

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL
Y DEL AMBIENTE**
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO
POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE
ESPINAR, REGION CUSCO”

PRESENTADO POR:

BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES

Para optar al Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

AREQUIPA – PERU

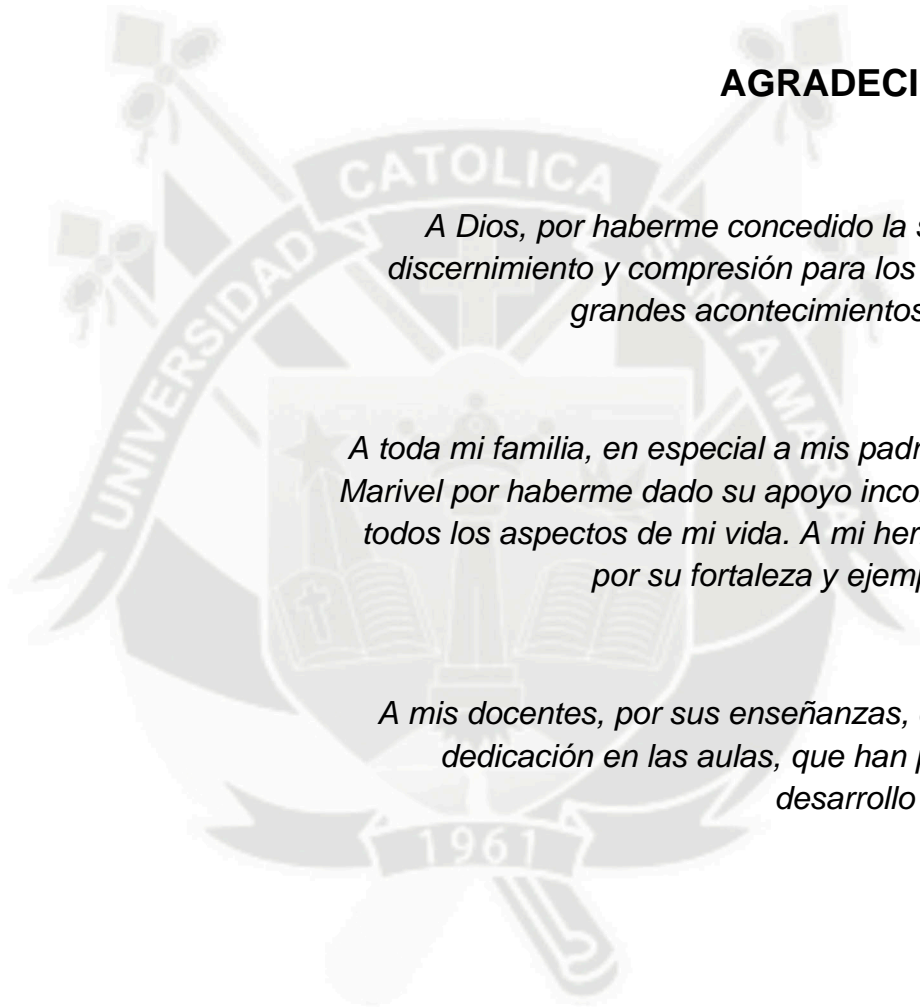
2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme concedido la sabiduría, el discernimiento y comprensión para los pequeños y grandes acontecimientos de mi vida.

A toda mi familia, en especial a mis padres Wilbert y Marivel por haberme dado su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida. A mi hermana Raisa por su fortaleza y ejemplo a seguir.

A mis docentes, por sus enseñanzas, confianza, y dedicación en las aulas, que han permitido mi desarrollo profesional.





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

“EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO”



PRESENTADO POR:

BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES

Arequipa, octubre de 2016



INTRODUCCIÓN

La mayoría de las fuentes de agua de origen superficial, requieren un tratamiento para ser usadas con fines de consumo humano. El uso de estas aguas implica un riesgo de transmisión de enfermedades hídricas, debido a que el agua tiene la propiedad de ser un solvente universal, y por ello es capaz de transportar casi la totalidad de sustancias que encuentra a su paso, sean estas físicas, químicas o biológicas.

Una planta de tratamiento de agua (PTAP), es una secuencia de procesos unitarios convenientemente seleccionados y diseñados con el fin de remover totalmente los contaminantes microbiológicos presentes en el agua cruda y parcialmente los físicos y químicos, hasta llevarlos a los límites aceptables establecidos por las normas de calidad del agua. Dentro de las diversas tecnologías de tratamiento, destacan las de tecnología CEPIS/OPS por sus bajos costos de operación y mantenimiento, sencillez de su diseño y construcción, eficiencia de tratamiento y funcionamiento de todos los procesos por gravedad, siendo una tecnología apropiada para países en desarrollo como el nuestro.

El principal objetivo de la tesis es evaluar el funcionamiento y eficiencia de los procesos de tratamiento de la PTAP de tecnología convencional existente en la localidad de Yauri; plantear la mejor alternativa para su mejoramiento desde el punto de vista técnico y económico, y que la calidad del agua tratada cumpla con las normas establecidas.



RESUMEN EJECUTIVO

La localidad de Yauri - Espinar cuenta con una PTAP de tecnología convencional semejante al de CEPIS/OPS, con una antigüedad aproximada de 30 años. Actualmente, se encuentra operando con una sobrecarga de caudal de 95 L/s, habiendo sido diseñado para un caudal de 36 L/s. La fuente de abastecimiento proviene de un canal de riego del río Apurímac, que luego es bombeada hacia la PTAP.

La evaluación de la PTAP permitió determinar que los procesos unitarios como la dosificación, mezcla rápida, floculación, decantación y filtración; resultaban poco eficientes, debido principalmente al mayor caudal que están tratando y ocasionando que en épocas de alta turbiedad la planta se paralice, trayendo como consecuencia que el agua producida no cumpla con los límites permisibles establecidos por la normas de calidad.

Según investigaciones realizadas por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos¹, al final del proceso de tratamiento se debe lograr una calidad de agua tratada menor a 0.10 UNT, para lo cual el decantador debe producir un efluente menor a 2 UNT; valores que en ningún caso se cumplieron en la planta de tratamiento evaluada.

