



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 agua potable de los centros poblados de Miraflores y
Pucallpa – distrito de Huimbayoc – San Martín – San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Pamela Ingrid Córdova Velarde

Bach. Gina López Tuesta

Asesor:

Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado

Tarapoto – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS CENTROS
POBLADOS DE MIRAFLORES Y PUCALLPA – DISTRITO DE
HUIMBAYOC – SAN MARTIN – SAN MARTIN**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Pamela Ingrid Córdova Velarde

Bach. Gina López Tuesta

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 22 de junio del 2017

.....
Ing. Mg. RAMIRO VÁSQUEZ VÁSQUEZ
Presidente
Autorizado: R.Nº 641-2018-UNSM/FICA-D-NLU

.....
Ing. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS
Secretario

.....
Ing. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ
Miembro

.....
Ing. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

Ciudad Universitaria-Distrito de Morales-Teléfono: 521402-Anexo 122

e.mail: fica@unsm.edu.pe

NUEVA LEY UNIVERSITARIA N°30220



Resolución N° 641-2018-UNSM/FICA-D-NLU

Morales, 28 de setiembre del 2018

Visto los Expedientes N°3810 y 7652 -2018-UNSM/FICA, presentados por el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, donde comunica la sanción de los docentes Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro y el Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta, a la Oficina General de Administración de la UNSM-T.

CONSIDERANDO:

Que, la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, es una Institución Educativa Superior Descentralizada, autónoma, con personería de derecho público, orientado a la investigación y a la docencia, que brinda una formación humanista, científico y tecnológico con una clara conciencia de nuestro país como realidad multicultural. Adopta el concepto de educación con derecho fundamental y servicio público esencial. Está integrado por docentes y graduados.

Que, mediante Resolución N°929-2017-UNSM-T/CU-R/NLU, de fecha 29 de diciembre del 2017 se designa al Ing. Mg. Ramiro Vásquez Vásquez como Decano (e) de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto quien iniciará sus funciones a partir del 01 de enero de 2018 hasta 31 de diciembre de 2018;

Que, las Facultades gozan de autonomía académica, económica y administrativa para el desarrollo de sus actividades;

Que, con OFICIO N°315-2018-UNSM-FICA-D-NLU, de fecha 18 de abril de 2018, la FICA informa a la Dirección General de Administración que el Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro, ha sido sancionado por la Contraloría General de la Republica y con inhabilitación, para el ejercicio en la función pública.

Que, con OFICIO N°458-2018-UNSM-FICA-D-NLU, de fecha 31 de julio de 2018, la FICA informa a la Dirección General de Administración, con respecto a la inhabilitación del Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta, que la Unidad de Recursos Humanos, deberá ejecutar la inhabilitación del mencionado docente.

Que, con Resolución N°825-2018-UNSM/CU-R/NLU, de fecha 25 de setiembre de 2018, cesan en sus funciones al Docente Ing. Wilton Celis Angulo, Adscrito al Departamento Académico de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, como docente Universitario de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto a partir del 30 de setiembre del 2018 y de conformidad de los considerandos antes mencionados.

Que, en uso de las atribuciones conferidas por la Resolución N° 929-2017-UNSM-T/CU-R/NLU, la Nueva Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar al Ing. Mg. RAMIRO VÁSQUEZ VÁSQUEZ, firmar los documentos como: Informes de Ingeniería y Proyecto de Tesis que estén vinculados con los Ing. M.Sc. RUBÉN DEL ÁGUILA PANDURO, Ing. M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA y el Ing. M.Sc. WILTON CELIS ANGULO, a partir del 10 de octubre de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2018.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Ing. Mg. RAMIRO VÁSQUEZ VÁSQUEZ
Decano (e)



Ing. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ
Secretario Académico (e)

Declaratoria de Autenticidad

Gina López Tuesta identificado con el DNI N° 71707171 y **Pamela Ingrid Córdova Velarde** con el DNI N° 73798805, egresados de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS CENTROS POBLADOS DE MIRAFLORES Y PUCALLPA – DISTRITO DE HUIMBAYOC – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 22 de junio del 2017



DNI N° 71707171



DNI N° 73798805

DECLARACIÓN JURADA

Gina López Tuesta identificado con el DNI N° 71707171 con domicilio legal Jr Colón N° 178 – Rioja y **Pamela Ingrid Córdova Velarde** con el DNI N° 73798805 con domicilio legal Jr. Los Bosques N° 446 – 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, **DECLARO BAJO JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o Informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

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

Tarapoto, 22 de junio del 2017



Firma



Firma



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: CORDOVA VELARDE PAMELA INGRID	
Código de alumno : 103108	Teléfono:
Correo electrónico : pamelacordova_595@hotmail.com	DNI: 73798805

(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 AGUA POTABLE DE LOS CENTROS POBLADOS MIRAFLORES Y PUCALLPA - DISTRITO DE HUIMBAYOC - SAN MARTÍN - SAN MARTÍN .
Año de publicación: 2017

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 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 del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

14/01/2019



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***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: López Tuosta Gina	
Código de alumno : 113119	Teléfono: 9439709891
Correo electrónico : GinaLopezTuosta@gmail.com	DNI: 71707170

(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 AGUA POTABLE DE LOS CENTROS POBLADOS DE MIRAFLORES Y PUCALLPA - DISTRITO DE HUIMBAYOC - SAN MARTÍN - SAN MARTÍN
Año de publicación: 2017

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 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 del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

14, 01, 2019



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

***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

Dedico este proyecto a mis queridos padres que con su apoyo y amor incondicional confiaron en mí, que día a día estuvieron junto a mí dándome ánimos de seguir adelante con los obstáculos de la vida.

A mis queridos hermanos por su apoyo y paciencia lo cual me impulso a seguir luchando por mis metas.

Pamela Ingrid

A mis amados padres quienes siempre confiaron en mí y estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional, no solo económico sino también moral, dándome amor, aliento y buenos consejos para hacer de mí una gran persona, perseverante en las metas que me propongo.

A mis hermanos por su amor y compañía, son los que me impulsan a seguir con mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ben brindarme salud y sabiduría, también por hacer posible la realización de mi proyecto de tesis.

Quiero agradecer a las personas que han formado parte de mi vida profesional, a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por forma parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Pamela Ingrid

Primeramente, me gustaría agradecer a Dios por bendecirme y hacer realidad este sueño anhelado.

También me gustaría agradecer a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, que durante toda mi carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación académica.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Exploración Preliminar Orientando La Investigación	1
1.3 Aspectos Generales del Estudio.....	2
1.3.1 Ubicación geográfica	2
1.3.2 Clima.....	3
1.3.3 Área de influencia	3
1.3.4 Accesibilidad.....	5
1.3.5 Características socio económicas.....	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema.....	25
2.1.1 Antecedentes del problema	27
2.1.2 Plantamiento del problema	27
2.1.3 Delimitación del problema.....	27
2.1.4 Formulación del problema	27
2.2 Objetivos.....	27
2.2.1 Objetivos generales	27
2.2.2 Objetivos específicos	27
2.3 Justificación	28
2.4 Marco teórico y conceptual.....	28
2.5 Marco Histórico	85
2.6 Hipótesis a demostrar.....	86
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	87

3.1	Materiales	87
3.1.1	Recursos humanos	87
3.1.2	Recursos materiales	87
3.1.3	Recursos de equipos	87
3.1.4	Otros recursos	88
3.2	Metodología	88
3.2.1	Universo y muestra,.....	88
3.2.2	Sistemas de variables.....	88
3.2.3	Diseño experimental de la investigación	88
3.2.4	Diseño de instrumentos	89
	CAPÍTULO IV RESULTADOS	91
4.1	Captación subterránea.....	91
4.2	Línea de impulsión.....	92
4.3	Planta de tratamiento.....	93
4.4	Reservorio	93
4.5	Línea de conducción y aducción.....	93
4.6	Redes de distribución.....	94
	CAPÍTULO V ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	96
5.1	Análisis.	96
5.1.1	Captación	96
5.1.2	Línea de impulsión.....	96
5.1.3	Reservorio apoyado de 55m3.....	96
5.1.4	Línea de conducción y aducción.....	97
5.1.5	Redes de distribución.....	97
5.2	Contrastación de hipótesis.....	97
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6.1	Conclusiones.....	98
6.2	Recomendaciones.....	98
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
	ANEXOS	102
	MEMORIA DE CÁLCULO	103
	ENCUESTA	122
	RNE III.3. OBRAS DE SANEAMIENTO	140
	PANEL FOTOGRÁFICO	179

PLANOS.....	183
-------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Población directamente beneficiada año 2011	8
Tabla 2 : Material predominante en las viviendas.....	9
Tabla 3 : Servicios que cada familia posee.....	10
Tabla 4 : Ratio laboral en los C.P. de Miraflores y Pucallpa.....	11
Tabla 5 : Porcentaje de Analfabetos en los C.P. de Miraflores y Pucallpa.....	11
Tabla 6 : Apreciación del pago actual de agua potable.....	12
Tabla 7 : Apreciación en caso mejore el servicio.....	13
Tabla 8 : Acerca del almacenamiento de agua.....	14
Tabla 9 : Calidad del Agua que se abastecen.....	15
Tabla 10 : Calidad del Agua que se abastecen	16
Tabla 11 : Tipo de Tratamiento que hacen precio a utilizarlo.....	17
Tabla 12 : Acarreo de agua en época de verano.....	18
Tabla 13 : Participación en proyecto de mejoramiento de letrinas.....	19
Tabla 14 : Consideración acerca del pago del servicio de agua.....	20
Tabla 15 : Consideración acerca del agua.....	21
Tabla 16 : Enfermedades que últimamente afectan a las familias.....	22
Tabla 17 : Tipo de eliminación de la basura	22
Tabla 18 : Consumo de agua domestico	35
Tabla 19 : Coeficiente de permeabilidad (K).....	48
Tabla 20 : Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo.....	57
Tabla 21 : Factores de Zona	76
Tabla 22 : Alternativas de letrinas o baños.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del Perú en Sudamérica	2
Figura 2: Ubicación de San Martín en el Perú	2
Figura 3: Ubicación de Huimbayoc en San Martín - Perú	3
Figura 4: Plaza central del C.P. de Miraflores.....	3
Figura 5: Plaza central del C.P. de Pucallpa	3
Figura 6:: Sector de cultivo de plátano en el C.P. de Pucallpa.....	4
Figura 7: Puesto de Salud del C.P. de Pucallpa	4
Figura 8: Puesto de Salud del C.P. de Miraflores.....	5
Figura 9: I.E. Integrado N°055 del C.P. de Pucallpa	6
Figura 10: Niñez del C.P. de Miraflores.....	6
Figura 11: Se aprecia la toma de muestra del agua que actualmente se abastece en el C.P. de Pucallpa.....	7
Figura 12: Diseño de viga en H	67

ÍNDICE DE PLANOS

1.	Plano de ubicación.....	PU
2.	Plano de esquema general.....	EG
3.	Plano de C.P. Pucallpa.....	UCP
4.	Plano de C.P- Miraflores.....	UCM
5.	Plano de Caisson - cap.75m.....	PC
6.	Plano de reservorio – cap 75m.....	PR
7.	Plano desarenador.....	PD
8.	Plano de sedimentación.....	PS
9.	Plano de filtro lento.....	PDL
10.	Plano de caseta de cloración.....	PCL

RESUMEN

La presente Tesis proyecto a nivel de ingeniería y su impacto ambiental del diseño de abastecimiento de agua potable de los centros poblados de Miraflores Y Pucallpa - distrito de Huimbayoc - región San Martín, nos permite dar una solución ante un abastecimiento deficiente de agua potable, privando a la población de satisfacer sus necesidades más elementales. Para abastecer de Agua Potable, se plantea un servicio de agua potable adecuado, Instalación de Construcción e Instalación del Sistema de Agua Potable, Implementación de una Unidad de Administración del Servicio, Capacitación al Personal Operativo y Educación Sanitaria, permitiendo mejorar la calidad de vida de los pobladores de los Caseríos de Miraflores y Pucallpa, considerando los siguientes puntos:

Construcción de 01 sistema de abastecimiento de Agua Potable.: se tiene 01 Caisson con capacidad de 75.00m³ construido ubicado al margen derecho de la quebrada Guineo (a 700 metros antes de su desembocadura en el río Huallaga), el mismo que en su parte superior se ubicará la caseta de bombeo, que a través de electrobombas elevarán el agua una altura geométrica de 60m. (Desde los 160msnm. Hasta los 220msn.), hacia la colina más cercana, donde se ubicará el sistema de tratamiento de agua potable el mismo que constará de 01 Desarenador, 01 Sedimentador, 01 Filtro Lento y 01 Caseta de Cloración.

Seguido del sistema de tratamiento de agua potable se ejecutará la construcción de un reservorio apoyado con capacidad de almacenamiento de 55m³, desde donde se iniciarán las dos líneas de conducción, (una se dirigirá hacia el C.P. de Miraflores recorriendo una distancia de 1.450km. aprox., y la segunda se dirigirá hacia el C.P. de Pucallpa recorriendo una distancia de 4.20km. aprox.). Desde ahí las líneas de conducción alimentarán las redes de distribución existentes en cada localidad, y desde la cual cada domicilio ya contará con sus respectivas conexiones domiciliarias

Palabras claves: Diseño, abastecimiento, agua potable, Huimbayoc [distrito], San Martín [Provincia], Región San Martín.

ABSTRACT

This thesis project at the engineering level and its environmental impact of the design of drinking water supply in the towns of Miraflores and Pucallpa - district of Huimbayoc - San Martín region, allows us to provide a solution to a poor supply of drinking water, depriving to the population to meet their most basic needs. To supply drinking water, an adequate potable water service, Installation of Installation and Installation of the Potable Water System, Implementation of a Service Administration Unit, Training for Operative Personnel and Health Education, allowing improving the quality of life of the settlers of the Caseríos de Miraflores and Pucallpa, considering the following points:

Construction of 01 Drinking Water supply system there is 01 Caisson with 75.00m capacity built located on the right bank of the Guineo creek (700 meters before its mouth in the Huallaga river), the same as in its upper part the pumping house will be located, which through electric pumps will raise the water a geometric height of 60m. (From 160m to 220m), to the nearest hill, where the drinking water treatment system will be located, which will consist of 01 Desander, 01 Settler, 01 Slow Filter and 01 Chlorination Stall.

Following the potable water treatment system, the construction of a supported reservoir with a storage capacity of 55m³ will be executed, from where the two lines of conduction will begin, (one will go to the Miraflores CP, covering a distance of 1,450km. ., and the second will go to the CP of Pucallpa, covering a distance of 4.20km. From there the lines of conduction will feed the existing distribution networks in each locality, and from which each address will already have its respective domiciliary connections

Keywords: Design, supply, drinking water, Huimbayoc [district], San Martín [Province], San Martín Region.



CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1 Generalidades

A lo largo de toda la historia, Dentro los factores más importantes para el desarrollo socio económico de todos los pueblos; están los referentes a educación, salud, vivienda, etc. En tal sentido y teniendo en cuenta los aspectos de salubridad y mejores condiciones de la calidad de vida de los pobladores; se plantea en el sector saneamiento un proyecto que permita el mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua, con lo cual los pobladores de los Caseríos de Miraflores y Pucallpa, satisfacen una de las necesidades importantísimas dentro de su desarrollo y salubridad; Así mismo permitirá mejorar el medio ambiente y posibilitara disminuir los riesgos de enfermedades infectocontagiosas, así mismo disminuir la morbilidad y mortalidad infantil, tal como lo demuestran la OMS (Organismo Mundial de la salud) y la OPS Organismo Panamericano de la Salud). Para lo profesional, apenas contribuye un reto poder plantear soluciones mediante Proyecto de Infraestructura de saneamiento Básico Ambiental, dentro de una Economía sustentable.

1.2 Exploración preliminar orientando la investigación

El presente trabajo de tesis pretende desarrollar el “**Sistema de agua potable de los centros poblados de Miraflores y Pucallpa**”, Satisfacer la demanda de agua potable para las comunidades de los Centros Poblados de Miraflores y Pucallpa (Incluido como anexo la localidad de progreso), equivalente a un Caudal Promedio Anual de 2.506 lt/seg., para una población proyectada al año 2036 de 2,749 personas. (Ver memoria de cálculo anexo), a través de la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable con captación en la quebrada Guineo (a 700 m. aguas arriba de la desembocadura en el Río Huallaga) y derivado por bombeo para su tratamiento. La unidad de medida que se utilizará será el número de personas satisfechas (personas/año).

Generar un ambiente salubre en las comunidades de los Centros Poblados de Miraflores y Pucallpa a través de la implementación de letrinas con tanque Biodigestores, a fin de aminorar el impacto ambiental y la degradación de los recursos naturales.

