



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis y propuesta de implementación de planta de tratamiento de agua potable en el CP Curva Alegre, Sandia, Puno 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Mancha Cutipa Rolando Jesus (ORCID:0000-0003-0301-5067)

**ASESOR:**

Mg. Sinche Rosillo, Fredy Marco (ORCID: 0000-0003-3313-9530)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A mi padre Simeón Mancha Rojas, a mi madre Regina Flora Cutipa Quispe, a mis hermanos quienes me apoyaron incondicionalmente para seguir con mis estudios.

A mi amada Vilma Pérez Rodríguez por su apoyo incansable para que yo pueda culminar mis estudios.

A mis hijos Mathius Ivanobich, Guianella Keidy y Mikela Regina Mancha Pérez, que son el motor fundamental para que me siga esforzando, aunque a veces pierda fuerzas para continuar.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad ALAS Peruanas sede Puno, por la formación académica y a los docentes que me brindaron sus conocimientos para seguir adelante.

Al Mg. Sinche Rosillo, Fredy Marco por el esmero que me brindó al guiarme para que este proyecto de investigación se culminara con éxito.

A la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad brindada para realizar el presente proyecto de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	20
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS	40
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Dotación de agua según regiones naturales arrastre hidráulico _____	8
Tabla 2.	Dotación según número de habitantes _____	8
Tabla 3.	Dotación según regiones naturales de Perú _____	8
Tabla 4.	Componentes del sistema de agua potable CP Curva Alegre _____	19
Tabla 5.	Lista de expertos para validación de datos _____	23
Tabla 6.	Vías de acceso hacia la zona de estudio _____	27
Tabla 7.	Cálculo de la Demanda Hídrica _____	28
Tabla 8.	Costo de operación y mantenimiento de PTAP convencional. _____	29
Tabla 9.	Costos de Operación y Mantenimiento de Unidad Potabilizadora de Agua UPA 30	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Planta de tratamiento de agua potable convencional (normas 2021)	12
Figura 2.	Perfil de planta de tratamiento de agua potable (Spena 2021) _____	12
Figura 3.	Unidad Potabilizadora de Agua modelo 200T (OSE 2021) _____	13
Figura 4.	Unidad Potabilizadora de Agua modelo 200T (OSE 2021) _____	13
Figura 5.	Planta potabilizadora de agua (Synertch 2021) _____	14
Figura 6.	Planta potabilizadora de agua (Synertch 2021) _____	14
Figura 7.	Decantador de contacto de Fango (Tar, 2021) _____	16
Figura 8.	Decantador de lecho de fango (Tar, 2021) _____	16
Figura 9.	Modelo de ficha de recolección de datos _____	22
Figura 10.	Localización de la zona de estudio _____	25
Figura 11.	Fotografía satelital del sistema de agua potable Curva Alegre _____	26

## RESUMEN

Esta investigación abordó el tema de Análisis y propuesta de implementación de planta de tratamiento de agua potable en el centro poblado de Curva Alegre, distrito de San Pedro de Putina Punco, provincia Sandía, región Puno, la problemática de los sistemas de agua potable en la cuenca del río Tambopata son la baja calidad, para lo cual se propuso la implementación de alternativas tales como: planta de tratamiento convencional, de filtro lento y unidades potabilizadoras de agua, considerando el costo de operación y mantenimiento, área necesario, el diseño estructural de la planta de tratamiento convencional, filtro lento y principalmente la eficacia de tratamiento de cada uno de ellos. Teniendo como resultado que en cuestión de costos en para la implementación en la zona del estudio similares costos entre la planta convencional y la unidad potabilizadora de agua, y en cuanto al tiempo de ejecución es más corto la construcción de una planta de tratamiento convencional, ya que por situaciones de la pandemia las plantas compactas demoran en ser importados, para este estudio se consideró la importación de la Unidad Potabilizadora de Agua.

**Palabras Calves:** Planta, tratamiento, convencional, filtro, lento, potabilizadora, decantación, floculación, sedimentación, desinfección.

## ABSTRACT

This research addressed the subject of Analysis and proposal for the implementation of a drinking water treatment plant in the town of Curva Alegre, district of San Pedro de Putina Punco, Sandia province, Puno region, the problem of drinking water systems in the Tambopata river basin are low quality, for which the implementation of alternatives such as: conventional treatment plant, slow filter and water purification units was proposed, considering the cost of each of them, the execution time, the necessary area, the structural design of the conventional treatment plant, slow filter and mainly the treatment efficiency of each of them. As a result, in terms of costs in the implementation in the study area, similar costs between the conventional plant and the water purification unit, and in terms of execution time, the construction of a conventional treatment plant is shorter, since Due to pandemic situations, compact plants take time to be imported, for this study the importation of the Water Treatment Unit was considered.

**Keywords:** Plant, treatment, conventional, filter, slow, water treatment, decantation, flocculation, sedimentation, disinfection.

## I. INTRODUCCIÓN

La pésima calidad de agua potable a falta de la existencia de la planta de tratamiento de agua potable es uno de los problemas que aqueja a muchos beneficiarios de los centros poblados que existen a lo largo del río Tambopata de los distritos de San Pedro de Putina Punco, Yanahuaya, San Juan de Oro, que pertenecen a la provincia selvática de Sandia, región Puno, ya que en la mayoría de ellos los sistemas de agua potable no cuentan con plantas para tratar agua potable y por la inaccesibilidad de la zona son difíciles de construir dichas plantas. Sin embargo, se entiende que existen diversos métodos para el tratamiento de agua potable. Estos sistemas pueden alternarse de acuerdo a la necesidad de cada localidad, esto nos ofrece varias secuencias de operación y mantenimiento y procesos de purificación de agua.

Cabe precisar que la totalidad de los procesos se basan en fenómenos físicos, químicos y biológicos.

En este proyecto de investigación se busca mejorar la calidad de agua para el consumo humano, con ello además se plantea una alternativa de solución a la baja o pésima calidad de agua que hoy en día consumen los pobladores del centro poblado de Curva Alegre, distrito de San Pedro de Putina Punco, Sandia, Puno, además se realiza el diseño de la capacidad de las unidades potabilizadoras de agua.

Con esta nueva alternativa de solución diferente a las plantas de tratamiento convencionales, se busca plantear una unidad potabilizadora de agua y además se espera que este módulo de tratamiento con nuevas tecnologías tenga la eficiencia de minimización de partículas suspendidas que vienen desde el riachuelo en donde está ubicada la captación.

Estas partículas o sólidos que ingresan al reservorio generan obstrucciones en los domicilios, tales como en los grifos, cabezales de ducha, e incluso en los módulos sanitarios, y peor aún la preparación de alimentos que realizan los pobladores se realiza sin previo colado de agua ya que a simple vista se puede ver incluso pequeños insectos que vienen desde la captación de riachuelo.

## **A nivel internacional**

(Hernández Triana & Corredor Briceño, 2017) los autores de tesis se pusieron como objetivo principal la de diseñar y construir un prototipo con el cual pretendían medir la capacidad de la potabilización de agua, para eso realizaron los ensayos en laboratorio como las pruebas de jarras, ensayos de tratabilidad y pruebas de campo para el diseño de la planta de tratamiento, para la potabilización de agua en donde indican que para un caudal de 0.02l/s y que el tiempo total de retención en el sistema es de 34 minutos el cual esta dividido de la siguiente manera; floculador 16 minutos y el con 42 seg sedimentador 17 minutos con 38 seg. En donde indican además que la eficiencia de tratamiento del sistema es de 88%.

(Larenas Moyano, Lavín Militar, & Obreque Obreque, 2018) Los autores describen que el agua se convertido en uno de los elementos fundamentales para el ecosistema y mucho más de los seres vivos. Hoy por hoy es de mucha preocupación, ya que en las últimas décadas la escasez del agua ha ido en aumento debido a la contaminación que ha venido sufriendo este recurso vital, los factores que ayudaron a la contaminación tales como el incremento poblacional, factores microorganismos patógenos, factores de residuos químicos, entre muchos; con ello se puede precisar que los principales agentes contaminantes son nutrientes, microbios, materia orgánica, sedimentos, pesticidas, etc.

(Urzúa Araneda, 2017) la autora de la tesis describe que lo que ha investigado en la cuenca de Mapocho, presentan varios problemas de infraestructura con lo cual se puede entender que muchas de las plantas de tratamientos convencionales, con el pasar de los años presenta fallas en las estructuras y por consiguiente el tratamiento ya no es lo adecuado.

## **A nivel Nacional**

(Vicuña Perez, 2019) La autora de esta tesis menciona que para el diseño de medidas de control y monitoreo de calidad de agua en el sistema es muy fundamental identificar las principales fuentes de contaminación, los aspectos tales como la escorrentía y el arrastre de material orgánico, estos aspectos ocasionan la turbiedad y el color de agua; además menciona que para precisar si la fuente es contaminado o no se deben realizar los análisis físicos, químicos y biológicos y los

cuales deberán cumplir lo que dictamina Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM en donde está bien establecidos los estándares de calidad de agua ECA.

(Caminati Briceño & Caqui Febre, 2013) las autoras de este Tesis que se realizó en la ciudad universitaria de Piura llegan a la conclusión de que el agua que actualmente consumen no es apto para consumo humano y que además de ello se recomienda la construcción de una planta de tratamiento de agua potable, indican además manifiestan que el agua es salina y que no se puede tratar con una planta de tratamiento de filtro lento o una planta de tratamiento convencional ya que ello requiere de un área amplio, por ello recurren a dos empresa para la alternativa de bidones, la alternativa que resulto mas adecuado tanto cualitativa y cuantitativamente fue la alternativa de bebederos para implementar en la Universidad de Piura.

(Díaz Ramos & Rojas Gutiérrez, 2020) en la tesis teniendo como resultado el análisis de agua diseñan una planta de tratamiento de agua potable para un periodo de 20 años, teniendo en cuenta la población futura, además indican que por los escasos de agua se trazan el objetivo potabilizar el agua de mar con las tecnologías actuales incorporando a las plantas de tratamiento convencionales el tratamiento por osmosis inversa.

### **A nivel Local**

(Quispe Condori, 2019) el autor de la tesis realiza un análisis entre las plantas de tratamientos convencionales, de filtro lento y la planta potabilizadora compacta, además se puede concluir que en la zona de estudio el área para la construcción de una planta de tratamiento convencional es posible por el area que posee, y plantea la implementación de una unidad potabilizadora o planta compacta modular, ya que esta tecnología tiene la capacidad de tratar diversas calidades de agua y que además solo necesita ser instalada ya que estas plantas ya vienen fabricadas listo para ser puestas en operativo después de la instalación.

(Bravo Coaquira, 2020) en su tesis el autor se plantea como objetivos de cómo se brinda agua potable a la ciudad de Puno, llegando a la conclusión de que en la planta de Aziruni es tratamiento es convencional, y en la de Totorani es de tipo manantial por lo tanto solo es necesario la desinfección mediante el sistema de cloración.

## **Justificación**

La presente investigación propone dar una alternativa de solución a la problemática de que se viene consumiendo agua de mala calidad en la localidad de centro poblado de Curva Alegre, ya que al pasar el tiempo las plantas de tratamiento convencionales son costosas en la construcción y mantenimiento se plantea otras alternativas.

En la zona de la selva alta de la región de Puno, las condiciones de agua potable son deplorables por la inaccesibilidad hacia ellas para realizar el mantenimiento. Es por ello que las plantas convencionales y las de filtro lento no son sostenibles, peor aun cuando no se tiene espacio suficiente para la construcción de las plantas convencionales, estas plantas necesitan un área amplia para implementar todas las estructuras para los diferentes procesos.

### **Problema General**

¿Como mejorar la calidad de agua potable planteando la alternativa de implementación de planta de tratamiento de agua potable en el CP Curva Alegre, Sandia, Puno 2021?

### **Problemas Específicos**

¿Cuánto es el caudal para realizar el diseño de la planta de tratamiento que satisfaga la demanda de consumo de agua potable en el centro pobla de Curva Alegre?

¿Cuánto será el costo para tratar el agua en el sistema de agua potable del CP Curva Alegre?

¿Cuánto es la eficacia de tratamiento en el sistema de agua potable del CP de Curva Alegre?

### **Objetivo General**

Analizar y Mejorar la calidad de agua potable mediante la alternativa de implementación de la planta de tratamiento de agua potable en el centro poblado de Curva Alegre, Sandia, Puno.

### **Objetivos Específicos**

Analizar la demanda de agua que deberá ser tratada en la planta de tratamiento de agua potable que satisfaga de consumo de agua potable en el centro poblado de Curva Alegre.

Evaluar el costo para tratar el agua en el sistema del CP de Curva Alegre.

Analizar la eficiencia de tratamiento en el sistema de agua potable del CP de Curva.

#### Hipótesis General

La implementación de la planta de tratamiento de agua permitirá mejorar la calidad de agua potable del sistema en el centro poblado de curva alegre, Sandía, Puno.

#### Hipótesis Específicos

El caudal de agua tratada que sale de la planta de tratamiento de agua potable satisface la demanda del sistema en el centro poblado de Curva Alegre.

El costo para tratar el agua en el sistema de agua potable es aceptable para los beneficiarios del CP Curva Alegre.

La eficiencia de tratamiento de agua potable cumple con los estándares de calidad de agua para consumo humano.

La matriz de consistencia de puede visualizar en el anexo 1

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. El agua como recurso**

(Pradana Pérez & García Avilés, 2019) Define al agua como un recurso fundamental para todos los seres vivos en nuestro planeta, este líquido se encuentra presente en todas las formas de vida y en muchas de las actividades que la humanidad realiza.

(Minagri, 2021) Esta entidad del estado define al agua como un recurso natural, que tiene mucha vulnerabilidad, pero es muy importante, que se renueva a través del ciclo hidrológico año tras año y que posee un valor a la sociedad, el aspecto ambiental y estratégico para el desarrollo económico y social del país.

(Marín Ramírez & Gutiérrez Palacio, 2018) Según los autores de la siguiente edición, indican con respecto al agua como recurso político y fuente de poder que conlleva a conflictos sociales en las ciudades, de las cuales se puede mencionar que está asociada, por un lado, con gestión urbana del agua, como el manejo del agua y la distribución del agua entre diferentes actores de la política, y por otro lado con lo que se regula el acceso y se define como para que y quienes utilizan el agua.

### **2.2. Usos y Fuentes de Agua**

(Pradana Pérez & García Avilés, 2019) El agua es un recurso natural que ofrece múltiples usos y además se consume de diferentes maneras, teniendo como de mucha importancia el de conocer el consumo del agua en diferentes actividades. Por otro lado, se puede describir que las fuentes de agua difieren en cada zona, a consecuencia de las diferentes zonas geográficas y/o topográficas, esta existencia de diferentes tipos de fuentes de agua puede llegar a definir el desarrollo económico de una región.

#### **2.2.1. Usos del Agua**

(Pradana Pérez & García Avilés, 2019) Desde la perspectiva fisiológica, se puede decir que el agua es necesaria para muchas actividades que realiza el hombre para cubrir sus necesidades, las principales actividades que utilizan el agua a gran volumen son: pecuario, industrial, agrario, minero, energético, recreativo, piscicultura y los más importante el de consumo poblacional.

## **2.2.2. Fuentes de Agua Potable**

(Agua Fan, 2021) Cada lugar determinado posee diferentes características y el acceso al agua no es igual y el acceso al agua no es igual en cada área poblacional. En términos de grandes rasgos se puede decir que uno de los factores básicos para impulsar el desarrollo económico de una población es el acceso al agua potable.

### **2.2.2.1. Fuentes Subterráneas**

(Vélez Otálvaro, Ortiz Pimienta, & Vargas Quintero, 2011) Se considera agua subterránea a aquel que se filtra hacia los poros y grietas que existen en las rocas y estos se acumulan debajo de la superficie formando acuíferos, estos se acumulan en las capas arenosas o rocosas que tiene poros del subsuelo. El agua se almacena en diferentes acuíferos como confinado, semiconfinado o libres los cuales utilizan esos poros para trasladarse.

### **2.2.2.2. Fuentes Superficiales**

(Perez De La Cruz, 2021) Se entiende por aguas superficiales y captaciones superficiales a los puntos de origen de las aguas que se encuentran fuera de los acuíferos ósea en la superficie, las cuales pueden ser utilizadas para abastecimientos de agua potable, estas aguas superficiales pueden ser: de lluvia, de arroyo y ríos, lagos y/o embalses.

## **2.3. Demanda de agua.**

(Garcia Trisolini, 2009) según el autor refiere que para tener presente la demanda de agua es imprescindible analizar las siguientes cuatro variables.

### **2.3.1. Periodo de Diseño.**

(Pronasar, 2004) según los parámetros que maneja el programa nacional de saneamiento rural recomienda que los periodos máximos de diseño no superen los 20 años.

### **2.3.2. Población de Diseño.**

(Agüero Pittman, 1997) de acuerdo al autor hay tres métodos que se utilizan para estimar la población futura en la zona rural, las cuales son: Métodos analíticos, métodos comparativos y el método racional; sin embargo, el método que generalmente se utiliza para el cálculo una futura población es el método analítico,

cuya formula es la de crecimiento aritmético, la siguiente formula es la más utilizada cuando se trata de calcular la población futura de una población rural.

$$Pf = Pa * (1 + \frac{rt}{1000})$$

### 2.3.3. Dotación de Agua

(Conagua, 2018) según este organismo es la asignación de agua por cada habitante por día, incluido los servicios y la cantidad de pérdidas de agua en el sistema.

(Ops, 2006) el organismo indica que la dotación de agua es cuantitativamente el agua asignada a una persona por día, en la guía se puede ver el siguiente cuadro teniendo en consideración la ubicación geográfica, clima y los niveles de servicios.

**Tabla 1. Dotación de agua según regiones naturales arrastre hidráulico**

ZONA	Dotación	
	Rural	Pequeñas Ciudades
Sierra	40	100
Costa	50	
Selva	60	

*Fuente OPS 2006*

(Agüero Pittman, 1997) según el autor los cuadros que se detallan corresponden uno por la cantidad de habitantes y la otra por las tres regiones naturales que el Perú posee.

**Tabla 2. Dotación según número de habitantes**

Población (habitantes)	Dotación (lt/hab/día)
Hasta 500.00	60.00
500.00 – 1000.00	60.00 – 80.00
1000.00 - 2000.00	80.00 – 100.00

*Fuente Agüero Pitman (1997)*

**Tabla 3. Dotación según regiones naturales de Perú**

ZONA	MODULO (lppd)
Sierra	50.00

Costa	60.00
Selva	70.00

*Fuente Ministerio de Salud (1984)*

## **2.3.4. Cálculo de caudales**

### **2.3.4.1. Consumo promedio diario anual**

(Agüero Pittman, 1997) el autor indica que es una estimación del consumo per cápita considerando una población futura con la que se diseña, la siguiente formula que se ve a continuación.

$$Qm = \frac{Pf * dotación (d)}{86400 s/día}$$

### **2.3.4.2. Consumo Máximo Diario**

(Agüero Pittman, 1997) refiere a esta denominación como el día que más se consume durante todo el año.

El porcentaje de consumo se considera entre el 120 y 150 como porcentaje del consumo promedio diario anual.

Para la utilización de la formula varios autores recomienda el porcentaje de 130%, que se refleja a continuación.

$$Qmd = 1.3Qm (l/s)$$

### **2.3.4.3. Consumo Máximo Horario**

(Ops, 2006) esta organización refiere al consumo máximo horario como la hora que se consume más agua durante todo el día, para esta ocasión los autores recomiendan que para el diseño se duplique el consumo promedio diario anual como se observa a continuación.

$$Qmh = 2.0Qm (l/s)$$

## **2.4. Contaminación de las Aguas**

(Quispe, y otros, 2021) Los ríos y los riachuelos pueden contaminarse cuando están en su recorrido desde el punto en donde nacen hasta el punto donde desembocan, sobre todos aquellos ríos o riachuelos que cruzan las zonas urbanizadas y transportan partículas suspendidas como nitrógeno, fosforo y más que toda materia orgánica y riesgos ambientales

(Vélez Otálvaro, Ortiz Pimienta, & Vargas Quintero, 2011) Las aguas superficiales y subterráneas se contaminan por las actividades que la humanidad desarrolla en la superficie por la acción antrópica como pueden ser; derrame de aceites y grasas, inadecuado manejo de los hidrocarburos las cuales pueden filtrar de los tanques, sobre explotación del agua proveniente de los acuíferos poniendo en riesgo la recarga y normal funcionamiento de los acuíferos. Como consecuencia de la contaminación del líquido elemental encontramos:

Que la salud de todos los seres vivos se encuentre en grave peligro.

## **2.5. Calidad de Agua Potable**

**Aspectos relativos a la aceptabilidad sabor, olor y apariencia.** - (OMS, 2011)

Según la Organización Mundial de la Salud, el agua no debe presentar sabores desagradables ni mucho menos olores que pueden resultar no consumibles para los seres vivos que necesitan.

Los componentes y o factores microbiológicos, químicos y físicos del del agua en algunas ocasiones afecta el aspecto, pero generalmente en ocasiones no afecta la salud o no ocasiona enfermedades a los consumidores, sin embargo, la OMS recomienda no consumir agua turbia ni agua cruda.

### **2.5.1. Aspectos físicos.**

(Mx.Org, 2021) los contaminantes o los factores físico son principalmente los materiales o solidos en suspensión los cuales cuando se tiene en gran cantidad obstruye los rayos solares y así poder eliminar las bacterias.

### **2.5.2. Aspectos químicos.**

(OMS, 2011) Estos factores químicos pueden producir muchos efectos adversos en la salud, después de periodos extendidos de exposición, la OMS indica que son pocos los componentes químicos del agua que pueden ocasionar muchos problemas de salud se exponen una sola vez, a excepción cuando el agua está contaminado a gran escala con los factores químicos.

### **2.5.2. Aspectos microbiológicos.**

(OMS, 2011) estos factores como la de microbiológicos son a consecuencia de los microbios y bacterias que generalmente son a consecuencia de las ese de los seres humanos o animales como mamíferos, insectos, y aves, etc. La digestión del agua

con contaminantes microbiológicos puede ocasionar problemas a la salud temporalmente y o prolongados.

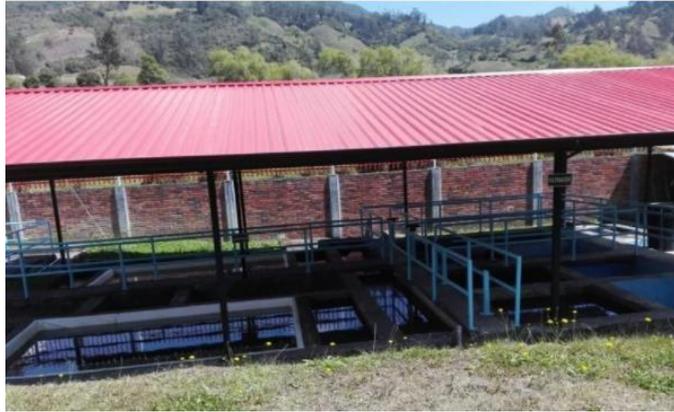
## **2.6. Tipos de Potabilizadoras**

(Aquaductos, 2021) describen como plantas de tratamiento a las unidades estructurales que tiene como finalidad realizar un adecuado tratamiento del recurso hídrico desde su captación hasta el consumo de parte de los usuarios, se clasifican de acuerdo a la tecnología y los procesos de purificación de agua que realizan cada una de ellas.

(ImWATER, 2021) Sin lugar a dudas las unidades potabilizadoras de agua han venido evolucionando, sin embargo en Latinoamérica y particularmente en Perú no se tiene un buen avance tecnológico en materia de purificación de agua para poblaciones; es por eso se puede mencionar que Im WATER diseña y fabrica módulos de plantas potabilizadoras de agua, es una investigación y experiencia desde hace ya 15 años en la fabricación de este tipo de plantas compactas, además estas plantas pueden componerse de; bombas de captación personalizada, Pre-desbaste de arenas, dosificación de cloro en entrada, dosificación de coagulantes y floculantes, mezcladores estáticos, cámaras de coagulación y floculación, agitadores, decantadores lamelares, contralavados de filtros instrumentación, etc.