En respuesta a esta situación, se plantean propuestas de mejoramiento para cada proceso unitario como se detalla a continuación:

¹ (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, *Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual I: Teoría*, 2008, pág. 111)



- ❖ Sistema de dosificación: Implementación de un sistema de bombeo automático de agua filtrada para la preparación de soluciones, instalación de bombas dosificadoras para regular el caudal de solución, colocación de difusores, y aumento de la capacidad de los tanques de solución, en concordancia a los parámetros óptimos de dosificación obtenidos en laboratorio y el caudal de operación actual.
- ❖ Mezcla rápida: Mejoramiento de las condiciones hidráulicas de salida de la unidad, logrando un resalto óptimo con un tiempo de mezcla de 1.16 s y un gradiente de velocidad 914 s^{-1} .
- ❖ Floculación: Aumento del tiempo de retención de 14.6 min a 18 min, aproximándolo al tiempo óptimo. Las pantallas floculadoras se han cambiado por nuevas unidades de fibra de vidrio, distribuidas de acuerdo a los gradientes óptimos obtenidos en laboratorio.
- ❖ Decantación: Incremento de la tasa de decantación aparente de $29 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$ a $100 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$, mediante la instalación de placas paralelas de vinilona, y se ha mejorado la distribución de caudales, de manera que el efluente producido sea menor a 2 UNT.
- ❖ Filtración: Incremento de la tasa de filtración de $120 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$ a $270 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$, mediante el cambio del medio filtrante a un lecho doble de arena y antracita de 0.65m de espesor, de manera que el efluente producido por los filtros sea menor a 0.1 UNT.

La propuesta de mejoramiento de PTAP tendrá un horizonte mínimo de 15 años, con un presupuesto que asciende a la suma de S/. 393,881.26, y un tiempo de ejecución de 60 días calendarios.



INDICE

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	1
1.1. Definición del problema	1
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3. Justificación	4
1.4. Alcance.....	4
1.5. Limitaciones.....	5
CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	6
2.1. Ubicación Geográfica.....	6
2.2. Población Urbana y Rural	7
2.3. Acceso.....	7
2.4. Entorno Geográfico y Ambiental	7
2.4.1. <i>Clima</i>	7
2.4.2. <i>Superficie</i>	8
2.4.3. <i>Hidrografía</i>	8
2.5. Aspectos Sociales y Económicos.....	9
2.5.1. <i>Actividad Económica</i>	9
2.5.2. <i>Salud</i>	10
2.5.3. <i>Educación</i>	11
2.5.4. <i>Vivienda y servicio básico</i>	12
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	16
3.1. Calidad del Agua Superficial	16
3.1.1. <i>Características físicas</i>	16
3.1.2. <i>Características químicas</i>	17
3.1.3. <i>Características biológicas</i>	19
3.1.4. <i>Normas de calidad del agua</i>	20



3.2.	Plantas de Tratamiento.....	23
3.2.1.	<i>Tipos de planta de tratamiento de agua</i>	23
3.2.2.	<i>Clasificación de plantas de filtración rápida por el tipo de tecnología</i>	25
3.3.	Procesos Unitarios de Tratamiento de Agua	27
3.3.1.	<i>Coagulación</i>	27
3.3.2.	<i>Mezcla Rápida.....</i>	29
3.3.3.	<i>Floculación</i>	30
3.3.4.	<i>Sedimentación.....</i>	33
3.3.5.	<i>Filtración.....</i>	36
3.3.6.	<i>Desinfección.....</i>	39
CAPÍTULO 4:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	40
4.1.	Evaluación del sistema de captación y conducción actual	40
4.1.1.	<i>Sistema de captación y conducción Huayllumayo.....</i>	40
4.1.2.	<i>Sistema de bombeo e impulsión – Canal Apurímac.....</i>	43
4.1.3.	<i>Caracterización de la calidad del agua cruda</i>	46
4.1.4.	<i>Resultados de la evaluación del sistema de captación y conducción</i>	49
4.2.	Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable existente	50
4.2.1.	<i>Descripción general del funcionamiento</i>	51
4.2.2.	<i>Evaluación de los procesos unitarios.....</i>	57
4.2.3.	<i>Resultados de la evaluación de la planta de tratamiento</i>	83
CAPÍTULO 5:	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	87
5.1.	Datos poblacionales.....	87
5.1.1.	<i>Población actual.....</i>	87
5.1.2.	<i>Periodo de Diseño.....</i>	88
5.1.3.	<i>Población futura</i>	88
5.1.4.	<i>Dotación de agua potable</i>	88
5.1.5.	<i>Caudal de diseño</i>	88
5.2.	Diseño de planta de tratamiento	90
5.2.1.	<i>Diseño del sistema de dosificación.....</i>	90
5.2.2.	<i>Diseño de la mezcla rápida.....</i>	96
5.2.3.	<i>Diseño del floculador.....</i>	98
5.2.4.	<i>Diseño del decantador</i>	111
5.2.5.	<i>Diseño de los filtros.....</i>	123



5.3.	Instructivo de puesta en marcha y operación normal	131
5.3.1.	<i>Recomendaciones para la puesta en marcha:</i>	131
5.3.2.	<i>Operación normal de la planta</i>	135
CAPÍTULO 6: ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA		137
6.1.	Topografía	137
6.1.1.	<i>Justificación del estudio</i>	137
6.1.2.	<i>Metodología y procesamiento de la información</i>	137
6.2.	Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento	138
6.2.1.	<i>Propósito y alcance del estudio</i>	138
6.2.2.	<i>Metodología y procesamiento de la información</i>	138
6.3.	Estudio de Mecánica de Suelos	156
6.3.1.	<i>Objetivos y alcance del estudio</i>	156
6.3.2.	<i>Metodología y procesamiento de la información</i>	156
6.4.	Estudio hidrológico y balance hídrico	171
6.4.1.	<i>Objetivos y alcances del estudio</i>	171
6.4.2.	<i>Unidad hidrográfica del río Huayllumayo</i>	171
6.4.3.	<i>Balance hídrico de la UH Huayllumayo</i>	172
6.4.4.	<i>Hidrografía y caudal del río Apurímac</i>	174
CAPÍTULO 7: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		177
7.1.	Datos generales.....	177
7.2.	Descripción del proyecto.....	178
7.2.1.	<i>Sistema de dosificación</i>	178
7.2.2.	<i>Mezcla rápida</i>	179
7.2.3.	<i>Floculación</i>	179
7.2.4.	<i>Decantación</i>	180
7.2.5.	<i>Filtración</i>	181
7.3.	Línea base ambiental.....	182
7.3.1.	<i>Caracterización del área de influencia del estudio</i>	182
7.3.2.	<i>Medio físico</i>	183
7.3.3.	<i>Medio biótico</i>	183
7.3.4.	<i>Medio socio-económico</i>	184



7.4.	Caracterización de los impactos ambientales – Matriz Leopold	184
7.4.1.	<i>Identificación de los impactos ambientales.....</i>	185
7.4.2.	<i>Evaluación y valoración de los impactos ambientales.....</i>	186
7.5.	Estrategia de manejo ambiental.....	188
7.5.1.	<i>Plan de Manejo Ambiental</i>	188
CAPÍTULO 8: PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRA		190
8.1.	Costos y presupuestos	190
8.1.1.	<i>Metrados</i>	190
8.1.2.	<i>Análisis de precios unitarios.....</i>	190
8.1.3.	<i>Presupuesto y Fórmula polinómica.....</i>	190
8.1.4.	<i>Especificaciones técnicas</i>	191
8.2.	Programación de obra	191
8.2.1.	<i>Diagrama de Gantt.....</i>	191
8.2.2.	<i>Flujo de caja mensual</i>	191
CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		192
CAPÍTULO 10: PLANOS		195
CAPÍTULO 11: ANEXOS		196



CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1. Definición del problema

La localidad de Yauri, capital de la provincia de Espinar, tiene una población estimada al año 2015 de 29772² habitantes, y cuenta actualmente con dos sistemas de abastecimiento de agua con planta de tratamiento, siendo una de ellas por gravedad y otra por bombeo.

