

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUA POTABLE PARA LA ASOCIACIÓN  
CHACRASANA-CHOSICA**

PRESENTADO POR  
BENJAMÍN ABINADAB ENRIQUEZ OLAZABAL

EDUARDO LLAJA TAPIA

ASESOR

ALEXIS SAMOHOD ROMERO

TESIS  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL

LIMA, PERÚ

2018



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUA POTABLE PARA LA ASOCIACION CHACRASANA-  
CHOSICA**

**TESIS**

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

**PRESENTADA POR**

**ENRIQUEZ OLAZABAL, BENJAMÍN ABINADAB  
LLAJA TAPIA, EDUARDO**

**LIMA, PERÚ**

**2018**

La presente tesis se la dedico a Dios, por brindarme salud, fuerzas en los momentos difíciles y cuidar de mis seres queridos.

A mi madre Esther Tapia y hermanos quienes con esfuerzo me brindaron educación y me inyectaron las ganas de superación.

**Llaja Tapia, Eduardo**

Dedico esta tesis a Dios, por brindarme salud y fuerzas para no rendirme ante los problemas que se fueron presentando.

A mi familia, en especial a mi abuelita Narcisa, padres y hermanos, por haber confiado siempre en mí, sirviendo de ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo.

**Enriquez Olazabal, Benjamin.**

A nuestra alma mater, la Universidad de San Martín de Porres, por brindarnos todos los conocimientos requeridos para nuestra formación, a lo largo de nuestra carrera universitaria.

A los ingenieros Alexis Samohod Romero y Juan Manuel Oblitas Santa María por la orientación y paciencia brindada para el correcto desarrollo de la presente tesis.

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMEN</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1 Situación Problemática	1
1.2 Definición del Problema	4
1.3 Formulación del Problema	5
1.4 Objetivos	6
1.5 Justificación	6
1.6 Limitaciones	7
1.7 Viabilidad	8
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
2.1 Antecedentes del problema adquiridos en investigaciones similares	9
2.2 Bases Teóricas	15
2.3 Definiciones de términos básicos	43
<b>CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>46</b>
3.1 Hipótesis	46
3.2 Variables	47
3.3 MATRIZ DE CONSISTENCIA	48
<b>CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA</b>	<b>49</b>
4.1 Diseño Metodológico	49
4.2 Técnicas de Recolección de Datos	49
4.3 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información	50

4.4	Diseño Muestral	51
4.5	Aspectos Éticos	52
	<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>	<b>53</b>
5.1	Estudio de Suelos	53
5.2	Levantamiento Topográfico	56
5.3	Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Potable	60
5.4	Captación	62
5.5	Floculador	66
5.6	Sedimentador	69
5.7	Filtros Lentos	70
5.8	Sistema de Desinfección	72
5.9	Almacenamiento	73
5.10	Costos	74
	<b>CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN</b>	<b>77</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>80</b>
	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla N° 1.</b> Población actual de Chacrasana	4
<b>Tabla N°2.</b> Cantidad de adultos y menores en la población	5
<b>Tabla N°3.</b> Dotación de agua según nivel socio económico	17
<b>Tabla N°4.</b> Pesos de cilindros conforme al contenido	40
<b>Tabla N°5.</b> Porcentaje de volumen de regulación	41
<b>Tabla N°6.</b> Muestras de Calicatas	53
<b>Tabla N°7.</b> Resultados de ensayos químicos	55
<b>Tabla N°8.</b> Crecimiento Poblacional	60
<b>Tabla N°9.</b> Población total, cobertura y población servida	61
<b>Tabla N°10.</b> Caudales a ser tratados en la PTAP Chacrasana	61
<b>Tabla N°11.</b> Resumen Bases de Diseño de la PTAP Chacrasana	62
<b>Tabla N°12.</b> Dotación de agua según nivel socio económico	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura N°1:</b> Perú: Porcentaje de población con red pública de agua potable	2
<b>Figura N°2:</b> Perú: Porcentaje de población sin red publica	2
<b>Figura N°3:</b> Población que consume agua proveniente de red pública	3
<b>Figura N°4:</b> Ubicación de la Asociación Chacrasana	4
<b>Figura N°5:</b> Perfil Longitudinal del proceso de tratamiento del agua	19
<b>Figura N°6:</b> Captación de agua de lluvia	20
<b>Figura N°7:</b> Aguas Superficiales	21
<b>Figura N°8:</b> Aguas subterráneas	21
<b>Figura N°9:</b> Carga disponible y pérdida de carga	24
<b>Figura N°10:</b> Distribución de los orificios – Pantalla frontal	25
<b>Figura N°11:</b> Altura total de cámara húmeda	25
<b>Figura N°12:</b> Canastilla de salida	26
<b>Figura N°13:</b> Trayectoria ideal de partículas	31
<b>Figura N°14:</b> Partes del sedimentador	31
<b>Figura N°15:</b> Partes del sedimentador	32
<b>Figura N°16:</b> Sedimentador laminar horizontal	33
<b>Figura N°17:</b> Sedimentador inclinado	33
<b>Figura N°18:</b> Filtros Lentos	36
<b>Figura N°19:</b> Curva para hallar el volumen contra incendio	42
<b>Figura N°20:</b> Porcentaje de enfermedades que afectan a niños	51
<b>Figura N°21:</b> Porcentaje de enfermedades que afectan a mayores	51
<b>Figura N°22:</b> Curva granulométrica	54

<b>Figura N°23:</b> Google Earth	56
<b>Figura N°24:</b> Interface de Global Mapper	57
<b>Figura N°25:</b> Interface AutoCad	57
<b>Figura N°26:</b> Curvas de Nivel: Chacrasana Chosica	58
<b>Figura N°27:</b> Longitud de la Asociación Chacrasana	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>Anexo N°1.</b> Modelo de encuesta	87
<b>Anexo N°2.</b> Visita a campo	88
<b>Anexo N°3.</b> Estudio de suelos	89
<b>Anexo N°4.</b> Ubicación	95
<b>Anexo N°5.</b> Análisis Físico Químico	96
<b>Anexo N°6.</b> Ensayo Granulométrico	97
<b>Anexo N°7.</b> Mecánica de suelos	98
<b>Anexo N°8.</b> Planos	108

## RESUMEN

La presente tesis denominada “Propuesta de una Planta de Tratamiento de Agua Potable para la Asociación Chacrasana – Chosica” tiene por objetivo el correcto diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), cuya finalidad principal es otorgar mejoras en cuanto a calidad de vida a los moradores. Para el correcto desarrollo de la propuesta planteada, se llevó a cabo diferentes estudios para establecer parámetros geográficos y operativos que afectaran directamente al diseño. Estos incluyen un levantamiento topográfico y estudio de suelos, los cuales ayudan a establecer la ubicación del PTAP y conocer el tipo de suelo sobre el cual interactuaran las estructuras.

Una vez evaluados estos parámetros, se procedió con la elección de la tecnología a utilizar, la cual estará compuesta por una captación, floculador, sedimentador, filtros lentos, desinfección y almacenamiento. Estas estructuras fueron diseñadas según la Normativa Peruana vigente, Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnicas OS.010, OS.020 y OS.030.

Finalmente, se prevé con esta propuesta establecer un precedente positivo en la zona, otorgando mejoras en cuanto a calidad de vida, reduciendo los altos porcentajes de morbilidad que se vienen presentado. Se logrará también un impacto económico positivo debido a la reducción de costos para la obtención de este principal recurso.

**Palabras Claves:** Planta de Tratamiento de Agua Potable, captación, floculador, sedimentador, filtros lentos, calidad de vida.

## **ABSTRACT**

The present thesis titled “Proposal of a Drinking Water Treatment Plant for the Association Chacrasana – Chosica” has the objective of the correct design of a Drinking Water Treatment Plant (DWTP), whose main purpose is to provide improvements in quality of water. For the correct development of this proposal, different studies were carried out to establish geographical and operational parameters that would directly affect the design. These studies included a topographic survey and soil study, which helps us establish the best location for the DWTP and know the type of soil that might interact with the structures.

Once these parameters were evaluated, we also took the decision which technology we would use, it will be composed of a catchment, flocculator, settler, slow filters, disinfection, and storage. These structures were designed according to the current Peruvian Regulations, National Building Regulations such as: Standard OS.010, OS.020 and OS.030.

Finally, the intention of this proposal is to set a positive precedent in the area, granting improvements in terms of quality of life, reducing the high percentages of morbidity that current exist. Also, the reduction of costs to obtain this critical basic human resource will have a positive economic impact for the area.

**Key Words:** Drinking Water Treatment Plant, uptake, flocculator, settler, slow filters, quality of life.

## INTRODUCCIÓN

El agua, una de las necesidades fundamentales para la supervivencia de la humanidad, según las Naciones Unidas (ONU) una persona requiere entre 20 a 50 litros de agua para satisfacer sus necesidades básicas tales como para su propio consumo, cocinar y aseo personal; la ONU considera también que el contar con el acceso a agua limpia debería ser considerado como un derecho fundamental de la humanidad. Las poblaciones que no cuenta con este principal recurso por lo general, pertenecen a niveles socioeconómicos de muy bajos recursos y sus pobladores se encuentran dentro de un callejón sin salida de pobreza (ONU, 2018)

Por su parte la Organización Mundial de la Salud (OMS) propone que todos los sistemas sociales, públicos y privados de distribución deban tener como objetivo principal el lograr que el agua potable se encuentre disponible para su abastecimiento lo más cerca posible a las poblaciones más necesitadas con la finalidad de que estas no tengan que desplazarse por largos trayectos.

Las poblaciones que cuentan con este principal recurso, en su mayoría pagan a compañías privadas o a los municipios locales por el abastecimiento de agua potable. Otras poblaciones, las cuales escasean de este recurso, lo obtienen pagando, comprando el agua en tiendas (embazadas), de camiones cisternas, y en algunos casos de recolección de ríos o lagunas formadas por lluvias. Los altos costos generados para su obtención, impactan a las

personas más necesitadas o de recursos económicamente bajos que a menudo restan tiempo a sus labores para desplazarse hasta la fuente más cercana de agua potable o limpia (INEI,2018).

Los constantes problemas de salud que viene presentando la Asociación Chacrasana en Lurigancho - Chosica en su mayoría generados por falta de uno de los servicios fundamentales para la vida que es el agua potable, llevó a considerar la presente propuesta, que consiste en una PTAP como alternativa de solución.

La PTAP permitirá también disponer de un sistema moderno y eficiente con el cual se aprovecharán los recursos hídricos de la zona. La PTAP considera los estándares de calidad tomando en cuenta los parámetros de diseño que exige la normativa peruana vigente. El Reglamento Nacional de Edificaciones precisa:

- OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano.
- OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano.
- OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano.

Cuando la PTAP en la Asociación Chacrasana permita mejoras en cuanto a calidad de vida a los moradores, se reducirá considerablemente las tasas de morbilidad en la zona.

La presente investigación se compone con un total de seis capítulos: El primero capítulo es referido a la situación problemática, se formula los problemas, objetivos y justificación, el segundo sobre los antecedentes y las bases teóricas, el tercero establece la hipótesis y variables, el cuarto formula la metodología, recolección de datos y aspectos éticos, el quinto capítulo es referido a los resultados obtenidos de los diferentes ensayos y cálculos previamente realizados y por último, el sexto capítulo menciona la discusión de los resultados en comparación con otros autores.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

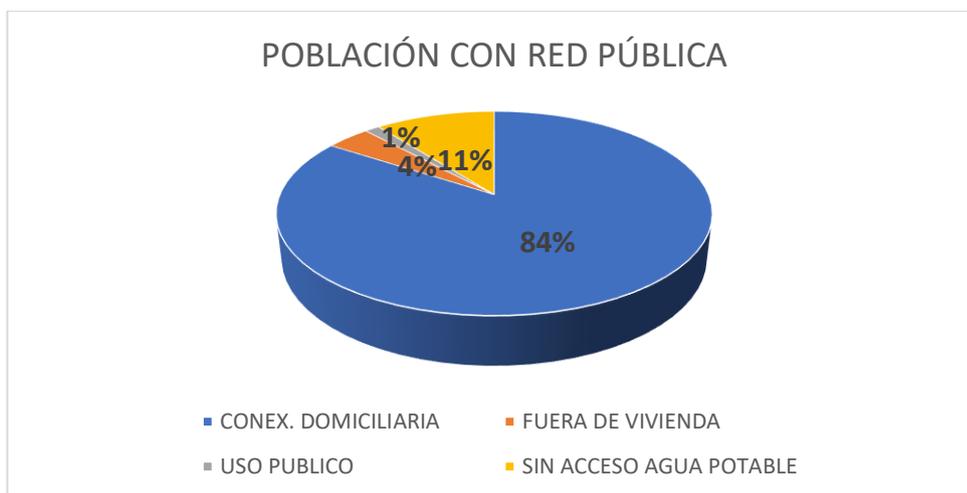
### **1.1 Situación Problemática**

Perú, país ubicado en el continente americano, específicamente al sur de la línea ecuatorial, el cual en la actualidad es uno de los países más emblemáticos de todo el continente, por su sustentable desarrollo, tanto a nivel, económico, industrial y demográfico, mencionadas cualidades hacen que el país se encuentre en unos de los puntos más estratégicos del globo terráqueo y con grandes recursos tanto renovables como no renovables, entre uno ellos, el más importante, los recursos hídricos. Sin embargo, el recurso no se encuentra distribuido de manera homogénea, sumado a ello el crecimiento evidenciado en la última década trae como resultado un aumento en la demanda del vital líquido. Es por ello que el país, concentra más del 70% de la población en todo el eje costero, pero solo cuenta con el 1.8% del total de agua dulce que se produce (Gestión, 2018).

Según datos oficiales del INEI en el Perú, a enero del 2018 cerca del 89.4% de su población consume agua potable proveniente de redes públicas (pilón de uso público, agua por red pública dentro o fuera de la vivienda) dentro de los cuales: el 84,1% cuenta con acceso a agua potable en el interior, el 3,9% cuenta con acceso fuera de la vivienda, pero al interior de la edificación y el 1,4% cuenta con accesos a pilones de uso público (INEI, 2018).

Lo que conlleva a concluir que el 84.10% de la población peruana actual cuenta con abastecimiento de agua potable al interior de la vivienda mientras que el 15.90% (5,113,787) aún no goza de este vital recurso dentro de sus hogares.

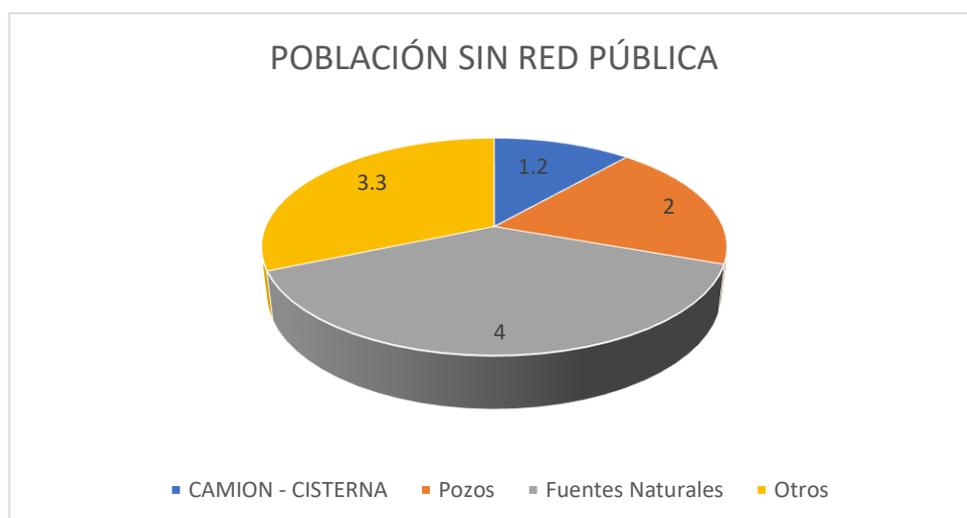
**Figura N°1:** Perú: Porcentaje de población con red pública de agua potable



Fuente: INEI, 2018

El 10,6% de la población peruana, no cuenta con abastecimiento de agua por red pública, lo cual significa que se abastecen a través de cisternas (1,2%), fuentes naturales (4,0%), pozos (2,0%), entre otros (3,3%) (INEI, 2018).

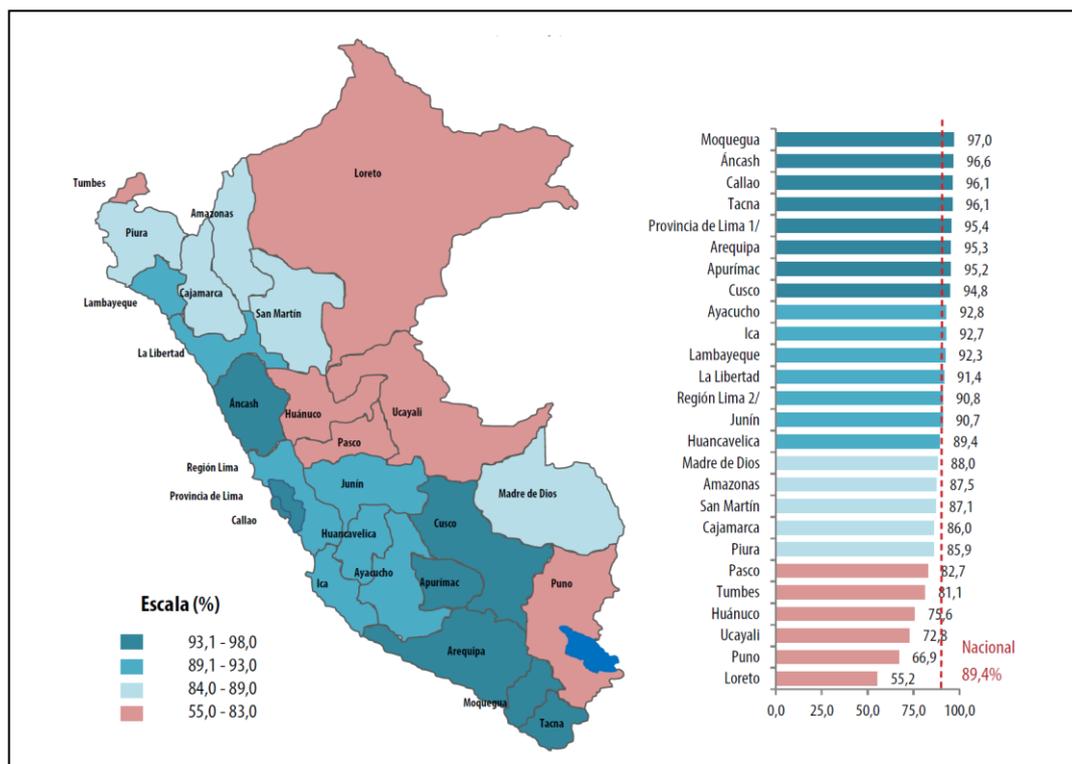
**Figura N°2:** Perú: Porcentaje de población sin red pública



Fuente: INEI, 2018

Según INEI (2018), los pobladores de Áncash, Callao Moquegua, Tacna, Lima, Arequipa, Apurímac y Cusco más del 94% de sus pobladores cuenta con el recurso hídrico abastecido mediante redes públicas. Mientras que las poblaciones en las regiones de Tumbes, Huánuco, Ucayali, Puno y Loreto se encuentran por debajo del 82%.

**Figura N°3:** Población que consume agua proveniente de red pública



Fuente: INEI, 2018

Los más afectados ante esta falta de abastecimiento del recurso son los asentamientos humanos y pueblos jóvenes, quienes vienen realizando pagos excesivos por la obtención agua para su día a día, la cual es distribuida mediante cisternas sin garantía alguna de su potabilización. A consecuencia de este tipo de abastecimiento, se generan grandes índices de morbilidad, entre los más afectados, la población infantil.

En el Perú la escasez o falta de agua no es el problema, sino el aprovechamiento del recurso. Esto se puede remediar con una buena gestión,

que se puede mejorar si se articulan todas las instituciones y organismos relacionados.

## 1.2 Definición Del Problema

La Asociación Chacrasana se encuentra ubicada en la provincia y departamento de Lima, distrito de Lurigancho – Chosica, entre las coordenadas geográficas 11°57'29.62" latitud sur y 76°44'40.75" latitud oeste, a una altitud de 800 m.s.n.m.

**Figura N°4:** Ubicación de la Asociación Chacrasana



**Fuente:** Google Earth, 2018

La Asociación Chacrasana cuenta con una totalidad de 1,700 habitantes entre hombres, mujeres y niños, distribuidos en un total de 432 viviendas.

**Tabla N° 1.** Población actual de Chacrasana

DETALLE	AÑO 2018
Habitantes totales	1700
Nro. de viviendas	432
Nro. de Hab / Viv.	3.93 Hab/viv.

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

La población está conformada de la siguiente manera:

**Tabla N°2.** Cantidad de adultos y menores en la población

POBLACIÓN			
GENERO	ADULTOS	MENORES	TOTAL
MASCULINO	590	284	874
FEMENINO	566	260	826
TOTAL	1156	544	1700

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Actualmente la Asociación de Chacrasana viene presentando diferentes problemas de salud entre ellos infecciones intestinales, estomacales, parasitarias, entre otras. Estos problemas son originados principalmente por el consumo de agua turbia o sucia, ya que la zona no cuenta con abastecimiento de agua potable y la población se ve obligada a consumir aguas de camiones cisterna, a la que no se le puede llamar potable o apta para consumo humano, debido a que no cuenta con control sanitario alguno.

El abastecimiento del recurso por las cisternas es de 2 veces por semana, de los cuales cada familia consume entre 3 y 4 cilindros a la semana por un costo de S/ 8.00 el cilindro. Este consumo genera un costo mensual entre S/96.00 y S/ 128.00, dependiendo de la cantidad de habitantes en el hogar, el cual es excesivo para la población.

### **1.3 Formulación del Problema**

#### **1.3.1 Problema General**

El problema central fue definido mediante la siguiente interrogante:  
¿En qué medida influye el diseño de una planta de tratamiento de agua potable en la salud de los habitantes de la Asociación Chacrasana - Chosica?

#### **1.3.2 Problemas Específicos**

¿Cuáles son los parámetros geográficos y operativos de diseño de una planta de tratamiento de agua potable?

¿Cuáles son los parámetros técnicos según lo establecido en las normativas peruanas para el diseño de una planta de tratamiento de agua potable en la población de Chacrasana - Chosica?

¿Cuál es la propuesta de diseño según los parámetros geográficos y normativas definidas?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar una planta de tratamiento de agua potable en la Asociación Chacrasana con el fin de mejorar la salud de los habitantes de la zona.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar los parámetros geográficos y operativos, los cuales se deben tener en cuenta para el diseño de la planta de tratamiento.
  
- Determinar los parámetros técnicos que se deben cumplir según lo establecido en la norma OS 0.20 para el diseño de la planta de tratamiento de agua potable en la zona.
  
- Diseñar la planta de tratamiento de agua potable acorde a los parámetros geográficos y normativas definidas.

## **1.5 Justificación**

El desarrollo de toda población se ve afectada mediante distintos factores, entre ellos, el contar con el servicio de agua, siendo uno de los fundamentales para la supervivencia. Contar con una PTAP, genera un impacto social de gran magnitud, orientado al desarrollo continuo de la localidad.

Una de las razones para la realización de la presente tesis es la importancia del agua por ser un elemento indispensable para la vida. Su

importancia radica en la búsqueda de métodos, técnicas, herramientas y procedimientos para un mayor aprovechamiento del recurso, el cual abunda en nuestro país y no es aprovechado de manera óptima.

