



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 DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA  
CC.NN. KICHWA MORILLO – DISTRITO DE SHANAO-LAMAS-SAN  
MARTÍN**

**Tesis para optar el título profesional de  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

**Bach. Misael Córdova Gonzales**

**Bach. Gian Carlos Soria Juzga**

**ASESOR:**

**Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip**

**Tarapoto –Perú  
2018**

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



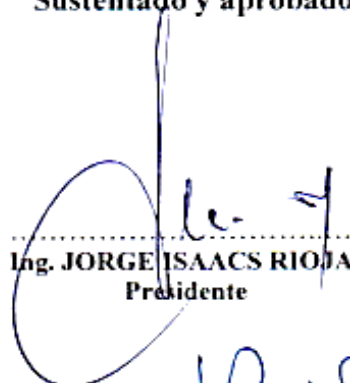
**DISEÑO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA  
CC.NN. KICHWA MORILLO DISTRITO DE SHANAO – LAMAS – SAN  
MARTÍN.**

**Tesis para optar el título profesional de  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

**Bach. Misael Córdova Gonzales**  
**Bach. Gian Carlos Soria Juzga**

**Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día viernes 19 de Abril de 2018**

  
.....  
Ing. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ  
Presidente

  
.....  
Ing. IVAN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO  
Miembro

  
.....  
Ing. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN  
Secretario

  
.....  
Ing. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS  
Asesor

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Misael Córdova Gonzales**, Bachiller de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N°45207450, Domicilio Legal en Jr Ucayali N°264 – Tarapoto y **Gian Carlos Soria Juzga** Bachiller de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N°70746406, Domicilio Legal en Jr. Libertad S/N – Tarapoto con la Tesis titulado: “**DISEÑO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CC.NN KICHWA MORILLO, DISTRITO DE SHANAO – LAMAS – SAN MARTÍN**”.

Declaro bajo juramento que:

1. La monografía presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
3. El trabajo de Monografía no ha sido auto plagiado; 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 se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con 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, 17 de Setiembre del 2018



Misael Córdova Gonzales



Gian Carlos Soria Juzga



## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Misael Córdova Gonzales, identificada con DNI N° 45207450, domicilio legal en Jr. Ucayali N° 264 – Tarapoto y Gian Carlos Soria Juzga identificada con DNI N° 70746406 , domicilio legal en Jr. Libertad S/n – Tarapoto 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, son auténticos y veraces.

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

Tarapoto , 17 de Setiembre del 2018.



.....  
**Bach. Misael Cordova Gonzales**  
**DNI: 45207450**



.....  
**Huella Digital**



.....  
**Bach. Gian Carlos Soria Juzga**  
**DNI: 70746406**



.....  
**Huella Digital**



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:	Córdova Gonzalez Misael		
Código de alumno :	063108	Teléfono:	952828498
Correo electrónico :	mishaco2107@gmail.com	DNI:	45207450

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

2. Datos Académicos

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

3. Tipo de trabajo de investigación

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

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	DISEÑO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CC.NN. KICHWA MORILLO DISTRITO DE SHADAO-LAMAS SAN MARTIN
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

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

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

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


6. Originalidad del archivo digital.

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

**7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS***

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

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

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

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



Firma 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:

26 / 09 / 2018



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:	SORIA JUZGA GIAN CARLOS		
Código de alumno :	093165	Teléfono:	937580723
Correo electrónico :	gcarlossjuzga@hotmail.com	DNI:	70748405

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

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA CIVIL

**3. Tipo de trabajo de investigación**

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

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	DISEÑO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CC.NN - KICWA MORILLO DISTRITO DE SHAWAO - LAMAS - SAN MARTIN.
Año de publicación:	2018

**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:

26 / 07 / 2018



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**

A Dios por darme la vida, salud, iluminar mi camino para cumplir mis metas y por regalarme unos padres maravillosos.

A mis padres, por enseñarme que en esta vida todo se obtiene con esfuerzo, los amo.

A mis hermanos, por su comprensión y apoyo constante en esta nueva etapa de mi vida profesional.

**Misael Córdoba Gonzales**

A Dios por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres por darme la vida y una crianza lleno de amor y buenos valores, asimismo a mis padrinos Julio y Anita por quererme mucho y creer en mí, esto también se lo debo a ustedes.

A mis hermanos, por estar conmigo y apoyarme siempre las quiero mucho.

**Gian Carlo Soria Juzga**



## **AGRADECIMIENTO**

A mi papá, por todo lo que me está enseñando de la vida, demostrándome que nada es fácil y si quiero obtener algo, que sea con esmero y dedicación.

A mi mamá, por ser mi complemento, mi compañera en todo momento.

**Misael Córdova Gonzales**

A Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar dificultades y permitirme un logro más en mi vida.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ellos entre los que incluye este. Me formaron con moral y ética, y me motivaron contantemente para alcanzar mis anhelos.

Y finalmente a mi asesor Ing. Carlos Enrique Chung Rojas por apoyarme en todo momento.

**Gian Carlo Soria Juzga**

## INDICE

<b>CARATULA</b> .....	vii
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>INDICE</b> .....	viii
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	xii
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	xiii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>INTRODUCCION</b> .....	3
<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
1.1.Generalidades.....	3
1.2.Exploración preliminar orientado a la investigación .....	3
1.3.Aspectos generales del estudio .....	3
1.3.1.Ubicación geográfica donde se desarrollará el proyecto. ....	3
1.3.2.Aspectos generales de la zona del proyecto.....	5
1.3.3.Organizaciones comunales .....	6
1.3.4.Estado situacional .....	6
1.3.5.Problema .....	7
1.3.6.Tipo de Suelo .....	8
1.3.7.Topografía.....	8
<b>CAPÍTULO II</b> .....	6
2.1.Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema .....	6
2.1.1.Antecedentes del problema.....	6
2.1.2.Planteamiento del problema.....	6

2.1.3. Formulación del Problema .....	10
2.2. Objetivos: generales y específicos.....	10
2.2.1. Objetivo general .....	10
2.2.2. Objetivos específicos.....	10
2.3. Justificación de la investigación .....	10
2.4. Delimitación de la investigación .....	11
2.5. Marco teórico.....	11
2.5.1. Antecedentes de la Investigación .....	11
2.5.2. Marco teórico o fundamentación teórica de la investigación requisitos de calidad del agua para el consumo humano.....	12
2.6. Hipótesis a demostrar .....	49
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>13</b>
3.1. Materiales .....	13
3.1.1. Recursos humanos .....	13
3.1.2. Recursos materiales .....	13
3.1.3. Recursos de equipos .....	13
3.1.4. Otros recursos .....	55
3.2. Metodología.....	55
3.2.1. Universo, muestra y población .....	55
3.2.2. Sistema de variables variables independientes.....	55
3.2.3. Diseño experimental de la investigación.....	55
3.2.4. Diseño de Instrumentos .....	56
3.2.5. Procesamiento de la Información .....	56
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>55</b>
4.1. Resultados.....	55
4.1.1. Cálculo de Parámetros de Diseño: periodo de diseño .....	55



4.1.2.Fuente para el diseño .....	55
4.1.3.Población de Diseño .....	58
4.1.4.Dotación y Caudal de Diseño .....	59
4.1.5.Caudal Disponible en la Fuente (quebrada).....	59
4.1.6.Calculo del Reservorio.....	60
4.1.7.Línea de conducción .....	62
4.1.8.Línea de Aducción .....	63
4.1.9.Planilla de metrados.....	64
4.1.10.Análisis de costos unitarios.....	64
4.1.11.Análisis de gastos generales .....	64
4.1.12.Presupuesto de obra .....	64
4.1.13.Relación de insumos .....	64
4.1.14.Fórmula polinómica.....	64
4.2.Discusiones .....	64
4.2.1.Sistema de Agua Potable .....	64
4.2.2.Captación .....	65
4.2.3.Línea de Conducción .....	65
4.2.4.Sedimentador .....	65
4.2.5.Filtro Lento .....	65
4.2.6.Reservorio .....	66
4.2.7.Pases Aéreos (1 und.).....	66
4.2.8.Cámara Rompe Presión (2 und.).....	66
4.2.9.Línea de Aducción .....	66
4.2.10.Válvulas de Purga .....	66
4.2.11.Válvulas de Aire .....	66
4.2.12.Red de Distribución Agua Potable.....	67

4.2.13. Conexiones Domiciliarias en Redes de Agua Potable.....	67
<b>CONCLUSIONES</b> .....	68
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	69
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	70

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Distancia de vía.....	5
Tabla 2. Precios del transporte.....	5
Tabla 3. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica .....	13
Tabla 4. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos...14	
Tabla 5. Parámetros de dotación de agua según guía de saneamiento básico .....	16
Tabla 6. Parámetros de dotación de agua según la OMS.....	16
Tabla 7. Dotación de agua fondo Perú Alemania .....	16
Tabla 8. Granulometría del lecho filtrante .....	27
Tabla 9. Velocidades máximas permisibles en tuberías .....	31
Tabla 10. Población .....	58
Tabla 11. Perfil hidráulico de línea de conducción 1.....	62
Tabla 12. Perfil hidráulico de línea de conducción 2.....	63



## INDICE DE TABLAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Departamento de San Martín – Perú.....	4
Figura 2. Ubicación de la Provincia de Lamas .....	4
Figura 3. Sedimentador Planta y corte longitudinal .....	21
Figura 4. Ubicación De La Pantalla Difusora.....	23
Figura 5. Pared difusora del sedimentador .....	24
Figura 6. Corte longitudinal de un filtro lento de arena .....	26
Figura 7. Estructura de salida del filtro lento .....	27
Figura 8. Perfil de la Línea de conducción.....	28
Figura 9. Deflexión en una tubería .....	33
Figura 10. Cámara Rompe-presión.....	36
Figura 11. Tipos De Reservorio: Apoyado Y Elevado.....	37
Figura 12. Tipos de redes de distribución.....	41
Figura 13. Sistema abierto o ramificado .....	42
Figura 14. Conexiones Domiciliarias Tipo.....	46
Figura 15. Micromedidor Domiciliario .....	47
Figura 16. Distribución por Gravedad.....	48
Figura 17. Distribución por Bombeo .....	48

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis denominado “**Diseño Definitivo del Sistema de Agua Potable de la cc.nn. kichwa Morillo – Distrito de Shanao, Lamas-San Martín**”, se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

El presente trabajo de Tesis consiste en el Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por gravedad para la Comunidad Nativa de Kichwa Morillo, perteneciente al Distrito de Shanao, Provincia de Lamas , Departamento de San Martín .

La localidad de Morillo no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua tratada; las poblaciones se abastecen de agua para el consumo humano de pozos filtrantes en mal estado y agua de lluvia que juntan en precarios recipientes, arriesgando su salud. La evacuación de las aguas servidas se da a las calles, huertas de viviendas, la disposición final de los excretos se da en letrinas rudimentarias y se encuentran en condiciones infrahumanas, contaminando el casco urbano e incrementando la incidencia de enfermedades gastrointestinales, parasitosis y dérmicas en la población local.

Además, se ha percibido la inexistencia de programas de educación sanitaria en manejo del agua y la disposición final de las aguas servidas producidas por el uso doméstico, no existiendo difusión de programas de salud pública, incidiendo en el elevado índice de diversas enfermedades, presencia de desnutrición en la población, incremento de gastos en la canasta familiar por salud, desventajas para el desarrollo urbano local y condiciones desfavorables para las inversiones privadas.

En primera instancia se Diseñó el Sistema de Abastecimiento de agua potable, considerando toda estructura de concreto armado, al que se denominó, Sistema Convencional. Se observó que era posible optimizar el uso de materiales de construcción utilizando estructuras de materiales alternativos, por lo que se elaboró un nuevo diseño del sistema de abastecimiento al que se denominó, Sistema Optimizado.

Finalmente, para obtener conclusiones acerca de la factibilidad técnico-económica de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en el ámbito rural de la selva del Perú, se elaboró un presupuesto por sistema; comprobándose que la mayor incidencia en costos se produce por el transporte aéreo de los materiales a la zona de la obra.

**Palabras Clave:** Abastecimiento de agua, agua potable, comunidades, asentamientos rurales, ingeniería civil, Kichwa Morillo [CC.NN.] – Shanao – Lamas – San Martín – Perú.

## ABSTRACT

The present thesis project called "Definitive Design of the Drinking Water System of the cc.nn. Kichwa Morillo - District of Shanao, Lamas-San Martin ", was developed in the Faculty of Civil Engineering of the National University of San Martin - Tarapoto.

The present work of Thesis consists in the Design of a Potable Water Supply System by gravity for the Native Community of Kichwa Morillo, belonging to the District of Shanao, Province of Lamas, Department of San Martin.

The town of Morillo does not have a water supply system; the populations are supplied with water for the human consumption of filtering wells in poor condition and rain water that gather in precarious containers, risking their health. The evacuation of the sewage is given to the streets, orchards of houses, the final disposition of the excreta is given in rudimentary latrines and they are in infrahuman conditions, contaminating the urban helmet and increasing the incidence of gastrointestinal, parasitosis and dermal diseases in local people. In addition, the lack of health education programs in water management and the final disposal of wastewater produced by domestic use has been perceived, with no public health programs being disseminated, with an impact on the high rate of various diseases and the presence of malnutrition. in the population, increased spending on the family basket for health, disadvantages for local urban development and unfavorable conditions for private investments.

In the first instance, the Drinking Water Supply System was designed, considering all reinforced concrete structure, which was called the Conventional System. It was observed that it was possible to optimize the use of construction materials using structures of alternative materials, so a new design of the supply system was developed, which was called Optimized System.

Finally, to obtain conclusions about the technical-economic feasibility of water supply systems for human consumption in the rural area of the Peruvian jungle, a budget was elaborated per system; proving that the greater incidence in costs is produced by the aerial transport of the materials to the area of the work.

**Keywords:** water supply, potable water, communities, rural settlements, civil engineering, Kichwa Morillo [CC.NN.] - Shanao - Lamas - San Martín - Peru.





## INTRODUCCION

La Ingeniería Hidráulica a lo largo de la historia ha tenido un papel fundamental en el desarrollo humano, debido a que el suministro de agua potable es indispensable para cualquier población humana. No sólo por ese factor, sino también en el desarrollo de técnicas para la eliminación y manejo adecuado de los residuos humanos generados, para así prevenir en lo posible la contaminación ambiental y evitar enfermedades.

La piedra angular de toda población sana es tener acceso al agua potable. Desde tiempos de la revolución de la agricultura y los inicios de la vida sedentaria en los años 9.000-10.000 A. de C., comenzaron los primeros esfuerzos por controlar el caudal de agua, proveniente de manantiales, fuentes y arroyos. Ya 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 y humanos en la 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.

Con este proyecto se pretende dar una alternativa para garantizar el servicio continuo de agua potable en condiciones aptas, la preservación de la salud pública y protección del medio ambiente. Además, la importancia que tiene el monitoreo de las aguas para los estudios relacionados con la cantidad, calidad y conservación de estos recursos. En general toda localidad que crece y se desarrolla, de igual manera crecen sus necesidades socio económicas y los servicios básicos de saneamiento, es decir las necesidades que en el inicio de la población eran secundarias cuando estas alcanzan su desarrollo se convierten en primarias e indispensables y algunas son inherentes a las personas convirtiéndose de esta manera en derechos tales como: Educación, salud, vivienda etc

Una de esas necesidades básica para la localidad de cc.nn Kichwa Morillo en el Distrito de Shanao, es contar con los servicios de Agua Potable, tomando en cuenta que, al satisfacer dicha necesidad, contribuirá a mejorar notablemente la calidad de vida de la población. Actualmente, en el mundo la innovación de nuevos sistemas para abastecer de los diversos servicios de agua potable, constituyen una infraestructura de desarrollo social.



# CAPÍTULO I

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

### 1.1. Generalidades

La disponibilidad de los recursos hídricos para los diferentes usos no solo depende de los volúmenes de agua superficial y subterránea, sino también de la calidad de estos recursos. La provisión de sistemas confiables de abastecimiento de agua potable es actualmente un objetivo para todos los países del mundo como parte de muchos programas internacionales.