1.3 Aspectos generales de estudio

1.3.1 Ubicación geográfica



Figura 1: Ubicación del Perú en Sudamérica

Figura 2: Ubicación de San Martín en el Perú

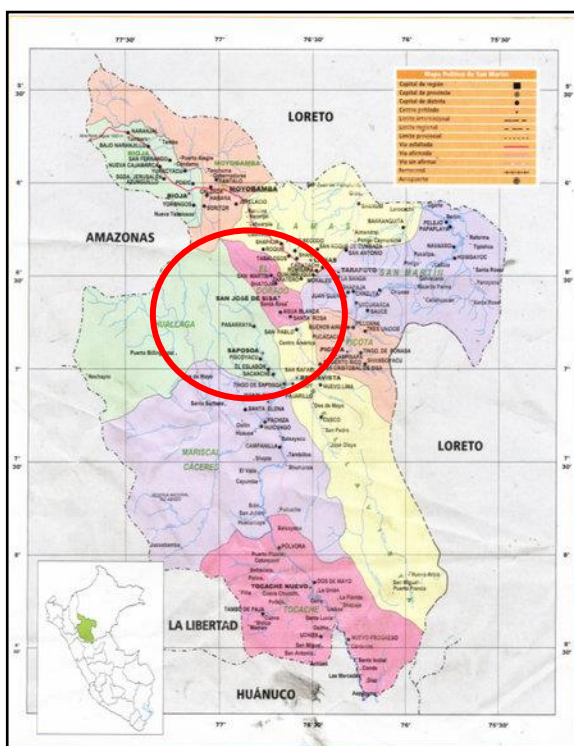


Figura 3: Ubicación de Huimayoc en San Martín - Perú

1.3.2 Clima

La carretera, que es materia del presente proyecto se localiza en una zona húmeda tropical en plena selva alta. Las precipitaciones pluviales en la cercanía de la carretera están regidas por patrones estacionarias con intensidades de media a alta en los periodos lluviosos, presentándose con mayor frecuencia en los meses de Enero, Febrero, Julio y Abril. Con temperaturas medias de 31°C.

1.3.3 Área de influencia

Área de Influencia del Proyecto

Los centros poblados de Miraflores y Pucallpa, se encuentran *ubicadas en el distrito de Huimbayoc, provincia y departamento de San Martín*, dentro de las coordenadas geográficas 6°13'00" de latitud sur y 75°48'30" de latitud oeste. Está situada a 5 Km. de la localidad de Papaplaya y 130 Km. del distrito de Pongo de Caynarachi. Posee una altitud de 190 msnm.



Figura 4: Plaza central del C.P. de Miraflores



Figura 5: Plaza central del C.P. de Pucallpa

La principal actividad económica de estas localidades, es la agricultura y ganadería para autoconsumo y venta a las comunidades cercanas (Chazuta y Yurimaguas), siendo el café, cacao, naranjas, arroz y plátanos los productos que presentan una mayor producción.



Figura 6: Sector de cultivo de plátano en el C.P. de Pucallpa

Ambos Centros Poblados cuenta con Puestos de Salud para la atención en primera instancia, el mismo que pertenece a la Red de Salud de Pongo Isla, para lo cual últimamente la Municipalidad Distrital Huimbayoc en compromiso con la Municipalidad Distrital de Navarro han adquirido una ambulancia para la evacuación hasta éste destinado en caso de presentarse emergencias en los pacientes atendidos.



Figura 7: Puesto de Salud del C.P. de Pucallpa



Figura 8: Puesto de Salud del C.P. de Miraflores

Actualmente llegar a la Localidad de Huimbayoc solo se puede hacer a través del transporte fluvial, existiendo dos alternativas al momento:

1.3.4 Accesibilidad

Tarapoto – Yarina – Huimbayoc

Se parte de la Ciudad de Tarapoto hacia la localidad de Yarina (3 horas de Viaje) a través de la carretera a Yurimaguas, tomando el desvío hacia la localidad de Barranquita a la altura de Pongo Isla. De Barranquita se sigue la carretera hacia Papaplaya y Pelejo, para luego llegar a Yarina.

Estando en Yarina, el desplazamiento se realiza por vía fluvial hacia la localidad de Huimbayoc, a través de deslizadores (30 minutos de viaje), canoas (4 horas de viaje) o peque peque (45 minutos de Viaje).

Tarapoto – Chazuta – Huimbayoc

Se parte de la Ciudad de Tarapoto hacia la Carretera Marginal Sur, tomando el desvío hacia la localidad de Shapaja a la altura del Puente Colombia. De Shapaja se sigue la carretera hacia Chazuta (2 horas de viaje).

Estando en Chazuta, el desplazamiento se realiza por vía fluvial hacia la localidad de Huimbayoc, a través de deslizadores (3 horas de viaje) o peque peque (5 Horas de Viaje).

1.3.5 Características socio económicas

El centro poblado de Miraflores cuenta con la Institución Educativa Integrada N°0054 y el Centro Poblado de Pucallpa con la Institución Educativa Integrada N°0055 “Segundo Leonardo Chujandama Huamán”. Todas cuentan con asignaciones presupuestales anuales con los que cubren los gastos de pago de docentes y parte del gasto de mantenimiento y operación de los centros educativos.



Figura 9: I.E. Integrado N°0055 del C.P. de Pucallpa



Figura 10: Niñez del C.P. de Miraflores

El clima que presenta corresponde a la de ceja de selva, ligeramente húmedo y cálido, con lluvias de mayor frecuencia e intensidad en épocas de invierno (Noviembre a Abril).

Además, posee las siguientes características climatológicas:

Precipitación Media Anual	:	1,205 mm.
Precipitación Máxima Mensual	:	197 mm.
Temperatura Máxima	:	34°C
Temperatura Media	:	26-35°C
Humedad Relativa	:	80%
Velocidad del viento	:	20-80 m/seg.



Figura 11: Se aprecia la toma de muestra del agua que actualmente se abastece en el C.P. de Pucallpa

Identificación de la Población Afectada por el Problema

La población directamente afectada por el problema está conformada por los habitantes de los **Centros Poblados de Miraflores y Pucallpa del Distrito de Huimbayoc**; localidades que se encuentran en la cuenca del Bajo Huallaga, zona con los índices económicos más bajos de la Región de San Martín.

En la tabla 1 se puede apreciar que actualmente la cantidad de habitantes de los *centros poblados de Miraflores y Pucallpa es de 1,843 habitantes*, de los cuales 44.38% son mujeres.

Tabla 1

Población directamente beneficiada año 2011

Centro Poblado	Total	Mujeres	Varones
Miraflores	882	400	482
Pucallpa	961	418	543
Total	1843	818	1025

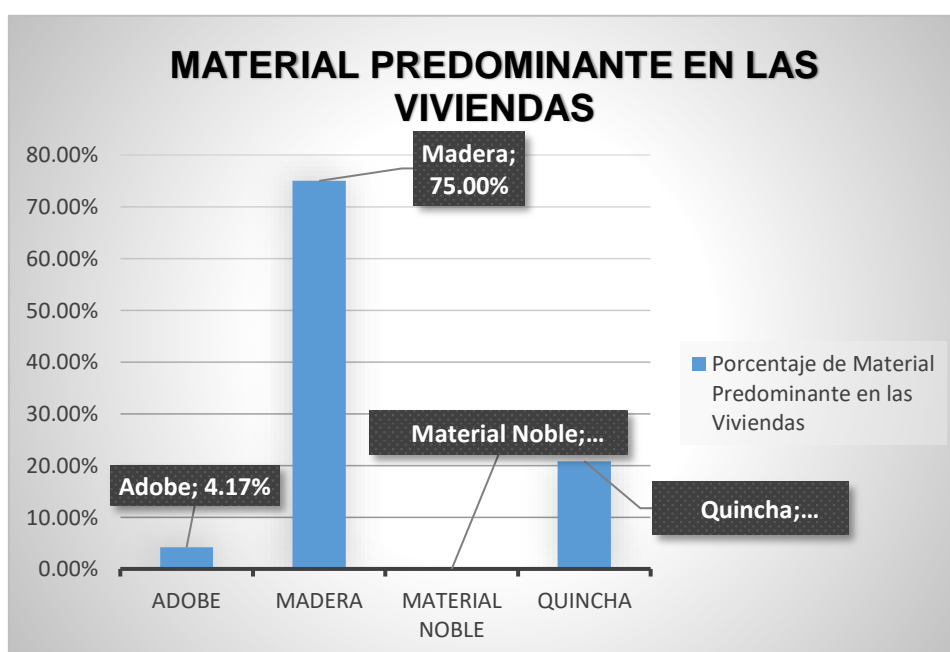
Fuente: Municipalidades de los C.P. de Miraflores y Pucallpa

Del mismo modo, se ha realizado las indagaciones en campo a través de encuestas a la población afectada, habiendo entrevistado **a 24 familias entre los C.P. de Miraflores y Pucallpa**, cuyos resultados a continuación se han a conocer:

En la tabla 2 se puede observar que el 75% de las familias tienen viviendas de madera, mientras que el 20.83% de las familias tienen viviendas de quincha. Se ha podido observar que solo los locales de entidades públicas son construidos de material noble (ladrillo y bases de concreto).

Tabla 2*Material predominante en las viviendas*

Descripción	Material de predominante de las viviendas				Total
	Adobe	Madera	Material Noble	Quincha	
Número Viviendas Muestreadas	1	18	0	5	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	4.17%	75.00%	0.00%	20.83%	100.00%

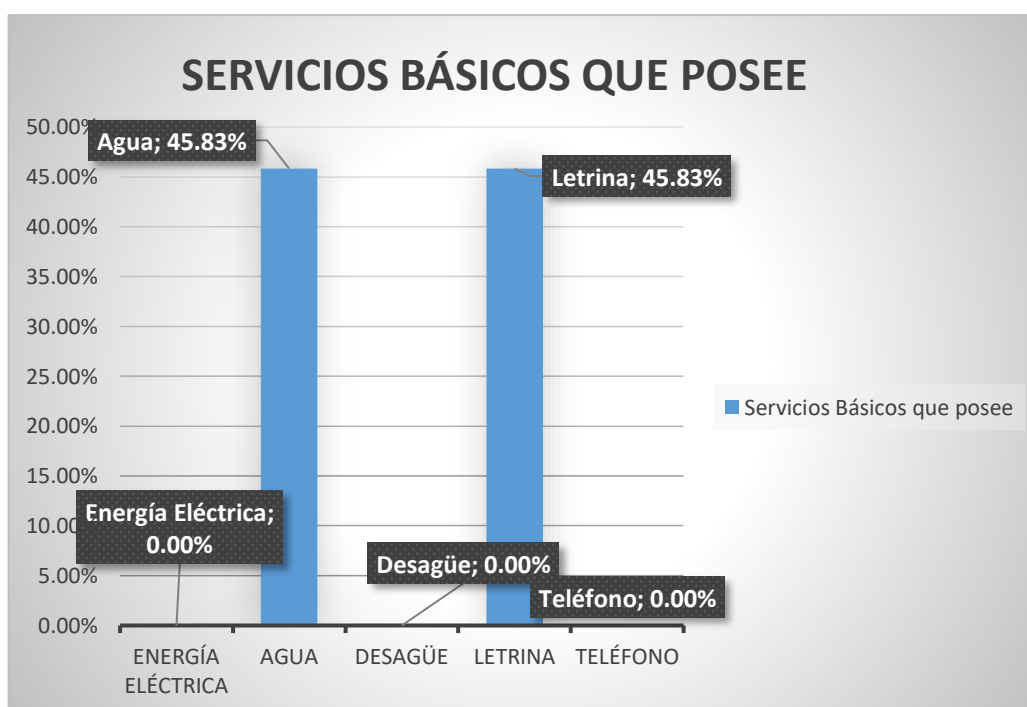


Fuente: Encuesta propia

En la tabla 3, se puede observar que solamente el 45.83% de las viviendas tienen abastecimiento de agua (no potable), y esa misma cantidad es la que tiene letrinas. Es importante mencionar que la cantidad de familias que tienen conexión a red de agua, son en su totalidad del C.P. de Pucallpa, mientras que los que tienen letrinas son en su totalidad viviendas del C.P. de Miraflores.

Tabla 3*Servicios que cada familia posee*

Descripción	Servicios Básicos que posee					Total
	Energía Eléctrica	Agua	Desagüe	Letrina	Teléfono	
Número Viviendas Muestreadas	0	11	0	11	0	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	0.00%	45.83%	0.00%	45.83%	0.00%	100.00%

**Fuente:** Encuesta Propia

En la tabla 4, se observa que, dentro de las familias muestreadas, se ha podido determinar que el 38.46% de la población trabaja, generalmente conformada por los padres o responsables de familias. Los trabajos comunes en las familias están relacionados a las actividades agropecuarias y agrícolas, siendo el cultivo de plátanos, cacao, naranjas, aguajes y la crianza de ganado vacuno, porcino y aviaries los más comunes en el sector del distrito de Huimbayoc.

Tabla 4*Ratio laboral en los C.P. de Miraflores y Pucallpa*

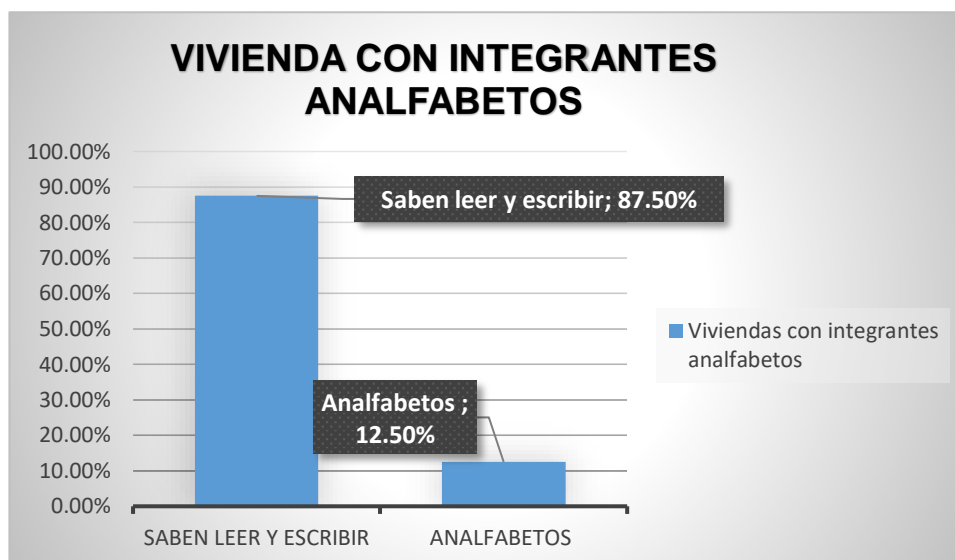
Descripción	Ratio Laboral por familia		Total
	Personas que actualmente laboran	Personas que actualmente no laboran	
Número integrantes de las familias encuestadas	35	56	91
Porcentaje de integrantes de las familias encuestadas	38.46%	61.54%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5, se puede observar que en la actualidad la cantidad de personas que no saben leer y escribir ha disminuido en comparación por años anteriores. Solo una población correspondiente al 12.50% afirmaron que aún son analfabetos.

Tabla 5*Porcentaje de Analfabetos en los C.P. de Miraflores y Pucallpa*

Descripción	Viviendas con integrantes analfabetos		Total
	Viviendas con todos sus integrantes que saben leer y escribir	Viviendas con integrantes analfabetos	
Número Viviendas Muestreadas	21	3	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	87.50%	12.50%	100.00%



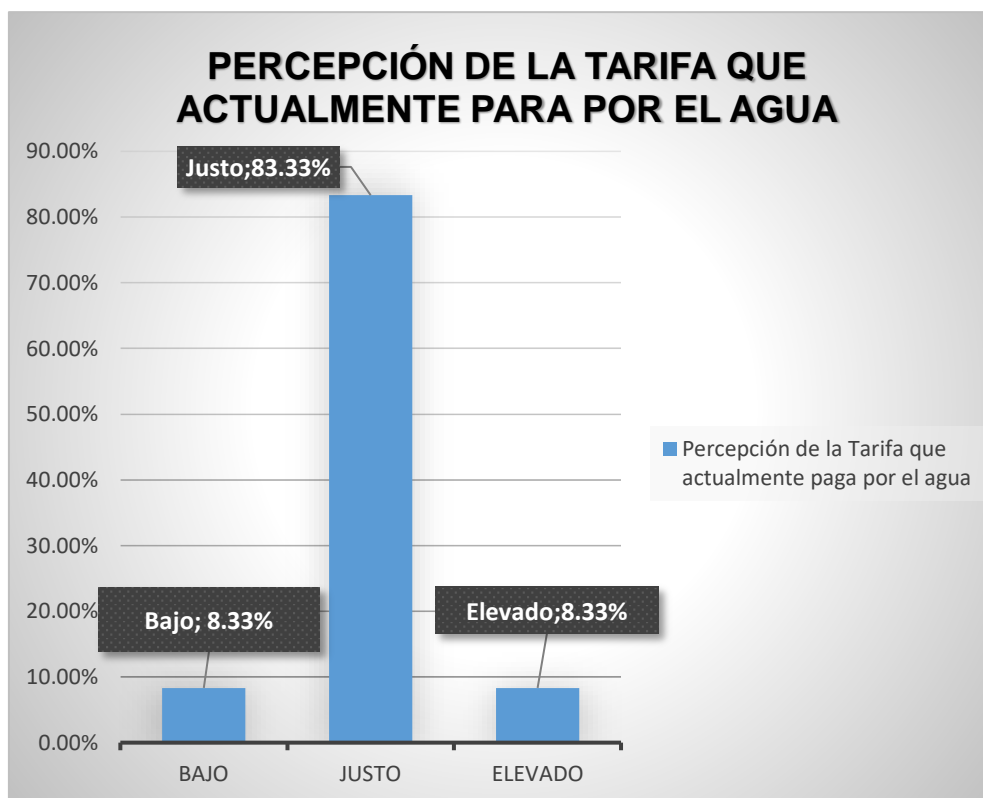
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 6, se ha podido pedir de la población encuestada acerca de su apreciación respecto al pago que actualmente hacen por el servicio de agua. En este caso, los únicos que respondieron fueron las familias del C.P. de Pucallpa, pues como se ha mencionado en el C.P. de Miraflores no existe sistema de abastecimiento de agua. El 41.67% de los encuestados afirma que el precio que pagan es justo.