El sistema por gravedad, consiste en la captación de 36 L/s de la represa Huayllumayo, con una línea de conducción Ø 10" de aproximadamente 7.5 km, que son tratadas en 02 unidades compactas automatizadas a razón de 18 L/s cada una, esta planta se instaló en octubre.2015.

Para completar la demanda de agua en la población, se instaló en el año 2013, un sistema de bombeo que impulsa 95 L/s hacia la planta de tratamiento de tecnología convencional en dos turnos, una de 8 horas en la mañana y otra de 4 horas en la tarde, desde el canal de riego proveniente del río Apurímac.

La planta de tratamiento convencional fue construida hace 25 años, su infraestructura presenta un regular estado de conservación, sin embargo, los procesos unitarios como la dosificación de coagulante, mezcla rápida, floculación y decantación; resultan poco eficientes con turbiedades altas y el agua producida no cumple con los límites establecidos por la normatividad vigente.

² Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población Total por Sexo de las Principales Ciudades, 2000-2015



Una evaluación rápida del sistema de captación, conducción y tratamiento, permitió identificar la siguiente problemática en su diseño y funcionamiento:

- La línea de conducción de \varnothing 10" proveniente de la captación (represa Huayllumayo), está operando a su máxima capacidad de conducción (36 L/s).
- La planta de tratamiento de tecnología convencional trabaja con sobre carga de caudal en las horas de bombeo, donde opera con 95 L/s habiendo sido diseñada solo para tratar un promedio de 36 L/s.
- El sistema de bombeo deja de operar cuando la turbiedad del agua supera los 80 UNT, debido a que la planta convencional no tiene capacidad de tratar mayores turbiedades. Esto genera interrupciones constantes del abastecimiento de agua a la población en las épocas de lluvia.
- El sistema de dosificación de coagulante no es apropiado, debido a que no se realiza ensayos de laboratorio (prueba de jarras) para determinar la dosis óptima, no existe una mezcla rápida y el caudal de dosificación no es constante, disminuyendo la eficiencia global de la planta.
- Una revisión de los datos históricos de la turbiedad del agua a la salida de los decantadores, muestra que estos son mayores a 2 UNT, que, según la Agencia de Protección Ambiental (EPA)³ de los Estados Unidos, debe estar en un rango menor a 2 UNT como requisito necesario para que el filtro pueda producir un efluente menor a 0.10 UNT, y así se garantice que el agua esté libre de huevos de parásito.

³ (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, *Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual I: Teoría*, 2008, pág. 111)



La problemática descrita, permite realizar una evaluación de la planta de tratamiento de tecnología convencional y plantear su mejoramiento en cada uno de los procesos con los que cuenta (mezcla rápida, floculador, sedimentación, filtración y desinfección).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la operatividad y eficiencia de la planta de tratamiento de agua potable de tecnología convencional existente, y plantear la alternativa más adecuada para su mejoramiento; asegurando la eficiencia de su funcionamiento, operación y mantenimiento, de tal manera que el agua producida sea suficiente en cantidad, y cumpla con las normas de calidad del agua de consumo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el sistema de captación y línea de conducción de Huayllumayo, así como realizar un análisis hidrológico para conocer su comportamiento y capacidad de almacenamiento.
- Evaluar el sistema de bombeo y línea de impulsión, para conocer su capacidad de conducción y características.
- Evaluar y caracterizar la calidad física, química y micro-biológica de las fuentes de abastecimiento de agua y verificar que sus parámetros cumplan con los *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional*.



- Realizar pruebas de laboratorio para determinar los parámetros de diseño de la planta de tratamiento de tecnología convencional (gradiente hidráulico, dosis óptima, velocidad de sedimentación, entre otros).
- Evaluar la operatividad y eficiencia de cada uno de los procesos unitarios de la planta de tratamiento de tecnología convencional (mezcla rápida, floculación, decantación, filtración y desinfección).
- Diseñar la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de tecnología convencional, la que puede ser de rehabilitación, ampliación o reemplazo, asegurando su adecuado funcionamiento y que la calidad del agua tratada cumpla los límites máximos permisibles establecidos por norma.

1.3. Justificación

La presente Tesis contribuye a solucionar la problemática del abastecimiento y tratamiento de agua potable para la localidad de Yauri, proponiendo una solución de bajo costo para que la planta de tratamiento produzca un agua que sea suficiente en cantidad, y cumpla con los LMP de calidad establecida en la normatividad vigente.

1.4. Alcance

- a) La evaluación y mejoramiento solo incluye a la planta de tratamiento de tecnología convencional (PTAP) ubicado en el sector "Virgen de Chapí" y todos sus procesos unitarios como mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Complementariamente a esta



evaluación, se incluyen los componentes del sistema de agua como son la captación (represa Huayllumayo) y línea de conducción, sistema de bombeo e impulsión del canal de riego Apurímac. El estudio no incluye la evaluación de reservorios, red de distribución, ni la planta de tratamiento compacta.

- b) El estudio está orientado a atender solo al centro poblado de Yauri, capital de la provincia de Espinar-Cusco, que según proyecciones del INEI tiene una población de 29772 habitantes al año 2015, donde se ha identificado la problemática de abastecimiento de agua antes descrito.

1.5. Limitaciones

- a) Social.- Existe oposición del Comité de Regantes del río Huayllumayo para captar más agua de la represa, lo que representara una limitación si se pretende aprovechar este recurso con fines de ampliación de caudal. Igualmente el Comité de Regantes del Canal del Río Apurímac, según convenio, sólo permite el uso de 95 L/s con fines de abastecimiento de agua.
- b) Información.- No se cuenta con un amplia información histórica acerca medición de los principales parámetros, ni de los datos operacionales de la planta de tratamiento, ya que anteriormente no se realizaba el monitoreo ni pruebas de laboratorio. También, no existen planos de la planta en los archivos de la Municipalidad.



CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación Geográfica

La localidad de Yauri, pertenece al distrito de Espinar (capital provincial), provincia de Espinar llamada también la Nación K'ana, región Cusco. Fue creada administrativamente el 17 de Noviembre de 1917. Geográficamente está ubicada en zona frígida, se encuentra en el piso ecológico puna y tiene las siguientes características:

- Altitud mínima : 3 800 msnm
- Altitud máxima : 5 775 msnm
- Altitud centro poblado : 3930 msnm (capital distrital)
- Latitud Sur : 13° 56' 24" a 14° 52' 40"
- Longitud Oeste : 71° 30' 27" a 72° 30' 30"



MAPA POLITICO DE LA PROVINCIA DE ESPINAR EN LA QUE SE MUESTRA EL DISTRITO DE YAURI - ESPINAR



2.2. Población Urbana y Rural

Según el censo del INEI 2007, la población total del distrito de Espinar es de 29581 habitantes, de los cuales 24566 (83.05%) pertenecen a la zona urbana y 5015 (16.95%) a la zona rural. La población urbana proyectada al 2015 según el INEI es de 29772 habitantes, que viene a ser la población de la capital distrital de Espinar (Centro poblado de Yauri) y es la población de interés de con fines del presente estudio, como se observa en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Población urbana y rural

AÑO	POBLACION		
	Total	Urbana	Rural
1993 (Censo INEI)	25510	18545	6965
2007 (Censo INEI)	29581	24566	5015
2015 (Proyeccion INEI)	33242	29772	3470

2.3. Acceso

La localidad de Yauri se encuentra a 232 km de la ciudad del Cusco. Se accede a ella mediante carretera asfaltada por la ruta Cusco-Sicuani-Yauri, así mismo, existen vías de acceso desde Arequipa, como se observa en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Vías de comunicación a la zona en estudio

Desde	Hasta	Distancia (km)	Tiempo (Horas)	Tipo de Vía	Transporte
Cusco	Sicuani	134	02:30	Asfaltado	Terrestre
Sicuani	Yauri	98	02:00	Asfaltado	Terrestre
Arequipa	Imata	129	02:30	Asfaltado	Terrestre
Imata	Yauri	146	06:00	Afirmado	Terrestre

2.4. Entorno Geográfico y Ambiental

2.4.1. Clima

El clima predominante de la localidad de Yauri-Espinar es de frío a frígido, con temperatura promedio que oscila entre 5.0°C y 9.2°C, mínima de -7.2°C (mes



de junio) y máxima de 17.3°C (mes de noviembre). La precipitación mínima promedio es de 3.14 mm (mes de julio) y la máxima promedio de 175.2 mm (mes de enero).

2.4.2. Superficie

El distrito de Yauri- Espinar tiene una extensión territorial de 747.78 km² (14.09% del total provincial), presenta una mayor densidad poblacional con relación a otros distritos, con 44.45 habitantes por km², ubicados principalmente en el ámbito urbano.

2.4.3. Hidrografía

La hidrografía principal que se encuentra en el distrito de Yauri, son los ríos Huayllumayo, Salado y Cañipia, siendo los dos primeros afluentes directos del río Apurímac, y forman parte de la vertiente del Océano Atlántico. El río Salado tiene como afluentes principales a los ríos Cañipia, Challuta, Occoruro y Pallpatamayo. El río Huayllumayo es uno de los principales tributarios del río Apurímac; tiene como afluentes a los ríos Cchucchaña y Chaco. El Cuadro 2.3., muestra los principales ríos de la zona en estudio.

Cuadro 2.3: Unidades hidrográficas de los ríos Salado y Huayllumayo

Vertiente	Nombre Subcuenca	Unidad Hidrográfica	Área Cuenca (km ²)	Longitud Cause (km)	Caudal Promedio en Confluencia (L/s)	Altitud (msnm)	
						Minima	Maxima
Amazonas	Salado	Salado	-	126.05	1785.00	3812.00	5160.00
		Cañipia	405.92	48.84	199.75	3842.00	5059.00
		Challuta	270.12	36.69	48.19	3897.00	4900.00
		Pallpatamayo	373.91	47.70	257.60	3921.00	4880.00
		Ocoruro	348.26	54.30	408.65	3946.00	5112.00
	Alto Apurímac	Huayllumayo	143.66	30.04	50.68	3875.00	4990.00



Otro recurso hídrico importante de la zona en estudio es el río Apurímac, dado que del canal de riego de este río (progresiva 24+760), se captan 95 L/s que se bombean hacia la planta de tratamiento con fines de uso poblacional.

2.5. Aspectos Sociales y Económicos

2.5.1. Actividad Económica

Producción agrícola:

La provincia de Espinar ha logrado un posicionamiento importante en la dinámica económica regional, con una agricultura orientada al mercado regional y nacional, a través de la producción papa, quinua, cañihua, avena forrajera, caracterizándose por la elaboración de papa deshidratada. Como en la mayoría de provincias de la región del Cusco la agricultura es intensiva en mano de obra. La producción se realiza de forma casi tradicional, las labores agrícolas son empíricas teniéndose un nivel tecnológico bajo. El mayor problema que posee este distrito es la carencia de agua para riego así como también para consumo.

Producción pecuaria:

La actividad pecuaria es una actividad complementaria a la agrícola en la provincia de Espinar y constituye un componente importante en la economía familiar en la mayoría de sus distritos, donde la tenencia pecuaria representa para las familias un stock de capital que permite afrontar situaciones de emergencia. Se caracteriza en la producción ganadera de ovinos, vacunos y auquénidos, convirtiéndose en potencia de este rubro a nivel de provincias alto andinas, siendo sus mercados de venta Cusco y Arequipa.



Turismo:

La provincia de Espinar tiene una serie de monumentos arqueológicos pre-hispánicos como K'anamarca, Ch'allqui, Huiche y Maucallaqta; coloniales como Machupuenta, asimismo recursos naturales como el cañón de Suykutambo, aguas termales de Chaquilla y otros.



RESTO ARQUEOLOGICO DE
MAUCALLAQTA



PUENTE COLONIAL
MACHUPUENTE

Minería:

Dentro de la jurisdicción de Espinar está el cinturón Andahuaylas, éste alberga un sin número de yacimientos de tipo pórfido y skarn con mineralización de cobre, hierro, oro, plata y molibdeno. Uno de los más importantes yacimientos de cobre en actual explotación es el yacimiento de Tintaya, ubicada en el distrito de Yauri, que ha venido explotando minerales de cobre y sub productos de Au, Ag y Mo desde 1984, en un aproximado de 65 millones de Tn en los diferentes tajos.

2.5.2. Salud

La prestación de los servicios de salud en la provincia de Espinar está cubierta por la Dirección Regional de Salud Cusco (DIRESA Cusco) del Ministerio de Salud (MINSA), entidad que ofrece sus servicios a través de la Red de Salud Canas-



Canchis-Espinar, para lo que cuenta con un Hospital, un Centro de Salud y 11 Puestos de Salud distribuidos dentro de la Micro Red de Salud Yauri. En cada uno de los ocho distritos de la provincia existe al menos un establecimiento de salud del MINSA.