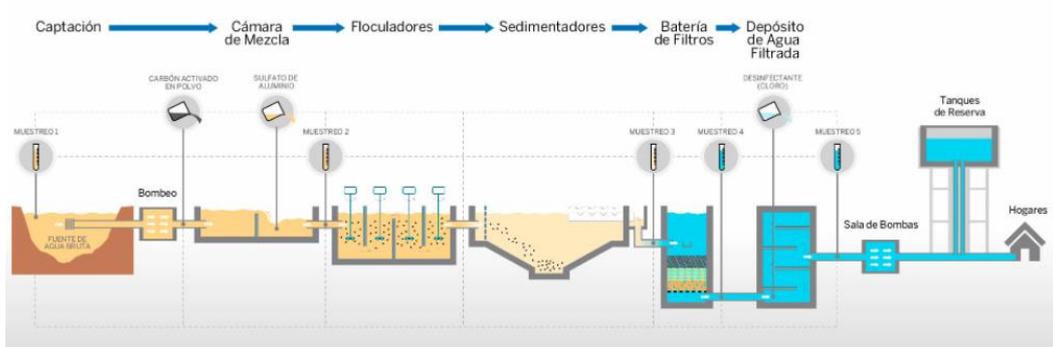
### **2.6.1. Convencional**

(Normas, 2021) se refiere a este tipo de plantas de tratamiento como el lugar donde se realizan los procesos de potabilización de agua generalmente las estructuras son de concreto armado, las cuales están conformadas por floculadores, sedimentadores y en ocasiones filtros de grava de diferente granulometría, el tiempo de proceso es muy alto y de poca eficacia.



**Figura 1. Planta de tratamiento de agua potable convencional (normas 2021)**

(Spena, 2021) menciona que una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), su objetivo principal es de que el agua que llega a un domicilio tiene que ser potable, esta potabilización se puede realizar mediante una serie de procesos utilizando la ingeniería y los conocimientos científicos.



**Figura 2. Perfil de planta de tratamiento de agua potable (Spena 2021)**

### 2.6.2. Compacta

(Ose, 2021) lo define también como unidad potabilizadora de agua (UPA), es una planta transportable en la está incluido todos los procesos de las plantas convencionales y también procesos adicionales, dichos procesos son: coagulación-floculación, sedimentación laminar, filtración rápida, desinfección, adsorción y corrección de pH.



**Figura 3. Unidad Potabilizadora de Agua modelo 200T (OSE 2021)**

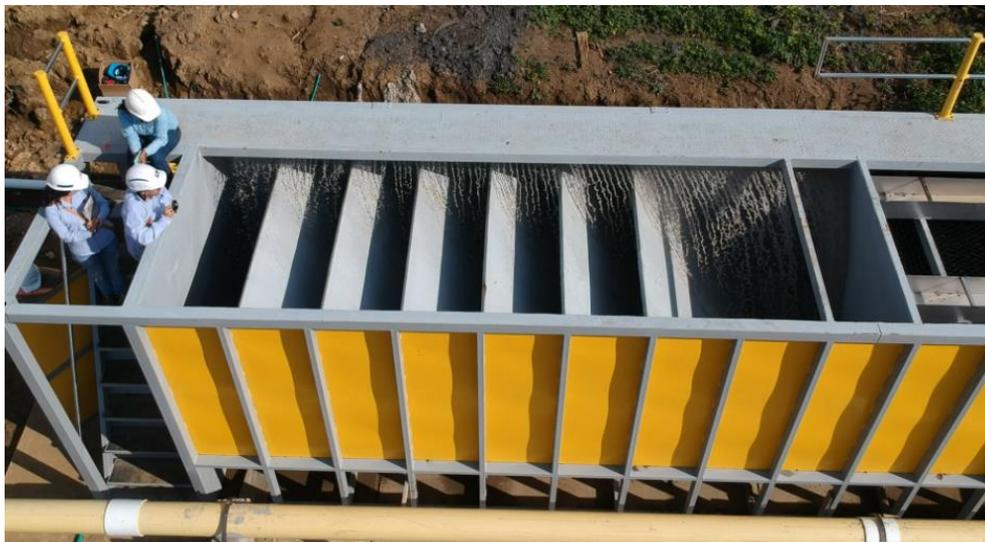


**Figura 4. Unidad Potabilizadora de Agua modelo 200T (OSE 2021)**

(Synertech, 2021) según el autor indica que las plantas para tratamiento de agua potable, Compacta están diseñados para pequeños y medianos volúmenes de agua excelente para centros poblados. Indica que están diseñadas para satisfacer entre la cantidad de 2000 habitantes hasta 9000 habitantes. Según el patente está planta es diseñada para una complejidad alta en el tratamiento de agua cruda.



**Figura 5. Planta potabilizadora de agua (Synertch 2021)**



**Figura 6. Planta potabilizadora de agua (Synertch 2021)**

(Normas, 2021) indica que las plantas potabilizadoras de agua donde los procesos de coagulación, floculación y sedimentación ocurren en una misma unidad, cuando la calidad de agua lo permite no es necesario la realización de tratamientos adicionales.

El funcionamiento de estas plantas compactas puede ser automático, semiautomático o manual dependiendo a lo requerido y no presenta riesgos de operación y mantenimiento ya que esta incorporado la el sistema de cloración. Son menos susceptibles a las variaciones en la calidad del agua de entrada.

### **2.6.3. Filtración Directa**

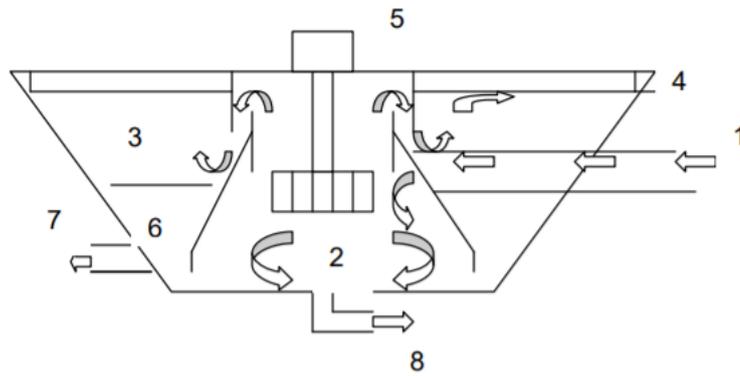
(Aquaductos, 2021) precisa que dependiendo de la calidad del agua el sistema de tratamiento podría estar constituida por un sistema de filtración simple o doble a diferencia de las plantas de tratamiento anteriormente el agua debe pasar por los siguientes procesos para que el agua sea apta para el consumo humano.

- ✓ Pre sedimentado
- ✓ Sedimentado
- ✓ Pre filtro de grava
- ✓ Filtro lento

## **2.7. Principales Procesos de Tratamiento de Agua Potable**

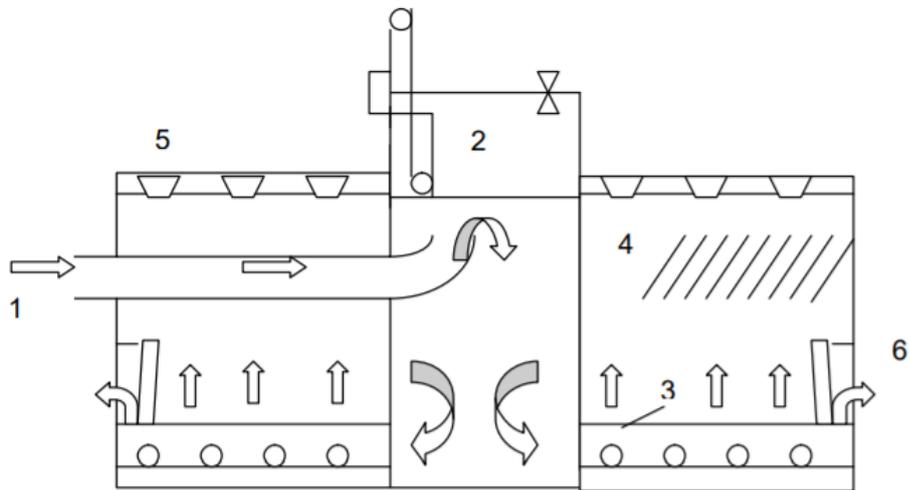
### **2.7.1. Decantación**

(Tar, 2021) denomina así al proceso de eliminación de solidos en suspensión que se encuentra en el agua, este proceso se realiza por la acción propia de la gravedad, en las imágenes se puede apreciar dos tipos de decantadores; tales como contacto de fango y de lechos de fango.



1. Entrada agua bruta
2. Zona de reacción
3. Zona de decantación
4. Salida de agua clarificada
5. Turbina de agitación
6. Concentrador de fangos
7. Purga de fangos en exceso
8. Purga de fondo

**Figura 7. Decantador de contacto de Fango (Tar, 2021)**



1. Entrada de agua bruta
2. Campana de vacío
3. Tuberías perforadas de reparto
4. Placas laminares
5. Canaletas salida de agua
6. Concentrador de fangos

**Figura 8. Decantador de lecho de fango (Tar, 2021)**

### **2.7.2. Coagulación – Floculación**

(Chulluncuy Camacho, 2011) según la autora consiste en adicionar coagulantes con el propósito de desestabilizar las partículas coloidales con la intención de ser removidas, cuando las partículas coloidales chocan entre sí al ser desestabilizadas, luego se aglomeran formando los floc; este proceso depende de la concentración de coagulantes y de la acidez o alcalinidad del agua mezclada, precisa también que este proceso ocurre en fracción de segundos.

Menciona también que en este proceso de eliminación de la turbiedad de agua ayuda también a eliminar bacterias y virus que son propensos de ser separados por coagulación, además se pueden eliminar las materias orgánicas como algas y otras sustancias que producen malos olores.

### **2.7.2. Filtración**

(Acuatecnica, 2021) describe que es el proceso de en donde las partículas suspendidas que no pudieron decantarse o sedimentarse son retenidos en un medio poroso. Este proceso es una de las más principales que existe para el proceso de tratamiento de agua potable.

(Aqua, 2021) el autor manifiesta que la filtración es cuando se hace agua se hace pasar por un medio, lamina u objeto poroso, que eliminaran las pequeñas partículas o menos densas en suspensión el cual se cuela las impurezas, algunos filtros que existen son por gravedad y otros a presión.

### **2.7.3. Cloración y Desinfección**

(Normas, 2021) es en esta etapa donde se realiza la eliminación de los agentes microbianos como bacterias y virus que están presentes en el agua, para ello es muy necesario la adición de productos químicos inofensivos para la salud como son el hipoclorito de sodio, dióxido de cloro u ozono.

(Tar, 2021) el principal objetivo de la desinfección de agua tratada, es eliminar los organismos patógenos, la elección de los agentes desinfectantes depende de varios factores como el tiempo de contacto, calidad de agua y la instalación de recursos disponibles.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Define a la investigación científica como si fuera una actividad que es encaminada para la solución de problemas. (Baena Paz, 2014).

El enfoque de nuestra investigación es cuantitativo por qué parte de una idea que se va sumando y, una vez ya bien definida la idea, se derivan a objetivos, sobre las preguntas de los problemas, luego de ello se realiza una revisión bibliográfica para construir una perspectiva de la teoría que se aplicó, de la incógnitas se establecen hipótesis y también se determinan variables independientes o dependientes; se enmarca o se proyecta un plan para probarlas; se miden las variables de un determinado contexto, luego se analizan los valores obtenidos utilizando como por ejemplo métodos estadísticos, y por ultimo se concluye respecto de las hipótesis. (Hernández Sampieri, Fernandez Callado, & Baptista Lucio, 2014).

El tipo de investigación es aplicada debido a que como objetivo es realizar el estudio de un problema destinado o encontrado a la acción. La investigación aplicada sin embargo puede hacer aporte de nuevos hechos. De una manera concreta se puede mencionar que la investigación aplicada pone su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y para luego destinar para plantear a resolver las necesidades de la sociedad en un corto, mediano o largo plazo (Baena Paz, 2014).

El nivel de investigación es descriptivo por que consiste en la caracterización tales como un hecho, puede ser un fenómeno, puede ser de un individuo o también podría ser grupal, esto con la finalidad de establecer su estructura o comportamiento. En cuanto a la profundidad de conocimientos, los resultados de este tipo de investigación están ubicados en un nivel intermedio (Arias, 2012).

El diseño de investigación es no experimental transversal debido a que la tesis es de recopilación de datos en campo, para lo cual se indica que los instrumentos y técnicas de recolección de datos que son diseñados para obtener la información necesaria directamente en el campo y/o contexto donde se desarrolla el fenómeno, en donde las conclusiones y las interpretaciones de los resultados se obtienen en campo y en un solo intervalo de tiempo (Muñoz Razo, 2011)

### 3.2. Variables y operacionalización

En el enfoque cuantitativo el concepto variable, juega un papel muy importante, por el hecho de que son elementos esenciales de una hipótesis (Ñaupas Paitán, Mejía Mejía, Novoa Ramírez, & Villagómez Paucar, 2013)

#### Variable independiente:

Tipos de Plantas de Tratamiento de Agua Potable.

#### Variable dependiente:

Calidad de Agua Potable.

Con los Siguietes indicadores, como el consumo máximo diario, costo de operación de PTAP, propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua.

La matriz de operacionalización de variables se aprecia en el anexo 2

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población.

Para nuestro estudio de investigación la muestra fue el SISTEMA DE AGUA POTABLE en el centro poblado de Curva Alegre, Distrito de San Pedro de Putina Punco, Provincia de Sandia – Puno.

Para realizar el estudio es muy necesario identificar la población cuando se trata de especificar el objeto de investigación, construida por una totalidad de unidades (Niño Rojas, 2011)

**Tabla 4. Componentes del sistema de agua potable CP Curva Alegre**

SISTEMA DE AGUA POTABLE CP CURVA ALEGRE			
ÍTEM	DESCRIPCION	UND. MED.	CANT.
1	Captación	und	1
2	Línea de Conducción	mts	1,752
3	CRP T-6	und	5
4	Válvula de Purga	und	8
5	Válvula de Aire	und	8
6	PTAP	und	0
7	Reservorio 50m3	und	1

8	Red de Distribución	mts	2,885
---	---------------------	-----	-------

*Fuente Expediente Técnico*

### **Muestra.**

Para nuestra investigación se utilizó como muestra la el análisis de plantas de tratamiento de agua potable.

Según el autor la muestra, en términos sencillos es una porción o parte que es representativa de una cantidad total que vendría a ser la población, por lo tanto, de nuestra población que es el sistema de agua potable del centro poblado la muestra es la unidad potabilizadora de agua (Lerma González, 2016)

### **Muestreo.**

Parta el estudio de investigación que realizamos utilizaremos el muestreo no probabilístico por conveniencia.

Es la táctica que nos permite a los investigadores de seleccionar muestras con una clara intención; el criterio para elegir el muestreo por conveniencia se aplica porque es la más conveniente para la investigación.

### **Unidad de Análisis.**

La unidad

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

(Gil Pascual, 2016) se entiende como técnica la información que se recoge englobando todos los medios técnicos que son utilizados para registrar cualquier circunstancia, estas técnicas utilizan instrumentos que sea conveniente para cada investigación.

(Gómez, 2006) Bajo a investigación cuantitativa los instrumentos utilizados para la recolección de datos, indica la medición de un medio de estudio, sin embargo, no siempre lo que se quiere estudiar o investigar es medible, por lo tanto, se realiza de manera empírica.

(Rodríguez Moguel, 2005) Para la investigación la técnica de será la observación directa, según el autor la observación es la más común entre las técnicas de investigación, además indica que es donde el investigador puede observar y también recoger los datos teniendo a él como observador directo

Para nuestra investigación los instrumentos de recolección de datos son fichas elaboradas que serán validadas por los especialistas; a continuación, se muestra las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- ✓ Aforo de caudal en la fuente de agua; se realizó el aforo de caudal desde la captación, con el objetivo conocer la oferta de la fuente, con este aforo se busca conocer además si es mayor que los consumos máximos diario y/o horario.
- ✓ Empadronamiento de los usuarios de agua potable.
- ✓ Evaluar el Análisis de presupuesto de las plantas de tratamiento.
- ✓ Análisis Físico, Químico y bacteriológico de agua de la fuente.
- ✓ Levantamiento topográfico en la línea de conducción. Esta recopilación de datos se realizó con el objetivo de evaluar la presión con la que llegara a la planta de tratamiento propuesto.

**TESIS "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CP CURVA ALEGRE, SANDIA, PUNO 2021"**

**FICHA TECNICA N° 01**

**FICHA DE AFORO ÁREA VELOCIDAD (FLOTADOR)**

<b>Localidad</b>	<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>	<b>Región</b>
CURVA ALEGRE	SPPP	SANDIA	PUNO

**AFORO ÁREA VELOCIDAD DE CAUDALES - CANALES**

Tipo de fuente:

Dimensiones del río (m.)		Cálculo de la Sección.		Longitud (m)
b1 =	b2 =	Fórmula	$(b1*y1+b2*y2)/2$	
y1 =	y2 =	Area (m2)	0.000	3.00

Prueba	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg)	Caudal (l/seg.)	Observaciones.
1				
2				
3				
4				
5				

Caudal representativo del aforo (l/seg.):	Criterio: Promedio	Coficiente: 0.85
---	--------------------	------------------

FOTOGRAFIA DEL AFORO REALIZADO

Fecha y Hora inicio del Aforo:	Responsable:
--------------------------------	--------------

NOMBRES: EXPERTOS	CIP	FIRMA	VALIDEZ
ING. RENE RODOLFO HUANACUNI TARQUI	112175		1
ING. OSCAR ZELA CHOQUE	122803		1
ING. JUAN BRAYAN MOSCAIRO CHURA	68330		1

**Figura 9. Modelo de ficha de recolección de datos**

### 3.4.1. Validez de Recolección de datos

(Barragan, 2003) Según el autor es cuando se refiere a la preocupación de que no exista errores, que se relacionan generalmente con los procesos y también con los instrumentos de medición, y la confiabilidad esta estrictamente relacionada con la realidad analizada y el error, quiere decir que cuando es más confiable el error será menor. Para nuestra investigación se utilizo la ficha de observación de campo para el aforo correspondiente.

Para nuestra investigación se contará con tres expertos.

**Tabla 5. Lista de expertos para validación de datos**

Experto	Nombre	CIP	Validez
1	Rene Rodolfo Huanacuni Tarqui	112175	1
2	Oscar Zela Choque	122803	1
3	Juan Brayan Moscairo Chura	68330	1

*Elaboración propia*

Las evaluaciones y estimación se realizaron principalmente utilizando la tabla de Oseda, 2011 con una puntuación de 0-1 en este caso los expertos validaron con 1.

Se visualiza en el anexo 3

### 3.5. Procedimientos

**Etapa 1:** Recolección de datos del sistema actual

**Etapa 2:** Calculo de demanda de agua

**Etapa 3:** Elaboración de presupuesto comparativo de costo de operación de planta de tratamiento de agua potable.

**Etapa 4:** Evaluación de las propiedades de agua captada solo de afluente porque la PTAP no hay en el sistema por ello no se podrá evaluar el efluente.

**Etapa 5:** Evaluación del tipo de planta de tratamiento de agua potable a implementar.

### 3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos se realizó de la siguiente manera:

Se elaboró un estudio técnico en el cual se tiene un presupuesto y con la aprobación del supervisor de obra y la entidad ejecutora, para la implementación de la planta de tratamiento de agua potable.

Se realizaron cálculos de demanda de agua con el software WaterGEMS, el cual sirvió también para el cálculo del volumen de la unidad potabilizadora de agua.

Se realizaron la elaboración del presupuesto en SRW7PRO.

Se realizó la elaboración del cronograma de ejecución en Project.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación que se realizó es única, y que además se han respetado todos los derechos de los autores, citándolos en el marco referencial, también se ha respetado la normatividad de elaboración de tesis de la universidad Cesar Vallejo y por ello cuenta con autenticidad para ser considerado como único, para dar fe a lo señalado se presenta el porcentaje de similitud realizado con el programa Turnitin. con 16%, ver anexo 10.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Desarrollo de la Investigación.

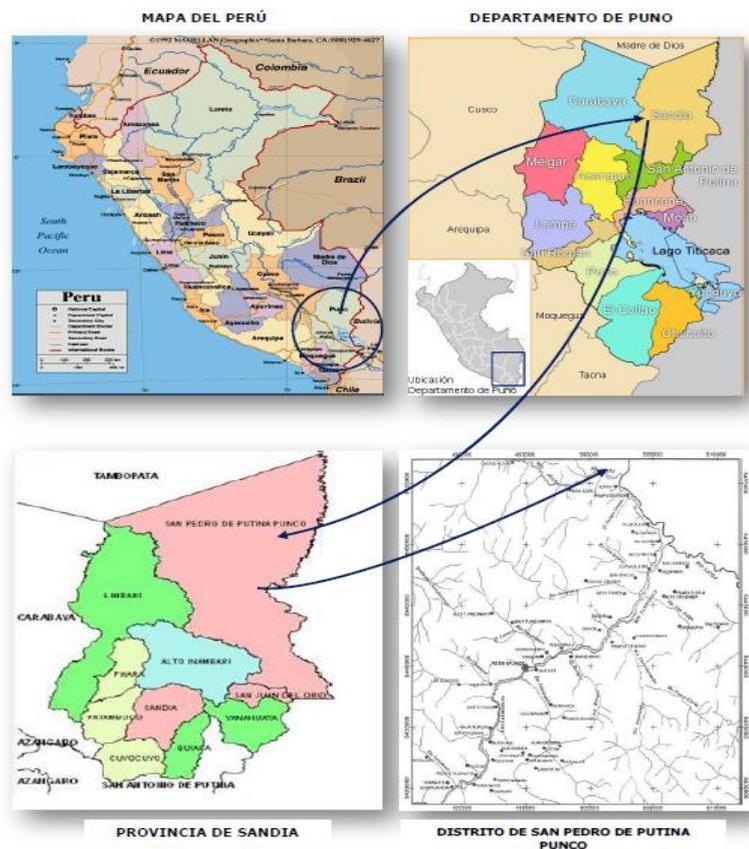
#### 4.1.1. Descripción de la zona de estudios

##### 4.1.1.1. Ubicación Política

Región : Puno  
Provincia : Sandia  
Distrito : San Pedro de Putina Punco  
CP : Curva Alegre

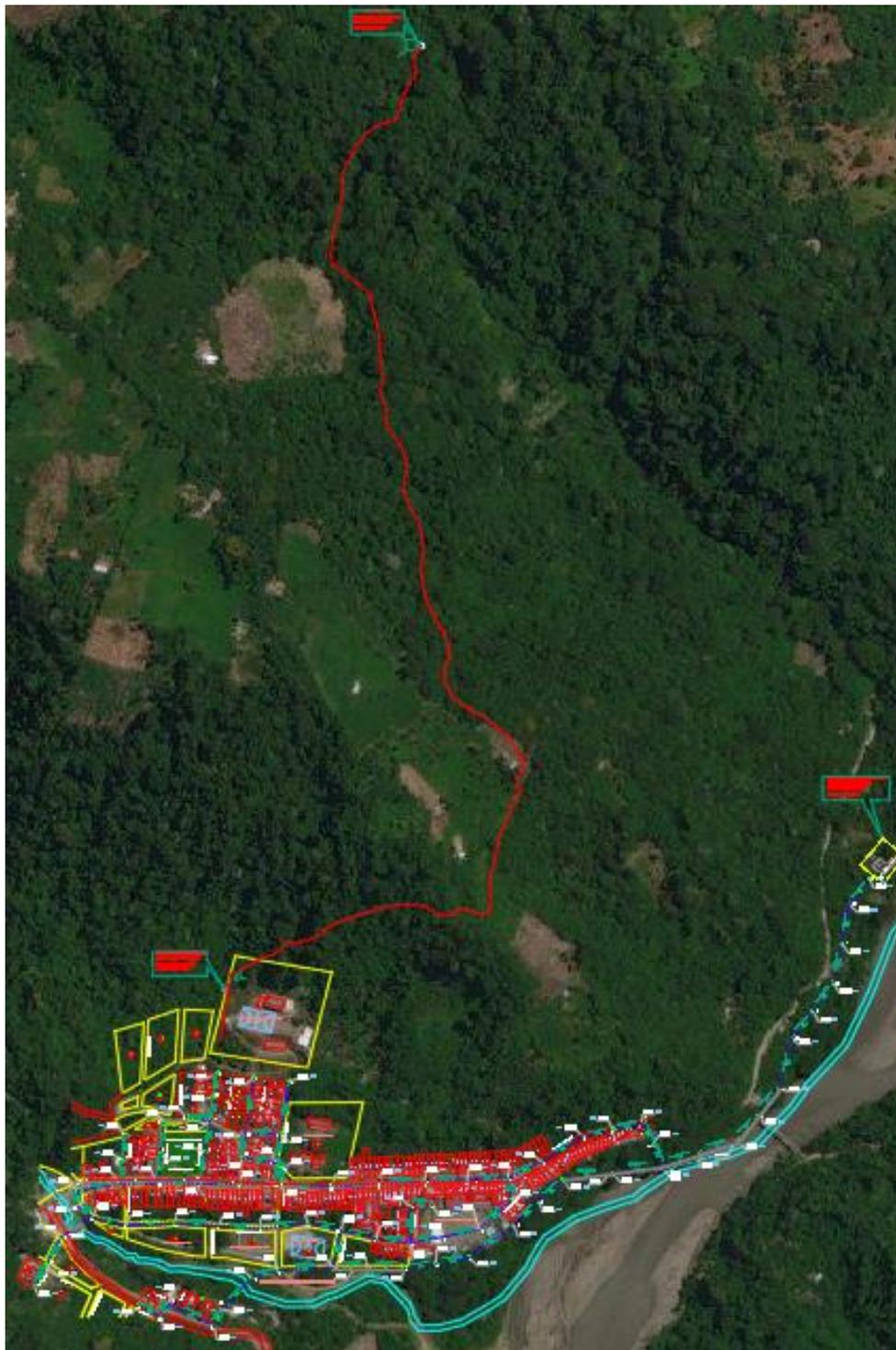
##### 4.1.1.2. Ubicación Geográfica

Latitud sur :  $14^{\circ}57'26.23''$   
Longitud oeste :  $68^{\circ}57'36.21''$   
Elevación : 801.11 msnm



**Figura 10. Localización de la zona de estudio**

#### 4.1.1.3. Zona de Influencia del Proyecto CP Curva Alegre



**Figura 11. Fotografía satelital del sistema de agua potable Curva Alegre**

#### 4.1.1.4. Vías de Acceso.

Tabla 6. Vías de acceso hacia la zona de estudio

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO DE RECORRIDO (minutos)	TIPO DE VIA	FRECUENCIA DE MOVILIDAD
Juliaca - Sandia	229	344 minutos	Asfaltado	Diario
Sandia – San Juan del Oro	79	180 minutos	Afirmada	Diario
San Juan del Oro – S.P. Putina Punco	69	90 minutos	Afirmado	Diario
S.P. de Putina Punco – C.P. Curva Alegre	26.60	75 minutos	Trocha	Diario

*Fuente Elaboración propia*

#### 4.1.2. Resultados de Cálculo de Demanda de Agua

$$Pf = Pa(1 + r\left(\frac{t}{100}\right))$$

Donde:

Pa: Población actual

Pf: Población futura

r: Coeficiente de crecimiento población

t: Período de diseño

**CENTRO POBLADO CURVA ALEGRE**

**CANTIDAD**

VIVIENDAS

287

DENSIDAD DE VIVIENDA

3.05 Hab/Viv. Tasa de

crecimiento  $r = 3.53\%$  según INEI, tasa de la provincia de Sandia, donde se encuentra la localidad de Curva Alegre.

