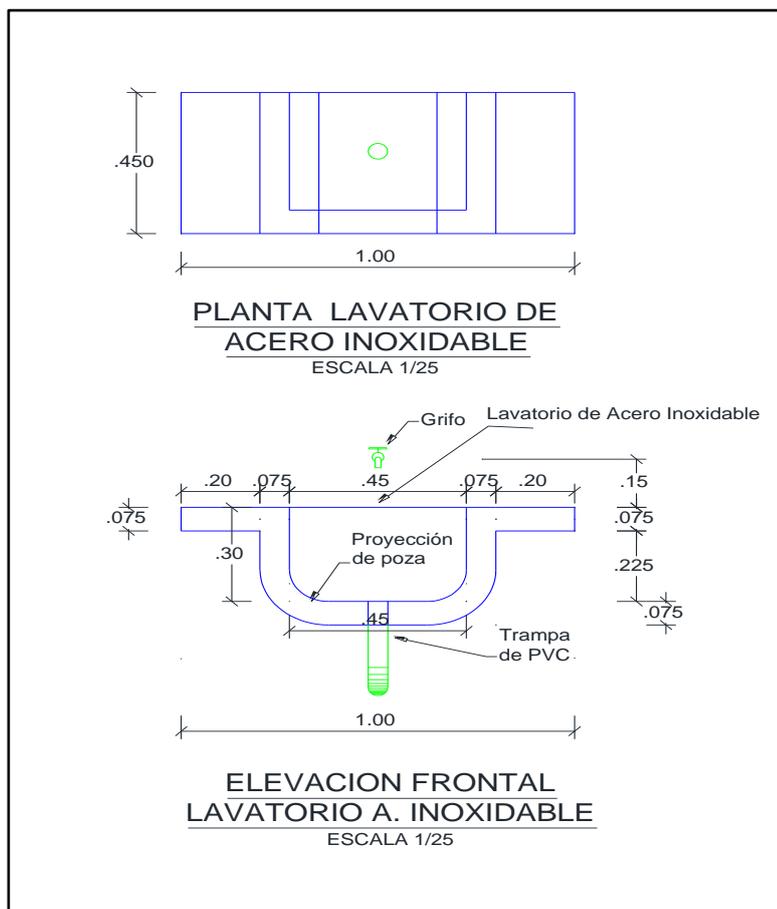
❖ Caseta.



La caseta para el módulo contará con un Inodoro, una ducha y un lavatorio, este módulo se ha diseñado específicamente para cada vivienda. (Ver Plano Módulo Ss.Hh. Con Arrastre Hidráulico - Tipo I)

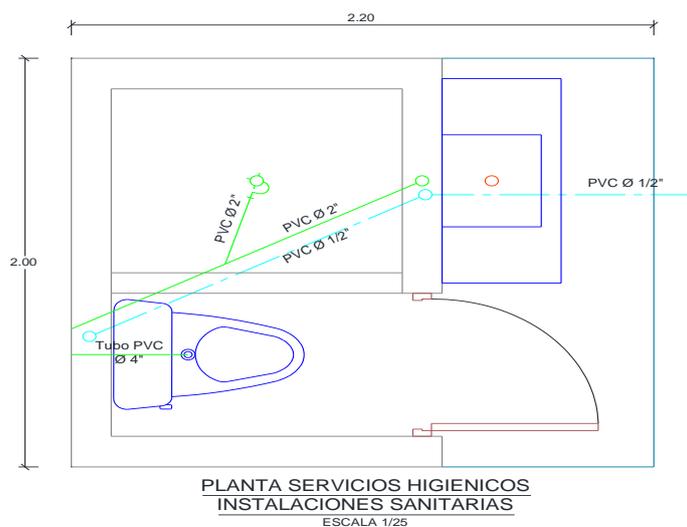
❖ **Inodoro.**

Comprende el suministro y colocación de un inodoro de tanque bajo que se instalará en los baños de acuerdo al tipo de UBS que se puede observar en los planos.

❖ **Lava manos o Lavatorio**

Comprende el suministro y colocación de un lavatorio que se instalará en los baños de acuerdo al tipo de UBS que se puede observar en los planos

❖ **Ducha**

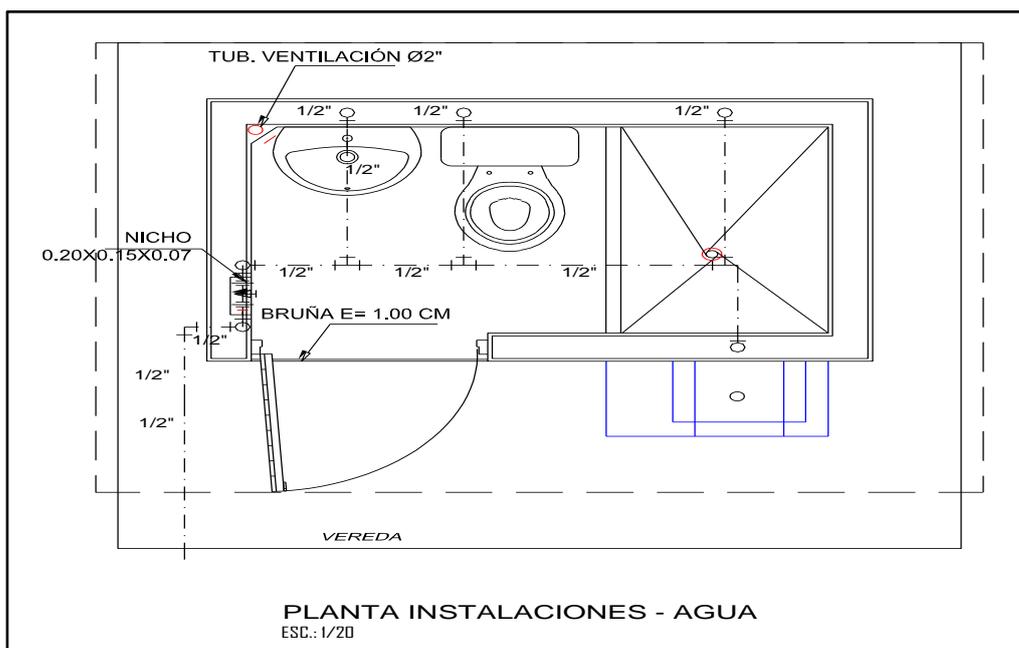


Comprende el suministro y colocación de una ducha que se instalará en los baños de acuerdo al tipo de UBS que se puede observar en los planos

❖ **Instalaciones sanitarias.**

a). **De agua.**

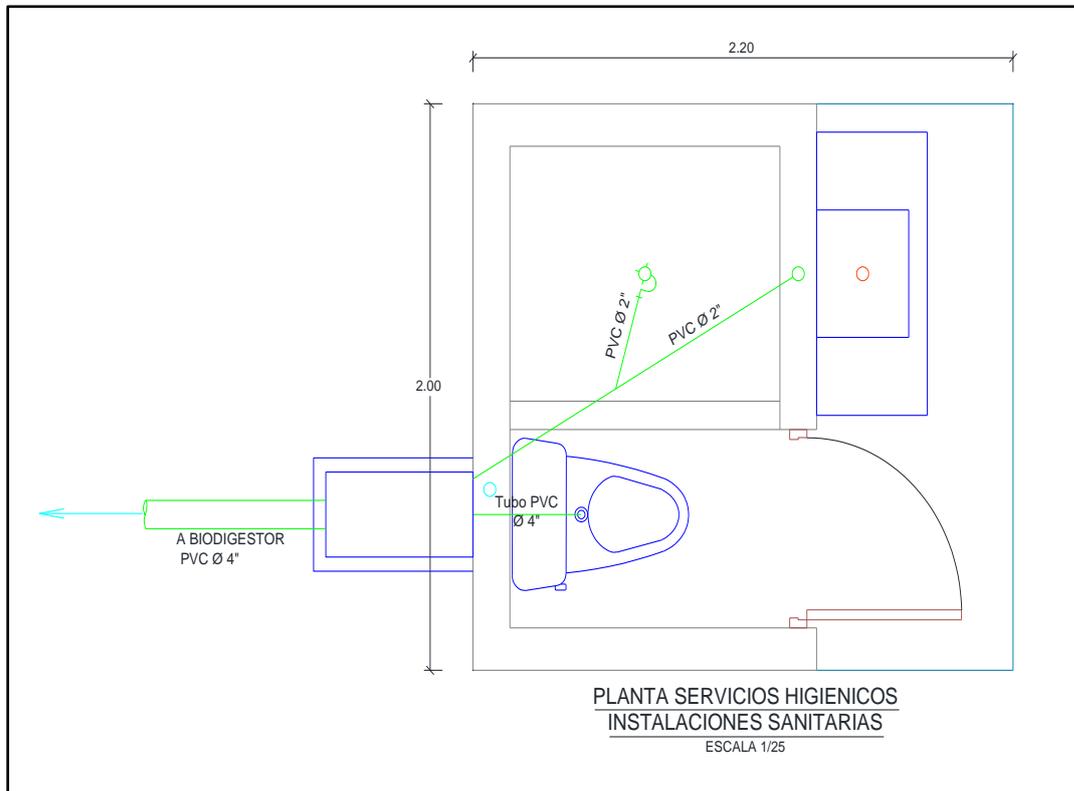
Para las instalaciones de agua fría del Módulo, se ha tenido en cuenta que toda la tubería y accesorios serán revisados cuidadosamente antes de ser instalados, con el fin de descubrir cualquier desperfecto como roturas, rajaduras, porosidad, etc. además deberá verificarse que estén libres de cuerpos extraños como tierras y otros.