El desarrollo de las ciudades y el incremento de la población hacen que existan muchas necesidades, y ante la insatisfacción de las mismas, se genera gran malestar en la población. Entre estas necesidades se halla el desabastecimiento de agua potable, que es causante de enfermedades gastrointestinales, que son ocasionadas por agentes patógenos, el cual ha sido un problema sobre todo en zonas marginales y de extrema pobreza como en la CC.NN Kichwa Morillo, Distrito de Shanao, Lamas – San Martín, y todo ello conlleva al retraso socioeconómico.

Con este proyecto se pretende dar una alternativa para garantizar el servicio continuo de agua potable en condiciones aptas, la preservación de la salud pública y protección del medio ambiente. Además, la importancia que tiene el monitoreo de las aguas para los estudios relacionados con la cantidad, calidad y conservación de estos recursos. En general toda localidad que crece y se desarrolla, de igual manera crecen sus necesidades socioeconómicas y los servicios básicos de saneamiento, es decir las necesidades que en el inicio de la población eran secundarias cuando estas alcanzan su desarrollo se convierten en primarias e indispensables y algunas son inherentes a las personas convirtiéndose de esta manera en derechos tales como: Educación, salud, vivienda etc.

Una de esas necesidades básica para la Localidad de CC.NN Kichwa Morillo , es contar con los servicios de Agua Potable, tomando en cuenta que, al satisfacer dicha necesidad, contribuirá a mejorar notablemente la calidad de vida de la población. Actualmente, en el mundo la innovación de nuevos sistemas para abastecer de los diversos servicios de agua potable, constituyen una infraestructura de desarrollo social.



## **1.2. Exploración preliminar orientado a la investigación**

El agua que se capta en quebradas, pozos, lagos, etc. para que sea adecuada para el consumo humano, es necesario tratarla convenientemente para hacerla potable. Este proceso se denomina potabilización y se realiza a través de las plantas de tratamiento. A estas aguas se debe realizar un análisis fisicoquímico y bacteriológico la cual nos indicará las características y/o concentración que el agua contiene (elementos químicos, Coliformes totales y termo tolerantes) y así tomar las medidas que correspondan.

En el tratamiento del agua para consumo humano se emplean diferentes procesos; la complejidad de estos dependerá de las características del agua cruda, en este proyecto de investigación, es necesario los procesos de captación, sedimentación, pre filtración, filtración lenta y desinfección, cada uno de estos consistiendo en primer lugar; con la captación, que se refiere en la selección del tipo de fuente de agua a captar (agua superficial por impulsión en el cauce el río mayo), luego esta pasa por el proceso de sedimentación, su principal objetivo es eliminar las partículas suspendidas en el agua por efecto de la fuerza de gravedad, bajo influencia de las partículas más pesadas tienden a sedimentarse desplazándose a una velocidad propia de la partícula; el siguiente paso es el proceso de pre filtración, que consiste en el pre tratamiento utilizando pre filtros de grava para disminuir la carga de material en suspensión antes de la filtración en arena, consta de varias cámaras llenas de piedras de diámetro creciente, en las cuales se retiene la materia en suspensión con diámetros hasta 10 mm; luego pasa por el proceso de filtración lenta, en esta, el agua proveniente de la pre filtración (pre filtro) culmina su proceso de sedimentación, donde las partículas o sedimentos más pequeños son tratados para lograr una purificación de agua a un 90%.

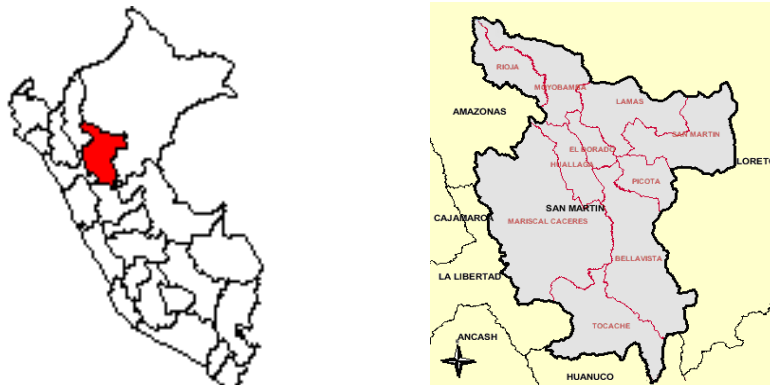
## **1.3. Aspectos generales del estudio**

### **1.3.1. Ubicación geográfica donde se desarrollará el proyecto.**

La comunidad enmarcada dentro del proyecto pertenece al Distrito de Shanao, ubicada en la provincia de Lamas en la Región San Martín, con una altura de 500.00 y las corenadas UTM WGS84 N:9293800, E: 325400

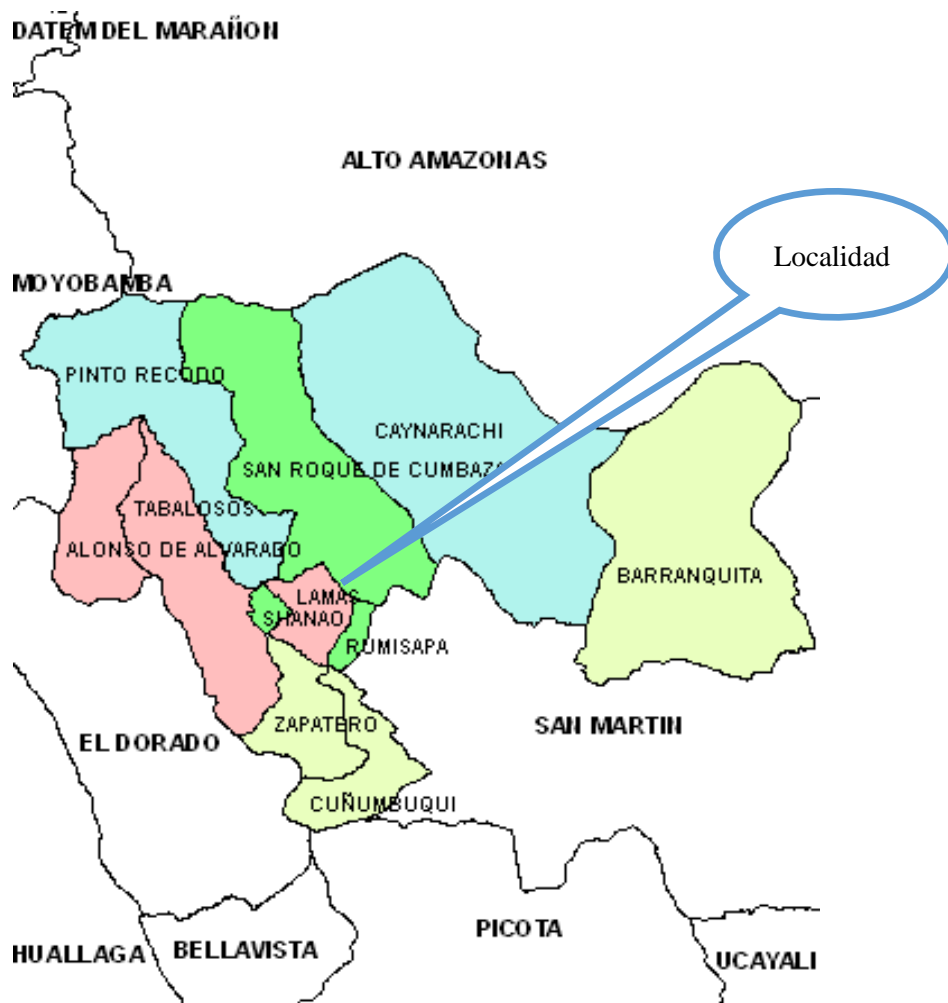
Ubicación geográfica:

**Departamento de San Martín**



**Figura 1.** Ubicación geográfica del Departamento de San Martín – Perú (*Fuente:* Búsqueda realizada en google.)

**Provincia de Lamas**



**Figura 2.** Ubicación de la Provincia de Lamas (*Fuente:* Búsqueda realizada en google.)

### 1.3.2. Aspectos generales de la zona del proyecto

#### 1.3.2.1. Vías de Acceso

El acceso a la localidad de Shanao donde se encuentra ubicado el sector de Morillo se realiza por vía terrestre, a través de la carretera Fernando Belaunde Terry tramo sur (Tarapoto – Moyobamba), con un recorrido de 25 km, de la ciudad de Tarapoto, hasta Shanao y el transporte se realiza a través de autos, motocicletas, moto taxis, bicicletas, etc. La vía de acceso se encuentra asfaltada en todo su recorrido hasta 25 km y 8 km es afirmada el tramo Shanao - Morillo.

Vías de Comunicación:

**Tabla 1**

*Distancia de vía*

<b>Tramo</b>	<b>Distancia</b>	<b>Condición</b>
Tarapoto - Shanao	25 Km.	Carretera Asfaltada
Shanao - Morillo	8 km.	Carretera Trocha Carrózable)

*Fuente:* Elaboración Propia

**Tabla 2**

*Precios del transporte*

<b>Medio de transporte</b>	<b>Cabina s/.</b>	<b>Tolva s/.</b>
Auto (Tarapoto - Shanao)	7.00	
Motokar (Shanao – Morillo)	5.00	

*Fuente:* Elaboración Propia

#### 1.3.2.2. Clima

El clima predominante es el correspondiente a la zona de la Selva alta, cálido húmedo, temperatura media anual es de 23,26° C, siendo la máxima de 28,04° C y la mínima 18,47° C, la precipitación pluvial media anual es de 1000-1200 mm. En épocas de los meses de enero a mayo.

La humedad relativa promedio mensual es de 83,39%, siendo la máxima 94,73% y la mínima 73,10%. Las precipitaciones son intensas (Diciembre a Marzo) con precipitación anual mayor a 1,500 mm

### **1.3.3. Organizaciones comunales**

La estructura organizativa del Distrito de Shanao al igual que las localidades y demás distritos de la Región, está basada en lo que establece la Constitución Política del Estado, es decir las actividades se desarrollan en coordinación con las autoridades de cada lugar, Gobierno Local, Gobierno Regional, Gobernaciones, Clubes de Madres, Clubes Deportivos y las Agrupaciones productivas y comerciales.

### **1.3.4. Estado situacional**

#### **1.3.4.1. Población**

Actualmente el distrito de Shanao cuenta con una población global total de 2492 hab. (Distrito del Shanao) de los cuales el 59% es rural, además cuenta con una tasa de crecimiento de 2.2% y una tasa de analfabetismo del 17%. Dentro del Mapa de Pobreza está considerado como Pobre. Así mismo la población de la localidad involucrada (Morillos cuenta con 283 habitantes aprox).

#### **1.3.4.2. Condiciones económicas y sociales**

En cuanto a las características socioeconómicas de la población se observa que sólo un 14% tiene empleo fijo, un 70 % es eventual y un 16% "desocupado". Los lugares de sus actividades laborales se encuentran predominantemente en la misma ciudad representando (40%) y el resto en las otras zonas del Distrito (áreas centrales, este y sur respectivamente).

#### **1.3.4.3. Servicios existentes**

##### **1.3.4.3.1. Educación.**

Para la atención educativa, en las localidades beneficiarias se cuenta con lo siguiente:

Localidad: Morillo: Institución Educativa – Inicial, Primaria

##### **1.3.4.3.2. Servicio de agua potable.**

Actualmente no existe un sistema de agua potable que abastece a la comunidad mencionada anteriormente, por lo que los pobladores tienen que abastecerse del agua de lluvia o de las vertientes adyacentes acarreado y almacenando en baldes, galones, tinajas, etc... A todo esto, se suma la presencia de enfermedades intestinales y dérmicas en la población y los más perjudicados son los niños en las cuales se nota un gran porcentaje de desnutrición.



#### **1.3.4.3.3. Alcantarillado.**

La localidad de Morillo, carece de un sistema de desagüe de aguas servidas, pues el sistema es atendido a través de letrinas rústicas y pozos ciegos construidas sin ningún asesoramiento técnico que no ofrecen las garantías de salubridad e higiene requeridas, y las aguas servidas domésticas son arrojadas a la calle de dicha localidad, por lo tanto es una necesidad primordial de la población beneficiaria.

En la localidad de Morillo no existen letrinas sanitarias en buen estado construidas por ninguna institución del estado.

#### **1.3.4.3.4. Electricidad.**

Actualmente la localidad de Morillo cuenta con este servicio.

#### **1.3.4.3.5. Medios de transporte urbano.**

La población cuenta como medio de transporte urbano por medio de autos, mayormente los motocarros, motos lineales, bicicletas y a pie para desplazarse y realizar sus actividades diarias.

#### **1.3.4.3.6. Atención médica.**

La localidad de Morillo, no cuenta con un Puesto de Salud, para la atención de los servicios de salud, para casos graves o de mayor especialización acuden al hospital de la ciudad Lamas o simplemente por carencias económicas solo llegan a atenderse en la Posta de Salud de Shanao.

#### **1.3.4.3.7. Limpieza Pública.**

En cuanto a la limpieza pública de la localidad de Morillo, no existe ninguna entidad que realice periódicamente la limpieza de la localidad, carece de un asesoramiento técnico, creando focos infecciosos dentro de la localidad y contaminando el medio ambiente.

#### **1.3.4.3.8. Telecomunicaciones**

La localidad de Morillo, si cuenta con un teléfono público (comunitario) que está ubicado en un local comercial, señal de radio y televisión. Si existe cobertura de teléfono celular.

### **1.3.5. Problema**

La localidad de Morillo no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua tratada; las poblaciones se abastecen de agua para el consumo humano de pozos filtrantes en mal estado

y agua de lluvia que juntan en precarios recipientes, arriesgando su salud. La evacuación de las aguas servidas se da a las calles, huertas de viviendas, la disposición final de los excretos se da en letrinas rudimentarias y se encuentran en condiciones infrahumanas, contaminando el casco urbano e incrementando la incidencia de enfermedades gastrointestinales, parasitosis y dérmicas en la población local.

Además se ha percibido la inexistencia de programas de educación sanitaria en manejo del agua y la disposición final de las aguas servidas producidas por el uso doméstico, no existiendo difusión de programas de salud pública, incidiendo en el elevado índice de diversas enfermedades, presencia de desnutrición en la población, incremento de gastos en la canasta familiar por salud, desventajas para el desarrollo urbano local y condiciones desfavorables para las inversiones privadas.

### **1.3.6. Tipo de Suelo**

El suelo del área del proyecto muestra homogéneamente una estratificación constituida por una capa de 0.25 metros de material orgánico, raíces y malezas, una capa de 3.00m de arena limosa color marrón oscuro; a partir de los 3.00 metros hasta 5.00 metros se ha apreciado, canto rodado con bolonería. La presencia de tramos casi horizontales así como los tramos ligeramente inclinados de suelos con capas de arena limosa (los que se encuentran a lo largo del trazo) constituyen apoyos estables para la tubería. Ver detalles en el Estudio de Suelos.

### **1.3.7. Topografía**

La naturaleza de los terrenos muestra una topografía accidentada en gran parte del área del proyecto, que va desde la zona de la captación hasta la localidad de Morillo, que se detallaran en los planos de perfil longitudinal y planta con curvas de nivel.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema**

##### **2.1.1. Antecedentes del problema**

El presente proyecto de Investigación se vio en la necesidad de reunirse con la población involucrada ha visto por conveniente, plantear y priorizar la necesidad de contar con la instalación de los servicios básicos de Agua Potable en la localidad de Morillo, ante la situación negativa que actualmente están atravesando, porque siendo comunidad productora agropecuaria y el incremento poblacional permanente debido a las tierras agropecuaria, la gente los pobladores se ven desesperados de contar con algún tipo de servicio de agua potable, debido que actualmente consumen agua de lluvia, algunas corrientes de aguas para el consumo humano.

El conocimiento de las necesidades primarias de la población, como el de tener un adecuado consumo de agua, es de vital importancia para la realización de una planificación ordenada y coherente de actividades, dirigidas al desarrollo de los pueblos y especialmente de las comunidades rurales oriundas de nuestra Región San Martín. Tener un adecuado sistema de agua potable que permitirá promover el desarrollo de éstos, con las diferentes actividades productivas que se requieren para tal fin, y los medios que permitan la realización de lo mencionado, sobre todo en el aspecto de servicios.