Año base  $t = 0$ , en 2021

$$Pf = 875 \left( 1 + 3.5 \left( \frac{20}{100} \right) \right) = 1493 \text{ hab.}$$

#### 4.1.3. Cálculo De La Demanda De Agua

En respuesta a la hipótesis específico que de que el caudal satisface la necesidad de los usuarios del centro poblado de Curva alegre se puede ratificar que:

$$Q = Pf * \frac{Dot}{86400} = 1493 * \frac{100}{86400} = 1.728l/s$$

$$Q_{md} = 1.30 * Q = 1.30 * 1.728 = 2.247l/s$$

Los resultados de la demanda de agua necesario para el sistema del centro poblado de Curva Alegre, de las 287 familias que se empadronaron, el cálculo de la población futura con la formula aritmética es 1493 habitantes, teniendo también en cuenta la dotación de 100 l/hab/día se tiene un consumo promedio diario anual de 1.728 l/s, consumo máximo diario de 2.247 l/s con estos resultados se realizará los cálculos también para las propuestas de planta de tratamiento de agua potable.

**Tabla 7. Cálculo de la Demanda Hídrica**

<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE CP CURVA ALEGRE</b>			
<b>Municipalidad Centro Poblado: Curva Alegre</b>	<b>Provincia Departamento: Sandía-Puno</b>		
<b>Ejecuta</b>	CONSORCIO CURVA ALEGRE		
	<b>Demanda Diaria</b>		
	<b>Poblacional</b>		
<b>A.- POBLACIÓN ACTUAL</b>	875		
	287	familias	
<b>B.- TASA DE CRECIMIENTO</b>	3.5	%	
<b>C.- PERIODO DE DISEÑO</b>	20	años	
<b>D.- POBLACIÓN FUTURA</b>			
$Pf = Po * (1 + r*t/100)$	1,493	habitantes	
<b>E.- DOTACIÓN - CLIMA</b>			
<i>Ops Clima Calido con Arrastre Hidralico</i>	100	l/s/día/Hab	
<b>F.- CAUDAL DE LA FUENTE</b>	2.580	l/s	
<b>G.- CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL</b>			
$Q = Pob * Dot./86400; Q_p = 1.05 * Tot Q'_p$	1.728		
<b>H.- CONSUMO MÁXIMO DIARIO</b>	< Línea de Conducción >		
$Q_{md} = 1.30 * Q; Q_{md_p} = 1.15 * Q_p$	2.247	l/s	OK

#### 4.1.4. Cálculo de Presupuesto comparativo de operación de planta de Tratamiento de agua potable.

Por la cantidad de materia orgánica que transporta el riachuelo que es de 20.50 NTU y realizando los cálculos correspondientes se estima que la frecuencia de mantenimiento y operación de los desarenadores, sedimentador y los filtros será mensual, para evitar a que el sistema colapse, todo ello relacionado a la cantidad

de trabajadores que es necesario para realizar dichos trabajos, se toma en cuenta también el salario mínimo que se paga en la zona de estudio.

### **Costos de Operación y Mantenimiento de PTAP convencional.**

Para el calculo de los costos de mantenimiento y operación de la planta de tratamiento de agua potable convencional se tomo el costo de mano de obra de acuerdo a la zona de estudio, ya que en la zona los usuarios se dedican a la cosecha de coca y a la minería informal, por ello el costo de un jornal de peón oscila entre S/. 80.00 y S/. 100.00 soles, para nuestra investigación se tomó como base el pago de jornal de S/. 80.00 soles.

La cantidad de personas que es necesario para realizar el mantenimiento se tomó de la siguiente manera: 1 persona por día en el mantenimiento del desarenador, 1 persona por dia en el mantenimiento del sedimentador, 16 personas en el mantenimiento de las cámaras de filtración, distribuidos de la siguiente manera 8 por cada cámara de filtración y 4 extrayendo lodos del interior y 4 fuera de cada cámara de filtración realizando el lavado de arena y el posterior retorno de los filtros a las cámaras.

Todo ello con una suma total de los jornales de S/. 1,440.00 soles mensuales en operación y mantenimiento, el calculo de costos que se realizo es por mes de mantenimiento y operación.

**Tabla 8. Costo de operación y mantenimiento de PTAP convencional.**

item	Componente	Cantidad	Costos por persona	parcial
1	Desarenador	1	S/. 80.00	S/. 80.00
2	Sedimentador	1	S/. 80.00	S/. 80.00
3	Filtros	16	S/. 80.00	S/ 1,280.00
TOTAL				S/ 1,440.00

Fuente: Elaboración propia

### **Costos de Operación y Mantenimiento de Unidad Potabilizadora de Agua UPA.**

Para el cálculo costos de operación y mantenimiento de la unidad potabilizadora de agua UPA se tomó como referencia el modelo UPA T 200 semi automático, en donde el fabricante recomienda realizar el mantenimiento cada semana por

personal capacitado para dicha actividad, en el estudio realizado se asumió el pago por jornal de un personal capacitado por el fabricante la suma de S/. 100.00 soles por día laborado, además se considera que para el mantenimiento es necesario solo un personal capacitado, ya que el UPA semi automático contiene válvula que es necesario abrir para extraer los sedimentos y los lodos acumulados en la celda de almacenamiento, estos por la acción de la misma presión del sistema de la línea de conducción son extraídos solo al abrir las válvulas siguiendo un patrón para realizar dicha labor, considerando que el mes tiene 4 semanas el costo de mantenimiento de UPA T200 equivale a S/. 400.00 soles mensuales.

**Tabla 9. Costos de Operación y Mantenimiento de Unidad Potabilizadora de Agua UPA**

item	Componente	Cantidad	Costos por persona	Nro de Semanas por mes	parcial
1	UPA T200	1.00	S/. 100.00	4.00	S/. 4000.00
TOTAL					S/. 4000.00

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.1.5. Análisis de eficiencia de las plantas de tratamiento de agua potable**

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de calidad de agua del afluente se tienen los siguientes datos:

##### **Características Organolépticas**

- Aspecto : turbio
- Olor : aceptable
- Sabor : normal

##### **Características Fisicoquímicas**

- Potencia de Hidrogeno PH: 7.74
- Temperatura : 24.8 °C
- Conductividad Hidráulica : 38.0
- Dureza total CaCO<sub>2</sub> : 32.5 mg/l
- Calcio Ca : 20.1 mg/l
- Alcalinidad CaCO<sub>2</sub> : 27.1 mg/l
- Solidos Totales Disueltos : 28.0 mg/l
- Salinidad : 0.0
- Turbiedad : 20.50 NTU

De acuerdo a los datos obtenidos se puede afirmar lo siguiente que la turbiedad de acuerdo a los límites máximos permisibles es de 5 NTU, por lo tanto se puede afirmar que es muy necesario bajar estos datos en el tratamiento de agua potable. Con respecto a la eficiencia de tratamiento y el análisis de calidad de agua del afluente no se pudo realizar por que en la zona de estudio no existe ninguna planta de tratamiento, por ello la necesidad de plantear una alternativa de solución, para ello nos basamos en documentación obtenida de una comparación técnica y económica de las plantas compactas para potabilizar agua, UPA tecnología desarrollada por OSE-Uruguay con las plantas convencionales de tecnología mejorada que se utilizan en el Perú.

## UPA-Planta Compacta, Autónoma y Transportable para Potabilización de Agua

ANÁLISIS-Funcionalidad, costos, eficiencia y estudio comparativo con plantas convencionales de Tecnología Mejorada, TM.

Se ha realizado una comparación técnica y económica de las Plantas Compactas para Potabilizar Agua, UPA, tecnología desarrollada por OSE-Uruguay; con las Plantas Convencionales de Tecnología Mejorada que se utilizan en el Perú.

Luis Llanos  
Mayo del 2013

  
LUIS HILANCIBO LLANOS AQUINO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 74158

Se ha realizado una comparación técnica y económica de las Plantas Compactas para Potabilizar Agua, UPA, tecnología desarrollada por OSE-Uruguay; con las Plantas Convencionales de Tecnología Mejorada que se utilizan en el Perú.

Según esta documentación de estudio podemos afirmar que las plantas compactas son mas eficaces que las plantas convencionales ya que estas demoran en realizar el tratamiento en un aproximado de 4 días

#### **4.1.7. Interpretación de Resultados**

**H0:** Con respecto a la hipótesis general que indica la posibilidad de la implementación de una planta de tratamiento el cual mejorará la calidad de agua, se puede precisar que en definitiva con la implementación de la planta los beneficiarios gozaran de agua potable de calidad; de los tres tipos de plantas que se mencionaron se puede decir que las áreas necesarias para la implementación son las siguientes:

Planta de tratamiento de Agua potable Convencional 250m<sup>2</sup> aprox.

Filtro Lento 120 m<sup>2</sup> aprox.

Unidad potabilizadora de Agua 32m<sup>2</sup> aprox.

**H1:** Con respecto a la primera hipótesis que indica de que el agua potable tratada con los tipos de tratamiento satisface la demanda de los usuarios se puede precisar lo siguiente: se realizó el cálculo de demanda de agua, este cálculo se realizó primero teniendo en cuenta el aforo de la fuente, luego se realizaron los cálculo de consumo promedio diario anual, consumo máximo diario y el consumo máximo horario, y se pudo llegar al resultado que los caudales satisfacen la demanda en el centro poblado de Curva Alegre.

**H2:** De acuerdo a los resultados obtenidos con respecto al presupuesto para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento compacta es de S/. 400.00 soles mensuales por lo cual es aceptable.

**H3:** En cuanto a los resultados obtenidos con respecto a la eficiencia de tratamiento de agua potable por las diferentes plantas de tratamiento se tiene que la planta compacta o denominado UPA es la aceptable para esta hipótesis, de acuerdo a los estudios realizados. Por el ing Luis Francisco Llanos Aquino, para lo cual nos basamos a ello debido a que en la zona de estudio no se tiene una planta de tratamiento de agua.

## V. DISCUSIÓN

- En la tesis Diseño y Construcción de Una Planta De Tratamiento Para la Potabilización de Agua, se Dispondrá en el Laboratorio de las Aguas de la Universidad Católica de Colombia, los autores realizan un prototipo de una planta de tratamiento de agua potable con el método de prueba de jarras en donde simulan una eficiencia de 88%, para modelar con esta prueba de jarras es necesario tener cerca un laboratorio, debido a la gran distancia que se tuvo en nuestra investigación descartamos esta posibilidad.
- En la tesis denominado el problema de la contaminación de los cuerpos de agua en la comuna de laja. determinación de parámetros bioquímicos y físicos en la laguna señora y su posible aplicación en el EULA, se tiene similitud con respecto debido a que también coincidimos en que por la contaminación de la tierra el agua se está volviendo muy indispensable, más aun el agua para consumo humano, en la zona de investigación además se puede precisar que aguas arriba de la captación la población se dedica a realizar la plantación de la hoja de coca, dicha actividad requiere en demasía la utilización de productos químicos como insecticidas, fungicidas has incluso herbicidas, esto con la presencia de lluvias constantes en la selva Puneña definitivamente llegaría a la fuente de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Curva Alegre, es por ello la necesidad de plantear una planta de tratamiento adecuado para el sistema.
- En su tesis con denominación Racionalización de plantas de tratamiento de agua potable de la cuenca del río Mapocho la autora da claras muestras de que las plantas de tratamientos convencionales a pasar los años van fallando en un 59.4 %, indica en su tesis que las estructuras dende se realizan los diferentes procesos ocurren fallas o deterioros a las estructuras, nosotros analizando esta tesis pensamos que las estructuras de concreto con el pasar de los años siempre presentaran fallas en las estructuras, es por ello que planteamos una alternativa a las plantas convencionales, por las compactas ya que vienen ya fabricadas y en una sola pieza.
- En su estudio de investigación evaluación de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfacción en la población de Olleros-Huaraz, periodo 2015-2016, nos menciona que para ver o monitorear la calidad

de agua es muy importante identificar las fuentes de contaminación, en nuestra investigación se realizó un análisis de agua que se llevó a laboratorio de Minsa de la Ciudad de Puno, con los resultados obtenidos se puede entender que la principal fuente de contaminación son las materias orgánicas, propios de la caída de hojas y pequeños insectos muertos, y además se encontró una turbiedad de 20.5 NTU.

- En la siguiente investigación llamado análisis y diseño de sistema de tratamiento de agua potable para consumo humano y su distribución en la universidad de Piura, los autores después de llegar a los resultados que el agua en la ciudad universitaria no es apto para consumo humano, sugieren la implementación de otro tipo de planta de tratamiento en este caso la de bebederos, que viene a ser también una planta compacta, también llamado bidones, sin embargo cabe resaltar que para nuestra investigación también se sugiere la implementación de una planta potabilizadora diferente a la convencional debido a factores con la topografía, clima y la inestabilidad del terreno.
- En el siguiente estudio de investigación denominado diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco – Trujillo, el autor después de un análisis llega a la conclusión de realizar una planta de tratamiento convencional, debido a la cantidad de habitantes que existe en el lugar de la investigación, pero a ello le incluye la desinfección por osmosis inversa, para nuestro caso como ya indicamos es muy difícil plantear una planta de tratamiento convencional, debido a la falta de área de construcción.
- El autor de esta tesis denominado diseño y análisis de plantas potabilizadoras de agua para consumo humano, en el centro poblado de Balsapata -2017, indica que al hacer un diseño y análisis de los tipos de plantas de tratamiento, y al comparar los presupuesto también llega a la conclusión de implementación de una planta potabilizadora compacta debido a la eficiencia de tratamiento y a su fácil instalación, incluso realiza un diseño de una planta convencional, y que además en su zona de investigación se puede apreciar el área disponible descarta esta posibilidad, debido a que las plantas convencionales para una zona rural generalmente fallan por que no se hace un mantenimiento adecuado,

para nuestra investigación tenemos la misma problemática de que los usuarios se desentienden incluso con el mantenimiento de su sistema actual, considerando también estos factores nosotros planteamos una alternativa de la implementación de plantas compactas.

- En su tesis denominado producción de agua potable de la EPS. EMSA Puno S.A. para la ciudad de Puno, el autor después de realizar el estudio y de visitar los lugares de tratamiento indica que las que se utilizan es de tipo convencional con procesos que en cada estructura se realiza, tal vez por desconocimiento o por que no se a realizado un buen estudio aun no se plantea la implementación de plantas potabilizadoras compactas, en nuestra investigación pudimos corroborar que esta planta potabilizadora son utilizadas o planteadas solo en estudios y o investigaciones, muy pocos han sido quienes lo han puesto en funcionamiento y adquisición de estas plantas potabilizadoras de agua o también llamadas unidades potabilizadoras de agua (UPA), sin embargo conocemos de algunos en donde se han implementado, la Organización de Saneamiento Estatal de Uruguay (OSE), ha donado a la región Ica cuando hubo el terremoto que ocurrió en el 2007 que fue el modelo 200T,

### **Oportunidades y Ventajas**

Las oportunidades que se presentaron al realizar el presente estudio de investigación son la de ampliar el conocimiento y de esa forma cuando ya seamos profesionales podamos proponer este tipo de nuevas tecnologías cuando se realice la elaboración de un nuevo expediente técnico, también la oportunidad de realizar la verificación de las tesis que también recomiendan la implementación de nuevas tecnologías de tratamiento de agua potable

Cuando se esté como consultor de proyectos será muy ventajoso el de tener ya en cuenta cuando en un sistema se necesite una planta de tratamiento, de antemano proponer una unidad potabilizadora de agua UPA.

### **Debilidades y Desventajas**

Las debilidades al realizar la presente investigación son básicamente las limitaciones que hubo durante la ejecución del estudio ya que era complicado viajar a la zona de estudio, por el motivo de la pandemia que se viene atravesando.

La desventaja que se tuvo fue el factor tiempo de lo contrario se hubiera realizado un estudio mas detallado de la unidad potabilizadora de agua, según lo presentado para la purificación de agua por el consorcio que viene ejecutando el sistema se planteaba la implementación de la UPA.

También la desventaja es no poder realizar el análisis de calidad de agua del afluente por que no existe ninguna planta de tratamiento en la zona de estudio.

## VI. CONCLUSIONES

1. Al analizar la calidad de agua se concluye que es de suma importancia implementar una planta de tratamiento en el sistema de agua potable en el CP Curva Alegre.
2. Al analizar la demanda de agua tanto como de la fuente como de los caudales necesarios para el funcionamiento del sistema, teniendo como resultado los siguientes datos. Población futura 1943 habitantes, caudal de la fuente de acuerdo a los aforos realizados 2.58 l/s, consumo promedio diario anual 1.728 l/s, consumo máximo diario 2.247 l/s, de acuerdo al padrón realizado las familias beneficiadas con el proyecto son 287 familias, esto indica que el caudal de la fuente abastece al sistema del centro poblado de Curva Alegre.
3. Al realizar la comparación de costos de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento tanto convencional como compacta se concluye que el costo de operación y mantenimiento de planta convencional es de S/.1,440.00 soles mensuales y la planta compacta presenta un costo de S/. 400.00 soles mensuales.
4. Al analizar la eficiencia de tratamiento de acuerdo a los estudios realizados por el Ing. Luis Llanos Aquino se concluye que son mas eficientes las unidades potabilizadoras de agua, sin embargo en nuestro estudio no es posible realizar dicho estudio ya que no existe ninguna planta de tratamiento de agua potable.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la implementación de una planta de tratamiento de agua potable en el sistema de agua potable del centro poblado de Curva Alegre de la localidad de San Pedro de Putina Punco.

Se recomienda que se la implementación de una unidad potabilizadora de agua por el costo menor de operación y mantenimiento que existe.

Se recomienda que se la implementación de una unidad potabilizadora de agua por la eficacia de tratamiento de agua potable que beneficiara a más de 287 familias.

## REFERENCIAS

- 1) Acuatecnica. (14 de agosto de 2021). *ACUATECNICA S.A.S.* Obtenido de <https://acuatecnica.com/tipos-plantas-tratamiento-agua-potable/>
- 2) Agua Fan, D. (05 de 06 de 2021). *FAN DEL AGUA*. Obtenido de ROTOPLAST: <https://fandelagua.com/fuentes-naturales-de-agua/>
- 3) Agüero Pittman, R. (1997). *AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES*. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).
- 4) Aquaductos. (14 de Agosto de 2021). *AQUADUCTOS Manejo Eficiente del Agua*. Obtenido de <https://aquaductos.com.co/es/blogs/tipos-de-plantas-de-tratamiento-para-potabilizacion-del-agua>
- 5) Aquae. (14 de agosto de 2021). *Aquae Fundación*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/potabilizacion-agua/>
- 6) Arias, F. G. (2012). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (Introducción a la metodología científica) 6a Edición*. Caracas: EPISTEME, C.A.
- 7) Baena Paz, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: GRUPO EDITORIAL PATRIA, S.A. DE C.V.
- 8) Barragan, R. (2003). *Guía para la Formulación y Ejecución de Proyectos de Investigación*. La Paz Bolivia: Edición Offect Boliviana Ltda.
- 9) Bravo Coaquira, F. M. (2020). *PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA EPS. EMSA PUNO S.A. PARA LA CIUDAD DE PUNO*. Puno Perú.
- 10) Caminati Briceño, A. M., & Caqui Febre, R. C. (2013). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO Y SU DISTRIBUCION EN LA UNIVERSIDAD DE PIURA*. Piura.
- 11) Chulluncuy Camacho, N. C. (2011). *Tratamiento de Agua Para consumo Humano*. Lima Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Ingeniería Industrial.

- 12) Conagua. (2018). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO (Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado)*. C.P. 14210, Tlalpan, Mexico: D.R. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- 13) Díaz Ramos, J. A., & Rojas Gutiérrez, A. A. (2020). *DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACION DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO*. Trujillo Perú.
- 14) Garcia Trisolini, E. (2009). *MANUAL DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES RURALES (Fondo Perú Alemania)*. Lima - Perú.
- 15) Gil Pascual, J. A. (2016). *Técnicas e Instrumentos para la Recogida de Informacion*. Madrid: Edicion Digital Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- 16) Gómez, M. m. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Córdoba Argentina: Editorial Brujas.
- 17) Hernández Sampieri, R., Fernandez Callado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). DEFINICIONES DE LOS ENFOQUES CUANTITATIVO Y CUALITATIVO, SUS SIMILITUDES Y DIFERENCIAS. *ACADEMIA Accelerating the world's research*, 2-21.
- 18) Hernández Triana, E. J., & Corredor Briceño, C. A. (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACION DE AGUA, SE DISPONDRÁ EN EL LABORATORIO DE LAS AGUAS DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA*. Bogotá.
- 19) ImWATER. (05 de 06 de 2021). *Im WATER plantas potabilizadoras compactas*. Obtenido de <https://www.imwater.es/portfolio-item/plantas-potabilizadoras-compactas/>
- 20) Larenas Moyano, C. E., Lavín Militar, L. I., & Obreque Obreque, F. D. (2018). *EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION DE LOS CUERPOS DE AGUA EN LA COMUNA DE LAJA. DETERMINACION DE PARAMETROS*

*BIOQUIMICOS Y FISICOS EN LA LAGUNA SEÑORA Y SU POSIBLE APLICACION EN EL EULA.* Los angeles.