La propuesta de una PTAP para la Asociación Chacrasana-Chosica, se justifica al otorgar un servicio continuo que abastezca a la comunidad beneficiaria de forma eficiente por un periodo de tiempo estipulado que garantice la cobertura del servicio en la zona, busca también el mejorar la calidad de agua que vienen consumiendo, a su vez elevar su calidad de vida. Conforme a los constantes casos de enfermedades que se vienen presentando tanto en niños como en adultos, producidas en su mayoría por el consumo diario de agua turbias.

El aporte principal de la presente tesis es de carácter social, debido a que la población obtendrá una disminución considerable en cuando a las tasas de morbilidad que vienen presentando, generada por el consumo de aguas contaminadas.

Como contribución adicional, será el aporte económico, debido a que, al contar la población con una Planta de Tratamiento en la zona, el alto costo que vienen pagando para la obtención del recurso, disminuirá considerablemente, viéndose beneficiados con un ahorro de hasta el 50%.

## **1.6 Limitaciones**

El presente proyecto de investigación estuvo limitado por la dificultad al conseguir información de la Asociación Chacrasana, debido a que no se encuentra en libros, folletos o sitios web.

El desconocimiento de la población sobre una PTAP, genero la indisposición de algunos habitantes de la zona, durante la recolección de datos para las estadísticas.

La variación de costos en cuanto a mano de obra y también en materiales, en comparación a zonas urbanas, genero dificultad para la elaboración de un presupuesto detallado.

### **1.7 Viabilidad**

- **Viabilidad Técnica:** la Propuesta de una Planta de Tratamiento de Agua Potable fue diseñada acorde a la Normativa Técnica Peruana actual: OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano, OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano, OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano y de acuerdo a los correctos procesos para su potabilización.

- **Viabilidad Económica:** Conforme a los resultados obtenidos en la presente tesis, su ejecución es factible en cuanto al impacto económico y social que generará, ya sea por la municipalidad de la zona o por un ente privado.

- **Viabilidad Social:** La presente tesis plantea reducir considerablemente las tasas de morbilidad que se vienen presentando en la zona, otorgándoles una mejora en cuanto a calidad de vida, en función al consumo de agua potable tratada.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes del problema adquiridos en investigaciones similares**

Para el desarrollo de la presente tesis, se consideraron diferentes experiencias adquiridas en investigaciones de proyectos similares, tanto nacionales como internacionales:

##### **2.1.1 Investigaciones Nacionales**

- Chávez, S. (2008), realizó la tesis denominada: “Construcción Planta de Tratamiento de Agua Potable” que señala:

El estudio tuvo como objetivo principal el desarrollar un correcto procedimiento para realizar un proyecto público, su posterior ejecución y financiamiento hasta su culminación y entrega respectiva optando como caso particular el proyecto de “SANEAMIENTO SATIPO” que consiste en la construcción de un complejo de la planta de tratamiento de agua potable para la ciudad de Satipo.

El aporte principal del mencionado proyecto fue respecto al período de diseño utilizado, el cual consideró un total de 10 años de acuerdo al crecimiento demográfico y el crecimiento poblacional, los cuales fueron

mayores que los calculados, debido al crecimiento agrícola, la industria maderera. Tales motivos llevaron a un crecimiento mayor considerable.

Como aporte secundario fue el considerar que en temporada de lluvia los ríos tenían días de crecidas, trayendo consigo malezas por tal motivo se deberá cerrar la compuerta de captación a fin de no obstruir las estructuras de la PTAP; por lo tanto, fue necesaria la proyección de una laguna de regulación (Chávez, 2008)

- Destéfano, J. (2008), realizó la tesis denominada: “Diseño preliminar de una planta de tratamiento de agua para el consumo humano en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera de la Reyna, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac” que menciona:

El estudio tuvo como objetivo principal el de otorgar un abastecimiento eficiente, dado a la insuficiencia que se presentaba. Este abastecimiento consistía en reemplazar el abastecimiento de agua actual el cual era a través de manantiales por uno de agua superficial, utilizando las conexiones existentes en la localidad.

En el primer capítulo describe todas las características de la localidad: entre ellas la ubicación, topografía, clima, tipo de suelo, actividades económicas, accesibilidad, entre otros.

Durante el segundo capítulo describe sus bases teóricas para el correcto proceso sobre el cual será sometida el agua para su tratamiento.

En el tercer capítulo se encuentran desarrollados todos los cálculos necesarios para el correcto diseño de las estructuras de tratamiento.

El cuarto capítulo presenta un presupuesto estimado del proyecto.

Destéfano concluyó que existe una variación en los costos para la construcción y el correcto mantenimiento de este tipo de PTAP, las cuales también permiten un ahorro entre 40 y 50% en costos conforme a plantas similares. Las PTAP permiten también un ahorro significativo en cuanto a la capacitación de personal, ya que solo se necesita de personal capacitado en el tema para la toma de muestras ocasionalmente (Destéfano, 2008).

- Illanes, P. (2016), presento la tesis “Evaluación y Diseño Hidráulico del Sistema de Suministro de Agua Potable en el C.P. el Cedrón” que señala:

El objetivo central del proyecto fue el reducir las elevadas tasas de mortalidad infantil en el centro poblado, a su vez la existencia de un abastecimiento de agua modernos y así reducir las pérdidas del actual sistema, para el progreso del centro poblado, considerando el mejoramiento del sistema de suministro de abastecimiento de agua potable, que consta de: Captación superficial, filtro lento y una cámara de cloración.

El aporte principal del proyecto fue el de las consecuencias sufridas en una Planta de Tratamiento ya construida debido al deterioro, falta de mantenimiento y el poco conocimiento del manejo de la misma.

Illanes recomienda que, para una óptima operación de la Planta de Tratamiento, se debe capacitar a los pobladores constantemente. Recomienda también la ejecución de obras en épocas de sequía. (Illanes, 2016).

- Alegría, J. (2013), elaboró la tesis denominada “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Bagua Grande” que menciona:

La frecuencia de casos de enfermedades gastro-intestinales, parasitosis y dérmicas, mediante la elaboración de una planta de tratamiento.

El aporte principal del mencionado proyecto fue las partidas a considerar dentro del presupuesto de la Planta de Tratamiento.

El primer capítulo, considera aspectos relacionados con el proyecto donde se determina el cálculo a la población a futuro, se diagnostica la situación del sistema de abastecimiento actual y por último establece los objetivos del proyecto.

Para el segundo capítulo analiza todas las alternativas posibles sobre la propuesta indicada en el Estudio de Factibilidad.

El tercer capítulo determina la demanda actual y la oferta existente de los servicios que generara el proyecto.

El cuarto capítulo denominado hace mención a todas las estructuras calculadas, los cuales fueron: captación, línea de conducción, cámaras reductoras de presión, planta de tratamiento de agua, cámara de contacto de cloro, cisterna, estación de bombeo, línea de impulsión, reservorios, línea de conducción de agua potable, válvulas reductoras de presión, cámaras repartidoras de caudal y redes de agua potable.

En el quinto capítulo establece el presupuesto del proyecto.

Alegría concluye que la ejecución de una planta de tratamiento no es dañina para el medio ambiente, muy por el contrario, es un gran beneficio que contribuye con la mejora del agua y por consiguiente ayuda a mejorar la salud de la población.

Alegría recomienda que en tiempos críticos durante los cuales el agua captada llegue a niveles superiores de turbiedad por encima de los 1000 UTN, se deberá realizar un tratamiento previo al agua cruda con la finalidad de que el agua ingresada a la PTAP, finalice con un nivel alto de purificación (Alegría, 2013).

### **2.1.2 Investigaciones Internacionales**

- Castro y Velázquez (2015), presentaron la tesis denominada “Análisis de los Diseños de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y Calidad del Agua Cruda y Tratada en el departamento de Cundinamarca” que señala:

Analizar los diseños de las PTAP en el departamento de Cundinamarca nuevas y optimizadas, así como la calidad del agua procesada en las mismas, con respecto a las normativas colombianas vigentes.

Se apreció una similitud entre la normativa peruana y colombiana, ambas requieren de un análisis de agua previo a la elección del tratamiento a realizar.

Castro y Velázquez concluyen lo siguiente:

Las optimizaciones en plantas de tratamiento permiten que las plantas antiguas puedan seguir en funcionamiento y brindar nuevamente un correcto servicio de agua potable en las comunidades beneficiarias a pesar que en algunos casos no esté estrictamente cumplimiento con las sugerencias dadas por la normatividad como el número de unidades.

El número de unidades de los procesos unitarios es vital para el continuo y optimo servicio de entrega de agua potable, siendo este el que posibilita el funcionamiento de las mismas durante el proceso de lavado.

Las PTAP diagnosticadas evidencian la tendencia a la implementación de sistemas hidráulicos los cuales tienden a incumplir frecuentemente en el mismo criterio específico.

Pese a que la calidad de agua cruda sea óptima un tratamiento deficiente incluso conlleva a deteriorar la calidad de la misma.

La falta de análisis a parámetros de calidad de agua exigidos por las normas dificulta la acertada toma de decisiones en cuanto al uso y tratamiento que requiere las fuentes de captación.

Las plantas de tratamiento en vía a optimización deben fijarse en los valores de turbiedad ya que estos son los valores con mayor incumplimiento registrado, lo cual según las bases teóricas puede conllevar no solo a un problema estético para el usuario, si no a la persistencia de microorganismos patógenos tras la desinfección.

Se estima que, con un control continuo de los parámetros de diseño de los proyectos, significaría la pronta y correcta ejecución de los mismos.

Castro y Velázquez recomiendan hacer la comparación de los criterios de diseño con normativas de otros países, para poder hacer una recopilación del diseño y así, poder proponer optimizaciones en el caso de incumplimiento. (Castro y Velázquez, 2015).

- Melo y Herrera (2016), elaboraron la tesis denominada “Diseño y Construcción de una Planta Piloto para el Tratamiento de Agua Potable en el Laboratorio de la Universidad Católica de Colombia” que establece:

Este proyecto consistía en la construcción de un modelo de una PTAP para fines académicos y de investigación para Universidad Católica de Colombia.

Melo y Herrera, se justifican en la necesidad de proporcionar un modelo estructural que apoye al correcto entendimiento de las clases proporcionadas durante sus horas de estudio en temas referidos a las PTAP, sobre las cuales también se realicen experimentos académicos sobre los diferentes procesos de tratamientos, incorporando la practica a la teoría aprendida en clase.

El aporte principal se basa en la metodología utilizada por los autores, debido a que proporcionan el paso a paso para la correcta ejecución del proyecto desde su planteamiento hasta su ejecución.

- Cárdenas y Medina (2017), presentaron la tesis “Diseño y Construcción a escala para el laboratorio de hidráulica de la Universidad Santo Tomas” que menciona:

Toda la metodología utilizada durante el diseño y la construcción de una PTAP a escala, sobre la cual simula circunstancias de una PTAP real, para tal fin se consideraron parámetros reales tales como: diámetro, velocidad, número de Reynolds, pérdidas de energía, pesos, entre otros.

Gracias a los parámetros utilizados, se obtuvo resultados reales sobre la verdadera eficiencia de la PTAP, con la finalidad de complementar mejoras al proyecto, por otro lado, se analizaron cada uno de los procesos y los fenómenos ocurridos durante cada etapa del tratamiento. Esta tesis fue de gran utilidad para el correcto diseño de nuestra PTAP.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Población Futura**

Los proyectos de abastecimiento de agua potable no solo tienen como finalidad el satisfacer la problemática actual, sino, considerando una proyección a futuro en cuanto al crecimiento poblacional por un largo periodo, el cual está establecido entre 10 y 20 años. El cálculo de la población a futuro se determinará la demanda de agua conforme al periodo de diseño.

La demanda de agua es la dosis o cantidad requerida por persona en una determinada población. Calculada la dotación, se procede con los cálculos de: consumo promedio anual, consumo máximo diario y consumo máximo horario.

## **2.2.2 Cálculo de Población Futura**

### **2.2.2.1 Período de diseño**

Es la cantidad de años en los cuales el sistema a implementar será 100% eficiente. El Reglamento Nacional de Edificaciones establece considerar un período de diseño acorde a la vida útil de las estructuras a implementar, mientras que el Ministerio de Salud recomienda un total de 20 años.

### **2.2.2.2 Métodos de Cálculo de la Población Futura**

Existen diferentes tipos de métodos, entre ellos tenemos:

#### **a. Métodos Analíticos**

La obtención de la cantidad poblacional en un determinado período es través de una curva matemática, ya sea calculada de manera aritmética, geométrica, curva normal, logístico, ecuaciones de segundo grado.

#### **b. Método comparativo**

Se obtiene el cálculo de la población a través de datos censales o considerando poblaciones con crecimientos similares.

#### **c. Método Racional**

La cantidad total de población se obtiene mediante un estudio socioeconómico el cual considera tasa de nacimientos, defunciones, inmigración, emigración y población flotante.

Para la presente tesis, se considerará el Método Analítico – Aritmético, el cual es utilizado generalmente para poblaciones rurales. La fórmula es la siguiente:

$$Pf = Po(1 + r)^t$$

Donde:

Pf: Población Final

Po: Población Inicial

- r: Tasa de Crecimiento
- t: Tiempo en años

### 2.2.3 Dotación

Es el cálculo de consumo promedio de agua por habitante en una determinada zona considerando todas sus actividades diarias.

Para la presente tesis la dotación será calculada en base al nivel socioeconómico de la población, según lo indicado en la siguiente tabla:

**Tabla N°3.** Dotación de agua según nivel socio económico

a) Lotes destinados para viviendas	
NIVELES SOCIECONÓMICOS	
A	: 300 lt/hab/día
B	: 250 lt/hab/día
C	: 200 lt/hab/día
D	: 150 lt/hab/día
b) Lotes destinados para viviendas	
Industrias No Pesadas	: 1 lt/hab/día
Industrias Pesadas	2 lt/hab/día

**Fuente:** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011

### 2.2.4 Caudal de Diseño

También conocido como Caudal Promedio, es la cantidad requerida de agua a abastecer a la población, considerando la población futura. El cálculo se realiza mediante la siguiente formula:

$$Qp = \frac{Pf * d}{ct}$$

Donde:

- Pf: Población Final
- d: Dotación
- ct: Coeficiente de tiempo (24 horas)

### **a. Caudal Máximo diario**

Es la determinación del consumo en un día de mayor incidencia durante el año. Este cálculo se realiza mediante la siguiente formula:

$$Q_{md} = K1 * Q_p$$

Donde:

Q<sub>md</sub>: Caudal Máximo diario

K1: Coeficiente de variación

Para el cálculo del coeficiente de variación, según lo establecido por el RNE, tendrán un valor tanto para localidades urbanas como rurales de 1.3.

### **b. Caudal Máximo Horario**

Es la determinación del consumo a una determinada hora de mayor incidencia durante un día. Este cálculo se realiza mediante la siguiente formula:

$$Q_{mh} = K2 * Q_p$$

Donde:

Q<sub>md</sub>: Caudal Máximo diario

K2: Coeficiente de variación

Para el cálculo del coeficiente de variación, según lo establecido por el RNE, tendrán un valor de entre 1.8 y 2.5 para poblaciones urbanas y 1.5 para poblaciones rurales.

## **2.2.5 Agua Potable**

Es toda agua tratada mediante un determinado proceso de potabilización, considerando estándares de calidad señalados por distintas autoridades nacionales e internacionales para su posterior consumo humano.

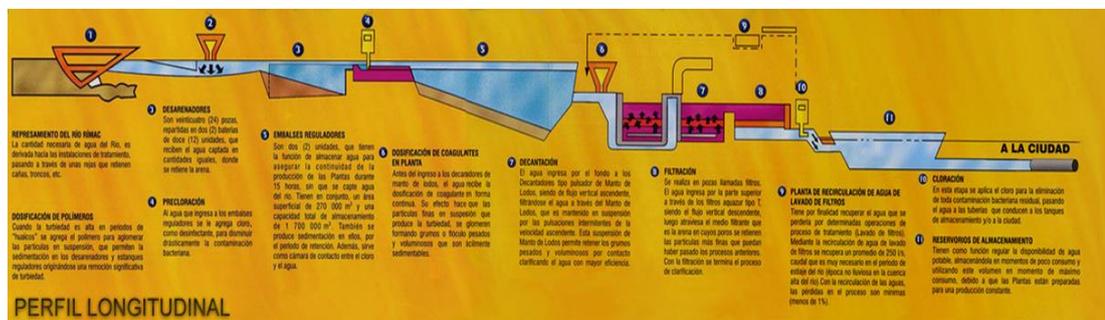
## **2.2.6 Potabilización del agua**

Toda agua captada o extraída, ya sea de fuente superficial, subterránea o de lluvia, debe ser sometida a un proceso de potabilización o

purificación, con la finalidad de proveer agua de calidad y apta para su posterior consumo. Estos procesos serán definidos mediante un estudio sanitario, el cual manifestará las características químicas, microbiológicas y físicas, del agua captada o por captar.

Estos procesos en conjunto son considerados como procesos de tratamiento o plantas de tratamiento de agua potable. Para las aguas superficiales, las cuales contienen innumerables agentes contaminantes, el tratamiento es de mayor complejidad, siendo uno de los causales principales la turbiedad.

**Figura N°5:** Perfil Longitudinal del proceso de tratamiento del agua



Fuente: SEDAPAL, 2018

## 2.2.7 Fuentes de Abastecimiento

Para la correcta marcha de toda PTAP o sistema hidráulico con la finalidad de potabilizar agua, se debe tomar en cuenta primero las fuentes existente cercanas al proyecto considerando: ubicación, tipo cantidad y calidad. En cuanto se conozcan estas cualidades se propone el tipo de sistema a emplear: ya sea por gravedad o bombeo.

Para los sistemas por gravedad, la ubicación será en el nivel más alto de la zona, lo cual garantizará su correcto funcionamiento empleando únicamente la gravedad. Para sistemas con bombeo constante, la ubicación será en cualquier punto de la población, considerando la ubicación de la fuente de abastecimiento.

Al igual que los diferentes sistemas existentes, es importante también la selección de una fuente adecuada, la cual cumpla con las dotaciones requeridas para el correcto abastecimiento.

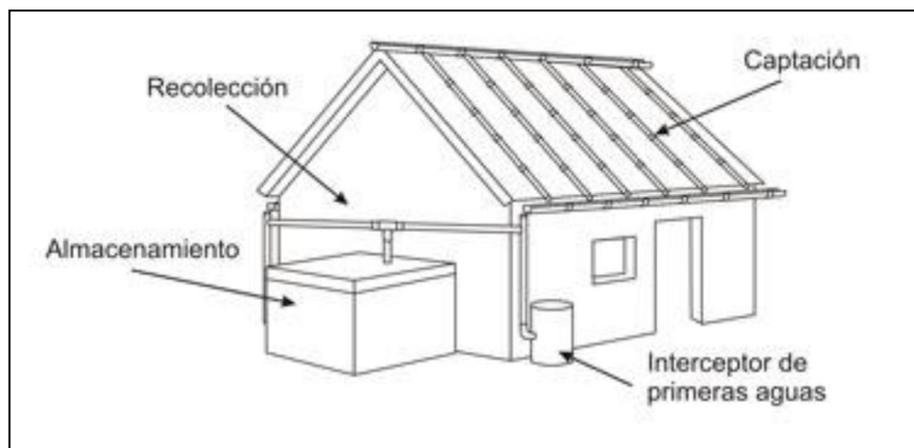
### 2.2.7.1 Tipos de fuentes de Abastecimiento

Existen diferentes tipos de fuentes de abastecimiento, entre ellas tenemos:

#### a. Agua de lluvia

Este tipo de fuente de abastecimiento es utilizado siempre y cuando no se cuente con fuentes superficiales o subterráneas. El agua es captada de la lluvia y dirigida hacia un embalse o cisterna para su posterior tratamiento.

**Figura N°6:** Captación de agua de lluvia

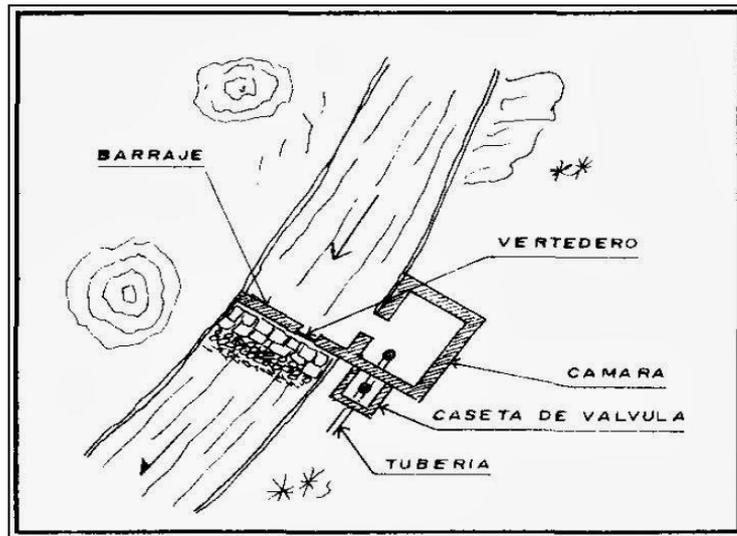


**Fuente:** Correa, G., 2018

#### b. Aguas superficiales

Principalmente son halladas en circulación o reposo sobre la superficie, tales como ríos, lagos, canales, arroyos, etc. Actualmente, este tipo de fuente es la alternativa más utilizada por los seres humanos, debido al flujo constante de agua. A su vez, este tipo de fuente es una de las más contaminadas debido a los distintos desechos arrojados aguas arriba de las captaciones, se debe considerar realizar un estudio sanitario previa potabilización.

**Figura N°7: Aguas Superficiales**

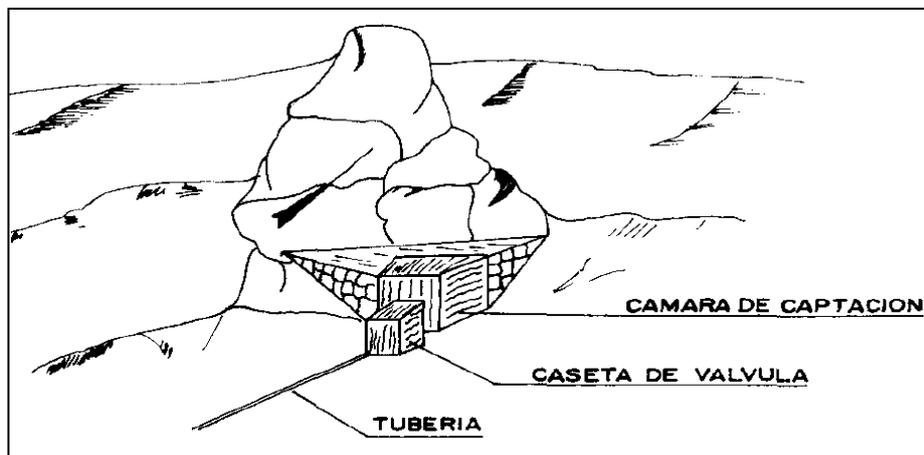


**Fuente:** Agüero, R., 1997

### **c. Aguas subterráneas**

Son aquellas producidas por la infiltración de las precipitaciones al suelo, formando acuíferos. La captación de este tipo de fuente es realizada a través de excavaciones profundas (pozos) o manantiales.