AGUA FRÍA

b). De desagüe:

Para el desagüe del Módulo, se ha considerado la aplicación de la calidad de tubería y accesorios, que sirven para evacuar las aguas servidas hacia el tanque séptico, pozo percolador o zanjas de infiltración. (Ver Plano Ubs-01)



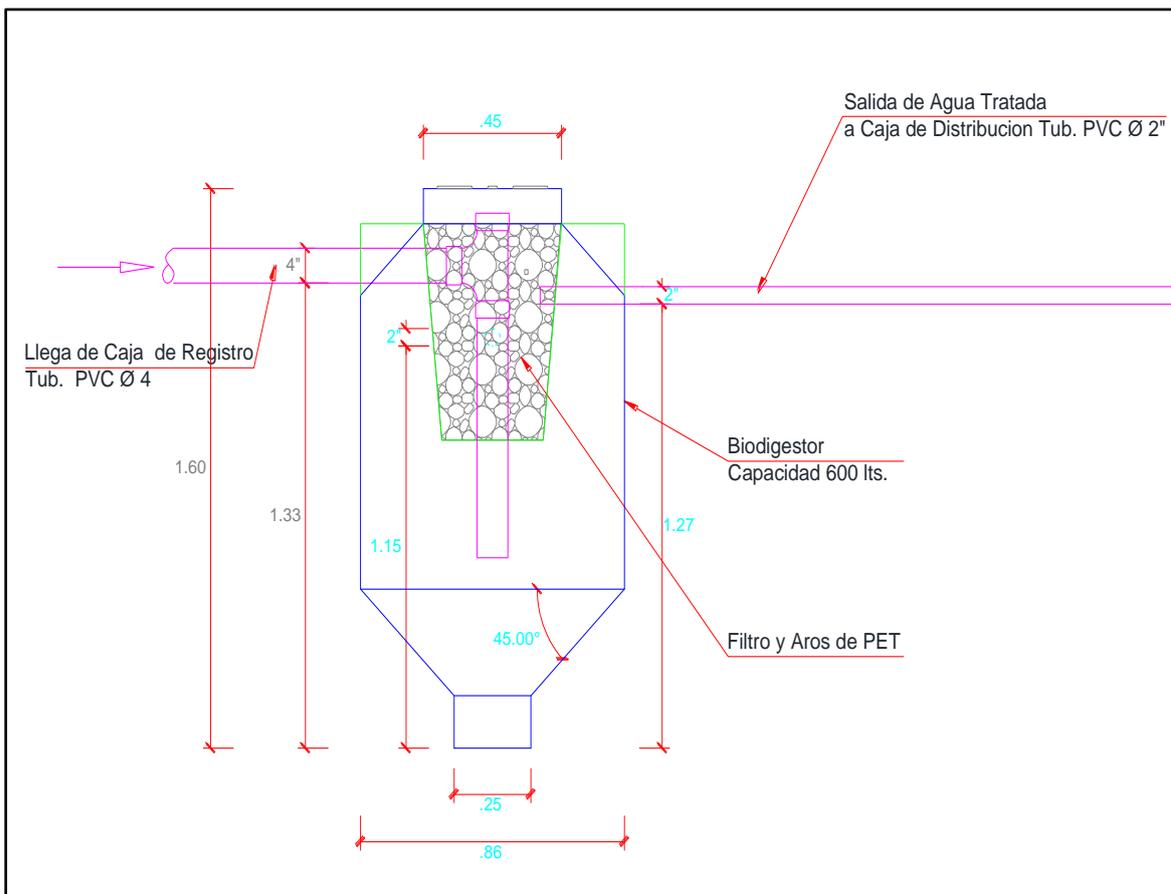
DESAGUE

Biodigestor.

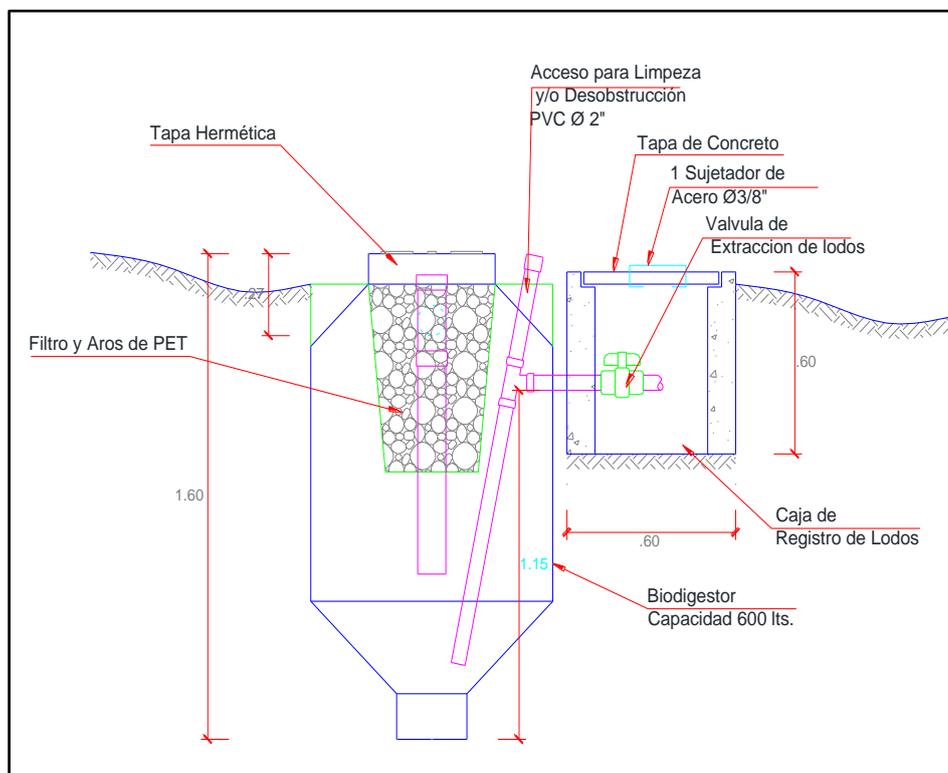
Comprende la instalación de un tanque biodigestor de 600 litros para el módulo, en donde se realizará el tratamiento para las aguas residuales de consumo humano, este tanque es autolimpiable y es proyectado con el propósito de brindar solución a la problemática de la disposición y uso inadecuado de los desagües domésticos, así como también de los lodos generados por su tratamiento.

Su diseño incluye un proceso de retención de materia suspendida y degradación séptica de la misma, así como un proceso biológico anaeróbico en medio fijo.

Luego del tratamiento, el efluente es derivado a los pozos de percolación para infiltrarse en el terreno. (Ver Plano Ubs-01)



Partes de un biodigestor



Partes de un biodigestor

a. Diseño de la UBS con Arrastre Hidráulico

SUSTENTOS DE CALCULO - DISEÑO DE BIODIGESTOR PARA VIVIENDAS		Localidad de Santo Tomas y Buena Fe	
		REVISIÓN:	
		ESPECIALIDA: Sanitarias	
PROYECTO:	“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LAS LOCALIDADES DE SAN ANTONIO, SANTO TOMAS Y BUENA FE, DISTRITO DE BUENOS AIRES – PROVINCIA DE PICOTA – SAN MARTIN”	DISEÑO:	GMT
1.- PARAMETROS DE DISEÑO			
Periodo de diseño:		20	años
Población servida (P):		5.7	hab
Volumen de descarga del inodoro:		8	L/descarga
Uso del inodoro al día:		3	desc./hab/día
Gasto inodoro al día		0.14	m3/día
Volumen de agua residual total (Vi) (*):		0.14	m3/día
Contribución de DBO por persona - inodoro (**):		21	gr/hab/día

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): $DBO = (P \times C) / V_i$

875.00 mg/L

Eficiencia de remoción de DBO (***):

52%

(*) Si el volumen de aporte es <20 m³ usar digestor

(**) Aporte de carga orgánica (Domestic Wastewater Treatment in development countries; Duncan Mara; 2003)

ITEM		DBO
Aseo personal		5
Lavado de vajilla		8
Lavado de ropa		5
Inodoro	Heces	11
	Orina	10

Fuente: Domestic Wastewater Treatment in development countries; Duncan Mara; 2003

(***) Opinión técnica sobre tratamiento de aguas residuales domésticas denominada Biodigestor Autolimpiable Rotoplas - DIGESA

2.- VOLUMEN DEL DIGESTOR

Periodo de retención (PR):

0.86 días

Volumen de sedimentación (V_1):

$$V_1 = Q \text{ (m}^3\text{/d)} * PR \text{ (d)}$$

0.12 m³

Factor de Capacidad Relativa (f) (Del Reglamento para 22 C)

0.6

Tasa de acumulación de lodos (T_{AL}) (Del Reglamento para 22 C):

$$T_{al} = 70 * f$$

42

(L/hab.año)

Periodo de limpieza (P_L):

1

años

Volumen de acumulación de lodos (V_2):

$$V_2 = P_{ob} * T_{AL} * P_L / 1000$$

0.2394

m³

Volumen útil total: $V_1 + V_2$

356.9

litros

DBO en el efluente:

420.0

mg/L

Guía: Norma Técnica I.S. 020 - TANQUES SÉPTICOS

Dilución de efluente, previa infiltración

Gasto inodoro

0.14

m³/día

DBO en el efluente:

420.00

mg/L

DBO con dilución:

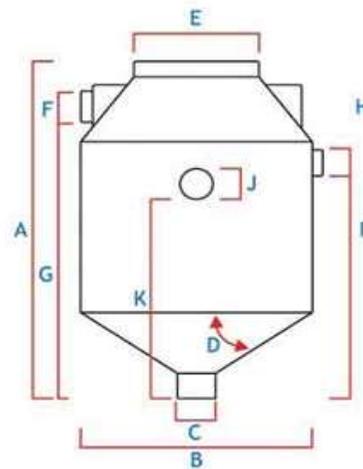
420

mg/L

3.- DIMENSIONES DEL DIGESTOR

Biodigestor Autolimpiable				
	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
▪ Capacidad	600 L	1300 L	3000 L	7000 L
▪ Altura máxima con tapa	1.65 m	1.95 m	2.15 m	2.65 m
▪ Diámetro máximo	0.86 m	1.15 m	2 m	2.4 m
▪ Capacidad sólo aguas negras domiciliarias*	5	10	25	57

*Número de personas.



Dimensiones				
Tamaño Concepto	RP 600	RP 1300	RP 3000	RP 7000
A	1.60 m	1.90 m	2.10 m	2.60 m
B	0.86 m	1.15 m	2.00 m	2.40 m
C	0.25 m	0.25 m	0.25 m	0.25 m
D	45 grados	45 grados	45 grados	45 grados
E	18 plg	18 plg	18 plg	18 plg
F	4 plg	4 plg	4 plg	4 plg
G	1.33 m	1.64 m	1.83 m	2.38 m
H	2 plg	2 plg	2 plg	2 plg
I	1.27 m	1.54 m	1.68 m	2.27 m
J	2 plg	2 plg	2 plg	2 plg
K	1.15 m	1.39 m	1.48 m	1.87 m

CONCLUSION: Se utilizará un biodigestor de 600 l para UBS-AH en viviendas.

Zanja de Percolación.

Comprende la instalación de 02 Zanjas de percolación de 5.00 m de longitud, 0.60m de ancho y una altura variable de acuerdo al terreno. En el interior de las zanjas comprende piedra zarandeada de ½”-2” y tubería de infiltración de PVC de 2” con perforaciones de ½” @ 0.10m que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.

En la zanja de infiltración habrá por lo menos dos capas de grava limpia, la inferior tendrá un espesor mínimo de 0.15 m constituida por material cuya granulometría variará entre 2.5 a 5 cm sobre ella se acomodarán los drenes. Rodeando los drenes se colocará otra capa de grava de 1 a 2.5 cm, la que cubrirá hasta una altura de por lo menos 5 cm. El resto de la zanja se rellenará con la tierra extraída de la excavación hasta alcanzar 10 cm de altura por encima de la superficie del suelo (camellón), para compensar el hundimiento del terreno causado por el asentamiento natural del mismo.