- 21) Lerma González, H. D. (2016). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Propuesta, anteproyecto y proyecto 5a Edición.* Bogotá Colombia: Ecoe Ediciones.
- 22) Marín Ramírez, R., & Gutiérrez Palacio, G. N. (2018). *EL AGUA EN LA CIUDAD Y LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS.* Calle 21 n° 5-84 (4° piso). Bogotá DC., Colombia: Ediciones Universidad Central.
- 23) Minagri. (05 de 06 de 2021). *Ministerio de Desarrollo Agrario y riego.* Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/41-sector-agrario/recursos-naturales/315-recurso-agua#:~:text=Recurso%20Agua,econ%C3%B3mico%20y%20social%20del%20pa%C3%ADs>.
- 24) Muñoz Razo, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis (segunda Edición).* Naucalpan de Juárez México: PEARSON.
- 25) Mx.Org, A. (06 de 06 de 2021). *Fondo para la Comunicación y la educación ambiental A.C.* Obtenido de <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua/>
- 26) Niño Rojas, V. M. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Diseño y Ejecución.* Bogotá Colombia: Ediciones de la U.
- 27) Normas, F. y. (14 de agosto de 2021). *Fibras y Normas de Colombia S.A.S. Ingeniería en Agua.* Obtenido de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable-ptap-funcionamiento-y-tipos/>
- 28) Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2013). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis 4a edición.* Bogotá Colombia: Ediciones de la U - Transversal.
- 29) OMS, O. M. (06 de 06 de 2011). *GUIAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO (CUARTA EDICIÓN QUE INCORPORA LA*

*PRIMERA ADENDA*). Ginebra: Impreso en Peru WHO Graphics, Suiza.  
Obtenido de GUIA PARA LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO  
HUMANO:

[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/es/)

- 30) Ops. (2006). *CRITERIOS BÁSICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN LOS ÁMBITOS RURAL Y DE PEQUEÑAS CIUDADES*. Lima, Perú.
- 31) Ose. (15 de julio de 2021). *Obras Sanitarias del Estado*. Obtenido de <http://www.ose.com.uy/agua/upa>
- 32) Perez De La Cruz, F. J. (05 de 06 de 2021). *ABASTECIMIENTO DE AGUAS Universidad Politecnica de Cartagena*. Obtenido de [https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6010/mod\\_resource/content/1/Tema\\_02\\_CAPT\\_AGUAS\\_SUP.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6010/mod_resource/content/1/Tema_02_CAPT_AGUAS_SUP.pdf)
- 33) Pradana Pérez, J. Á., & García Avilés, J. (2019). *Criterios de calidad y gestión del agua potable*. Madrid: Edición digital mayo 2019.
- 34) Pronasar. (2004). *PARAMETROS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA CENTROS POBLADOS RURALES*. Lima - Perú.
- 35) Quispe Condori, J. G. (2019). *DISEÑO Y ANALISIS DE PLANTAS POTABILIZADORAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, EN EL CENTRO POBLADO DE BALSAPATA -2017*. Puno Peru.
- 36) Quispe, D. C., Ligarda Samanez, C., Solano Reynoso, A., Ramos Pacheco, B., Quispe Quispe, Y., Choque Quispe, Y., & Kari Ferro, A. (2021). Índice de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú. *Tecnología y ciencias del Agua (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)*, 41-42.
- 37) Rodríguez Moguel, E. A. (2005). *Metodología de la Investigación*. Villahermosa: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

- 38) Spena. (14 de agosto de 2021). *SPENA GROUP*. Obtenido de SAFE H2O Planta de Tratamiento de Agua Potable: [https://spenagroup.com/planta-tratamiento-agua-potable/?gclid=CjwKCAjw092lBhAwEiwAxR1lRvLh\\_aSU9HzO8RGoQvWRvd3Ruo69DYoJf4\\_u3RUI94mrRJIYDm-GVRoCql4QAvD\\_BwE](https://spenagroup.com/planta-tratamiento-agua-potable/?gclid=CjwKCAjw092lBhAwEiwAxR1lRvLh_aSU9HzO8RGoQvWRvd3Ruo69DYoJf4_u3RUI94mrRJIYDm-GVRoCql4QAvD_BwE)
- 39) Synertech. (14 de agosto de 2021). *Synertech Water Technologies*. Obtenido de Plantas de Tratamiento de Agua Potable: <https://www.nyfdecolombia.com/plantas/tratamiento-de-agua-potable>
- 40) Tar, G. (14 de agosto de 2021). *Tar Innova Tecnología Ambiental Grupo Tar*. Obtenido de Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla: [http://www.elaguapotable.com/Tratamiento%20de%20potabilizacion%20del%20agua%20\(Grupo%20TAR\).pdf](http://www.elaguapotable.com/Tratamiento%20de%20potabilizacion%20del%20agua%20(Grupo%20TAR).pdf)
- 41) Urzúa Araneda, N. P. (2017). *Racionalización de plantas de tratamiento de agua potable de la cuenca del río Mapocho*. Santiago de Chile.
- 42) Vélez Otálvaro, M. V., Ortiz Pimienta, C., & Vargas Quintero, M. C. (2011). *LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS UN ENFOQUE PRÁCTICO*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- 43) Vicuña Perez, F. V. (2019). *EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y EL GRADO DE SATISFACCION EN LA POBLACION DE OLLEROS-HUARAZ, PERIODO 2015-2016*. Huaraz, Ancash Perú.

## ANEXOS

### ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES E INDICADORES			
			VARIABLE INDEPENDIENTE: TIPOS DE PTAP			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Como mejorar la calidad de agua potable planteando la alternativa de implementación de planta de tratamiento de agua potable en el CP Curva Alegre, Sandía, Puno 2021?	Analizar y Mejorar la calidad de agua potable mediante la alternativa de implementación de la planta de tratamiento de agua potable en el centro poblado de Curva Alegre, Sandía, Puno.	La implementación de la planta de tratamiento de agua permitirá mejorar la calidad de agua potable del sistema en el centro poblado de curva alegre, Sandía, Puno.	Diseño de PTAP	Capacidad de Estructuras Hidraulicas PTAP	Calculo de Volumen por caudales	Enfoque de investigacion: Cuantitativo
		Diseño Estructural		Calculo Estructural		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD DE AGUA POTABLE			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuánto es el caudal para realizar el diseño de la planta de tratamiento que satisfaga la demanda de consumo de agua potable en el centro pobla de Curva Alegre?	Analizar la demanda de agua que deberá ser tratada en la planta de tratamiento de agua potable que satisfaga de consumo de agua potable en el centro poblado de Curva Alegre.	El caudal de agua tratada que sale de la planta de tratamiento de agua potable satisface la demanda del sistema en el centro poblado de Curva Alegre.	Consumo en el sistema de agua potable	Consumo Maximo Diario	Qmd=1.3Qm	Tipo de investigacion: Aplicada
¿Cuánto será el costo para tratar el agua en el sistema de agua potable del CP Curva Alegre?	Evaluar el costo para tratar el agua en el sistema del CP de Curva Alegre.	El costo para tratar el agua en el sistema de agua potable es aceptable para los beneficiarios del CP Curva Alegre.	Costo de tratamiento de agua potable	Costo de Operación	Analisis de costos	Nivel de investigacion: Descriptivo
¿Cuánto es la eficacia de tratamiento en el sistema de agua potable del CP de Curva Alegre?	Analizar la eficiencia de tratamiento en el sistema de agua potable del CP de Curva Alegre.	La eficiencia de tratamiento de agua potable cumple con los estandares de calidad de agua para consumo humano.	Agua Captada	Propiedades Fisicas	Analisis de laboratorio	Diseño de investigacion: No experimental Transversal
				Propiedades Quimicas		
				Microbiologicas		

## ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Independiente</b>						
Tipos de Plantas de Tratamiento de Agua Potable	Se describe como plantas de tratamiento a las unidades estructurales que tiene como finalidad realizar un adecuado tratamiento del recurso hídrico desde su captación hasta el consumo de parte de los usuarios, se clasifican de acuerdo a la tecnología y los procesos de purificación de agua que realizan cada una de ellas (Aquaductos, 2021) .	Reglamento Nacional de Edificaciones OS 010	Diseño de PTAP	Capacidad de Estructuras Hidraulicas PTAP	Calculo de Volumen en por caudales	Razon
		Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el Ámbito Rural (RM N° 173 – 2016/ VIVIENDA) y sus actualizaciones.		Diseño Estructural	Calculo Estructural	Razon
<b>Dependiente</b>						
Calidad de Agua Potable	El agua cruda posee ciertas características de calidad como físicas, químicas y microbiológicas, comparando estas características se concluye si son o no aptas para consumo humano, para luego indicar la necesidad de su tratamiento cuando el agua cruda no sea apto para consumo humano, partiendo de esta discrepancia entrea la calidad de agua cruda y agua deseada, se procede a estudiar y seleccionar la mejor alternativa (Lozano y Lozano 2015)	Es medido de acuerdo a los estándares de calidad admisibles para consumo humano mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM	Consumo en el sistema de agua potable	Consumo Maximo Diario	Qmd=1.3Qm	Razon
			Costo de tratamiento de agua potable	Costo de Operación	Analisis de Costos	
			Agua Captada	Propiedades Físicas	Analisis de laboratorio	
	Propiedades Químicas					
				Propiedades Microbiológicas		

### ANEXO 3. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CP CURVA ALEGRE, SANDIA, PUNO 2021"

FICHA TECNICA N° 01

**FICHA DE AFORO AREA VELOCIDAD (FLOTADOR)**

Localidad CURVA ALEGRE	Distrito SPPP	Provincia SANDIA	Región PUNO
---------------------------	------------------	---------------------	----------------

AFORO AREA VELOCIDAD DE CAUDALES - CANALES

Tipo de fuente: Manantial

Dimensiones del rio (m.)		Cálculo de la Sección.		Longitud (m)
b1 = 0.100	b2 = 0.075	Fórmula	$(b1*y1+b2*y2)/2$	
y1 = 0.05	y2 = 0.035	Area (m2)	0.004	3.00

Prueba	Tiempo (seg)	(m/seg)	Caudal (lt/seg)	Observaciones.
1	3.25	0.923	2.99	Se ha medido en forma indirecta la velocidad superficial en el canal, para un tramo de 3 m. Resultado: Caudal total que se capta en la tubería de la línea de conducción 2".
2	3.19	0.940	3.05	
3	4.53	0.662	2.15	
4	4.21	0.713	2.31	
5	4.05	0.741	2.40	

PROMEDIO 2.58

Caudal representativo del aforo (lt/seg.):	Criterio: Promedio	Coefficiente: 0.85
--	--------------------	--------------------



NOMBRES: EXPERTOS	CIP	FIRMA	VALIDEZ
ING. RENE RODOLFO HUACACUNI TARQUI	112175	CONSORCIO CURVA ALEGRE  ING. CIVIL CP. 112175 BEBIDAS DE CURVA	1
ING. OSCAR ZELA CHOQUE	122803	CONSORCIO SUMINISTRACION CURVA ALEGRE  ING. OSCAR ZELA CHOQUE CIP-CP. 122803 SUPERVISOR DE CURVA	1
ING. JUAN BRAYAN MOSCAIRO CHURA	68330	 ING. JUAN B. MOSCAIRO CHURA Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 68330	1

## ANEXO 4. PRESUPUESTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

**Proyecto** CREACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN EL CENTRO POBLADO DE CURVA ALEGRE, DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO-SANDIA-PUNO **Lugar** PUNO-SANDIA-SPPP-CURVA ALAEGRE  
**Elab. Por** ROLANDO JESUS MANCHA CUTIPA **Fecha** Ago-21

PARTIDAS	UND	METRADO	C.U.	PARCIAL
<b>01 OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>15 500.00</b>
01.01 OBRAS PROVISIONALES	GLB	1.0000	15 500.00	15 500.00
<b>02 DESARENADOR</b>				<b>47 763.91</b>
<b>02.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>85.46</b>
02.01.01 DEFORESTACION DE ZONA TRABAJO	M2	29.9000	2.63	78.64
02.01.02 TRAZO Y REPLANTEO	M2	6.8900	0.99	6.82
<b>02.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>27 821.87</b>
02.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SEMI ROCOSO	M3	325.4500	84.96	27 650.23
02.02.02 REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION EN TERRENO SEMI ROCO	SM2	6.8900	6.12	42.17
02.02.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	6.1100	21.19	129.47
<b>02.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>10 247.87</b>
02.03.01 ENROCADO DE PROTECCION CON CONCRETO FC=140KG/CM2	M3	7.9900	425.38	3 398.79
02.03.02 CONCRETO F'c=140 KG/CM2 +30% PG PARA LOSA PRINCIPAL	M3	11.7500	316.28	3 716.29
02.03.03 CONCRETO f'c=175 kg/cm2 +30%PM MUROS	M3	8.2700	368.32	3 046.01
02.03.04 SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"	M2	5.2500	16.53	86.78
<b>02.04 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>5 095.41</b>
02.04.01 CONCRETO EN LOSAS MACIZAS f'c=210 kg/cm2	M3	0.9700	476.69	462.39
02.04.02 CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 EN MUROS	M3	2.9200	534.67	1 561.24
02.04.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	42.6200	42.15	1 796.43
02.04.04 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	KG	105.1400	12.13	1 275.35
<b>02.05 REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>3 401.44</b>
02.05.01 TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS (INCLUYE VERTE	M2	45.2500	75.17	3 401.44
<b>02.06 SUMINISTRO DE TAPA SANITARIA</b>				<b>115.44</b>
<b>02.06.01 MATENIMIENTO Y SUMINISTRO DE TAPA SANITARIA</b>				<b>115.44</b>
02.06.01.0 SUMINISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO DE 60x60CM	UND	1.0000	115.44	115.44
<b>02.07 SUMINISTRO DE ACCESORIOS - DESARENADOR</b>				<b>996.42</b>
02.07.01 PANOS DE REJILLA FIERRO GALVANIZADO DE 3/4" DE 0.40X0.40M	UND	1.0000	291.01	291.01
02.07.02 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS	UND	1.0000	458.45	458.45
02.07.03 PINTURA EN EXTERIORES	M2	25.2000	9.80	246.96
<b>03 FILTRO LENTO</b>				<b>45 818.18</b>
<b>03.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>75.69</b>
03.01.01 DEFORESTACION DE ZONA TRABAJO	M2	20.9100	2.63	54.99
03.01.02 TRAZO Y REPLANTEO	M2	20.9100	0.99	20.70
<b>03.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>5 347.16</b>
03.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SEMI ROCOSO	M3	47.0500	84.96	3 997.37
03.02.02 REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION EN TERRENO SEMI ROCO	SM2	20.9100	6.12	127.97
03.02.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	57.6600	21.19	1 221.82
<b>03.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>323.82</b>
03.03.01 SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"	M2	19.5900	16.53	323.82
<b>03.04 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>24 711.35</b>
03.04.01 CONCRETO EN LOSAS MACIZAS f'c=210 kg/cm2	M3	4.9000	476.69	2 335.78
03.04.02 CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 EN MUROS	M3	10.0800	534.67	5 389.47
03.04.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	88.1700	42.15	3 716.37
03.04.04 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	KG	1093.9600	12.13	13 269.73

<b>03.05 SISTEMA DE FILTRACION</b>				<b>9 136.86</b>
03.05.01LADRILLO KK 0.9X0.14X0.24CM	M2	25.0000	220.37	5 509.25
03.05.02MORTERO CEMENTO ARENA 1:10	M3	0.8000	222.81	178.25
<b>03.05.03SUMINISTRO INSTALACIÓN DE GRAVA SELECCIONADA PARA FILTR</b>	UND	1.0000	2 435.47	2 435.47
03.05.04ARENA FILTRANTE	M3	5.0500	200.77	1 013.89
<b>03.06 COMPUERTAS Y VERTEDERO</b>				<b>446.13</b>
03.06.01COMPUERTA DE MADERA PARA AISLAR FILTRO	UND	2.0000	58.92	117.84
03.06.02ESCALERA TIPO GATO	UND	1.0000	328.29	328.29
<b>03.07 ACCESORIOS Y VALVULAS</b>				<b>70.61</b>
03.07.01SUMINISTRO DE VALVULAS Y ACCESORIOS (FILTRO LENTO)	UND	1.0000	70.61	70.61
<b>03.08 CERCO PERIMETRICO</b>				<b>2 930.78</b>
03.08.01EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SEMI ROCOSO	M3	0.3500	84.96	29.74
03.08.02DADOS DE CONCRETO 1:10+30%PG	M3	0.2500	310.56	77.64
03.08.03PARANTES DE MADERA 4"X4"X2.50M	UND	4.0000	514.25	2 057.00
03.08.04ALAMBRE CON PUAS	M	40.0000	19.16	766.40
<b>03.09 COBERTURAS</b>				<b>1 608.09</b>
03.09.01LISTONES DE 2"x3" PARA TECHO	M	96.0000	12.71	1 220.16
03.09.02MALLA POLIETILENO	M2	51.4500	7.54	387.93
<b>03.10 CARPINTERIA METALICA</b>				<b>572.00</b>
03.10.01PUERTA METÁLICA DE 2.20MX0.80M	UND	1.7600	325.00	572.00
<b>03.11 PINTADO DE ESTRUCTURAS</b>				<b>595.69</b>
03.11.01PINTURA EN EXTERIORES	M2	19.6800	25.95	510.70
03.11.02PINTURA PARANTES DE MADER	M2	2.2000	38.63	84.99
<b>04 FLETE</b>				<b>17 050.00</b>
<b>04.01 FLETE TERRESTRE</b>				<b>9 500.00</b>
04.01.01TRASLADO DE MATERIALES JULIACA A OBRA	GLB	1.0000	9 500.00	9 500.00
<b>04.02 FLETE RURAL</b>				<b>7 550.00</b>
04.02.01TRASLADO DE MATERIALES A PIE DE OBRA	GLB	1.0000	7 550.00	7 550.00
<b>05 PLAN DE CONTROL Y VIGILANCIA CONTRA COVID-19</b>				<b>14 200.00</b>
05.01 PLAN PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DEL COVID-19	GLB	1.0000	14 200.00	14 200.00
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>140 332.09</b>
<b>GASTOS GENERALES (10% CD)</b>				<b>14 033.21</b>
<b>UTILIDAD (5% CD)</b>				<b>7 016.60</b>
<b>SUB TOTAL</b>				<b>161 381.90</b>
<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>				<b>29 048.74</b>
<b>MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)</b>				<b>190 430.64</b>
<b>GASTOS DE SUPERVISION (4% VR)</b>				<b>7 617.23</b>
<b>MONTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>198 047.87</b>

NOTA: El presupuesto fue procesado para la ejecución por contrata en Soles

## ANEXO 5. PRESUPUESTO DE PALNTA DE TRATAMIENTO

**Proyecto** CREACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN EL CENTRO POBLADO DE CURVA ALEGRE, DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO-SANDIA-PUNO  
**Lugar** PUNO-SANDIA-SPPP-CURVA ALAEGRE  
**Elab. Por** ROLANDO JESUS MANCHA CUTIPA  
**Fecha** Ago-21

Cod.	Insumos	Unida d	Cuadr.	Cantida d	P.U.	PARCIAL
<b>01.01 OBRAS PROVISIONALES</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
					<b>GLB</b>	<b>15500.00</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3906	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	0.125	1.0000	15500.00	15500.00
						<b>15500.00</b>
<b>02.01.01 DEFORESTACION DE ZONA TRABAJO</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
					<b>M2</b>	<b>2.63</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	0.5	0.0267	17.57	0.47
1004	PEON	HH	3	0.1600	12.61	2.02
						<b>2.49</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.49	0.12
3904	MOTOSIERRA DE 16"	HM	0.5	0.0267	0.85	0.02
						<b>0.14</b>
<b>02.01.02 TRAZO Y REPLANTEO</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
					<b>M2</b>	<b>0.99</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0100	17.57	0.18

1003	OFICIAL	HH	1	0.0100	13.95	0.14
1004	PEON	HH	1	0.0100	12.61	0.13
1005	TOPÓGRAFO	HH	1	0.0100	17.57	0.18
						<b>0.63</b>
	<b>MATERIALES</b>					
1210	YESO DE 28 KG	BLS		0.0020	12.61	0.03
1211	WINCHA	UND		0.0030	15.00	0.05
1212	CORDEL	M		0.1000	1.00	0.10
1213	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.05	0.00
1214	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0025	35.00	0.09
						<b>0.27</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.63	0.03
3902	NIVEL TOPOGRÁFICO	HM	1	0.0100	5.00	0.05
3905	ESTACION TOTAL	HM	0.1	0.0010	12.00	0.01
						<b>0.09</b>

### 02.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SEMI ROCOSO

	<b>Rendimiento: 2 M3/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por: M3</b>	<b>84.96</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>					
1004	PEON	HH	1	4.0000	12.61	50.44
						<b>50.44</b>
	<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>					
1215	EXCAVADORA	HM		0.1000	320.00	32.00
						<b>32.00</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	50.44	2.52
						<b>2.52</b>

### 02.02.02 REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION EN TERRENO SEMI ROCOSO

	<b>Rendimiento: 50 M2/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>6.12</b>
--	-------------------------------	--	--	--	---	-------------

<b>MANO DE OBRA</b>						
1004	PEON	HH	1	0.1600	12.61	2.02
						<b>2.02</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1216	COMPACTADOR TIPO PLANCHA	HM		1.0000	4.00	4.00
						<b>4.00</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.02	0.10
						<b>0.10</b>
<b>02.02.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>						
<b>Rendimiento: 5 M3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>21.19</b>
					<b>M3</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
1004	PEON	HH	1	1.6000	12.61	20.18
						<b>20.18</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.18	1.01
						<b>1.01</b>
<b>02.03.01 ENROCADO DE PROTECCION CON CONCRETO FC=140KG/CM2</b>						
<b>Rendimiento: 15 M3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>425.38</b>
					<b>M3</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.5333	17.57	9.37
1003	OFICIAL	HH	2	1.0667	13.95	14.88
1004	PEON	HH	10	5.3333	12.61	67.25
						<b>91.50</b>
<b>MATERIALES</b>						
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		7.0100	30.00	210.30
1208	HORMIGON	M3		1.1500	60.00	69.00
1217	PIEDRA GRANDE 8"	M3		1.0000	50.00	50.00
						<b>329.30</b>

<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	91.50	4.58
						<b>4.58</b>
<b>02.03.02 CONCRETO F'C=140 KG/CM2 +30% PG PARA LOSA PRINCIPAL</b>						
<b>Rendimiento: 24 M3/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por:</b>		
				<b>M3</b>		<b>316.28</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.3333	17.57	5.86
1004	PEON	HH	12	4.0000	12.61	50.44
						<b>56.30</b>
<b>MATERIALES</b>						
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		4.9500	30.00	148.50
1208	HORMIGON	M3		1.1500	60.00	69.00
1217	PIEDRA GRANDE 8"	M3		0.7500	50.00	37.50
						<b>255.00</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1218	MEZCLADORA DE CONCRETO	HM		0.3330	6.50	2.16
						<b>2.16</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	56.30	2.82
						<b>2.82</b>
<b>02.03.03 CONCRETO f'c=175 kg/cm2 +30%PM MUROS</b>						
<b>Rendimiento: 12.5 M3/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por:</b>		
				<b>M3</b>		<b>368.32</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	0.8	0.5120	17.57	9.00
1003	OFICIAL	HH	0.8	0.5120	13.95	7.14
1004	PEON	HH	3.2	2.0480	12.61	25.83
						<b>41.97</b>
<b>MATERIALES</b>						
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		8.0000	30.00	240.00

1208	HORMIGON	M3		0.5000	60.00	30.00
1219	PIEDRA MEDIANA	M3		0.9100	50.00	45.50
						<b>315.50</b>
	<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>					
1218	MEZCLADORA DE CONCRETO	HM		1.0000	6.50	6.50
1220	VIBRADOR DE CONCRETO	HM		0.5000	4.50	2.25
						<b>8.75</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	41.97	2.10
						<b>2.10</b>
<hr/>						
<b>02.03.04 SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
	<b>Rendimiento: 120 M2/DIA</b>				<b>M2</b>	<b>16.53</b>
<hr/>						
	<b>MANO DE OBRA</b>					
1002	OPERARIO	HH	1	0.0667	17.57	1.17
1003	OFICIAL	HH	1	0.0667	13.95	0.93
1004	PEON	HH	4	0.2667	12.61	3.36
						<b>5.46</b>
	<b>MATERIALES</b>					
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.2200	30.00	6.60
1208	HORMIGON	M3		0.0700	60.00	4.20
						<b>10.80</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.46	0.27
						<b>0.27</b>
<hr/>						
<b>02.04.01 CONCRETO EN LOSAS MACIZAS f'c=210 kg/cm2</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
	<b>Rendimiento: 12 M3/DIA</b>				<b>M3</b>	<b>476.69</b>
<hr/>						
	<b>MANO DE OBRA</b>					
1002	OPERARIO	HH	2	1.3333	17.57	23.43
1003	OFICIAL	HH	1	0.6667	13.95	9.30