Tabla 6

Apreciación del pago actual de agua potable.

Descripción	El precio que actualmente paga por el agua es?			Total
	Bajo	Justo	Elevado	
	Número Viviendas Muestreadas	2	20	
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	8.33%	83.33%	8.33%	100.00%



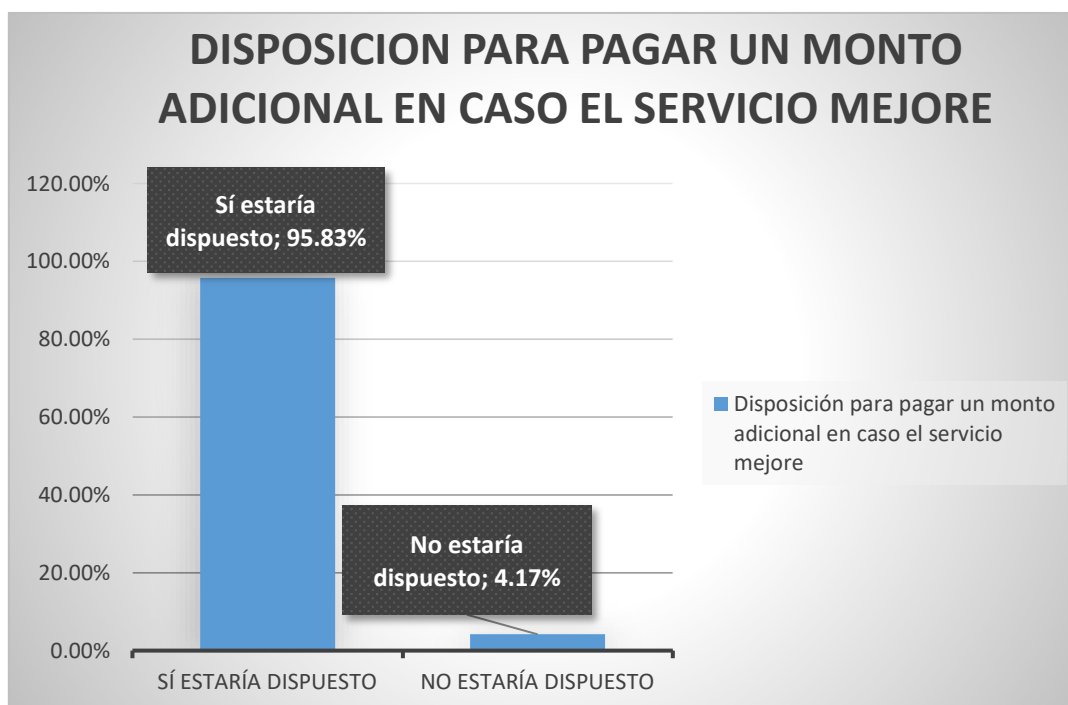
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 7, se aprecia que a las familias del C.P. de Miraflores fueron preguntados acerca de las posibilidades de pagar un monto adicional en caso que la calidad del servicio de abastecimiento de agua mejore. En este caso el 95.83% de las familias encuestadas han afirmado que si están dispuestos a pagar un monto adicional.

Tabla 7

Apreciación en caso mejore el servicio

Descripción	Si mejora el servicio del agua estaría dispuesto a pagar un monto adicional?		Total
	Si estaría dispuesto	No estaría dispuesto	
	Número Viviendas Muestreadas	23	
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	95.83%	4.17%	100.00%



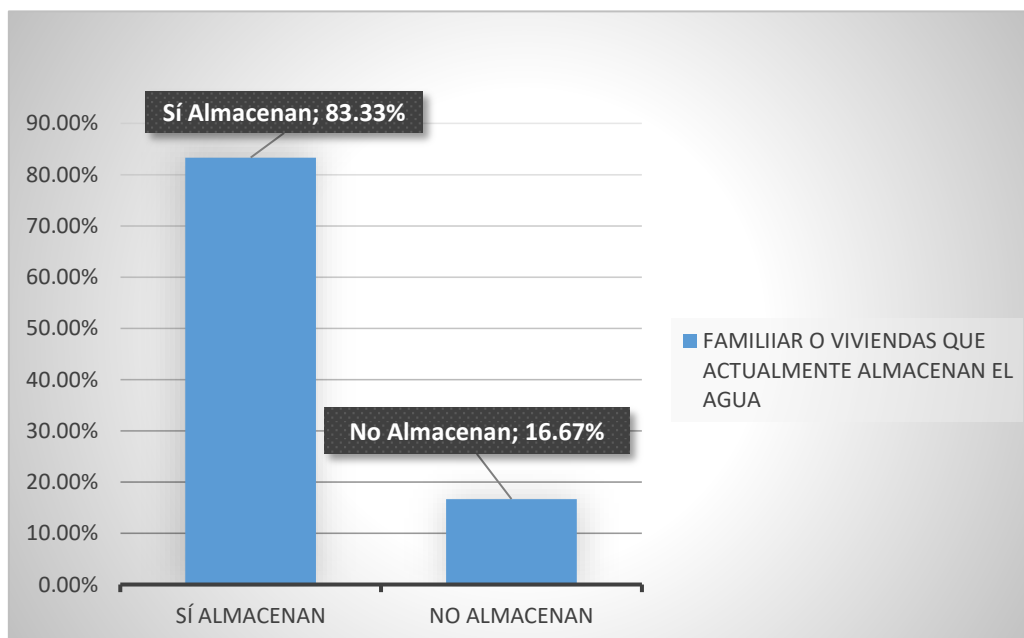
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 8, se aprecia que actualmente el 83.33% de la población encuestada aun almacenan agua. Esto debido principalmente a que el agua que utilizan es insuficiente. En el paso del C.P. de Miraflores se ven obligados a acarrear y almacenar de manera constante ya que no existe un sistema de abastecimiento de agua. Mientras las familias del C.P. de Pucallpa tienen que almacenar en los periodos de estiaje, que en algunos casos dura hasta 3 meses.

Tabla 8

Acerca del almacenamiento de agua

Descripción	Almacenan el agua?		Total
	Si almacenan	No Almacenan	
Número Viviendas			
Muestreadas	20	4	24
Porcentaje de Viviendas			
Muestreadas	83.33%	16.67%	100.00%



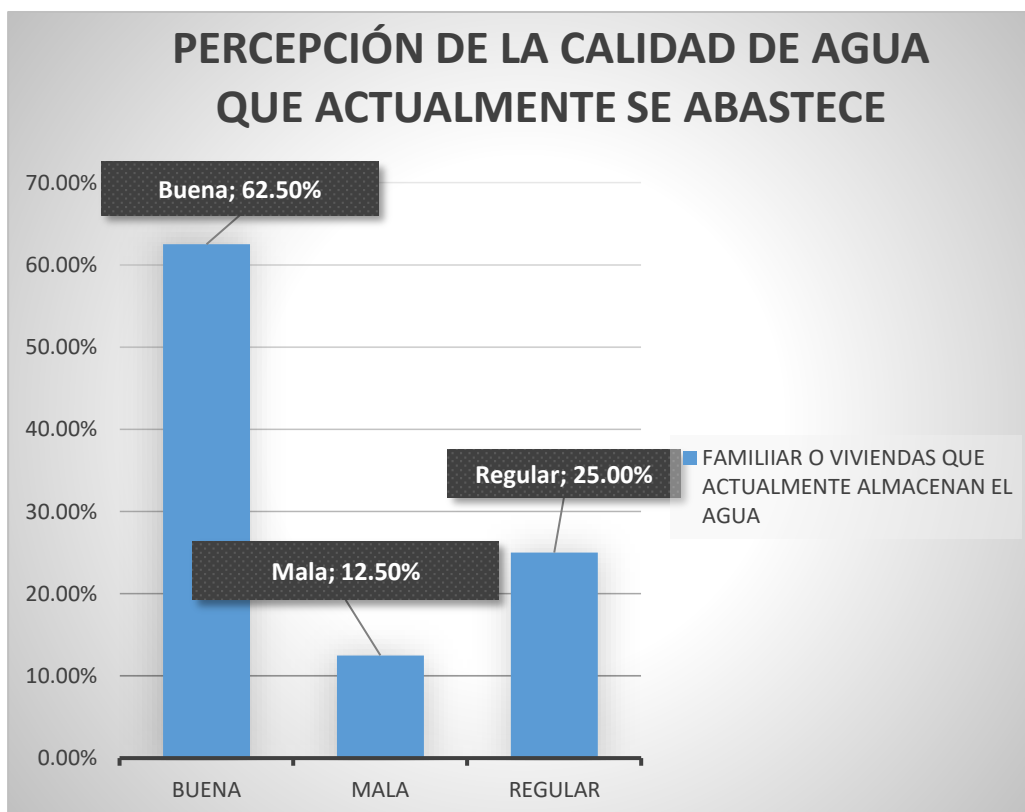
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 9, la población encuestada a manifestado su opinión respecto a su percepción de la calidad del agua del cual se abastecen. El 61.50% de los encuestados han manifestado que la calidad del agua es buena.

Tabla 9

Calidad del Agua que se abastecen

Descripción	Percepción de la calidad del agua que actualmente abastecen			Total
	Buena	Mala	Regular	
Número Viviendas Muestreadas	15	3	6	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	62.50%	12.50%	25.00%	100.00%



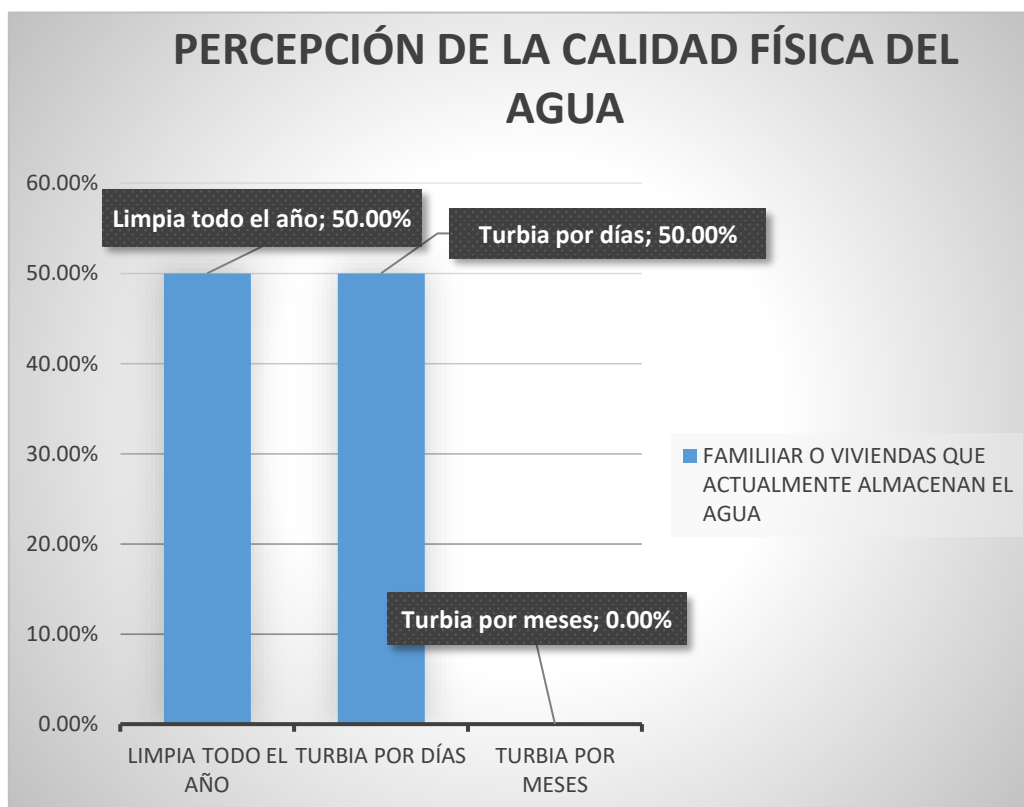
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 10, se ha pedido a la población encuestada que nos brinden su apreciación respecto a la calidad física del agua. El 50% de la población afirma que el agua que se abastecen es limpia todo el año. Mientras que el 50% restante afirma que el agua viene turbia por días.

Tabla 10

Calidad del Agua que se abastecen

Descripción	Percepción de la calidad física del agua			Total
	Limpia todo el año	Turbia por días	Turbia por meses	
Número Viviendas				
Muestreadas	12	12	0	24
Porcentaje de Viviendas				
Muestreadas	50.00%	50.00%	0.00%	100.00%



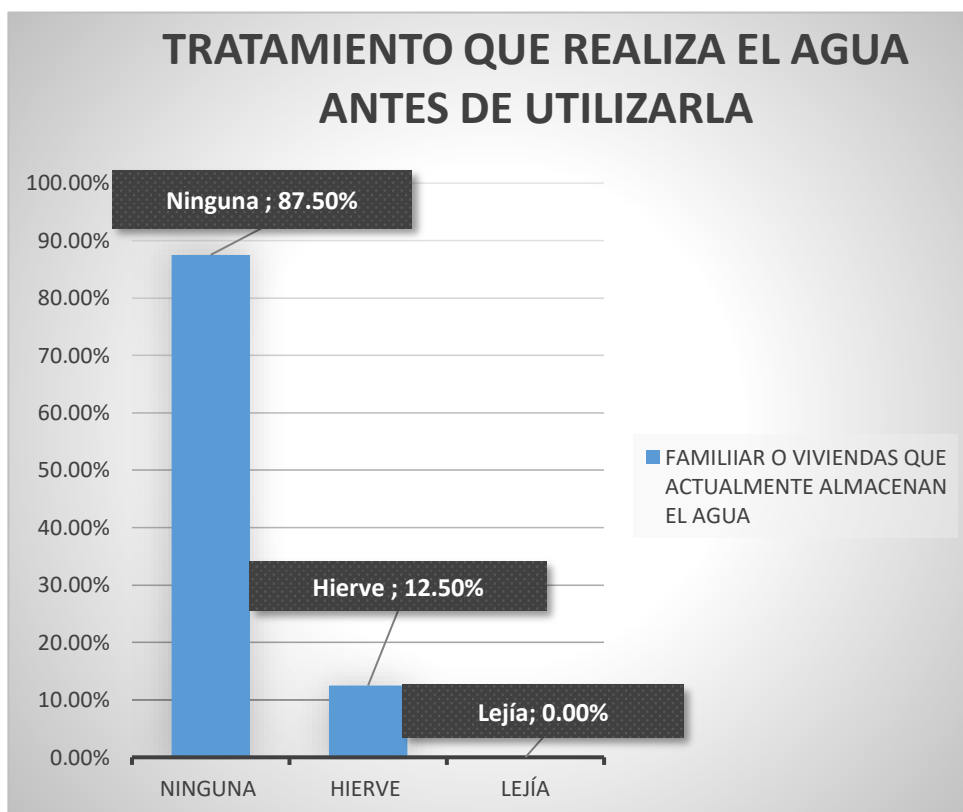
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 11, las familias encuestadas han brindado su opinión respecto al tratamiento que hacen al agua antes de utilizarla. El 87.50% de las familias encuestadas afirman que no hacen ningún tratamiento previo, antes de utilizar el agua (incluso previo a beberlo). Solo el 12.50% de los encuestados afirman que si hierven el agua antes de utilizarlo.