HOSPITAL DE
YAURI-ESPINAR,
ADMINISTRADO
POR EL MINSA

2.5.3. Educación

La provincia de Espinar cuenta con alrededor de 260 instituciones educativas (IE) en los niveles de inicial, primaria, primaria y secundaria de menores; cuenta también con secundaria para adultos. La mayoría de IE son de gestión pública (74.71% del total de IE de la provincia), y un el 25.29% son de gestión privada, considerándose entre los privados a doce IE de educación inicial, 16 de educación primaria y 13 de educación secundaria; además de la existencia de 11 IE de nivel básico alternativo, un tecnológico, nueve del tipo técnico productivo, entre otros. De la población escolar total de la provincia de Espinar al año 2011, un 7.83% corresponde al nivel inicial, 46.35% al nivel primario, 33.48% al nivel secundario, un 4.87% al nivel básico alternativo y el resto a los niveles al básico especial, técnico productiva, pedagógico y tecnológico.



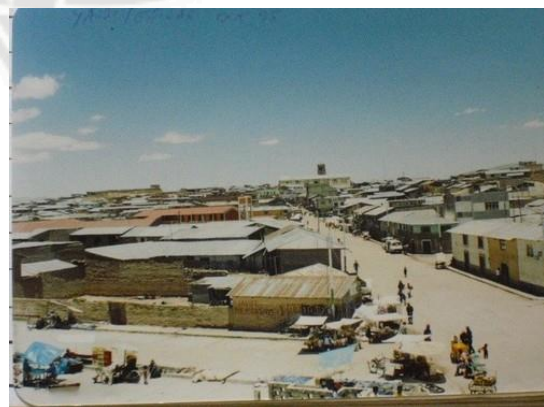
2.5.4. Vivienda y servicio básico

a) Vivienda

Según el Censo Nacional 2007, en la provincia de Espinar en general, el material predominante en las paredes de las viviendas es adobe con 71.31%, ello debido a la abundancia de este material en la zona, la costumbre que posee la población y el bajo costo que demanda construir una casa de este material, siendo tan solo el 2.97% construidas con ladrillo y/o bloques de cemento (construcción de cemento). En lo referido a los techos son mayormente de calamina, tejas y en zonas más altas de paja. Sin embargo, las construcciones con ladrillo o bloques de concreto, se vienen incrementando considerablemente en los últimos años, especialmente en las capitales distritales como son Yauri-Espinar, Coporaque, Pallpata, donde se pueden observar construcciones de concreto armado y ladrillo hasta de cuatro a cinco pisos, podría decirse que las viviendas antiguas de adobe, están siendo reemplazadas por las de ladrillo y concreto en estas zonas.



EDIFICIOS MODERNOS EN ZONA CENTRAL DE YAURI-ESPINAR



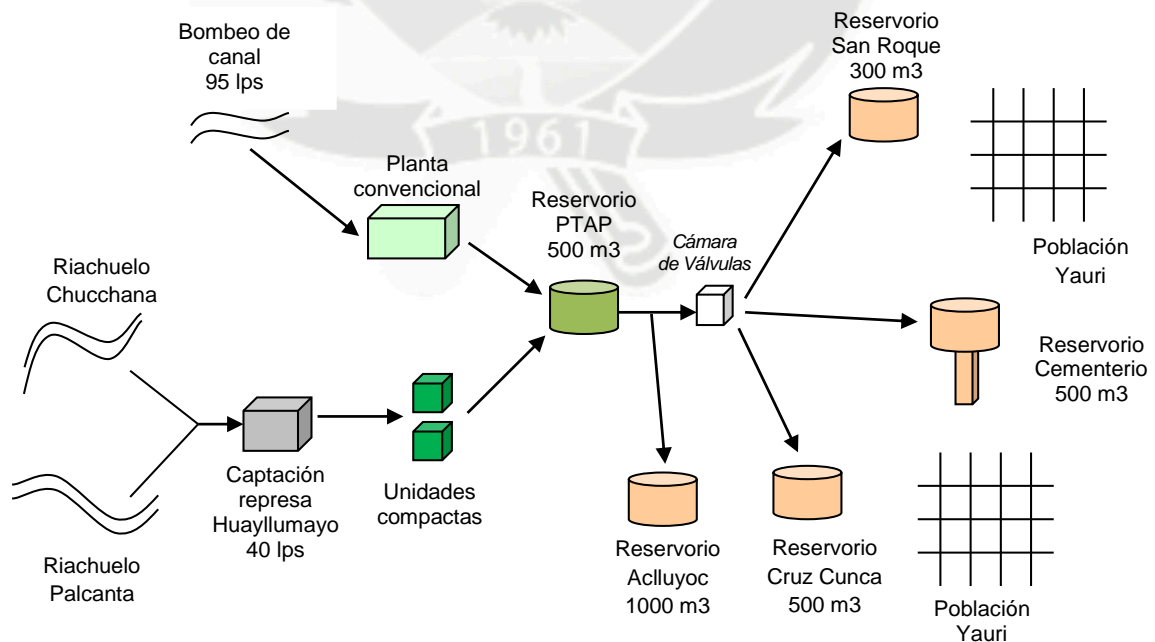
VIVIENDAS ANTIGUAS TÍPICAS, CON MUROS DE ADOBE Y TECHO DE CALAMINA



b) Servicio de Agua Potable

Localidad de Yauri cuenta actualmente con dos sistemas de abastecimiento de agua con planta de tratamiento, siendo una de ellas por gravedad y otra por bombeo. El sistema por gravedad, consiste en la captación de 36 L/s de la represa Huayllumayo, con una línea de conducción \varnothing 10" de aproximadamente 7.5 km, cuyas aguas son actualmente tratadas (desde octubre.2015) mediante 02 unidades compactas automatizadas que tratan un caudal de 20 lps cada una, inicialmente eran tratadas por la planta de tecnología convencional.

El sistema de tecnología convencional trata actualmente 95 L/s provenientes del canal de riego del río Apurímac, cuya cámara de bombeo se ubica en la progresiva 24+760 de dicho canal. El bombeo del agua se realiza en dos turnos, una de 8 horas en la mañana y otra de 4 horas en la tarde. El sistema de abastecimiento de agua actual se muestra en el siguiente esquema:



ESQUEMA ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA LOCALIDAD DE YAURI-ESPINAR



Reservorios:

El sistema de agua cuenta con cinco reservorios de concreto armado de sección circular, cuyas características y ubicación se muestran en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Características y ubicación de reservorios

Reservorio	Ubicación	Volumen (m3)	Tipo	Cota de terreno
Planta de tratamiento	Interior perímetro PTAP	500	Apoyado	3998.00
Aclluyoc	Costado Iglesia Evangelica	1000	Apoyado	3937.70
San Roque	Jr. Cusco	300	Apoyado	3923.50
Cementerio Antiguo	Costado cementerio antiguo	500	Elevado	3930.30
Cruz Kunca	Margen derecha río Cañipia	300	Apoyado	3922.20

Red de distribución y conexiones domiciliarias:

Línea de aducción.- Comprende desde la PTAP hasta la cámara de distribución ubicada en Siete Esquinas, desde donde se distribuye a los 04 reservorios. Tiene un longitud de 6.70 km, con tubería PVC SAP C-7.5 de 12" de diámetro.