**Figura N°8: Aguas subterráneas**



**Fuente:** Agüero, R., 1997

### **2.2.8 Captación**

Una vez establecida el tipo de fuente que abastecerá el sistema de agua potable, se procede con la construcción del tipo de captación que mejor

aproveche el abastecimiento, para su posterior conducción a la PTAP o sistema de tratamiento.

La captación es un sistema tradicional, el cual consiste en recolectar o captar agua de una fuente existente, el diseño de esta estructura dependerá del tipo de fuente, topografía y tipo de suelo; considerando el alterar la fuente en lo más mínimo posible. Es recomendable incorporar un diseño que permita controlar el adecuado ingreso del agua, fácil inspección y operación.

#### **2.2.8.1 Tipos de captación**

Debido a que la tecnología a implementar estará sujeta al tipo de fuente, la demanda y características del agua a captar, los diseños para cada tipo de fuentes de abastecimiento cuentan con características específicas.

##### **a. Captación de un manantial de ladera y concentrado**

Este sistema está constituido por: una protección del afloramiento, una cámara que regule el gasto, y una cámara seca protectora de la válvula de control.

##### **b. Captación de un manantial de fondo y concentrado**

Este sistema considera dos partes: cámara húmeda la cual almacena el agua y regula el gasto a utilizarse y una cámara seca que protege la válvula de control de salida y desagüe.

##### **c. Captación de manantiales**

Considerando que se cuenten varios manantiales cercanos, se procede a la construcción de varias cámaras de recolección en las cuales inicie una línea de conducción.

#### **2.2.8.2 Diseño de hidráulico y dimensionamiento**

- Es el cálculo de distancia sobre afloramiento y cámara húmeda: Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida:

$$\frac{P_0}{\delta} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\delta} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Considerando  $P_0$ ,  $V_0$ ,  $P_1$  y  $H_1$ , igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde:

$h_0$ : Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomienda valores de 0,40 a 0,50 m.)

$V_1$ : Velocidad teórica en m/s.

$g$ : Aceleración de la gravedad

Considerando lo establecido previamente

$$Q_1 = Q_2$$

$$C_d \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Sabiendo que  $A_1 = A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{C_d}$$

Donde:

$V_2$ : Velocidad pase (valores iguales o menores a 0.6)

$C_d$ : Coef. de descarga para punto 1 (Considerar 0.8)

Remplazando valores de  $V_1$

$$h_0 = 1.56 * \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde:

$h_0$ : Carga necesaria sobre el orificio de entrada

$V_1$ : Velocidad teórica en m/s.

$g$ : Gravedad

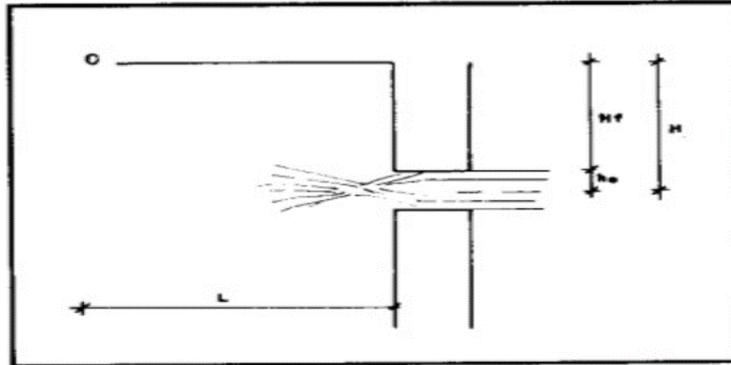
$$H = H_f + h_0$$

Donde:

H: Pérdida de carga

H<sub>f</sub>: 0.3 x L

**Figura N°9:** Carga disponible y pérdida de carga



**Fuente:** CEPIS, 2004

- Diámetro de orificios

$$D = \left[ \frac{4 * A}{\pi} \right]^{1/2}$$

Donde:

D: Diámetro de tubería de entrada

A: Área de tubería

- Numero de orificios: se aconseja la utilización de diámetros por debajo o iguales a 2", si se utilizan diámetros mayores, de deberá considerar el aumentar el número de orificios

$$NA = \frac{D1^2}{D2^2} + 1$$

Donde:

D1: Diámetro calculado

D2: Diámetro asumido

- Ancho de pantalla

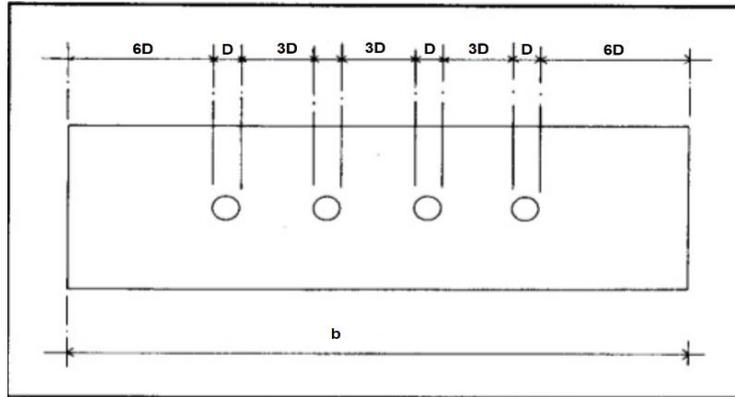
$$b = 2(6D) + NA * D + 3D(NA - 1)$$

b: Ancho de pantalla

D: Diámetro de orificio

NA: Numero de orificios

**Figura N°10:** Distribución de los orificios – Pantalla frontal



**Fuente:** CEPIS, 2004

- Altura de cámara húmeda ( $H_t$ )

$$H_t = A + B + H + D + E$$

Donde:

A: Considerar 10cm como altura mínima

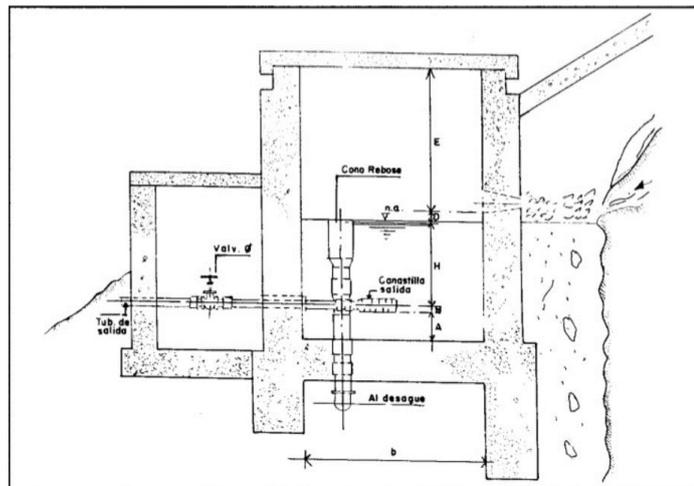
B: Considerar mitad de diámetro para canastilla

H: Altura de agua

D: Desnivel (mínimo 3 cm)

E: Borde libre (10 a 30cm)

**Figura N°11:** Altura total de cámara húmeda



**Fuente:** CEPIS, 2004

- Canastilla

$$D_{\text{canastilla}} = 2 * D_c$$

Donde:

Dc: Diámetro de conducción.

- Área total de ranuras

$$A_t = 2A_c$$

Donde:

$$A_c = \frac{\pi * D_c^2}{4}$$

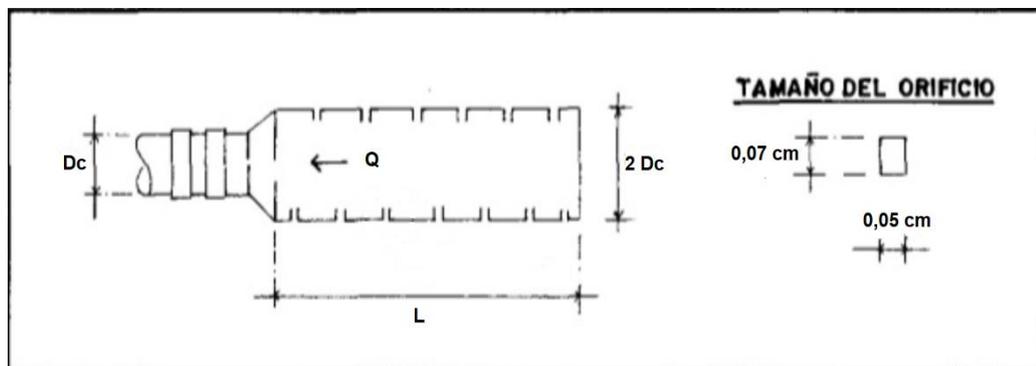
Donde

Dc: Diámetro de conducción

- Número de ranuras

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

**Figura N°12:** Canastilla de salida



Fuente: CEPIS, 2004

- Rebose y limpieza

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Donde:

D: Diámetro en pulgadas

Q: Caudal de diseño

Hf: Perdida de carga unitaria

### **2.2.9 Floculación**

Es el promover el crecimiento y aglomeración de los flóculos, a través de una leve agitación, para su posterior sedimentación. Para llevar a cabo este proceso se debe aplicar velocidades decrecientes, hasta que culmine su paso por el sistema. Esta agitación puede ser originada por un sistema hidráulico o mecánico.

#### **2.2.9.1 Parámetros**

De acuerdo a lo establecido en la OS.020 (Plantas de Tratamiento De Agua Para Consumo Humano), debemos considerar los siguientes puntos:

- Sistemas mayores a 50 l/s, se debe considerar la gradiente de velocidad (G), Retención (T) a través de simulaciones mediante prueba de jarras. Se debe considerar la relación  $G_n.T=K$  donde n y k son especificados para cada fuente y sus variaciones.
  
- Para un sistema menor a 50 l/s, la gradiente de velocidad: entre 70 a 20 S-1 y retención de 20 min. Las gradientes de velocidad se dispondrán de manera descendente.

#### **2.2.9.2 Tipos de Floculadores**

##### **a. Floculadores Hidráulicos de Pantallas**

Este tipo de floculador es el más eficiente y económico de todos, por su gran cantidad de compartimientos el tiempo de retención es óptimo. Al momento de ser construidos, los tiempos obtenidos en los cálculos matemáticos se asemejan a los reales. Es económico dado que no necesita electricidad para funcionar, funciona hidráulicamente.

Este tipo de floculador funciona tanto para flujo horizontal como vertical, y son para caudales menores a 50 l/s. Adicionalmente las Pantallas deberán ser removibles, considerando si serán de concreto, madera, fibra de vidrio, etc.

## b. Floculadores de flujo horizontal

Son utilizados en caudales menores a 50 l/s, se proyectarán como mínimo 2 Floculadores para cuando uno requiera de limpieza.

Criterios para su dimensionamiento:

- El gradiente de velocidad será en función a la pérdida de carga

$$G = \sqrt{\gamma/\mu} * \sqrt{hf/T}$$

Donde:

$\sqrt{\gamma/\mu}$  : Dependerá de la °T del agua

hf : Pérdida de carga total en m

T : tiempo de retención en s

- La pérdida se calcula en función a ambos canales (h1 y h2), resultando la carga total:

$$hf = h_1 + h_2$$

$$h_1 = [n * v/r^{2/3}] * 2 * l$$

Donde:

n : Coeficiente de pérdida de carga de Manning.

V : Velocidad en los canales

g : Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

r : Radio hidráulico del canal

l : Longitud total en el tramo (m)

$$h_2 = K * (v^2 / 2g) * N$$

Donde:

K : 2, coeficiente de pérdida de carga en las curvas.

N : Número de vueltas o pasos entre canales.

### c. Floculadores de flujo vertical

Sistema utilizado para plantas con caudales mayores a 50 litros por segundo. Este tipo de sistema es ideal a plantas medianas y grandes debido a que utilizan menor área que las horizontales ya que están a mayor profundidad.

Criterios para dimensionamiento:

- Numero de compartimentos (m)

$$m = 0.045 \times 3 \sqrt{\left(\frac{bLG}{Q}\right)^2 \cdot t}$$

Donde:

b : Ancho del tramo o canal

L : Longitud del tramo

t : Tiempo de retención del tramo

- Perdida de carga en vueltas ( $h_2$ )

$$h_2 = [(m+1)V_1^2 + mV_2^2]/2g$$

Donde:

V1 : Velocidad en los canales

V2 : Velocidad en los pasajes u orificios de paso

- Velocidad en pasajes (V2)

$$V_2 = 2/3V_1$$

### 2.2.10 Sedimentación

Es todo proceso de eliminación o traslado de partículas aun suspendidas en el agua, de tamaños superiores a 1  $\mu$ m, mediante la gravedad. El sedimentador se encarga de remover partículas con una densidad mayor a la del agua, logrando así la clarificación de la misma.

#### 2.2.10.1 Tipos de sedimentación

#### **a. Sedimentación de partículas discretas**

También conocido como Sedimentación Simple, debido a que luego de la caída de las partículas mantienen sus características después del proceso de sedimentación (forma, tamaño, densidad).

#### **b. Sedimentación de partículas floculantes**

Proceso mediante el cual las partículas formadas previamente en el floculador, son depositadas en la parte inferior del sedimentador (mediante gravedad). Este tipo de partículas se ven afectadas durante el proceso, cambiando su forma, tamaño y densidad. Posterior a la caída de este tipo de partículas se obtiene la clarificación de aguas.

#### **c. Sedimentación por caída libre e interferida**

Se denomina caída libre a la baja concentración de partículas en el agua, las cuales caen sin interferir al fondo del sedimentador. Mientras que la interferida es cuando se presentan altas concentraciones de partículas en un determinado punto, ocasionando colisiones y posterior caída ocasionando aglomeración en un determinado punto.

### **2.2.10.2 Clasificación**

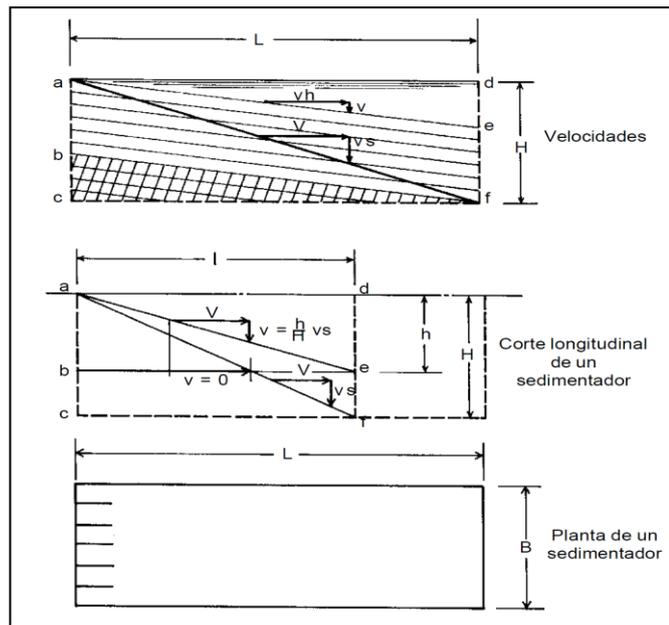
Se clasifica conforme al tipo de partícula a sedimentar, se tiene los siguientes:

#### **a. Sedimentadores estáticos**

Son funcionales para caída libre, al trasladar las partículas de un punto a otro uniformemente y a velocidad constante. Cualquier partícula que se encuentre en el agua será removida a través de la resultante la velocidad horizontal y velocidad de sedimentación.

Siendo un sedimentador rectangular que trabaja con flujos horizontales, convirtiéndose en un sedimentador ideal para las partículas discretas.

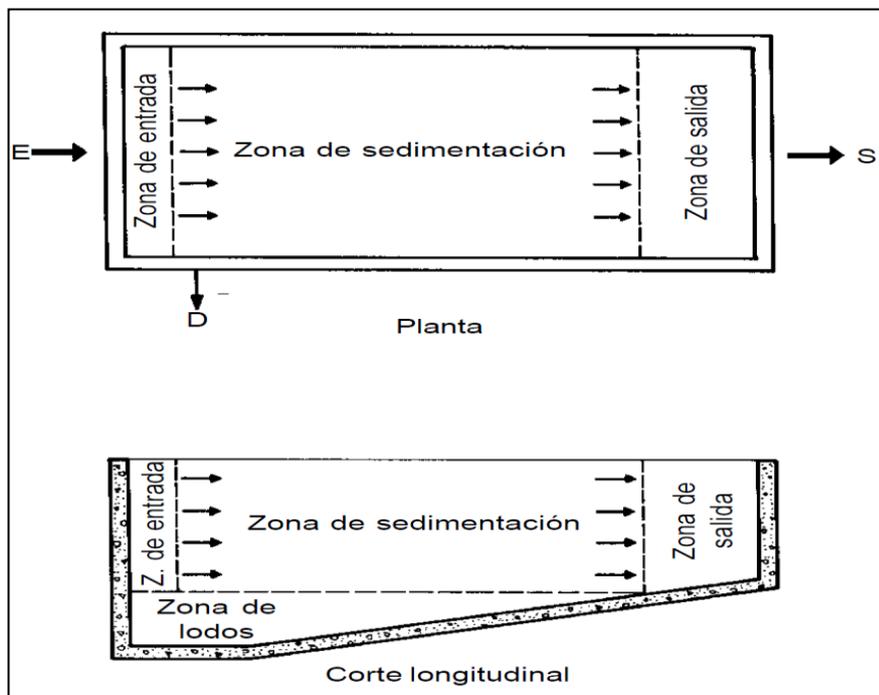
**Figura N°13: Trayectoria ideal de partículas**



Fuente: CEPIS, 2004

Este sedimentador está compuesto por: zona de entrada, zona de sedimentación, zona de lodos y zona de salida.

**Figura N°14: Partes del sedimentador**



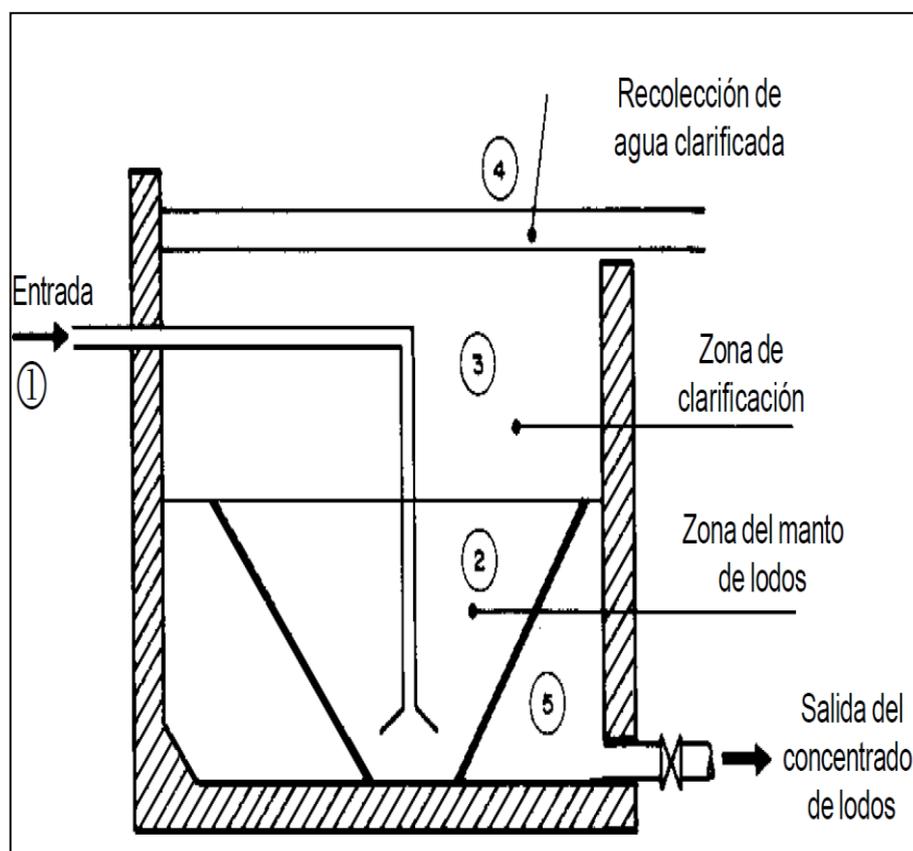
Fuente: CEPIS, 2004

### b. Sedimentadores dinámicos

Este tipo de sedimentador es ideal para sedimentación interferida, debido a que durante el proceso las partículas no conservan sus características iniciales y son arrastradas al fondo del sedimentador por el flujo, al chocar estas partículas incrementan su tamaño.

Este sedimentador este compuesto por: la entrada, zona de formación de lodos, zona de clarificación, zona de recolección y zona de concentración de lodos.

Figura N°15: Partes del sedimentador



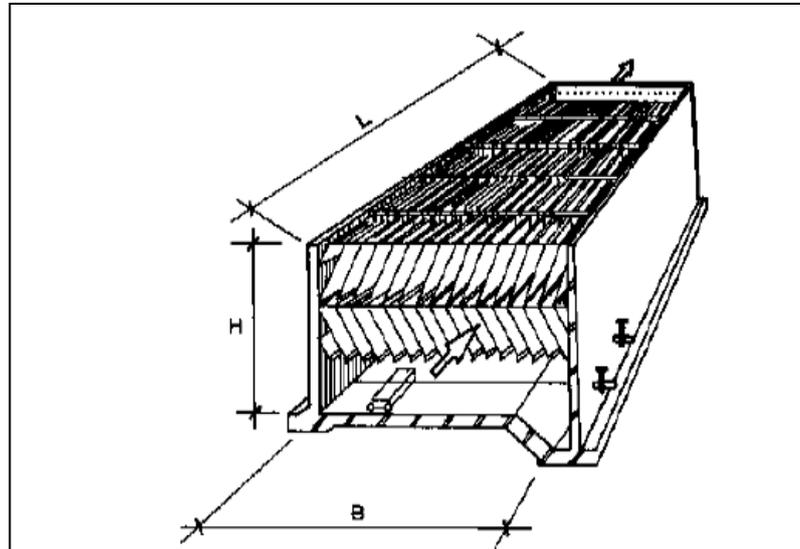
Fuente: CEPIS, 2004

### c. Sedimentadores Laminares

Tenemos dos tipos de sedimentadores laminares:

- **De Flujo Horizontal:** Es cuando el flujo de agua es horizontal, recomendado para PTAP con menores capacidades (menos de 50l/s), considerado para poblaciones con limitada economía.

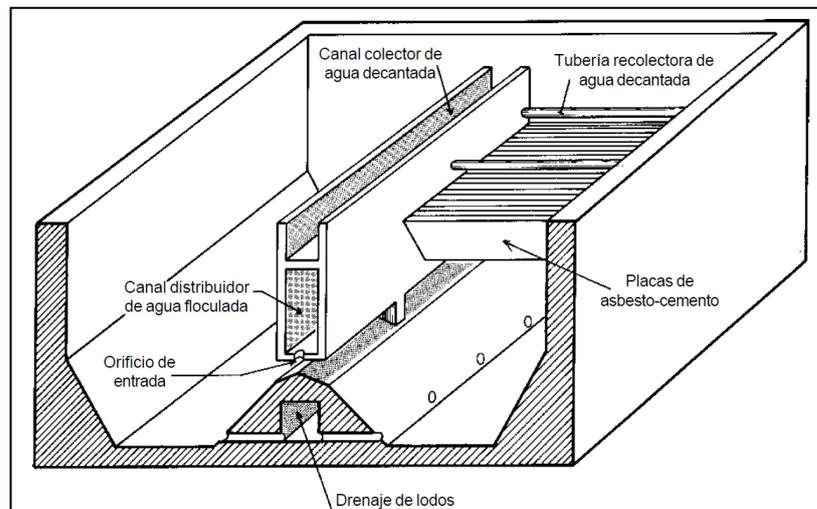
**Figura N°16:** Sedimentador laminar horizontal



Fuente: CEPIS, 2004

- **De flujo inclinado:** En este tipo de sedimentador presenta en la parte inferior la distribución de agua, en la parte media se encuentran módulos inclinados (60°) y en la parte superior un canal recolector de agua sedimentada.