Tabla 11

Tipo de Tratamiento que hacen previo a utilizarlo

Descripción	Tratamiento que realiza al agua antes de utilizarla			Total
	Ninguna	Hierve	Lejía	
Número Viviendas Muestreadas	21	3	0	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	87.50%	12.50%	0.00%	100.00%



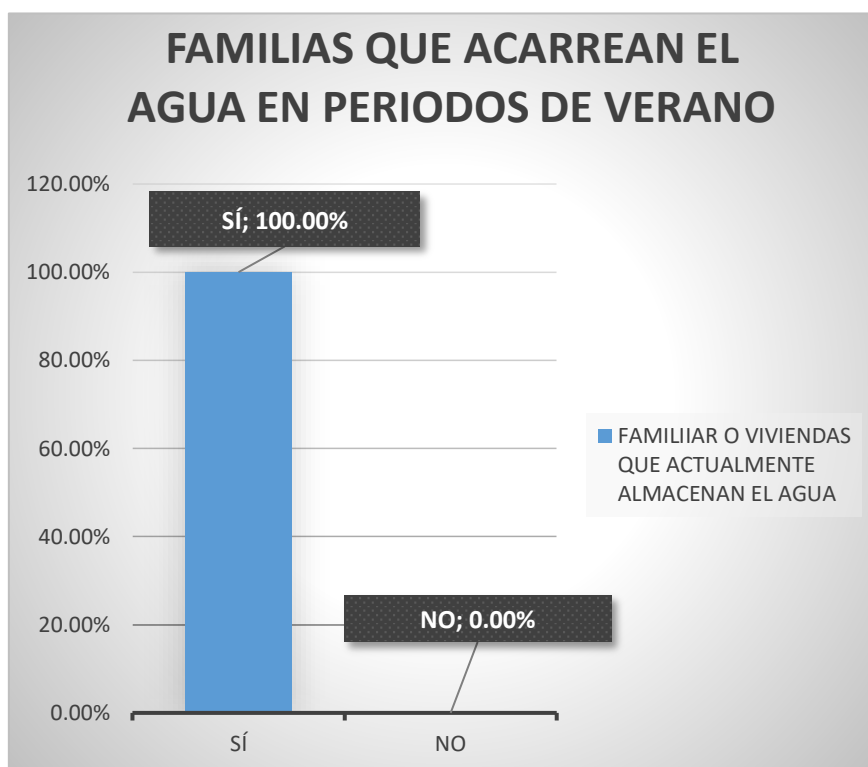
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 12, el 100% de las familias encuestadas han afirmado que en época de verano se ven obligados de acarrear agua de otras fuentes de abastecimiento, principalmente de chorros o pozos subterráneos. Esta situación genera atraso y pérdidas de tiempos, no permitiendo el desarrollo social ni económico de la comunidad.

Tabla 12

Acarreo de agua en época de verano

Descripción	En época de verano, Acarrea el agua de otra fuente?		Total
	SI	NO	
	Número Viviendas Muestreadas	24	
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	100.00%	0.00%	100.00%



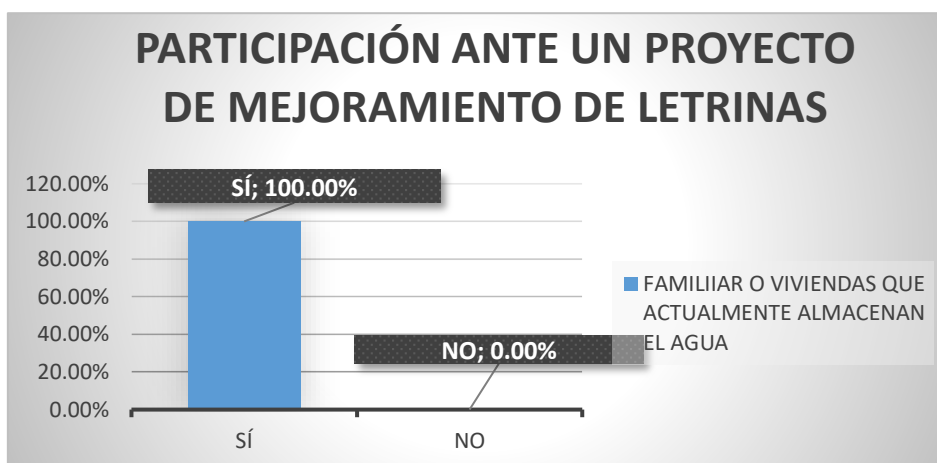
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 13, el 100% de las familias encuestadas han afirmado que estarían dispuestos a participar en algún proyecto de mejoramiento de letrinas. Como se ha mencionado anteriormente en ninguno de los centros poblados existe un tratamiento eficiente de las aguas residuales generándose focos contaminantes que pueden afectar principalmente a niños y ancianos.

Tabla 13

Participación en proyecto de mejoramiento de letrinas

Descripción	Participaría en un proyecto para el mejoramiento de letrinas		Total
	SI	NO	
Número Viviendas Muestreadas	24	0	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	100.00%	0.00%	100.00%



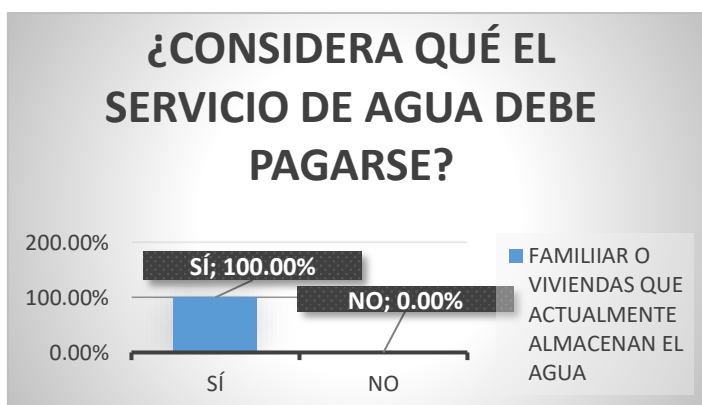
Fuente: Encuesta propia

En la tabla 14, el 100% de las familias encuestadas han afirmado que consideran que el agua es un servicio que debe pagarse, lo que muestra su compromiso en el pago, a fin de asegurar el mantenimiento y operación del sistema.

Tabla 14

Consideración acerca del pago del servicio de agua.

Descripción	¿Considera que el servicio de agua debe pagarse?		Total
	SI	NO	
Número Viviendas Muestreadas	24	0	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	100.00%	0.00%	100.00%

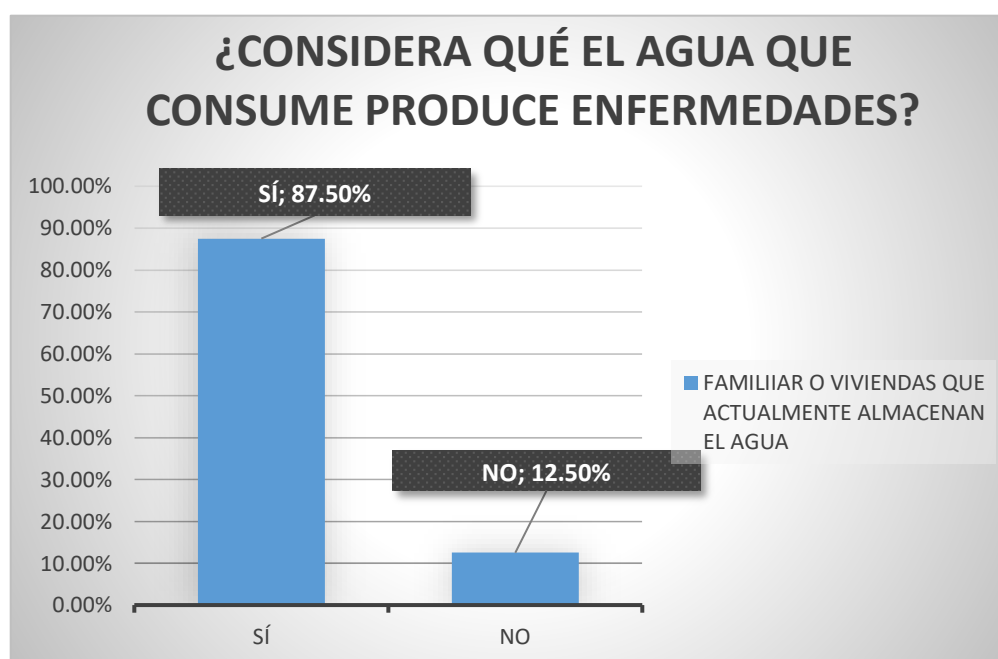


Fuente: Encuesta propia

En la tabla 15, el 87.50% de las familias encuestadas han afirmado que consideran que el agua que actualmente consumen pueden ocasionarles algún tipo de enfermedades.

Tabla 15*Consideración acerca del agua*

Descripción	¿CONSIDERA QUE EL AGUA QUE CONSUME PRODUCE ENFERMEDADES?		Total
	SI	NO	
	Número Viviendas Muestreadas	21	
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	87.50%	12.50%	100.00%

**Fuente:** Encuesta propia

En la tabla 16, el 50% de las familias encuestadas han presentado entre sus miembros enfermedades del tipo diarreico. Así como el 45.83% de las familias encuestadas manifiestan que en los últimos meses algunos de sus miembros han padecido de enfermedades parasitosis.

Tabla 16*Enfermedades que últimamente afectan a las familias*

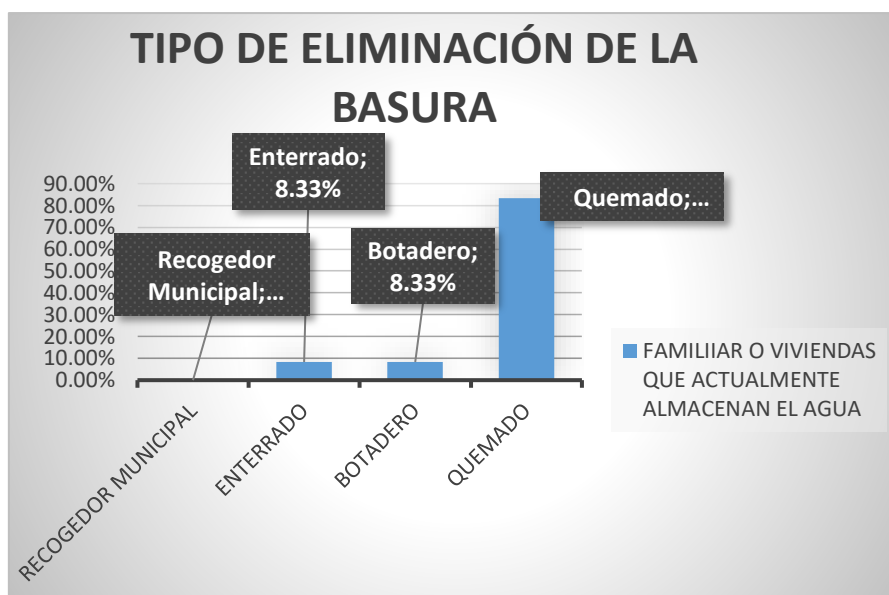
Descripción	¿Qué tipo de enfermedades ha afectado últimamente a su familia?						TOTAL
	Diarreicas	Infecciones	Parasitosis	Dermatológicas	Ópticas	Otras	
Número Viviendas Muestreadas	12	0	11	1	0	0	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	50.00%	0.00%	45.83%	4.17%	0.00%	0.00%	100.00%

Fuente: Encuesta propia

En la tabla 17, el 83.33% de las familias encuestadas han manifestado que eliminan sus residuos sólidos a través del quemado. Esta situación genera una grave contaminación ambiental en esta zona de Huimbayoc. Lamentablemente esto es una costumbre en la comunidad de la zona del proyecto.

Tabla 17*Tipo de eliminación de la basura*

Descripción	Tipo de eliminación de la basura				Total
	Recogedor Municipal	Enterrado	Botadero	Quemado	
Número Viviendas Muestreadas	0	2	2	20	24
Porcentaje de Viviendas Muestreadas	0.00%	8.33%	8.33%	83.33%	100.00%



Fuente: Encuesta propia

Breves características socioeconómicas y culturales de la población directamente afectada.

Orografía: Suelo y Sub suelo

El terreno es relativamente accidentado. El suelo tiene una riqueza extraordinaria en sustancias orgánicas que la hace ideales para la agricultura. El sub suelo presenta grandes cantidades de arcillas que son aprovechados por el hombre, para la elaboración de ladrillos, tejas y tapiales. Se detecta nivel freático alto.

Hidrografía

Los ríos en esta parte de la selva son sinuosos y llegan a convertirse en una sucesión interminable de meandros, siendo el río principal el Huallaga.

En épocas de grandes avenidas se vuelven navegables para embarcaciones menores. Debemos tener presente que el manejo adecuado de las cuencas es vital en la región, pues asegura el óptimo manejo de los recursos naturales sin producir depredación ni impacto ambiental.

Desarrollo

La comunidad de sanmartinense está en constante evolución social, cultural y económica, mediante la movilización de sus recursos humanos y materiales.

Gravedad de la situación negativa que se intenta modificar

Como se ha mencionado anteriormente en el centro poblado de Miraflores no existe un sistema adecuado de abastecimiento de agua potable en la zona. El terreno donde se encuentra ubicado el C.P. de Miraflores presenta una topografía accidentada, con una **altura media de 215.00 msnm.**, lo que no permite actualmente abastecerla de agua por gravedad a través de quebradas cercanas, ya que las que tienen el caudal adecuado se encuentran a una altura media menor.

La eliminación de aguas residuales comúnmente se realiza en las huertas de cada vivienda, a través del *libre escurrimiento* (eliminación de aguas servidas de lavaderos), y a través de *pozos sépticos* (para la eliminación de las excretas), pero lamentablemente éstos se convierten en focos de contaminación ya que no se realiza ningún tratamiento, afectando principalmente a los niños y ancianos.

Del mismo modo, el *C.P. de Pucallpa, tiene un sistema de abastecimiento de agua de la quebrada Pucurarca*, el mismo que en los periodos de estiaje no existe el caudal suficiente para abastecer a dicha localidad ni a su anexo denominado *Progreso*, donde existen alrededor de 38 familias, que padecen las mismas necesidades.

Así mismo en el Centro Poblado de Pucallpa *ninguna familia cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales*, debido que el terreno donde se encuentra ubicado no permite la construcción de pozos sépticos, ya que el nivel freático de las aguas subterráneas se encuentra alto. Por este motivo la eliminación de excretas se debe hacer al aire libre en los alrededores de dicha comunidad, siendo esto un foco alarmante de contaminación para la misma población.

Análisis de peligros en la zona afectada

Según información brindada por el *Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI* y las comunidades del distrito de Huimbayoc se encuentran en *Zona de Peligro Alto*, debida principalmente a las características climatológicas y Geológicas de la zona del proyecto (Zona de Inundaciones)

Por ello, el estudio definitivo deberá contemplar todos los estudios y ensayos necesarios para no generar una infraestructura vulnerable a tales características propias del sector.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema

2.1.1 Antecedentes del problema

Principalmente la comunidad del Centro Poblado de Miraflores no cuenta con un sistema de abastecimiento en condiciones adecuadas para su funcionamiento. En el año 2005, a través de la Municipalidad Distrital de Huimbayoc, se ejecutó un proyecto de abastecimiento de agua cuya captación se encontraba a 12km. de distancia de la localidad (en la parte alta de la quebrada Guineo), el mismo que inimaginablemente solo funcionó 5 horas desde su puesta en marcha, ya que la mala ejecución de la obra, sumada a la inoportuna utilización de materiales de construcción de mala calidad hicieron que dicho sistema colapsara y a que la fecha las autoridades de aquel entonces no hay hecho nada por rehabilitar dicha situación.

En una visita realizada a lo largo de la red principal de abastecimiento del agua, desde la Captación hasta el Centro Poblado de Miraflores, se ha podido apreciar que gran parte de la tubería instalada (Diámetro de aproximadamente 15mm.) ya no existe, debido principalmente a actividades ilegales de quemado de los bosques realizados por agricultores foráneos en estos sectores. Así mismo, los sedimentadores y filtros se encuentran totalmente deteriorados por la falta de mantenimiento, situación que hace difícil la rehabilitación de dichas estructuras hidráulicas. Además en los últimos años, la población del Centro Poblado de Miraflores, ha percibido que en la parte alta de la quebrada Guineo, existe un caudal muy bajo que en periodo de estiaje prácticamente es nula, el mismo que dura en ocasiones hasta tres meses.

Por otra parte el Centro Poblado de Pucallpa cuenta actualmente con un sistema de abastecimiento de agua a través de una captación en la parte alta de la Quebrada Pucamarca que abastece de agua a cada vivienda del centro poblado, incluido los anexos de las localidades de Progreso (perteneciente a C.P. de Pucallpa) y Solterito (perteneciente a C.P. de Pongo Isla). Lamentablemente tal como se han percibido los pobladores de Miraflores, acá también se ha detectado que en periodo de estiaje, el abastecimiento de agua se reduce hasta prácticamente ser nula. Dichos periodos pueden durar entre 2 y 3 meses.

Otro problema detectado es que el actual sistema de abastecimiento de agua no garantiza la eliminación de los sedimentos o sólidos en suspensión en su totalidad: el 50.00% de la población encuestada afirma que el agua presenta turbidez varios días por año, mientras que el 37.50% asegura que el agua que consumen les causa algún tipo de enfermedades.

Es por este motivo que los actuales sistemas de abastecimiento de agua de los mencionados centros poblados, han quedado obsoletos, siendo necesario construir un sistema de abastecimiento de agua cuya fuente garantice contar con agua suficiente para la proyección proyectada para los próximos 20 años, con la calidad respectiva.