❖ **Numero de UBS-AH a emplearse.**

A continuación, se detalla el número de módulos a emplearse en las 5 localidades del proyecto.

- Módulos de Servicios Higiénicos (67 Und) para Santo Tomas
- Módulos de Servicios Higiénicos (10 Und) para Buena Fe

3.2.5.6. Estudios de Suelos

3.2.5.6.1. Resumen de las condiciones del Suelo

A. Tipo de Suelo.

El suelo predominante en la zona del proyecto, es del tipo (CL) Arcilla inorgánica de mediana plasticidad con presencia de arena, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS); según el estudio de suelos realizado para el diseño, se tiene una capacidad portante del suelo de 0.84 kg/cm².

B. Estrato de Apoyo de la Cimentación.

Con lo que se refiere al perfil estratigráfico encontrado, en el sedimentador y el filtro lento estará apoyado sobre un suelo inorgánico de plasticidad elevada, color marrón de consistencia dura, resistencia en seco alta, con dilatación nula. Tenacidad alta y con

resistencia al corete y de condiciones apropiadas que pueda evitar ruptura por confinamiento en la estructura.

C. Agresividad del Suelo a la Cimentación.

Con lo que se refiere a las características de los suelos encontrados, según las dos calicatas realizadas tanto para el filtro lento y desarenador, son arcillas inorgánicas de consistencia semi dura, arcilla delgada con arena de plasticidad media, color marrón, con una resistencia a corte deficiente compresibilidad y expansión media en condiciones saturadas de tal manera al producirse el secado o pérdida de humedad, estaría reduciéndose desfavorable por confinamiento, por lo tanto es aconsejable sustancialmente en su estructura y podría presentarse en la tubería un efecto colocar materiales de características apropiadas, que protejan siempre la estructura.

Recomendaciones adicionales adherentes a la de cimentación.

- Los suelos son homogéneos no existen cambios sustanciales en la estratigrafía horizontal, suelos del tipo arcillas inorgánicas de consistencia dura, arcilla con arena de plasticidad media de color marrón, con una resistencia al corete deficiente compresibilidad y expansión media en condiciones saturadas.
- En la zona donde se realizaron calicatas para la captación se aprecia filtración subterránea, nivel freático, a poca profundidad, en las calicatas realizadas en línea de conducción, aducción, red de distribución, desarenador, filtro lento y en el pase aéreo no se ha encontrado filtración subterránea, tampoco se ha podido determinar el nivel freático.
- Las calicatas donde se realizaron los ensayos de Test de Percolación tuvieron una profundidad de 1.50 metros, y las calicatas realizadas en la línea de Conducción y donde se proyecta estructuras de concreto con profundidad de 1.50 m.

3.2.5.6.2. Exploración de Campo.

Trabajos de Campo.

- **Calicatas.**

Con la finalidad de determinar el Perfil Estratigráfico del Área en estudio, se ha realizado 31 calicatas, a cielo abierto, distribuidos convenientemente en el área en estudio, localizando las siguientes profundidades.

- **Muestreo Disturbado.**

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente, como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

- **Registro de excavaciones.**

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de la calicata, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrado, tales como: Espesor, dilatancia, humedad, compacidad, plasticidad, etc.

3.2.5.6.3. Ensayos de Laboratorio.

Los ensayos de laboratorios de la muestra de suelos representativos han sido realizados según los procedimientos de la ASTM y son los siguientes:

- Análisis Granulométrico (D 422).
- Límites de Atterberg (Limite Líquido y limite plástico).
- Clasificación de suelos, Sistema SUCS (D 2487).
- Peso Específico de Sólidos (D 854)

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) y por pruebas sencillas de campo, observación con las muestras representativas ensayadas. En el cuadro resumen de Ensayos y Pruebas Físicas de Laboratorio, se detallan los resultados efectuados en cada Calicata. (*ver anexo: Estudio de Suelos*).

3.2.5.6.4. Perfil del Suelo.

Perfiles Estratigráficos.

Basados en la inspección al área de estudio, así como también apoyados en los resultados de los ensayos de laboratorio, se ha elaborado interpretativamente el perfil estratigráfico de la calicata realizada. (Ver Anexo: Estudio de Suelos)

3.2.5.6.5. Nivel de la Napa Freática.

En las calicatas realizadas de captación se encontró filtraciones subterráneas a escasa profundidad, si existe nivel freático. En las calicatas realizadas en línea de conducción, reservorio, no se ha encontrado filtraciones subterráneas, así mismo no se ha encontrado el nivel de la capa freática.

Profundidad de Mejoramiento.

Para efectos de mejoramiento se está considerado, reemplazar el terreno natural, a nivel de cimentación con material de cantera con espesor de 0.20 m., la estructura estará apoyada sobre este estrato mejorado, a una profundidad mínima de 1.00 m.

3.2.5.6.6. Análisis de la Cimentación.

Tipo y Profundidad de los Cimientos.

Estará cimentada sobre suelo arcilloso de mediana plasticidad de color marrón a una profundidad mínima de 2.00 m., medido con respecto del nivel del terreno actual, por medio de zapatas aisladas y/o cimientos corridos simples.

Calculo de la Capacidad Portante.

A. Capacidad Portante.

A la profundidad antes mencionada los cimientos se apoyarán sobre los suelos arenosos, en estado poco compacto, cuyas características de resistencia están dadas principalmente por su ángulo de fricción interna (ϕ). Para el grado de compactación obtenido, el ángulo de fricción interna será de

Angulo de Fricción (ϕ) : 21 °

Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible se ha calculado mediante la siguiente relación.

PARA EL DESARENADOR

$$q_{ad} = 0.867C * N_c + q * N_q + 0.4\gamma * B * N_\gamma$$

$$q_{ad} = 0.96/cm^2$$

PAR EL FILTRO LENTO

$$q_{ad} = 0.867C * N_c + q * N_q + 0.4\gamma * B * N_\gamma$$

$$q_{ad} = 0.96/cm^2$$

B. Cálculo de Asentamientos.

Los asentamientos elásticos en suelos gravosos se pueden determinar mediante la siguiente relación (Harr 1966):

$$\delta = \frac{qB(1 - u^2)}{E_s} * I_f$$

$$\delta = 2.12 \text{ cm}$$

Los cimientos del desarenador y filtro lento se apoyarán sobre conglomerado grava natural mezcla de grava arena y limo para una capacidad admisible del suelo de $q_{ad} = 0.96 \text{ kg/cm}^2$.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Población Actual

Padrón de población

POBLACION BENEFICIARIA DEL PROYECTO						
REGION-PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDADES	Area	Viviendas (a)	Hab/viv (b)	Habitantes 2018 (a×b)
SAN MARTIN-PICOTA	BUENOS AIRES	SANTO TOMAS DE PUJILZAPA	RURAL	67	5.7	384.00
		SAN ATONIO DE PAUJILZAPA	RURAL	127	5.7	719.00
		BUENA FE	RURAL	10	5.9	59.00
Total				204		1,162

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Estimación de la Población Futura.

%

TASA DE CRECIMIENTO (r) = 0.80

Tasa de crecimiento Extraída de INEI:
<http://ineidw.inei.gob.pe/ineidw/#>

Pais ▲	Departamento ▲	Provincia ▲	Distrito ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripcion ▲	Clase ▲	Total	Area Urbana	Area Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer
								Medidas	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼
Perú	San Martín	Picota	Buenos Aires	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)		0.8	-	-	-	-

Proyección de la población (Hab)						
Método	2018	2019	2020	2021	2022	2038
Población	1,162	1,171	1,181	1,190	1,200	1,348
Viviendas	204	204	206	208	209	235

Entonces la población futura será 1,348 habitantes

Nota: Se eligió el método Aritmético para proyectar la población demandante, ya que las localidad es en estudio son relativamente jóvenes y tiene una alta tasa de inmigración de habitantes de la costa y sierra hacia la zona en estudio, además tiene calles asfaltadas que pasa por el centro de la localidad, esto hace ver que la población está desarrollándose aceleradamente, en las últimas décadas se ha implementado a las localidades con centros educativos, inicial, primaria y secundaria, también existen campos deportivos, parques, centros de salud, etc. Que permite que las localidades se desarrollen adecuadamente.

4.1.3 Caudal Total.

A.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG)

1. CAUDAL PARA POBLACION

$$Q1 = \text{Pob.} * \text{Dot.}/86,400$$

1.87

2. CAUDAL PARA ESTUDIANTES Pri.

$$Q2 = \text{Ep.} * \text{Dot.}/86,400$$

0.01

3. CAUDAL PARA ESTUDIANTES Sec.

$$Q3 = \text{Es.} * \text{Dot.}/86,400$$

0.01

$$Q = Q1 + Q2 + Q3$$

1.90

B.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)

$$Q_{md} = 1.30 * Q$$

2.47

C.- CAUDAL DE LA FUENTE (LT/SEG)

68.70

4.1.4 Dotación, Caudales de Diseño y Variación de Consumo.

4.1.4.1 Dotaciones

Tabla 1: Dotación de agua según opción de saneamiento		
REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAULICO	CON ARRASTRE HIDRAULICO
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	70 l/h/d	100 l/h/d

Dichas dotaciones consideran consumo proveniente de ducha y lavadero multiuso. En caso de omitir cualquier de estos elementos, se deberá justificar la dotación a utilizar.

En el caso de piletas públicas la dotación recomendada será de 30lt/hab./día.

Para las instituciones educativas se empleará una dotación de:

- Educación primaria 20 lt/alumno x día
- Educación secundaria y superior 25 lt/alumno x día

A.- DOTACION (LT/HAB/DIA)

120

B.- DOTACION (LT/EST/DIA) PRIMARIA

20

C.- DOTACION (LT/EST/DIA) SECUNDARIA

25

NOTA: La zona de estudio comprende nivel primaria y secundaria por eso se considera una dotación extra de 20 y 25l/s, además se está considerando una dotación de 120 l/h/d ya que es una zona rural, pero se está utilizando redes de alcantarillado.