1004	PEON	HH	10	6.6667	12.61	84.07
						<b>116.80</b>
	<b>MATERIALES</b>					
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		9.0000	30.00	270.00
1208	HORMIGON	M3		1.2700	60.00	76.20
						<b>346.20</b>
	<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>					
1218	MEZCLADORA DE CONCRETO	HM		1.0000	6.50	6.50
1220	VIBRADOR DE CONCRETO	HM		0.3000	4.50	1.35
						<b>7.85</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	116.80	5.84
						<b>5.84</b>

### 02.04.02 CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 EN MUROS

Rendimiento: 8 M3/DIA

Costo unitario directo por:  
M3

**534.67**

	<b>MANO DE OBRA</b>					
1002	OPERARIO	HH	2	2.0000	17.57	35.14
1003	OFICIAL	HH	1	1.0000	13.95	13.95
1004	PEON	HH	8	8.0000	12.61	100.88
						<b>149.97</b>
	<b>MATERIALES</b>					
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		9.7400	30.00	292.20
1208	HORMIGON	M3		1.2700	60.00	76.20
						<b>368.40</b>
	<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>					
1218	MEZCLADORA DE CONCRETO	HM		0.8000	6.50	5.20
1220	VIBRADOR DE CONCRETO	HM		0.8000	4.50	3.60
						<b>8.80</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	149.97	7.50

							7.50
02.04.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL							
						Costo unitario directo por: M2	
Rendimiento: 10 M2/DIA							42.15
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	1	0.8000	17.57	14.06	
1003	OFICIAL	HH	1	0.8000	13.95	11.16	
						<b>25.22</b>	
<b>MATERIALES</b>							
1202	ALAMBRE NEGRO # 8	KG		0.1000	6.50	0.65	
1221	MADERACORRIENTE PARA ENCOFRADO	P2		4.0000	3.25	13.00	
1222	CLAVOS PARA MADERA CC DE 3"	KG		0.3100	6.50	2.02	
						<b>15.67</b>	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	25.22	1.26	
						<b>1.26</b>	
02.04.04 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60							
						Costo unitario directo por: KG	
Rendimiento: 250 KG/DIA							12.13
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	1	0.0320	17.57	0.56	
1003	OFICIAL	HH	1	0.0320	13.95	0.45	
						<b>1.01</b>	
<b>MATERIALES</b>							
1201	ACERO DE REFUERZO FY=4200	KG		1.0500	10.17	10.68	
1203	ALAMBRE NEGRO # 16	KG		0.0600	6.50	0.39	
						<b>11.07</b>	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.01	0.05	
						<b>0.05</b>	
02.05.01 TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS (INCLUYE VERTEDERO)							

<b>Rendimiento: 6 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>75.17</b>
					<b>M2</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	1.3333	17.57	23.43
1004	PEON	HH	0.5	0.6667	12.61	8.41
						<b>31.84</b>
<b>MATERIALES</b>						
1204	ARENA FINA	M3		0.0130	80.25	1.04
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.2200	30.00	6.60
1222	CLAVOS PARA MADERA CC DE 3"	KG		0.0150	6.50	0.10
1223	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	GLN		0.4000	85.00	34.00
						<b>41.74</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	31.84	1.59
						<b>1.59</b>

**02.06.01.01 SUMINISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO DE 60x60CM**

<b>Rendimiento: 5 UND/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>115.44</b>
					<b>UND</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	0.1	0.1600	17.57	2.81
1003	OFICIAL	HH	1	1.6000	13.95	22.32
1004	PEON	HH	4	6.4000	12.61	80.70
						<b>105.83</b>
<b>MATERIALES</b>						
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.0400	30.00	1.20
1208	HORMIGON	M3		0.0520	60.00	3.12
						<b>4.32</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	105.83	5.29
						<b>5.29</b>

**02.07.01 PANOS DE REJILLA FIERRO GALVANIZADO DE 3/4" DE 0.40X0.40M**

<b>Rendimiento: 1 UND/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>UND</b>	<b>291.01</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	1	8.0000	17.57	140.56	
1004	PEON	HH	1	8.0000	12.61	100.88	
							<b>241.44</b>
<b>MATERIALES</b>							
1224	REJILLA ACERO CORRUGADO DE 1/2"	VAR		1.0000	37.50	37.50	
							<b>37.50</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	241.44	12.07	
							<b>12.07</b>

### 02.07.02 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACCESORIOS

<b>Rendimiento: 15 UND/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>UND</b>	<b>458.45</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	0.5	0.2667	17.57	4.69	
1004	PEON	HH	0.5	0.2667	12.61	3.36	
							<b>8.05</b>
<b>MATERIALES</b>							
1225	ACCESORIOS VARIOS	GLB		1.0000	450.00	450.00	
							<b>450.00</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	8.05	0.40	
							<b>0.40</b>

### 02.07.03 PINTURA EN EXTERIORES

<b>Rendimiento: 30 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>M2</b>	<b>9.80</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	1	0.2667	17.57	4.69	
1004	PEON	HH	1	0.2667	12.61	3.36	
							<b>8.05</b>

<b>MATERIALES</b>						
1214	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0500	35.00	1.75
						<b>1.75</b>

### 03.01.01 DEFORESTACION DE ZONA TRABAJO

<b>Rendimiento: 150 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>2.63</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	0.5	0.0267	17.57	0.47
1004	PEON	HH	3	0.1600	12.61	2.02
						<b>2.49</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.49	0.12
3904	MOTOSIERRA DE 16"	HM	0.5	0.0267	0.85	0.02
						<b>0.14</b>

### 03.01.02 TRAZO Y REPLANTEO

<b>Rendimiento: 800 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>0.99</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0100	17.57	0.18
1003	OFICIAL	HH	1	0.0100	13.95	0.14
1004	PEON	HH	1	0.0100	12.61	0.13
1005	TOPÓGRAFO	HH	1	0.0100	17.57	0.18
						<b>0.63</b>
<b>MATERIALES</b>						
1210	YESO DE 28 KG	BLS		0.0020	12.61	0.03
1211	WINCHA	UND		0.0030	15.00	0.05
1212	CORDEL	M		0.1000	1.00	0.10
1213	ESTACA DE MADERA	P2		0.0200	0.05	0.00
1214	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0025	35.00	0.09
						<b>0.27</b>

<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.63	0.03	
3902	NIVEL TOPOGRÁFICO	HM	1	0.0100	5.00	0.05	
3905	ESTACION TOTAL	HM	0.1	0.0010	12.00	0.01	
						<b>0.09</b>	
<b>03.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SEMI ROCOSO</b>							
<b>Rendimiento: 2 M3/DIA</b>						<b>Costo unitario directo por: M3</b>	<b>84.96</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
1004	PEON	HH	1	4.0000	12.61	50.44	
						<b>50.44</b>	
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>							
1215	EXCAVADORA	HM		0.1000	320.00	32.00	
						<b>32.00</b>	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	50.44	2.52	
						<b>2.52</b>	
<b>03.02.02 REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION EN TERRENO SEMI ROCOSO</b>							
<b>Rendimiento: 50 M2/DIA</b>						<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>6.12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
1004	PEON	HH	1	0.1600	12.61	2.02	
						<b>2.02</b>	
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>							
1216	COMPACTADOR TIPO PLANCHA	HM		1.0000	4.00	4.00	
						<b>4.00</b>	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.02	0.10	
						<b>0.10</b>	
<b>03.02.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>							
<b>Rendimiento: 5 M3/DIA</b>						<b>Costo unitario directo por: M3</b>	<b>21.19</b>

<b>MANO DE OBRA</b>						
1004	PEON	HH	1	1.6000	12.61	20.18
						<b>20.18</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.18	1.01
						<b>1.01</b>
<b>03.03.01 SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"</b>						
<b>Rendimiento: 120 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>16.53</b>
					<b>M2</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0667	17.57	1.17
1003	OFICIAL	HH	1	0.0667	13.95	0.93
1004	PEON	HH	4	0.2667	12.61	3.36
						<b>5.46</b>
<b>MATERIALES</b>						
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.2200	30.00	6.60
1208	HORMIGON	M3		0.0700	60.00	4.20
						<b>10.80</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.46	0.27
						<b>0.27</b>
<b>03.04.01 CONCRETO EN LOSAS MACIZAS f'c=210 kg/cm2</b>						
<b>Rendimiento: 12 M3/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>	<b>476.69</b>
					<b>M3</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	2	1.3333	17.57	23.43
1003	OFICIAL	HH	1	0.6667	13.95	9.30
1004	PEON	HH	10	6.6667	12.61	84.07
						<b>116.80</b>
<b>MATERIALES</b>						
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		9.0000	30.00	270.00

1208	HORMIGON	M3		1.2700	60.00	76.20
						<b>346.20</b>
	<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>					
1218	MEZCLADORA DE CONCRETO	HM		1.0000	6.50	6.50
1220	VIBRADOR DE CONCRETO	HM		0.3000	4.50	1.35
						<b>7.85</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	116.80	5.84
						<b>5.84</b>
<b>03.04.02 CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 EN MUROS</b>						
	<b>Rendimiento: 8 M3/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por: M3</b>	<b>534.67</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>					
1002	OPERARIO	HH	2	2.0000	17.57	35.14
1003	OFICIAL	HH	1	1.0000	13.95	13.95
1004	PEON	HH	8	8.0000	12.61	100.88
						<b>149.97</b>
	<b>MATERIALES</b>					
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		9.7400	30.00	292.20
1208	HORMIGON	M3		1.2700	60.00	76.20
						<b>368.40</b>
	<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>					
1218	MEZCLADORA DE CONCRETO	HM		0.8000	6.50	5.20
1220	VIBRADOR DE CONCRETO	HM		0.8000	4.50	3.60
						<b>8.80</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	149.97	7.50
						<b>7.50</b>
<b>03.04.03 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL</b>						
	<b>Rendimiento: 10 M2/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>42.15</b>

<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.8000	17.57	14.06
1003	OFICIAL	HH	1	0.8000	13.95	11.16
						<b>25.22</b>
<b>MATERIALES</b>						
1202	ALAMBRE NEGRO # 8	KG		0.1000	6.50	0.65
1221	MADERACORRIENTE PARA ENCOFRADO	P2		4.0000	3.25	13.00
1222	CLAVOS PARA MADERA CC DE 3"	KG		0.3100	6.50	2.02
						<b>15.67</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	25.22	1.26
						<b>1.26</b>

**03.04.04 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60**

<b>Rendimiento: 250 KG/DIA</b>							
						<b>Costo unitario directo por: KG</b>	<b>12.13</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	1	0.0320	17.57	0.56	
1003	OFICIAL	HH	1	0.0320	13.95	0.45	
						<b>1.01</b>	
<b>MATERIALES</b>							
1201	ACERO DE REFUERZO FY=4200	KG		1.0500	10.17	10.68	
1203	ALAMBRE NEGRO # 16	KG		0.0600	6.50	0.39	
						<b>11.07</b>	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.01	0.05	
						<b>0.05</b>	

**03.05.01 LADRILLO KK 0.9X0.14X0.24CM**

<b>Rendimiento: 150 M2/DIA</b>							
						<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>220.37</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	1	0.0533	17.57	0.94	

1004	PEON	HH	1	0.0533	12.61	0.67
						<b>1.61</b>
<b>MATERIALES</b>						
1226	LADRILLO KK 0.9X0.14X0.24CM	UND		77.0000	2.84	218.68
						<b>218.68</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.61	0.08
						<b>0.08</b>
<b>03.05.02 MORTERO CEMENTO ARENA 1:10</b>						
	<b>Rendimiento: 7 M3/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por: M3</b>	<b>222.81</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	1.1429	17.57	20.08
1004	PEON	HH	1	1.1429	12.61	14.41
						<b>34.49</b>
<b>MATERIALES</b>						
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		3.7000	30.00	111.00
1208	HORMIGON	M3		1.2600	60.00	75.60
						<b>186.60</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	34.49	1.72
						<b>1.72</b>
<b>03.05.03 SUMINISTRO INSTALACIÓN DE GRAVA SELECCIONADA PARA FILTRO</b>						
	<b>Rendimiento: 0.25 UND/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por: UND</b>	<b>2435.47</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	32.0000	17.57	562.24
1003	OFICIAL	HH	1	32.0000	13.95	446.40
1004	PEON	HH	3	96.0000	12.61	1210.56
						<b>2219.20</b>
<b>MATERIALES</b>						

1227	GRAVA PARA FILTRO DE 1.5MM - 4MM	M3		0.4500	58.50	26.33
1228	GRAVA PARA FILTRO DE 4MM - 5MM	M3		0.4500	58.50	26.33
1229	GRAVA PARA FILTRO DE 15MM - 40MM	M3		0.9000	58.50	52.65
						<b>105.31</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2219.20	110.96
						<b>110.96</b>
<b>03.05.04 ARENA FILTRANTE</b>						
	<b>Rendimiento: 5 M3/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por: M3</b>	<b>200.77</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>					
1002	OPERARIO	HH	1	1.6000	17.57	28.11
1003	OFICIAL	HH	1	1.6000	13.95	22.32
1004	PEON	HH	3	4.8000	12.61	60.53
						<b>110.96</b>
	<b>MATERIALES</b>					
1204	ARENA FINA	M3		1.0500	80.25	84.26
						<b>84.26</b>
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	110.96	5.55
						<b>5.55</b>
<b>03.06.01 COMPUERTA DE MADERA PARA AISLAR FILTRO</b>						
	<b>Rendimiento: 15 UND/DIA</b>				<b>Costo unitario directo por: UND</b>	<b>58.92</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>					
1002	OPERARIO	HH	1	0.5333	17.57	9.37
						<b>9.37</b>
	<b>MATERIALES</b>					
1230	COMPUERTA DE MADERA CEDRO	UND		1.0000	49.55	49.55
						<b>49.55</b>

### 03.06.02 ESCALERA TIPO GATO

					Costo unitario directo por:	
					UND	328.29
<b>Rendimiento: 5 UND/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	1.6000	17.57	28.11
1004	PEON	HH	1	1.6000	12.61	20.18
						<b>48.29</b>
<b>MATERIALES</b>						
1231	ESCALERA TIPO GATO	UND		1.0000	280.00	280.00
						<b>280.00</b>

### 03.07.01 SUMINISTRO DE VALVULAS Y ACCESORIOS (FILTRO LENTO)

					Costo unitario directo por:	
					UND	70.61
<b>Rendimiento: 5 UND/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	1.6000	17.57	28.11
1003	OFICIAL	HH	1	1.6000	13.95	22.32
1004	PEON	HH	1	1.6000	12.61	20.18
						<b>70.61</b>

### 03.08.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SEMI ROCOSO

					Costo unitario directo por:	
					M3	84.96
<b>Rendimiento: 2 M3/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1004	PEON	HH	1	4.0000	12.61	50.44
						<b>50.44</b>
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1215	EXCAVADORA	HM		0.1000	320.00	32.00
						<b>32.00</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	50.44	2.52
						<b>2.52</b>

### 03.08.02 DADOS DE CONCRETO 1:10+30%PG

					Costo unitario directo por:	
					M3	310.56
<b>Rendimiento: 10 M3/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	3	2.4000	17.57	42.17
1003	OFICIAL	HH	1	0.8000	13.95	11.16
1004	PEON	HH	4	3.2000	12.61	40.35
						<b>93.68</b>
<b>MATERIALES</b>						
1205	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		4.5000	30.00	135.00
1208	HORMIGON	M3		0.8700	60.00	52.20
1217	PIEDRA GRANDE 8"	M3		0.5000	50.00	25.00
						<b>212.20</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	93.68	4.68
						<b>4.68</b>

### 03.08.03 PARANTES DE MADERA 4"X4"X2.50M

					Costo unitario directo por:	
					UND	514.25
<b>Rendimiento: 10 UND/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.8000	17.57	14.06
1003	OFICIAL	HH	1	0.8000	13.95	11.16
1004	PEON	HH	3	2.4000	12.61	30.26
						<b>55.48</b>
<b>MATERIALES</b>						
1236	MADERA AGUANO 4"x4"x2.50M	P2		12.0000	38.00	456.00
						<b>456.00</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	55.48	2.77
						<b>2.77</b>

### 03.08.04 ALAMBRE CON PUAS

<b>Rendimiento: 200 M/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>		
					<b>M</b>	<b>19.16</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	1	0.0400	17.57	0.70	
1003	OFICIAL	HH	1	0.0400	13.95	0.56	
1004	PEON	HH	3	0.1200	12.61	1.51	
						<b>2.77</b>	
<b>MATERIALES</b>							
1222	CLAVOS PARA MADERA CC DE 3"	KG		0.5000	6.50	3.25	
1237	ALAMBRE DE PUAS #16	KG		1.0000	13.00	13.00	
						<b>16.25</b>	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.77	0.14	
						<b>0.14</b>	

### 03.09.01 LISTONES DE 2"x3" PARA TECHO

<b>Rendimiento: 80 M/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>		
					<b>M</b>	<b>12.71</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>							
1002	OPERARIO	HH	1	0.1000	17.57	1.76	
1003	OFICIAL	HH	1	0.1000	13.95	1.40	
1004	PEON	HH	2	0.2000	12.61	2.52	
						<b>5.68</b>	
<b>MATERIALES</b>							
1222	CLAVOS PARA MADERA CC DE 3"	KG		0.0500	6.50	0.33	
1238	MADERA PARA VIGA DE 2"x3"	P2		1.2000	5.35	6.42	
						<b>6.75</b>	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.68	0.28	
						<b>0.28</b>	

### 03.09.02 MALLA POLIETILENO

<b>Rendimiento: 150 M2/DIA</b>					<b>Costo unitario directo por:</b>		
					<b>M2</b>	<b>7.54</b>	

<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.0533	17.57	0.94
1004	PEON	HH	1	0.0533	12.61	0.67
						<b>1.61</b>
<b>MATERIALES</b>						
1239	MALLA DE POLIETILENO	M2		1.0000	5.85	5.85
						<b>5.85</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.61	0.08
						<b>0.08</b>
<b>03.10.01 PUERTA METÁLICA DE 2.20MX0.80M</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
<b>Rendimiento: 2 UND/DIA</b>					<b>UND</b>	<b>325.00</b>
<b>MATERIALES</b>						
1240	PUERTA DE METÁLICA DE 2.20MX0.80M	GLB		1.0000	325.00	325.00
						<b>325.00</b>
<b>03.11.01 PINTURA EN EXTERIORES</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
<b>Rendimiento: 30 M2/DIA</b>					<b>M2</b>	<b>25.95</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.2667	17.57	4.69
1004	PEON	HH	1	0.2667	12.61	3.36
						<b>8.05</b>
<b>MATERIALES</b>						
1214	PINTURA ESMALTE	GLN		0.5000	35.00	17.50
						<b>17.50</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	8.05	0.40
						<b>0.40</b>
<b>03.11.02 PINTURA PARANTES DE MADER</b>						

					<b>Costo unitario directo por:</b>	
					<b>M2</b>	<b>38.63</b>
<b>Rendimiento: 12 M2/DIA</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>						
1002	OPERARIO	HH	1	0.6667	17.57	11.71
1004	PEON	HH	1	0.6667	12.61	8.41
						<b>20.12</b>
<b>MATERIALES</b>						
1214	PINTURA ESMALTE	GLN		0.5000	35.00	17.50
						<b>17.50</b>
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.12	1.01
						<b>1.01</b>
<b>04.01.01 TRASLADO DE MATERIALES JULIACA A OBRA</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
					<b>GLB</b>	<b>9500.00</b>
<b>Rendimiento: 1 GLB/DIA</b>						
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1243	TRASLADO DE MATERIALES DESDE JULIACA A OBRA	GLB		1.0000	9500.00	9500.00
						<b>9500.00</b>
<b>04.02.01 TRASLADO DE MATERIALES A PIE DE OBRA</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
					<b>GLB</b>	<b>7550.00</b>
<b>Rendimiento: 1 GLB/DIA</b>						
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1241	TRASLADO DE MATERIALES A PIE DE OBRA	GLB		1.0000	7550.00	7550.00
						<b>7550.00</b>
<b>05.01 PLAN PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DEL COVID-19</b>						
					<b>Costo unitario directo por:</b>	
					<b>GLB</b>	<b>14200.00</b>
<b>Rendimiento: 1 GLB/DIA</b>						
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>						
1242	IMPLEMENTACION PARA COMBATIR COVID 19	GLB		1.0000	14200.00	14200.00
						<b>14200.00</b>

## ANEXO 6. DISEÑO DE DESARENADOR

### MEMORIA DE CÁLCULO HIDRAÚLICO

#### PARÁMETROS DE DISEÑO

Para el cálculo del desarenador se ha tomado el caudal máximo diario (Qmd) de 2.247 l/s de acuerdo a los cálculos realizados.

A continuación, se muestran los criterios para obtener el caudal de diseño de la unidad

**Tabla 1 Consideraciones iniciales de diseño**

Datos de Diseño		Resultados	
Caudal promedio (L/s)	Qp	Población x Dotación	1.728
Caudal máximo diario (L/s)	Qmd	Qp x K1	2.247
Caudal máximo horario (L/s)	Qmh	Qp x K2	4.494

FUENTE: PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

#### DISEÑO DEL DESARENADOR

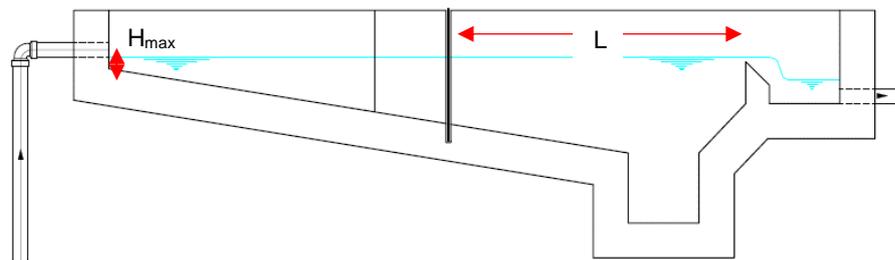
Las dimensiones del canal del desarenador se calcularon respetando que se cumpla la velocidad horizontal del agua a través de la sección transversal de la unidad y la velocidad de sedimentación de la arena, de acuerdo a la tabla siguiente:

**Tabla 2 Cálculo de las dimensiones del desarenador**

Datos de Diseño			Resultados			
Velocidad Horizontal (m/s)	V <sub>h</sub>	0,15	Sección transversal máxima (m <sup>2</sup> )	A <sub>máx</sub>	Q <sub>mh</sub> /(V <sub>h</sub> x1000)	0,0153
Ancho mínimo (m)	B	0,30	Altura útil máxima (m)	H <sub>máx</sub>	A <sub>máx</sub> /B	0,0511 ~ 0.05 m
Tasa de sedimentación de la Arena (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> xh)	q <sub>s</sub>	22	Área superficial útil (m <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub>	Q <sub>mh</sub> x3,60/q <sub>s</sub>	0,376
			Longitud (m)	L	A <sub>s</sub> /B	1,255 ~1,26

FUENTE: PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

**Ilustración 1 ESQUEMA DEL DESARENADOR – PLANTA**



FUENTE: PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

#### DISEÑO DE LA TOLVA DE ARENAS

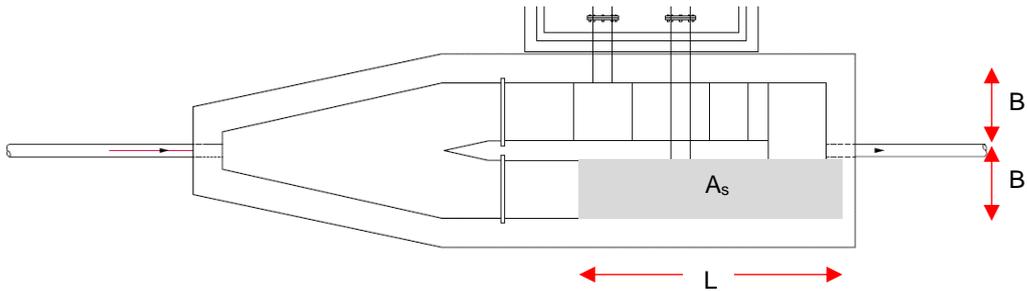
Para determinar el volumen de la tolva de arenas, se ha considerado al menos cuatro días de capacidad de almacenamiento, conforme al siguiente calculo:

**Tabla 3 Cálculo de las dimensiones de la tolva de arenas**

Datos de Diseño			Resultados			
Tasa de acumulación de arena (L/m <sup>3</sup> )	T <sub>a</sub>	0,03	Volumen diario de arena (m <sup>3</sup> /d)	V <sub>d</sub>	Q <sub>mh</sub> × 86,4 × (T <sub>a</sub> /1000)	0,0060 m <sup>3</sup>
Periodo de limpieza (días)	T	4,00	Volumen mínimo de tolva (m <sup>3</sup> )	V <sub>min</sub>	V <sub>d</sub> × T	0,024 m <sup>3</sup>
Longitud asumida (m)	L'	0,30	Volumen proyectado superior al mínimo (m <sup>3</sup> )	V <sub>r</sub>	B × L' × H	0,027 m <sup>3</sup>
Altura asumida (m)	H	0,30				

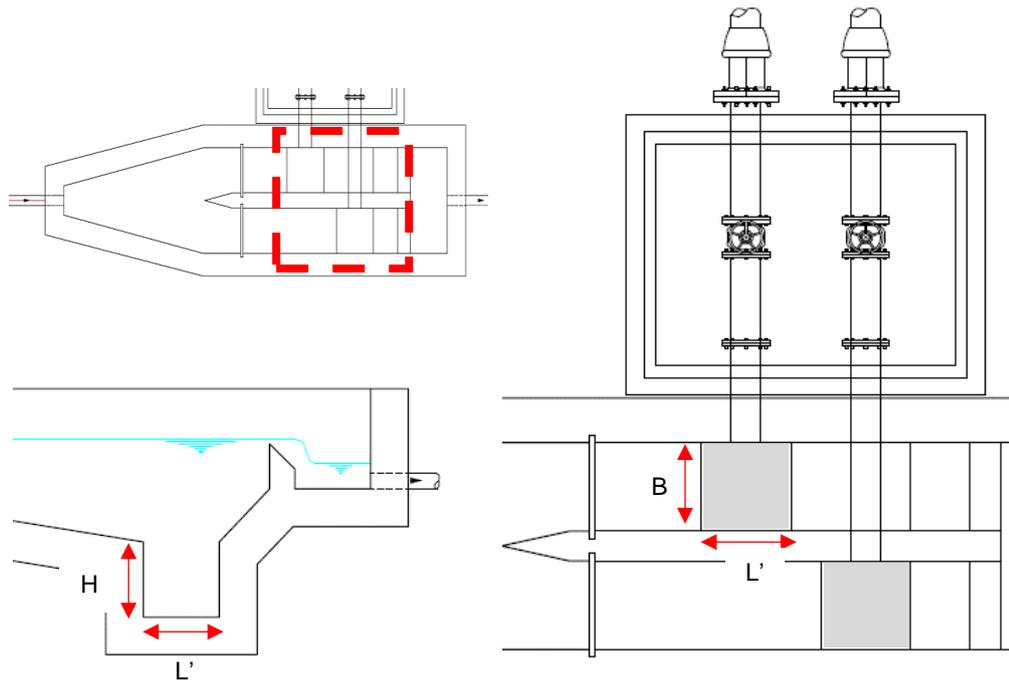
FUENTE: PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

**Ilustración 2 Esquema del desarenador – perfil**



FUENTE: PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

**Ilustración 3 Esquema de la tolva de arenas – planta**



FUENTE: PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

## MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

### MATERIALES

#### Concreto armado para estructuras

Concreto estructural: resistencia especificada  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , CMTO. PV

#### Acero de refuerzo

Acero de refuerzo en varillas: resistencia especificada  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

#### Suelo de cimentación<sup>1</sup>

Arcilla arenosa inorgánica semi compacta.