Inadecuado tratamiento de aguas servidas.

De acuerdo a lo que se ha podido presenciar, en los Centro Poblados de Miraflores y Pucallpa, no existe un tratamiento adecuado de las aguas servidas. El 100% de las familias encuestadas eliminan las aguas provenientes de la limpieza (lavaderos) en las huertas, es decir sobre la misma superficie donde la población desarrolla sus labores diarias; esta situación genera contaminación directa a la comunidad, ya que no es derivada o llevada a una planta de tratamiento adecuada.

En el Centro Poblado de Miraflores, la mayoría de las familias cuentan con letrinas, pero percibiéndose que los mismos no se encuentran en estado adecuado de mantenimiento, situación que ha generado cuadros infecciones en la población, siendo las diarreas y parasitosis las enfermedades que mayormente atacan a la niñez y ancianos de dicha comunidad. Es preciso indicar que dichas letrinas se encuentran, en su mayoría, ubicadas en las huertas de dichas viviendas.

Una situación particular es lo que se presenta en el Centro Poblado de Pucallpa y su anexo, la localidad de Progreso, ya que la ninguna familia en dicho sector cuenta con desagüe ni con letrinas. Se ha apreciado que el nivel freático en dichos sectores es alto (se ha detectado agua freática a 0.50m. de profundidad), esto ha hecho que la población no pueda excavar letrinas o pozo sépticos para la eliminación de excretas. Lamentablemente, cada integrante de las familias se ve en la obligación de hacer sus necesidades fisiológicas en el aire libre, en la vegetación que existe alrededor de la zona, generándose cuadros infecciones que afectan principalmente a la niñez y a los ancianos.

2.1.2 Planteamiento del problema

El problema principal radica en la falta de abastecimiento de agua potable en forma permanente en el sector Miraflores y Pucallpa y el mejoramiento de las redes de abastecimiento de agua potable, considerando el crecimiento poblacional del sector determinado por la Municipalidad de Huimbayoc.

¿De qué manera el diseño del sistema de agua potable propiciará la erradicación de las enfermedades infectocontagiosa?

2.1.3 Delimitación del problema

Nuestro problema está delimitado en proceder a satisfacer los servicios de agua potable en las localidades de Miraflores y Pucallpa.

2.1.4 Formulación de problema

¿El diseño del sistema de agua potable de las localidades de Miraflores y Pucallpa, mejorará el incremento de una mejor calidad de vida?

2.2 Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Diseñar el Sistema de Agua Potable de las Localidades de Miraflores y Pucallpa Distrito de Huimbayoc con las normas Técnicas actuales.

2.2.2. Objetivos específicos

Obtener información de los pobladores, mediante censos y encuestas.

Realizar los estudios básicos de ingeniería: Topografía y mecánica de suelos.

Determinar los parámetros de diseño.

Realizar el diseño hidráulico que conforman el sistema de abastecimiento de agua.

Presentar los planos respectivos del proyecto de tesis.

2.3 Justificación

Justificación académica: El proyecto de tesis se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías para realizar el diseño hidráulico del Sistema de Agua.

Justificación Técnica: El presente proyecto está orientado al diseño de las estructuras de Captación, Reservorio, Línea de Conducción; se utilizarán tecnología concordante con el RNE.

Justificación social: El proyecto se justifica socialmente porque proporcionará una alternativa de solución del Sistema Agua Potable, en condiciones de salubridad con un Impacto ambiental sostenible.

2.4 Marco teórico y conceptual

2.4.1. Estudio de Campo y Recopilación de Información

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

a) 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.

b) 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.

c) 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), Para realizar con éxito esta actividad se debe recopilar información sobre consumo actual, reconocimiento y selección de la fuente.

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.

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

fuelle 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. Topografía

Pittman (1997), 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.

2.5.2.1.2.3. Tipo de Suelo

Pittman (1997), 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.

2.5.2.1.2.4. Clima

Pittman en su libro "Agua potable para poblaciones rurales-Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento", 1997, nos menciona que registrar la información climática es importante porque permitirá una adecuada planificación de las actividades y mayor eficiencia en el aspecto constructivo.

Finalmente es necesario recopilar la información de los meses con temporadas de lluvia y épocas de estiaje con la finalidad de programar y realizar las actividades de ejecución de las obras en los meses más favorables.

2.5.2.1.3. Información Complementaria

Pittman (1997), en su libro "Agua potable para poblaciones rurales-Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento", 1997; Se deberá recopilar información adicional como:

Nombre completo de la localidad y su ubicación política (departamento, provincia, distrito y caserío).

Mercados abastecedores de materiales, indicando los costos de materiales, las distancias en kilómetros y tiempo en las diversas vías de comunicación, servicios de transportes tanto de pasajeros como de carga, y costos de transporte por kilo.

Localizar fuentes de materiales locales de construcción tales como arena, grava, madera, etc.

Otra información necesaria sobre características particulares de la localidad.

2.5.2.2. Población de Diseño y Demanda de Agua

Pittman (1997), Las obras de agua potable no se diseñan para satisfacer solo una necesidad del momento actual, sino que deben prever el crecimiento de la población en un periodo de tiempo prudencial que varía entre 10 y 40 años; siendo necesario estimar cual será la población futura al final de este periodo. Con la población futura se determina la demanda de agua para el final del periodo de diseño.

La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros/habitante/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario. El consumo promedio diario anual servirá para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario.

El valor del consumo máximo diario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de conducción; mientras que el consumo máximo horario, es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción y red de distribución.

2.5.2.2.1 Población Futura

2.5.2.2.1.1 Periodo de Diseño

Pittman (1997), la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema. Intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones.

Para determinar el periodo de diseño se considera factores como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento.

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

Obras de captación	: 20 años
Conducción	: 10 a 20 años
Reservorio	: 20 años
: 10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años)	

Para todos los componentes, las normas generales para proyectos de abastecimiento de agua potable en el medio rural del Ministerio de Salud recomiendan un periodo de diseño de 20 años.

2.5.2.2.1.2 Métodos de Calculo

Pittman (1997), nos muestra Los métodos más utilizados en la estimación de la población futura que a continuación se detalla:

a) Métodos analíticos

Presuponen que el cálculo de la población para una región dada 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 estos se han medido. Dentro de los métodos analíticos tenemos el aritmético, geométrico, de la curva normal, logístico, de la ecuación de segundo grado, el exponencial, de los incrementos y de los mínimos cuadrados.

b) Métodos comparativos

Son aquellos que mediante procedimientos gráficos estiman valores de población, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

En este caso para determinar la población, se realiza un estudio socio-económico 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 analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético. Este método se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que estas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.

Entonces La población futura, se obtendrá con la fórmula siguiente:

$$Pf = Pox(1 + rxt) \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Pf : Población Futura.

Po : Población Actual

r : Tasa de Crecimiento anual por mil

t : N° de años

2.5.2.2.2. Demanda de Agua

2.5.2.2.2.1. Factores que afectan el Consumo

Pittman (1997), 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.

2.3.2.2.2.2. Análisis de la Demanda

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 18

Consumo de agua domestico

Zona Geográfica	Consumo de agua doméstico, 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 Lt/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

2.3.2.2.2.1. Criterios para la Estimación de los consumos.

a) Consumos Domésticos

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

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.

2.3.2.2.2.2. Determinación de la demanda proyectada de agua potable.

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

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

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).

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

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.

2.3.2.2.2.3. Determinación del número de letrinas.

La población beneficiaria en proyectos de letrinas sanitarias corresponde a la población que se prevé atender en el año de inicio de operaciones del proyecto; en tanto que, el número de letrinas corresponde al número de viviendas a atenderse en dicho año. Puedes incluir letrinas adicionales para establecimientos públicos como escuelas, postas sanitarias, etc.

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

$$\begin{aligned} \text{Consumo doméstico} &= \text{Población Final} \times \text{Consumo Promedio} \\ \text{Consumo Total} &= \text{Consumo doméstico} + \text{Consumo Otros Usos} \\ \text{Demanda Total} &= \text{Consumo Total} + \text{Pérdidas} \\ &25\% \quad (\text{El sistema deberá ser lo más óptimo posible}) \end{aligned}$$

2.3.2.2.2.3. Variaciones periódicas

Para suministrar eficientemente agua a la comunidad, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo.

La variación del consumo está influenciada por diversos factores tales como: tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones de clima, etc.

2.3.2.2.2.3.1. Consumo promedio (Qp)

Para el (Sistema Nacional de Inversión Pública, Marzo 2015) el consumo promedio anual se define como el resultado de una estimación per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (l/s), se define mediante la siguiente expresión.

$$Q_p \left(\frac{\text{lt}}{\text{seg}} \right) = \text{Población} \times \frac{\text{Dotación}}{86400} \dots \dots \dots (4)$$

Población : en N° de habitantes

Dotación : en lts/hab/día.

2.3.2.2.3.2. Consumo máximo diario (Qmd)

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:

$$Qmd = K1 \times Qp \dots \dots \dots (5)$$

Considerando un K1: 1.30 Según SNIP Saneamiento Básico

2.3.2.2.3.3. Consumo máximo horario (Qmh).

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:

$$Qmh = K2 \times Qp \dots \dots \dots (6)$$

Considerando un K2: 2.00 Según SNIP Saneamiento Básico

2.3.2.2.4. Diseño hidráulico del reservorio.

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.

$$Qdiseño = Qp \dots \dots \dots (7)$$

2.3.2.2.4.1. 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

(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 .

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

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:

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

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

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

Dimensiones Mínimas del Reservorio

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

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

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

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

2.5.2.3. Fuentes de abastecimiento

Pittman (1997), Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo.

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado.

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en cantidad suficiente a la población. De acuerdo a la forma de abastecimiento se consideran tres tipos principales de fuente: aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas.

2.5.2.3.1. Tipos de fuentes de agua.

Pittman (1997) en su libro "Agua potable para poblaciones rurales-Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento", (1997), hace referencia a varios tipos entre ellos tenemos:

2.5.2.3.1.1. Agua de lluvia.

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico.

2.5.2.3.1.2. Aguas superficiales.

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua.

2.5.2.3.1.2. Aguas subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares).

2.5.2.3.2. Selección del tipo de fuente.

Pittman (1997); En la mayoría de poblaciones rurales de nuestro país, existen dos tipos de fuentes de agua: superficial y subterránea. La primera representada por las quebradas, riachuelos y ríos, que generalmente conduce agua contaminada con la presencia de sedimentos y residuos orgánicos; siendo necesario plantear para su captación un sistema de tratamiento, que implica la construcción de obras civiles como bocatomas, desarenadores, cámaras de filtros e instalación de sistemas de cloración. Plantear dicha alternativa representa un costo elevado y en la mayoría de centros poblados rurales del país esta propuesta no tiene resultados satisfactorios debido principalmente al mantenimiento que requiere el sistema.

La segunda alternativa representada por manantiales localizados en agua de buena calidad, y es el tipo de fuente considerada en los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento.

2.5.2.3.2.1. Manantiales.

Se puede definir un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea. El agua del manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, estos bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie.

En el país, el Ministerio de Salud, clasifica los manantiales por su ubicación y su afloramiento. De acuerdo a lo primero, pueden ser de ladera o de fondo; y de acuerdo a lo segundo, de afloramiento concentrado o difuso.

Los manantiales generalmente se localizan en las laderas de las colinas y los valles ribereños. En los de ladera el agua aflora en forma horizontal; mientras que en los de fondo el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie. Para ambos casos, si el afloramiento es por un solo punto y sobre un área pequeña, es un manantial concentrado y cuando aflora el agua por varios puntos en un área mayor, es un manantial difuso.

2.5.2.3.3. Cantidad de agua.

La mayoría de sistemas de abastecimientos de agua potable en las poblaciones rurales de nuestro país, tiene como fuente los manantiales. La carencia de registros hidrológicos nos obliga a realizar una concienzuda investigación de las fuentes. Lo ideal sería que los aforos se efectuaran en la temporada crítica de rendimientos que corresponde a los meses de estiaje y lluvias, con la finalidad de conocer los caudales mínimos y máximos. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario (Qmd) con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, son los métodos volumétricos y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta un máximo de 10 lt/s y el segundo para caudales mayores a 10 lt/s.

2.5.2.3.3.1. Método volumétrico.

Para aplicar este método es necesario encauzar el agua generando una comente del fluido de tal manera que se pueda provocar un chorro.

Dicho método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente, se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (lt/s).

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

- Q : caudal en lt/s.
- V : Volumen del recipiente en litros.
- t : Tiempo promedio en seg.

Con la finalidad de definir el tiempo promedio, se recomienda realizar como mínimo 5 mediciones.

2.5.2.4. Cámara de Captación.

Pittman (1997), Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, en el lugar del afloramiento se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento.

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase de manantial; buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

Es importante que se incorporen características de diseño que permitan desarrollar una estructura de captación que considere un control adecuado del agua, oportunidad de sedimentación, estabilidad estructural, prevención de futura contaminación y facilidad de inspección y operación. Estas características serán consideradas en el desarrollo del

presente capítulo, donde además se presentan los tipos, diseño hidráulico y dimensionamiento de las estructuras de captación.

2.5.2.4.1. 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 constará 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.

2.5.2.4.2. Diseño Hidráulico y Dimensionamiento.

2.5.2.4.2.1. 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.

2.5.2.4.2.1.1. 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.

2.5.2.4.2.1.2. Diseño del Material Filtrante.

Se encuentra con material para capas de filtro de ½", 1" y 2 1/2 " .

Determinamos los siguientes diámetros del análisis granulométrico.

$$d_{15} \text{ suelo} = \text{no presenta}$$

$$d_{85} \text{ suelo} = 0.220 \text{ mm}$$

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:

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

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

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: Pérdida de energía sufrida por el flujo en el desplazamiento L.
- L : Longitud total del filtro.

Coeficiente de Permeabilidad (K)

Tabla 19

Coeficiente de permeabilidad (K)

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: Elaboración propia.

Dimensionamiento de los Estratos de los Filtros

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

$$b3 = 0.40 \text{ m} \quad (\text{arena media})$$

$$b3 = 0.30 \text{ m} \quad (\text{Grava Fina})$$

$$b1 = 0.30 \text{ m} \quad (\text{Grava Gruesa})$$

$$L = 1.00 \text{ m}$$

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.

$$\frac{1}{Kv} = \frac{1}{L} \sum \frac{bc}{Kc} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

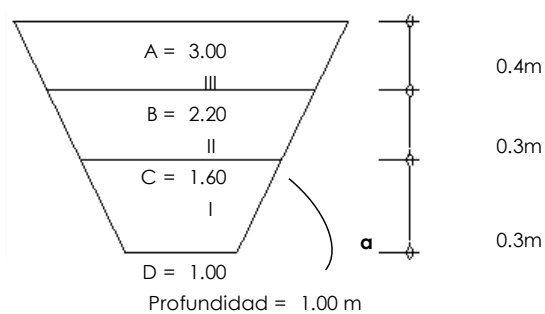
Kv : Permeabilidad total (cm/seg).

L : Ancho Total (cm).

bc : Ancho de cada estrato (cm).

Kc : 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:

Kv : m/seg

A : m²

Q : m³/seg

Angulo de aleta (α): 45°

Estrato III

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

Luego:

$$i = \frac{Qaforo \text{ m}^3/\text{seg}}{As * K3 \text{ m}/\text{seg}} < 0.3 \dots \text{OK} \dots (23)$$

Estrato II

$$A2 = \left(\frac{B + C}{2} \right) * Profundidad \dots (24)$$

Luego:

$$i = \frac{Qaforo \text{ m}^3/\text{seg}}{A2 \text{ m} * K2 \text{ m}/\text{seg}} < 0.3 \dots \text{OK} \dots (25)$$

Estrato I

$$A1 = \left(\frac{B + D}{2} \right) * Profundidad \dots (26)$$

Luego:

$$i = \frac{Qaforo \text{ m}^3/\text{seg}}{A1 \text{ m} * k1 \text{ m}/\text{seg}} < 0.3 \dots \text{OK} \dots (27)$$

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

Chequeo para toda la Estratificación.

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

Luego:

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

2.5.2.4.2.1.3. 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.

2.5.2.4.2.1.4. Calculo de la Carga Sobre el Orificio de Ingreso.

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

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

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**

2.5.2.4.2.1.5. Calculo del Área y Numero de Orificios.

Usaremos las fórmulas de orificios para paredes delgadas.

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

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

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:

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

2.5.2.4.2.1.6. *Calculo del Volumen Almacenado.*

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

Donde:

Va : Volumen Almacenado.

Q_{maxo} : Caudal máximo ofertado

Q_{maxd} : 1.610 lt/seg

tr : 5 min

tr : 300 seg

2.5.2.4.2.1.7. *Calculo del Diámetro de Salida de la Tubería de Conducción.*

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

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

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 : \emptyset de salida de la tubería de conducción.