4.1.4.2 Consumo Promedio (Qp).

$$Q_p = 1.90 \text{ lit/seg}$$

4.1.4.3 Consumo Máximo Diario (Qmd).

$$Q_{md} = 2.47 \frac{\text{Lts}}{\text{seg}}$$

4.1.4.4 Consumo Máximo horario (Qmh).

$$Q_{mh} = 3.80 \frac{Lts}{seg}$$

4.1.4.5 Caudal de diseño del Reservorio.

$$Q_{diseño} = 1.90 \frac{lts}{seg}$$

4.1.4.6 Volumen del reservorio.

Volumen del reservorio existente

$$V = 55.00 m^3$$

Volumen del reservorio calculado

$$V = 41.04 m^3$$

4.1.5. Captación.

Cuadro Resumen	
Ht	0.90
a	12.00
b=p	0.55

Fuente: Diseño de Calculo

4.1.6. Cámara de Reunión.

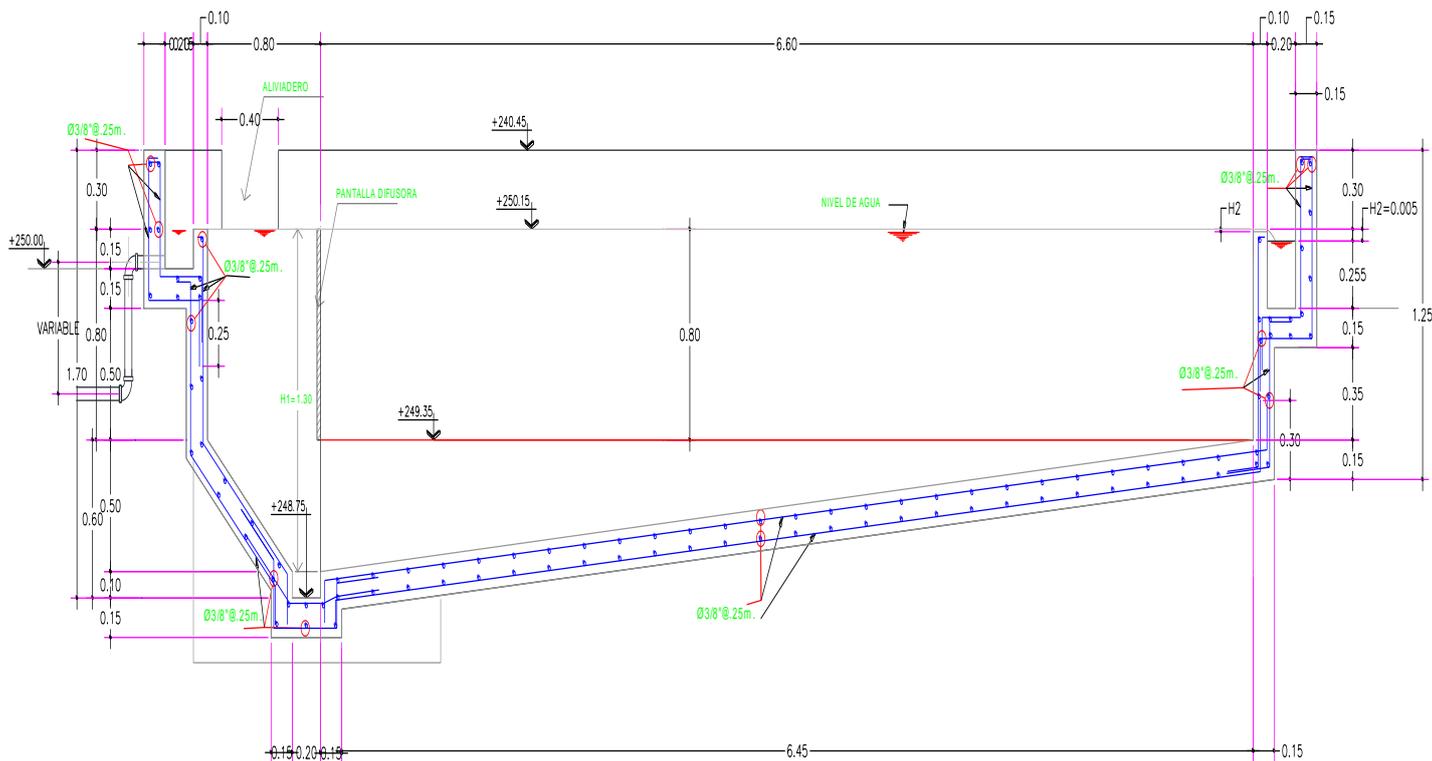
Cuadro Resumen:	
a=	1.30 m
b=	1.10 m
Ha=	1.20 m
HT=	1.30 m

Fuente: Diseño de Calculo

4.1.7. Línea de Conducción.

LINEA DE CONDUCCIÓN											
ELEMENTO	NIVEL DINAM. (COTA)	LONGITUD (Km)	Q. TRAMO (Lts/seg)	CAUDAL A UTILIZAR			2.47 LTS/SEG.		Hf (m.)	H PIEZOM. (m.)	PRESION (mts. agua)
				PEND. "S" (m / Km)	DIAM. "D" (Pulg.)	DIAM.COMER. (Pulg.)	VEL. FLUJO (m/seg.)				
CAPT. 01 (pto 01)	260.510								H.C =	260.510	
pto 01 Sedimentador	250.100	0.120	2.47	86.75	1.60	3.000	0.542	0.56	259.95	9.85	
pto 01 Sedimentador	250.100										
Filtro Lento	246.650	0.200	2.47	17.25	2.24	3.000	0.542	0.82	249.28	2.63	
Filtro Lento	246.650										
Reservorio	239.900	0.206	2.47	32.77	1.96	3.000	0.542	0.85	245.80	5.90	

4.1.8. Desarenador.

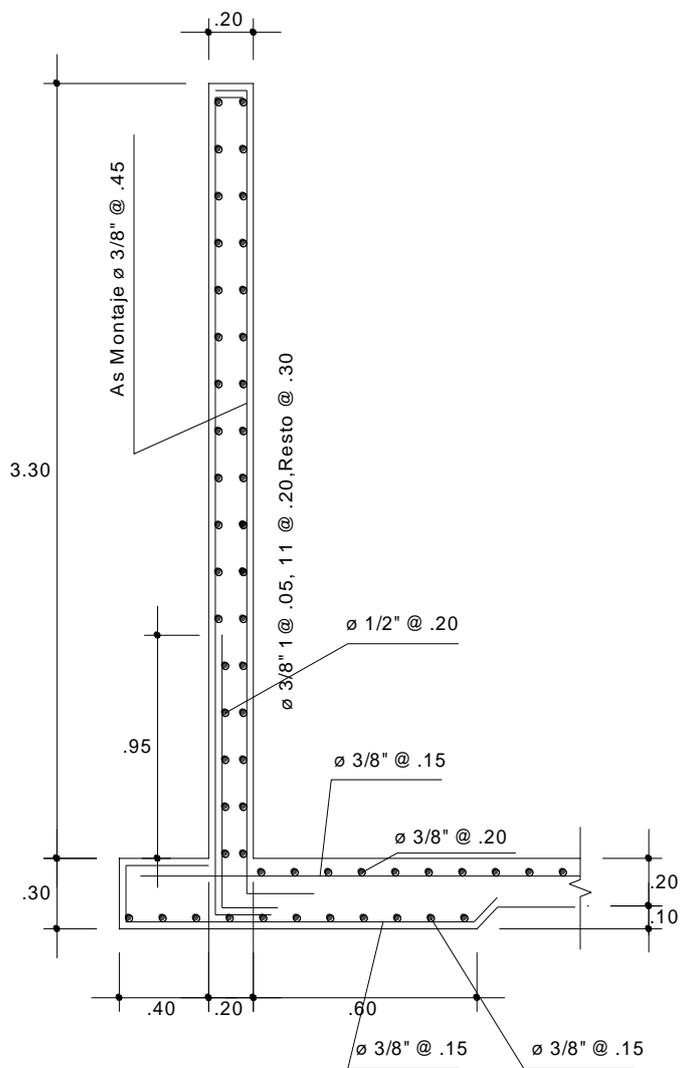


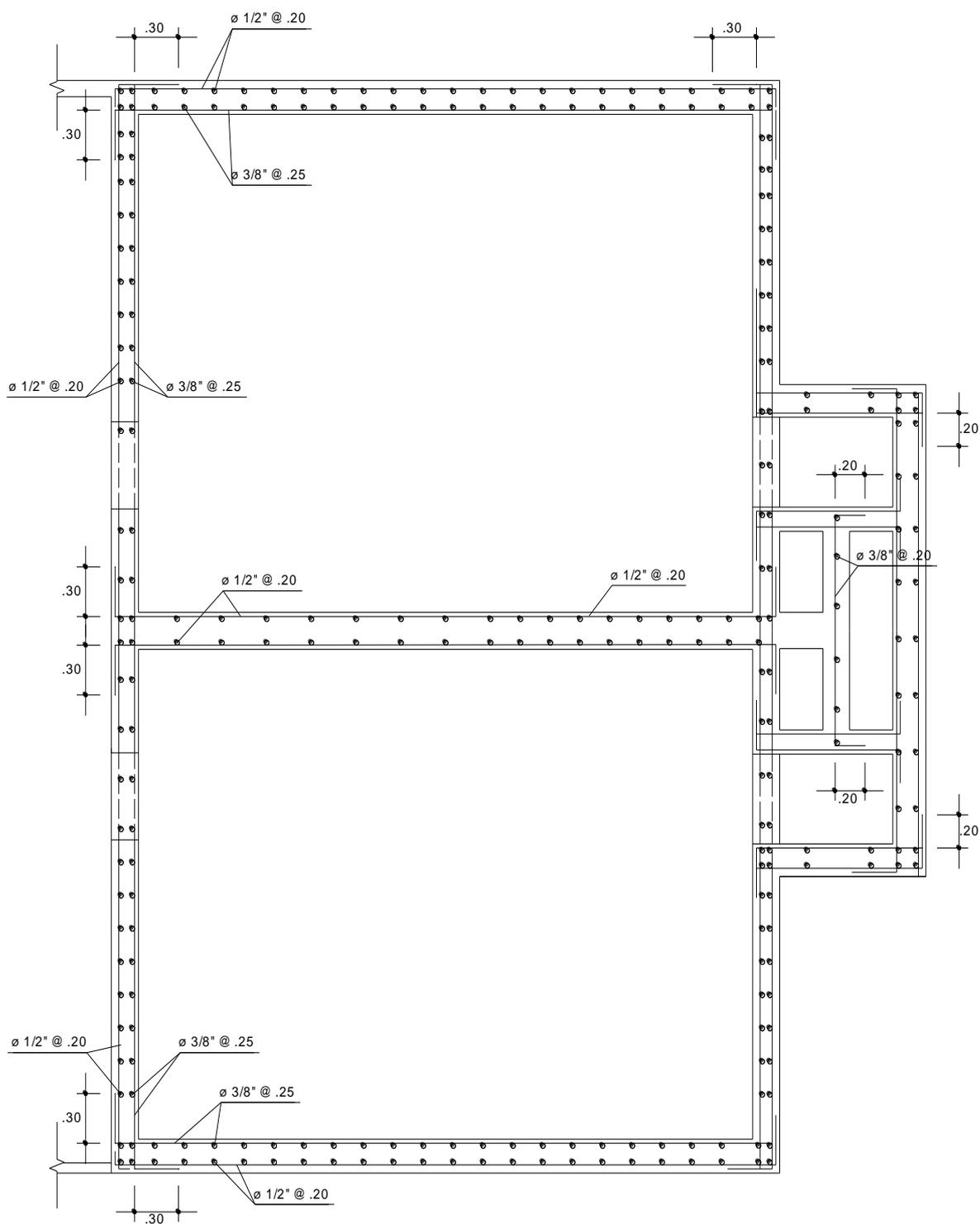
CORTE A-A (Estructural)