Por todo lo anteriormente mencionado es necesario e imprescindible modificar la situación negativa que aqueja a la población de la localidad de Morillo.

Es por ello que el proyecto de investigación de tesis Diseño Definitivo del Sistema de Agua Potable en la cc.nn Kichwa Morillo, Lamas, San Martin, busca contar con un servicio eficiente (calidad y cantidad de agua potable) para el consumo humano acorde a la demanda actual de la Localidad.

##### **2.1.2. Planteamiento del problema**

Las deficientes condiciones de la prestación del servicio de agua potable en la localidad de CC.NN Kichwa Morillo, tales como, abastecimiento de agua de mala calidad con presencia de bacterias fecales sin el tratamiento respectivo, baja cobertura y discontinuidad del servicio y la existencia de sectores con baja presión de agua.



### **2.1.3. Formulación del Problema**

Bajo estas premisas, nos encontramos en la obligación de respondernos la siguiente interrogante:

**¿De qué manera el Diseño Definitivo del Sistema de Agua Potable de la CC.NN Kichwa Morillo, en el distrito de Shanao, Lamas – San Martín, permitirá contar con un servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población ?**

## **2.2. Objetivos: generales y específicos**

### **2.2.1. Objetivo general**

Realizar el Diseño Definitivo del sistema de agua potable que permita contar un servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población en la cc.nn Kichwa Morillo, Distrito de Shanao , Provincia de Lamas, Región San Martín.

### **2.2.2. Objetivos específicos**

Realizar los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua cruda. Realizar el levantamiento topográfico de la zona.

Calcular los parámetros de diseño (población futura, caudal de diseño, etc.) del agua. Realizar el diseño hidráulico de los componentes del sistema Captación, planta de tratamiento (Sedimentador, Pre-Filtro, Filtro Lento), Línea de conducción, Reservorios, Línea de Aducción, Redes de distribución y conexiones domiciliarias.

Elaborar los planos de los componentes del sistema de agua potable.

## **2.3. Justificación de la investigación**

En la cc.nn Kichwa Morillo, al igual que muchas localidades del interior de la región y país, son perjudicadas por la carencia de servicios de agua potable de buena calidad a pesar de contar con recursos hidrológicos en las zonas que podrían garantizar su utilización adecuada.

El proyecto de investigación se plantea como consecuencia de la urgente necesidad de dotar de un sistema de abastecimiento de agua potable para las localidades que permitan la conducción del agua en óptimas condiciones para el consumo humano.





## **2.5.2. Marco teórico o fundamentación teórica de la investigación requisitos de calidad del agua para el consumo humano.**

### **2.5.2.1. Agua apta para el consumo humano**

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento.

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua.

Se consideran importantes las siguientes:

### **2.5.2.2. Características del agua**

#### **2.5.2.2.1. Características físicas del agua**

##### **2.5.2.2.1.1. Turbiedad**

Es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado.

##### **2.5.2.2.1.2. Color**

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella.

Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etcétera.

##### **2.5.2.2.1.3. Olor y sabor**

El sabor y el olor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “A lo que huele, sabe el agua”.

Estas características constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor.

Temperatura: Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, sedimentación y filtración (BARRENECHEA, A; 2004).

Tabla 3

*Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero  
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

*Fuente:* Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano

#### 2.5.2.2.2. Características químicas del agua

El agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor.

#### 2.5.2.2.3. Características microbiológicas del agua

Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en la tabla 02, debe estar exenta de:

Bacterias coliformes totales, termo tolerantes y Escherichiacoli. Virus.

Huevos y larvas de helmintos, quistes y/o quistes de protozoarios patógenos. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

**Tabla 4**

*Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.*

<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias  
 (\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

*Fuente:* Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano.

### **2.5.2.3. Parámetros de diseño**

#### **2.5.2.3.1. Periodo de diseño**

Es 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 consideran 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.

Redes: 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”.

#### **2.5.2.3.2. Población de diseño**

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

#### **2.5.2.4. 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:

#### **2.5.2.5. Dotación de agua**

“Es la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo urbano, generalmente expresada en litros por persona por día (lppd).

La dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables correspondientes a los usos que conforman el abastecimiento.”(López, R; 2009)

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: (PNSR; 2004)

**Tabla 5***Parámetros de dotación de agua según guía de saneamiento básico*

Región geográfica	Consumo de agua doméstico, dependiendo del Sistema de disposición de excretas utilizado	
	Letrinas sin arrastre hidráulico	Letrinas con arrastre hidráulico <sup>10</sup>
<b>Costa</b>	50 a 60 l/h/d	90 l/h/d
<b>Sierra</b>	40 a 50 l/h/d	80 l/h/d
<b>Selva</b>	60 a 70 l/h/d	100 l/h/d

*Fuente:* Guía para la elaboración de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento del Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR.

**Tabla 6***Parámetros de dotación de agua según la OMS*

Población	Clima	
	Frio	Cálido
<b>Rural</b>	100	100
<b>2,000 – 10,000</b>	120	150
<b>10,000 – 50,000</b>	150	200
<b>50,000</b>	200	250

*Fuente:* Manual de Proyectos de Agua potable en Poblaciones Rurales Lppd= litros por persona al día

**Tabla 7***Dotación de agua fondo Perú Alemania*

Tipo de proyecto	Dotación (lppd)
Agua potable domiciliaria con alcantarillado	100
Agua potable domiciliarias con letrinas	50
Agua potable con piletas	30

*Fuente:* Manual de Proyectos de Agua potable en Poblaciones Rurales Lppd= litros por persona al día

La tendencia a mediano plazo es que las letrinas cambien a alcantarillado y las piletas a instalaciones domiciliarias, por tanto, en lo posible, se recomienda diseñar instalaciones a futuro con dotaciones de 100 lppd. (García, E; 2009).

### 2.5.2.6. Variación de consume

“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..(Agüero, R; 1997).

### 2.5.2.7. Consumo promedio diario anual (QM)

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

*Pfx dotacion(d)*

$Q_m$  = Consumo promedio diario (l/s).  $P_f$  = Población futura (hab.).

$d$  = Dotación (lts/hab./día).

Para dimensionar la capacidad de los elementos se tendrá en cuenta:

### 2.5.2.8. Pérdidas físicas de agua.

Pérdidas reales de agua potable producida pero no utilizada. Puede ser resultado de: Fugas en las tuberías en mal estado.

Rebose no controlado en los reservorios.

Agua utilizada para limpieza de las unidades de la planta de tratamiento, entre otros. Las pérdidas se estiman como porcentaje de la producción:

#### 2.5.2.8.1. Consumo máximo diario (Qmd)

La demanda de agua tiene un comportamiento estacional, pues se incrementa en épocas calurosas y se reduce en estaciones frías. El abastecimiento de agua potable debe prepararse para satisfacer la demanda aún en los días de mayor calor del año. El caudal requerido en el día de máximo consumo se denomina Demanda máxima diaria ( $Q_{md}$ ), y se obtiene al multiplicar el  $Q$  promedio por el coeficiente máximo diario, el cual, de acuerdo a lo recomendado por el sector es de 1.3, y se obtiene según la siguiente expresión:

$$Q_{md} [\text{en l/seg.}] = Q_{promedio}[\text{en l/seg.}] * K1 \dots \dots \dots (05)$$

Dónde:

$Q_{md}$  = consumo máximo diario (lts/s)

$K1$ = coeficiente del caudal máximo diario, según (GFPIE; 2011) para el consumo máximo diario se considera un valor de 1.3 veces el consumo promedio diario anual.

$Q_m$ = consumo promedio diario anual.

El  $Q_{md}$  se utiliza como dato principal para el dimensionamiento de componentes que se ubican antes de los reservorios como captación, producción y conducción a las plantas de tratamiento y/o reservorios.

#### **2.5.2.8.2. Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ )**

La demanda también es variable en el día, por ello se adopta un segundo factor de corrección. La variación es absorbida por el reservorio de regulación y por la capacidad de las redes de distribución. Estas últimas se diseñan para atender la demanda máxima horaria ( $Q_{mh}$ ), la cual se determina multiplicando por el coeficiente máximo horario de 2.0 de la siguiente forma:

$$Q_{mh} [\text{en l/seg.}] = Q_{promedio}[\text{en l/seg.}] * K2 \dots \dots \dots (06)$$

Dónde:

$Q_{mh}$  = consumo máximo horario (lts/s)

$K2$ = coeficiente del caudal máximo diario, según (GFPIE; 2011) para el consumo máximo diario se considera un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual.

$Q_m$ = consumo promedio diario anual.

#### **2.5.2.9. Componentes del sistema de agua potable**

##### **2.5.2.9.1. Captación**

La captación se diseñará con el caudal máximo diario. Se diseñará con el caudal máximo horario cuando el caudal de la fuente sea mayor al caudal máximo diario requerido y no se considerará una estructura de regulación, previo un análisis económico.

En el diseño deberá considerar los otros usos de la fuente, para lo cual si fuera el caso se diseñará estructuras complementarias, evitando el riesgo sanitario al sistema.



### **2.5.2.9.2. Aguas superficiales**

#### **2.5.2.9.2.1. Ríos**

En el diseño, deberá considerarse que los caudales de captación usualmente no serán mayores a 5 l/seg., por tanto, el diseño básico consistirá en:

Defensa ribereña. Bocal con compuerta.

Canal entre bocal y desarenador. Desarenador con vertedor de excedencias. Rejilla para ingreso de tubería.

En casos justificados se construirá un barrage en el río. La información básica para el diseño será:

Área de la cuenca hidrográfica, altitud y precipitación pluvial mensual. Caudales medios y extremos mensuales.

Transporte de sedimentos. Derechos de terceros sobre el agua.

Fuentes de contaminación física, química y bacteriológica. Geología para la cimentación de las obras.

Ubicación y características de agregados para las obras de concreto. Acceso a la zona de construcción.

#### **2.5.2.9.2.2. Canales**

La captación del canal puede hacerse mediante un orificio en el muro lateral del canal, regulado con compuerta o válvula compuerta, para luego ingresar al agua o un desarenador y de aquí a la línea de conducción con parrilla en el ingreso al tubo.

La información para el diseño será:

Continuidad de conducción del agua en el canal en el año.

Derecho de uso del agua para el agua potable.

Calidad del agua (químico, físico y bacteriológico) / transporte de sedimentos.

### **2.5.2.9.3. Aguas subterráneas**

#### **2.5.2.9.3.1. Sistema convencional**

##### **2.5.2.9.3.1.1. Manantiales**

La estructura de captación se construirá de material impermeable, para obtener el máximo

rendimiento de la fuente. Se deberá tener presente las variaciones de nivel de la fuente con relación al ingreso a la caja, para mantener una captación permanente de agua. Deberá contar con canales de drenaje de coronación para evitar la contaminación por las aguas superficiales y se construirá un cerco perimétrico de protección. Se diseñará con todos los accesorios necesarios para la operación y mantenimiento, dotándosele de todas las protecciones sanitarias.

#### **2.5.2.9.3.1.2. Pozos perforados**

La elección y ubicación del o los pozos deberá ser fijada en base a información y evaluación referente al rendimiento de los pozos existentes, años de producción, calidad del agua y las variaciones estacionales del nivel de agua.

#### **2.5.2.9.3.1.3. Pozos Excavados**

La elección y ubicación del o los pozos, deberá ser determinada por las características de los pozos existentes o por estudios realizados en un pozo de prueba. Se considerará el número de pozos necesarios para el sistema, de acuerdo con el caudal de diseño. Se ubicará(n) en zonas no inundables, considerándose los procesos constructivos. Cada pozo se deberá diseñar para obtener el mayor rendimiento del acuífero, considerándose la protección contra posible contaminación por aguas superficiales, infiltraciones, riego agrícola, residuos sólidos y otros. La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático. El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos de concreto tipo deslizante o fijo, ciego hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él. La distancia mínima entre un pozo de agua destinado a consumo humano y una letrina o un sistema de percolación será de 25 m. El pozo de agua se ubicará en una cota superior con respecto al pozo de la letrina.

#### **2.5.2.9.3.1.4. Galerías filtrantes.**

Serán diseñadas de acuerdo al corte geológico, obtenido mediante pruebas y estudios del rendimiento del acuífero. Se ubicarán en forma transversal o longitudinal de tal modo que permitan el máximo aprovechamiento de la corriente de agua subterránea, y a una profundidad no menor de 2 m de la clave de la tubería. El diámetro mínimo de la tubería recolectora perforada será de 100 mm. La tubería estará recubierta con grava clasificada y luego con material de relleno clasificado hasta el nivel del terreno natural.

### 2.5.2.9.3.2. Sistema no convencional

#### 2.5.2.9.3.2.1. Manantial protegido.

La captación deberá cumplir con los mismos requisitos establecidos para captación de manantiales en sistemas convencionales. En caso de fuente de escaso rendimiento, la estructura de captación se construirá para captar el total del rendimiento de la fuente.

#### 2.5.2.9.3.2.2. Pozo equipado con bomba manual.

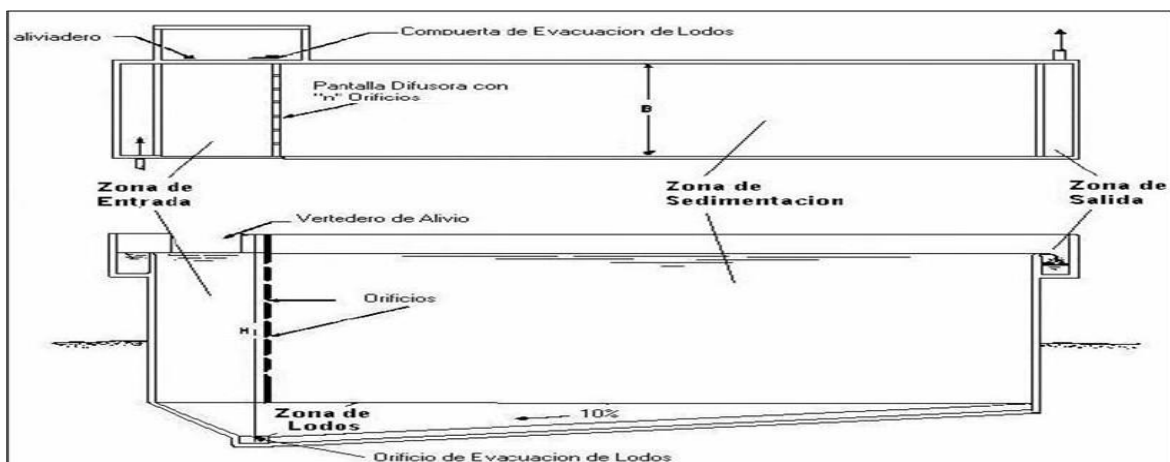
El pozo deberá cumplir con los mismos requisitos establecidos para captación de pozos excavados en sistemas convencionales.

Para este tipo de sistema se considerará el número de pozos necesarios para el sistema, de acuerdo al grado de dispersión de la población. Asimismo, se deberá indicar los niveles de agua y la producción de cada pozo.

### 2.5.2.9.4. Sedimentador

La sedimentación es un proceso muy importante. Las partículas que se encuentran en el agua pueden ser perjudiciales en los sistemas o procesos de tratamiento ya que elevadas turbiedades inhiben los procesos biológicos y se depositan en el medio filtrante causando elevadas pérdidas de carga y deterioro de la calidad del agua efluente de los filtros.

Los procedimientos de separación de material muy grueso (rejillas: gruesas y finas) se realizan o están relacionadas a las captaciones, se considera como pre tratamientos y acondicionamientos previos en la planta, a unidades como desarenadores y sedimentadores.



**Figura 3.** Sedimentador Planta y corte longitudinal (Fuente: OPS/CEPIS – Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores)

#### **2.5.2.9.5. Zona de entrada**

Estructura hidráulica de transición, que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.

#### **2.5.2.9.6. Zona de sedimentación**

Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos, flujo pistón.

#### **2.5.2.9.7. Zona de salida**

Constituida por un vertedero, canaletas o tubos con perforaciones que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.

#### **2.5.2.9.8. Zona de recolección de lodos**

Constituida por una tolva con capacidad para depositar los lodos sedimentados, y una tubería y válvula para su evacuación periódica.