**Figura N°17:** Sedimentador inclinado



Fuente: CEPIS, 2004

### 2.2.10.3 Criterios de Diseño

- Partículas con dimensiones mayores a 1µm, serán eliminadas a un 60%
- La turbiedad considerada para este tipo de sistema oscila entre 20 y 50 U.N.T.
- El periodo de retención considerara un mínimo valor de 2 horas.
- La velocidad horizontal deberá ser menor o igual a 0,55 m/s
- Considerar la razón entre la velocidad horizontal y velocidad de sedimentación en un rango entre 5 y 20.
- La longitud de la estructura deberá oscilar entre 2 a 5 veces su ancho.
- La pendiente del fondo del tanque será mayor a 3%.

### 2.2.10.4 Criterios para dimensionamiento:

- Calculo de atea superficial ( $A_s$ ):

$$A_s = \frac{Q}{V_s}$$

Donde:

$A_s$  : área superficial

$V_s$  : Velocidad de sedimentación

$Q$  : Caudal de diseño

- Longitud de sedimentación ( $L_T$ ):

$$L_T = L_1 + L_2$$

Donde

$L_1$  : 1m (asumido)

$$L_2 = \frac{A_s}{B}$$

$L_2$  : Longitud de la zona de sedimentación (m)

$A_s$  : área superficial

$B$  : Ancho de unidad

- Velocidad horizontal ( $V_H$ ):

$$VH = 100 * \frac{Q}{BH}$$

Donde:

$A_s$  : área superficial

$B$  : Ancho de unidad

- Profundidad Total:

$$H_1 = H + S * L_2$$

Donde

$H_1$  : Altura Máxima del sedimentador

$H$  : Altura de agua del sedimentador

$L_2$  : Longitud de la zona de sedimentación (m)

- Pantalla de ingreso:

$$A_0 = \frac{Q}{V_0}$$

Donde:

$A_0$  : Área total

$Q$  : Caudal de diseño

$V_0$  : Velocidad de paso

- Altura de Pantalla

$$h = H - (2/5) * H$$

Donde:

$h$  : Altura de pantalla

$H$  : Altura de sedimentador

### 2.2.11 Filtración

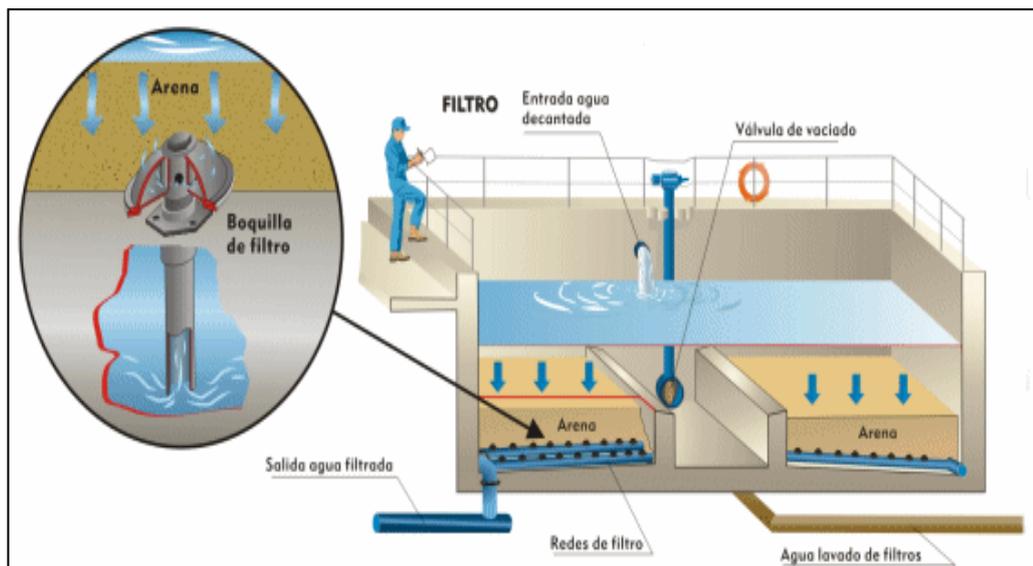
Es el último proceso para la clarificación de una PTAP, la cual determinará la calidad final del agua potabilizada. Este proceso y objetivo de este sistema consiste en remover las partículas coloidales y suspendidas que no fueron captadas durante los filtros previos (coagulación y sedimentación).

### 2.2.11.1 Filtros Lentos

Este proceso tiene como principal función el de circular el agua previamente sedimentada a través de capas de arena. Consiste en poner en contacto las impurezas aún presentes en el agua con el lecho filtrante, las cuales son retenidas durante su paso.

El paso del agua se da través de una estructura que lleva en su interior una capa de arena, la cual realiza la purificación. En la superficie de esta capa o lecho filtrante se encuentra una película biológica conformada por algas, bacterias y plancton los cuales contribuyen a la purificación, atrapando y eliminando los microorganismos aun presentes en el agua. Este proceso es conocido también como filtración biológica y llega a remover hasta el 96% de bacterias.

Figura N°18: Filtros Lentos



Fuente: Ramírez, F., 2018

### 2.2.11.2 Criterios de Diseño

Conforme a la normativa peruana actual se establecen los siguientes criterios:

- La turbiedad del afluente será considerada menos de 50 UNT, se podrá considerar no mayores a 100UNT por un máximo de 4 horas.

- El sistema deberá ser proyectado para su uso continuo por 24 horas.
- La tasa de filtración deberá considerar un rango entre 2 y 8 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.dia). Para plantas que consideren solo el diseño de filtros lentos, se deberá considerar velocidades entre 1 a 3 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.dia).
- Se deberá contar con dos sistemas, las cuales deberán estar conectados al finalizar la filtración.
- El lecho filtrante estará constituido por grava y arena.
- La grava estará constituida por 03 capas, la primera de 15 centímetros de altura con tamaños entre 19 y 50mm, la segunda y tercera de 5 centímetros, considerando de 9.5 a 19 mm y 3 a 9.5 mm respectivamente.
- La arena tendrá una altura entre 80 a 100cm considerando un tamaño entre 0.2 y 0.3 mm.
- La caja de filtro deberá tener un área igual o menor a 50m<sup>2</sup>, y será de forma circular o rectangular.
- Los drenes estarán conformados por un colector principal y una cantidad adecuada de ramales secundarios, los cuales alimentarán al principal.

### **2.2.11.3 Criterios para dimensionamiento:**

Para las plantas de tratamiento se proyectó 2 unidades de filtros.

- Calculo de área superficial (As)

$$As = Qd / (N \times Vf)$$

Donde:

As: Área superficial

Vf: Velocidad de filtración

Qd: Caudal de diseño

N: Número de unidades

- Calculo de coeficiente de mínimo costo

$$B = (As / K)^{1/2}$$

Donde:

k: Coeficiente de mínimo costo  
N: Número de unidades

- Calculo de longitud de filtro

$$L = (As \times K)^{1/2}$$

Donde:

L: Longitud de filtro lento  
k: coeficiente de mínimo costo

- Calculo de longitud de filtro

$$B = (As / K)^{1/2}$$

Donde:

B: Ancho de filtro lento  
k: coeficiente de mínimo costo

- Velocidad de filtración real

$$VR = Qd / (2 * L * B)$$

Donde:

VR: Velocidad de filtración real  
Qd: Caudal de diseño  
L: Longitud de filtro lento  
B: Ancho de filtro lento

### **2.2.12 Desinfección**

La desinfección es la última etapa del tratamiento para la potabilización del agua captada, con la finalidad de eliminar microorganismos aun existentes, los cuales son causantes de enfermedades. La desinfección se puede llevar a cabo física o químicamente. Para el correcto proceso de desinfección, el agua (previamente procesada por la planta de tratamiento) deberá estar libre de partículas coloidales (causantes de turbiedad y color).

Este proceso alcanzara su máxima eficiencia siempre y cuando el agua a desinfectar cuenta con un mínimo de turbiedad.

#### **2.2.12.1 Agentes físicos**

Dentro de ellos tenemos la floculación, sedimentación y filtros.

El calor, agente físico de alta efectividad, el hervir agua es una de las técnicas domesticas más utilizadas previas al consumo del agua.

Luz ultravioleta, debido a que este sistema solo funciona con láminas delgadas de agua, es una de las menos utilizadas.

#### **2.2.12.2 Agentes Químicos**

Por lo general son oxidantes fuertes, los cuales realizan el proceso de eliminación de o desinfección de manera eficiencia, sin embargo, se deberá tener un control estricto, debido con la finalidad de no causar daños a los consumidores. Se tiene los siguientes agentes químicos:

- El cloro
- El ozono
- Agua oxigenada
- Permanganato de potasio

#### **2.2.12.3 Cloración**

La cloración es el proceso de desinfección más utilizados para este tipo de sistemas de tratamientos de agua, debido a su fácil dosificación y abaratado costo en comparación de otros sistemas de desinfección, debido a que no se requiere de una estructura adicional para su uso.

La dosificación empleada se encuentra entre 1 a 3mg/L, para su correcto uso se deberá dejar en reposo durante 5 a 10 minutos. Procedimiento de Calculo:

- Dosis Promedio

$$D_P = (D_m + D_M)/2$$

Donde:

$D_p$  = Dosis Promedio

$D_m$  = Dosis Media

$D_M$  = Dosis Máxima

- Peso Total de Cloro Requerido

$$W = (Q * T * D_p) / 1000$$

Donde:

T: Tiempo de Almacenamiento

Q: Caudal de diseño (M3/día)

- Número Total de Cilindros a utilizar durante el periodo seleccionado

$$N = W / P$$

Donde:

W: Peso total de cloro requerido

P: Peso de cilindro

El peso del se establece conforme la siguiente tabla:

**Tabla N°4.** Pesos de cilindros conforme al contenido

Peso del contenido		Peso del cilindro		Peso total del cilindro lleno		Máximo flujo de cloro que se puede extraer de un cilindro	
kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb
50	100	33	73	83	173	11.7	26
75	150	40-59	90-130	115-134	240-280	18.2	40
1000	2000	680	1500	1680	3500	182	400

Fuente: CEPIS, 2004

- Área total de Cilindros

$$A_t = 1.25 * A_c * N$$

Donde:

$A_c$ : Área de Cilindro

N: Numero de Cilindros

### 2.2.13 Almacenamiento

Los sistemas de almacenamiento son fundamentales en todo sistema de abastecimiento de agua. Estos tanques tienen como objetivo el suministrar la cantidad de agua requerida por la población, considerando variaciones que se presenten durante el periodo de demanda.

Los sistemas de almacenamientos consideran además volúmenes de regulación, contra incendios y de reserva calculados conforme a la dotación requerida por la población a futuro.

$$V_{almac} = V_{reg} + V_{CI} + V_{res}$$

$V_{almac}$ : Volumen de almacenamiento

$V_{reg}$ : Volumen regulación

$V_{CI}$ : Volumen Contra Incendio

$V_{res}$ : Volumen Reserva

#### a. Volumen de regulación (Vreg)

Se calcula mediante el diagrama masa, considerando las variaciones horarias de la demanda en la población. De no contar con reportes históricos de las variaciones de la demanda, se deberá considerar lo siguiente:

**Tabla N°5.** Porcentaje de volumen de regulación

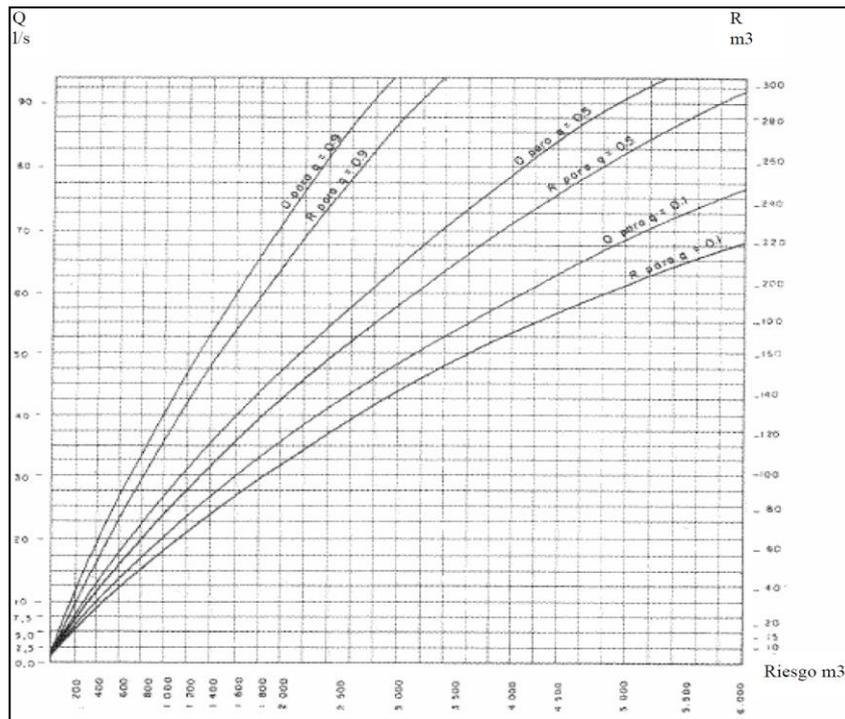
ZONAS RURALES	ZONAS URBANAS
Se considerará el 15% del promedio anual de la demanda	Se considerará el 25% del promedio anual de la demanda

**Fuente:** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006)

#### b. Volumen de Contra Incendio (Vci)

Para áreas destinadas a vivienda se considerará un total de 50m<sup>3</sup>, mientras que para uso comercial y/o industrias se deberá calcular mediante la siguiente grafica establecida por el R.N.E.:

**Figura N°19:** Curva para hallar el volumen contra incendio



**Fuente:** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006

Q: Caudal de agua en l/s

R: Volumen de agua en m<sup>3</sup>

g: Factor de Apilamiento

g = 0.9 Compacto

g = 0.5 Medio

g = 0.1 Poco Compacto

R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m<sup>3</sup>

Para poblaciones o habitaciones menores a 10,000 habitantes, no se considerará demanda contra incendio.

### c. Volumen de reserva

De ser el caso se considerará un volumen adicional para reserva.

## **2.3 Definiciones de términos básicos**

### **a. Afluente**

Agua que ingresa a un sistema de tratamiento, o el total de un proceso de tratamiento.

### **b. Agua Potable**

Agua procesada y transportada para su posterior consumo.

### **c. Calidad de Agua**

Son las características requeridas que hacen aptas al agua para el consumo humano entre ellas físicas, químicas, y bacteriológicas.

### **d. Caudal Máximo Diario**

Punto alto de un caudal en un día, registrado durante un periodo de un año, sin considerar consumos por pérdidas o incendios, etc.

### **e. Coloides**

Partículas con tamaños que oscilan entre 10 a 1000 Angstrom, las cuales no se sedimentan si no son previamente coaguladas.

### **f. Coagulación**

Proceso sobre el cual se anula toda carga eléctrica de las partículas presentes en una suspensión, en utilización de sustancias coagulante para su aglomeración en el sistema de floculación.

### **g. Desarenador**

Sistema con el cual se remueven los sólidos y/o arenas que se encuentran en suspensión en el agua.

### **h. Efluente**

Salida de agua previamente tratada a través de procesos o de un depósito.

**i. Filtración**

Proceso terminal mediante el cual se remueven los últimos sólidos del agua o materiales finos, que no fueron alcanzados a ser eliminados en procesos anteriores.

**j. Flocculación**

Formación de partículas aglutinadas o flóculos. Proceso inmediato a la coagulación.

**k. Flocculador**

Es la estructura diseñada con la finalidad de proporcionar condiciones adecuadas para acumular partículas desestabilizadas en la coagulación y su posterior obtención de grandes flóculos que decanten con rapidez.

**l. Flóculos**

Partículas desestabilizadas y aglomeradas por acción del coagulante.

**m. Levantamiento Sanitario**

Realización de estudios físicos y químicos del agua a tratar para la obtención de agentes contaminantes existentes y potenciales, en términos de cantidad y calidad, del área de aporte de la cuenca aguas arriba del punto de captación.

**n. Mezcla Rápida**

Sistema mediante el cual se obtiene una rápida distribución instantánea y uniforme del coagulante aplicado al agua.

**o. Pantallas (Baffles o Placas)**

Paredes o muros los cuales tiene como principal función la evitar espacios muertos o cortos hidráulicos, estos son instalados en los tanques de flocculación.

**p. Partículas**

Sólidos de tamaño lo suficientemente grande para poder ser eliminados por una filtración.

**q. Partículas Discretas**

Partículas que permanecen en suspensión y que al momento de su sedimentación no varían en cuanto a forma, tamaño ni peso.

**r. Partículas Floculentas**

Partículas en suspensión que, al descender en la masa de agua, se adhieren o aglutinan entre sí y cambian de tamaño, forma y peso específico.

**s. Sedimentación**

Proceso de remoción de partículas por acción de la fuerza de gravedad.

**t. Sedimentos**

Materiales procedentes de la sedimentación.

**u. Tratamiento de Agua**

Remoción por métodos naturales o artificiales de todas las materias objetables presentes en el agua, para alcanzar las metas especificadas en las normas de calidad de agua para consumo humano.

**v. Turbiedad**

Turbiedad medida en una muestra de agua.

**w. Toma de Agua**

Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación.

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1 Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis Principal**

El diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) en la Asociación Chacrasana contribuirá en mejorar la salud de los habitantes de la zona.

##### **3.1.2. Hipótesis Específicas**

Los parámetros geográficos y operativos de la zona contribuirán en el funcionamiento de la planta de tratamiento.

Los parámetros técnicos de la planta de tratamiento cumplirán con lo establecido en la norma OS 0.20 la cual está establecida en el RNE.

El diseño de la planta de tratamiento de agua potable cumple con los parámetros técnicos operativos y regulaciones vigentes en la normativa peruana.

## **3.2 Variables**

En la presente tesis se terminaron las siguientes variables dependientes e independientes:

### **3.2.1. Variables Independientes:**

- X: Propuesta de una planta de tratamiento
- X1: Parámetros geográficos y operativos.
- X2: Norma OS 0.20.
- X3: Planta de tratamiento

### **3.2.2. Variables Dependientes:**

- Y: La Salud en los habitantes de la zona
- Y1: Funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Y2: Parámetros técnicos
- Y3: Mejora de Salud en la zona

### 3.3 MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE - ASOCIACION CHACRASANA-CHOSICA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES		INDICADORES	METODOLOGIA
			INDEPENDIENTES	DEPENDIENTES		
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿En qué medida influye la propuesta de una planta de tratamiento de agua potable en la salud de los habitantes de la Asociación Chacrasana - Chosica?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Diseñar una planta de tratamiento de agua potable en la Asociación Chacrasana con el fin de mejorar la salud de los habitantes de la zona.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>El diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) en la Asociación Chacrasana contribuirá en mejorar la salud de los habitantes de la zona.</p>	<p><b>INDEPENDIENTES</b></p> <p>X Propuesta de una planta de tratamiento.</p>	<p><b>DEPENDIENTES</b></p> <p>Y La Salud en los habitantes de la zona.</p>		<p>Cuantitativa:</p> <p>Se cuenta con resultados numéricos los cuales fueron identificados a través del proceso de información obtenida de visitas a campo.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>¿Cuáles son los parámetros geográficos y operativos de diseño de una planta de tratamiento de agua potable?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>Diagnosticar los parámetros geográficos y operativos, los cuales se deben tener en cuenta para el diseño de la planta de tratamiento.</p>	<p><b>HIPTOESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>Los parámetros geográficos y operativos de la zona contribuirán en el funcionamiento de la planta de tratamiento.</p>	<p>X1 Parámetros geográficos y operativos.</p>	<p>Y1 Funcionamiento de la planta de tratamiento</p>	<p>-Índice de enfermedades por consumo de agua. - Caudal requerido. - Calidad de agua</p>	<p>Descriptiva:</p> <p>Se describirá paso a paso los cálculos obtenidos conforme a los parámetros y normativas consideradas.</p>
<p>¿Cuáles son los parámetros técnicos según lo establecido en las normativas peruanas para el diseño de una planta de tratamiento de agua potable en la población de Chacrasana - Chosica?</p>	<p>Determinar los parámetros técnicos que se deben cumplir según lo establecido en la norma OS 0.20 para el diseño de la planta de tratamiento de agua potable en la zona.</p>	<p>Los parámetros técnicos de la planta de tratamiento cumplirán con lo establecido en la norma OS 0.20 la cual está establecida en el RNE</p>	<p>X2 Norma OS 0.20.</p>	<p>Y2 Parámetros técnicos</p>		<p>Retrospectiva:</p> <p>El problema actual de la zona fue identificado mediante información histórica obtenida de visitas a campo</p>
<p>¿Cuál sería el correcto diseño en función a los parámetros geográficos y normativas definidas?</p>	<p>Diseñar la planta de tratamiento de agua potable en función a los parámetros geográficos y normativas definidas.</p>	<p>El diseño de la planta de tratamiento de agua potable cumple con los parámetros técnicos operativos y regulaciones vigentes en la normativa peruana.</p>	<p>X3 Planta de tratamiento.</p>	<p>Y3 Mejora de Salud en la zona</p>		

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## **CAPÍTULO IV METODOLOGÍA**

### **4.1 Diseño Metodológico**

#### **4.1.1. Alcance de la Investigación**

La presente tesis es de tipo cualitativa ya que se utilizó técnicas de investigación en los Registros de Calidad del Control de Procesos. En cuanto al nivel de investigación es descriptiva porque se describe paso a paso los métodos aplicados en la PTAP y también porque se establecen parámetros que se deben cumplir.

Por último, la presente tesis es de investigación retrospectiva porque mediante datos anteriores se buscaron las causas de los problemas.

#### **4.1.2. Diseño de la Investigación**

- De acuerdo al tipo de investigación es **cualitativa**.
- De acuerdo al nivel de investigación es **descriptiva**.
- De acuerdo al diseño de investigación, es **retrospectiva**.

### **4.2 Técnicas De Recolección de Datos**

Se realizaron 3 técnicas de investigación, la primera técnica fue mediante entrevistas, el cual se realizó in situ, esta técnica la aplicamos para

poder obtener información de la zona, en la entrevista se realizaron algunas preguntas a los pobladores, para conocer la situación en la cual se encontraba la Asociación Chacrasana.

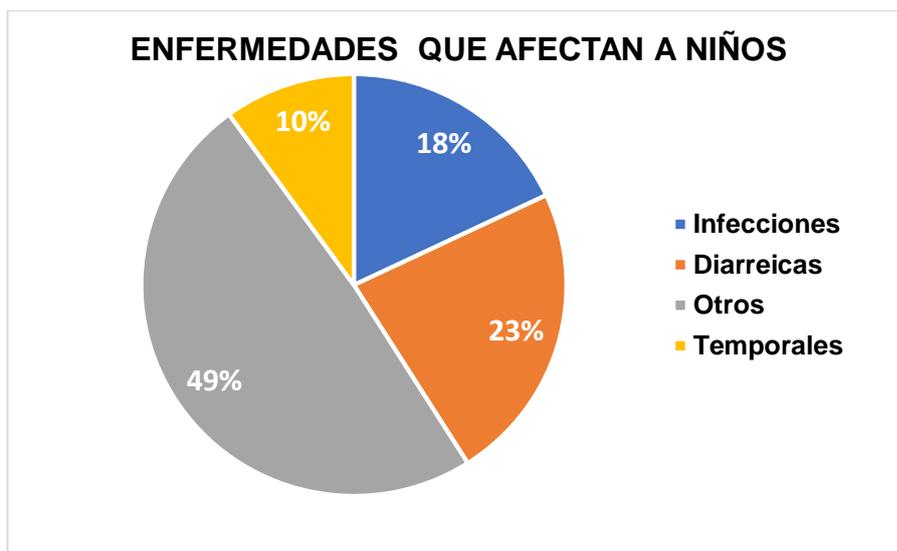
La segunda técnica que se empleó fue la de la encuesta en la cual se realizaron preguntas de las enfermedades que padecían los pobladores de la Asociación Chacrasana, la encuesta fue muy importante, ya que con ella se pudo obtener el porcentaje de morbilidad con la que contaba la Asociación Chacrasana, se anexa ficha de encuesta.