Profundidad 1.00m

Presión admisible  $\sigma = 1.00 \text{ kg/cm}^2$

Angulo de fricción interna  $\Phi = 30^\circ$

Coefficiente de fricción concreto-suelo  $\delta = \frac{2}{3}\Phi = 19.33^\circ$   $C_f = \tan(\delta) = 0.35$

### CARGAS

#### Peso de materiales

Concreto  $2400 \text{ kg/m}^3$

Acero  $7850 \text{ kg/m}^3$

Agua  $g = 1,000 \text{ kg/m}^3$

Suelo seco promedio  $g_s = 1,800 \text{ kg/m}^3$

### EMPUJE LATERAL DE MATERIALES

#### Cargas estáticas

Las cargas de presión lateral del suelo y del agua serán tratadas como cargas vivas en el diseño.

Presión hidrostática  $K_w = 1.0 @ \frac{1}{3} \text{ Hagua}$

Presión lateral en reposo  $K_o = 1 - \sin\Phi = 0.50 @ \frac{1}{3} \text{ Hsuelo}$

Presión activa  $K_A = \tan^2(45 - \Phi/2) = 0.333 @ \frac{1}{3} \text{ Hsuelo}$

#### Acción sísmica

Presión hidrodinámica (sobre muro rígido)  $K_{hd} = 7/8 S_a = 0.21 @ 0.4 \text{ Hagua}$

Presión lateral activa incluyendo acción sísmica (Mononobe-Okabe)

Seudo aceleración horizontal para relleno  $Ch = 0.20g$

Seudo aceleración vertical para relleno	$C_v = 0.10g$
Para suelo seco: $C_v) = 12.53^\circ$	$\theta = \text{Arc tan } (Ch/(1-$
Angulo de inclinación del muro con la vertical	$i = 0^\circ$
Angulo del suelo con la horizontal	$\beta = 0^\circ$
Angulo de fricción entre la pared y el suelo	$\delta = \frac{2}{3}\Phi = 20^\circ$
$KAE = \cos^2 (\phi - \theta - i) / \cos\theta * \cos^2 i * \cos (\delta + i + \theta) * A$	
$A = [1 + \sqrt{\{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi - \beta - \theta) / \cos(i + \delta + \theta) * \cos(i - \beta)\}}] / 2$	
$KAE = 0.493$	
Incremento dinámico de presión activa @ $\frac{2}{3}H_{\text{suelo}}$	$\Delta KAE = KAE - K_A = 0.163 @$

## **Análisis y diseño**

### Método de análisis

Todos los elementos estructurales son diseñados para los efectos máximos de las cargas factorizadas.

### Método de diseño

Se aplicaron el método de diseño de factores de carga y resistencia

## **Factores de carga para estructuras hidráulicas de concreto**

Notación:

U = Carga factorizada

D = Carga muerta

L = Carga viva

E = Carga de sismo

H = Carga de presión del suelo

W = Carga de presión de agua

Resistencia requerida según ACI 350-01

$$U = 1.4D + 1.7L$$

$$U = 1.4D + 1.7L + 1.7H$$

$$U = 0.9D + 1.7H$$

$$U = 1.4D + 1.7L + 1.7W$$

$$U = 0.9D + 1.7W$$

$$U = 1.05D + 1.275L \pm 1.4E$$

$$U = 0.9D \pm 1.43E$$

#### Factores de resistencia para estructuras hidráulicas

- Flexión	0.90
- Cortante	0.85
- Compresión	0.70
- Tracción	0.90

#### Durabilidad medio ambiental

La resistencia requerida se multiplica por los siguientes factores de durabilidad ambiental (S) en estructuras en donde la durabilidad, estanqueidad o similares condiciones de servicio son necesarias.

- Resistencia a la flexión	S = 1.30
- Fracción del cortante tomado por el refuerzo	S = 1.30
- Tracción axial	S = 1.65

#### Limitación de deflexiones

- Deflexión inmediata debido a la carga viva	L/360
- Deflexión diferida debida a carga sostenida + deflexión inmediata debido a carga viva adicional	L/240

### **DISEÑO ELEMENTOS ESTRUCTURALES – DESARENADOR 1.5 l/s**

#### **Muro lateral del desarenador**

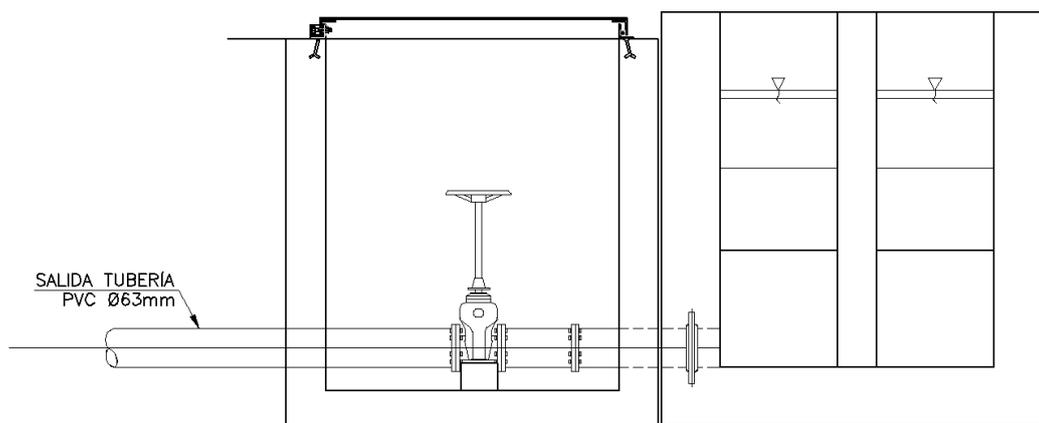
Muro en voladizo, borde inferior empotrado en losa de fondo, borde superior libre.

- Ancho Muro	a = 0.10m
- Alto Muro (Inundación)	H = 0.91m
- Altura agua operación	h = 0.71m
- Altura de suelo	Hs = 0.50m
- Densidad del suelo	gs = 1.8 Tn/m <sup>3</sup>

#### Empujes laterales

Del esquema, el caso más desfavorable es el empuje del agua hacia el muro a nivel de inundación y sin relleno exterior (caso de prueba de filtración de agua hacia el terreno exterior antes de rellenar).

#### Ilustración 4 Sección transversal del desarenador



FUENTE: PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

#### Empuje Activo + acción sísmica + sobrecarga

Fuerza	Pto. Aplicación	Momento
$P_A = \frac{1}{2} g_s H_s^2 K_a$ $= 0.5 \times 1.80 \times 0.50^2 \times 0.33 = 0.074 \text{ Tn}$	$\frac{1}{3} H_s = 0.167 \text{ m}$	0.012 Tn-m
$\Delta P_{AE} = \frac{1}{2} g_s H_s^2 \Delta K_{AE}$ $= 0.5 \times 1.80 \times 0.50^2 \times 0.163 = 0.0371 \text{ tn}$	$\frac{2}{3} H_s = 0.33 \text{ m}$	0.012 Tn-m
$P_{s/c} = K_A s/c H_s =$ $= 0.33 \times 0.20 \times 0.50 = 0.033 \text{ Tn}$	$\frac{1}{2} H_s = 0.25 \text{ m}$	0.008 Tn-m
$U = 1.3 (1.05H + 1.275L + 1.4E)$ $U = 1.3 (1.05 (0.012) + 1.275 (0.012) + 1.4 (0.008)) = 0.040 \text{ Tn-m}$		
$M_u = 0.040 \text{ Tn-m}$		

#### Empuje de suelo en reposo + sobrecarga

Fuerza	Pto. Aplicación	Momento
$P_o = \frac{1}{2} g_s H_s^2 K_o =$ $= 0.5 \times 1.80 \times 0.50^2 \times 0.5 = 0.11 \text{ Tn}$	$\frac{1}{3} H_s = 0.167 \text{ m}$	0.018 Tn-m
$P_{s/c} = K_A s/c H_s =$ $= 0.33 \times 0.20 \times 0.50 = 0.033 \text{ Tn}$	$\frac{1}{2} H_s = 0.25 \text{ m}$	0.008 Tn-m
$U = 1.3 (1.7H + 1.7L)$ $U = 1.3 (1.7 (0.018) + 1.7 (0.008)) = 0.058 \text{ Tn-m}$		
$M_u = 0.058 \text{ Tn-m}$		

#### Empuje de agua a nivel de inundación sin relleno exterior

Fuerza	Pto. Aplicación	Momento
$P_w = \frac{1}{2} g H^2 =$ $= 0.5 \times 1.00 \times 0.91^2 = 0.41 \text{ Tn}$	$\frac{1}{3} H = 0.30 \text{ m}$	0.12 tn-m
$U = 1.3 (1.7W)$ $U = 1.3 (1.7 (0.12)) = 0.26 \text{ Tn-m}$		

$$M_u = 0.26 \text{ Tn-m}$$

El caso más desfavorable es el empuje de agua a nivel de inundación

### Diseño por Flexión

Tomando momento respecto a la base del muro, se tiene:

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 5 \text{ cm}$$

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_u = 0.26 \text{ tn-m}$$

$$A_s = 3.08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Para } \varnothing 3/8": \quad S = 0.71/3.08 = 23 \text{ cm}$$

Refuerzo mínimo:

$$\rho_{\text{mín}} = 0.0020 \rightarrow A_{s \text{ min}} = 0.002bd: 1.80 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } \varnothing 3/8": \quad S = 0.71/(0.0020 \times 15) = 47 \text{ cm}$$

Corte de fierros:

Refuerzo	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )
$\varnothing 3/8"@20 \text{ cm}$	3.55

### Diseño por Cortante

Del diagrama de cortante:

$$V = 1.3 \times 1.7 \times 0.41 = 0.91 \text{ Tn}$$

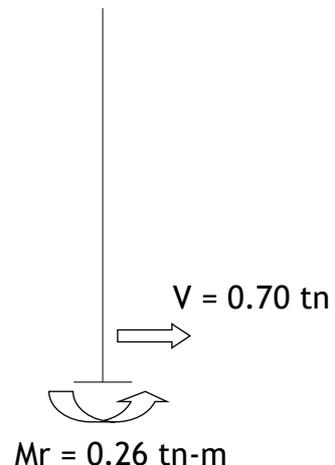
$V_u$  (a la distancia "d" de la cara)

$$V_u = 0.91/1.3 = 0.70 \text{ Tn}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 4.43 \text{ Tn}$$

$$\varnothing V_c = 0.85 \times 4.43 = 3.77 \text{ Tn}$$

$$V_u < \varnothing V_c \dots \text{ok.}$$



### **Losa de Fondo del Desarenador**

#### **Cálculo del peso de la estructura**

- Espesor de la losa  $e = 0.10 \text{ m}$
- Alto Muro (Inundación)  $H = 0.91 \text{ m}$  (altura más desfavorable)

Se considerará el tanque lleno de agua a nivel de inundación.

Peso CM

- Muros  $2 \times 1.81 \times 0.10 \times 0.43 \times 2.4 = 0.37 \text{ Tn}$
- Muros  $2 \times 1.25 \times 0.10 \times 0.19 \times 2.4 = 0.11 \text{ Tn}$
- Muros  $2 \times 0.90 \times 0.10 \times 0.91 \times 2.4 = 0.39 \text{ Tn}$
- Muros  $2 \times 1.57 \times 0.10 \times 0.40 \times 2.4 = 0.30 \text{ Tn}$

• Muros	$1 \times 1.89 \times 0.10 \times 0.61 \times 2.4$	=	<u>0.28 Tn</u>	1.45 Tn
• Losa de fondo	$3.27 \times 0.10 \times 2.4$	=	<u>0.78 Tn</u>	2.23 Tn
• Peso del agua	$2.35 \times 0.65 \times 1.00$	=	<u>1.53 Tn</u>	1.53 Tn
TOTAL				3.76 Tn

Reacción del suelo =  $3.76/3.27 = 1.15 \text{ Tn/m}^2 \sim 0.12 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo admisible del suelo =  $10 \text{ Tn/m}^2 \sim 1.00 \text{ kg/cm}^2$

### Cálculo de presiones y diseño de la losa de fondo

PCM = 1.45 tn

U = 1.3 (1.4D)

U = 1.3 (1.4 (1.45)) = 2.64 tn

Wu =  $2.64/0.90 = 2.93 \text{ tn/m}$

M =  $W.L^2/8 = 2.93 \times 0.30^2 / 8 = 0.033 \text{ tn-m}$

### Diseño por flexión

d = 5 cm

b = 100 cm

f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

Mu = 0.053 Tn-m

As = 0.14 cm<sup>2</sup>/m

Para Ø3/8": S =  $0.71/0.14 = 507 \text{ cm}$

Refuerzo mínimo:

$\rho \text{ mín} = 0.0020 \rightarrow As \text{ min} = 0.002bd: 2.00 \text{ cm}^2$

Para Ø3/8": S =  $0.71/(0.0020 \times 10) = 35.5 \text{ cm}$

Corte de fierros:

Refuerzo	As (cm <sup>2</sup> )
Ø3/8"@20 cm	3.55

## ANEXO 7. DISEÑO DE FILTRO LENTO

### FILTRO LENTO

#### COMPORTAMIENTO DEL PROCESO DE FILTRACIÓN LENTA

Como el rendimiento del filtro lento depende principalmente del proceso biológico, su eficiencia inicial es baja, mejorando ésta a medida que progresa la carrera de filtración, proceso que se conoce con el nombre de "maduración del filtro".

**Tabla 4: Criterios de selección de los procesos en función de la calidad de la fuente**

ALTERNATIVAS	LÍMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORÁDICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

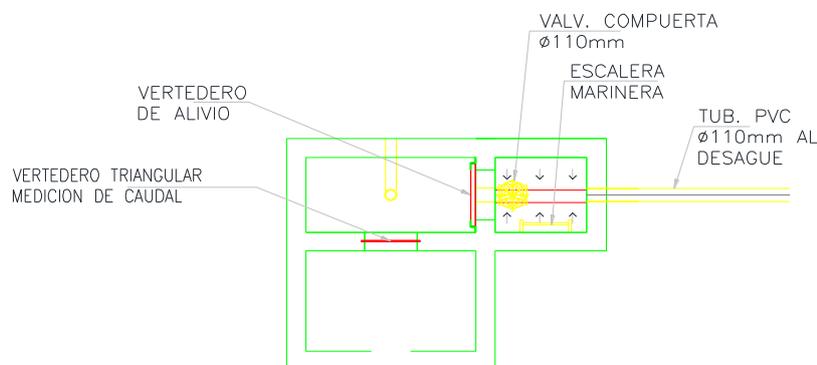
Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

#### DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD

Se han diseñado 3 filtros lentos para 0,50, 1,0 y 1,50 L/s de capacidad de producción. Cada filtro lento está compuesto de una estructura de entrada, la caja del filtro y una estructura de salida.

Las dimensiones de esta caja son estándar para los 3 filtros calculados

**Ilustración 5: Estructura de entrada**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento

#### Caja del filtro

**Tabla 5: Dimensiones de las cajas de los filtros**

N°	Q (L/s)	Ancho (m)	Largo (m)	Área depósito de arena	del de
1	0,50	2,60	3,50	4,80	
2	1,00	3,70	4,90	9,60	
3	1,50	4,50	6,00	14,40	

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Tabla 6: Especificación de la capa soporte de grava**

N°	Tamaño de la grava (mm)	Altura de la capa (m)
1	1,5 - 0,40	0,05
2	4,0 - 15,0	0,05
3	10,0 - 40,0	10,0

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

Sobre la capa soporte se considera un lecho filtrante de arena de 0,80 m de alto. Las especificaciones para la arena se pueden ver en la tabla siguiente.

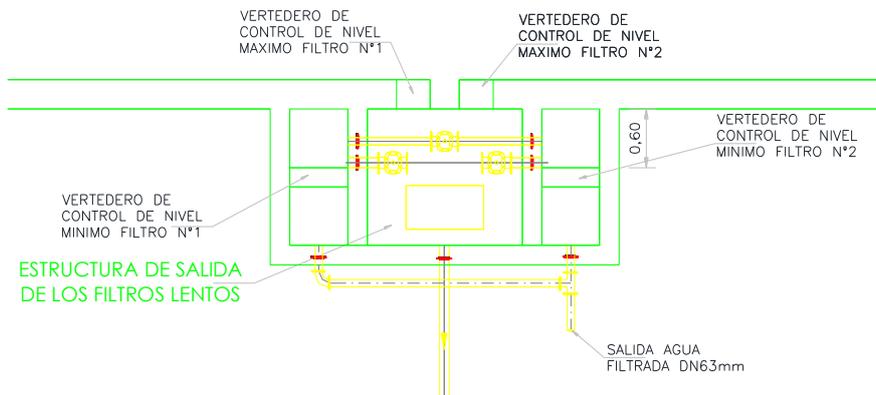
**Tabla 7: Especificaciones para la arena**

N°	Parámetros	Recomendación
1	Tamaño efectivo (mm)	0,20 a 0,30
2	Coficiente de uniformidad	1,8 a 2,0
3	Espesor del lecho (m)	0,80

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

Sobre la capa de arena se considera una altura de agua máxima de 1,0 m de altura. Esta altura máxima se controla con un aliviadero que descarga en la estructura de salida.

## Estructura de salida



## MEMORIA DE CÁLCULO HIDRAÚLICO

### PARAMETROS DE DISEÑO

Para el cálculo de los filtros lentos, se ha de tomar el caudal máximo diario. En el siguiente cuadro, se muestran los criterios para obtener el caudal de diseño de la unidad:

**Tabla 8: Consideraciones iniciales de diseño**

Datos de Diseño		Resultados	
Caudal promedio (L/s)	$Q_p$	Población x Dotación	1,15
Caudal máximo diario (L/s)	$Q_{md}$	$Q_p \times K_1$	1,50
Caudal máximo horario (L/s)	$Q_{mh}$	$Q_p \times K_2$	2,30

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

Donde:

$K_1 = 1,3$  y  $K_2 = 2,0$ ; según RM 173-2016-VIVIENDA y sus actualizaciones.

## DISEÑO DEL FILTRO LENTO

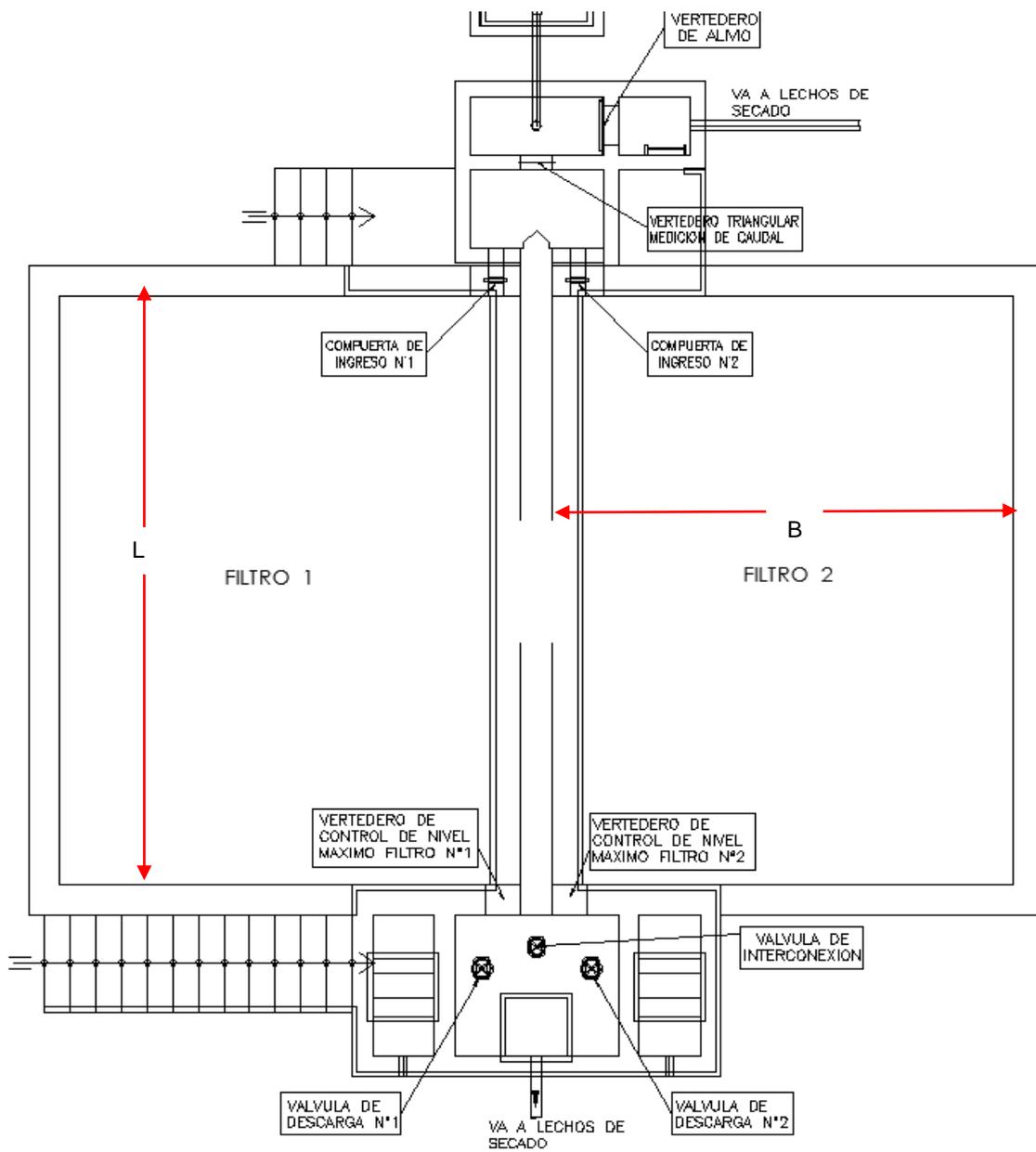
La dimensión de cada celda de lecho de secado se calculó de acuerdo a los datos de precipitación y evaporación extraídos de la estación de provincia de Sandía.