#### **2.5.2.10. Criterios de Diseño**

El periodo de diseño, teniendo en cuenta criterios económicos y técnicos es de 8 a 16 años. El número de unidades mínimas en paralelo es de dos (02) para efectos de mantenimiento. El periodo de operación es de 24 horas por día.

El tiempo de retención será entre 2 - 6 horas.

La carga superficial será entre los valores de 2 - 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día. La profundidad del sedimentador será entre 1,5 – 2,5 m.

La relación de las dimensiones de largo y ancho (L/B) será entre los valores de 3 a 6.

La relación de las dimensiones de largo y profundidad (L/H) será entre los valores de 5 - 20. El fondo de la unidad debe tener una pendiente entre 5 a 10% para facilitar el deslizamiento del sedimento.

La velocidad en los orificios no debe ser mayor a 0,15 m/s para no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación.

Se debe aboquillar los orificios en un ángulo de 15° en el sentido del flujo.

La descarga de lodos se debe ubicar en el primer tercio de la unidad, pues el 80% del volumen de los lodos se deposita en esa zona.

Se debe efectuar experimentalmente la determinación del volumen máximo que se va a producir.

El caudal por metro lineal de recolección en la zona de salida debe ser igual o inferior a 3 l/s.

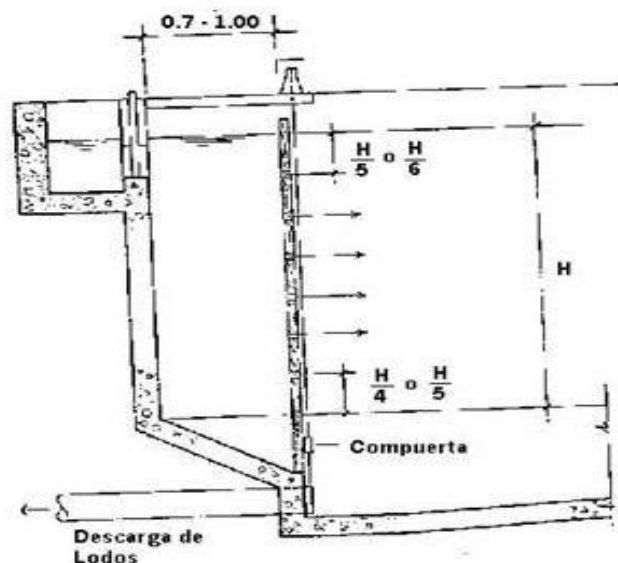
Se debe guardar la relación de las velocidades de flujo y las dimensiones de largo y altura.

$$H = V \dots \dots \dots (7)$$

La sección de la compuerta de la evacuación de lodos ( $A_2$ ) debe mantener la relación. Donde  $t$  es el tiempo de vaciado  $t = \frac{V}{A_2 \cdot v}$

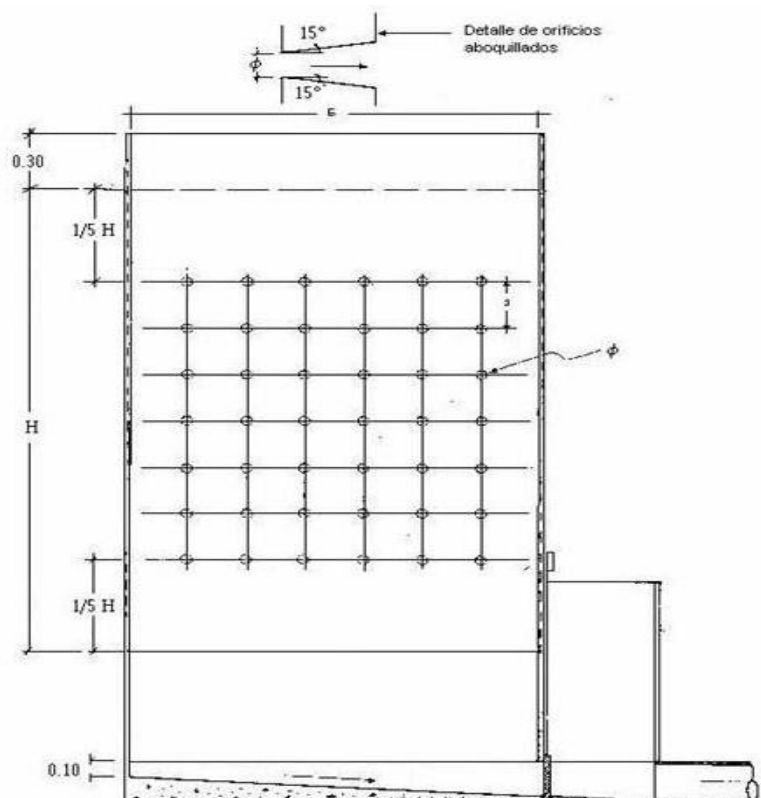
$$A_2 = 4850 * t \dots \dots \dots (08)$$

La ubicación de la pantalla difusora debe ser entre 0,7 a 1,00 m de distancia de la pared de entrada.



**Figura 4.** Ubicación De La Pantalla Difusora (Fuente: OPS/CEPIS – Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores).

Los orificios más altos de la pared difusora deben estar a  $1/5$  o  $1/6$  de la altura ( $H$ ) a partir de la superficie del agua y los más bajos entre  $1/4$  o  $1/5$  de la altura ( $H$ ) a partir de la superficie del fondo



**Figura 5.** Pared difusora del sedimentador (*Fuente:* OPS/CEPIS – Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores)

### 2.5.2.11. Pre-Filtro de grava de flujo horizontal

Para establecer el caudal de operación de todo el sistema, si ésta es la primera unidad del estructura de entrada sistema de tratamiento considerado, deberá anteponerse una caja de concreto con un vertedero triangular.

La está constituida por un canal y un muro de ladrillo hueco, cuya función es distribuir uniformemente el caudal en toda la sección.

La zona de filtración está conformada por canales divididos en tres o más tramos llenos de grava de diferentes diámetros, dispuestos en sentido decreciente.

La longitud de los tramos es variable y depende de la calidad del agua, del tamaño de la grava y de la velocidad de filtración.

Las paredes anterior y posterior de cada tramo deberán ser muros de ladrillo hueco, para permitir una distribución uniforme y adecuada del flujo.

Cada tramo debe tener su sistema de limpieza, consistente en una tolva para facilitar el deslizamiento y depósito del sedimento, un canal de evacuación de lodos techado con losas

de concreto separadas por ranuras, compuerta y cámara de drenaje. Las ranuras o separaciones de las losas del canal se diseñan para obtener una velocidad de descarga que asegure la extracción instantánea de la mayor parte del lodo contenido en la tolva. Las tolvas estarán rellenas con piedra de 2" a 3" de diámetro.

La estructura de salida está constituida por un muro de ladrillo hueco y un canal independiente para cada unidad.

#### **2.5.2.11.1. Ventajas**

En general, son más eficientes que los sedimentadores por la gran superficie específica disponible en la grava. Cuando opera con carreras largas, no sólo remueve partículas inertes, sino también microorganismos.

Las carreras de trabajo se pueden alargar mediante descargas hidráulicas y el lavado de la grava se puede distanciar, por lo menos, hasta que concluya la época de lluvia. Es posible lograr una periodicidad de dos a tres años, dependiendo de la turbiedad máxima del afluente.

#### **2.5.2.11.2. Restricciones**

Profundidades mayores de 1.5 m y anchos mayores de 5.0 m dificultan la limpieza de la unidad. En general, se recomiendan profundidades no mayores de 1.0 m y anchos máximos de 4.0 m. Estas recomendaciones restringen el uso de estas unidades a caudales pequeños; la otra alternativa es considerar muchas unidades en paralelo.

Turbiedades mayores de 300 UNT demandan unidades de 8 a 16 m de largo.

#### **2.5.2.11.3. Criterios de diseño**

Velocidades de filtración de 0.50 a 2.0 m/h, variables en razón inversa a la calidad del agua. Grava de 1/4" a 2", colocada en sentido decreciente. En contacto con los muros perforados se colocará material de diámetro mayor que el de los orificios.

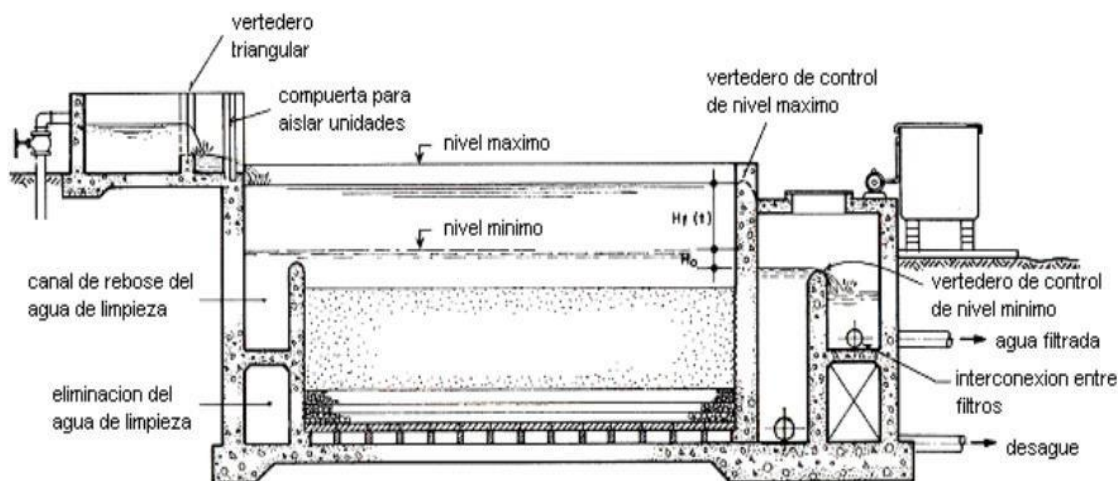
Longitudes de tramos de 1 a 5 m, variables en sentido inverso con el diámetro de la grava. Tasa de diseño para el sistema de limpieza de 1.3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de área de prefiltro.

La instalación debe proporcionar la carga hidráulica necesaria para compensar las pérdidas de carga por fricción, ocasionadas por la velocidad vertical de vaciado del sistema.

La grava debe tener de 0.20 a 0.30 m de altura adicional por encima de nivel normal de operación, para evitar cortocircuitos por encima de la superficie de la grava, cuando se haya alcanzado la pérdida de carga máxima.

### 2.5.2.12. Filtro Lento

Una unidad de filtración lenta en arena consta generalmente de los siguientes elementos: a) caja de filtración y estructura de entrada, b) sistema de drenaje, c) lecho filtrante, d) capa de agua sobrenadante y e) dispositivos para regulación, control y rebose.



**Figura 6.** Corte longitudinal de un filtro lento de arena (*Fuente:* OPS/CEPIS – Planta de tratamiento de filtros lentos)

#### 2.5.2.12.1. Caja de filtración y su estructura de entrada

La caja del filtro posee un área superficial condicionada por el caudal a tratar, la velocidad de filtración y el número de filtros especificados para operar en paralelo. Se recomiendan áreas de filtración máxima por módulo de 100 m<sup>2</sup> para facilitar las labores manuales de operación y mantenimiento del filtro. La estructura consta de un vertedor de excesos, canales o conductos para distribución, dispositivos para medición y control de flujo, cámara de entrada y ventana de acceso al filtro propiamente dicho.

#### 2.5.2.12.2. Lecho filtrante

El medio filtrante debe estar compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica. La arena no debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio.



Tabla 8

## Granulometría del lecho filtrante

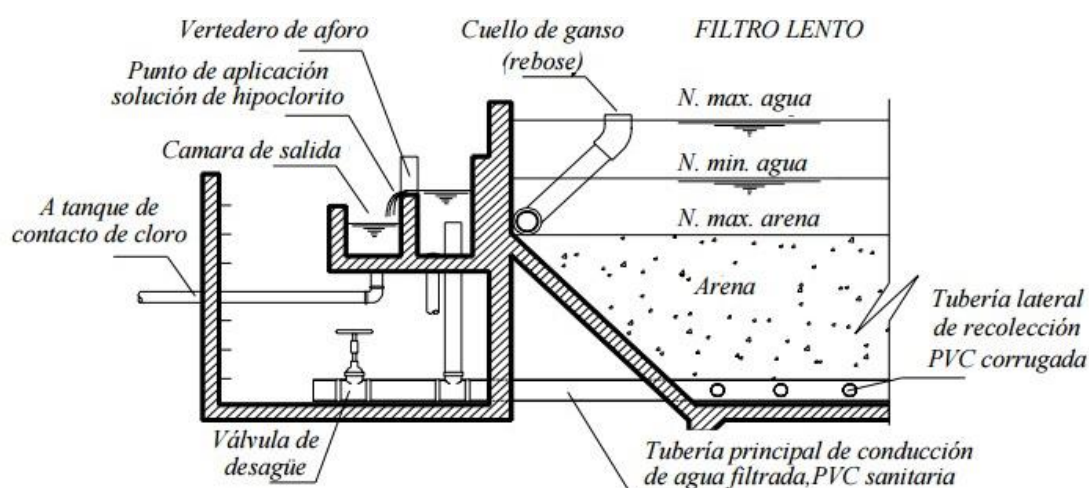
Criterios de Diseño	Valores Recomendados
Altura de arena (m)	
Inicial	1.00
Mínima	0.50
Diámetro efectivo (mm)	0.15 - 0.35
Coefficiente de uniformidad	
Aceptable	< 3
Deseable	1.8 - 2.0
Altura del lecho de soporte, incluye drenaje (m)	0.1 - 0.3

*Fuente:* OPS/CEPIS- plantas de tratamiento de filtros lentos

La velocidad de filtración varía entre los 0.1 y 0.2 m/h dependiendo de la calidad del agua cruda. A mayor contaminación del agua afluyente menor velocidad de filtración. La altura del agua sobre el lecho filtrante puede variar entre 1.0 y 1.50 m.

### 2.5.2.12.3. Sistema de drenaje, que incluye lecho de soporte y cámara de salida

El nivel mínimo del filtro se controla mediante el vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 0.10 m. por encima de la superficie del lecho filtrante



**Figura 7.** Estructura de salida del filtro lento (*Fuente:* OPS/CEPIS- plantas de tratamiento de filtros.

#### 2.5.2.12.4. Capa de agua sobrenadante

Se recomienda una altura de agua sobrenadante de 1.0 a 1.5 m. y un borde libre entre los 0.2 y 0.3 m.

#### 2.5.2.12.5. Conjunto de dispositivos para regulación, control y rebose de flujo

Válvula para controlar entrada de agua pre-tratada y regular velocidad de filtración

Dispositivo para drenar capa de agua sobrenadante, “cuello de ganso”.

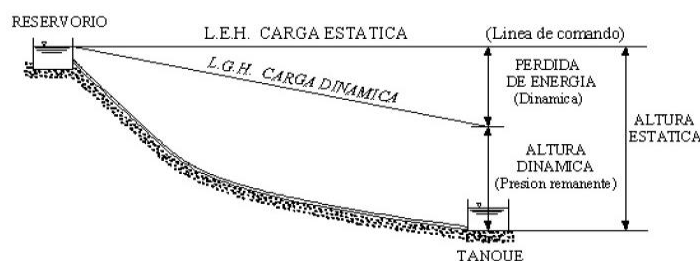
Conexión para llenar lecho filtrante con agua limpia Válvula para drenar lecho filtrante

Válvula para desechar agua tratada

Válvula para suministrar agua tratada al depósito de agua limpia Vertedero de entrada

#### 2.5.2.13. Línea de Conducción

Es la línea que transporta el agua desde la captación hasta el punto de entrega, que usualmente es el reservorio de regulación, pero eventualmente puede ser la planta de tratamiento o puede ser directamente a la red de distribución cuando el caudal de conducción corresponde al caudal máximo horario, lo que hace innecesario el reservorio de regulación. Sólo se requiere un pequeño reservorio para la cloración.