La tercera técnica que también se empleó fue la de la observación, esta técnica fue muy útil, ya que nos permitió plantear la ubicación de la planta de tratamiento.

#### **4.3 Técnicas Estadísticas Para El Procesamiento de la Información**

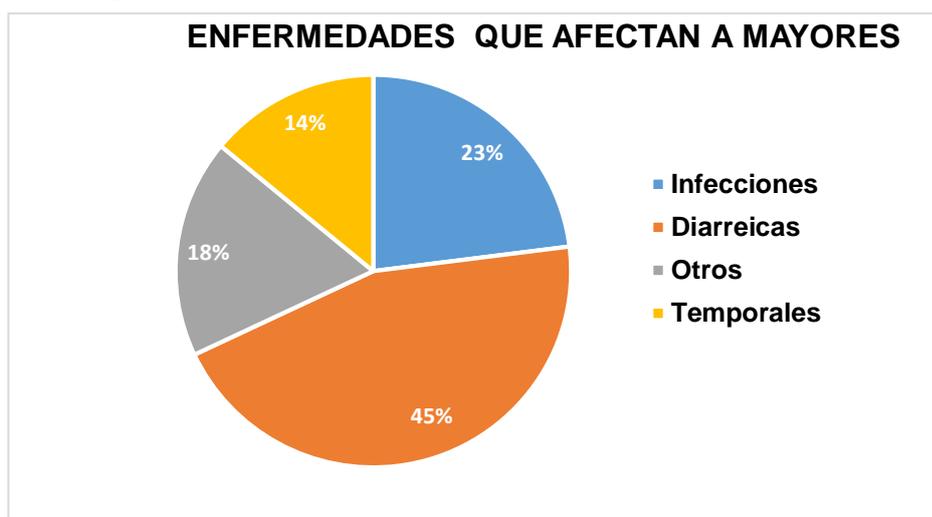
Los datos obtenidos mediante la encuesta se procesaron mediante la técnica de análisis cuantitativo, para lo cual obtuvimos que respecto a los niños de la asociación, el 18% sufren de infecciones, el 23% sufren de enfermedades diarreicas y 27% de otras enfermedades. Con respecto a los adultos, el 23% sufren de infecciones, el 4% sufren de enfermedades diarreicas, y el 45% sufren de otras enfermedades.

**Figura N°20:** Porcentaje de enfermedades que afectan a niños



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

**Figura N°21:** Porcentaje de enfermedades que afectan a mayores



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

#### 4.4 Diseño Muestral

Es de diseño probabilístico, representativa por conglomerados y de proceso aleatorio simple, la población total actual asciende a 1700, la cantidad de pobladores que fueron encuestados se halló mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2(N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde

N: Población.

n: Muestra.

k: Constante dependiente del nivel de confianza.

p: proporción de individuos que poseen esa característica.

q: proporción de individuos que no poseen esa característica.

e: error muestral

La población es 1700, la constante dependiente del nivel de confianza fue de 95%, para la proporción de individuos que poseen esa característica se asumió 50% mientras que para los que no poseen esa característica también se asumió 50%. El error muestral fue de 5%, reemplazando los datos obtenidos se obtuvo una muestra de 314.

#### **4.5 Aspectos Éticos**

La presente tesis se realizó respetando los objetivos señalados anteriormente, no se manipularon los datos obtenidos de los diferentes estudios (Suelos, Topográfico y Sanitario) así como los datos obtenidos durante las múltiples visitas a la zona (Chacrasana -Chosica), tampoco se realizó plagio alguno.

## **CAPÍTULO V RESULTADOS**

### **5.1 Estudio De Suelos**

Luego de efectuado el reconocimiento de campo del área en evaluación y de la observación de los trabajos de excavación se decidió por conveniente efectuar tres calicatas, ubicadas estratégicamente alrededor del terreno sobre el cual se ubicará la PTAP. Estas calicatas se realizaron con profundidades de 1,80 metros, sacando muestras de 5 kilos cada 0,60 metros. Dada las características de los suelos encontrados, se procedió a la obtención de muestras.

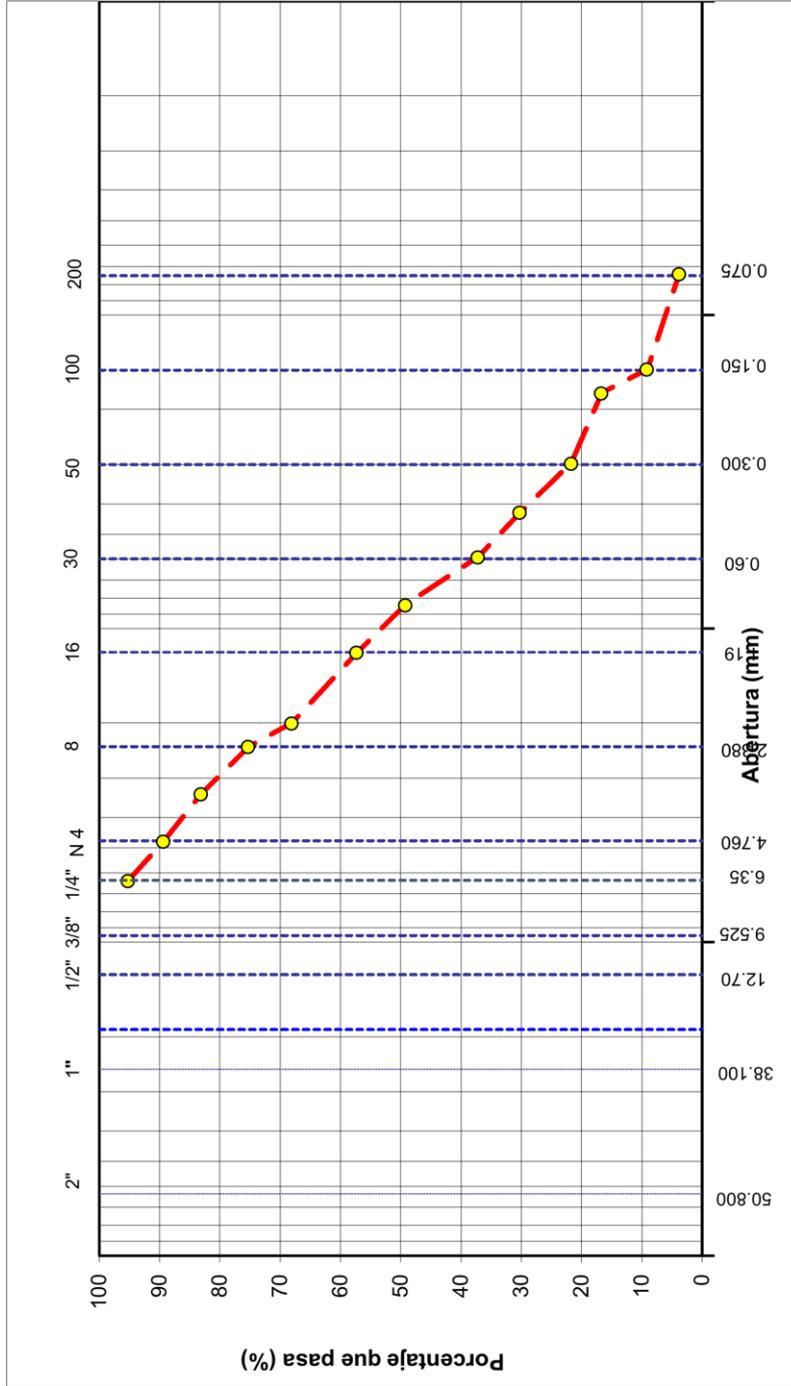
**Tabla N°6.** Muestras de Calicatas

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)
C-1	M-1	1,80
C-2	M-1	1,80
C-3	M-1	1,80

**Fuente:** Elaboración Propia, 2018

Se efectuaron ensayos estándar de laboratorio de Mecánica de Suelos con las muestras extraídas de las calicatas, a fin de identificar los suelos que conforman los estratos encontrados y conocer sus características. Los ensayos se realizaron en el laboratorio de materiales y mecánica de suelos de la Universidad San Martín de Porres. Del cual se obtuvo como resultado que la muestra es correspondiente a arena mal graduada limosa con grava.

**Figura N°22:** Curva granulométrica



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

La Asociación Chacrasana cuenta con un estudio de suelos del año 2015 por lo cual se realizó un estudio granulométrico para verificar que el tipo de suelo tiene la misma estratigrafía.

En el cuadro se presentan los resultados de los ensayos químicos.

**Tabla N°7.** Resultados de ensayos químicos

CALICATA	MUESTRA	Prof. (m)	SULFATOS (ppm)	CLORUROS (ppm)	SST (ppm)	ph
C-1	M-única	1,80	25,9	201,6	270	S.1

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Por las condiciones detectadas en las inspecciones visuales de la calicata y en base a los ensayos de laboratorio efectuados, se verifico que los suelos predominantes son del tipo grava mal graduada limosa con grava (SP-SM) no tiene plasticidad de color marrón pardo, no se encontró la napa freática.

Las muestras procesadas clasifican a los sueños como de la clase SP-SM (lo predominante y además las que se encuentran al nivel del estrado donde se cimentara), según SUCS y son concordantes con lo estimado en el reconocimiento de campo.

Así mismo, se observa que el suelo que no presenta humedad representativa, por lo cual se determinó su contenido en base a observaciones in situ la cual está en 36.0 % aproximadamente.

Para el análisis de cimentación se ha adoptado los criterios de la teoría de terzaghi-peck, asignando un factor de seguridad de 3 para las condiciones de falla local por carga estática.

Para el presente proyecto se considera una capacidad portante del suelo de 1,33 kg/cm<sup>2</sup>, puesto que existe un estudio realizado en el año 2015 por el laboratorio de suelos WRC INGEO S.A.C. INGENIERIA Y GEOTECNIA.

## 5.2 Levantamiento Topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico de la Asociación Chacrasana, se utilizó el software GLOBAL MAPPER 18, conjuntamente con el Google Earth y AutoCad.

El proceso fue el siguiente:

- Se ubicó la asociación de Chacrasana – Chosica en Google Earth.

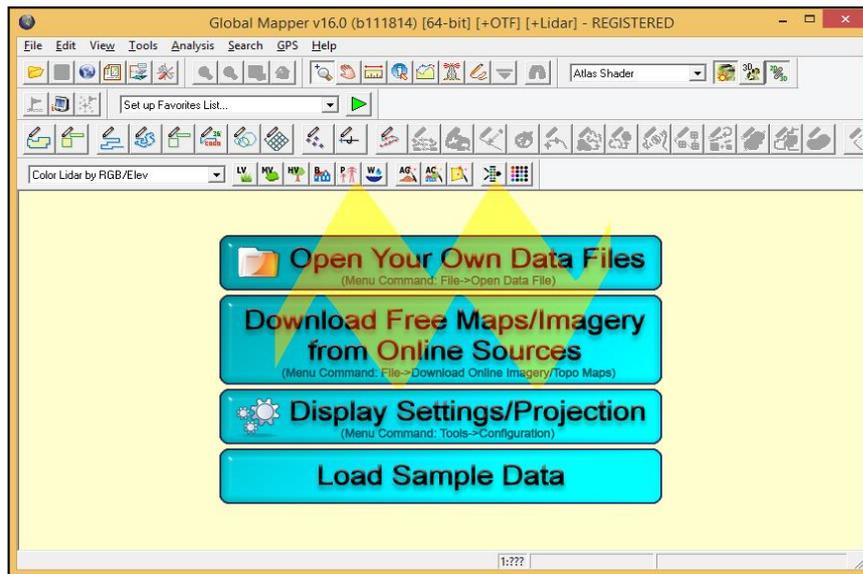
**Figura N°23:** Google Earth



**Fuente:** Google, 2018

- Se generó un polígono sobre toda la superficie a abarcar.
- Se guardó el polígono en formato Kmz.
- Se cargó el archivo sobre el programa Global Mapper.

**Figura N°24:** Interface de Global Mapper



Fuente: Google, 2018

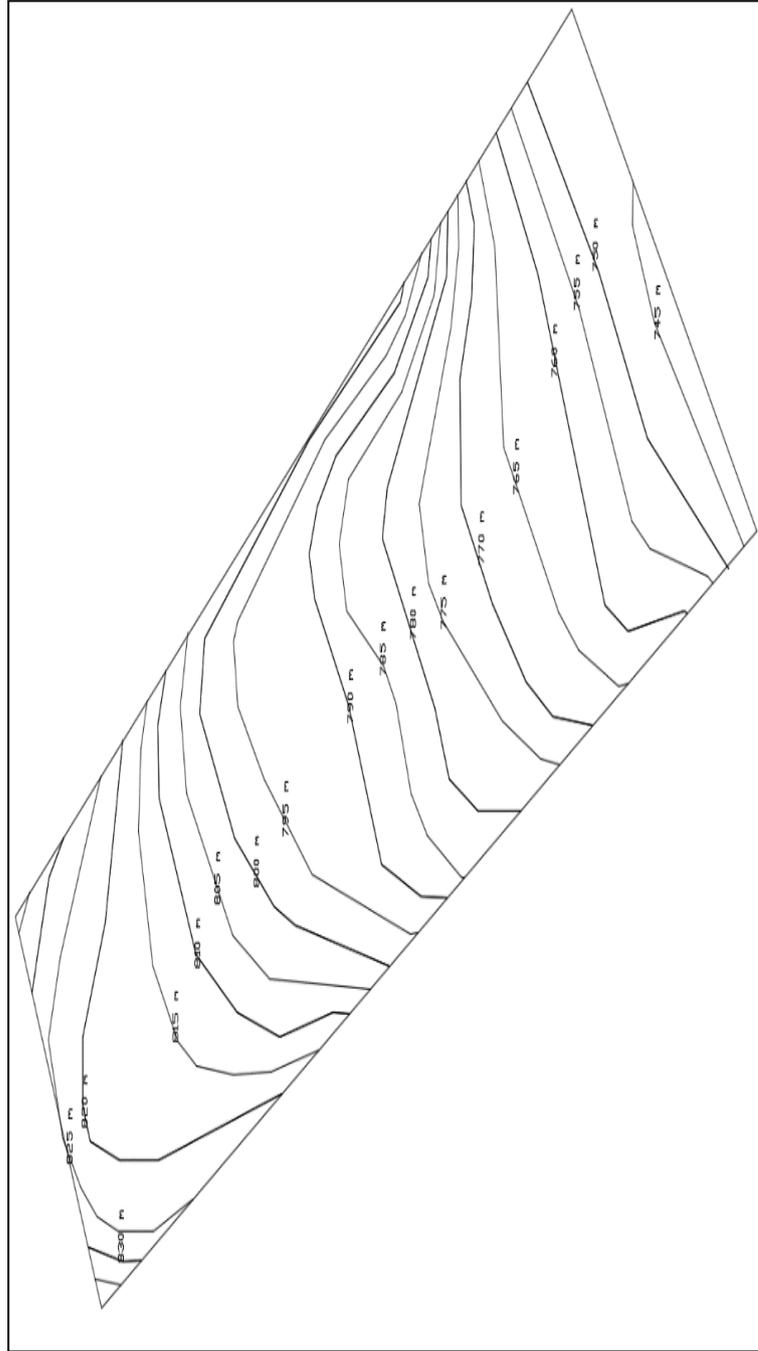
- Luego se procedió a la generación de las curvas, de nivel cada 5 metros.
- Se exporta en formato DWG, para su posterior apertura en el programa AutoCAD.

**Figura N°25:** Interface AutoCAD



Fuente: Google, 2018

**Figura N°26:** Curvas de Nivel: Chacrasana Chosica



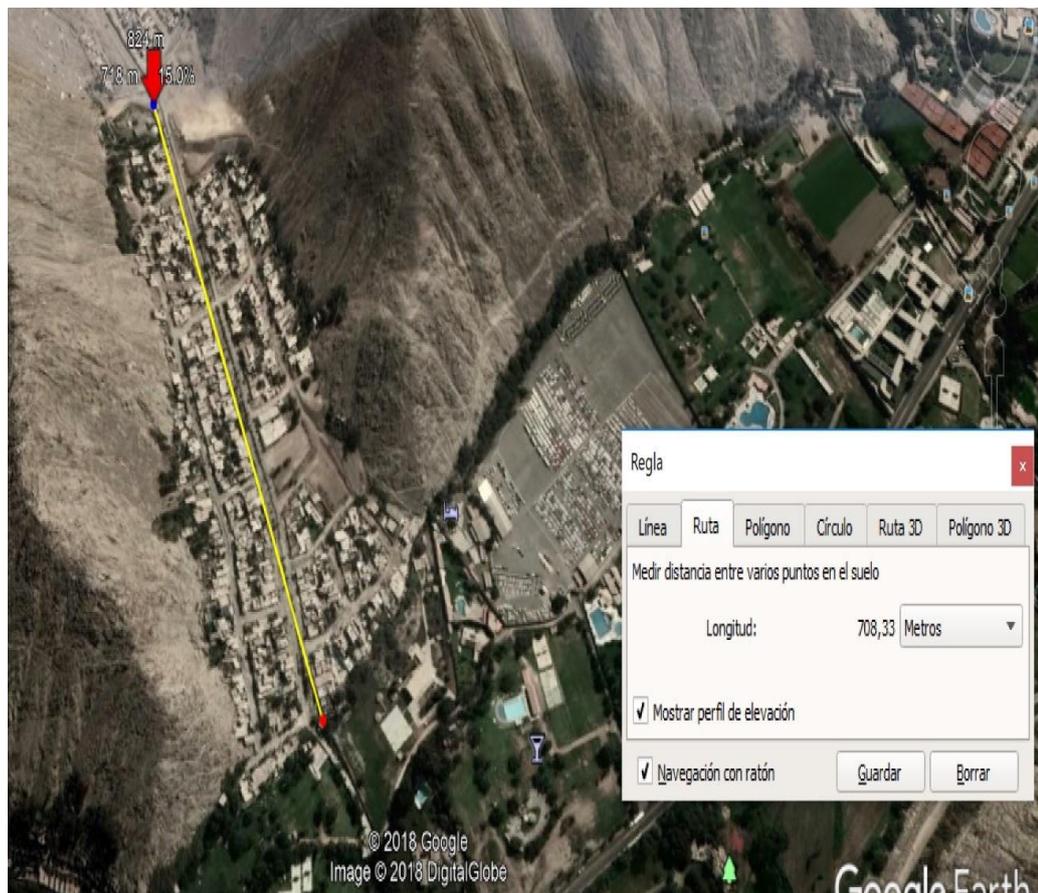
**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Los resultados arrojan que la Asociación Chacrasana-Chosica cuenta con la cota más baja de ubicada en el ingreso de la Asociación a 745 m.s.n.m, mientras que la cota más alta se encuentra sobre los 825 m.s.n.m.

Estos cálculos son de suma importancia debido a que influirá para la correcta elección de la ubicación y sistemas a implementar en la presente tesis.

Mediante el software Google Earth se calculó la distancia que existía entre el ingreso de Chacrasana y la planta de tratamiento, el cual tiene una longitud de 708,33 metros lineales.

**Figura N°27:** Longitud de la Asociación Chacrasana



**Fuente:** Google Earth, 2018

## 5.3 Diseño De Planta De Tratamiento De Agua Potable

### 5.3.1. Población

Para el cálculo de la población futura de la zona, se optó por considerar el crecimiento poblacional del distrito de Lurigancho – Chosica, el cual tiene una tasa de crecimiento del 3,1 % anual, la siguiente tabla muestra el crecimiento poblacional del año 2000 al 2015 según el INEI:

**Tabla N°8.** Crecimiento Poblacional

<b>Año</b>	<b>Población</b>
<b>2000</b>	138,549
<b>2001</b>	143,577
<b>2002</b>	148,653
<b>2003</b>	153,767
<b>2004</b>	158,909
<b>2005</b>	164,068
<b>2006</b>	169,191
<b>2007</b>	174,274
<b>2008</b>	179,385
<b>2009</b>	184,593
<b>2010</b>	189,974
<b>2011</b>	195,542
<b>2012</b>	201,248
<b>2013</b>	207,070
<b>2014</b>	212,987
<b>2015</b>	218,976

Fuente: INEI, 2018

Considerando el crecimiento poblacional anual y la dotación, se obtiene los datos de la tabla N° 9.

**Tabla N°9.** Población total, cobertura y población servida

Año	Población total	Cobertura	Población servida	
				Hab
0	2,018	1,700	100.0	1,700
1	2,019	1,750	100.0	1,750
5	2,023	1,980	100.0	1,980
10	2,028	2,310	100.0	2,310
15	2,033	2,690	100.0	2,690
20	2,038	3,130	100.0	3,130

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 5.3.2. Caudal

Según el APEIM (Asociación peruana de empresas de información de mercados) el nivel socioeconómico de Chacrasana es “D”, por lo cual la dotación será de 150 litros por segundo según el MEF (Ministerio de Economía y Finanzas).

El caudal de agua potable de acuerdo a la población futura y la dotación correspondiente a la Asociación Chacrasana es de 7,07 l/s tal como se muestra en la tabla N° 10. En la presente tabla se muestra el resumen de la proyección de la población a futuro, así como también la demanda de agua proyectada.

**Tabla N°10.** Caudales a ser tratados en la PTAP Chacrasana

Año	Población servida (habitantes)	Caudal promedio		Caudal máximo diario	
		m3/d	L/s	m3/d	L/s
0	1,700	255.00	2.95	331.50	3.84
1	1,750	262.50	3.04	341.25	3.95
5	1,980	297.00	3.44	386.10	4.47
10	2,310	346.50	4.01	450.45	5.22
15	2,690	403.05	4.67	524.55	6.07
20	3,130	470.02	5.44	610.35	7.07

Fuente: Elaboración Propia, 2018

De la tabla anterior, se obtiene que la población futura tendrá una demanda de agua de 7.07 l/s (Caudal máximo diario) en un periodo total de 20 años (Año 2038).

### 5.3.2.1 Resumen de las bases de diseño

En la siguiente tabla (Tabla N°11) se presenta el resumen general de las bases de diseño, tanto para estructuras hidráulicas, así como para los procesos del tratamiento de aguas.

Los valores del caudal obtenidos corresponden a un periodo de 20 años (año 2038), los cuales fueron redondeados a fin de minimizar alguna inquietud. Por lo cual el caudal máximo diario resultó 7.07 l/s, el mismo que fue redondeado al entero siguiente, 8 l/s, con la finalidad de considerar una capacidad adicional de tal manera que permita considerar las pérdidas en la remoción de lodos y para la limpieza de las unidades. Estos valores obtenidos, no presentan algún error en el diseño de la PTAP, sino resultan como factor de seguridad en el diseño final.