Red de distribución.- Las redes primarias son de 8", 6" y 4" de diámetro; las redes secundarias presentan diámetros de 3", 2", 1" y ¾", ambos con tubería PVC SAP y de asbesto cemento, con una longitud total aproximada de 72.10 km.

Conexiones domiciliarias.- Las conexiones son con tubería PVC SAP C-10, de ½" de diámetro. Existen aproximadamente 5810 conexiones domiciliarias sin micro medición (medidores), lo que contribuye al mal uso del agua.

Continuidad del servicio.- El abastecimiento de agua potable en la localidad de Yauri no es continuo, en promedio el abastecimiento de 6 horas al día.

c) Servicio de Desagüe

El sistema de desagüe de la localidad de Yauri es un sistema combinado, que sirve para evacuar aguas residuales domesticas como aguas pluviales. Tiene



una antigüedad aproximada de 36 años y fue construido en diferentes etapas y con intervención de diversas entidades públicas.

Red de colectores.- Está constituida por tubería de C°S°N° y tubería de PVC, en una longitud total de 38.20 km, con diámetros que varían desde 6" hasta 25".

Buzones.- El sistema cuenta con 906 buzones de inspección estándar de 1.20 m de diámetro y profundidades que varían desde 0.80 m hasta 5.80 m. Son de concreto en fondo, muros y techo, disponen de una tapa de inspección de concreto de 0.60 m de diámetro.

Conexiones domiciliarias.- Cuenta con aproximadamente 3000 conexiones domiciliarias, que constan de una caja de registro de concreto, tubería PVC de 4" a 6" para la conexión a los colectores.

Planta de tratamiento.- No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que las aguas son vertidas directamente al riachuelo Tucsumayo y al río Cañipia, las cuales a su vez descargan al río Salado.



DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES SIN TRATAMIENTO EN EL RIO CAÑIPIA



CONTAMINACION DEL RIO CAÑIPIA POR AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS



CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

3.1. Calidad del Agua Superficial

Las principales fuentes de agua para el tratamiento con fines de consumo humano son de origen superficial. El agua es un solvente universal y debido a esta propiedad es capaz de transportar casi la totalidad de sustancias que encuentra a su paso, por lo que es indispensable conocer sus características físicas, químicas y biológicas antes de seleccionarla como fuente de agua cruda.

3.1.1. Características físicas

Son características que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua; los más importantes se consideran los siguientes:

Turbiedad.- Es originada por partículas en suspensión o coloides como arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc., que por su tamaño se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua. Su remoción es un proceso que más influye en los costos de producción, porque generalmente, requiere usar coagulantes, acondicionadores de pH, entre otros. La presencia de turbiedad reduce la eficiencia de la desinfección porque protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante.

Temperatura.- Por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Color.- Se origina en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica, recomendándose que la desinfección se realice luego de que este haya sido removido, para evitar que la aplicación de cloro como



desinfectante pueda dar origen a la formación de trihalometanos, compuestos que tienen efecto cancerígeno.

Olor y sabor.- Pueden generarse a través de compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas, o de descargas de desechos industriales, constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor.

3.1.2. Características químicas

Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración. Sin embargo, son pocos los elementos que tienen efectos en la salud del consumidor, se citan a continuación los principales parámetros:

Alcalinidad.- Es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. La alcalinidad es importante en el tratamiento del agua porque reacciona con coagulantes como el sulfato de aluminio, durante el proceso de coagulación. Además, este parámetro tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante que pueda tener el agua y, cuando alcanza niveles altos, puede tener efectos sobre el sabor.

Aluminio.- Es un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Las concentraciones más frecuentes en las aguas superficiales oscilan entre 0,1 y 10 ppm.

Arsénico.- Puede estar presente en el agua en forma natural. Es un elemento muy tóxico para el hombre. Se sospecha que el arsénico tiene efectos cancerígenos por la correlación encontrada entre la incidencia de hiperquetosis y cáncer de la piel. Debido a sus efectos adversos sobre la salud, la OMS recomienda un valor máximo de 0,01 mg/L para el agua de bebida.



Cloruros.- Las fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas pueden contener cloruros en concentraciones altas, las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros. Su remoción requiere métodos sofisticados y costosos, muchos de ellos impracticables, siendo la destilación el método más eficiente. Las guías establecen un límite de 250 mg/L en aguas de consumo.

Dureza.- Es la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio. No se ha definido aún si la dureza tiene efectos adversos sobre la salud, pero se la asocia con el consumo de más jabón y detergente durante el lavado. Un agua dura puede formar depósitos en las tuberías y hasta obstruirlas completamente. Las Guías de la OMS establecen un límite de 500 mg/L de dureza en el agua para consumo humano.

Mercurio.- Es un metal pesado muy tóxico para el hombre en las formas aguda y crónica. Se considera al mercurio un contaminante no deseable del agua. El metilmercurio es un neurotóxico que puede provocar efectos perjudiciales particularmente en el cerebro en formación. Algunos estudios indican que incluso un pequeño aumento en la exposición al metilmercurio puede causar efectos perjudiciales en el sistema cardiovascular y un incremento en la mortalidad. Las guías de la OMS recomiendan una concentración máxima de 0,001 mg/L, en el agua de consumo.

pH.- Es un parámetro básico que indica el grado de acidez o basicidad del agua. El pH tiene gran importancia en el tratamiento del agua, especialmente en la coagulación, desinfección y estabilización. Durante la coagulación, la remoción



de la turbiedad es eficiente por lo general en un rango de pH de 6,0 a 7,8, mientras que la remoción del color se consigue con un pH de entre 4 y 6. La desinfección con cloro es más efectiva a un nivel bajo de pH. Las guías de la OMS recomiendan como valor en agua de bebida un rango 6,5 a 8,5 para el pH.

Plomo.- El plomo es un metal pesado en esencia tóxico; puede provocar en el hombre intoxicaciones agudas o crónicas, es causa de la enfermedad denominada saturnismo. Las Guías de agua de bebida de la OMS recomiendan un valor máximo de 0,01 mg/L.

Sulfatos.- Los sulfatos son un componente natural de las aguas superficiales. Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo. Las Guías de agua de bebida de la OMS recomiendan un límite de 250 mg/L.