**Figura 8.** Perfil de la Línea de conducción (Fuente: Manual de proyectos de agua potable )

#### 2.5.2.13.1. Caudales de Diseño

El caudal de diseño de las obras de conducción depende del sistema de abastecimiento de agua:

Si el sistema es por gravedad y cuenta con un tanque de almacenamiento y/o planta de tratamiento la obra de conducción debe calcularse con el caudal máximo diario.

Si el sistema es por gravedad y no cuenta con un tanque de almacenamiento y/o planta de tratamiento, y la línea de conducción se efectúa directamente a la red, la obra de conducción debe calcularse con el caudal máximo horario. (Magne, F; 2008).

### **2.5.2.13.2. Presión Negativa**

Esto indica que no hay suficiente energía gravitacional para mover la cantidad deseada de agua, por ello es que esta cantidad de agua no fluirá. Se debe volver a trazar la LGH, usando un menor caudal y/o un diámetro de tubo más grande.

En este caso el tramo A-B indicado en la Figura 08, estará en condiciones de presión negativa, con lo cual sería difícil evitar la entrada de burbujas de aire a la tubería. La presión entre los puntos A-B es menor que la presión atmosférica y por lo tanto no se puede instalar válvulas ventosas.

### **2.5.2.14. Cálculo Hidráulico de Tuberías a Presión**

Son acueductos que trabajan a presión, su presión de trabajo es mayor a la presión atmosférica; la tubería conduce el agua a sección llena. El movimiento de agua se debe netamente a la fuerza de la gravedad sobre la masa de agua.

#### **2.5.2.14.1. Diseño de Tuberías a Presión**

Para el diseño deben considerarse los siguientes elementos: Trazado de la línea de conducción.

Caudal de diseño

Material y clase de tubería Velocidad

Diámetros mínimos Pendientes.

#### **2.5.2.14.2. Trazado de la línea de conducción**

El trazado de la línea de conducción debe realizarse previo reconocimiento en campo del relieve topográfico, geológico y tipo de suelo, en lo posible paralelo a las vías públicas y caminos e uso general de la población.

En el trazado además de considerar el caudal de diseño, vida útil, y análisis económico, los siguientes factores:

Que la conducción sea cerrada (en lo posible a presión).

Que el trazado sea lo más directo posible de la fuente la planta de tratamiento y/o tanque de almacenamiento o red de distribución.

Que esté siempre por debajo de la línea piezométrica a fin de evitar zonas de depresión que representa un peligro de aplastamiento de la tubería y posibilidad de cavitación.

Que eviten presiones superiores a las máximas permisibles que afectan la seguridad de la conducción.

Que la línea evite, en lo posible, zonas de deslizamiento e inundaciones.

Que se eviten tramos de pendiente y contra pendiente que pueden causar bloqueos de aire en la línea.

Se debe estudiar variantes para acortar la longitud de conducción (trazados en túnel), o evitar terrenos que tengan aguas freáticas muy superficiales.

Se deben determinar las cotas del terreno de los siguientes puntos: Obra de toma.

Pasos de los accidentes topográficos sobre la línea del trazado.

Tanque de almacenamiento o planta de tratamiento.

Otros puntos relevantes del terreno que determinen el trazado de la tubería.

La diferencia de elevación entre el punto de ingreso de agua y cualquier punto de tubería abajo, determinará la presión estática interna en la tubería.

La presión estática entre puntos extremos de la tubería de conducción, determinará el material y las características mecánicas de trabajo de la tubería y la necesidad de colocar válvulas o cámaras rompe presión.

Resistencia a la corrosión y agresividad del suelo.

Resistencia a esfuerzos mecánicos producidos por cargas externas e internas. Características de comportamiento hidráulico (velocidades, presiones, golpe de ariete). Vida útil del proyecto.

Un sistema de conducción puede estar constituido por tramos de diferentes materiales elegidos de acuerdo a su funcionamiento, operación y mantenimiento, condiciones de implementación en el terreno y esfuerzos actuantes.

El material de las tuberías debe ser seleccionado de acuerdo a las características que satisfagan las necesidades del proyecto, considerando principalmente los costos iniciales y de mantenimiento, así como la seguridad de la tubería.

#### **2.5.2.14.3. Material de tubería**

La elección del material debe ser efectuada con base en: Las características topográficas.

Calidad del agua. Tipo de suelo.

Resistencia a la corrosión y agresividad del suelo.

Resistencia a esfuerzos mecánicos producidos por cargas externas e internas. Características de comportamiento hidráulico (velocidades, presiones, golpe de ariete). Vida útil del proyecto.

Costos de operación y mantenimiento. Análisis económico.

Un sistema de conducción puede estar constituido por tramos de diferentes materiales elegidos de acuerdo a su funcionamiento, operación y mantenimiento, condiciones de implementación en el terreno y esfuerzos actuantes.

El material de las tuberías debe ser seleccionado de acuerdo a las características que satisfagan las necesidades del proyecto, considerando principalmente los costos iniciales y de mantenimiento, así como la seguridad de la tubería.

#### 2.5.2.14.4. Velocidades de diseño

La velocidad máxima debe ser considerada en función del tipo de material de la tubería, de acuerdo a la Tabla 07.

**Tabla 9**

*Velocidades máximas permisibles en tuberías*

Material	Velocidad (m/s)
Tubería revestida de hormigón simple	3,00
Tubería de hormigón centrifugado	3,50
Tubería de asbesto cemento	5,00
Tubería de PVC	5,00
Tubería de hierro fundido	5,00
Tubería acero galvanizado	5,00
Tubería de acero	5,00

*Fuente:* Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable

En tuberías de impulsión la velocidad no debe ser mayor a 2,00 m/s.

A objeto de mitigar los efectos por golpe de ariete, y en general cuando éste sea inminente, se recomienda que la velocidad máxima no deba superar a 1,50 m/s.

La velocidad mínima en la tubería debe ser establecida en función de la velocidad de auto limpieza. La velocidad mínima recomendada es de 0,30 m/s.

#### **2.5.2.14.5. Diámetros mínimos**

Para la selección del diámetro de la tubería de conducción deben analizarse las presiones disponibles, las velocidades de escurrimiento y las longitudes de la línea de conducción.

La elección debe estar basada en un estudio comparativo técnico económico mediante las técnicas de optimización que tornen mínima la función costo anual.

La experiencia indica que en conducciones el diámetro mínimo es de 2 pulgadas (zona rural) por motivos socioeconómicos.

#### **2.5.2.14.6. Pendientes**

Con el objeto de permitir la acumulación del aire en los puntos altos y su eliminación por las válvulas colocadas para tal efecto y facilitar el arrastre de sedimentos hacia los puntos bajos para el desagüe de las tuberías, éstas no deben colocarse en forma horizontal.

Las pendientes mínimas deben ser:

$j = 0,04\%$ , cuando el aire circula en el sentido de escurrimiento del agua

$j = 0,10\%$  a  $0,15\%$ , cuando el aire circula en el sentido contrario al escurrimiento del agua

En este último caso la pendiente no debe ser menor que la pendiente de la línea piezométrica de ese tramo.

Cuando se considere necesario uniformar pendientes a costa de mayor excavación a efectos de evitar un gran número de válvulas de aire y cámaras de limpieza, debe realizarse una comparación económica de ambas variantes.

#### **2.5.2.15. Presiones máximas y mínimas**

La presión estática máxima de la tubería de conducción no debe ser mayor al 80% de la presión de trabajo especificada por el fabricante, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse.

Para casos en los que se tiene altas presiones se debe efectuar un análisis comparativo técnico económico entre adoptar el uso de tuberías de alta presión o utilizar estaciones reductoras de presión y tuberías de menor presión. Para el último caso debe verificarse que la presión en el punto más alejado y elevado sea al menos la mínima especificada en el presente reglamento.

La presión mínima recomendable en cualquier punto de la tubería de conducción, en las condiciones más desfavorables de escurrimiento, debe ser de 2 m.c.a., excepto en los puntos inicial y final de la línea de conducción ligados a un tanque o cámara en contacto con la atmósfera. En los puntos en los cuales se produzca sifonamiento, deberá colocarse purgas de aire.

La relación de la resistencia a la presión de tubos PVC se indica en cuadro siguiente:

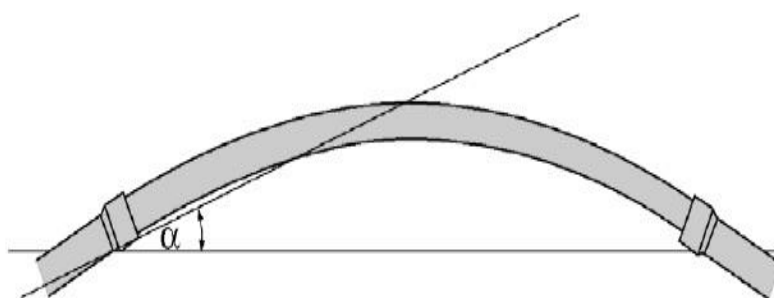
Cuando el proyectista tenga que diseñar sifones con presiones mayores a la clase 15, que debe soportar 120 mca (80% de la nominal), deberá recurrir a tubos de fierro galvanizado, hasta un máximo de presión de 500 mca.

### 2.5.2.16. Tuberías

Las conducciones formadas por segmentos rectos, podrán ser dispuestas en curva, si es necesario, mediante la deflexión de las tuberías en sus juntas, si las mismas son de tipo flexible.

La deflexión cada junta a excepción de las juntas con características especiales, es función del diámetro y no debe ser mayor a lo especificado en la Tabla 15 y Figura 09.

Los accesorios (uniones, codos, té, reducciones, válvulas, anclajes, etc.), elementos importantes complementarios a la instalación de tuberías, deben ser compatibles entre sí, en lo que se refiere a presiones de trabajo, dimensiones (diámetros, espesores, sistemas de unión).



**Figura 9.** Deflexión en una tubería (*Fuente:* Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable)

### 2.5.2.17. Profundidad de excavación

La profundidad mínima para el tendido de la tubería de conducción debe ser mayor o igual a 0,60 m sobre la clave de la misma.

En áreas de cultivo, cruce de caminos, líneas de ferrocarril o aeropuertos, la profundidad mínima debe ser de 1,00 m sobre la clave de la tubería. El proyectista debe justificar el uso de valores menores al indicado si éstos cuentan con un sistema de protección.

En el caso de suelos rocosos e inestables, el proyectista debe tomar medidas de protección necesarias como revestimientos de hormigón simple y anclajes.

En zonas con pendiente fuerte se deben adoptar tendidos superficiales siempre y cuando se tenga en cuenta apoyos y anclajes anti deslizables. En el caso de tuberías de PVC y PEAD deben necesariamente estar enterrados.

Cuando por la naturaleza del terreno, es necesario colocar la tubería muy próxima a la superficie, deben preverse los elementos de protección que aseguren que la misma no será sometida a esfuerzos o deformaciones que puedan provocar roturas o afectar su funcionamiento normal.

En el caso de tuberías sujetas a sumergencia temporaria debe tenerse en cuenta que podrá ocurrir un levantamiento máximo debido a la supresión, estando la tubería vacía. En este caso debe preverse la colocación de protecciones si las características de la capa freática presentasen condiciones de agresividad.

Debe verificarse que la línea piezométrica de la línea de conducción mediante tubería a presión quede ubicada en las condiciones más desfavorables de escurrimiento previsto por:

#### **2.5.2.18. Puentes Colgantes**

Los puentes colgantes son estructuras compuestas por: pilares de soporte (H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> o metal) y cables de sujeción de la tubería de F.G. en hormigón armado o celosías de metal que permiten el paso del agua sobre alguna depresión natural o curso de agua (ver Figura 10).

Los puentes colgantes se calculan considerando que el cable principal debe formar una catenaria. El principal estado de cargas (solicitud) en el puente, considerará los pesos propios de la tubería, cables y agua dentro de la tubería, debiéndose mejorar para prevenir el efecto de la vibración por el flujo del agua y la velocidad del viento.

#### **2.5.2.19. Instalación de Válvulas**

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

Las válvulas más usuales son:



#### **2.5.2.19.1. Válvula de compuerta**

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

#### **2.5.2.19.2. Válvula de aire**

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

#### **2.5.2.19.3. Válvulas de purga o limpia**

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

Válvulas de retención

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

#### **2.5.2.20. Cajas de Rompe Presión (crp)**

Las cámaras rompe-presión deben construirse para evitar presiones elevadas, superiores a la capacidad de trabajo de las tuberías y accesorios (ver Figura 12).

Las cámaras rompe - presión permiten que la línea piezométrica en la línea de conducción disminuya a un valor igual a la presión atmosférica.

Para la localización de las cámaras rompe presión se deben seguir los siguientes criterios:

Mantener la carga máxima estática de acuerdo a la presión de trabajo del material utilizado (tuberías y accesorios).

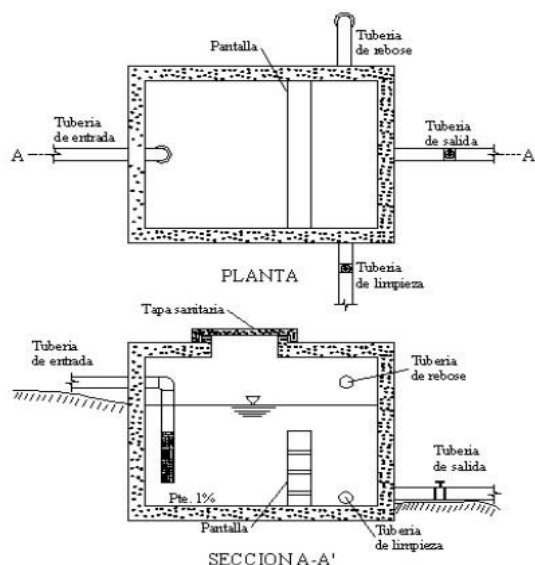
En lugares accesibles con condiciones de suelo adecuados para la construcción. Las condiciones que deben tomarse en cuenta para el diseño son: Debe estar constituida por dos cámaras interconectadas por un vertedero sumergido. La primera cámara de disipación de energía debe ser igual a  $\frac{2}{3}$  de la longitud total de la cámara rompe presión.

Las dimensiones de las cámaras deben ser calculadas para un tiempo de retención de 5 a 10 minutos.

La profundidad de agua respecto a la tubería de salida, debe determinarse en función a las pérdidas de carga, garantizando una abertura necesaria que permita la circulación del caudal de diseño.

El ingreso a la cámara se debe realizar mediante un chorro sumergido multidireccional.

Debe instalarse una válvula a la salida y otra de limpieza. Asimismo, debe instalarse una tubería de rebose y otra de ventilación para evitar presiones negativas.



**Figura 10.** Cámara Rompe-presión (*Fuente:* Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable)

### 2.5.2.21. Reservorio

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.

Los aspectos más importantes que considerarse para el diseño son la capacidad, ubicación y tipo de reservorio.

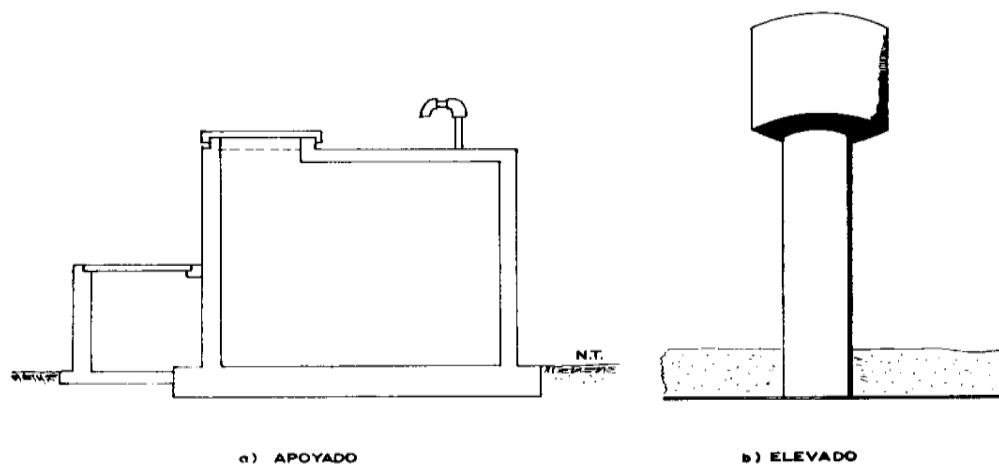
#### 2.5.2.21.1. Tipo de Reservorio

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.