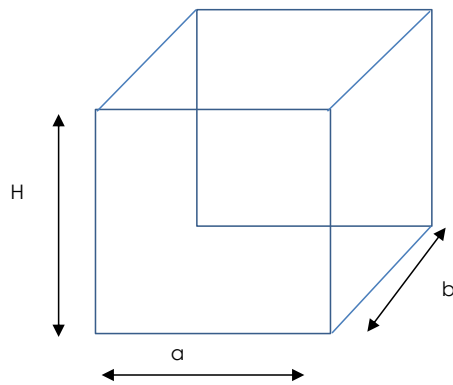
Aplicando la fórmula:

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

Luego:

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

2.5.2.4.2.1.8. Altura de la Cámara Húmeda.



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

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

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

2.5.2.4.2.1.9. 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 (D_c); que el área total de las ranuras (A_t) 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 D_c y menor a 6 D_c .

$$A_t = 2A_c \dots \dots \dots (53)$$

Donde:

$$A_c = \frac{\pi * D_c^2}{4} \dots \dots \dots (54)$$

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

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

2.5.2.4.2.1.10. *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.

$$Q_s = \frac{V_a}{t} + Q_{AFORADO} \dots \dots (56)$$

Donde:

Qs	: Caudal de salida.
Va	: Volumen almacenado
T	: Tiempo de Salida.
T	: 120 seg

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

Tomamos el mayor entre Q1 y Qs

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

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

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

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

Donde:

C	: Coeficiente de gasto
C	: 0.82
H	: (Del Vol. Almacenado)
A	: $\pi D^2/4$

2.5.2.4.2.1.11. Tubería de Ventilación.

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

2.5.2.5. Línea de Conducción.

Pittman (1997), 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.

Todas estas consideraciones tomadas de (Pittman, 1997) serán desarrolladas en el presente capítulo y servirán para diseñar y definir los diámetros de las tuberías y la ubicación de las cámaras rompe-presión.

2.5.2.5.1. 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:

2.5.2.5.1.1. Cargas Disponible.

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

2.5.2.5.1.2. 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.

2.5.2.5.1.3. 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 20

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.

2.5.2.5.1.4. 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.

2.5.2.5.1.5. Estructuras Complementarias.

2.5.2.5.1.5.1. 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. (ver Figura 5.3).

2.5.2.5.1.5.2. 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.

2.5.2.5.1.5.3. 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.

2.5.2.5.2. 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 atmósfera (como dentro de un tanque). Puede resultar, aunque la presión residual en el punto de descarga.

2.5.2.5.3. 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.

2.5.2.5.3.1. 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:

2.5.2.5.3.1.1. Ecuación de Hazen y Williams.

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

Donde:

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

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:

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

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

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

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

2.5.2.5.3.1.2. Ecuación de Fair-Whilple.

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

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

$$hf = \left(\frac{Q}{2.8639 * D^{2.71}} \right)^{1.75} \dots \dots (72)$$

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

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

2.5.2.5.3.2. Pérdida de Carga por Tramo.

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

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

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.

2.5.2.5.4. 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:

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

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:

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

2.5.2.5.5. 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)	: Pérdida de carga del tramo de diámetro mayor (Hf1).
hf2*X	: Pérdida de carga del tramo de diámetro menor (Hf2).

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

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

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

2.5.2.5.6. Perfiles en U.

En algunas zonas donde la topografía obligue al trazo de la línea de conducción con un perfil longitudinal en forma de "U", las clases de tubería a seleccionarse serán definidas de acuerdo a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática le impongan.

2.5.2.5.7. Diseño Hidráulico de la Cámara Rompe Presión.

Para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario conocer la carga requerida (H) para que el gasto de salida pueda fluir. Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli.

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (79)$$

Donde:

H : Carga de agua (m).

V : Velocidad de flujo en m/s definida como $1.9735 * Q/D^2$, considerando

g : Aceleración gravitacional (9.81 m/s^2)

La altura total de la cámara rompe presión viene dada por:

$$HT = A + B + B.L \dots \dots (80)$$

Donde:

A : Altura mínima de 10 cm

H : Carga de agua

B. L : Borde libre mínimo

HT : Altura total de la cámara rompe presión.

2.5.2.6. Cámara de Reunión.

Se diseñará con la finalidad de reunir el agua proveniente de las captaciones y dirigirla hacia el reservorio respectivo, deberá asegurarse que la altura del agua sea la suficiente para que el agua pueda salir a través de su conducción.

2.5.2.6.1. Calculo Del Volumen de Almacenamiento.

$$Va = Qmaxd * Tr \dots \dots (81)$$

Donde:

Qmaxd : Caudal máximo diario.

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

2.5.2.6.2. Determinación de los diámetros de las tuberías de conducción.

2.5.2.6.2.1. Tubería de conducción cámara al reservorio.

Dext = Diametro exterior (Tuberia PVC)

2.5.2.6.3. Calculo de la altura “h” para evitar la entrada del aire a la tierra

$$h = 0.543 V * D^{\frac{1}{2}} \text{ (para salida frontal) } \dots (82)$$

$$h = 0.724 V * D^{\frac{1}{2}} \text{ (para salida lateral del flujo) } \dots (83)$$

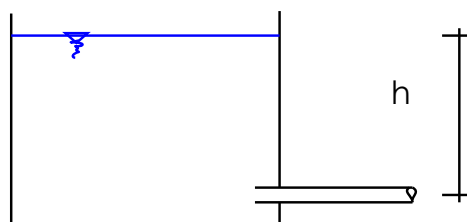
el valor obtenido para “h” debe satisfacer la ecuación de POLIKOVK para evitar la formación de remolinos.

$$h > \frac{0.50 * D * V^{0.55}}{\sqrt{gD}} \dots (84)$$

Donde:

h	: Carga de agua necesaria para evitar cavitación.
D	: Ø de la tubería
V	: vel. de la tubería
g	: m/seg ²

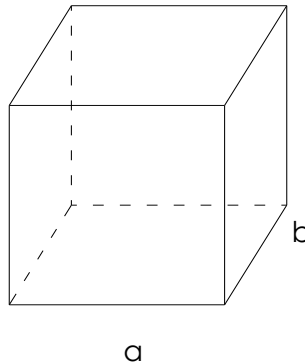
Ahora, considerando una salida de flujo lateral, puesto que esta presenta el valor más crítico, tenemos.



$$h = 0.724 V . D^{1/2} \dots (85)$$

Determinemos la altura efectiva que almacena el agua dentro de la cámara

Se asume dimensiones: a y b



$$He = \frac{v * a}{a * b} \dots \dots (86)$$

Comprobando con POLIKOVK:

$$He > h \dots \dots OK$$

2.5.2.6.4. Calculo de la tubería de desagüe o limpieza y rebose.

$$Qs = \frac{v * a}{t} + Qmaxd \dots \dots (87)$$

Donde:

Qs : Caudal de salida.

Va : Volumen almacenado

t : tiempo de salida.

Para calcular el diámetro de la tubería de desagüe la analizaremos como orificio de pared gruesa (boquilla), donde el caudal viene expresado por:

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

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

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

Donde:

- C : Coeficiente de gasto
H : altura del Vol. Almacenado
A : $\pi D^2/4$

2.5.2.6.5. Tubería de ventilación.

Se hará uso de un tubo de PVC de Ø 2", tipo pipa.

2.5.2.7. Diseño de pase aéreo.**2.5.2.7.1. Datos generales.**

Los diseños para los pases aéreos serán diseñados mediante una viga H de acero, la cual soportará el peso de una tubería llena, y que además estará anclada a dos dados de concreto en sus extremos.

Se considerará:

Luz libre

tipo de tubería = PVC + F°G°

Diametro Externo

Diametro interno

Peso Tubería = (PVC + F°G°)

Tipo de perfil

Modulo Sx

Peso Acero

2.5.2.7.2. Diseño de la Viga

Se diseñará la viga en H, considerando las solicitaciones de carga respectivas.

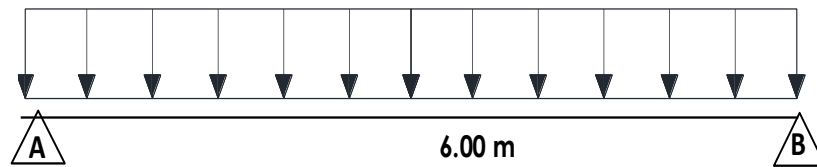


Figura 12: Diseño de viga en H

2.5.2.7.2.1. Metrado por Carga Muerta.

De considerar:

Peso tubería
Peso del Acero

2.5.2.7.2.2. Metrado por Carga Viva.

De considerar:

S/C
Peso de agua
Sobre Carga

2.5.2.7.2.3. Carga Última Factorizada

$$W_u = 1.2CD + 1.6CV \dots \dots (88)$$

Calculo de los momentos:

$$(+)\mathit{M}_{AB} = W_u * \frac{L^2}{8} \dots \dots (89)$$

2.5.2.7.2.4. Verificación del Esfuerzo a Flexión.

Esfuerzo a flexión calculado

$$\sigma = \frac{M}{W} \dots \dots \dots (90)$$

Donde:

W : Modulo Sx

M : Momento de la carga ultima factorizada

Esfuerzo admisible

$$\theta = 0.90$$

$$Fluencia = 2530.00 \frac{kg}{cm^2} \quad (Para Acero A36)$$

$$\sigma_{adm} = 0.75 * \theta * fluencia \dots \dots OK$$

2.5.2.7.2.5. Verificación del esfuerzo por corte.

Esfuerzo cortante calculado

$$\tau_{adm} \geq \frac{V}{ht} \dots \dots \dots (91)$$

$$V = Wu * \frac{L}{2} \dots \dots \dots (92)$$

$$\sigma_{adm} = 06 * Fy \dots \dots \dots (93)$$

2.5.2.7.3. Diseño de los dados de anclaje

El dado tendrá las siguientes dimensiones:

a = ancho

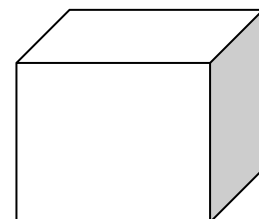
b = base

h = altura

z = (Altura de entierro)

p. e. conc

Coef. Friccion (f)



2.5.2.7.3.1. Determinación de Fuerzas y Momentos

Terreno:

θ = Angulo de fricción interna del Suelo

$$\sigma_t = 0.71 \text{ kg/cm}^2$$

PV. natural = Peso específico natural del suelo

Determinación de las Fuerzas de Volteo.

Sen θ

$$Ca: \quad = 1 - \frac{\text{sen}\theta}{1 + \text{sen}\theta}$$

$$F: \text{Empuje Activo} = \frac{ca \cdot P_v \cdot Z^2}{2}$$

$$\Sigma \text{ Fuerza total horizontal}$$

Determinación de las Fuerzas estabilizantes.

Reacción de la viga = V

Peso del Concreto

$$\Sigma \text{ Fuerza Total Vertical}$$

Determinación de los Momentos

$$ME = F_v \cdot b/2 \quad \dots\dots\dots(94)$$

$$MV = F_H \cdot Z/3 \quad \dots\dots\dots(95)$$

2.5.2.7.3.2. Determinación de Fuerzas y Momentos

Por Volteo

$$CSV = ME/MV \geq 2 \quad \text{OK} \quad \dots\dots\dots(96)$$

Por deslizamiento

$$CSD = FV \cdot f / F_H \geq 2 \quad \text{OK} \quad \dots\dots\dots(97)$$

2.5.2.7.3.3. Esfuerzo a Nivel de Cimentación

Excentricidad

$$e = B/2 - (ME - MV) / \text{SUM FV} \quad \dots\dots\dots(98)$$

$$e_{\max} = B/6 \quad \mathbf{OK} \quad \dots\dots\dots(99)$$

$$T = (1 * \text{Sum FV} / B) \pm (6 * \text{Sum FV} * e) / B^2 \quad \dots\dots\dots (100)$$

$$T_{\max} < T_t \quad \mathbf{OK}$$

$$T_{\min} < T_t \quad \mathbf{OK}$$

2.5.2.8. Reservorio de Almacenamiento.

Pittman (1997) La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Q_{mh}). En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el Q_{mh} no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario (Q_{mh}), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

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

2.5.2.8.1. Consideraciones Básicas.

Estas consideraciones están basadas según (Pittman en su libro “Agua Potable para Poblaciones Rurales”, 1997) donde nos menciona que los aspectos más importantes a considerarse para el diseño son la capacidad, ubicación y tipo de reservorio.

2.5.2.8.1.1. Capacidad del Reservorio.

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir danos e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir danos que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

2.5.2.8.1.2. Tipos de Reservorio.

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

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada.

2.5.2.8.1.3. Ubicación del Reservorio.

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

De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hace por el mismo tubo.

Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad. El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado.

2.5.2.8.2. Caseta de válvulas.

2.5.2.8.2.1. Tubería de llegada.

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by - pass para atender situaciones de emergencia.

2.5.2.8.2.2. Tubería de salida.

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

2.5.2.8.2.3. Tubería de limpia.

La tubería de limpia deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

2.5.2.8.2.4. Tubería de rebose.

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento.

2.5.2.8.2.5. By – Pass

Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constara de una válvula compuerta que permita el control del flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio.

2.5.2.8.3. Calculo de la capacidad del reservorio.

En la mayoría de las poblaciones rurales no se cuenta con información que permita utilizar los métodos mencionados, 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.

Para los proyectos de agua potable por gravedad, el Ministerio de Salud recomienda una capacidad de regulación del reservorio del 25 al 30% del volumen del consumo promedio diario anual (Qm).

2.5.2.8.4. Diseño estructural del reservorio.

Para el diseño estructural de reservorios se recomienda utilizar las normas:

“E.060 Concreto Armado”, del reglamento Nacional de Edificaciones
Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350M-01)
And Commentary (ACI 350RM-01), Reported By ACI Committee 350.

Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures (ACI 350.3-01) and
Commentary (350.3R-01), Reported by ACI Committee 350.

Design Considerations for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350.4R-
04), Reported by ACI Committee 350.

Concrete Structures for Containment of Hazardous Materials (ACI 350.2R-04), Reported
by ACI Committee 350.

Tightness Testing of Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350.1-01) and
Commentary (350.1R-01), Reported by ACI Committee 350.

Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350.R-89), Reported by ACI
Committee 350.

Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-08) and Commentary,
Reported by ACI Committee 318.

Norma Técnica de Edificaciones "Diseño Sismoresistente" E-030

ACI-350M-01 y ACI-350.06, Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures, del American Concrete Institute (ACI)

2.5.2.8.4.1. Datos generales.

2.5.2.8.4.1.1. Geometría

(ACI 350.3-01 Sección 2.1.1) se considerará un reservorio para el almacenamiento de agua para el consumo humano de sección circular de concreto armado con conexión Muro-losa no Flexible.

2.5.2.8.4.1.2. Materiales

Resistencia del concreto : $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}$

Es del concreto de acuerdo a ACI 350M-01 sección 8.5.1 = $15000\sqrt{f'_c}$ (101)

Fy del acero : 4200 kg/cm^2

2.5.2.8.4.2. Análisis (según apéndice A del ACI 350.3-01.)

2.5.2.8.4.2.1. Análisis Sísmico Estático

Los resultados presentados fueron evaluados en hojas de cálculo en Excel y el programa Sap2000.

Cálculo de la Masa Efectiva, según ACI 350.3-01 sección 9.5.2:

$$\varepsilon = \left[0.0151 \left(\frac{D}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left(\frac{D}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0 \dots \dots (102)$$

Cálculo de la Masa Efectiva del líquido almacenado, componente impulsiva (W_i) y componente conectiva (W_C), según ACI 350.3-01 sección 9.3.1:

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh[0.866 \left(\frac{D}{H_L} \right)]}{0.866 \left(\frac{D}{H_L} \right)} \dots \dots \dots (103)$$

$$\frac{W_C}{W_L} = 0.230 \left(\frac{D}{H_L} \right) \tanh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right] \dots \dots \dots (104)$$

Donde:

$W_i = \text{Masa impulsiva}$

$W_c = \text{Masa convectiva}$

$W_L = \text{Masa del agua}$

Cálculo de la frecuencia de vibración natural combinada (W_i) de la estructura y el componente impulsivo del líquido almacenado, según ACI 350.3-01 sección 9.3.4:

$$\omega_i = C_I x \frac{12}{H_L} \sqrt{\frac{E_C}{\rho_C}} \dots \dots \dots (105)$$

$$[\omega_i = C_I x \frac{1}{H_L} \sqrt{\frac{10^3 E_C}{\rho_C}} \text{ in the SI system}]$$

$$C_I = C_W x 10 \sqrt{\frac{t_W}{12R}} \dots \dots \dots (106)$$

$$[C_I = C_W x \sqrt{\frac{t_W}{10R}} \text{ in the SI system}]$$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} \dots \dots \dots (107)$$

For $\frac{D}{H_L} > 0.667$

Definimos C_w :

$$C_w = 9.375x10^{-2} + 0.2039 \left(\frac{H_L}{D}\right) - 0.1034 \left(\frac{H_L}{D}\right)^2 - 0.1253 \left(\frac{H_L}{D}\right)^3 + 0.1267 \left(\frac{H_L}{D}\right)^4 - 3.186x10^{-2} \left(\frac{H_L}{D}\right)^5$$

Cálculo de la frecuencia de vibración de la componente convectiva (ω_c), según ACI 350.3-01 sección 9.3.4:

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{D}} \dots \dots \dots (108)$$

$$\lambda = \sqrt{3.68g \tanh\left[3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right]} \dots \dots \dots (109)$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\sqrt{D} \dots \dots \dots (110)$$

Parámetros para el Cálculo de la Fuerza Sísmica, según ACI 350.3-01 sección 4.2 y NTE E-030:

El factor de zona que corresponde a la Zona Sísmica del ACI 350.3 es similar a los valores especificados en la NTE E-030 sección 2.1. Por encontrarse en la zona de mayor amenaza sísmica, se tomará como Zona 3 con una aceleración de 0.30 g (según NTE E-030), lo que equivale a la Zona 4 del ACI 350.3-01.