3.1.3. Características biológicas

El uso de aguas superficiales como fuentes de agua de bebida implica un riesgo de transmisión de enfermedades hídricas. Los agentes patógenos involucrados con la transmisión por esta vía son las bacterias, virus y protozoos, helmintos y cianobacterias, que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde una gastroenteritis simple hasta serios y a veces fatales cuadros de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea.

Los agentes patógenos y los organismos productores de toxinas se muestran en el Cuadro 3.1.



Cuadro 3.1. Agentes patógenos y organismos productores de toxinas en aguas superficiales

Grupos	Agentes Patogenos
Bacterias	<i>Escherichia coli, Salmonella, Shigella, Vibrio cholerae, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni.</i>
Virus	<i>Enterovirus, Rotavirus, Adenovirus</i>
Protozoos	<i>Giardia, Cryptosporidium, Entamoeba histolytica, Balantidium coli.</i>
Helmintos	<i>Ascaris, Trichuris, Taenia.</i>
Cyanobacterias	<i>Anabaena, Microcystis .</i>

3.1.4. Normas de calidad del agua

La normatividad peruana establece dos normas importantes para caracterizar la calidad del agua del agua cruda y del agua tratada:

a) Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano:

Aprobado por DS N° 031-2010-SA, mediante el cual se establecen las disposiciones generales para garantizar la inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios así como proteger la salud y el bienestar de la población.

El Reglamento tiene como objetivo principal normar los siguientes aspectos: la gestión, control y supervisión de la calidad del agua, la vigilancia sanitaria del agua; la fiscalización, las autorizaciones, registros de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y establecer los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano, como se ilustra en el Cuadro 3.2.



Cuadro 3.2. Límites Máximos Permisible del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Anexos I, II y III

ANEXO I LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	0
2. E. Coli	UFC/100mL a 44.5 °C	0
3. Bacterias Coliformes Fecales	UFC/100mL a 44.5 °C	0
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helminetos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N°org/L	0
6. Virus	N°org/L	0
7. Organismos de vida libre	N°org/L	0

ANEXO II LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS CALIDAD ORGANOLÉPTICA					
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible	Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	-	Aceptable	10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
2. Sabor	-	Aceptable	11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1.5
3. Color	UCV escala Pt/Co	15	12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0.3
4. Turbiedad	UNT	5	13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0.4
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5	14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0.2
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500	15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2
7. Sólidos totales disueltos	mg L ⁻¹	1000	16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3
8. Cloruros	mg Cl L ⁻¹	250	17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200
9. Sulfatos	mg SO ₄ L ⁻¹	250			

ANEXO III LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS					
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible	Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0.020	11. Flúor	mg F L ⁻¹	1.000
2. Arsénico	mg As L ⁻¹	0.010	12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0.001
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0.700	13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0.020
4. Boro	mg B L ⁻¹	1.500	14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50.00
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0.003	15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3.00 Exposición corta
6. Cianuro	mg CN L ⁻¹	0.070			0.20 Exposición larga
7. Cloro	mg L ⁻¹	5	16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0.010
8. Clorito	mg L ⁻¹	0.7	17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0.010
9. Clorato	mg L ⁻¹	0.7	18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0.07
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0.050	19. Uranio	mg U L ⁻¹	0.015



b) Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA):

Aprobado por DS N° 002-2008-MINAN y modificado por DS N° 015-2015-MINAN, orientado a la caracterización del agua cruda.

Los ECA para agua están orientados a proteger el ambiente y la salud; establecen objetivos de calidad que deben ser cumplidos por los diversos titulares de actividades económicas de diversos sectores, y contienen parámetros para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua. La norma señala que los ECA de agua deben fijarse en función a las categorías determinadas en relación al uso del cuerpo natural de agua como se muestra en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. ECA-Categorías determinadas en relación al uso del cuerpo natural de agua

Categoría	Descripcion	Subcategoría	Descripcion
Categoría 1-A	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	A1	Agua que puede ser potabilizada con desinfección
		A2	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional
		A3	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado
Categoría 1-B	Aguas superficiales destinadas a recreación	B1	Contacto primario
		B2	Contacto secundario
Categoría 2: Actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales	Agua de mar	C1	Extracción y cultivo de moluscos bivalvos
		C2	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
		C3	Otras actividades
	Agua continental	C4	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	Parametros para riego de vegetales	D1	Riego de cultivos de tallo alto
	Parametros para bebida de animales	D2	Bebida de animales
Categoría 4	Conservación del ambiente acuático	E1	Lagunas y lagos
		E2: Rios	Rios de costa y sierra
			Rios de selva
		E3: Ecosistemas marino costeros	Estuarios
Marinos			



3.2. Plantas de Tratamiento

Una PTAP de agua es una secuencia de procesos unitarios convenientemente seleccionados con el fin de remover totalmente los contaminantes microbiológicos presentes en el agua cruda y parcialmente los físicos y químicos, hasta llevarlos a los límites aceptables estipulados por las normas.

3.2.1. Tipos de planta de tratamiento de agua

3.2.1.1. Plantas de filtración rápida

Tienen esta denominación porque los filtros que las integran operan con velocidades altas, entre 80 y 300 m³/m².d, en función a las características del agua, del medio filtrante y de los recursos disponibles para operar y mantener estas instalaciones. Debido a las altas velocidades con las que operan, estos filtros se colmatan en periodos relativamente cortos (40 a 50 horas en promedio). En esta situación, se tiene que lavar el filtro, aplicando el retro lavado o lavado ascensional de la unidad durante lapsos de 5 a 15 minutos (dependiendo del tipo de sistema de lavado) para descolmatar el medio filtrante, devolviéndole su porosidad inicial y reanudar la operación de la unidad. De acuerdo con la calidad del agua por tratar, se presentan dos soluciones dentro de este tipo de plantas: plantas de filtración rápida completa y plantas de filtración directa.

Planta de filtración rápida completa.- Este tipo de planta esta normalmente integrada por los procesos de coagulación, decantación, filtración y desinfección. La coagulación tiene la finalidad de mejorar la eficiencia de remoción de partículas coloidales en el proceso de decantación (sedimentación de partículas floculentas). El proceso final de filtración desempeña una labor de



acabado, le da el pulimento final al agua. Según investigaciones realizadas por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos, el filtro debe producir un efluente con una turbiedad menor o igual a 0,10 UNT para garantizar que esté libre de huevos de parásitos (*Giardia*, *Cryptosporidium*, etcétera). Para lograr esta eficiencia en la filtración, es necesario que los decantadores produzcan un agua con 2 UNT como máximo.

Filtración directa.- Es una alternativa a la filtración rápida, constituida por los procesos de mezcla rápida y filtración, apropiada solo para aguas claras. Son ideales para este tipo de alternativa las aguas provenientes de embalses o represas, que operan como grandes pre sedimentadores y proporcionan aguas constantemente claras y poco contaminadas.