**Tabla 9: cálculo para el diseño de filtro lento**

Datos	Criterios	Resultados
Caudal máximo diario = 2.247 L/s, o 8.089 m <sup>3</sup> /h Número de unidades N = 2	$Qd = Q/N$ $Qd = 4.044 \text{ m}^3/\text{h}$	Caudal de diseño de filtro lento
Velocidad filtración = 0,10 m/h	$A_1 = Qd/V$ $A = 40.44,0 \text{ m}^2$	Área de cada filtro lento
Coficiente de mínimo costo = 1,33	$L = (C * A)^{0.5}$ $L = 8.50 \text{ m}$	Largo del filtro lento
	$B = (A/L)^{0.5}$ $B = 5,25 \text{ m}$	Ancho de la unidad
Espesor de la capa de arena extraída en cada raspado e = 2 cm Numero de raspados por año N1 = 6 Periodo de reposición de la arena. P = 4 años	$Vol. = e.N_1.P.A$ $Vol. = 26 \text{ m}^3$	Volumen mínimo del depósito de arena
Altura máxima de apilamiento. H = 1,80 m	$A1 = Vol./H$ $= 18,80 \text{ m}^2$	Área del depósito de arena
Altura canales de drenaje H <sub>1</sub> = 0,15 m Altura de la grava H <sub>2</sub> = 0,20 m Altura de la capa de arena H <sub>3</sub> = 0,80 m Altura de la capa de agua H <sub>4</sub> = 1,0 m Borde libre H <sub>5</sub> = 0,30 m	$Ht = H_1+H_2+H_3+H_4+H_5$ $Ht = 2,45 \text{ m}$	Altura total del filtro lento

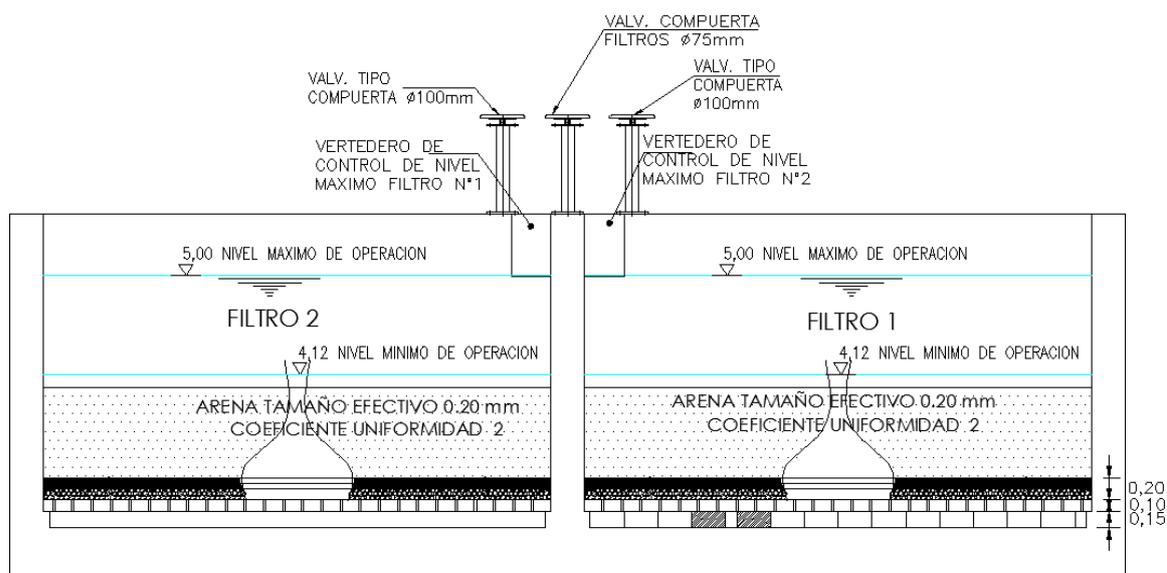
Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

Ilustración 6: esquema filtro lento planta



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Ilustración 7: esquema filtro lento corte**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

## MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

### MATERIALES

Concreto armado para estructuras

Concreto estructural: resistencia especificada  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Acero de refuerzo en varillas: resistencia especificada  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Recubrimientos

Cimentaciones con solado y muros  $r = 50\text{mm}$

Losas de techo expuestas a la acción del agua  $r = 50\text{mm}$

Losas de techo no expuestas a la acción del agua  $r = 25\text{mm}$

**Suelo de cimentación**

Arcilla arenosa inorgánica semi compacta.

Profundidad 1.00m

Presión admisible  $\sigma = 1.00 \text{ kg/cm}^2$

Angulo de fricción interna  $\Phi = 30^\circ$

Coefficiente de fricción concreto-suelo  $\delta = \frac{2}{3}\Phi = 19.33^\circ$   $C_f = \tan(\delta) = 0.35$

### CARGAS

Peso de materiales

Concreto  $2400 \text{ kg/m}^3$

Acero  $7850 \text{ kg/m}^3$

Agua  $g = 1,000 \text{ kg/m}^3$

Suelo seco promedio  $g_s = 1,800 \text{ kg/m}^3$

Carga viva

Carga viva en veredas  $s/c = 400 \text{ kg/m}^2$

Carga viva en techos de concreto  $s/c = 200 \text{ kg/m}^2$

Carga sísmica

Espectro inelástico de pseudo-aceleraciones en estructuras hidráulicas  $S_a = 0.24g$

## EMPUJE LATERAL DE MATERIALES

Cargas estáticas

Las cargas de presión lateral del suelo y del agua serán tratadas como cargas vivas en el diseño.

Presión hidrostática  $K_w = 1.0 @ \frac{1}{3} \text{Hagua}$

Presión lateral en reposo  $K_o = 1 - \text{sen} \varnothing = 0.50 @ \frac{1}{3} \text{Hsuelo}$

Presión activa  $K_A = \tan^2 (45 - \varnothing/2) = 0.333 @ \frac{1}{3} \text{Hsuelo}$

Acción sísmica

- Presión hidrodinámica (sobre muro rígido)  $K_{hd} = 7/8 S_a = 0.21 @ 0.4 \text{Hagua}$
- Presión lateral activa incluyendo acción sísmica (Mononobe-Okabe)
- Seudo aceleración horizontal para relleno  $Ch = 0.20g$
- Seudo aceleración vertical para relleno  $Cv = 0.10g$
  
- Para suelo seco:  $\theta = \text{Arc tan} (Ch/(1-Cv)) = 12.53^\circ$
  
- Angulo de inclinación del muro con la vertical  $i = 0^\circ$
- Angulo del suelo con la horizontal  $\beta = 0^\circ$
- Angulo de fricción entre la pared y el suelo  $\delta = \frac{2}{3}\Phi = 20^\circ$
  
- $KAE = \cos^2 (\varnothing - \theta - i) / \cos \theta * \cos 2i * \cos (\delta + i + \theta) * A$
  
- $A = [1 + \sqrt{\text{sen}(\varnothing + \delta) * \text{sen}(\varnothing - \beta - \theta) / \cos(i + \delta + \theta) * \cos(i - \beta)}] / 2$
  
- $KAE = 0.493$
  
- Incremento dinámico de presión activa  $\Delta KAE = KAE - K_A = 0.163 @ \frac{2}{3} \text{Hsuelo}$

## ANÁLISIS Y DISEÑO

### Método de análisis

Todos los elementos estructurales son diseñados para los efectos máximos de las cargas factorizadas.

### Método de diseño

Se aplica el método de diseño de factores de carga y resistencia

### Factores de carga para estructuras hidráulicas de concreto

Los elementos estructurales se diseñan para tener una resistencia de diseño en todas las secciones por lo menos igual a la resistencia requerida

Notación:

- U = Carga factorizada
- D = Carga muerta
- L = Carga viva
- E = Carga de sismo

- H = Carga de presión del suelo
  - W = Carga de presión de agua
- Resistencia requerida según ACI 350-01
- U = 1.4D + 1.7L
  - U = 1.4D + 1.7L + 1.7H
  - U = 0.9D + 1.7H
  - U = 1.4D + 1.7L + 1.7W
  - U = 0.9D + 1.7W
  - U = 1.05D + 1.275L ± 1.4E
  - U = 0.9D ± 1.43E

### Factores de resistencia para estructuras hidráulicas

- Flexión 0.90
- Cortante 0.85
- Compresión 0.70
- Tracción 0.90

### Durabilidad medio ambiental

La resistencia requerida, se multiplica por los siguientes factores de durabilidad ambiental (S), en estructuras en donde la durabilidad, estanqueidad o similares condiciones de servicio son necesarias.

- Resistencia a la flexión S = 1.30
- Fracción del cortante tomado por el refuerzo S = 1.30
- Tracción axial S = 1.65

### Limitación de deflexiones

- Deflexión inmediata debido a la carga viva L/360
- Deflexión diferida debida a carga sostenida + deflexión inmediata debido a carga viva adicional L/240

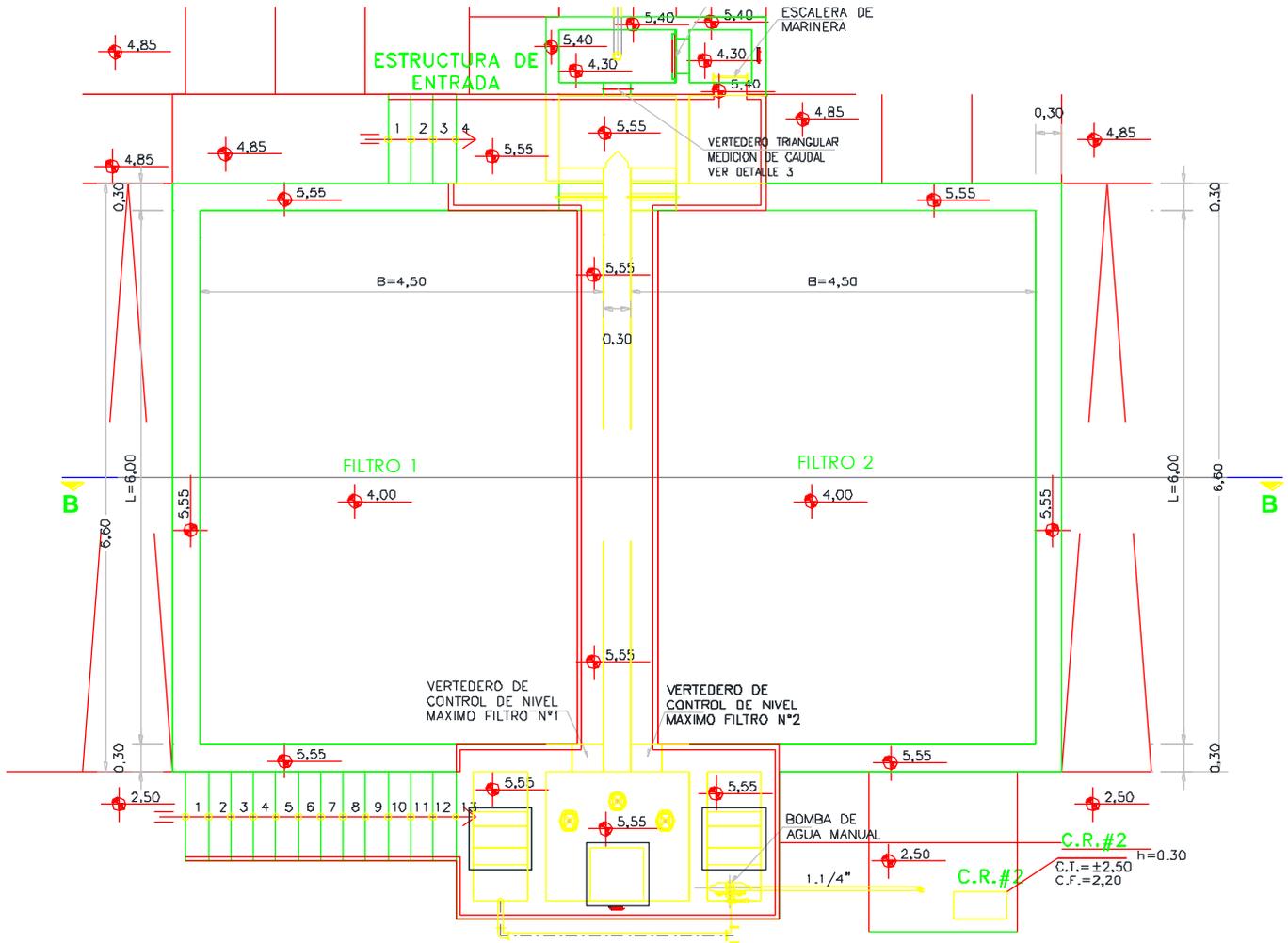
### DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES—FILTRO LENTO PARA 1.5 lt/seg

#### Muro lateral del filtro lento

Muro en voladizo, borde inferior empotrado en losa de fondo, borde superior libre.

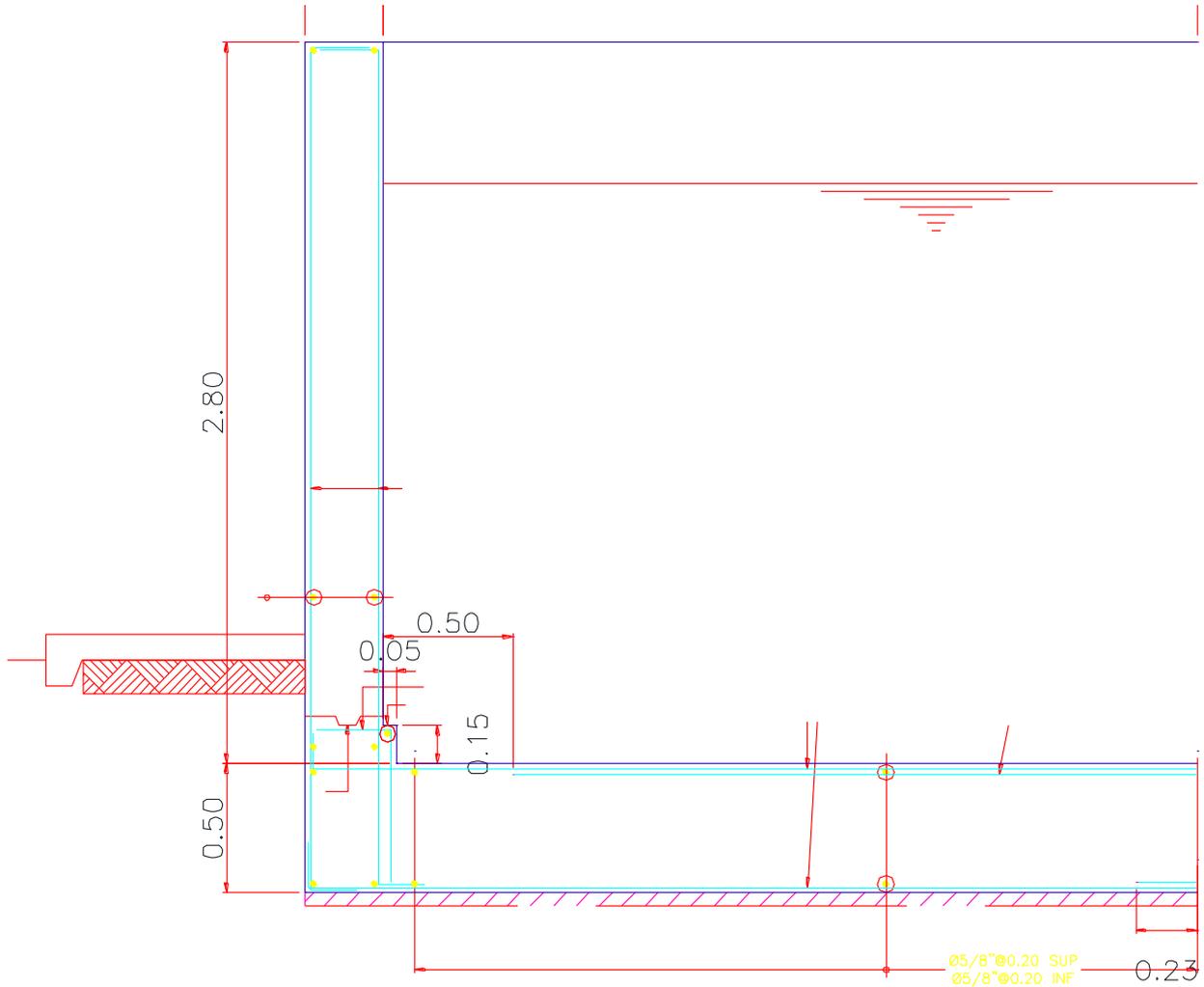
- Ancho Muro t = 0.30 m
- Alto Muro (Inundación) a = 2.80 m
- Altura agua operación h = 2.25 m
- Altura de suelo Hs = 0.50 m
- Densidad del suelo gs = 1.8 tn/m<sup>3</sup>

Tabla 10: planta nivel de operación



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Tabla 11: sección de muro típico**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

- sección de muro típico

Iniciamos con el cálculo del empuje del agua que es igual a:

$$q = K_a \cdot w \cdot a$$

$$K_a = 1.0 \text{ (agua)}$$

$$W = 1,000 \text{ Kg/m}^3$$

$$a = 2.80 \text{ m}$$

$$q = 1.0 \times 1,000 \times 2.80 = 2,800 \text{ Kg/m}^2$$

Dónde:

q: empuje del agua

Ka: constante que depende del medio, que origina el empuje en una superficie.

W: densidad del agua

a: altura del muro

$$\text{Para el muro largo } b/a = 6.00/2.80 = 2.14$$

$$\text{Para el muro corto } b/a = 4.50/2.80 = 1.60$$

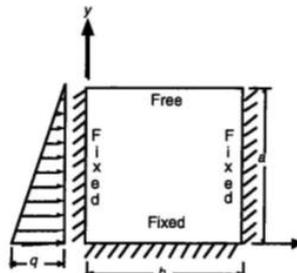
## Coeficientes de corte cs

De acuerdo con las condiciones de construcción e integridad estructural, los muros se analizaron para las condiciones de frontera de restricciones fijas en sus 3 bordes y una libre en la parte superior del muro de mayores dimensiones.

$$Shear = C_s \times q \times a$$

$$Deflection = \frac{C_d q a^4}{1000 D}$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1 - \mu^2)}$$



Coeficientes de corte  $C_s$ , para el muro largo  $b/a = 2.14$   
 Coeficientes de corte  $C_s$ , para el muro corto  $b/a = 1.60$

**Tabla 12: coeficientes de corte**

Location \ b/a	4.0	3.0	2.5	2.0	1.75	1.5	1.25	1.0	0.75	0.5
Bottom edge - midpoint	0.5	0.5	0.48	0.45	0.43	0.4	0.36	0.32	0.26	0.19
Side edge - máximo	0.38	0.37	0.33	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.22	0.17
Side edge - midpoint	0.23	0.24	0.25	0.26	0.26	0.26	0.25	0.23	0.19	0.13

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Tabla 13: coeficientes resumen  $C_s$**

LOCALIZACION	b/a = 2.14	b/a = 1.60
Borde Inferior – punto medio	0.46	0.41
Borde lateral -máximo	0.29	0.26
Borde lateral – punto medio	0.26	0.26

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

La fuerza cortante actuante máximo en el muro largo actuará en el borde central de este o punto más bajo, donde  $C_s = 0.46$

$$Shear = V = C_s \cdot q \cdot a \quad \square \quad 0.46 \times 2,800 \times 2.80 = 3,607 \text{ Kg}$$

Considerando como máxima capacidad de corte en el concreto del muro según ACI 350-6

$$V_c = 2\sqrt{f_c} \cdot b \cdot w \cdot d$$

De acuerdo al ACI 350-1, el factor de durabilidad medio ambiental  $S=1.3$  para esfuerzo de corte modificado por el factor de resistencia requerida para carga lateral del fluido "F", cuyo factor es igual a 1.7, entonces, el cortante de diseño "Vu" sería igual a:

$$V_u = 1.7 V \quad \square \quad V_u = 1.7 \times 3,607 = 6,132 \text{ Kg}$$

Luego debe cumplirse que  $\phi V_c \geq V_u$   
 Entonces  $\square 2\phi\sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \geq V_u$  ;  $\phi=0.75$   
 $d = V_u / 2\phi\sqrt{f_c} \cdot b$

Finalmente, el espesor del muro será igual a:

$$t = d + \text{recubrimiento} + db/2$$

$$d = 6,132 / 2 \times 0.75 (\sqrt{280 \times 0.0703069}) \times 100 = 9.22 \text{ cm}$$

$$t = 9.22 + 5 + 1.91/2 = 15.17 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Verificación de "t"

Se procede similarmente con el cálculo del espesor "t", del muro para el cortante máximo en el borde central con  $C_s=0.29$ , entonces:

$$V_c = 2 (1 + N_u / 500A_g) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot w \cdot d$$

$$V = 0.29 \times 2,800 \times 2.80 = 2,038 \text{ Kg}$$

$$V_u = 1.7 V \quad \square \quad 1.7 \times 2,274 = 3,865 \text{ Kg}$$

Luego:  $\phi V_c \geq V_u$ , para  $t=20 \text{ cm}$   
 Se tiene que  $\square d = 20 - 5 - 1.91/2 = 14 \text{ cm}$

$$\phi V_c = 2 (1 + N_u / 500A_g) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot w \cdot d \geq V_u \quad ; \quad \phi=0.75$$

$$\phi V_c = 2 (0.75)(1+(0.0703069)(-1.7 \times 0.29 \times 2,800 \times 2.80))(\sqrt{280 \times 0.0703069})(100 \times 14) = 500 \times 14 \times 100$$

$$\phi V_c = 10,390 \text{ Kg} > 3,865 \text{ Kg} \text{ Queda } t=15 \text{ cm}$$

Usaremos conservadoramente,  $t=30 \text{ cm}$  para el espesor del muro.