**Figura 11.** Tipos De Reservorio: Apoyado Y Elevado (*Fuente:* Manual De Proyectos De Agua Potable En Poblaciones Rurales)

#### 2.5.2.21.2. Objetivo del Reservorio

El reservorio debe cumplir los siguientes objetivos: Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución. Mantener presiones adecuadas en la red de distribución.

Tener agua de reserva.

va en caso se interrumpa la línea de conducción.

Proveer suficiente agua en situaciones de emergencia como incendios.

#### 2.5.2.21.3. Capacidad del Reservorio

La capacidad de regulación será del 15% al 20% de la demanda diaria del promedio anual, siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda diaria del promedio anual.

#### 2.5.2.21.4. Forma

Se recomienda el diseño circular por presentar la relación más eficiente de área/perímetro.

#### **2.5.2.21.5. Componentes**

El reservorio comprende el tanque de almacenamiento y la caseta de válvulas. El tanque de almacenamiento debe tener los siguientes accesorios:

Tubos de entrada, salida, rebose, limpia y ventilación. Canastilla de protección en tubo de salida.

Tubo de paso directo (by – pass) para mantener el servicio durante el mantenimiento del reservorio.

Tapa sanitaria y escaleras (externa e interna)

La caseta de válvulas debe tener los accesorios siguientes:

Válvulas para controlar paso directo (bypass), salida, limpia y rebose, pintados de colores diferentes para su fácil identificación.

Tapa metálica con seguro para evitar su manipulación por extraños.

#### **2.5.2.21.6. Ubicación**

La ubicación debe garantizar las presiones de diseño en la zona urbana actual y zonas de expansión.

El reservorio debe ubicarse lo más próximos a la red de distribución, sobre todo a la zona de mayor consumo. Puede darse el caso de requerirse más de un reservorio en caso de dispersión de la población, sobre todo con cotas bastante diferenciadas o varios poblados con un solo sistema de conducción.

La ubicación debe considerar la delimitación de zonas de presión, considerando básicamente las presiones admisibles de 50 mca de presión estática y de 10 mca dinámica en la red de distribución.

#### **2.5.2.21.7. Tiempo de Vaciado del Reservorio**

Se recomienda un tiempo máximo de 4 horas que depende básicamente de la carga hidráulica y diámetro del tubo de salida.

Para determinar el tiempo se usa la relación siguiente:

$$T = 2S\sqrt{h} \dots \dots \dots (30) :$$

$$CA\sqrt{2g}$$

Donde:

T = tiempo de vaciado en segundos S = área tanque (m<sup>2</sup>).

h = carga hidráulica (m).

C = coeficiente (0.6 – 0.65). A = área tubo desagüe (m<sup>2</sup>). g = aceleración gravedad (9.81 m/seg.<sup>2</sup>).

### **2.5.2.22. Línea de Aducción**

#### **2.5.2.22.1. Descripción General**

La línea de aducción es la línea entre el reservorio y el inicio de la red de distribución. El caudal de conducción es el máximo horario.

La red de distribución es el conjunto de líneas destinadas al suministro de agua a los usuarios, que debe ser adecuada en cantidad y calidad. En poblados rurales no se incluye dotación adicional para combatir incendios.

Los parámetros de diseño de la línea de aducción serán los mismos que para la línea de conducción excepto el caudal de diseño, que en la línea de aducción será el caudal máximo horario.

#### **2.5.2.22.2. Distribución de Redes**

La distribución de redes 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.

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 servicios 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 daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja).

#### **2.5.2.22.3. Consideraciones Generales**

Para el diseño de redes de distribución se deben considerar los siguientes criterios: La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario.

Identificar las zonas a servir y de expansión de la población.

Realizar el levantamiento topográfico incluyendo detalles sobre la ubicación de construcciones domiciliarias, públicas, comerciales e industriales; así también anchos de vías, áreas de equipamiento y áreas de inestabilidad geológica y otros peligros potenciales.

Considerar el tipo de terreno y las características de la capa de rodadura en calles y en vías de acceso.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución se podrá utilizar el método de Hardy Cross, seccionamiento o cualquier otro método racional.

Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmulas racionales. En el caso de aplicarse la fórmula de Hazen William se utilizarán los coeficientes de fricción establecidos a continuación:

Fierro galvanizado 100 , PVC 140.

El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos serán: 25mm en redes principales, 20mm en ramales y 15mm en conexiones domiciliarias.

En todos los casos las tuberías de agua potable deben ir por encima del alcantarillado de aguas negras a una distancia de 1,00 m horizontalmente y 0,30 m verticalmente. No se permite por ningún motivo el contacto de las tuberías de agua potable con líneas de gas, poliductos, teléfonos, cables u otras.

En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5m y la presión estática no será mayor de 50m.

La velocidad mínima en ningún caso será menor de 0,3 m/s y deberá garantizar la auto limpieza del sistema. En general se recomienda un rango de velocidad de 0,5 –1,00 m/s. Por otro lado, la velocidad máxima en la red de distribución no excederá los 2 m/s.

A fin de que no se produzcan pérdidas de carga excesivas, puede aplicarse la fórmula de Mougny para la determinación de las velocidades ideales para cada diámetro. Dicha fórmula aplicable a presiones a la red de distribución de 20 a 50 m.c.a. está dada por:

$$V = 1.5 * (D + 0.05)^{0.5} \dots \dots \dots (31)$$

Dónde:

$V$  = Velocidad (m/s)

$D$  = Diámetro de la tubería (m)

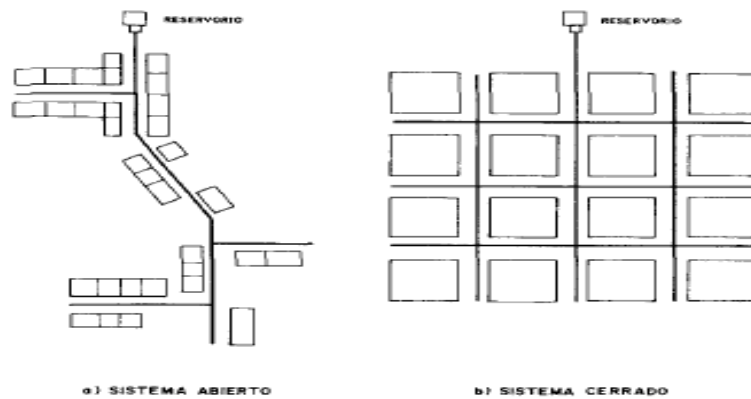
El número de válvulas será el mínimo que permita una adecuada sectorización y garantice el buen funcionamiento de la red. Las válvulas permitirán realizar las maniobras de reparación del sistema de distribución de agua sin perjudicar el normal funcionamiento de otros sectores.

### 2.5.2.23. Procedimiento de Cálculo

El diseño hidráulico podrá realizarse como redes abiertas, cerradas y combinadas.

Los cálculos deben realizarse tomando en cuenta los diámetros internos reales de las tuberías.

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.



**Figura 12.** Tipos de redes de distribución (Fuente: Agua potable para poblaciones rurales)

### 2.5.2.24. Sistema Abierto o Ramificado

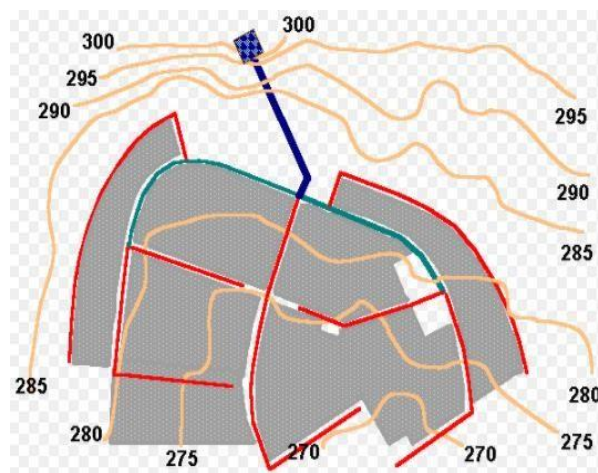
El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

Se admitirá que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.

La pérdida de carga en el ramal será determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.

Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste deberá ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 lps para el diseño de los ramales.



**Figura 13.** Sistema abierto o ramificado (Fuente: OPS/CEPIS – Guía para el diseño de redes de distribución)

El flujo de agua a través de ellas estará controlado por dos condiciones: El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.

La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino es siempre la misma. Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.

En sistemas anillados se admitirán errores máximos de cierre:

De 0,10 mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.

De 0,01 lps como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 lps para el diseño de los ramales. Las redes cerradas no tendrán anillos mayores a 1km por lado.

### 2.5.2.25. Método para la determinación de caudales

#### 2.5.2.25.1. Redes cerradas

Para el cálculo de los caudales se puede disponer de los siguientes métodos:



#### 2.5.2.25.2. Método de áreas

Consiste en la determinación del caudal en cada nudo considerando su área de influencia. Este método es recomendable en localidades con densidad poblacional uniforme en toda la extensión del proyecto. El caudal en el nudo será:

$$Q_i = Q_u * A_i \dots \dots \dots (32)$$

Dónde:

$Q_i$  = caudal unitario superficial (l/s/ha)

$Q_u$  = caudal en el nudo “i” (l/s)

$A_i$  = área de influencia del nudo “i” (ha)

$A_t$  = superficie total del proyecto (ha)

#### 2.5.2.25.3. Método de densidad poblacional

Este método considera la población por área de influencia de cada nudo. Para la aplicación de este método se deberá definir la población en cada sector del área de proyecto

El caudal por nudo será:

$$Q_i = Q_P * P_i \dots \dots \dots (33)$$

Donde el caudal unitario poblacional se calcula por:

Dónde:

$Q_p$  = caudal unitario superficial (l/s/ha)

$P_t$  = población total del proyecto (hab.)

$P_i$  = población del área de influencia del nudo “i” (hab.).

#### 2.5.2.25.4. Método de la Longitud Unitaria

Por este método se calcula el caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total de la red.

Para obtener el caudal en cada tramo, se debe multiplicar en caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

Entonces:

$$Q_i = QP * P_i \dots \dots \dots (35)$$

Dónde:

$$q = Qmh * Lt \dots \dots \dots (36)$$

$q$  = caudal unitario por metro lineal de tubería (l/s/m)  $Q_i$  = caudal en el tramo “i” (l/s)

$Qmh$  = caudal máximo horario (l/s)

$Lt$  = longitud total de la tubería del proyecto (m)  $L_i$  = longitud del tramo “i” (m).

#### 2.5.2.25.5. Método de la Repartición Media

Consiste en la determinación de los caudales en cada tramo del sistema, repartiéndolos en partes iguales a los nudos de sus extremos.

Por lo tanto, el caudal en un nudo, será la suma de los caudales de los tramos medios adyacentes.

El caudal de cada tramo puede ser calculado por el método de longitud unitaria

#### 2.5.2.25.6. Método del Número de Familias

Por este método se calcula un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre el número total de familias de la población.

El caudal en el nudo será, el número de familias en su área de influencia, multiplicando por el unitario.

$$Q_n = Q_u * Nfn \dots \dots \dots (37)$$

Dónde:

$$Q_u = Qmh / Nfn$$

$Q_u$  = caudal unitario (l/s/fam.)

$Q_n$  = caudal en el nudo “n” (l/s)

$Qmh$  = caudal máximo horario (l/s)

$nf$  = número total de familias (m)

$Nfn$  = número de familias en el área de influencia del nudo “n”.

## **2.5.2.26. Componentes de la red de distribución**

### **2.5.2.26.1. Válvulas de seccionamiento**

La ubicación y cantidad de válvulas de seccionamiento en una red de distribución se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones, manteniendo el servicio en el resto de esta. Mientras mayor número de válvulas se tenga en la red, menor será la parte sin servicio en caso de una reparación, pero más costoso el proyecto.

### **2.5.2.26.2. Válvulas de Purga de Lodos**

Las válvulas de purga de lodos se ubicarán en los puntos de cotas más bajas de la red de distribución, en donde se pudieran acumular sedimentos, se deberán considerar sistemas de purga.

### **2.5.2.26.3. Válvulas reductoras de presión**

Las válvulas reductoras de presión reducen automáticamente la presión del agua debajo de las mismas, hasta un valor prefijado. En los casos en que no se pueda acceder a una válvula reductora de presión se puede optar por el uso de una cámara rompe-presión.

### **2.5.2.26.4. Cámara de válvulas.**

Todas las válvulas deberán contar con cámara de válvulas para fines de protección, operación y mantenimiento. Las dimensiones de la cama deberán permitir la operación de herramientas y otros dispositivos alojados dentro de la misma.

### **2.5.2.26.5. Cámaras rompe presión**

En la instalación de una cámara rompe presión debe preverse de un flotador o regulador de nivel de aguas para el cierre automático una vez que se encuentre llena la cámara y para periodos de ausencia de flujo.

### **2.5.2.26.6. Anclajes**

Se instalarán anclajes de seguridad (hormigón simple, ciclópeo, etc) en los siguientes casos: En las tuberías expuestas a la intemperie que requieran estar apoyadas en soporte o adosadas a formaciones naturales de roca.

En los cambios de dirección tanto horizontales como verticales de tramos enterrados o expuestas, siempre que el cálculo estructural lo amerite.

En tuberías colocadas en pendiente mayores a 60 grados respecto a la horizontal.

Los anclajes más comunes son para curvas horizontales y verticales, tees y terminaciones de tubería.

#### 2.5.2.26.7. Conexiones Domiciliarias

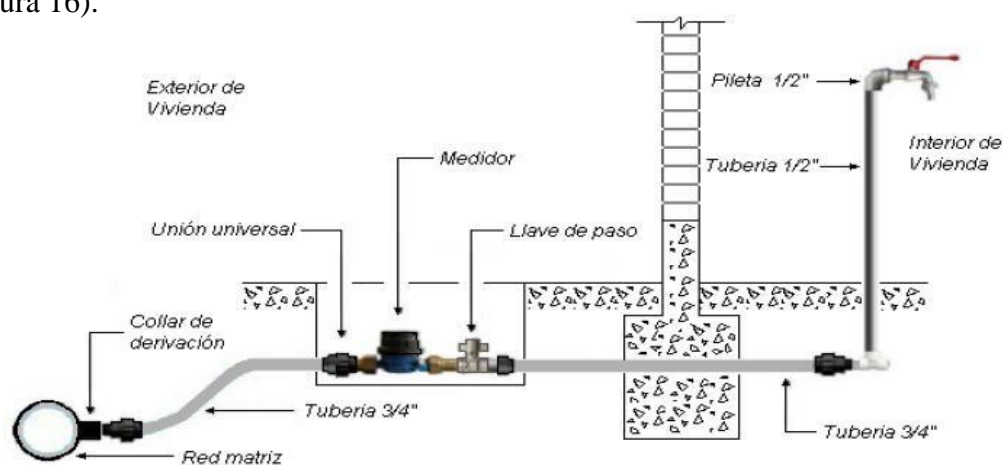
(Magne, F; 2008): Los componentes mínimos para una conexión domiciliaria son: Sistema de conexión a la tubería de distribución.

Tubería de conexión.

Válvula de cierre antes y después del medidor. Medidor de caudales.

Accesorios y piezas de unión que posibiliten y faciliten su instalación.

Caja de protección del sistema de medición y control con su cierre correspondiente (ver Figura 16).



**Figura 14.** Conexiones Domiciliarias Tipo (Fuente: “Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria”)

Conexiones domiciliarias se realizarán en diámetros de  $\frac{1}{2}$ ” o  $\frac{3}{4}$ ” para usuarios domésticos. Para usuarios con propósitos comerciales, industriales, sociales (escuelas) y oficiales (cuarteles) deberán adoptarse diámetros mayores en conformidad al caudal requerido.