ESC. 1/20

4.1.9. Filtro Lento.

Diseño Estructural





DETALLE DE ARMADURA EN PLANTA

Esc, 1/50

4.1.10. Línea de Aducción.

LINEA DE ADUCCION											
CAUDAL A UTILIZAR 3.80 LTS/SEG.											
Reservorio	239.900										
Pase Aereo	210.400	0.864	3.80	34.14	2.29	4.000	0.469	1.95	237.95	27.55	
Pase Aereo	210.400										
San Antonio	216.200	0.140	3.80	41.43	2.20	4.000	0.469	0.32	237.64	21.44	
San Antonio	216.200										
Santo Tomas	203.900	1.510	3.80	8.15	3.07	3.000	0.833	13.79	223.85	19.95	
Santo Tomas	203.900										
Buena Fe	186.900	2.600	3.80	6.54	3.21	3.000	0.833	23.74	200.12	13.22	

4.1.11. Saneamiento

Unidades Básicas con Arrastre Hidráulico.

Según el procesamiento de la información y con el apoyo de los ensayos de test de percolación se logró definir la alternativa adecuada para lograr la elección de las letrinas sanitarias. Se ha considerado UBS-AH, estas estarán compuestas por una caseta de ladrillo con techo de dos aguas más una puerta de madera, una ducha, un lavatorio, un inodoro y para el tratamiento de las aguas residuales se emplearán los componentes: Biodigestor de 600 litros para las viviendas y zanja de percolación.

4.1.12. Test de Percolación.

Se aplicó quince (04) test de percolación de forma distribuida en el área de trabajo ya que las características del suelo es similar en toda zona de estudio en el cual se puede identificar en el estudio de suelos realizados según indica la Norma Técnica IS.O.20 del Reglamento Nacional de Edificaciones, cabe señalar que son cinco (02) localidades en estudio para UBS-AH; por lo tanto, se ha realizado tres (03) pruebas en la localidad de Santo Tomas y (01) en la localidad de Buena Fe. Los Resultados de los test obtenidos son los siguientes:

- Localidad de Santo Tomas

- Calicata N° 01: 4.012 min/cm
- Calicata N° 02: 4.088 min/cm
- Calicata N° 03: 4.04 min/cm

➤ Localidad de Buena Fe

- Calicata N° 01: 4.108 min/cm.

Aplicando la Tabla 20: **Clasificación de los terrenos según los resultados de la prueba de Percolación**, de la Norma IS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones; los resultados de las muestras aplicadas a los 04 pozos, indican que el suelo tiene una capacidad de infiltración rápidos - medios, por estar entre el rango de 4 a 8 min/cm. Cabe señalar que en el artículo 17° de la Norma IS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones, nos señala que: *“cuando el terreno presenta resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores de 12 minutos, no se consideran aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos debiendo proyectar otro sistema de tratamiento o disposición final”*. Teniendo en cuenta esta aclaración y Analizando el tiempo de infiltración que se dio a través del test de percolación se considera que las Letrinas Sanitarias serán Letrinas UBS con Arrastre Hidráulico para las 02 localidades de esta manera descartando la propuesta de UBS con doble cámara compostera.

También se realizó el diseño de la estructura correspondiente para cada tipo de modulo a emplearse. Para el diseño de la UBS de arrastre hidráulico específicamente para las viviendas familiares, se ha considerado como alternativa técnica, la instalación de Biodigestores de Polietileno que comercialmente se vende con capacidad de 600 litros.

4.1.13. Cuadro de Metas

DESCRIPCION		CANTIDAD	UND
a. SISTEMA DE AGUA POTABLE - COMPONENTES			
1	CAPTACION TIPO BARRAJE		
	a. CAPTACION		
	Construcción de Captación Nueva	1	UND
2	LINEAS DE CONDUCCION		
	a. LINEA DE CONDUCCION	526	ML
	b. válvula de Aire	05	UND
	c. válvula de Purga	09	UND
3	ESTRUCTURAS HIDRAULICAS PARA AGUA POTABLE		
	a. DESARENADOR		
	Desarenador Proyectado.	1	UND
	b. FILTRO LENTO.		
	Construcción de Filtro Lento.	1	UND
	c. MANTENIMEINTO DEL RESERVORIO CIRCULAR DE 55M3 + CAJA DE INSPECCION		
	Mantenimiento del Reservoirio Circular de 55m3 + Caja de Inspección	1	UND
4	LINEA DE ADUCCION.		
	a. Línea de conducción.	5094	ML
	b. Válvula de aire	02	UND
	c. Válvula de purga	02	UND
	d. Válvula de control.	1	UND
	e. Pase Aéreo	1	UND
5	RED DE DISTRIBUCION.		
	a. Red de Distribución.	4115.88	ML
	b. válvula de control	2	UND
6	CONEXIONES DOMICILIARIAS.		
	a. Conexiones domiciliarias	770	ML
b.- SISTEMA DE DESAGUE SANITARIO			
	Módulos de desagüe sanitario.	77	UND

4.1.14. Resumen del Presupuesto

COMPONENTE	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO S/.	SUB TOTAL S/.	COSTO DE OBRA S/.	COSTO TOTAL S/.
01	CAPTACION TIPO BARRAJE	47,211.58	54,675.61	64,517.22	64,517.22
02	LINEA DE CONDUCCION	62,907.65	72,853.19	85,966.77	85,966.77
03	DESARENADOR	15,786.99	18,282.87	21,573.79	21,573.79
04	FILRO LENTO	87,023.78	100,782.02	118,922.79	118,922.79
05	MANTENIMIENTO DEL RESERVORIO CIRCULAR DE 55M3+ CAJA DE INSPECCION	9,132.29	10,576.08	12,479.78	12,479.78
06	LINEA DE ADUCCION	623,258.21	721,793.77	851,716.65	851,716.65
07	RED DE DISTRIBUCION	309,337.99	358,243.55	422,727.39	422,727.39
08	CONEXIONES DOMICILIARIAS	144,094.55	166,875.54	196,913.13	196,913.13
09	SISTEMA DE DESAGUE SANITARIO	1,446,702.83	1,675,422.93	1,976,999.06	1,976,999.06
10	GESTION AMBIENTAL	88,053.09	101,974.06	120,329.39	120,329.39
11	EDUCACION Y CAPACITACION SANITARIA	134,218.55	155,438.17	183,417.04	183,417.04
12	SEGURIDAD Y SALUD	29,980.00	34,719.76	40,969.32	40,969.32
13	SUPERVISION	0.00	0.00	0.00	166,329.32
14	EXPEDIENTE TECNICO	0.00	0.00	0.00	50,000.00
TOTAL		2,997,707.51	3,471,637.57	4,096,532.33	4,312,861.65
COSTO DIRECTO (CD)		2,997,707.51			
GASTOS GENERALES (GG =9.81% CD)		294,067.61			
UTILIDAD (UTI =6% CD)		179,862.45			
SUB TOTAL (ST = CD+GG+UTI)		3,471,637.57			
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (IGV = 18% ST)		624,894.76			
COSTO DE OBRA (CO=ST+IGV)		4,096,532.33			
SUPERVISION (SUP = 4.06% CO)		166,329.32			
ESTUDIOS DEFINITIVOS		50,000.00			
COSTO TOTAL (CT = CO + SUP + EST + CAP)		4,312,861.65			

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Análisis

Las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, cuentan con un sistema de agua para consumo humano dicho sistema por gravedad sin tratamiento que actualmente se encuentra en pésimas condiciones obligando a los pobladores a consumir agua de quebrada o a carrear en galones y baldes largas distancias para abastecerse el día a día. Por tal motivo durante el desarrollo de la tesis se ha propuesto el diseño de un nuevo sistema de agua potable con nueva tecnología cumpliendo con todos los parámetros que exige actualmente ministerio de viviendas.

Por otro lado, las localidades cuentan con letrinas de hoyo seco, actualmente estas letrinas se encuentran en mal estado, la mayoría están destruidas y algunas se encuentran

inoperativas. Tras esta situación presentada en cada localidad la población por iniciativa propia, ha construido letrinas con los materiales existentes de la zona sobre todo de Madera, para realizar sus necesidades Fisiológicas.

Con el proyecto que estamos realizando queremos dar un nuevo enfoque a la calidad de vida para estas localidades objeto de estudio, desarrollando un sistema de agua y saneamiento innovador. En lo concerniente al sistema de agua potable se ha realizado el diseño óptimo con la finalidad de brindar el servicio de agua los veinticuatro horas. En cuanto al saneamiento se ha seleccionado la mejor alternativa técnica de las Letrinas sanitarias; la primera alternativa técnica consistía en UBS-AH y como segunda alternativa técnica consistía UBS de doble cámara compostera. Después de haber realizado las pruebas del Test de percolación y analizar los resultados se optó por Unidades Básicas Sanitarias con Arrastre Hidráulico. A continuación, se presenta el análisis de los principales componentes de diseño que se ha desarrollado.

La unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS-AH) está compuesto por un baño completo (inodoro, lavatorio y ducha) con su propio sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales. Corresponden a una buena alternativa en el ámbito rural cuando no se cuenta con sistema de alcantarillado. Por la cual ya no es necesario realizar una planta de tratamiento porque el Biodigestor, pozo de percolación cumple en conjunto esa Función.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la Tesis muestran que: para el proceso constructivo de los diferentes componentes del sistema se ha realizado mediante hojas de cálculos en Excel, así como la aplicación de diferentes softwares como el SAP2000 para el diseño del reservorio, WaterCad para la simulación hidráulica.

Cada proyecto realizado depende de muchos factores, pero quizá uno de los definitivos sea el factor socioeconómico que hace que cada estudio sea específico e independiente. Así, al contrastar la presente tesis con proyectos similares podemos anotar que:

A Nivel Regional Y Nacional

Los factores más condicionantes son la zona o ubicación donde se realiza el proyecto ya sea en la Costa, Sierra o Selva y también las características socioeconómicas.