Tabla 21

Factores de Zona

Factores de Zona	
Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Fuente: ACI 350.3-01

cálculo del desplazamiento máximo del líquido contenido (d_{max}), según ACI 350.3-01 sección 7.1:

$$d_{max} = \left(\frac{L}{2}\right)(ZSIxCC_c \quad \text{rectangular} \dots \dots (111)$$

$$d_{max} = \left(\frac{D}{2}\right)(ZSIxCC_c \quad \text{Circular} \dots \dots (112)$$

Cálculo de las alturas al centro de gravedad de la ubicación de las componentes impulsivas y convectivas, según ACI 350.3-01 sección 9.3.2:

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{D}{H_L} \right) \dots \dots \dots (113)$$

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right] - 1}{3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \times \sinh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right]} \dots \dots \dots (114)$$

Cálculo de las fuerzas laterales dinámicas, según ACI 350.3-01 sección 4.1.1:

$$P_W = ZSIC_I x \frac{\varepsilon W_W}{R_{Wi}} \dots \dots \dots (115)$$

$$P_{W'} = ZSIC_I x \frac{\varepsilon W_{W'}}{R_{Wi}} \dots \dots \dots (116)$$

$$P_r = ZSIC_I x \frac{W_r}{R_{Wi}} \dots \dots \dots (117)$$

$$P_i = ZSIC_I x \frac{W_i}{R_{Wi}} \dots \dots \dots (118)$$

$$P_r = ZSIC_C x \frac{W_c}{R_{WC}} \dots \dots \dots (119)$$

2.5.2.8.4.2.2. Empuje Dinámico del Suelo.

La masa del suelo que interviene en un sismo se calculará por el método de la fuerza pseudoestática. El Peso para el cálculo de la masa de suelo actuante se considerará para un largo igual al diámetro del reservorio dividido en el área tributaria de cada tramo del muro. Se modelará a una altura de 0.3 H de la base del muro.

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \varphi)}{\cos\phi \cos^2\theta \cos(\delta + \theta + \varphi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta - \varphi)}{\cos(\delta + \theta + \varphi) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2} \dots (120)$$

2.5.2.8.4.3. Diseño de las partes del reservorio.

2.5.2.8.4.3.1. Factores de mayoración de carga y reducción de resistencia. Según ACI 350M-01 y ACI 318M-08.

De ambos códigos se trabaja con el de reciente publicación, el ACI 318M-08. Se indican las siguientes combinaciones de cargas con los factores de mayoración de carga:

$$U = 1.4 (D + F)$$

$$U = 1.2 (D + F) + 1.6 (L + H) + 0.5 L_r$$

$$U = 1.2 D + 1.6 L_r + L$$

$$U = 1.2 D + E + L$$

$$U = 0.9 D + E$$

D = Cargas por Peso Propio, Cargas Muertas.

L = Cargas Vivas.

L_r = Cargas de Techo.

H = Cargas por Presión de Suelos.

F = Cargas por Presión de Fluidos.

Los factores de reducción de Resistencia con:

Tensión Controlada = 0.9

Compresión Controlada, miembros con refuerzo en espiral = 0.75

Compresión Controlada, otros tipos de refuerzo = 0.65

Cortante y Torsión = 0.75

Cortante en zonas sísmicas = 0.60

Juntas y reforzamiento diagonal en vigas = 0.85

2.5.2.8.4.3.2. Diseño de la cúpula del reservorio.

Se Tomarán las consideraciones indicadas en el capítulo 19: Cáscaras y Losas Plegadas del ACI 318M-08.

Según la sección 9.2.11, la resistencia de diseño será igual a $0.40 f'c$. La cuantía mínima a proporcionar será de acuerdo a la sección 7.12, igual a 0.0018. El Refuerzo se proporcionará para resistir los esfuerzos de tracción. Se verificará el diseño para los esfuerzos asociados a la acción de membrana (esfuerzos normales y cortantes) y los esfuerzos asociados a la flexión (momentos de flexión, torsión y sus cortantes). El refuerzo se proveerá en dos direcciones y en una sola capa.

2.5.2.8.4.3.3. Diseño del Muro del Reservorio (Paredes).

Se tomarán las consideraciones indicadas en el capítulo 21: Estructuras Resistentes a Fuerzas Sísmicas del ACI 318M-08.

2.5.2.9. Red de Distribución.

(Pittman, 1997); La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población.

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuadas a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario (Q_{rn}).

Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen danos en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja).

2.5.2.9.1. Consideraciones Básicas de diseño.

La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías.

Se recomiendan valores de velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s. Si se tiene velocidades menores que la mínima, se presentaran fenómenos de sedimentación; y con velocidades muy altas, se producirá el deterioro de los accesorios y tuberías.

La presión mínima depende de las necesidades domésticas, y la máxima influye en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan perdidas por fugas y fuertes golpes de ariete. Las Normas Generales del Ministerio de Salud, recomiendan que la presión mínima de servicio en cualquier parte de la red no sea menor de 5 m. y que la presión estática no exceda de 50 m.

En las Normas del Ministerio de Salud se establece que el diámetro mínimo a utilizarse en la red, será aquel que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red y su capacidad deberá ser tal que pueda absorber en el futuro la instalación de conexiones domiciliarias. El diámetro mínimo recomendado es de 3/4".

Las válvulas, según las Normas mencionadas, se deben ubicar para aislar tramos no mayores de 300 m. o en lugares que garanticen el buen funcionamiento del sistema y permitan interrupciones para realizar las ampliaciones y reparaciones en la red.

En base a estas consideraciones se efectúa el diseño hidráulico, de la red de distribución, siendo la tubería de PVC la más utilizada en los proyectos de agua potable en zonas rurales. Para el cálculo hidráulico, las Normas del Ministerio de Salud recomiendan el empleo de las ecuaciones de Hazen-Williams y Fair-Whipple.

2.5.2.9.2. Tipos de Redes.

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto o de ramales abiertos y el sistema de circuito cerrado, conocido como malla, parrilla, etc.

2.5.2.9.2.1. Sistema Abierto o Ramificado.

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un río o camino.

La tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja es que el flujo está determinado en un solo sentido, y en caso de sufrir desperfectos puede dejar sin servicio a una 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, especialmente en las zonas donde las casas están más separadas. En los puntos muertos se requiere instalar válvulas de purga con la finalidad de limpiar y evitar la contaminación del agua.

Los valores de las presiones iniciales y finales se encuentran dentro de los límites recomendados por las Normas del Ministerio de Salud (mínimo 5 m. y máximo 50 m.), por lo que se concluye que los diámetros seleccionados son los correctos.

2.5.2.9.2.2. Sistema Cerrado.

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratara de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En este sistema se eliminan los puntos muertos; si se tiene que realizar reparaciones en los tubos, el área que se queda sin agua se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas. Otra ventaja es que es más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros; ofrece más seguridad en caso de incendios, ya que se podría cerrar las válvulas que se necesiten para llevar el agua hacia el lugar del siniestro.

Para el análisis hidráulico de una red de distribución en un sistema cerrado los métodos más utilizados son el de seccionamiento y el de Hardy Cross.

2.5.2.10. Unidades Básicas de Saneamiento con Arrastre Hidráulico.

De acuerdo al acápite 3.1.3. de la **Guía para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel**

de Perfil del Sistema Nacional de Inversión Pública – Ministerio de Economía y Finanzas, La población beneficiaria en proyectos de letrinas sanitarias corresponde a la población que se prevé atender en el año de inicio de operaciones del Proyecto; en tanto que, el número de letrinas corresponde al número de viviendas a atenderse en dicho año, se puede incluir letrinas adicionales para establecimientos públicos como escuelas, postas sanitarias, etc. En dicha guía se recomienda considerar sistemas individuales de disposición sanitarias, uso de letrinas, en poblaciones rurales de hasta 2,000 habitantes.

En el caso que exista o se proponga un servicio de abastecimiento de agua y disposición de excretas con letrinas, se debe analizar el problema de las llamadas “aguas Grises” y plantea las medidas de solución a realizar y financiar por los usuarios.

Según la **Guía para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil del Sistema Nacional de Inversión Pública – Ministerio de Economía y Finanzas**, existen diversas alternativas de letrinas (o baños) que se muestra a continuación.

Tabla 22

Alternativas de letrinas o baños

Tipo	Denominación	Incluye
Sin uso de Agua	De hoyos seco ventilada.	Caseta, losa turca, hoyo y tubo de ventilación
	Compostera, aboneras o ecológica.	Caseta, losa turca o tasa, doble cámara en la base, dispositivos para recolección de orina.
con uso de agua	De arrastre hidráulico	Caseta, inodoro, doble tanque séptico (o biodigestor), pozo de percolación o infiltración. También puede incluir (por cuenta del usuario lavadero o lavatorio y ducha.

Fuente: Saneamiento básico, Guía para formulación de proyectos de inversión exitosos

2.5.2.10.1 Componentes.

2.5.2.10.1.1. Caseta.

Ambiente que sirve para dar privacidad en el uso del servicio donde se instala el inodoro, la ducha, el urinario y el lavamanos.

Su distribución es de acuerdo al número de beneficiarios.

2.5.2.10.1.2. Inodoro.

Artefacto sanitario para disposición de excretas y orina.

Cuenta con sello hidráulico.

2.5.2.10.1.3. Lavamanos.

Artefacto para higiene personal (lavado de manos y cara).

2.5.2.10.1.4. Ducha.

Servicio que sirve para el aseo o baño de los usuarios.

2.5.2.10.1.5. Instalaciones sanitarias.

De agua: son tuberías y accesorios que alimentan con agua el lavamanos, ducha y urinario.

De desagüe: son tuberías y accesorios que sirven para evacuar las aguas servidas hacia el tanque séptico, pozo percolador o zanjas de infiltración.

Cada instalación debe contar con sello hidráulico para evitar malos olores.

2.5.2.10.1.6. Tanque séptico.

Es una estructura de concreto armado, que sirve para el tratamiento de las aguas residuales primarias. En esta estructura se da la separación de sólidos, de modo de que el efluente así acondicionado pueda disponerse en pozos de infiltración o zanjas de percolación que necesariamente se construyen a continuación.

2.5.2.10.1.7. Biodigestor.

Es una estructura cilíndrica que cumple igual función que el tanque séptico. Por lo general son sistemas pre-fabricados.

2.5.2.10.1.8. Pozo percolador.

Es un hoyo excavado en la tierra, relleno con piedra seleccionada, donde por medio de la filtración se trata el líquido de salida del tanque séptico/biodigestor, y las aguas grises recolectadas en el baño (líquidos de inodoro, urinario, lavamanos y ducha).

2.5.2.10.1.9. Zanjas de infiltración.

Son zanjas excavadas y rellenas con piedras, de acuerdo a la topografía y características del terreno, donde se tratan los líquidos de salida del tanque séptico/biodigestor, y aguas grises recolectadas en el baño (líquidos de inodoro, urinario, lavamanos y ducha).

2.1.1 Marco Conceptual.

Conexión predial simple. Aquella que sirve a un solo usuario

Conexión predial múltiple. Es aquella que sirve a varios usuarios

Elementos de control. Dispositivos que permiten controlar el flujo de agua.

Hidrante. Grifo contra incendio.

Redes de distribución. Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

Ramal distribuidor. Es la red que es alimentada por una tubería principal, se ubica en la vereda de los lotes y abastece a una o más viviendas.

Tubería Principal. Es la tubería que forma un circuito de abastecimiento de agua cerrado y/o abierto y que puede o no abastecer a un ramal distribuidor.

Caja Porta medidor. Es la cámara en donde se ubicará e instalará el medidor

Profundidad. Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería (clave de la tubería).

Conexión Domiciliaria de Agua Potable. Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.

2.1.2 Marco Histórico.

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.

2.5.5 Hipótesis a demostrar.

Con el diseño óptimo de todos los componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico mejorara la calidad de vida, reduciendo el alto índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en los centros poblados de Miraflores y Pucallpa; distrito de Huimbayoc, provincia de San Martín, región San Martín.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales.

3.1.1. Recursos Humanos.

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

2 tesistas.

Asesor Docente de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín

Chofer

Topógrafo

Personal de Guía.

Peones.

3.1.2. Recursos Materiales.

Materiales de escritorio

Cámara fotográfica.

INEI Censos Nacionales de Población y de Vivienda. 1993, 2005, 2007.

Carta Nacional, escala: 1/25 000.

Reconocimiento del punto de conexión para verificar la cantidad de caudal

Encuestas

3.1.3. Recursos Equipos.

Estación Total

GPS con las características Map 76CSx y precisión en coordenadas de ± 3 m.

Prisma de: 2,60 m. de altura ($h = 2,60$ m).

Wincha de 100 m

Machete

Balde de 5 litros

Zapapicos

Laptop hp

Cámara digital

Impresora

Plotter

3.1.4. Otros Recursos.

Laboratorio de suelos.

Laboratorio del estudio de calidad de agua

Softwares para el diseño del sistema:

CivilCad 2016 métrico.

AutoCAD 2016

Cad Earth 2015

Global Mapper 17 (64-bit)

Google Earth Pro

Paquete de Microsoft 2016

Libreta de apuntes, fichas y otros

Material bibliográfico: libros referentes al tema contemplado en el marco teórico.

3.2 Metodología

3.2.1. Universo y Muestra.

3.2.1.1. Universo.

Sistemas de Agua Potable e instalación de Saneamiento en la región San Martín.

3.2.1.2. Muestra.

Sistema de agua potable e instalación de saneamiento con bio-digestores de los centros poblados de Miraflores y Pucallpa; distrito de Huimbayoc, provincia de San Martín, Región San Martín.

3.2.2. Sistema de Variables.

3.2.2.1. Variable Independiente.

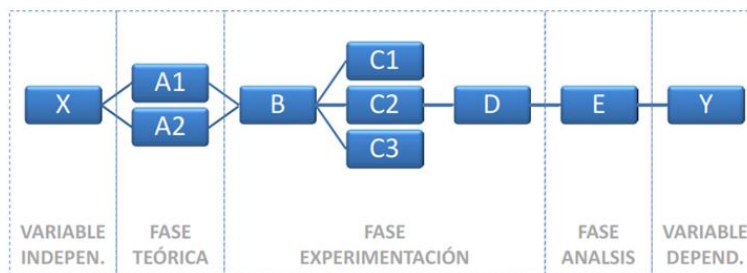
Índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas

3.2.2.2. Variable Dependiente.

Diseño del sistema de Agua Potable y Saneamiento Básico con la aplicación de Bio-Digestores.

3.2.3. Diseño experimental de la Investigación.

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



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: Ubicación del lugar de estudio dentro de la zona delimitada.

C1: Estudio topográfico de la zona delimitada

C2: Realización del inventario de las personas beneficiadas

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

D: Diseño del sistema general.

E: Estudio de análisis e interpretación de resultados

Y: Diseño del sistema de Agua Potable y Saneamiento Básico con la aplicación de Bio-Digestores, que permite resolver la situación problemática.

3.2.4. Diseño de Instrumentos.

3.2.4.1. Instrumentos Bibliográficos.

Básicamente se utilizó las diferentes Guías publicadas por el Ministerio de Vivienda, en sus diferentes publicaciones, Así como también la publicación de Agüero Pittman, Roger, “Agua potable para poblaciones rurales-Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento”.

3.2.4.2. Instrumentos De Laboratorio.

En este caso los estudios de Suelo, Calidad de Agua, fueron realizados en laboratorios particulares.

3.2.4.3. Técnicas.

Diseño del sistema general

3.2.5. Procesamiento de la Información.

3.2.5.1. Situación Actual de las Localidades.

3.2.5.1.1. Diagnóstico de la situación Actual.

3.2.5.1.1.1. Antecedentes de la situación que motiva el proyecto.

a) Los motivos que generan la propuesta de este proyecto.

Los motivos que generan la elaboración del presente proyecto, son principalmente la carencia de servicios de saneamiento básico y el paupérrimo conocimiento de la población de temas de educación sanitaria, por lo cual las autoridades de las localidades afectadas, gestionan para dar solución a este problema percibido.

b) Las características de la situación negativa que se intente modificar.