### 2.5.2.27. Medidores de Agua Potable

Pueden ser de dos tipos:

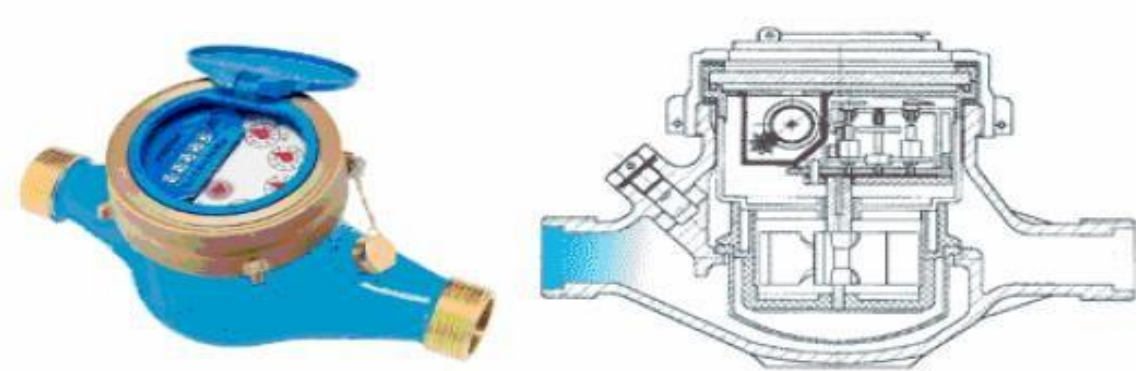
Medidores domiciliarios o micromedidores: cuando se emplean para medir el caudal empleado por la conexión de algún suscriptor o abonado (ver Figura 17)

Medidores de alto caudal o macromedidores: empleados para medir los caudales que se producen en los sistemas de bombeo, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento o circuitos hidráulicos en las redes de distribución. Todo diseño de proyecto, debe en lo posible (técnica y económicamente), prever la instalación de micromedidores para el control del consumo del agua. Los micromedidores preferentemente deberán estar instalados fuera de la propiedad privada y protegidos mediante una caja metálica o de hormigón.

Los macromedidores deben considerarse en poblaciones mayores a 2.000 habitantes a fin de disponer de datos de control para evaluar consumos y pérdidas en la red.

Los tipos de macromedidores a emplearse para poblaciones menores a 10.000 habitantes podrán ser: Convencionales, con sistema de relojería plástica o de aluminio.

Diferenciales, con sistema de medición a través de un micromedidor en paralelo a una tubería Venturi calibrada.



**Figura 15.** Micromedidor Domiciliario (*Fuente:* “Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria”)

### 2.5.2.28. Formas de distribución

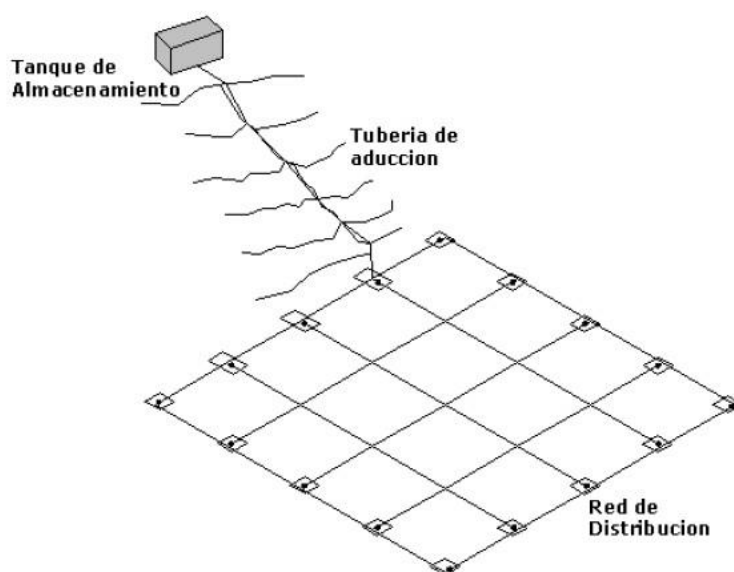
De acuerdo con condiciones topográficas, la ubicación de la fuente respecto a la red y al tanque de almacenamiento, motivará diversas formas de suministro de agua a la red de agua potable.

### 2.5.2.28.1. Distribución por gravedad

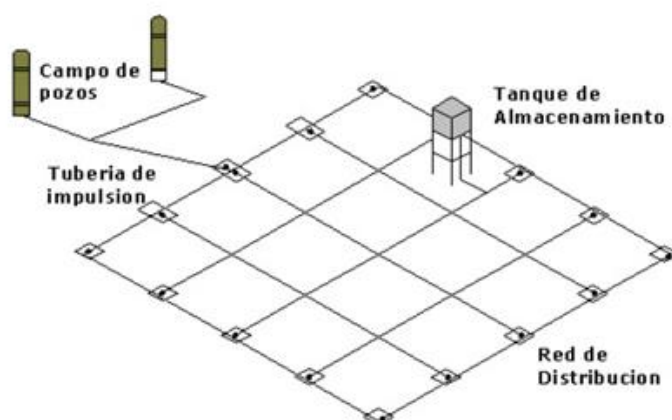
La distribución por gravedad se aplica cuando la obra de captación y/o tanque de almacenamiento se encuentra en un nivel superior a la red de distribución y se garantiza presión suficiente en toda la red (ver Figura 19).

### 2.5.2.28.2. Distribución por bombeo directo a la red

La distribución por bombeo puede aplicarse cuando la ubicación de la obra de captación o tanque de almacenamiento no garantiza presión suficiente en toda la red, por lo que es necesario utilizar dispositivos y equipos que impulsen el agua a través de la red (ver Figura 20).



**Figura 16.** Distribución por Gravedad (*Fuente:* “Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria”)



**Figura 17.** Distribución por Bombeo (*Fuente:* “Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria”)

## **2.6.Hipótesis a demostrar**

El diseño Definitivo del sistema de agua potable permite contar con un servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas y saludables para la población de la cc.nn Kichwa Morillo, en el Distrito de Shanao, Provincia de lamas, Región de San Martín " .





# **CAPÍTULO III**

## **MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 Materiales**

Para el siguiente trabajo se ha utilizado:

#### **3.1.1 Recursos humanos**

El asesor. Es el que orienta y coordina el desarrollo de la metodología de la investigación de este trabajo para llegar a los objetivos planteados.

El Tesista. Es el encargado de desarrollar el proyecto de investigación manejando todos los procesos que intervienen en el desarrollo, coordinando constantemente con el asesor y el personal del laboratorio para llegar a la conclusión de objetivos trazado.

Colaboradores:

#### **3.1.2 Recursos materiales**

Libreta de campo: Se utilizó ese recurso para escribir y dibujar las observaciones hechas en campo, bosquejos, mapas o esquemas a mano alzada sobre la investigación en cuestión.

Lápiz HB: Para hacer todas las notaciones o dibujos observados en campo.

#### **3.1.3 Recursos de equipos**

01 nivel de Ingeniero: Para el levantamiento topográfico del área donde se realizará el proyecto de investigación.

02 mira: Parte del equipo topográfico.

Computadora: Para la elaboración del presente estudio en el área de gabinete. Impresora: Para impresión de los documentos que conforman el presente estudio. Calculadora científica: Se usó la calculadora para el proceso de cálculo.

#### **3.1.4 Otros recursos**

En la elaboración del presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos de gabinete:



Material Bibliográfico: Libros de especialidad (CEPIS) referente al tema. Cámara fotográfica.

Material de escritorio: CD-R, papel A-4, impresora, etc.

Software de cómputo: Microsoft office (Word, Excel, PowerPoint), AutoCAD. Hardware: Computadora hp inter Core i5

Plotter: HP 100 series.

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Universo, muestra y población**

El universo y la muestra son el mismo y está compuesto por la población de cc.nn Kechwa Morillo, , debido a que el proyecto de tesis es meramente básico y aplicativo, la muestra y la población son las mismas las que nos servirán como herramientas de cálculo para la población futura.

### **3.2.2. Sistema de variables variables independientes.**

Diseño Definitivo del Sistema de Agua Potable

Variable Dependiente.

Servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población en las localidades.

### **3.2.3. Diseño experimental de la investigación**

La presente investigación se realizará en gabinete y en campo. El diseño de investigación tiene el siguiente esquema:

Situación inicial problemática que requiere la intervención de estudio.

A: Aplicación teórica para el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua.

B: Aplicación de trabajos de topografía.

C: Estudios adicionales para complementar la información.

D: Estudios de compatibilidad de alternativas que respaldarán la toma de decisiones para definir el mejor sistema de solución.

D: Estudios de compatibilidad de alternativas que respaldarán la toma de decisiones para definir el mejor sistema de solución.

Y: Resultado de la investigación que presenta la validación de la hipótesis enunciada, servicio eficiente para satisfacer la demanda de agua potable de la población.

### **3.2.4. Diseño de Instrumentos**

Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos.

En cuanto a los instrumentos de selección de datos no existe un instrumento específico dado que la investigación no es experimental, pero si la utilización de equipos de topografía y tomas de datos referenciales respecto a la caracterización del agua.

Fuentes Técnicas:

Asesoramiento Profesional especializado. Levantamiento topográfico.

Información de textos. Fuentes Informantes:

Municipalidad Distrital de Shanao.

Puesto de salud de las localidades.

Autoridad local del agua.

Técnicas Estadísticas

Se plantea una investigación del tipo:

Básica y aplicada, busca actuar y modificar una realidad problemática.

### **3.2.5. Procesamiento de la Información**

Luego de recopilar la información se empezó al procesamiento de los datos en forma computarizada, empleando programas de ingeniería, como el programa de dibujo automatizado AutoCAD, programa de procesamiento de redes de distribución WaterCad v8i, hojas de cálculo en el programa Microsoft Excel y el programa de textos Microsoft Word utilizando fórmulas necesarias expuestas en el marco teórico.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1.Resultados

##### 4.1.1. Cálculo de Parámetros de Diseño: periodo de diseño

El diseño de un sistema de agua potable se proyecta para que sirva a una población mayor a la existente en el momento de realizar la construcción, la población mayor es fijada para un espacio de tiempo denominado periodo de diseño.

Consecuentemente, el periodo de diseño se puede definir como el tiempo durante el cual servirán eficientemente las obras del sistema. La eficiencia de las obras determina que se tome en cuenta en el periodo de diseño aspectos que se anotan a continuación:

Vida útil de las tuberías, válvulas y estructuras que componen un sistema de agua potable, considerando su antigüedad, desgaste y grado de conservación.

Posibilidades técnicas y costos de las ampliaciones, remoción y/o adición de obras.

Crecimiento de la población en relación a cambios socio-económicos.

Por lo que se recomienda que los sistemas de abastecimiento de agua potable se proyecten para periodos de diseño entre 15 y 20 años, dependiendo su variación del tamaño de las ciudades, características socio-económicas de las mismas y capacidad de pago de los usuarios. Por lo cual el periodo de diseño para el presente proyecto será de 20 años.

Año de Inicio= 2018

Año Límite = 2038

##### 4.1.2. Fuente para el diseño

El manantial Pallasca, aflorando de tres puntos que desemboca en un lecho de 1.30 metros de ancho aproximadamente. Por el lugar hay otros afloramientos, que se hace visible por la humedad del suelo. En época de lluvias, el área se vuelve mojada. Por lo que la construcción de la captación deberá hacerse en época de sequía.

La medición del caudal de la fuente se realizó por el método volumétrico; en el que con ayuda de un recipiente de volumen conocido, 15lts, se midió 5 veces el tiempo que demoró en llenarse. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

### 4.1.3. Población de Diseño

La previsión de la población de diseño (población futura), en el mejor de los casos no pasa de ser una adivinación debido a que pueden presentarse factores imprevisibles que ejercen influencias en el crecimiento de las mismas y que naturalmente la probabilidad de que ello ocurra crecerá con el período de previsión (periodo de diseño).

Para el cálculo de la población futura o de diseño usaremos los datos sociodemográficos obtenidos durante la visita de campo efectuada.

Población Actual = Habitantes Correspondientes al Año 2014

La tasa de crecimiento es determinada por medio del análisis comparativo de la curva de crecimiento histórico de la población determinada en base al método geométrico y utilizando la tasa de crecimiento oficial intercensal del distrito 2.20% (dato INEI - 2009).

Las razones de Crecimiento Anual según la tasa de crecimiento promedio anual, para la población de estudio es:

Tasa de Crecimiento = 2.2%

Considerando un crecimiento con el método aritmético, la población futura será:

$$Pf = Po \times ( 1 + r \times t / 100 )$$

Donde:

Pf = Poblacion Futura

Po = Poblacion Actual = 270

r = Tasa de Crecimiento = 2.2

t = Periodo diseño = 20

**Tabla 10**

*Población*

Localidad	Población inei-2009	Población inicio-2014	Población limite-2029	Diseño (Ips)
Caserío Morillos	150	270	359	1.69
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>270</b>	<b>359</b>	<b>1.69</b>

*Fuente:* INEI

Los factores socio-económicos están relacionados con aspectos nacionales y externos y tienen que ver con el estado de salud, educación, programas de alimentación y nutrición, desarrollo industrial, potencialidad de los recursos naturales y contaminación del medio.

Por lo calculado y expresado, la proyección poblacional en los países en desarrollo, debe realizarse determinando una tasa de crecimiento histórico como lo mostrado, ajustado adecuadamente a los factores socio-económicos.

#### 4.1.4. Dotación y Caudal de Diseño

Considerando el tipo de población, clima y costumbres de los pobladores se recomienda una dotación de 150 Lt/Hab./Día, con el cual se calcula los siguientes caudales de diseño:

$$3.1 \text{ Dotación} = 150 \text{ Lt/Hab/Día.}$$

$$\text{Consumo doméstico diario (CDD)} = \text{Dot.} * \text{Pf.} = 58,350.00 \text{ lt/día}$$

Con estos valores de consumos, calculados los valores para los caudales asumiendo factores de consumo: K1 = 1.30 para el caudal máximo diario y K2 = 2.50 para el caudal máximo horario, obteniendo los siguientes valores:

$$\text{Caudal Promedio Diario} : Q_{pd} = \text{CPD}/86400 = 0.68 \text{ Lt/ Seg}$$

$$\text{Caudal Maximo Diario} : Q_{md} = Q_{pd} * 1.30 = 0.88 \text{ Lt/ Seg}$$

$$\text{Caudal Maximo Horario} : Q_{mh} = Q_{pd} * 2.50 = 1.69 \text{ Lt/ Seg}$$

#### 4.1.5. Caudal Disponible en la Fuente (quebrada)

Según las condiciones de la fuente y considerando las estadísticas de las variaciones del caudal en la zona de captación es la siguiente:

$$\text{Caudal Máximo (Epoca de Máximas Avenidas)} = 5.00 \text{ Lt/Seg}$$

$$\text{Caudal Mínimo (Epoca de Estiaje)} = 2.00 \text{ Lt/Seg}$$

Por lo que se considerará para el diseño el caudal disponible de la Fuente de Abastecimiento en época de estije, es decir el Caudal Mínimo.

$$\text{Caudal Disponible en la Fuente} = 2.00 \text{ Lt/ Seg}$$

$$0.002 \text{ m}^3/\text{ Seg}$$

#### 4.1.6. Calculo del Reservorio

##### 4.1.6.1.Capacidad

Se requiere la construcción de un Reservorio Apoyado, para regular el caudal en las horas de máxima demanda.

$$\text{Caudal Máximo Diario} = Q_{md} = 0.88 \text{ Lt/Seg}$$

$$Q_{md} = 75.86 \text{ Lt/ Seg}$$

$$\text{Volumen de Regulación} = 25\% Q_{md}$$

$$\text{Volúmen de Reserva} = 25\% \text{ volumen almacenamiento}$$

$$\text{Volúmen Contra Incendio} = 0 \quad \text{Poblacion} < \text{a } 10,000 \text{ (R.N.E)}$$

$$\text{Volumen de Regulación} = 18.96 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Reserva} = 4.74 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del Reservorio} = 23.70 \text{ m}^3$$

Volumen del Reservorio = 35.00 m<sup>3</sup> Se tomo el valor 35m<sup>3</sup> por razones para asegurar el abastecimiento

##### 4.1.6.2.Forma

Según los calculos se diseñará un reservorio circular de una capacidad de 35 m<sup>3</sup>