Un procedimiento similar se sigue para el muro de corte cuyo  $C_s$  de cálculo para cortante en el borde central es  $C_s=0.26$

$$V_u = 1.7 \times 0.26 \times 2,800 \times 2.80 = 3,465 \text{ Kg}$$

$$d \geq 3,465 / 2 \times 0.75 \times (\sqrt{280 \times 0.0703069}) \times 100 = 5.20 \text{ cm}$$

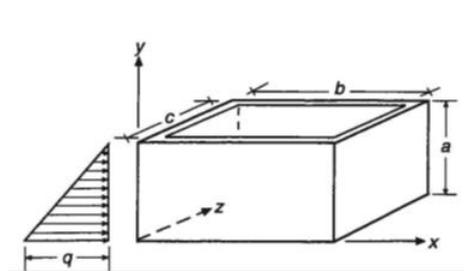
Usaremos conservadoramente  $t=30 \text{ cm}$  para el espesor del muro, similar al muro largo

Coefficiente de momentos

$$Deflection = \frac{C_d q a^4}{1000 D}$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1 - \mu^2)}$$

De acuerdo a las condiciones de b/a para las paredes del tanque, calcularemos  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_{xy}$ ,  $M_{yz}$



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

Los momentos se determinaran mediante las siguientes formulas:

$$M_x = M_x \text{ Coef } \times q \cdot a^2 / 1000$$

$$M_y = M_y \text{ Coef } \times q \cdot a^2 / 1000$$

#### - MOMENTO Y ACERO VERTICAL

De acuerdo a las tablas mostradas, los momentos actuantes en el muro largo se detallan en la tabla adjunta.

$$q \cdot a^2 / 1000 = 2,800 \times 2.802 / 1000 = 21.95 \text{ Tn}$$

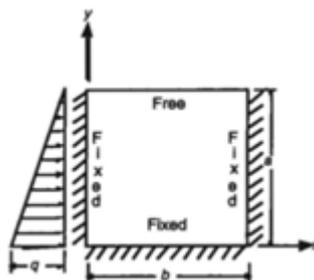
Aplicando los criterios del ACI 350-1, cuyo factor de seguridad medio ambiental para esfuerzos de flexión "S", es igual a  $S=1.3$  y factor de resistencia requerida es igual a 1.7 los momentos de diseño  $M_{ux}$ , serian igual a:

Refuerzo mínimo:

$$\rho \text{ mín} = 0.0020 \quad \square \quad A_s \text{ min} = 0.002bd \quad \square \quad 5\text{cm}^2$$

$$\text{Para } \varnothing 1/2": \quad S = 1.27/5 = 25\text{cm}$$

Conservadoramente,  $S = 25\text{cm}$



$$\text{Momento} = \text{Coef.} \times q a^2 / 1000$$

**Tabla 14: momento X**

Mx	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
TOP	-7	0	0	0	0	0
0.9a	-9	-3	0	2	3	3
0.8a	-9	-3	1	4	6	7
0.7a	-9	-3	3	7	10	11
0.6a	-9	-2	5	10	13	14
0.5a	-9	0	7	12	14	15
0.4a	-8	0	7	11	13	14
0.3a	-6	1	5	7	8	8
0.2a	-4	-1	-1	-2	-4	-5
0.1a	-1	-4	-12	-20	-25	-27
BOT	0	-13	-32	-48	-57	-61

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Tabla 15: momento y**

My	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
TOP	-34	-21	-2	11	19	21
0.9a	-43	-19	-1	11	18	21
0.8a	-44	-18	0	11	18	20
0.7a	-44	-17	1	12	18	20
0.6a	-44	-15	2	12	17	19
0.5a	-43	-13	3	11	15	17
0.4a	-38	-10	4	10	13	13
0.3a	-30	-7	3	7	8	9
0.2a	-19	-4	1	3	3	3
0.1a	-6	-2	-2	-3	-4	-4
BOT	0	-3	-6	-10	-11	-12

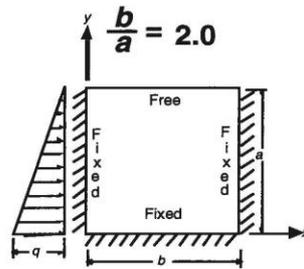
Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Tabla 16: momento XY**

Mxy	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
TOP	0	1	3	3	2	0
0.9a	0	0	2	2	1	0
0.8a	0	0	1	2	1	0
0.7a	0	1	2	3	2	0
0.6a	0	2	4	4	2	0
0.5a	0	4	6	5	3	0

0.4a	0	6	8	7	4	0
0.3a	0	8	9	8	4	0
0.2a	0	8	10	7	4	0
0.1a	0	7	7	5	3	0
BOT	0	0	0	0	0	0

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural



$$\text{Momento} = \text{Coef.} \cdot x \frac{qa^2}{1000}$$

Tabla 17: momento x

Mx	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
TOP	-12	0	0	0	0	0
0.9a	-13	-4	0	3	4	5
0.8a	-12	-4	2	6	9	10
0.7a	-12	-3	5	10	13	14
0.6a	-11	-1	7	12	15	16
0.5a	-10	0	8	13	15	15
0.4a	-8	1	7	10	10	10
0.3a	-6	1	3	2	0	0
0.2a	-4	-2	-6	-12	-17	-19
0.1a	-1	-8	-22	-35	-44	-47
BOT	0	-20	-48	-69	-82	-86

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

Tabla 18: momento Y

MY	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
TOP	-61	-27	0	17	25	28
0.9 <sup>a</sup>	-66	-25	1	16	24	26
0.8 <sup>a</sup>	-62	-23	2	16	22	24
0.7 <sup>a</sup>	-59	-20	3	15	21	22
0.6 <sup>a</sup>	-55	-16	4	14	19	20
0.5 <sup>a</sup>	-50	-13	5	12	16	16
0.4 <sup>a</sup>	-42	-9	5	10	12	12

0.3 <sup>a</sup>	-32	-6	3	6	6	6
0.2 <sup>a</sup>	-19	-3	1	0	0	-1
0.1 <sup>a</sup>	-6	-2	-4	-6	-8	-8
BOT	0	-4	-10	-14	-16	-17

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Tabla 19: momento XY**

Mxy	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
TOP	0	6	6	7	4	0
0.9 <sup>a</sup>	0	5	7	7	4	0
0.8 <sup>a</sup>	0	5	8	7	4	0
0.7 <sup>a</sup>	0	5	8	8	5	0
0.6 <sup>a</sup>	0	7	10	9	5	0
0.5 <sup>a</sup>	0	8	12	10	6	0
0.4 <sup>a</sup>	0	10	13	11	6	0
0.3 <sup>a</sup>	0	11	13	11	6	0
0.2 <sup>a</sup>	0	11	12	9	5	0
0.1 <sup>a</sup>	0	8	8	6	3	0
BOT	0	0	0	0	0	0

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

$$M_x = 1.7 \times S \times M_x \text{ coef} \times q \cdot a^2 / 1000 =$$

$$M_x = 1.7 \times 1.3 \times 21.95 \times \text{coef} = 48.51 \times \text{coef.}$$

$$M_x = 48.51 \times -89 = -4,317 \text{ Kg-m} \quad \square \quad A_s = 6.49 \text{ m}^2 \quad \square \quad \text{Ø}1/2''@0.20$$

- momento y acero horizontal

De acuerdo a las tablas mostradas, los momentos actuantes en el muro largo se detallan en la tabla adjunta.

$$q \cdot a^2 / 1000 = 2,800 \times 2.802 / 1000 = 21.95 \text{ Tn}$$

Aplicando los criterios del ACI 350-1, cuyo factor de seguridad medio ambiental para esfuerzos de flexión "S", es igual a S=1.3 y factor de resistencia requerida es igual a 1.7 los momentos de diseño  $M_{ux}$ , serian igual a:

$$M_y = 1.7 \times S \times M_x \text{ coef} \times q \cdot a^2 / 1000 =$$

$$M_y = 1.7 \times 1.3 \times 21.95 \times \text{coef} = 48.50 \times \text{coef.}$$

$$M_y = 48.50 \times -70 = -3,395 \text{ Kg-m} \quad \square \quad A_s = 5.09 \text{ cm}^2 \quad \square \quad \text{Ø}1/2''@0.25$$

Nota Importante.- Para los muros cortos se estiman menores esfuerzos de flexión y corte por tener dimensiones más pequeñas, conservadoramente se colocó el mismo refuerzo que los muros largos.

### Losas de fondo del pre filtro

- Calculo del peso de la estructura

$$\text{Espesor de la losa de fondo} \quad e = 0.20 \text{ m}$$

$$\text{Alto Muro (Inundación)} \quad H = 2.34 \text{ m (altura más desfavorable)}$$

Se considerará el tanque lleno de agua a nivel de inundación.

		Peso CM	
- Muros	3 x 6.60 x 2.80 x 0.30 x 2.4	=	39.92 tn
- Muros	4 x 4.50 x 2.80 x 0.30 x 2.4	=	36.29 tn
- Muros	4 x 1.45 x 2.80 x 0.20 x 2.4	=	7.80 tn
- Muros	1 x 3.60 x 2.80 x 0.20 x 2.4	=	4.84 tn
- Losa techo	1 x 3.60 x 1.65 x 0.15 x 2.4	=	2.14 tn
- Pasarela	1 x 6.00 x 0.90 x 0.15 x 2.4	=	1.94 tn
- Pasarela	1 x 3.45 x 1.00 x 0.15 x 2.4	=	1.24 tn
	94.17 tn		
- Losa de fondo	6.60 x 9.90 x 0.50 x 2.4	=	29.88 tn
	tn		124.05
- Peso del agua	2 x 6.00 x 4.50 x 2.25	=	89.43 tn
	tn		213.48
<b>TOTAL</b>			<b>213.48</b>
	tn		

$$\text{Reacción del suelo} = 213.48 / 6.60 \times 9.90 = 3.27 \text{ tn/m}^2 \sim 0.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo admisible del suelo} = 10 \text{ tn/m}^2 \sim 1.00 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de presiones y diseño de la losa de fondo

$$\text{PCM} = 94.17 \text{ tn}$$

$$U = 1.3 (1.4D)$$

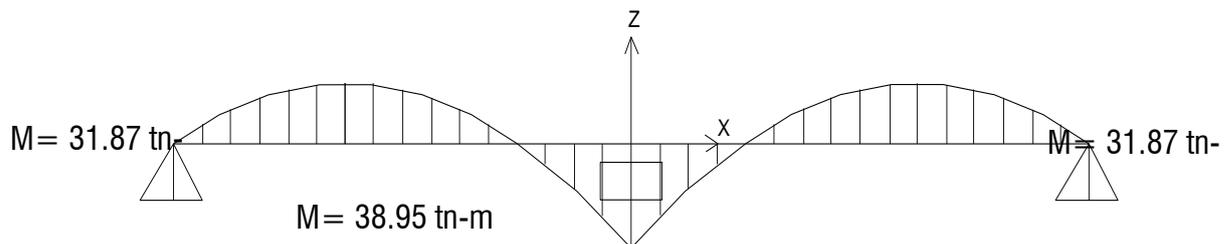
$$U = 1.3 (1.4 (94.17)) = 171.39 \text{ tn}$$

$$W_u = 171.39 / 9.90 = 17.31 \text{ tn/m}$$

$$M = W.L^2/9 = 17.31 \times 4.50^2 / 9 = 38.95 \text{ tn-m}$$

$$M = W.L^2/11 = 17.31 \times 4.50^2 / 11 = 31.87 \text{ tn-m}$$

Diagrama de momentos flectores



- Diseño por flexión (acero negativo)

$$d = 45 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 38.95 \text{ tn-m} \quad \square \quad A_s = 25.21 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } \varnothing 1": \quad S = 5.05 / 25.21 = 20 \text{ cm}$$

Refuerzo mínimo:

$$\rho \text{ mín} = 0.0020 \quad \square \quad \text{As min} = 0.002 \times 100 \times 45 \quad \square \quad 9 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } \varnothing 5/8": \quad S = 2 / 9 = 22 \text{ cm}$$

USAREMOS:  $\varnothing 5/8"@22 \text{ cm}$

Corte de fierros:

Refuerzo	As (cm <sup>2</sup> )
$\varnothing 3/4"@20 \text{ cm}$	14.25
$\varnothing 3/4"@20 \text{ cm}$	14.25
	28.50

- Diseño por flexión (acero positivo)

$$d = 45 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mu = 31.87 \text{ tn-m} \quad \square \quad \text{As} = 20.41 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } \varnothing 3/4": \quad S = 2.85 / 20.41 = 13.5 \text{ cm}$$

Refuerzo mínimo:

$$\rho \text{ mín} = 0.0020 \quad \square \quad \text{As min} = 0.002 \times 100 \times 45 \quad \square \quad 9 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } \varnothing 5/8": \quad S = 2 / 9 = 22 \text{ cm}$$

USAREMOS:  $\varnothing 5/8"@22 \text{ cm}$

Corte de fierros:

Refuerzo	As (cm <sup>2</sup> )
$\varnothing 3/4"@20 \text{ cm}$	14.25
$\varnothing 5/8"@20 \text{ cm}$	10.00
	24.25

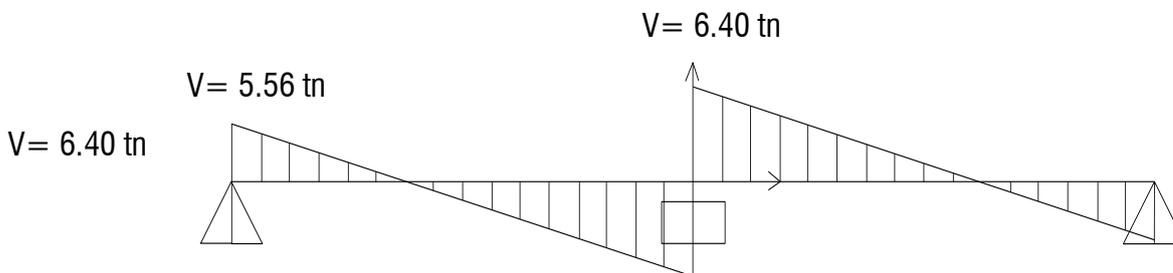
Refuerzo por contracción y temperatura:

De acuerdo al ACI 350, para un muro con refuerzo en dos capas, con un espesor de 50cm y una longitud menor a 6m se tiene:

Se colocará  $\varnothing 5/8"@0.20$

- Diseño por cortante

Diagrama de cortantes



$$V = 1.15Wl/2$$

$$V = 1.15 \times 17.31 \times 4.50 / 2 = 44.78 \text{ tn}$$

$V_u$  (a la distancia "d" de la cara)

$$V_u = 44.78 / 1.3 = 34.45 \text{ tn}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = 39.90 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = 0.85 \times 22.17 = 34.92 \text{ tn}$$

$$V_u < \phi V_c \dots \text{ok.}$$

## **ANEXO 8. COTIZACION DE UNIDAD POTABILIZADORA DE AGUA**

# 2021

## SEDIMENTADOR LAMELAR

Señores:

**JOUZ COMPANY**

**PROPUESTA TÉCNICA**

**COT067-PT21V0**



24/05/2021

**COT02218**

Pte.

Atención : JOUZ COMPANYY.

Referencia :

De mi consideración,

### **1. REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE**

#### **PARAMETROS DE DISEÑO**

El diseño del Sedimentador lamelar cotizado en la presente propuesta, está basado en la información brindada por el cliente y nuestra experiencia.

El cliente debe informar a SPENAGROUP SAC si siente que los parámetros listados líneas abajo, no reflejan su situación actual.

Tipo de influente : Agua procedente de ojo de agua alto andino

Caudal promedio : 2 lps

Caudal Máximo : 4 lps picos de 3 horas

Horas de operación : 24 horas

*Cuadro 1: Calidad de agua de ingreso al Sedimentador Lamelar*

<b>Parámetros</b>	<b>Abrev.</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	300**
pH		-	6.5-7**
Temperatura	T	°C	25**

La separación será realizada por gravedad en un sedimentador del tipo tronco piramidal, en forma de columna vertical que lleva un módulo de placas lamela con una inclinación de 60°, el uso de placas lamela o también llamados módulos sedimentadores impacta directamente en el volumen del sedimentador, haciéndolo menor al requerido.

La capacidad de diseño del sedimentador provee el tiempo necesario para lograr una buena decantación del floc biológico.

**El sedimentador es parte integral del tanque PTAR.**

La unidad será equipada con lo siguiente:

- Un (01) Sistema de Placas Lamela



**Figura 01 : Sedimentador lamelar (imagen referencial)**

Para una adecuada sedimentación de los lodos biológicos, se añadirá un floculante (polímero), para lo cual se utilizará una estación preparadora manual que incluye un tanque, un mezclador superficial con motor y eje para disolución del floculante y un interruptor de nivel.

**2. OPCIONAL SISTEMA DE DOSIFICACION DE FLOCULANTE:**

Como mejora al proceso de sedimentación se propone como unidad alternativa un sistema de dosificación de Floculante consistente en los siguientes componentes:

Componente	Tipo	Obra Civil/Suministro	Material/Marca	Dimensiones	Cantidad
Bomba dosificadora de floculante	diafragma	SPENA	SEKO PVDF/EPDM de 6l/h		01
Tanque de almacenamiento de floculante	Tanque	SPENA	IBC	50 litros aprox	01
Mixer	Agitador	Spena			01
Controlador de nivel bajo	Sonda de nivel	SPENA	LEV o similar		01

## TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO

Tablero Fuerza-Control diseñados bajo lógica cableada, con capacidad para encender y apagar equipos en forma manual y automática, comandado vía selectores o pulsadores desde el frontis del tablero. Cuenta además con señalización de encendido y falla. En adición la protección magnetotérmica protege al sistema de fallas de corriente en los componentes de potencia.

La alimentación del tablero que corresponde al cliente debe tener las siguientes características:

MODELO	SPE-MBBR0140
Electricidad	220 voltios +/- 5%
Potencia requerida	5HP**
Potencia instalada	5HP +/- 5%
Fases/Frecuencia	3 / 60

\*\* Potencia referencial la misma se confirmará en ingeniería de detalle de adquirir el equipamiento opcional.

### DOCUMENTACIÓN

SPENA proporcionará la documentación completa de la planta, durante las distintas fases de ejecución, según sea el requerimiento del cliente:

- Manuales de operación y mantenimiento.

## 3. CONDICIONES TÉCNICAS

### EQUIPOS, MATERIALES Y ACTIVIDADES BAJO RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE.

El siguiente equipamiento y materiales deben ser suministrados por El cliente:

- Sistema de alimentación de agua hasta el sedimentador lamelar.
- Acometida eléctrica hasta el tablero de control si se usa sistema alternativo
- Losa de concreto armado o cualquier obra civil necesaria para la instalación del sedimentador.

#### **4. OFERTA Y CONDICIONES COMERCIALES**

##### **5.1 Oferta Sedimentador Lamelar:**

<b>DESCRIPCIÓN DE SUMINISTROS</b>	<b>PRECIO (\$USD) TOTAL</b>
SEDIMENTADOR LAMELAR : Tanque metálico 3.1 m x 2.4 m s 3.9 m. Incluye placas lamella	<b>\$ 37,031.00</b>
Supervision de instalación tanque metálico en campo	<b>\$ 1,650.00</b>
<b>VALOR DE VENTA \$USD (NO INCLUYE I.G.V)</b>	<b>\$ 38,681.00</b>

##### **5.2 Opcional Sistema de dosificación Floculante:**

<b>DESCRIPCIÓN DE SUMINISTROS</b>	<b>PRECIO (\$USD) TOTAL</b>
SISTEMA DE DOSIFICACION DE FLOCULANTE ACORDE A DESCRIPCION CONTENIDO EN EL ITEM 2	<b>\$ 6,862.00</b>
CONEXIONADO, INSTALACIÓN Y ARRANQUE DE SISTEMA DE FLOCULACION	<b>\$ 3,697.00</b>
<b>VALOR DE VENTA \$USD (NO INCLUYE I.G.V)</b>	<b>\$ 10,559.00</b>

Las medidas y volúmenes de tanques, especificaciones técnicas (marcas, potencias, otros) de equipos e instrumentos finales serán definidos por Spena Group SA durante el desarrollo de la ingeniería de detalle, pudiendo variar como parte de la optimización de la ejecución del proyecto y garantía de proceso de Spena Group SAC. Las variaciones y selección de equipos y materiales principales serán informados y aprobados por el cliente, lo que supercede a cualquier otro documento, lista, detalles de contrato y demás.

#### **5. CONDICIONES COMERCIALES**

- Costo en Dólares Americanos.
- El Precio no incluye IGV. -

##### **Forma de pago:**

- Primer pago: inicial 50% y envío de OC. El tiempo inicia con confirmación de abono de adelanto.
- Segundo pago: 50% contra revisión y aprobación de equipos previa al despacho.

Si se adiciona el sistema de floculación, que incluye la instalación si el cliente lo decide así, la forma de pago de este ítem es el siguiente:

Primer pago: inicial 50% y envío de OC. El tiempo inicia con confirmación de abono de adelanto.

- Segundo pago: 40% contra revisión y aprobación de equipos previa al despacho.
- Tercer pago: al término de la instalación y arranque

## **6. TIEMPO DE ENTREGA**

Ingeniería de Detalle

**: 1 semana**

Fabricación y suministro de Sedimentador Lamelar : **8 semanas** Cualquier modificación en el alcance de equipamiento y estándares de instalación de SPENA, según lo especificado en la “**COT 067-EQ21V0**”, podría incurrir en un adicional en el precio de venta acordado.

## **7. CONDICIONES**

### **a. LUGAR DE ENTREGA**

Cliente envía camión plataforma a Taller para recojo de equipo. El montaje sobre plataforma por cuenta de Spena.

### **b. GARANTÍA DE EQUIPOS Y COMPONENTES**

Con relación a la garantía de fábrica de los equipos mecánicos que integran el sedimentador lamelar (1 año a partir del arranque o 18 meses a partir del despacho, lo que ocurra primero).

### **c. ANULACIÓN DE LA GARANTÍA**

Todas las garantías quedan anuladas en caso de que El Cliente no cumpla con las buenas prácticas de operación y mantenimiento sugeridas por SPENA en la documentación del sistema, en sus manuales de Operación y Mantenimiento y durante la entrega de la planta. La garantía se anula si las directrices de almacenamiento y operación de la planta no se cumplen estrictamente con arreglo a las condiciones indicadas en nuestro manual técnico, o si no se utilizan piezas de repuesto original.

## **8. VALIDEZ DE LA OFERTA**

La presente propuesta tiene un período de validez siete (15) días calendario.

Los servicios de Spena incluyen:

- Cumplimiento de los requerimientos de Seguridad y Medio ambiente, protocolos de seguridad, plan de Seguridad COVID19 acorde a estándar Spenagroup S.A.C , seguros SCTR Pensión y Salud y otros.
- Capacitación y entrenamiento al personal cliente y al usuario final en operación u mantenimiento de los sistemas al incluirse la supervisión o instalación de equipos periféricos.

## 9. NO INCLUIDO EN LA OFERTA

- Ninguna obra civil.
- Transporte de personal desde ciudad a la obra
- Instalación de los equipos, al menos que se contrate el sistema de floculación.
- Servicio de vigilancia de equipamiento en el sitio.
- Equipos de medición de campo/laboratorio para el laboratorio de calidad de agua de la PTAP.
- Todos los trabajos eléctricos, como cables principales, cables de interconexión del suministro principal al Tablero de control (acometida eléctrica al tablero SPENA).
- Químicos para el tratamiento de agua
- Pozo a tierra y pararrayos si requiriese.
- Área techada para equipos e instrumentos.
- Cualquier requisito específico que el cliente solicite y no esté incluido de forma explícita en la presente oferta.



Roberto Suárez Hare  
Gerente General  
Spesá Group S.A.C.

**Ing. Roberto Suárez.**  
**Director Gerente.**

**Ing. Carlos Gutierrez Honores**  
**Asesor Técnico Comercial**

**Cel:955900796**

## ANEXO 9. ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

**HYDRALT S. R. L.**  
**INGENIERIA DEL AGUA**



### CERTIFICADO DE ANALISIS

**INFORME N° 031-0065-2021**

**ASUNTO** : Análisis fisicoquímico de agua para consumo Humano

**SOLICITADO POR:** : Sr. Constructora CAMSUR S.A.C.

**MOTIVO** : Análisis de Agua

**BOLETA / FACTURA** : E001-125

**PROCEDENCIA** : Urba alegre  
Putina Punco – Puno

**TIPO DE AGUA (FUENTE):** : Captación - Manantial

**FECHA Y HORA MUESTREO** : 08:00 Hrs. del 18/05/2021

**FECHA DE ANÁLISIS** : 19/05/2021

**MUESTREADO POR** : Usuario

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Aspecto : Turbio  
Olor : Aceptable  
Sabor : Normal

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

Potencial de hidrógeno (PH)	: 7.74		D.S. N° 031-2009-SA. (LMP)
Temperatura	: 14.80	°C	8.5 – 8.5
Conductividad Eléctrica	: 39.0	µs/cm	1500.0 µs/cm
Dureza total como CaCO <sub>3</sub>	: 32.5	mg/l	500.0 mg/l
Calcio como Ca <sup>++</sup>	: 20.1	mg/l	-
Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>	: 27.0	mg/l	-
Sólidos Totales Disueltos	: 28.0	mg/l	1000 mg/l
Salinidad	: 0.00	g/l	-
ORP	: -65.0	mV	-
Turbiedad	: 20.50	NTU	5.0 NTU
Cloro residual Cl <sub>2</sub>	: ---	mg/l	0.5 – 5.0 mg/l

#### INTERPRETACIÓN

1. Los parámetros Fisicoquímicos analizados en el laboratorio de control de calidad cumplen con los estándares del reglamento de la calidad del agua para consumo Humano D.S. N° 091-2010-SA.
2. Se recomienda realizar filtración para disminuir la turbiedad del agua.

Julaca – Puno 19 de mayo del 2021  
V°B°

HYDRALT S. R. L.

INGENIERIA DEL AGUA

Mg. ALDO C. RODRIGUEZ-MANOMA  
SIN. HYDRALT