**Tabla N°11.** Resumen Bases de Diseño de la PTAP Chacrasana

Parámetro	2038
Población total (hab)	3,130
Población servida (hab)	3,130
Caudal promedio <i>m3/día</i>	470.02
<i>L/s</i>	5.44
Caudal máximo <i>diario m3/día</i>	610.357
<i>L/s</i>	7
Caudales de diseño (L/s)	8

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## 5.4 Captación

- Cálculo de la distancia

Partiendo de:

$$\frac{P_0}{\delta} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\delta} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

$$Q_1 = Q_2$$

Siendo  $A_1 = A_2$

Donde:

$V_2 =$  Velocidad de pase = 0.6 m/s (recomendado por CEPIS)

$cd =$  se asume 0.8

Por lo tanto, tenemos:

$$V_1 = \frac{0.6}{0.8} = 0.75 \text{ m/s}$$

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g} = \frac{0.75^2}{2 * 9.8} = 0.029 \text{ m}$$

$$H = 1.56 * \frac{0.75^2}{2 * 9.81}$$

$$H = 4.47 \text{ cm}$$

Ya que el resultado fue menor que la altura requerida, se tomará 30 cm.

$$H_f = H - h_0$$

$$H_f = 30 - 2,90$$

$$H_f = 27,1 \text{ cm}$$

Entonces la caja de captación (L) es:

$$L = H_f / 0.30$$

$$L = 27.1 / 0.30$$

$$L = 90.34 \approx 1 \text{ m}$$

- Ancho de la Pantalla (b)

$$Q_{\max} = V * A * cd$$

$$Q_{\max} = A * cd * (2gh)^{1/2}$$

$$A = \frac{Q_{\max}}{cd * V} = \frac{8}{0.8 * 0.6} = 16,67 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

- Diámetro de orificios

$$D = \left[ \frac{4 * A}{\pi} \right]^{1/2} = \left[ \frac{4 * 16.67 * 10^{-3}}{\pi} \right]^{1/2}$$

$$D = 14,57 \text{ cm} \approx 5'' \frac{3}{4}$$

Puesto que el diámetro es mayor que el recomendado, utilizaremos tuberías de 2" para calcular el número de orificios (NA).

$$NA = \frac{D^2_{(5'' \frac{3}{4})}}{D^2_{(1'' \frac{1}{2})}} + 1$$

$$NA = \frac{(14.57 \text{ cm})^2}{(5.08 \text{ cm})^2} + 1$$

$$NA = 8.23 + 1$$

$$NA = 9.23 \approx 10 \text{ orificios}$$

Entonces el ancho de la pantalla será:

$$b = 2(6D) + NA * D + 3D(NA - 1)$$

$$b = 2(6 * 5.08) + (10 * 5.08) + 3 * 5.08(10 - 1)$$

$$b = 60.96 + 50.80 + 137.16$$

$$b = 248.92 \approx 250 \text{ cm}$$

Se asume una sección interna de cámara húmeda de 2.50m x 2.50m

- Altura de cámara húmeda (Ht)

$$H_t = A + B + H + D + E$$

$$A = 10 \text{ cm}$$

$$B = 5.08 \text{ cm ( 2'' )}$$

$$D = 3 \text{ cm}$$

$$E = 30 \text{ cm}$$

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2g} = 1.56 * \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

Tenemos que:

$$Qmd = 0.008 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 0.002027 \text{ m}^2$$

$$H = 1.56 * \frac{0.008^2}{2 * 9.81 * 0.002027^2}$$

$$H = 1.24 \text{ m}$$

Reemplazando, tenemos que la altura total es:

$$H_t = 10 + 5.08 + 124 + 3 + 30$$

$$H_t = 172.08 \approx 1.80 \text{ m}$$

- Canastilla

La tubería de salida a la línea de conducción DC, es de 2" de diámetro. El diámetro de la canastilla será dos veces el DC, por consiguiente:

$$D_{canastilla} = 2 * 2 = 4''$$

La longitud de la canastilla (L) deberá ser mayor a 3 DC y menor a 6 DC.

$$L = 3 * 5.08 = 15.24 \text{ cm}$$

$$L = 6 * 5.08 = 30.48 \text{ cm}$$

Asumimos una longitud promedio de 25 cm

Ancho de ranura = 5 mm

Largo de ranura = 7 mm

Entonces el área de la ranura es  $7 \times 5 = 35 \text{ mm}^2$

$$A_r = 35 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

El área total de ranuras es

$$A_t = 2A_c$$

$$A_c = \frac{\pi * D_c^2}{4}$$

$$A_c = \frac{\pi * 0.0508^2}{4}$$

$$A_c = 2.02 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

- El número de ranuras será:

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{2.02 * 10^{-3} \text{ m}^2}{35 * 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = 57.71 \approx 58 \text{ ranuras}$$

- Rebose y limpieza

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

$$D = \frac{0.71 * 8^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$D = 3.78 \approx 4''$$

## 5.5 Floculador

- Longitud

$$L = V_1 * T_1 * 60$$

$$T_1 = 20 \text{ min (asumido)}$$

$$V_1 = 0.02 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (asumido)}$$

$$L = 0.02 * 20 * 60$$

$$L = 24 \text{ m}$$

- Sección de canales

$$A_1 = \frac{Q}{V_1}$$

Tenemos que:

$$Q = 0.008 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_1 = \frac{0.008}{0.02}$$

$$A_1 = 0.4 \text{ m}^2$$

- Sección de canales

$$a_1 = \frac{A_1}{H}$$

Tenemos:

$$H = 1.00 \text{ m (asumido)}$$

$$a_1 = \frac{0.4}{1}$$

$$a_1 = 0.4 \text{ m}$$

- Ancho de vueltas de canales:

$$d_1 = 1.5 * a_1$$

$$d_1 = 1.5 * 0.4$$

$$d_1 = 0.6 \text{ m}$$

- Ancho de floculador:

$$B = 3b + d_1$$

Tenemos que:

$$b = 0.85 \text{ m (asumido)}$$

$$B = 3 * 0.85 + 0.6$$

$$B = 3.15 \text{ m}$$

- Número de canales

$$N_1 = \frac{L_1}{B}$$

$$N_1 = \frac{24}{3.15}$$

$$N_1 = 7.62 \approx 8 \text{ canales}$$

- Longitud del primer tramo

$$L_1 = N_1 * (a_1 + e)$$

Tenemos que:

$$e = 0.15$$

$$L_1 = 8 * (0.4 + 0.15)$$

$$L_1 = 4.40 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en las vueltas:

$$h_1 = \frac{K * V_1^2 * (N_1 - 1)}{2g}$$

Tenemos que:

$$K = 2$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}$$

$$h_1 = \frac{2 * 0.02^2 * (8 - 1)}{2 * 9.81}$$

$$h_1 = 0.0003 \text{ m}$$

- Perímetro mojado de las secciones

$$P_1 = 2H + a_1$$

$$P_1 = 2 * 1 + 0.4$$

$$P_1 = 2.4 \text{ m}$$

- Radio hidráulico de canales

$$R_1 = \frac{A_1}{P_1}$$

$$R_1 = \frac{0.4 \text{ m}^2}{2.4}$$

$$R_1 = 0.17 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en los canales:

$$h_2 = \left\{ \left( \frac{n * V_1}{R_1^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \right\} * L$$

$$n = 0.013 \text{ (asumido)}$$

$$h_2 = \left\{ \left( \frac{0.013 * 0.02}{0.17^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \right\} * 24$$

$$h_2 = 0.00002 \text{ m}$$

- Pérdida de carga total:

$$hf_1 = h_1 + h_2$$

$$hf_1 = 0.0003 + 0.00002$$

$$hf_1 = 0.0003 \text{ m}$$

## 5.6 Sedimentador

$$A_s = \frac{Q}{V_s}$$

$$A_s = \frac{0,004}{0.00013} = 30.77 \text{ m}^2$$

Por las condiciones de la zona se asume un ancho igual a 3 metros para cada sedimentador y una altura total de 1,50 metros

- Longitud de zona de sedimentación

$$L_2 = \frac{A_s}{B} = \frac{30.77}{3}$$

$$L_2 = 10.26 \text{ m}$$

Sabiendo que la longitud total de sedimentador corresponde a:

$$L_t = L_1 + L_2$$

Según la norma OS 0.20, nos recomienda un periodo de retención entre 1.5 y 5 horas, para lo cual decidimos tomar el promedio que sería 3.25.

La velocidad horizontal del flujo debe ser por debajo de 0.55 cm/s, por lo tanto:

$$VH = 100 * \frac{Q}{BH}$$

$$VH = 100 * \frac{4}{3 * 1.5}$$

$$VH = 0.0889 \text{ cm/s}$$

- Pantalla de ingreso = 0.025 m (1")  
Velocidad de paso  $V_0=0.1$  m/s (asumido)

$$A_0 = \frac{Q}{V_0}$$

$$A_0 = \frac{0.4}{0.1} = 4m$$

- Altura máxima en la tolva de lodos

$$H_1 = H + S * L_2$$

Tenemos que:

$$S = 10\%$$

$$H_1 = 1.50m$$

$$L_2 = 10.26m$$

$$H_1 = 1.50 + (0.1 * 10.26)$$

$$H_1 = 2.53m$$

- Altura de cortina cubierta con orificios

$$h = H - (2/5) * H$$

$$h = 1.5 - ((2/5) * 1.5)$$

$$h = 0.9m$$

## 5.7 Filtros Lentos

Primero hallamos el Área del medio filtrante para cada unidad

$$A_s = \frac{Q_d}{N * V_f}$$

Para ello tenemos:

$$Q_d = 28.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$N = 2$$

$$V_f = 0.15 \text{ (según lo recomendado por Cepis)}$$

$$A_s = \frac{28.8}{2 * 0.15}$$

$$A_s = 96 \text{ m}^2$$

- Coeficiente de mínimo costo

$$K = (2 * N)/(N + 1)$$

$$K = (2 * 2)/(2 + 1)$$

$$K = 1.33$$

- Largo de cada unidad

$$L = (A_s * K)^{1/2}$$

$$L = (96 * 1.33)^{1/2}$$

$$L = 11.30 \text{ m} \approx 11.50 \text{ m}$$

- Ancho de cada unidad

$$B = (A_s/K)^{1/2}$$

$$B = (96/1.33)^{1/2}$$

$$B = 8.50 \text{ m}$$

El medio filtrante según el CEPIS y la normativa peruana vigente OS. 020, estará compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica, con un diámetro. La primera capa de arena será de 0.80m, la segunda y tercera capa serán también de 0.05m, debajo se colocará una caja de grava de 0.15 m como medio de soporte y un sistema de drenaje. Asimismo, la altura del agua sobre el lecho filtrante será de 1 m. se deberá considerar los siguientes tamaños de material, segundo la Tabla N°12

**Tabla N°12.** Dotación de agua según nivel socio económico

Ítem	Material	Tamaño	Altura
A	Agua	-	1-1.50m
B	Arena	0.2 - 0.3 mm	80 – 100 cm
C	Grava	3 - 9.5 mm	5 cm
D	Grava	9.5 – 19 mm	5 cm
E	Grava	19 – 50 mm	15 cm

**Fuente:** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009

## 5.8 Sistema De Desinfección

A la salida de la PTAP se considera implementar una estación de cloración, la cual es de suma importancia debido a que culminara con la eliminación de patógenos contaminantes que lograron sobrepasar los procesos previos.

El cálculo es el siguiente:

- Dosis Promedio

$$D_P = (D_m + D_M)/2$$

$$D_m = 1 \text{ mg/l}$$

$$D_M = 3 \text{ mg/l}$$

$$D_P = (1 + 3)/2$$

$$D_P = 2 \text{ mg/l}$$

- Peso Total de Cloro Requerido

$$W = (Q * T * D_p)/1000$$

Donde:

T: 30 días

Q: 8 l/s = 691.2 m<sup>3</sup>/día

$$W = (691.2 * 30 * 2)/1000$$

$$W = 41.47 \text{ kg}$$

- Número Total de Cilindros a utilizar durante el periodo seleccionado

$$N = W/P$$

$$N = 41.47\text{kg}/83\text{kg}$$

$$N = 0.50 = 1 \text{ Cilindro}$$

- Área total de Cilindros

$$A_t = 1.25 * A_c * N$$

$$A_t = 1.25 * 0.071 * 1$$

$$A_t = 0.089 \text{ m}^2$$

## 5.9 Almacenamiento

El cálculo del volumen del almacenamiento considerado para la presente tesis será a través de la fórmula:

$$V_{almac} = V_{reg} + V_{CI} + V_{res}$$

Para el Volumen de regulación se considerará según el porcentaje establecido por el MEF en poblaciones rurales, 15% del caudal promedio anual.

$$V_{reg} = 15\% * Q_{prom}$$

$$Q_{prom} = \frac{8l}{s} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000l} * \frac{60s}{1min} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} * \frac{24hrs}{1dia} = 691.20 \frac{\text{m}^3}{dia}$$

$$V_{reg} = 0.15 * 691.20 = 103.68$$

El volumen de Contra Incendio, será considerado para poblaciones mayores a 10,000 habitantes. La población actual de la Asociación Chacrasana y a futura oscila entre 1700 y 3130, por lo cual no será necesario este volumen adicional.

Para el volumen de reserva, el RNE no establece los parámetros a considerar, pero por fines de aumentar la presión de agua dentro del almacenamiento, se consideró 16.32m<sup>3</sup>.

De acuerdo a los cálculos previos, se tiene un volumen total de 120 m<sup>3</sup>

$$V_{almac} = 103.68 \frac{m^3}{dia} + 0 \frac{m^3}{dia} + 16.32 \frac{m^3}{dia} = 120.00 \frac{m^3}{dia}$$

## 5.10 Costos

Por lo general para la elaboración del presupuesto de un proyecto, se tiene que elaborar un presupuesto exacto previo cálculo de metrajes para cada especialidad, lo cual sería lo ideal. Sin embargo, para la determinación de costos en mediano y largo plazo se trabajará con ratios obtenidos de proyecto en similares condiciones o costos referenciales.

Los costos, fórmulas y valores que se presentan en la presente tesis es información referencial que fue tomada por los autores para obtener aproximaciones en cuando a costos para una futura inversión. Es preciso indicar que las fórmulas, costos y valores se han obtenido como resultado sobre proyecto similares anteriores en Perú. Por lo cual se recopiló información de obras ya ejecutadas y liquidadas que fueron ejecutadas por PRONAP- SEDAPAL-FONAVI-Archivo Ex SENAPA.

### 5.10.1. Captación:

$$Q = 8 \text{ lps}$$
$$C = 684.65 * Q^{0.7057}$$
$$C = 684.65 * 8^{0.7057}$$
$$C = \$ 2,980.35$$

#### 5.10.2. Sedimentador:

$$Q = 8 \text{ lps}$$

$$C = 4,057 * Q^{0.5662}$$

$$C = 4,057 * 8^{0.5662}$$

$$C = \$ 13,168.45$$

#### 5.10.3. Floculador:

$$Q = 8 \text{ lps}$$

$$C = 36,255.8 * \ln(Q) - 60,759$$

$$C = 36,255.8 * \ln(8) - 60,759$$

$$C = \$ 14,632.82$$

#### 5.10.4. Filtración:

$$Q = 8 \text{ lps}$$

$$C = 14,255.8 * \ln(Q) - 13,759$$

$$C = 14,255.8 * \ln(8) - 13,759$$

$$C = \$ 15,885.10$$

#### 5.10.5. Almacenamiento:

$$V = 120 \text{ m}^3$$

$$C = -0.0072 * V^2 + 100 * V + 1,954.84$$

$$C = -0.0072 * 120^2 + 100 * 120 + 1,954.84$$

$$C = \$ 13,851.16$$

#### 5.10.6. Costo directo(CD):

$$CD = 2,980.35 + 13,168.45 + 14,632.82 + 15,885.10 + 13,851.16$$

$$CD = \$ 60,517.88$$

### **5.10.7. Costo Indirecto(CI):**

$$\text{Supervision: } 6\% * CD = 3,631.07$$

$$\text{Gastos Generales: } 10\% * CD = 6,051.78$$

$$\text{Utilidades: } 10\% * CD = 6,051.78$$

$$CI = 3,631.07 + 6,051.78 + 6,051.78$$

$$CI = \$ 15,734.63$$

### **5.10.8. Costo Total(CT):**

$$CT = CD + CI$$

$$CT = 60,517.88 + 15,734.63$$

$$CT = \$ 76,252.51 \text{ (SIN IGV)}$$

$$IGV = \$ 13,725.45$$

$$CT = \$ 89,977.96 \text{ (SIN IGV)}$$

Convertido a la moneda nacional seria:  $89,977.96 * 3.27 = S/ 294,227.94$

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN**

En virtud a los resultados obtenidos se requiere un total de 800 m<sup>2</sup> para realizar la construcción de la PTAP que beneficie a la población de la Asociación Chacrasana-Chosica, área que se tiene disponible en la actualidad, la tecnología seleccionada está enmarcada por las estaciones de trabajo descritas en capítulos anteriores, la cual gran parte de estas estaciones han sido aplicadas en plantas de tratamientos construidas en diversas regiones de la geografía Peruana, tal es el caso de la PTAP ubicada en Chuquibamba, la misma fue ampliada en el año 2017 por la empresa SEDAPAR y en la actualidad se encuentra en funcionamiento, dicha planta de tratamiento está diseñada para una población de 2844 habitantes en el año 2018, lo cual conllevó a dimensionar dicha planta con un caudal de diseño de 12 l/s, superando la desarrollada en este trabajo en un 40% y 33% respectivamente, la diferencia más relevante en cuanto a las tecnologías implementadas radica en que la planta de tratamiento ubicada en Chuquibamba posee procesos de mezcla rápida y prefiltro ello debido a que los niveles de turbiedad superan las 50 UNT, por lo cual según lo establecido en la norma OS 020 requiere su implementación a diferencia de la desarrollada por los autores la cual presenta niveles de turbiedad por debajo de 50 UNT.

Destéfano, en su tesis denominada “Diseño preliminar de una planta de tratamiento de agua para el consumo humano en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera de la Reyna, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac” plantea un costo de 300 Soles/hab., el cual se ve afectado por el caudal de diseño, afectando directamente en la tecnología a utilizar. Para el presente proyecto de grado se plantea un costo de 173 soles/hab., el cual es generado conforme a la tecnología utilizada (sistema por gravedad) y al caudal de diseño (Destéfano, 2008).

## **CONCLUSIONES**

1. Las condiciones geográficas contribuyeron en la determinación de la tecnología a utilizar, por lo cual se procedió a determinar el dimensionamiento de la planta utilizando un sistema conformado por captación, floculador, sedimentador, filtros lento, desinfección y reservorio, todos estos ubicados en la Asociación Chacrasana-Chosica.

2. La planta de tratamiento ha sido dimensionada para tener capacidad de abastecimiento de 3,130 personas, con parámetros tecnológicos actualizados y que permitan garantizar su funcionamiento por una vida útil estimada de 20 años.

3. Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron: entrevista, encuesta y observación a un total de 314 personas, las cuales aportaron con información necesaria para el correcto dimensionamiento de la planta.

## **RECOMENDACIONES**

1. Tener presente los parámetros tanto geográficos y técnicos para la correcta selección de la tecnología a utilizar, los cuales dependen de la turbiedad, caudal y la geografía de la zona.

2. Utilizar periodos de 10 a 20 años para la realización de diseños de Plantas de Tratamiento de Agua Potable, conforme a las normas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) vigente, específicamente en las normas OS.020 Planta De Tratamiento De Agua Para Consumo Humano y OS.030 Almacenamiento De Agua Para Consumo Humano.

3. Verificar la totalidad de la información obtenida y mantener comunicación constante con los municipios y/o centros poblados analizados con la finalidad de contar con información real y completa.

4. Ubicar una organización gubernamental que permita realizar la ingeniería de detalle del presente proyecto, para su posterior implementación.

5. Recomendar el uso de la desinfección puesto que involucra la remoción total de partículas o microorganismos dañinos para la salud, abasteciendo a la población apta para el consumo humano.

6. Proteger las diferentes tecnologías utilizadas, con la finalidad de garantizar tanto la durabilidad de la Planta de Tratamiento de Agua Potable como la calidad del efluente.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Bibliográficas

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Obras de Saneamiento OS.010 Captación Y Conducción De Agua Para Consumo Humano*, Lima: Editorial El Peruano.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Obras de Saneamiento OS.020 Plantas De Tratamiento De Agua Para Consumo Humano*, Lima: Editorial El Peruano.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Obras de Saneamiento OS.030 Almacenamiento De Agua Para Consumo Humano*, Lima: Editorial El Peruano.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) (2011). *Sistema Nacional de Estándares de Urbanismo*, Lima: Editorial El Peruano.

## **Electrónicas**

Agüero, R. (1997). Agua potable para poblaciones rurales. Obtenido de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>

Alegría, J. (2013). Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Bagua Grande (tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería: Lima, Perú. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1175>.

Cárdenas y Medina (2017). Diseño y Construcción a escala para el laboratorio de hidráulica de la Universidad Santo Tomas (tesis de grado). Universidad Santo Tomas: Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/9573>.

Castro y Velázquez (2015). Análisis de los Diseños de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y Calidad del Agua Cruda y Tratada en el departamento de Cundinamarca (tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas: Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/4719>.

CEPIS (2004). Tratamiento de Agua para Consumo Humano. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/158734663/Tratamiento-de-Agua-Para-Consumo-Humano-Manual-I>

Chávez, S. (2008). Construcción Planta de Tratamiento de Agua Potable (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma: Lima, Perú. Obtenido de <http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/104>.

Correa, G. (2018). Importancia de incluir las aguas lluvias como abastecimiento de redes hidrosanitarias, en las normas y documentos de estudio y diseño del país. Obtenido de

[http://www.colmayor.edu.co/archivos/315\\_gustavo\\_correaaguas\\_lluvia\\_5kzom.pdf](http://www.colmayor.edu.co/archivos/315_gustavo_correaaguas_lluvia_5kzom.pdf)

Destéfano, J. (2008). Diseño preliminar de una planta de tratamiento de agua para el consumo humano en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera de la Reyna, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/977>.

Google Earth, (2018). Mapa de Chacrasana – Lurigancho - Chosica Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-11.9578122,-76.746177,16.48z>

Illanes, P. (2016). Evaluación y Diseño Hidráulico del Sistema de Suministro de Agua Potable en el C.P. el Cedrón (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marco, Lima. Obtenido de <http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/104>.

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). (2018). Sistema de Información Geográfica. Obtenido de <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). (2018). Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/>

Melo y Herrera (2016). Diseño y Construcción de una Planta Piloto para el Tratamiento de Agua Potable en el Laboratorio de la Universidad Católica de Colombia (tesis de grado). Universidad Católica de Colombia: Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/14034>.