##### 4.1.6.3.Dimensiones

Calculo de la Altura (H) y del Diametro (D) del Reservorio

$$V = A \times H \dots\dots\dots(1)$$

$$A = p D^2 / 4 \dots\dots\dots(2)$$

$$H = D / 3 \dots\dots\dots(3) \quad \text{Relación aproximada entre H y D del Reservorio}$$

Reemplazando las ecuaciones (3) y (2) en (1)

$$V = p D^3 / 12 \dots\dots\dots(4)$$

Despejando D



$$D^3 = (12 V) / \quad D = 5.11 \text{ m}$$

$$\text{Reemplazando en valor de D en (3)} \quad H = D / 3 \quad H = 1.70 \text{ m}$$

$$V = p D^2 \times H / 4 \dots\dots\dots(5)$$

$$V = 35.00 \text{ m}^3 \dots\dots\dots\text{ok}$$

#### 4.1.6.4. Calculo de la Flecha de Cúpula

$$F = (H/3) - (H/5) \dots\dots\dots(1)$$

$$F = 0.30 H \dots\dots\dots(2)$$

$$F = (r/2) - (r/5) \dots\dots\dots(3)$$

$$r = (a^2 + F^2) / (2F) \dots\dots\dots(4)$$

Dónde: r = Radio de la cúpula

a = Radio del Reservoirio

$$r = ((a^2 + (r/5)^2) / ((2 \times r/5)))$$

$$r = 5a / 3$$

$$r = 4.26$$

$$F = r / 5 \quad F = 0.85 \text{ m}$$

#### 4.1.7. Línea de conducción

**Tabla 11**

*Perfil hidráulico de línea de conducción 1*

Perfil hidráulico de línea de conducción - método hazen-williams																			
Proyecto: “Diseño definitivo del sistema de agua potable de la ccnn kichwa Morillo –Distrito de Shanao – Lamas – San Martín”																			
Descripción	Inicio	Final	L. Tramo (m)	L. Acum (m)	Cota inicio	Cota final	Dif. Nivel	Hp (m)	Hf (m)	L. Real (m)	Q(lps)	Sc (m/km)	D (plg)	Dc (plg)	V (m/sg)	S' (m/km)	D hf (m)	Cota hidráulic	P. Agua (m)
Captación				0.00	693.400	693.400	0.00		0.00	0.00							0.00	693.400	0.000
Tubería	Captación	Desarenador	40.00	40.00	693.400	691.770	1.63	0.00	1.63	44.00	0.88	37.05	1.32	2	0.43	4.99	0.22	693.181	1.411
Desarenador				40.00	691.770	691.770	0.00		0.00	0.00							0.00	691.770	0.000
Tubería	Desarenador	Sedimentador	75.55	115.55	691.770	688.650	3.12	0.00	3.12	83.11	0.88	37.54	1.32	2	0.43	4.99	0.41	691.356	2.706
Sedimentador				115.55	688.650	688.650	0.00		0.00	0.00							0.00	688.650	0.000
Tubería	Sedimentador	Filtro lento	319.70	435.25	688.650	664.760	23.89	0.00	23.89	351.67	0.88	67.93	1.17	2	0.43	4.99	1.75	686.896	22.136
Filtro lento				435.25	664.760	664.760	0.00		0.00	0.00							0.00	664.760	0.000
Tubería	Filtro lento	Reservorio	4244.75	4680.00	664.760	632.590	32.17	0.00	32.17	4669.23	0.88	6.89	1.87	2 1/2	0.28	1.68	7.85	656.907	24.317
Reservorio				4680.00	632.590	632.590	0.00		0.00	0.00							0.00	632.590	0.000

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda del programa exel.

#### 4.1.8. Línea de Aducción

**Tabla 12**

*Perfil hidráulico de línea de conducción 2*

Perfil hidráulico de línea de aducción - método hazen-williams																			
Proyecto: “Diseño definitivo del sistema de agua potable de la ccnn kichwa Morillo –Distrito de Shanao – Lamas – San Martín”																			
Descripción	Inicio	Final	L. Tramo (m)	L. Acum (m)	Cota inicio	Cota final	Dif. Nivel	Hp (m)	Hf (m)	L. Real (m)	Q(lps)	Sc (m/km)	D (plg)	Dc (plg)	V (m/sg)	S' (m/km)	D hf (m)	Cota hidraulic	P. Agua (m)
Reservorio				0.00	634.590	632.590	2.00		2.00	0.00							0.00	634.590	2.000
Tubería	Reservorio	C.r.p n°01	201.97	201.97	632.590	583.970	48.62	0.00	48.62	222.17	0.88	218.84	0.92	1 1/2	0.77	20.24	4.50	628.093	44.123
C.r.p n°01				201.97	583.970	583.970	0.00		0.00	0.00							0.00	583.970	0.000
Tubería	C.r.p n°01	C.r.p n°02	138.03	340.00	583.970	556.520	27.45	0.00	27.45	151.83	0.88	180.79	0.96	1 1/2	0.77	20.24	3.07	580.896	24.376
C.r.p n°02				340.00	580.896	580.896	0.00		0.00	0.00							0.00	580.896	0.000
Tubería	C.r.p n°02	Pd	112.00	452.00	580.896	520.340	60.56	0.00	60.56	123.20	0.88	491.53	0.78	1 1/2	0.77	20.24	2.49	578.403	58.063
C.r.p n°03				452.00	520.340	520.340	0.00		0.00	0.00							0.00	520.340	0.000

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda del programa exel.

#### **4.1.9. Planilla de metrados**

Los metrados se realizaron con las dimensiones de los planos del proyecto de acuerdo a las partidas específicas para la elaboración del presupuesto. A continuación en la tabla se presenta los resúmenes de metrados, teniendo en cuenta que las planillas de la sustentación de los metrados se encuentran ubicadas en el **Anexo N° 1**.

#### **4.1.10. Análisis de costos unitarios**

El costo de las obras civiles se han calculado basándose en los precios unitarios de cada partida específica del presupuesto, los cuales han sido obtenidos de acuerdo a los insumos que la componen: mano de obra, materiales, equipo, herramientas, maquinaria y subcontratos, así como los rendimientos promedios de obras, y en algunos casos subpartidas. Los Análisis de Costos Unitarios se encuentran ubicados en el **Anexo N° 2**

#### **4.1.11. Análisis de gastos generales**

Los gastos incluye gastos generales fijos y variable, los Gastos Generales.

El desagregado de los Gastos Generales se encuentra ubicado en el **Anexo N° 03**.

#### **4.1.12. Presupuesto de obra**

El Costo Total por administración indirecta o contrata del proyecto se explica en el anexo 4, tal como se indica en la Cuadro.

#### **4.1.13. Relación de insumos**

Los insumos que la componen: mano de obra, materiales, equipo, herramientas, maquinaria, se encuentran detallados en el **Anexo 05**.

#### **4.1.14. Fórmula polinómica**

Se puede apreciar en el **anexo 6**.

### **4.2. Discusiones**

#### **4.2.1. Sistema de Agua Potable**

Contempla un sistema de agua potable por gravedad contando con una estructura de

captación, sedimentador, filtro lento, reservorio, válvulas (aire y purga), línea de conducción, línea de aducción, red de distribución, y finalmente conexiones domiciliarias.

#### **4.2.2. Captación**

El manantial de Pallasca será la fuente de abastecimiento para el proyecto de Agua Potable cuyo caudal aproximado es de 2 lts/seg. Los análisis físico-químicos y bacteriológicos realizados al agua de esta quebrada lo describen como de buena calidad apta para el consumo humano previo tratamiento.

La estructura de la captación proyectada será de concreto armado de tipo convencional conformado por un barraje anclado a la topografía existente. Las dimensiones de la captación se detallan en los planos respectivos.

#### **4.2.3. Línea de Conducción**

La línea de conducción lo conforma el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios y estructuras encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio.

La línea de conducción parte de la captación Km 0+000 pasando por la planta de tratamiento hasta el reservorio Km 4 + 640.00, con tubería PVC –UF NTP ISO4422, Ø 2” C – 7.5., 2.5” C-7.5, 2.5” C-10 y de 2.5” C-15.

#### **4.2.4. Sedimentador**

El principal objetivo del Sedimentador es eliminar las partículas suspendidas en el agua por efecto de la fuerza de gravedad, bajo cuya influencia las partículas más pesadas tienden a sedimentarse desplazándose a una velocidad propia de la partícula.

La sedimentación en el caso de las plantas de tratamiento de agua para el medio rural retiene las partículas de diámetro superior a 0.05 mm. Acondicionando el agua para ser tratada en el filtro lento.

#### **4.2.5. Filtro Lento**

En esta estructura el agua proveniente del Sedimentador va a culminar con su proceso de tratamiento y donde las partículas o sedimentos más pequeños son tratados para lograr una purificación del agua.

#### **4.2.6. Reservorio**

El Reservorio es un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios estructuras y obras de arte encargados de almacenar el agua para luego ser distribuido.

El tipo de reservorio elegido es apoyado directamente sobre el suelo y será de forma circular. El reservorio tendrá una capacidad de almacenamiento de 35.00 m<sup>3</sup> cuyo diámetro es de  $D = 4.00\text{m}$  con una altura de  $H = 1.8$ .

#### **4.2.7. Pases Aéreos (1 und.)**

Debido a la configuración topográfica de la zona, encontrándose quebradas y zanjas en el trayecto de la línea de conducción, se ha previsto la construcción de pases aéreos consecutivos con la finalidad de salvar las depresiones y cauce de la quebrada.

#### **4.2.8. Cámara Rompe Presión (2 und.)**

Viene a ser una caja de concreto armado la cual permitirá reducir la presión con que fluye el agua en las líneas de conducción y aducción.

#### **4.2.9. Línea de Aducción**

Ha sido diseñado para conducir el caudal máximo diario, siendo este entre el reservorio y la red de distribución. Esta línea de aducción conducirá el agua a través de una tubería PVC – UF NTP ISO4422, cuyo recorrido inicial es desde la caseta de válvulas del reservorio hasta llegar al punto donde inicia la red de distribución.

#### **4.2.10. Válvulas de Purga**

Estas estructuras se ubican en las depresiones y permiten evacuar las partículas sólidas que se captan de la quebrada y que ingresan a las líneas de conducción y aducción.

#### **4.2.11. Válvulas de Aire**

Válvula que permitirá evacuar el aire almacenado en la tubería de conducción. Se ubicara en los puntos altos del terreno de la línea de trazo. Estas válvulas se encuentran en:

#### **4.2.12. Red de Distribución Agua Potable**

Ha sido diseñado para conducir el caudal máximo diario, a las 65 conexiones domiciliarias.

La red de distribución ha sido diseñada por medio del cálculo hidráulico mediante el método Hardy Croos y con la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones, para conducir el gasto máximo horario y proporcionar la suficiente presión en los distintos puntos de la red. Las longitudes de las tuberías PVC –UF NTP ISO4422 para la red de distribución se sustentan en la planilla de metrados y han sido plasmados en el plano de redes de distribución para toda la localidad.

#### **4.2.13. Conexiones Domiciliarias en Redes de Agua Potable**

Las conexiones domiciliarias distribuidas en todas las localidades del proyecto serán de ½ pulgada que conducirán el agua óptima para el consumo humano, desde la red de distribución hasta las veredas de los domicilios en una longitud promedio de 7 metros. Se tiene previsto 65 conexiones domiciliarias de agua potable, las cuales han sido plasmadas

## CONCLUSIONES

El presente trabajo de tesis presenta el diseño de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano en una comunidad rural de la selva del Perú, que se encuentra aislada geográficamente debido a la falta de vías de transporte adecuado. El diseño cumple con los requisitos que señala la norma técnica peruana así como toma en cuenta recomendaciones contenidas en guías para El saneamiento en poblaciones rurales. En base al análisis de costos de dos alternativas de diseño, “sistema convencional” y “sistema optimizado”, se puede concluir que la condición de difícil acceso geográfico en la que se encuentran comunidades nativas en la selva del Perú, incide más que duplicando el costo de los sistemas de agua potable.

El diseño hidráulico y el análisis de costos aportan a la evaluación de la factibilidad técnico-económica de sistemas de agua potable en el ámbito rural y al objetivo de reducir la brecha en infraestructura en el país.

En este proyecto de Tesis, se hizo énfasis de la gran necesidad que es para la sociedad el suministro y almacenamiento de agua potable, incrementando el nivel de la calidad de vida de la población beneficiada logrando un impulso en el aspecto socioeconómico. Por lo mismo se propone realizar el diseño hidráulico de todo un sistema de agua potable, que abarca desde la fuente de abastecimiento, hasta el punto de llegada del agua a sus usuarios.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda que la planta de tratamiento funcione con el caudal diseñado, por otro lado, durante el proceso constructivo de la planta de tratamiento respetar las dimensiones hidráulicas de las unidades de tratamiento indicadas en los planos (sedimentador, pre filtro, filtro lento), así optimizar los procesos produciendo la máxima eficiencia y entregar un agua de calidad a la población.

El mantenimiento y operación del sistema debe realizarse de forma periódica para el normal funcionamiento de todos los componentes, por otro lado, debe destinarse a un personal capacitado para la operación.

La Junta administrativa servicio de saneamiento (JASS), debe realizar charlas de educación sanitarias, para promover estilos de vida saludables (hábitos, costumbres, comportamientos). Concientizar a la población que es obligatorio el pago de un monto razonable por el servicio de suministro de agua potable para poder cubrir gastos de operación y mantenimiento del sistema, así brindar un servicio de calidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agüero, R (1997)**; “Agua Potable para poblaciones rurales, sistema de abastecimiento por gravedad”. Asociación de servicios rurales (SER). Lima.
- Andía, Y (2008)**. Tratamiento De Agua Coagulación Floculación.
- Arce, P J, Saavedra, V H (2011)**; “Tesis Diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la comunidad de Nuevo Celendín- Distrito de Zapatero. Provincia de Lamas”; Perú .
- Arrenechea, A (2009)**. Aspectos Físicoquímicos de la Calidad Del Agua.
- Cánepa, L (2005)**; Asesora en Tratamiento de agua potable para consumo humano centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente; Lima.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del ambiente (2005)**- Organización panamericana de la salud, unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural. “Especificaciones técnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales”. Lima
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del ambiente (2005)**: Organización panamericana de la salud, unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural. “Guía para el diseño de Desarenadores y Sedimentadores”. Lima
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del ambiente (2005)** Organización panamericana de la salud, unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural. “Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas”. Lima.
- Cunia, G (2010)**: “Diseño y evaluación económica comparativa del sistema de agua potable en la comunidad de nuevo Arica de Cachiyacu utilizando energía solar y energía térmica en el año 2010.
- División de salud y ambiente, organización panamericana de la salud (2005)**, unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural. Plantas de tratamiento de filtros lentos. Lima
- García, E (2009)**; “Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales”, Lima;
- GFPIE (2011)**; “Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil”. Lima; 2011.
- Grandéz, P (1994)**; “Tesis Proyecto de Abastecimiento de agua Potable en la Localidad de Consuelo – Provincia de Bellavista”. Perú

**López, R (2009)**; “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Santa Fe y Capachal, Píritu, estado Anzoátegui; Puerto La cruz.

**Magne, F M (2008)**; “Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria”, Bolivia 2008.

**Maldonado, V (2005). Filtración.**

**Pacheco, H y Álvarez, R (2008)**; “Cámaras Rompe Presión en PVC para red de Distribución en Sistemas de Abastecimiento de agua Rural”, informe de ingeniería; Perú.

**PNSR (2013)**; “guía para la elaboración de proyectos de agua potable y saneamiento del programa de agua potable y saneamiento para la amazonia rural”.

**PNSR (2004)**; “Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales..

**REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (2011)**;  
J.B. GRAFIC E.I.R.L; 1era. Edición; Perú 2011.

**Reyna, C N (2003)**; “tesis abastecimiento de agua potable del distrito de barranquita”; Perú.

**Vierendel**; “Abastecimiento de agua y alcantarillado”.

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**  
**Estudio de impacto ambiental**

**ANEXO N° 02**  
**Estudio económico del proyecto**

## **Metrados**

## **Análisis de costos unitarios**



## **Presupuesto de obra**

## **Relación de insumos**

## **Fórmula polinómica**