A Nivel Internacional

Por ser otra realidad, las consideraciones de diseño en otros países son distintas a las nuestras, como por ejemplo en la dotación per. Cápita que para Europa es inferior 100 lt/hab./día como promedio. Sin embargo, las expresiones matemáticas son las mismas.

Las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe cuentan con un sistema de agua para consumo humano construido aproximadamente en 1994, financiado por FONCODES. Dicho sistema por gravedad sin tratamiento que actualmente se encuentra en pésimas condiciones obligando a los pobladores a consumir agua de quebrada o a carrear en galones y baldes largas distancias para abastecerse el día a día. Por tal motivo durante el desarrollo de la tesis se ha propuesto el diseño de un nuevo sistema de agua potable con nueva tecnología cumpliendo con todos los parámetros que exige actualmente ministerio de viviendas y PRONASAR.

Con el proyecto que estamos realizando queremos dar un nuevo enfoque a la calidad de vida para estas localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, desarrollando un sistema de agua y saneamiento innovador. En lo concerniente al sistema de agua potable se ha realizado el diseño óptimo con la finalidad de brindar el servicio de agua los veinticuatro horas. En cuanto al saneamiento se ha seleccionado la mejor alternativa técnica de las Letrinas sanitarias; la primera alternativa técnica consistía en UBS-AH y como segunda alternativa técnica consistía UBS de doble cámara compostera. Después de haber realizado las pruebas del Test de percolación y analizar los resultados se optó por Unidades Básicas Sanitarias con Arrastre Hidráulico. A continuación, se presenta el análisis de los principales componentes de diseño que se ha desarrollado.

4.2.2. Captación.

Se realizó el diseño hidráulico y estructural en concreto armado, de la Captación, ubicada en la localidad de San Antonio con un Caudal máximo proporcionado de 68.70 Lts/s (*ver Calculo Hidráulico Captación*)

Esta constara con tuberías, válvulas y accesorios correspondientes. El abastecimiento hacia la Cámara de captación será a partir de una ventana de 0.20x0.40m,” (*ver Diseño Hidráulico captación*), la salida hacia la línea de Conducción será de $\phi=3$ ”.

Adicionalmente se diseñó la canastilla en el ingreso hacia la línea de conducción de $\phi=3''$ (ver *Diseño Hidráulico Captación*).

El fondo de la cámara de la captación Chimban se ubica en la cota 255.25 m.s.n.m. adyacente a ella se construirá una caja de válvulas.

La capacidad de la cámara de captación está diseñada con capacidad de asegurar en las horas de máxima demanda, así mismo la dimensión de la cámara es de 0.80m x 1.00 m de sección y 0.80 m de altura (medidas interiores), los muros, la base y cubierta, según diseño serán de concreto armado. Adyacente a cada una de ellas se construirá una caja de válvulas cuya salida se utiliza tubería de HDPE de 3'', de PVC SAP 3'' de desagüe o rebose y de ventilación 3''. (ver *Diseño Hidráulico Captación*).

Finalmente se construirá muros de concreto armado como cubierta de protección de afloramiento sobre los costados y losas sobre los muros, para brindar protección al afloramiento. (ver *planos Cc-01*).

4.2.3. Línea de Conducción.

La línea de Conducción para la primera captación ha sido diseñada para conducir un caudal de 2.47 lts/seg. El tipo de tubería a utilizarse será PVC SAP clase 7.5 de $\phi = 3''$, y HDPE $\phi = 3''$, La longitud total de conducción de $\phi = 3''$ es 526.00 m, y de $\phi = 2''$ es de 843.16 m.

El inicio de la línea de conducción de la captación se encuentra en la cota 260.51 m.s.n.m. y la cota de llegada al desarenador es 250.10 m.s.n.m, así mismo la cota de llega al filtro lento es de 246.65 m.s.n.m. y en la cota al reservorio es de 239.90 m.s.n.m. (ver *planos PPLC-01*).

4.2.4. Desarenador.

Con el fin de asegurar y mejorar la calidad del agua se diseñó un desarenador para disminuir la turbiedad del agua en tiempo de invierno donde el agua contiene mucha turbiedad, las medidas adoptados según el diseño hidráulico son: el Ancho es de 1.20m, la Longitud es 7.40m y la Altura máxima es de 1.25m, además se ubicará en la cota de terreno de 250.10m.s.n.m. asimismo tiene la capacidad de sedimentar un caudal de 2.47Lts/seg.

Adyacente se construirá una caseta de válvulas del tipo apoyado.

La tubería de abastecimiento, será aquella proveniente de la línea de conducción HDPE de $\varnothing=3''$, la tubería de salida será de PVC-SAP de $\varnothing=3''$ y la tubería de rebose y limpieza es de $\varnothing=4''$. (ver planos D-01).

4.2.5. Filtro Lento.

El filtro lento es una estructura que se diseñó con la finalidad de retener las impurezas más finas que se encuentran en el agua las medidas adoptadas según el cálculo hidráulico son: el Ancho es de 3.00m, la Longitud es 4.00m y la Altura máxima es de 3.30m, además se ubicará en la cota de terreno de 246.65m.s.n.m. asimismo tiene la capacidad de filtrar un caudal de 3.80Lts/seg.

Adyacente se construirá una caseta de válvulas del tipo apoyado.

La tubería de abastecimiento, será aquella proveniente de la línea de conducción de PVC-SAP de $\varnothing=3''$, la tubería de salida será de PVC-SAP de $\varnothing=3''$ y la tubería de rebose y limpieza es de $\varnothing=4''$. (ver planos F-01).

4.2.6. Reservorio.

Para esta estructura solo se realizará el mantenimiento de los accesorios y un tarrajeo con impermeabilizante con la finalidad de curar algunas filtraciones que existiera en ella, el volumen del reservorio existente es de 55.00 m³ y el volumen según el diseño hidráulico es de 41.04m³ por lo que no es necesario proyectar un nuevo reservorio ya que el existente esta en buen estado y tiene la capacidad de abastecer las 24 horas del día a toda la población las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe por un horizonte de proyecto de 20 años. (ver *Calculo Hidráulico Reservorio*).

4.2.7. Línea de Aducción.

La línea de Aducción ha sido diseñada para conducir un caudal de 3.80 lts/seg. El tipo de tubería a utilizarse será PVC SAP clase 7.5 de $\varnothing = 4''$ y de $\varnothing=3''$, La longitud total de aducción es de 5144.00 m, donde la tubería de $\varnothing = 4''$ tiene una longitud de 1004.00m y la tubería de $\varnothing = 3''$ tiene una longitud de 4250.00m.

El inicio de la línea de aducción desde el reservorio se encuentra en la cota de 239.90 m.s.n.m. y la cota final es de 186.90m.s.n.m. (*ver planos PPLC-02, PPLC-03, PPLC-04, PPLC-05, PPLC-06*).

4.2.8. Rede de Distribución.

La Red de Distribución es la encargada de trasladar agua hacia las viviendas (conexiones domiciliarias) en las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, distribuye el Qmax horario a todas las conexiones domiciliarias con un total de 3514.00ml con tubería PVC -SAP de diámetros entre 2 “, 1 1/2 y 1”. (*Ver planos: RD-01*)

4.2.9. Conexiones Domiciliarias.

Teniendo en cuenta que que son localidades alejadas al Distrito de Buenos Aires, el diseño de conexiones domiciliarias consta de una caja de agua de 12”x12” donde tendrá una llave de pase para instalar medidor posteriormente si fuera necesario. (*Ver planos: CD-01*)

4.2.10. Unidades Básicas de Saneamiento con Arrastre Hidráulico.

La unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS-AH) está compuesto por un baño completo (inodoro, lavatorio y ducha) con su propio sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales. Corresponden a una buena alternativa en el ámbito rural cuando no se cuenta con sistema de alcantarillado. Por la cual ya no es necesario realizar una planta de tratamiento porque el Biodigestor, zanja de percolación cumple en conjunto esa Función. (*ver planos UBS-01*)

Entre sus principales componentes de las (UBS-AH), lo conforman una caseta, un Inodoro, un Lavamanos, una ducha, instalaciones sanitarias, tanque séptico, Biodigestor y zanjas de infiltración.

Se emplearán 77 módulos de Servicios Higiénicos que serán exclusivamente para viviendas familiares para dichas Localidades.

4.2.11. Estudio de Suelos.

El presente estudio de suelos se realizó con fines de Cimentación para el Proyecto: “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable e Instalación de Saneamiento con Bio-Digestores de las Localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, Distrito de Buenos Aires – Provincia de Picota – San Martin”, habiéndose efectuado por medio de trabajos de

exploración de campo y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil stratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación, indicándose tipo y profundidad del cimiento, capacidad portante admisible, magnitud de asentamientos, grado de agresividad al concreto de los cimientos, zonificación geotécnica de las estructuras proyectadas, estudiar las condiciones Geológicas - Geotécnicas del terreno donde se construirá las estructuras de concreto armado a fin de asegurar su estabilidad y seguridad y las recomendaciones necesarias.

4.2.12. Test de Percolación.

El estudio de Test de percolación nos ha permitido determinar la mejor alternativa de solución para ser aplicada en estas localidades. La primera alternativa estaba compuesta por UBS con sistema de Arrastre Hidráulico mientras que la segunda alternativa técnica consistía en UBS con doble cámara compostera. Gracias a este test y a los parámetros señalados en la Norma ISO.020 – Instalaciones Sanitarias, se ha determinado que la mejor alternativa a ser aplicada viene a ser las UBS con Sistema de Arrastre Hidráulico

Contraste de Resultados.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la Tesis muestran que: para el proceso constructivo de los diferentes componentes del sistema se ha realizado mediante hojas de cálculos en Excel, así como la aplicación de diferentes softwares, como es el WaterCad para la simulación hidráulica.