Ramírez, F. (2018). El Agua Potable. Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/filtracion.htm>

SEDAPAL (2018). Tratamiento de Agua. Obtenido de <http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-agua>

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa (SEDAPAR). (2017). Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario en la localidad de Chuquibamba, distrito de Chuquibamba, provincia de Condesuyos, departamento y región de Arequipa. Obtenido de <https://www.sedapar.com.pe/wp-content/uploads/2018/02/CH-PTAP.pdf>

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>Anexo N°1.</b> Modelo de encuesta	87
<b>Anexo N°2.</b> Visita a campo	88
<b>Anexo N°3.</b> Estudio de suelos	89
<b>Anexo N°4.</b> Ubicación	95
<b>Anexo N°5.</b> Análisis físico químico	96
<b>Anexo N°6.</b> Ensayo granulométrico	97
<b>Anexo N°7.</b> Mecánica de suelos	98
<b>Anexo N°8.</b> Planos	108

## ANEXOS

### Anexo N°1. MODELO DE ENCUESTA

<b>ENCUESTA PARA IDENTIFICAR EL PORCENTAJE DE MORBILIDAD EN LA ASOCIACION CHACRASANA</b>	
<b>1. DATOS GENERALES</b>	
Nombre completo:	
DNI:	
Número de personas por familia. Marque con una x una de las siguientes categorías: ( ) 1 personas      ( ) 2 personas      ( ) 3 personas ( ) 4 personas      ( ) 5 personas      ( ) otra cantidad, especifique: _____	
<b>2. SI SU FAMILIA CONSTA DE MAS 2 PERSONAS, POR FAVOR ESPECIFICAR CUANTOS NIÑOS Y ADULTOS HAY EN LA FAMILIA</b>	
<b>3. ¿ALGUIEN EN SU FAMILIA HA SUFRIDO DE ENFERMEDADES DIARREICAS?</b>	Marque con una x una de las siguientes opciones:
( ) 1. Si ( ) 2. No	
<b>4. ¿ALGUIEN EN SU FAMILIA HA SUFRIDO DE INFECCIONES?</b>	
( ) 1. Si ( ) 2. No	
<b>5. ¿ALGUIEN EN SU FAMILIA HA SUFRIDO DE ALGUNA OTRA ENFERMEDAD?</b>	
( ) 1. Si ( ) 2. No	
<b>5.1</b> Si su respuesta fue positiva, especifique que enfermedad ha padecido:	
<b>6. ¿CREE USTED QUE LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO ES UNA BUENA SOLUCIÒN PARA REDUCIR LAS ENFERMEDADES EN LA ASOCIACIÒN?</b>	
( ) 1. Si ( ) 2. No	

## Anexo N°2. VISITA A CAMPO



Foto 1. Ingreso de la Asociación Chacrasana



Foto 2 Asociación Chacrasana

### Anexo N°3. ESTUDIO DE SUELOS



Foto 3. Marcando código de calicata y profundidad de excavación.



Foto 4 Marcado de calicata



Foto 5: Inicio de excavación



Foto 6. Excavación de donde se extrajo la muestra



Foto 7 Muestras extraídas



Foto 8. Ensayo de granulometría. Malla N°8



Foto 9. Ensayo de granulometría. Malla N°16.



Foto 10. Ensayo de granulometría. Malla N°30



Foto 11. Ensayo de granulometría. Malla N°50.



Foto 12. Ensayo de granulometría. Malla N°100

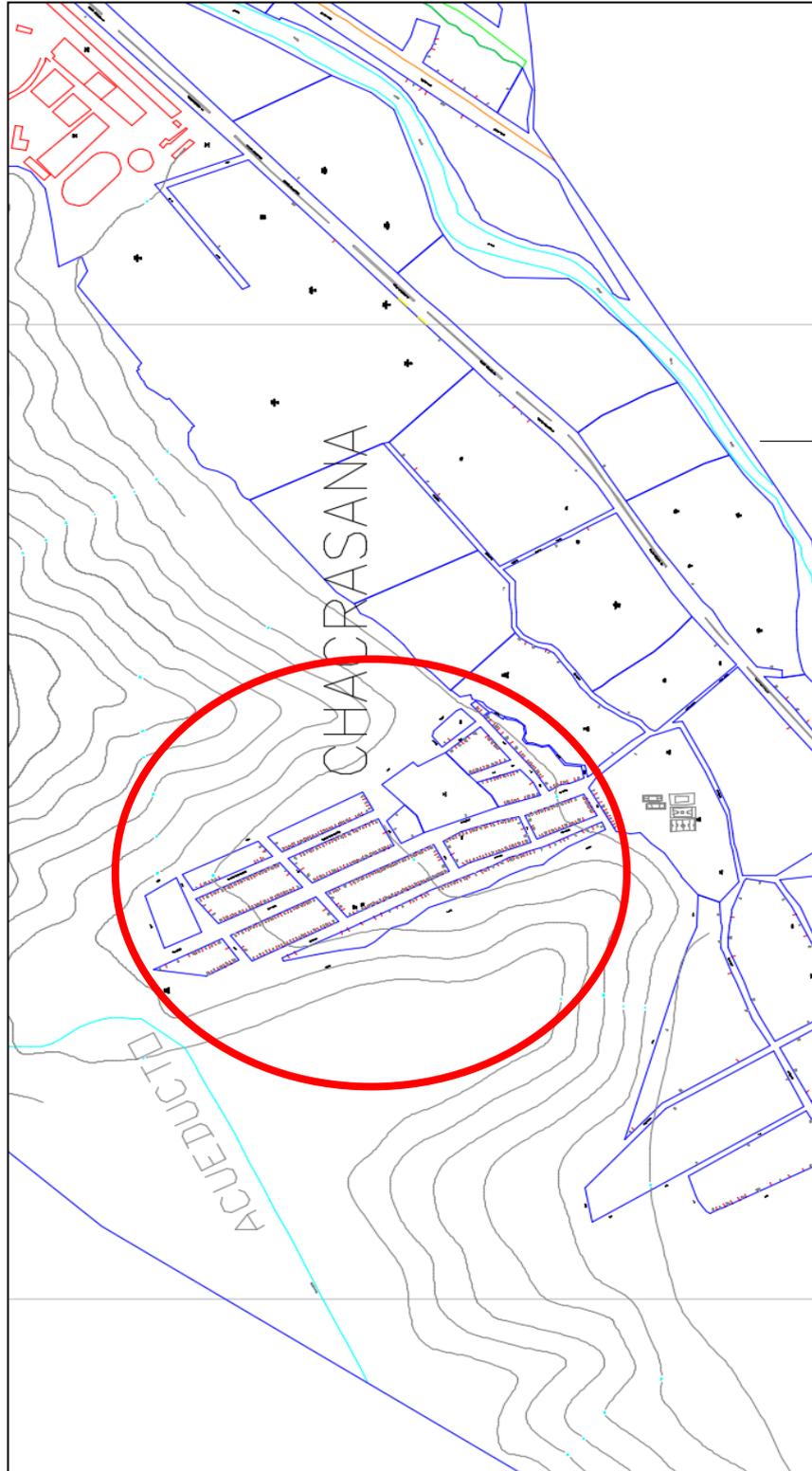


Foto 13. Ensayo de granulometría. Malla N°200.



Foto 14. Realizando el ensayo granulométrico

**Anexo N°4. UBICACIÓN**



**Foto 15. Ubicación**

## Anexo N°5. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH**  
**LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO**



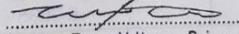
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe **N° 003755**

### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

**SOLICITANTE** : LIZ WIRTANEN  
**PROYECTO** : POTARILIZACION DE AGUA DE RIO CON UN DESTILADOR THERMOSOLAR  
**PROCEDENCIA** : Canalización del Río Rimac a la altura de Chacrasana, Chosica  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 20 de Abril del 2018

N° LABORATORIO	3755	
N° DE CAMPO	No Tratada	
Turbiedad	NTU	4.01
Sólidos Totales	mg/L	481.50
Hierro	mg/L	<0.08
Plomo	mg/L	0.056
Cobre	mg/L	<0.035
Cadmio	mg/L	<0.005
Manganeso	mg/L	<0.03
Zinc	mg/L	0.08
Boro	mg/L	0.27
Magnesio	mg/L	19.00
Sulfatos	mg/L	130.02
Cloruros	mg/L	21.07
Dureza Total	mg/CaCO <sub>3</sub> /L	250.78
Alcalinidad Total	mg/CaCO <sub>3</sub> /L	107.83
pH		8.22
Nitratos	mg/L	0.87
Sodio	mg/L	14.00

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
JEFE DE LABORATORIO



## Anexo N°6. ENSAYO GRANULOMÉTRICO



### LABORATORIO DE MATERIALES Y MECÁNICA DE SUELOS

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E 204, ASTM C-136, AASHTO T-27)

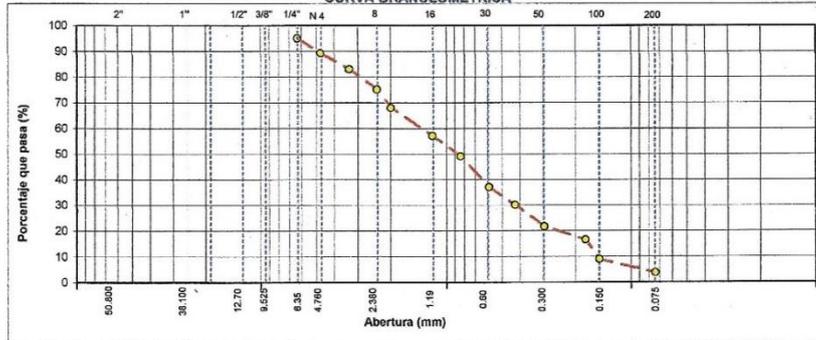
##### DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	PLANTA DE TRATAMIENTO	TAMAÑO MÁXIMO:	1/4"
CANTERA	CALICATA - CHACRASANA - CHOSICA	FECHA :	19/05/2018
MATERIAL	AGREGADOS	HECHO POR :	LLAJA/ENRIQUEZ
MUESTREO	CALICATA	PESO INICIAL SECO:	1498.0 g

TAMIZ (pulg)	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO(g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350	72.5	4.8	4.8	95.2		
N° 4	4.760	87.5	5.8	10.7	89.3		
N° 6	3.380	93.5	6.2	16.9	83.1		
N° 8	2.380	117.5	7.8	24.8	75.2		
N° 10	2.000	107.8	7.2	32.0	68.0		
N° 16	1.190	161.7	10.8	42.8	57.2		
N° 20	0.840	120.5	8.0	50.8	49.2		
N° 30	0.590	180.5	12.0	62.9	37.1		
N° 40	0.426	104.5	7.0	69.8	30.2		
N° 50	0.297	127.0	8.5	78.3	21.7		
N° 80	0.177	75.5	5.0	83.3	16.7		
N° 100	0.149	113.0	7.5	90.9	9.1		
N° 200	0.074	79.5	5.3	96.2	3.8		
FONDO		57.0	3.8	100.0	0.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



Observaciones:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ELABORADO POR
:Tesisistas Eduardo Llaja/Benjamin Enriquez
:Firma

REVISADO POR
Nombre: Jefe de Laboratorio: Dario Huapaya Kosta
:Firma



# Anexo N°7. MECÁNICA DE SUELOS

SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

## I. ESTUDIO DE SUELOS

### ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

#### 1.00 GENERALIDADES

#### 1.10 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Suelos tiene por objeto el análisis de las condiciones de Cimentación para el proyecto **MUROS DE CONTENCION PARA CAUCE DE HUAYCO**, confirmando principalmente las características estratigráficas del subsuelo, se realizaron trabajos básicos de campo, reconociendo el sitio, realizando labores de gabinete estableciendo la agresividad al concreto, sobre una muestra representativa se efectuó el ensayo respectivo para determinar su contenido de sales solubles y sulfatos.

Las presentes tareas tienen relación con las recomendaciones de la Norma E-050 del Reglamento Nacional de Edificaciones Dándose inicio a las actividades de campo el día 30 de abril 2013.

#### 1.20 UBICACIÓN DEL AREA EN ESTUDIO

El proyecto se encuentra ubicado **EN LA ASOCIACION AA. HH. FUNDO HACIENDA CHACRASANA - CHOSICA, DISTRITO DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA.**

#### 1.30 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

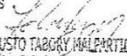
El proyecto de la construcción, consiste en la Construcción un Muro de Contención, estructuración básicamente del tipo de mampostería de piedra con cimentación ciclopea, con una pantalla lisa de mampostería de piedra en ambos sentidos del cauce de huayco de acuerdo a la norma técnica de edificaciones E- 050, SUELO Y CIMENTACIONES.

#### 2.00 INVESTACIONES REALIZADAS

#### 2.10 INSPECCIONES DE CAMPO-EXPLORACIÓN MANUAL

Luego de efectuado el reconocimiento de campo del área en evaluación y de la observación de los trabajos de excavación se decidió por conveniente efectuar tres calicatas, ubicadas

  
Oscar Del Carpio Rodriguez  
INGENIERO CIVIL  
CIP 82198

  
GUSTAVO AUGUSTO TABOADA MALPARTIDA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIR. N° 52648

LIMA: Co. Las Magnolias Wz. H2 LL 05 Urb. Los Jazmines de Narsinjal S.M.R. Telf: 485-0702 Cel: 988034720 RPM 1300507 Mast: (99)338 8458 E-mail: adm@wrtingeoasoc.com  
JAEN - CAJAMARCA: Co. Los Laureles N° 870 Seo. Metro Solar RPM #741348 Cel.: 988396871 E-mail: adm.bagua@wrtingeoasoc.com  
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 RPM #741343 Cel.: 988396871 E-mail: adm.bagua@wrtingeoasoc.com  
TUMBES - TUMBES: Jr. Soliver N° 832 RPM 1303507 Cel.: 988700504 E-mail: adm.tumbes@wrtingeoasoc.com



adecuadamente, con profundidades 1.50 m, 1.50 m y 1.50 m. Por debajo del nivel del terreno natural actual.

### 2.20 MUESTRA O Y REGISTRO

Se tomaron muestras representativas según la estratigrafía observada y en las profundidades indicadas en los registros de exploración, para fines de ejecutar ensayos estándar de Mecánica de Suelos. Dada las características de los suelos encontrados se pudieron obtener la extracción de muestras inalteradas.

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD(m)
C-1	SE-1	0,10-1,50
C-2	SE-1	0,20-1,50
C-3	SE-1	0,20-1,50

### 2.30 ENSAYO DE LABORATORIO

Se efectuaron ensayos estándar de laboratorio de Mecánica de Suelos con las muestras extraídas de las calicatas, a fin de identificar los suelos que conforman los estratos encontrados y conocer sus características físico-mecánicas y características químicas.

Los ensayos fueron ejecutados en el laboratorio de mecánica de suelos y en el laboratorio de suelos WRC INGENIO S.A.C. ingeniería y geotecnia.

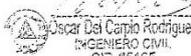
Las muestras fueron sometidas a los siguientes ensayos estándar necesarios para clasificar los suelos según SUCS:

- Análisis granulométrico. Norma ASTM D 422
- Clasificación de Suelos SUCS Norma ASTM D 2467
- Limite Líquido y Limite Plástico (Atterberg) Norma ASTM D 4318
- Densidad Máxima Norma ASTM D 4263
- Densidad Mínima Norma ASTM D 3080
- Ensayo de corte directo Norma ASTM D 4254
- Contenido de Sales Solubles Totales BS 1377-Parte 3
- Contenido de Sulfatos Solubles BS 1377-Parte 3
- Contenido de cloruros solubles BS 1377-Parte 3

### 2.40 PERFILES ESTRATIGRAFICOS

La estratigrafía obtenida se incluye en el Anexo adjunto.

Características químicas

  
  
 Oscar Del Campo Rodríguez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 45145

  
 GUSTAVO AUGUSTO TABORY MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. Nº 52649



Los ensayos químicos para la determinar la concentración de sustancias agresivas al concreto, bajo las normas ASTM

Sulfatos ASTM D-1293  
Cloruros ASTM D- 1152

SST ASTM D- 516

PH ASTM D- 512

En el cuadro se presentan los resultados de los ensayos químicos.

CALICATA	MUESTRA	Prof. (m)	SULFATOS (ppm)	CLORUROS (ppm)	SST (ppm)	ph
C-1	M- única	0,20-1,20	25,9	201,6	270	8,1

### 3.00 ANALISIS DEL SUELO DE CIMENTACION

#### 3.01 ANALISIS DE CIMENTACION

Por las condiciones detectadas en las inspecciones visuales de la calicata y en base a los ensayos de laboratorio efectuados, se verifico que los suelos predominantes son del tipo grava mal graduada limosa con grava (SP-SM) no tiene plasticidad de color marrón pardo, no se encontró la capa freática.

Las muestras procesadas clasifican a los suelos como de la clase SP-SM (lo predominante y además las que se encuentran al nivel del estrado donde se cimentara), según SUCS y son concordantes con lo estimado en el reconocimiento de campo.

Así mismo, se observa que el suelo que no presenta humedad representativa por lo cual se determinó su contenido en base a observaciones in situ la cual está en un 36,0% aproximadamente.

Para el análisis de cimentación se ha adoptado los criterios de la teoría de terzaghi- peck, asignado un factor de seguridad de 3 para las condiciones de falla local por carga estática.

Para el presente proyecto, se propone con fines de verificación de la capacidad portante una profundidad de despunte de la cimentación de del orden de 1,00m, y se adopta un Angulo de fricción de 29,0° para el estrado donde se pondrá el cimiento.

Oscar Del Canto Rodriguez  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 15128

GUSTAVO AUGUSTO TABORY MALPARTIDA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 52649



Con los datos de campo geometría supuesta de cimentación del proyecto y los criterios arriba mencionados, se preparó la matriz de cálculo de la capacidad portante cuyos cálculos se presentan a continuación.

- El sub suelo de la zona está conformado por estratos arena fina, con porcentaje de arena con limos, en el primer estrato y a 1.50 arena mal graduada limosa con grava en general característica de partículas gruesas donde se cimentara.
- Se ha considerado como suelo de cimentación el estrato de arena con grava (SP-SM) con la misma matriz es todo el cimiento corrido
- El bulbo de presiones abarca íntegramente en todos los estratos estudiados y mencionados anteriormente.
- El estrato activo de cimentación tiene una densidad seca natural mínima de 1316 kg/m<sup>3</sup>
- Los parámetros de resistencia al corte son  $\phi = 29.0^\circ$  y un esfuerzo de cohesión de  $c = 0.05$  kg/cm<sup>2</sup>
- El análisis de la cimentación incluye determinar la profundidad de cimentación apropiada, la capacidad de carga admisible y la magnitud de asentamiento.

### 3.10.1 Profundidad de Cimentación

La profundidad de cimentación mínima a la cual debe de cimentarse es de 0.50 m de la superficie del terreno nivelado por lo antes mencionado. Esto conforme a la memoria de cálculo.

### 3.10.2 Tipo de Cimentación

Basándose en la propiedad en las propiedades físicas y mecánicas que presenta el perfil estratigráfico del terreno investigado, así como a las características de la edificación por construir, se ha determinado que en el presente caso el tipo de cimentación más adecuado y técnico es el tipo superficial, mediante cimiento con vigas de cimentación armada, según se va diseñar la estructura de la edificación.

### 3.10.3 Capacidad Admisible de Carga

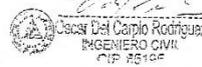
La capacidad de carga admisible para el suelo arenoso se ha determinado utilizando el criterio de terzaghi- peck, según el cual la capacidad última y considerando los parámetros de resistencia  $\phi = 29.0^\circ$  y  $c = 0.05$  kg/cm<sup>2</sup> tenemos:

$$q_c = c * N_c + 1.1 * D * N_q + 0.5 * B * N_{60}$$

en donde:

$q_c$  = capacidad de carga último

$c$  = densidad del suelo lateral a la cimentación



GUSTAVO AUGUSTO ZEBORA MALPARTIDA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 52549



$t_1$  = densidad de suelo lateral a la cimentación  
 $t_2$  = densidad del suelo por debajo de la cimentación  
 $D_f$  = profundidad de desplante del cimiento  
 $B$  = ancho de la cimentación

$N_q, N_{t1}, N_c$  = factores de carga  
Reemplazando valores tenemos:

$$Q_c = 3.99 \text{ kg/cm}^2$$

Considerando un factor de seguridad  $f_s$  de 3 tenemos que la capacidad de carga admisible del suelo será  $q_{ad} = 1.33 \text{ kg/cm}^2$  (el nivel freático no perjudica a la cimentación por ser la distancia de la cimentación hacia el nivel freático mayor que la base de la cimentación)

De acuerdo a las condiciones adoptadas de verificación de profundidad de desplante  $\phi = 1.00$ ,  $\theta = 29.0^\circ$  y  $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$ , se establece para el presente proyecto un valor de capacidad portante de  $1.33 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3.20 ASENTAMIENTOS

Teóricamente si se producen asentamientos uniformes (sin importar su magnitud) la estructura de una edificación no se ve afectada, aun cuando las conexiones domiciliarias podrían ser dañadas. De cual quiera forma los asentamientos general mente no son uniformes, produciéndose asentamientos diferenciales de diferentes magnitudes entre dos columnas adyacentes y pueden causar daños importantes a la estructura por lo cual debe evitarse.

La cantidad de asentamientos diferenciales que una estructura puede tolerar depende de varios factores entre ellos el tipo de construcción y los materiales de construcción estableciéndose reglas empíricas para controlar los asentamientos diferenciales basados en limitar el asentamiento total máximo a un límite razonable tal que el asentamiento diferencial sea solo una fracción de este y se ubique dentro de los límites permitidos según menciona en el RNE vigente

En este tipo de suelo es poco probable el asentamiento Masaya de una fracción tolerable.

### 3.30 NAPA FREÁTICA

Al realizar la exploración de campo mediante calicatas y al haber llegado a una profundidad de 1.50 metros no se detectó la napa freática.

### 3.40 CONSIDERACIONES SISMICAS

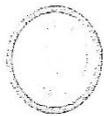
Tanto el valor del periodo fundamental de la estructura ( $T$ ) necesario para evaluar el coeficiente sísmico ( $C$ ) como los valores del factor de ductilidad ( $RD$ ) y peso de la edificación ( $W$ )



Oscar Del Campo Rodriguez  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 46105

GUSTAVO AUGUSTO BARRI MALLARIN  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 52649





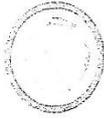
#### 6.00 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Whitlow, R. "Fundamentos de Mecánica de Suelo". Ed. Continental, S.A. MEXICO. 1998
- 2 Tomlinson, M.J. "Cimentaciones: diseño y construcción". Ed. Trillas, S.A. MEXICO. 1996
- 3 "Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificación E-0.50: Suelo y Cimentaciones", Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Enero 1997.
- 4 "Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificación E-0.30: Diseño Sismo resistente", Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Octubre 1997.
- 5 Alva J. Y Castillo J. "Peligro Sísmico en el Perú", VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos", Lima, 1993.