En estos últimos años se viene notando un alto índice de mortalidad en lo referente a las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y diarreicas, lo cual incide directamente en la disminución de la capacidad inmunológica de la población, en especial en los niños, lo que trae como consecuencia que otras enfermedades de carácter infeccioso se presenten, deteriorándose de esta manera la calidad de vida de la población.

c) Las razones por las que es de interés para la comunidad resolver dicha situación.

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.

Además, con el proyecto se espera alcanzar las siguientes metas:

Mejorar la prestación del servicio de agua potable, dotando y mejorando la calidad de agua, ampliando la cobertura del servicio al 100% de la población, incrementando la continuidad del servicio las 24 horas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Captación Subterránea (CAISSON).

Captación Subterránea (Caisson) y la Caseta de bombeo, se encuentran a 700.0m del Brazo Derecho del río Huallaga, aparentemente está expuesta a inundación, al generarse la inundación las aguas subterráneas elevarían su nivel freático y aportarían al desastre, pudiendo llegar sin embargo a un caso extremo de inundación, los equipos de bombeo instalados en la caseta están protegidos de un desastre por inundación, por encontrarse situados a 1,45 m de altura sobre el nivel de terreno natural.

El brazo izquierdo del río Huallaga aledaño al sitio de ubicación de la captación subterránea y la caseta de bombeo, presenta una configuración recta, lo cual es desfavorable para el origen de la erosión hidráulica generada por las corrientes de agua del brazo río Huallaga.

El agua subterránea ubicación en la captación y la caseta de bombeo, presenta una línea estática de 2 metros por debajo del nivel de terreno, lo cual es desfavorable para el origen de la erosión hidráulica.

En el perfil estratigráfico del suelo de apoyo del Caisson y la caseta de bombeo se observa que hasta la profundidad de 2,10m el suelo está constituido por material limoso arcilloso color marrón claro SM (A-2-4(0), cuyo período fundamental de vibración alcanza 0.20seg.

4.2. Línea de Impulsión.

El inicio de la tubería de impulsión que sale de la caseta de bombeo y situada en la parte baja está protegida de la inundación y erosión de las aguas del Brazo Izquierdo del río Huallaga y de las aguas subterráneas.

Esta Línea de impulsión inicia en la captación (caisson) del sistema que se encuentra ubicada en la cota 158 m.s.n.m y termina en la planta de tratamiento (Desarenador) cuya cota de terreno es de 205 m.s.n.m, la línea de impulsión cuenta con una longitud de 460 m. el diámetro a utilizar en esta línea es de Ø90.00mm PVC UF C-10, para un Qmd (total)=3.258l/s.

El tramo medio y final de la tubería de impulsión por ubicarse lejos de la ribera del Brazo Izquierdo del río Huallaga y por encima de las aguas subterráneas, con mayor altura están exentos de los riesgos de inundación y erosión.

No existen riesgos gravitacionales por desplazamiento de masas, como: deslizamientos, derrumbes, etc, pues en el lugar del trazo de la tubería de impulsión no se ha observado los siguientes factores negativos:

Fracturas, hundimientos, desplazamientos del terreno.

Afloramientos de agua subterránea

Capas de rocas o suelos inclinadas pendiente hacia la ladera.

Estratos arcillosos homogéneos e inclinados.

Presencia de capas de yeso.

Presencia de capas de arena no consolidada

Son factores para la estabilidad del terreno de fundación o apoyo, lo siguiente:

La naturaleza de los terrenos de apoyo con topografía semi ondulada, los cuales están constituidos por una capa de 0.25 metros de material orgánico, raíces y malezas, una capas de limo arcilloso de color marrón claro, hasta una profundidad de 2.10 metros y 2.00 metros.

La presencia de tramos casi horizontales de suelos con capas de limo arcilloso los que se encuentran a lo largo del trazo. Estos tramos horizontales o de escasa pendiente, constituyen apoyos estables para la tubería.

4.3. Planta de tratamiento.

El sistema de tratamiento de agua potable constará de 01 desarenador, 01 sedimentador, 01 filtro lento y 01 caseta de cloración

Seguido del sistema de tratamiento de agua potable se ejecutará la construcción de un reservorio apoyado con capacidad de almacenamiento de 55m³, desde donde se iniciarán las dos líneas de conducción, una se dirigirá hacia el C.P. de Miraflores recorriendo una

distancia de 1.450km. Aprox., y la segunda se dirigirá hacia el C.P. de Pucallpa recorriendo una distancia de 4.20km. Aprox. Desde ahí las líneas de conducción alimentarán las redes de distribución existentes en cada localidad, y desde la cual cada domicilio ya contará con sus respectivas conexiones domiciliarias.

4.4. Reservorio.

El reservorio se encuentra ubicada en zona alta del sector a 205 msnm, esta condición favorece a la infraestructura contra posibles inundaciones.

No se ha observado ladera alguna contigua al terreno de apoyo del reservorio.

No se ha observado los factores negativos siguientes:

Agrietamientos, hundimientos, deslizamientos, derrumbes, etc.

El suelo de cimentación estará constituido por suelos arcillosos de buena capacidad portante.

Capas de yeso

Son factores positivos para la estabilidad del terreno de fundación.

La naturaleza litológica de los terrenos de apoyo, los cuales están constituidos por capas de arcilla compactadas de buena compacidad portante.

El suelo de cimentación de buena capacidad portante no favorece a la socavación.

4.5. Línea de Conducción y Aducción.

Estos riesgos por inundación y por erosión en general no existen.

El inicio de la tubería de conducción que sale del tanque elevado, hacia la parte baja está protegido de la inundación y erosión de las aguas del Brazo Dechero del río Huallaga y de las aguas subterráneas.

El tramo medio y final de la tubería de conducción por ubicarse lejos de la ribera del Brazo Izquierdo del río Huallaga y por encima de las aguas subterráneas, con mayor altura están exentos de los riesgos de inundación y erosión.

No existen riesgos gravitacionales por desplazamiento de masas, como: deslizamientos, derrumbes, etc., pues en el lugar del trazo de la tubería de aducción no se ha observado los siguientes factores negativos:

Fracturas, hundimientos, desplazamientos del terreno.

Afloramientos de agua subterránea

Capas de rocas o suelos inclinadas pendiente hacia la ladera.

Estratos arcillosos homogéneos e inclinados.

Presencia de capas de yeso.

Presencia de capas de arena no consolidada

Son factores para la estabilidad del terreno de fundación o apoyo, lo siguiente:

La naturaleza de los terrenos de apoyo con topografía plana, los cuales están constituidos por una capa de 0.35m. de material orgánico, raíces y malezas, una capas de limo arcilloso de color marrón claro, hasta una profundidad de 2.10 metros y 2.00 metros de suelos arcilloso, datos hasta donde se realizó el estudio de suelos.

La presencia de tramos casi horizontales de suelos con capas de limo arcilloso los que se encuentran a lo largo del trazo. Estos tramos horizontales o de escasa pendiente, constituyen apoyos estables para la tubería.

4.6. Redes de Distribución.

La red de distribución en el presente proyecto es un sistema hidráulico formado por redes mixtas, donde el agua circula en un conducto cerrado circular por su propia gravedad. Consideraremos el valor de la presión atmosférica como "0" en las cámaras rompe presión, utilizando el método de Hazen / Williams para el cálculo de las pérdidas de fricción con la finalidad de obtener la presión de llegada deseada la cual no deberá ser menor a 3.5 m.c.a ni mayor a la resistencia máxima dependiendo del tipo de tubería a utilizar (de preferencia no sobrepasar a 70 % de la presión admisible). Finalmente se tendrá en cuenta que si la velocidad es menor a 0.3 m/seg, debido a los caudales pequeños que se tienen en zonas rurales, se colocarán válvulas de purga en algunos puntos estratégicos, sin embargo, bajo ninguna circunstancia la misma debe ser mayor a 2 m/seg (Recomendación de la OPS)

Las Redes de Distribuciones los Centros Poblados de Miraflores y Pucallpa, están situados y enterrados a profundidades de 0.60 metros como mínimo y de acuerdo a la topografía del

terreno, ubicados en los ejes de calles, los riesgos de inundación y erosión de las aguas del Brazo Derecho del río Huallaga y de las aguas subterráneas, no afectaran a las redes.

No existen riesgos gravitacionales por desplazamiento de masas, como: deslizamientos, derrumbes, etc., pues en el lugar del trazo de la tubería de redes de distribución no se ha observado los siguientes factores negativos:

Fracturas, hundimientos, desplazamientos del terreno.

Afloramientos de agua subterránea

Capas de rocas o suelos inclinadas pendiente hacia la ladera.

Estratos arcillosos homogéneos e inclinados.

Presencia de capas de yeso.

Presencia de capas de arena no consolidada

Son factores para la estabilidad del terreno de fundación o apoyo, lo siguiente:

La naturaleza de los terrenos de apoyo con topografía ondulada, los cuales están constituidos por una capa de 0.25 metros de material orgánico, raíces y malezas, una capas de limo arcilloso de color marrón claro, hasta una profundidad de 2.10 metros y 2.00 metros de suelos arcilloso compactado, datos hasta donde se realizó el estudio de suelos.

La presencia de tramos casi horizontales de suelos con capas de limo arcilloso los que se encuentran a lo largo del trazo. Estos tramos horizontales o de escasa pendiente, constituyen apoyos estables para la tubería.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Análisis

5.1.1. Captación.

Se estableció un caisson para la captación en la quebrada Guineo el mismo que fue construido con anterioridad de allí el agua al reservorio mediante una tubería de impulsión, el caisson tiene una capacidad de 75 m³.

Los riesgos de naturaleza hidrológica e hidrodinámica aparentemente pueden presentarse por la cercanía de la Captación Subterránea (Caisson) y la Caseta de bombeo a la quebrada Guineo por encontrarse a 700.0m del Brazo Derecho del río Huallaga, al generarse la inundación las aguas subterráneas elevarían su nivel freático y aportarían al desastre, pudiendo llegar sin embargo a un caso extremo de inundación, los equipos de bombeo instalados en la caseta están protegidos de un desastre por inundación, por encontrarse situados a 1,45 m de altura sobre el nivel de terreno natural.

El agua subterránea ubicación en la captación y la caseta de bombeo, presenta una línea estática de 2 metros por debajo del nivel de terreno, lo cual es desfavorable para el origen de la erosión hidráulica.

5.1.2. Línea de impulsión.

La naturaleza de los terrenos de apoyo con topografía semi ondulada, los cuales están constituidos por una capa de 0.25metros de material orgánico, raíces y malezas, una capa de limo arcilloso de color marrón claro, hasta una profundidad de 2.10 metros y 2.00 metros.

La presencia de tramos casi horizontales de suelos con capas de limo arcilloso los que se encuentran a lo largo del trazo. Estos tramos horizontales o de escasa pendiente, constituyen apoyos estables para la tubería.

5.1.3. Reservorio Apoyado de 55 m³.

Es una estructura que sirve, por un lado, para almacenar el agua y abastecer a la población, y por otro, para mantener una presión adecuada en las redes y dar un buen servicio.

El reservorio de almacenamiento consta de dos partes: La primera, el depósito de almacenamiento; y la segunda, la caseta de válvulas donde se encuentran las válvulas de control de entrada, salida del agua, de limpia y rebose, y la de by pass.

Con el fin de asegurar el abastecimiento de agua en las horas máximas de demanda para las 2 localidades antes mencionadas, se diseñó un reservorio circular apoyado de concreto armado de 55 m³ de capacidad, tendrá un diámetro interno de 6.00 m y 3.15 m de altura. El fondo se ubicará en la cota del terreno 205.10 m.s.n.m, (0.1m por debajo de la cota de inicio de la tubería de aducción.

5.1.4. Línea de Conducción y aducción.

El tipo de tubería a utilizarse será PVC SAP clase 10 de $\phi = 90\text{mm}$.

Existirán dos líneas de aducción, una se dirigirá hacia el C.P. de Miraflores recorriendo una distancia de 1.450km. Aprox., y la segunda se dirigirá hacia el C.P. de Pucallpa recorriendo una distancia de 4.20km. Aprox. Desde ahí las líneas de aducción alimentarán las redes de distribución existentes en cada localidad, y desde la cual cada domicilio ya contará con sus respectivas conexiones domiciliarias.

5.1.5. Redes de Distribución.

Las Redes de Distribuciones los Centros Poblados de Miraflores y Pucallpa, están situados y enterrados a profundidades de 0.60 metros como mínimo y de acuerdo a la topografía del terreno, ubicados en los ejes de calles, los riesgos de inundación y erosión de las aguas del Brazo Derecho del río Huallaga y de las aguas subterráneas, no afectaran a las redes.

5.2. Contratación de Hipótesis.

Con el diseño óptimo de todos los componentes del sistema de Agua mejorara la calidad de vida, reduciendo el alto índice de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en los Centros Poblados de Miraflores, Pucallpa y el anexo Progreso.

Con este proyecto estaremos innovando la calidad de vida en estas Localidades, y demostrando que las condiciones de vida en la ciudad deben ser la misma que la del campo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

No existen riesgos de desprendimientos de piedras por la vibración de las ondas sísmicas que pueden ocasionar daños a la tubería, debido a que no existen taludes naturales o laderas de terrazas.

La ribera del brazo derecho del río Huallaga, cercana a la ubicación de algunos componentes del Proyecto, no afectará la infraestructura hidráulica para el tratamiento del agua potable, debido que el mismo se encontrará a +25m. encima de dicho nivel.

La presencia de vegetación constituida por hierbas, árboles y arbustos a lo largo de todo el emplazamiento de las obras, dificulta la erosión por las precipitaciones fluviales, creando por este motivo estabilidad a la zona, ya que en estas condiciones es difícil que se produzcan erosiones, movimientos de masa gravitacionales como: deslizamiento, derrumbes, etc.

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 que al rediseñar cualquier estructura se deberá tener en cuenta que la región San Martín se encuentra ubicado en la zona III de la carta sísmica peruana es decir en la zona de mediana sismicidad.

Se recomienda la construcción y mantenimiento constante de la defensa ribereña a fin de evitar los riesgos de inundación y erosión que se pueden presentar, afectando las estructuras u obras cercanas al río.

Se recomienda mantener e incrementar las áreas de vegetación, para disminuir los riesgos que se pueden presentar por erosión pluvial.

Semanalmente se debe realizar un mantenimiento preventivo a las instalaciones de la captación.

Se debe realizar el control bacteriológico del agua captada por lo menos una vez cada seis meses.

Se debe limpiar en forma permanente tanto la cámara de toma y la de regulación, evitando la obstrucción de sólidos que pueden reducir el caudal de captación.

Se debe controlar la turbiedad del agua de la fuente con cierta frecuencia al día, la cual se debe incrementar en épocas de lluvias o avenidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agüero P. (1997). *“Agua Potable para Poblaciones Rurales: Sistema de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento”*. Servicios Educativos Rurales. Lima, Perú.

ACI-350M-01 y ACI-350.06, *Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures*, del American Concrete Institute (ACI).

Agua limpia & Fondo Multilateral de Inversiones (2013). *“Manual de Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales”*, Perú.

Asociación Servicios Educativos Rurales (SER). (2004) *“Manual de operación, mantenimiento y desinfección sanitaria del sistema de agua y saneamiento rural”*. Lima, Perú.

Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-08) and Commentary, Reported by ACI Committee 318.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, *“Unidad de Apoyo Técnico para el saneamiento Básico del Área Rural”*.

Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350M-01) And Commentary (ACI 350RM-01), Reported By ACI Committee 350.

Concrete Structures for Containment of Hazardous Materials (ACI 350.2R-04), Reported by ACI Committee 350.

CALTUR (MINCETUR) (2008) *“Manual técnico de difusión sistema de tratamiento de aguas residuales para albergues en zonas rurales”*. Lima, Perú.

Desarrollo Sostenible-Ambiental; Saneamiento Ambiental (2015), *“Abastecimiento de Agua Potable”*. Lima, Perú.

Design Considerations for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350.4R-04), Reported by ACI Committee 350.

Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350.R-89), Reported by ACI Committee 350.

García T. (2009), "*Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales*". Lima, Perú.

Leonel H. (2010) "*Métodos y sistemas de Medición de Gasto*". México.

López J. (2008), "*Hidráulica General*" Universidad Autónoma de Sinaloa. México.

Mendoza J. (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.*"

Ministerio de Vivienda (2004), "*Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales*". Lima, Perú.

Miliarium.Com, "Ingeniería Civil y Medio Ambiente"

Norma E.060 (mayo 2009), "*Norma Técnica de Edificaciones, Reglamento de Edificaciones*". Lima, Perú.

Norma Técnica de Edificaciones "Diseño Sismoresistente" E-030.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

ENCUESTA

RNE
III.3. OBRAS DE SANEAMIENTO
OS.010, OS-020, OS. 030, OS. 040, OS. 050

PANEL FOTOGRÁFICO

PLANOS