- El periodo de vida útil del proyecto se ha establecido en mención de 20 años, Tomando como año base el 2018 con una población de 204 familias, cada una de estas cuentan con un promedio de 5.7 hab/Vivienda, haciendo un total de 1,162 beneficiarios con conexiones domiciliarias, con la proyección de 20 años que sería hasta el año 2038, la población crecerá en 1,349 habitantes. (SNIP, 2011)
- Para el análisis de la dotación se ha tenido en cuenta la ubicación geográfica del lugar en estudio permitiéndonos de esa manera definir los parámetros de consumo por litros/persona/día. Según la “*Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y*

Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil”, establece el consumo de agua doméstico en el Ámbito rural dependiendo sobre todo del sistema de disposición de excretas que pueden tener consideración estos Valores: UBS con Arrastre Hidráulico, UBS Con Composturas y finalmente UBS de hoyo seco Ventilado. La primera en la zona sierra el consumo será de 80 lit/pers/día, en la zona Costa será de 90 lit/pers/día y en la zona selva será de 100lit/pers/día. para la segunda en la zona sierra el consumo será de 70 lit/pers/día, en la zona Costa será de 80 lit/pers/día y en la zona selva será de 90lit/pers/día y para la última en la zona sierra el consumo será de 50 lit/pers/día, en la zona Costa será de 70 lit/pers/día y en la zona selva será de 80lit/pers/día, teniendo en cuenta todas estas consideraciones se ha optado por un sistema de disposición de excretas con UBS - Arrastre Hidráulico y por encontrarse en la zona Selva se ha considerado la dotación de 100 lit/pers/dia. (SNIP, 2011)

- El caudal necesario para abastecer a la población óptimamente está dado por el caudal máximo diario, este caudal está afectado directamente por un coeficiente de variación $K1 = 1.30$ (según SNIP Saneamiento Básico) que al ser aplicado se obtuvo el $Q_{md} = 2.47$ lits/seg. Teniendo en cuenta este valor nos ayuda a analizar la cantidad de caudal existente brindada por la captación, eso quiere decir que la dotación total de la captación tiene que ser superior al Caudal Máximo Diario, el caudal total de la captación es de 68.70 lit/seg, con este dato podemos afirmar que existe suficiente caudal en la captación para abastecer a la población beneficiaria, las 24 horas del día. (SNIP, 2011)
- El volumen de almacenamiento o regulación para este sistema continuo es de 41.04 m³, por ser un sistema por gravedad y además en una de las localidades localidades existe redes de alcantarillado (San Antonio) por lo que se tomo el 25% del Q_p . como volumen de regulación, siendo este el Volumen Efectivo. Dicho volumen se comparó con el volumen del reservorio existente que es de 55.00 m³ de capacidad el mismo que supera al volumen calculado por lo que se vio necesario dar mantenimiento al reservorio existente, ya que permitirá abastecer las 24 horas a las localidades en estudio. (Agüero Pittman Roger, 1997)
- El diseño del desarenador se ha realizado teniendo en cuenta la capacidad de volumen necesaria para abastecer a toda la población beneficiaria, su geometría incluye muros y losa de fondo. Los muros serán de 0.15m de espesor y la losa de fondo tendrá un espesor de 0.15m, así mismo tiene

un ancho de 1.20m y una longitud de 7.40m, realizando de esta manera un predimensionamiento óptimo para el buen funcionamiento de la estructura

- El diseño de Acero en la Estructura se ha dado como sigue: en un principio se ha realizado el Diseño de la pared del desarenador, se presentó dos casos el primero en realizar el diseño de la cara interna aplicando fuerzas anulares y momentos flexionantes y el segundo Caso realizar el diseño de la cara externa aplicando fuerzas anulares y momentos flexionantes. Para el primer caso aplicando la fuerza anular usaremos $\emptyset 3/8 @ 25.00$ cm y aplicando momento flexionante usaremos As (-) $3/8 @ 25$ cm. para el segundo caso aplicando la fuerza anular usaremos $\emptyset 3/8 @ 25.00$ cm y aplicando momento flexionante usaremos As (+) $3/8 @ 25$ cm. (NTE E.060 Concreto Armado)
- El diseño del Filtro Lento se ha realizado teniendo en cuenta la capacidad de volumen necesaria para abastecer a toda la población beneficiaria, su geometría incluye muros y losa de fondo. Los muros serán de 0.20m de espesor y la losa de fondo tendrá un espesor de 0.20m, así mismo tiene un ancho de 3.00m y una longitud de 4.00m, realizando de esta manera un predimensionamiento óptimo para el buen funcionamiento de la estructura
- El diseño de Acero en la Estructura se ha dado como sigue: en un principio se ha realizado el Diseño de la pared del desarenador, se presentó dos casos el primero en realizar el diseño de la cara interna aplicando fuerzas anulares y momentos flexionantes y el segundo Caso realizar el diseño de la cara externa aplicando fuerzas anulares y momentos flexionantes. Para el primer caso aplicando la fuerza anular usaremos $\emptyset 1/2 @ 20.00$ cm y aplicando momento flexionante usaremos As (-) $3/8 @ 25$ cm. para el segundo caso aplicando la fuerza anular usaremos $\emptyset 1/2 @ 20.00$ cm y aplicando momento flexionante usaremos As (+) $3/8 @ 25$ cm. (NTE E.060 Concreto Armado)
- El diseño de acero en la sub estructura consta de: Diseño del cimiento corrido y el diseño de la losa de fondo. dentro del diseño del cimiento corrido se ha realizado el Diseño del Talón y diseño de la punta, para el primero y segundo usaremos As (+) $3/8 @ 15$ cm y para el acero de repartición usaremos $\emptyset 3/8 @ 15$ cm. Por otro lado, para la losa de fondo se diseñó por flexión para este caso usaremos As (+) $3/8 @ 15$ cm para la parte inferior y As (+) $3/8 @ 20$ cm para la parte superior y finalmente para el acero de repartición usaremos $\emptyset 3/8 @ 15$ cm. Constatando de esta manera que la estructura en general esta

reforzada adecuadamente para soportar cualquier tipo de fuerza: Internamente producida por el agua y externamente por factores como fuertes vientos, entre otros. (NTE E.060 Concreto Armado)

- Los parámetros de diseño: Pendiente, pérdida de carga y la velocidad que se ha obtenido para la red de conducción han sido verificados en cumplimiento de los valores límites que estipula en el R.N.E, las tuberías utilizadas son HDPE y PVC-SAP C-7.5, y su diámetro está en función al cálculo hidráulico plasmados en los planos.
- En cuanto a las redes de aducción y redes de distribución del agua potable, la tubería considerada en nuestro diseño es de PVC clase 7.5 y su diámetro calculado es variable tal como se indican en los cálculos y plasmados en los planos, que se justifica con el cumplimiento respectivo de las pérdidas de carga y presiones que se estipula en el contexto del R.N.E.
- De las 04 pruebas realizadas para el análisis del test de percolación, se pudo constatar que, para la localidad de Santo Tomas, la velocidad de infiltración esta entre rápidos-medios debido a que el promedio de las tres pruebas realizadas en estas localidades es de 4.05 min/cm, de este modo hemos determinado si el tipo de suelo es saturado para poder aplicar las UBS-AH. Cabe señalar que la Norma ISO 0.20 en el artículo 17° determina que si los terrenos presentan resultados de la Prueba de Percolación con tiempos menores a 12 minutos entonces estos se consideraran aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos. En cambio, si los terrenos presentan resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores a 12 minutos, entonces estos no se considerarán aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos. En tal sentido para la localidad de Santo Tomas por tener un tiempo de infiltración de 4.05 min/cm que es menor al rango establecido por la Norma ISO.020 que es de 12 minutos se ha optado por elegir las UBS-AH. (Norma ISO.020)
- Para la localidad de Buena Fe la velocidad de infiltración es rápidos-medios debido a que el resultado de la prueba realizada es de 4.108 min/cm, Cabe señalar que la Norma ISO 0.20 en el artículo 17° determina que si los terrenos presentan resultados de la Prueba de Percolación con tiempos menores a 12 minutos entonces estos se consideraran aptos para

la disposición de efluentes de los tanques sépticos. En cambio, si los terrenos presentan resultados de la prueba de percolación con tiempos mayores a 12 minutos, entonces estos no se considerarán aptos para la disposición de efluentes de los tanques sépticos. En tal sentido para la localidad de Buena Fe, por tener un tiempo de infiltración de 4.108 min/cm menor al rango establecido por la Norma ISO.020 que es de 12 minutos se ha optado por elegir las UBS-AH. (Norma ISO.020)

Contraste con Otros Proyectos.

Cada proyecto realizado depende de muchos factores, pero quizá uno de los definitivos sea el factor socioeconómico que hace que cada estudio sea específico e independiente. Así, al contrastar la presente tesis con proyectos similares podemos anotar que:

a). A Nivel Regional Y Nacional

Los factores más condicionantes son la zona o ubicación donde se realiza el proyecto ya sea en la Costa, Sierra o Selva y también las características socioeconómicas.

b). A Nivel Internacional

Por ser otra realidad, las consideraciones de diseño en otros países son distintas a las nuestras, como por ejemplo en la dotación per. Cápita que para Europa es inferior 100 lt/hab./día como promedio. Sin embargo, las expresiones matemáticas son las mismas.

Selección de la Alternativa.

Durante la visita a campo, así como analizando los antecedentes sobre el servicio de agua potable y saneamiento que han tenido las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, se optó por dos alternativas: la primera consistía en el *Diseño del Sistema de Agua Potable y saneamiento con Unidades Básicas Sanitarias de Arrastre Hidráulico con Biodigestor* y la segunda alternativa consistía en el *Diseño del Sistema de Agua Potable y Saneamiento con Unidades Básicas de Doble Cámara Compostera*. La elección de estas alternativas estaría afectada directamente con la prueba del test de Percolación, en otras palabras, el Test de Percolación ha sido el que nos ha definido la alternativa técnica final a

seleccionar. Después de haber realizado el test de Percolación y haber realizado el análisis correspondiente se ha determinado que la mejor alternativa a ser aplicada viene a ser **“Diseño del Sistema de Agua Potable y saneamiento con Unidades Básicas Sanitarias de Arrastre Hidráulico con Biodigestor”**. Con este proyecto innovador se mejora la calidad de vida de toda la población beneficiaria.

Contrastación de Hipótesis.

Para que nuestro sistema haya sido óptimo se ha tenido que recurrir a la revisión de diferentes bibliografías especialmente a guías publicadas en coordinación con el Ministerio de Viviendas entre ellas *“Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil”*, *“Guía del Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural (PRONASAR)”* entre otras, así como también diferentes normas entre ellas la *“Norma ISO.020-Instalaciones Sanitarias”*. Con las recomendaciones que hemos encontrado en las diferentes Guías y Normas se ha diseñado cada componente del sistema desde el cálculo de la población futura hasta el diseño del saneamiento básico que se muestra en las hojas de cálculo bien detallado.

Por otro lado, el estudio del test de percolación ha sido clave para convalidar la Hipótesis. Los resultados del test de percolación más la aplicación de la Norma ISO.020, Artículo 17° nos ha permitido determinar la convalidación de la Hipótesis planteada al inicio del Proyecto. En tal sentido el proyecto DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE E INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO CON BIO- DIGESTORES DE LAS LOCALIDADES DE SAN ANTONIO, SANTO TOMAS Y BUENA FE, DISTRITO DE BUENOS AIRES – PROVINCIA DE PICOTA – SAN MARTIN, conllevará a mejorar la calidad de vida de toda la población brindando el servicio de agua potable las veinticuatro horas del día, así como utilizar servicios sanitarios (ducha, lavatorio, inodoro) con tratamiento de aguas residuales (Biodigestor, zanjas de percolación) que conllevará a reducir el alto índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe.