  
Oscar Del Cerro Rodríguez  
INGENIERO CIVIL  
R.P. 83106

  
GUSTAVO AUGUSTO BAGUA ALVARADO  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. Nº 52549

LIMA: Ca. Las Magnolias Av. H2 Lt. 05 Urb. Los Jazmines de Hareñjal S.M.P. Telf: 495-0702 Cel: 985034720 RPM \*003507 Movil: (51)933\*9456 E-mail: adm@wrcingaecc.com  
JAEN - CALAJAMARCA: Ca. Los Laureles N° 870 Seo. Merro Solar RPM #741048 Cel: 985039871 E-mail: adm.bagua@wrcingaecc.com  
SAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 408 RPM #701046 Cel: 985039871 E-mail: adm.bagua@wrcingaecc.com  
TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 RPM \*003507 Cel: 98503634 E-mail: adm.tumbes@wrcingaecc.com



**CAPACIDAD ADMISIBLE**

Según TERZAGUI Y PECK (1947):

$$Q_{ult} = S_c \cdot c \cdot N_c + 0.5 \cdot S_q \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q + S_q \cdot q \cdot N_q$$

$$Q_{adm} = Q_{ult} / FS$$

Calculo de Asentamientos:

$$S_r = \frac{B(1-\nu^2)}{E_s} \cdot q$$

$$E_s$$

Parámetros de cálculo - SNIP 228051	
Angulo de Friccion Interna $\phi$	29
Cohesion (kg/cm <sup>2</sup> ) c:	0.05
Densidad del Suelo Natural	1.730
Densidad del Suelo Seco	1.316
Humedad del Suelo (%)	31.5
Factor de Seguridad	3

DATOS DE ASENTAMIENTO:

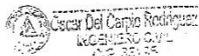
q:	Variable ton/m <sup>2</sup>
$\nu$ :	0.25
$I_f$ :	112.0 cm/m
$E_s$ :	80.0 kg/cm <sup>2</sup>

Coef. de empuje de tierras	
$K_e$	= 0.35
$K_p$	= 2.88
$K_o$	= 0.52

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA (vesic)			FACTORES DE FORMA				
			Corid.	Cuad.	Rect.		
$N_c =$	27.56	$N_q/N_c =$	0.59	$S_c =$	1	1.58	1.30
$N_q =$	16.44	$\tan \phi =$	0.55	$S_q =$	1	1.55	1.28
$N_\gamma =$	19.34			$S_\gamma =$	1	0.80	0.30

**Cimentacion Corrida:**

Ancho de Ciment.	Larg. Ciment.	Desplante	$Q_u$	$Q_{ad}$	$\Delta e$	$\Delta c$	$\Delta_{adm}$
B (m)	L (m)	Df (m)	t/m <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm
1.00		0.50	28.94	0.98	0.10	0.60	0.45
1.00		0.70	33.26	1.11	0.11	0.60	0.48
1.00		0.80	35.43	1.13	0.12	0.60	0.46
1.00		1.00	39.75	1.33	0.13	0.60	0.47



*Guillermo*  
GUILLERMO AUGUSTO TACURU MALPANTIN  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIE. N° 52349



WRINGE S.A.S.  
 INGENIERIA Y CONSTRUCCION

SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

AV. TUMBESES 1050, LIMA

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE : EIMAPE - MUNICIPALIDAD DE LIMA METROPOLITANA  
 PROYECTO : INSTALACION DE MURO DE CONTENCIÓN PARA CALCE DE HUAYCO  
 EN LA ASOCIACION A.L.H.H. FUNDO HACIENDA CHACRASANA  
 CHOSICA, DISTRITO DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
 UBICACIÓN : CHACRASANA-CHOSICA-LURIGANCHO  
 FECHA : JULIO 2015  
 SNIP :  
 CALICATA : C - 1  
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	ASFALTO
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					
4.30					
4.40					
4.50					
4.60					
4.70					
4.80					
4.90					
5.00					

Observaciones : Tipo de Excavación a cielo abierto ( calicata )

Oscar Del Campo Rodriguez  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 63135

GUSTAVO AUGUSTO FACCI MALPASTORI  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. N° 82546

LIMA: Ca. Las Magnolias Mz. H2 LL 05 Urb. Los Jazmines de Naranjal S.M.P. Telf.: 455-0702 Cel.: 996034720 RPM \*003507 Next. (96)638\*8456 E-mail: edm@wringeasac.com  
 JAEN - CAJAMARCA: Ca. Los Laureles N° 870 Sec. Morro Solar RPM #741345 Cel.: 988338871 E-mail: edm.bagua@wringeasac.com  
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 RPM #741346 Cel.: 988338871 E-mail: acm.bagua@wringeasac.com  
 TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 602 RPM \*003507 Cel.: 996700504 E-mail: edm.tumbes@wringeasac.com



**WRINGE S.A.C.**  
**INGENIERÍA Y OBRAS CIVILES**

SUELOS • CONCRETO • ASFALTO

ESTRUCTURAS DE ACERO

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

SOLICITANTE : EMAPÉ - MUNICIPALIDAD DE LIMA METROPOLITANA  
 PROYECTO : INSTALACION DE MURO DE CONTENCION PARA CAUCE DE HUAYCO  
 EN LA ASOCIACION AA.HH. FONDO HACIENDA CHACRASANA  
 CHOSICA, DISTRITO DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA  
 UBICACIÓN : CHACRASANA-CHOSICA-LURIGANCHO  
 FECHA : JULIO 2015  
 SNIP  
 CALICATA : C - 3  
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

PROF. ( m )	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.00		ARENA MAL GRADUADA LIMOSA CON GRAVA (SP SM) NO TIENE PLASTICIDAD DE COLOR MARRON PARDO, NO SE ENCONTRO LA NAPA FREATICA.	M - 1	SP SM	A-1-s (0)
0.25					
0.50					
0.75					
1.00					
1.25					
1.50					
1.75					
2.00					
2.25					
2.50					
2.75					
3.00					
3.25					
3.50					
3.75					
4.00					
4.25					
4.50					
4.75					
5.00					
5.25					
5.50					
5.75					
6.00					
6.25					
6.50					
6.75					
7.00					
7.25					
7.50					
7.75					
8.00					
8.25					
8.50					
8.75					
9.00					
9.25					
9.50					
9.75					
10.00					
10.25					
10.50					
10.75					
11.00					
11.25					
11.50					
11.75					
12.00					
12.25					
12.50					
12.75					
13.00					
13.25					
13.50					
13.75					
14.00					
14.25					
14.50					
14.75					
15.00					
15.25					
15.50					
15.75					
16.00					
16.25					
16.50					
16.75					
17.00					
17.25					
17.50					
17.75					
18.00					
18.25					
18.50					
18.75					
19.00					
19.25					
19.50					
19.75					
20.00					
20.25					
20.50					
20.75					
21.00					
21.25					
21.50					
21.75					
22.00					
22.25					
22.50					
22.75					
23.00					
23.25					
23.50					
23.75					
24.00					
24.25					
24.50					
24.75					
25.00					
25.25					
25.50					
25.75					
26.00					
26.25					
26.50					
26.75					
27.00					
27.25					
27.50					
27.75					
28.00					
28.25					
28.50					
28.75					
29.00					
29.25					
29.50					
29.75					
30.00					
30.25					
30.50					
30.75					
31.00					
31.25					
31.50					
31.75					
32.00					
32.25					
32.50					
32.75					
33.00					
33.25					
33.50					
33.75					
34.00					
34.25					
34.50					
34.75					
35.00					
35.25					
35.50					
35.75					
36.00					
36.25					
36.50					
36.75					
37.00					
37.25					
37.50					
37.75					
38.00					
38.25					
38.50					
38.75					
39.00					
39.25					
39.50					
39.75					
40.00					
40.25					
40.50					
40.75					
41.00					
41.25					
41.50					
41.75					
42.00					
42.25					
42.50					
42.75					
43.00					
43.25					
43.50					
43.75					
44.00					
44.25					
44.50					
44.75					
45.00					
45.25					
45.50					
45.75					
46.00					
46.25					
46.50					
46.75					
47.00					
47.25					
47.50					
47.75					
48.00					
48.25					
48.50					
48.75					
49.00					
49.25					
49.50					
49.75					
50.00					
50.25					
50.50					
50.75					
51.00					
51.25					
51.50					
51.75					
52.00					
52.25					
52.50					
52.75					
53.00					
53.25					
53.50					
53.75					
54.00					
54.25					
54.50					
54.75					
55.00					
55.25					
55.50					
55.75					
56.00					
56.25					
56.50					
56.75					
57.00					
57.25					
57.50					
57.75					
58.00					
58.25					
58.50					
58.75					
59.00					
59.25					
59.50					
59.75					
60.00					
60.25					
60.50					
60.75					
61.00					
61.25					
61.50					
61.75					
62.00					
62.25					
62.50					
62.75					
63.00					
63.25					
63.50					
63.75					
64.00					
64.25					
64.50					
64.75					
65.00					
65.25					
65.50					
65.75					
66.00					
66.25					
66.50					
66.75					
67.00					
67.25					
67.50					
67.75					
68.00					
68.25					
68.50					
68.75					
69.00					
69.25					
69.50					
69.75					
70.00					
70.25					
70.50					
70.75					
71.00					
71.25					
71.50					
71.75					
72.00					
72.25					
72.50					
72.75					
73.00					
73.25					
73.50					
73.75					
74.00					
74.25					
74.50					
74.75					
75.00					
75.25					
75.50					
75.75					
76.00					
76.25					
76.50					
76.75					
77.00					
77.25					
77.50					
77.75					
78.00					
78.25					
78.50					
78.75					
79.00					
79.25					
79.50					
79.75					
80.00					
80.25					
80.50					
80.75					
81.00					
81.25					
81.50					
81.75					
82.00					
82.25					
82.50					
82.75					
83.00					
83.25					
83.50					
83.75					
84.00					
84.25					
84.50					
84.75					
85.00					
85.25					
85.50					
85.75					
86.00					
86.25					
86.50					
86.75					
87.00					
87.25					
87.50					
87.75					
88.00					
88.25					
88.50					
88.75					
89.00					
89.25					
89.50					
89.75					
90.00					
90.25					
90.50					
90.75					
91.00					
91.25					
91.50					
91.75					
92.00					
92.25					
92.50					
92.75					
93.00					
93.25					
93.50					
93.75					
94.00					
94.25					
94.50					
94.75					
95.00					
95.25					
95.50					
95.75					
96.00					
96.25					
96.50					
96.75					
97.00					
97.25					
97.50					
97.75					
98.00					
98.25					
98.50					
98.75					
99.00					
99.25					
99.50					
99.75					
100.00					

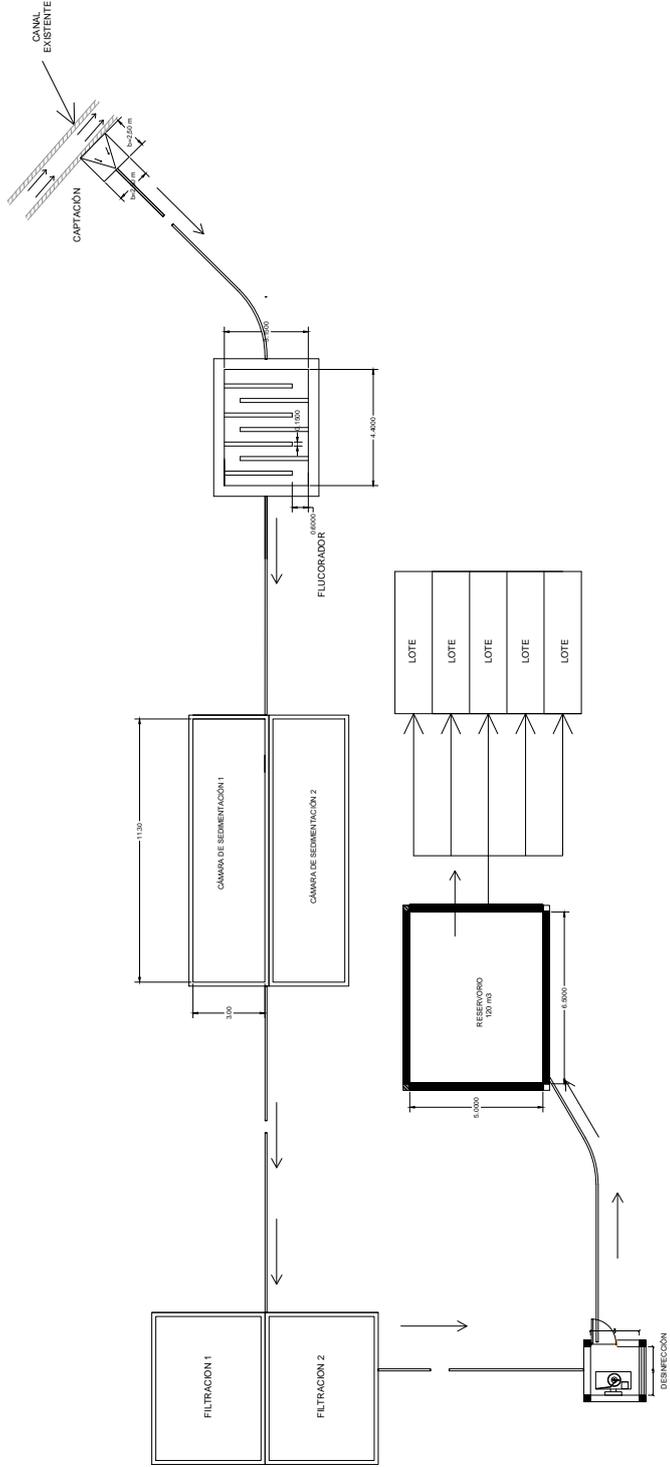
Observaciones : Tipo de Excavación a cielo abierto ( calicata )

Oscar Del Cerro Rodriguez  
 INGENIERO CIVIL  
 R.O.C. N° 12548

GUSTAVO AUGUSTO TABORY MALPARTIDA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. O.C. N° 62549

LIMA: Ca. Las Magnolias Mz. H2 Lt. 06 Urb. Los Jazmines de Naranjal S.M.P. Tel.: 465-0702 Cel. 995004720 RPM \*303507 Next. (99)838\*3466 E-mail: adm@wringeosac.com  
 JAEN - CAJAMARCA: Ca. Los Laureles N° 870 Sec. Momo Solar RPM #741346 Cel.: 986339871 E-mail: adm.bague@wringeosac.com  
 SAQUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 RPM 6741346 Cel.: 986335871 E-mail: adm.bague@wringeosac.com  
 TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 RPM \*303507 Cel.: 998709534 E-mail: adm.tumbes@wringeosac.com

**Anexo N°8. PLANOS**

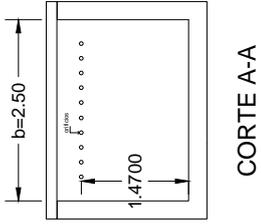
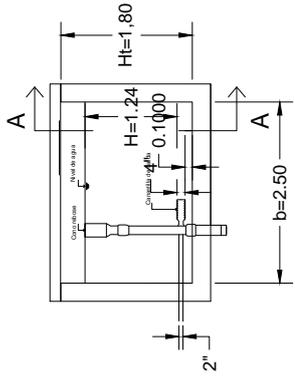


PLANO:	DISTRIBUCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO 8 L/S		
PROPIETARIO:	BENJAMIN ENRIQUEZ OLAZABAL		
UBICACION:	ASOCIACION CHACRASANA CHISICA		
FECHA:	JUNIO 2018	ESCALA:	1/50 (200/1/25)
		CAD:	

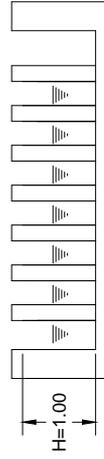
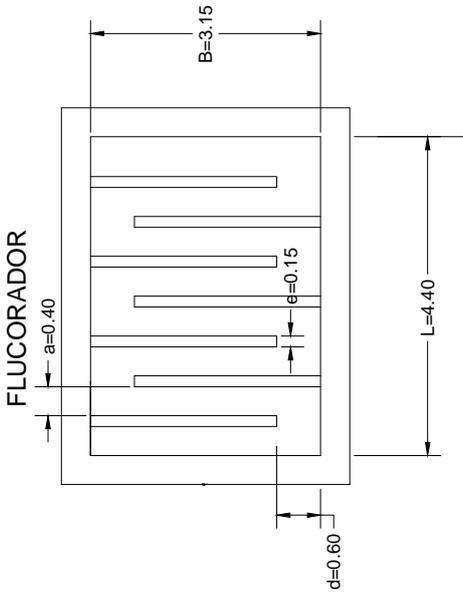
LEYENDA DE ISOMETRICO 1			
N°	DESCRIPCION	CANAL	INDIC
1	- BARRA A LA ARGENTINA	1	IND
2	- BARRA ALICATA	4	IND
3	- BARRA ALICATA	4	IND
4	- BARRA DE COQUE	1	IND
5	- BARRA DE COQUE	2	IND
6	- CANAL RECTANGULAR	1	IND
7	- CANAL RECTANGULAR	2	IND
8	- BOMBEO	1	IND
9	- BOMBEO	2	IND

LAMINA  
**D-01**

**CAPTACIÓN**

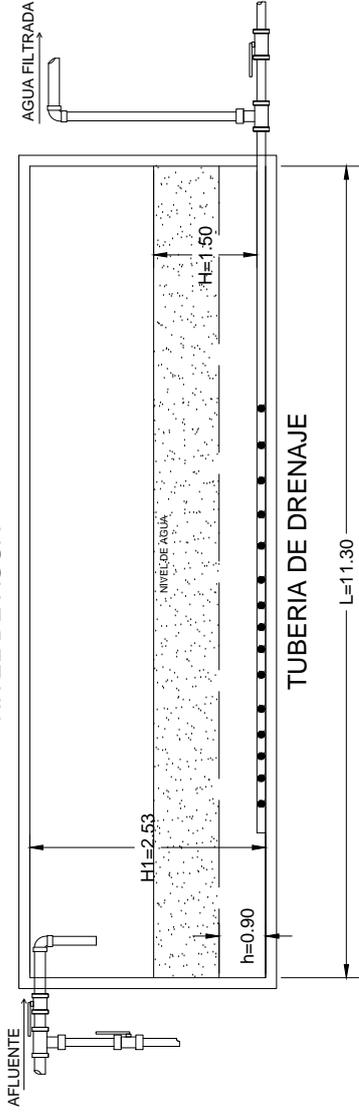


**ELEVACIÓN LONGITUDINAL**

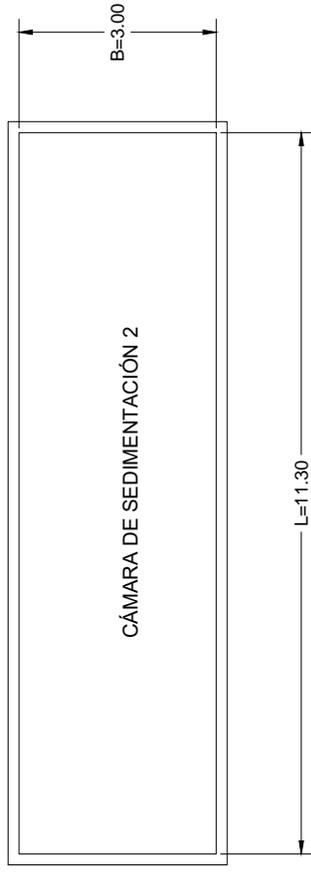


**CAMARA SEDIMENTACION  
ELEVACION**

**NIVEL DE AGUA**



**ELEVACION FRONTAL**



PLANO: **DISTRIBUCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO 8 L/S**

PROPIETARIO: **BENJAMÍN ENRIQUEZ OLAZABAL  
EDUARDO LLAJA TAPIA**

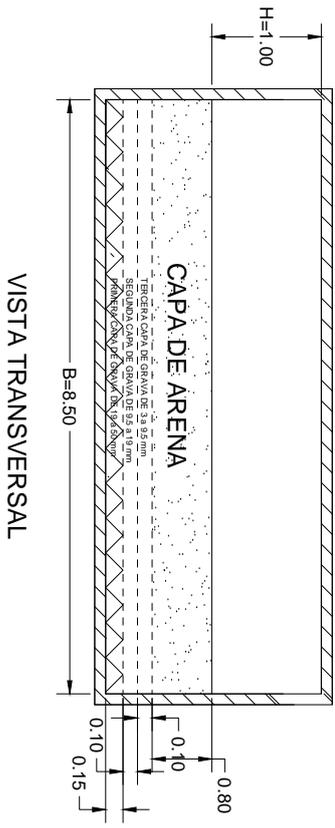
LAMINA:

**D-02**

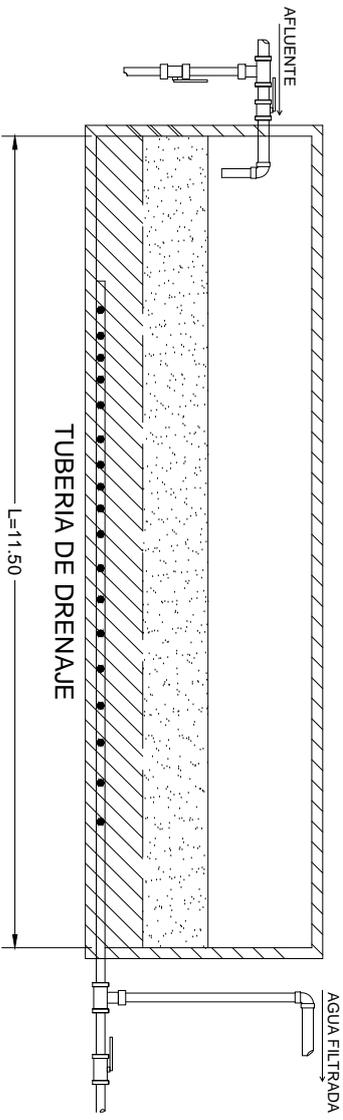
UBICACION: **ASOCIACIÓN CHACRASANA CHOSICA**

FECHA: **JUNIO 2018** ESCALA: **1/50, 1/20, 1/25** CAD:

# FILTROS LENTOS

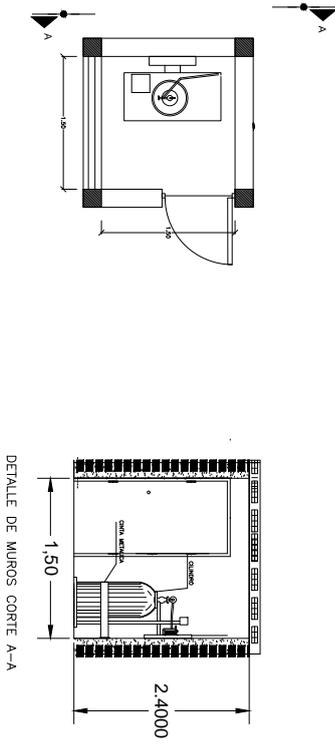


VISTA TRANSVERSAL

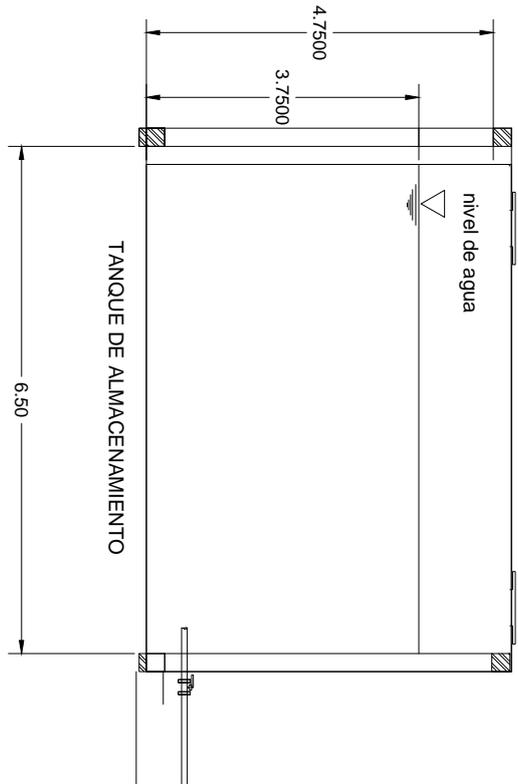


VISTA LONGITUDINAL

# DESINFECCIÓN



# RESERVORIO



PLANO:	DISTRIBUCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO 8 L/S		
PROPIETARIO:	BENJAMÍN ENRIQUEZ OLAZABAL EDUARDO LAJA TAPIA		
UBICACION:	ASOCIACIÓN CHACRASANA CHOSICA		
FECHA:	JUNIO 2018	ESCALA:	1/50, 1/20, 1/25
		CAD:	
LAMINA: <b>D-03</b>			