CONCLUSIONES

- La topografía de la zona en estudio es semi accidentada con montaña que oscila entre 20 a 40% de Inclinación.
- El cálculo poblacional de las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe, presentado para el año 2038 es de 1348 habitantes.
- Se tomó como fuente de abastecimiento de agua para las localidades de San Antonio, Santo Tomás y Buena Fe, a la quebrada Paujilzapa, ya que su oferta disponible de agua, es mucho mayor que la demanda necesaria para satisfacer a la población. Así mismo, se encuentra cercana (1.51 km) de la localidad de San Antonio de Paujilzapa, y siendo esta la única fuente de agua disponible en la zona del proyecto.
- La fuente de abastecimiento seleccionada, cuenta con un caudal de aforo medio de 68.70 Lts/s, caudal de máxima avenida de 157.95 Lts/s y caudal de estiaje de 26.35 Lts/s, siendo en época de estiaje un 20% menos, suficiente para cubrir la demanda de abastecimiento de la población al horizonte del proyecto la misma que asciende a 3.79 Lts/s.
- En cuanto a la calidad del agua de la Quebrada Paujilzapa, esta fuente presenta concentraciones de metal de aluminio (0.8302 mg/l) que están por muy debajo de (5 mg/l) de la subcategoría A-2 a la cual pertenece, el cual no resulta perjudicial para la salud, pero es necesaria la instalación de una planta de tratamiento de aguas para prevenir infecciones bacteriológicas y biológicas. Así mismo en cuanto a la calidad bacteriológica presenta concentraciones que están por debajo de lo permitido, pero serán tratadas con un proceso de desinfección, a fin de reducir los riesgos de contaminación y este lo más óptimo para consumo humano.
- Con la infraestructura de saneamiento proyectada para los diferentes componentes del sistema se logra mejorar el nivel de vida y las condiciones adecuadas de Salud para cada familia, por otro lado, se logrará el crecimiento económicas en la

población. Con esto se está contribuyendo a las localidades de San Antonio, Santo Tomas y Buena Fe dar un paso importantísimo en su proceso de desarrollo.

- Para el diseño del sistema de agua potable se utilizó el programa de WaterCad Vi8, donde las presiones, velocidades, pérdida de carga y demás parámetros aplicados para dicho sistema han sido verificados y simulados mediante este programa, Considerándose de esta manera tuberías PVC clase 7.5, con un Coeficiente de Rugosidad de 140, así como la instalación válvulas de aire y purga.
- Se determinó el presupuesto general del proyecto cuyo costo es de: Cuatro Millones trescientos doce mil ochocientos sesenta y uno con 65/100 soles (S/. 4,312,861.65), con precios elaborados al mes de abril del 2018 cuyo plazo de ejecución de 120 días calendarios.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar la guía simplificada del ministerio de viviendas, que permitirá impulsar la formulación de perfiles de proyectos, técnicamente bien sustentados, que incrementen, de manera significativa, la inversión de calidad en agua y saneamiento en el ámbito rural.
- ✓ Se recomienda hacer uso de los diferentes Softwares para desarrollar los cálculos y diseños permitiendo de esta manera la optimización del tiempo a comparación de otros métodos.
- ✓ Para la cimentación del filtro lento y el desarenador se recomienda mejorar la capacidad portante del terreno siguiendo las siguientes recomendaciones; compactar el terreno natural hasta alcanzar a 95% de la M.DS., determinada por el Proctor modificado, luego colocar una capa de material granular con espesor no menor de 0.20 m., compactado adecuadamente, posteriormente construir losa de concreto $F'c = 100$ kg/cm., sobre el cual ira apoyada la base del reservorio.
- ✓ Se recomienda que al rediseñar cualquier estructura se deberá tener en cuenta que la región San Martín se encuentra ubicado en la zona II de la carta sísmica peruana es decir en la zona de mediana sismicidad.
- ✓ Se recomienda que el concreto deberá ser diseñado por un especialista en Tecnología del Concreto, empleando los agregados existentes en la zona, pero que cumplan la norma A.S.T.M. C-33. El agua a ser utilizada para la mezcla del concreto, debe cumplir con la norma E-60; así mismo, se debe emplear cemento Portland Tipo I.
- ✓ Todo proyecto de intervención en eliminación de excretas debe estar precedido de la implementación sistemas de agua, así como educación sanitaria que conlleve al cambio de hábitos de higiene.
- ✓ Se puede fortalecer las organizaciones sociales mediante los proyectos de saneamiento básico y mejoramiento de la salud en las comunidades rurales, por lo que es necesario trabajar con las organizaciones existentes y procurar una mejor colaboración y coordinación fomentando la participación sistemática de los grupos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Servicio de agua potable. Sedapal. Lima : GetLife, 2013.
- Lam, José Andrés, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011.
- Alvarado, Paola. “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá”. Loja : Universidad Técnica de Loja, 2013.
- Batres, José Gerardo; Flores, David Israel y Quintanilla, Alberto Enrique, “Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de San Luis del Carmen, departamento de Chalatenango”. El Salvador : Universidad de El Salvador, 2010.
- Sandoval, Luís Alberto, “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Tallambo, distrito de Oxamarca - Celendín – Cajamarca”. s.n., 2013.
- Olivari, Oscar Piero, “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2008.
- Alegría, Jairo Ivan, “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Bagua Grande”. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2013.
- Alava, Jose Eliseo, “Diseño del sistema de agua potable y saneamiento de la localidad de Chontapampa y anexo Yanayacu distrito de Milpuc provincia de Rodríguez de Mendoza región Amazonas”. Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, 2016.
- Guevara, Macedo Alberto Yasir, “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por Bombeo, Mediante Energía Solar Fotovoltaica en el Centro Poblado Ganimedes, Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Región San Martín”. Tarapoto, 2016.
- Mori, Manuel. Determinación del impacto ambiental y propuesta de mitigación para el proyecto: ampliación, mejoramiento e instalación del sistema de agua potable y del

sistema de saneamiento básico en las localidades de Pueblo Libre y Nuevo Huancabamba- Moyobamba- San M. Moyobamba : Universidad Nacional de San Martín, 2015.

Agüero Pittman Roger “Agua Potable para Poblaciones Rurales: Sistema de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento”. Servicios Educativos Rurales. Lima, Perú. (1997).

Jiménez, José Manuel. Manual para el diseño de agua potable y saneamiento con Biodigestores. México : Universidad Veracruzana, 2014.

Hueb, José Augusto (1985). Serie Documentos Tecnicos. La Haya-Paises Bajos. s.l. : CEPIS, 1985.

Hernández, R. ¿Qué es la estructura? . Madrid : Instituto Juan de Herrera, 2016.

Arquitectura Deco. Sistema de agua potable. Colombia: s.n., 2012.

García, Eduardo. Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales. Lima s.n., 2009.

Agua limpia & Fondo Multilateral de Inversiones. “Manual de Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales”. Perú, abril 2013.

Ministerio de Vivienda, Setiembre (2004), “Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales”. Lima, Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones. “Edificaciones y Instalaciones Sanitarias”. pp. 103-104. Lima : s.n.

Eterplast, Nicoll. "Sistema Presion NTP-ISO 4422.

Ministerio de Salud. Infraestructura del sistema de agua potable: Diseño y distribución. Lima : s.n., 2000.

Abastecimientos de agua. Teoría y diseño. Arrocha, Simón. Caracas : Vega editores, 1980.

Norma OS.050 Redes de Distribución de Agua Para Consumo Humano, RNE 2009

CALTUR (MINCETUR). “Manual técnico de difusión sistema de tratamiento de aguas residuales para albergues en zonas rurales”. Lima, Perú – 2008.

- Desarrollo Sostenible-Ambiental; Saneamiento Ambiental (2015), “Abastecimiento de Agua Potable”. Lima, Perú.
- Mendoza de la Cruz, Jorge Luis (2010), “Diseño de un sistema de Agua Potable para la comunidad de Tsoroja, Analizando la Incidencia de Costos Siendo una Comunidad de Difícil Acceso”. Lima, Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas, “Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil.”
- Norma E.060 (mayo 2009), “Norma Técnica de Edificaciones, Reglamento de Edificaciones”. Lima, Perú.
- Organización Panamericana de Salud (2004), “Guía para el Diseño y Construcción de Captación de Materiales. Lima, Perú.
- OS.030, “Almacenamiento de Agua para Consumo Humano”.
- OPS, CEPIS. (2004) “Procedimientos para la operación y mantenimiento de captaciones y reservorios de almacenamiento”. Lima, Perú.
- OPS, CEPIS. (2005) “Operación y mantenimiento para letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado”. Lima, Perú.
- PRIMSA. (2010) “Manual para miembros de la JASS, Módulo III - Letrinas, pozo sanitario y cocina mejorada”. Programa de salud integral en las poblaciones rurales de Ayacucho y Huancavelica. Lima, Perú.
- PNSR. (2013) “La comunidad y los servicios de agua y saneamiento. Módulo 2”. Lima, Perú
- Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural (setiembre 2004), “Parámetros de Diseño de infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales”. Lima, Perú.
- Rival, “Manual De Flujo De Tuberías A Presión”.
- SANBASUR. (2003) “Conozcamos las partes, cómo usar, operar y mantener el módulo sanitario con arrastre hidráulico”. Manual de Capacitación a JASS N°9, zona alto andina. Cusco, Perú

Sistema Nacional de Inversión Pública (marzo 2015), “Identificación y Evaluación de Proyectos de Saneamiento”. Lima, Perú.

Sotelo Dávila Gilberto, “Hidráulica General”.

Tightness Testing of Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350.1-01) and Commentary (350.1R-01), Reported by ACI Committee 350.

Universidad Nacional del Santa, “Implementación Del Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural en la Localidad de Racracallan, Departamento de Ancash”

Bentley Colleague Blogs. Diferencias entre WaterCAD y WaterGEMS. México : s.n., 2012.

ANEXOS

Anexo 1: Padrón de Beneficiarios

Anexo 2: Estudio de Mecánica de Suelos

Anexo 3: Estudio económico

Anexo 3.1: Memoria Descriptiva

Anexo 3.2: Especificaciones Técnicas

Anexo 3.3: Planilla de Metrados

Anexo 3.4: Presupuesto

Anexo 3.5: Análisis De Precios Unitarios

Anexo 3.6: Relación de Insumos

Anexo 3.7: Formula Polinómica

Anexo 3.8: Programación de Obras

Anexo 4: Panel Fotográfico

Anexo 5: Estudio de Aprovechamiento Hídrico

Anexo 6: Planos