Dependiendo de la calidad del agua cruda relacionadas a los parámetros de turbiedad, color y presencia de coliformes totales, se pueden utilizar alternativas de emplear filtración directa descendente o filtración directa ascendente, como se muestra en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Límites de calidad del agua para plantas de filtración directa

Alternativa	Parametros	90% del tiempo	80% del tiempo	Esporadicamente
Filtración directa descendente	Turbiedad (UNT)	25 -30	< 20	< 50
	Color (UC)	< 25		
	NMP de coliformes totales/100 mL	< 2500		
	Concentración de algas (Und/mL)	< 200		
Filtración directa ascendente	Turbiedad (UNT)	< 100	< 50	< 200
	Color (UC)	< 60		< 100
Filtración directa ascendente-descendente	Turbiedad (UNT)	< 250	< 150	< 400
	Color (UC)	< 60		< 100



3.2.1.2. Plantas de filtración lenta

Los filtros lentos operan con tasas bajas que normalmente varían entre 0,10 y 0,30 m/h; es decir, con tasas como 100 veces menores que las empleadas en los filtros rápidos; de allí el nombre que tienen. Al igual que en la naturaleza, los procesos que emplean estos filtros son físicos y biológicos, por lo que una planta de filtración lenta puede estar constituida solo por filtros lentos, pero dependiendo de la calidad del agua, puede comprender los procesos de desarenado, sedimentación, pre filtración en grava y filtración lenta.

Mediante este tipo de plantas se pueden remover hasta 500 UNT, teniendo en cuenta que la turbiedad que ingresa al filtro lento propiamente, no debe ser mayor de 50 UNT. Así mismo, se pueden remover en forma efectiva coliformes totales o fecales mediante la capa biológica que se forma en la parte superior del lecho de arena. Los procesos previos tienen la función de acondicionar la calidad del agua cruda a los límites aceptables por el filtro lento.

3.2.2. Clasificación de plantas de filtración rápida por el tipo de tecnología

3.2.2.1. Sistemas convencionales

Se caracteriza por la gran extensión que ocupan las unidades, principalmente el decantador rectangular de flujo horizontal, el cual normalmente se diseña con tasas comprendidas entre 10 y 60 m³/m².d. Los filtros son de tasa constante de 120 m³/m².d y de nivel variable. Generalmente, el lecho filtrante es simple, solo de arena. Estas instalaciones se caracterizan por una gran galería de tubos a través de los cuales pasa el agua filtrada, el agua para el lavado de los filtros y el desagüe del retro lavado. El agua y la carga para el retro lavado del lecho filtrante normalmente son proporcionadas por un tanque



elevado, el cual es alimentado mediante una estación de bombeo desde la cisterna de aguas claras.

3.2.2.2. Sistemas convencionales de tecnología CEPIS/OPS

Esta tecnología se empezó a desarrollar en la década de 1970. Las unidades son de alta tasa, ocupan una extensión que constituye el 25% ó 30% del área que ocupa un sistema convencional de la misma capacidad. La reducción del área se debe al empleo de floculadores verticales que por su mayor profundidad ocupan menos área que los horizontales y permiten compactar mejor el sistema. Los decantadores son de placas inclinadas a 60°. Los filtros se proyectan en baterías para ser operados con altura variable y por el principio de tasa declinante. El lavado de una unidad se efectúa mediante el caudal que producen los otros filtros en operación, por lo que no se precisa de sistema de bombeo ni de tanque elevado.

El costo de operación es mucho más bajo que el de otros sistemas, debido a que no requieren energía eléctrica para su funcionamiento, es muy compacto y se reduce también la cantidad de personal necesario para la operación. Como principales ventajas de esta tecnología se pueden mencionar:

Son fáciles de construir, operar y mantener.- Los procesos se generan mediante energía hidráulica, no requiere energía eléctrica para su funcionamiento; por lo que puede trabajar en forma continua a pesar de limitaciones en recursos. La operación es sencilla porque carecen de mecanismos complicados, por lo que el mantenimiento es económico, fácil y rápido de realizar. Por estas razones, se la denomina tecnología apropiada para países en desarrollo.



Son bastante económicas.- La sencillez y el alto grado de compactación logrado en las estructuras hace que normalmente se utilice alrededor de 1/3 del área que requiere una planta convencional; el costo inicial es 1/3 ó la mitad del costo de los otros tipos de tecnologías disponibles.

En resumen, podría afirmarse que la PTAP de tecnología convencional existente en Yauri-Espinar, es de este tipo, en vista de tener floculadores verticales y batería de filtros con auto lavado, a excepción de los sedimentadores que son de flujo horizontal, pero susceptibles de ser mejorados a sedimentadores de placas.

3.2.2.3. Sistemas de tecnología importada, de patente o plantas paquete

Esta tecnología es importada de los países desarrollados y se caracteriza por considerar gran cantidad de equipos y alto grado de complejidad en los procesos. Son sistemas totalmente mecanizados, por lo que para cumplir con sus objetivos de calidad y cantidad, requieren por lo menos lo siguiente: personal calificado para operación y mantenimiento, programa de mantenimiento preventivo para los equipos y una existencia permanente de repuestos; así como un suministro confiable de energía eléctrica.

3.3. Procesos Unitarios de Tratamiento de Agua

3.3.1. Coagulación

La coagulación es un proceso físico-químico que consiste en la desestabilización de las partículas coloidales mediante la adición de sales de aluminio o hierro, o de polímeros sintéticos; con el objeto de neutralizar su carga.



Mecanismos de coagulación predominantes:

El proceso de coagulación inicia con la adición de sales de aluminio y hierro al agua, donde ocurren dos fenómenos: el primero, esencialmente químico, que consiste en las reacciones del coagulante con el agua y la formación especies hidrolizadas; y un segundo, fundamentalmente físico, que consiste en el transporte de estas especies hidrolizadas para que hagan contacto con las partículas de la solución coloidal. Las teorías modernas indican que la coagulación se produce por medio de dos mecanismos: coagulación por adsorción y coagulación por barrido.

Coagulación por adsorción.- La coagulación por adsorción, comienza con una reacción rápida entre el coagulante y el agua (de 10^{-4} a 1 seg), en donde se forman una serie de especies hidrolizadas de carga positiva. Estas especies hidrolizadas son adsorbidas en la superficie del coloide, lo que produce la neutralización de su carga, haciendo que las fuerzas atractivas de Van der Waals predominen y permitan la aglomeración de partículas.

Coagulación por barrido.- En este mecanismo, se aplican dosis elevadas de coagulante con el propósito de formar precipitados de hidróxidos, que físicamente envuelven y arrastran a las partículas coloidales de la suspensión. El tiempo de reacción coagulante-agua es lento, entre un rango de 1 a 7 seg.

Factores que influyen en la coagulación:

a) Características del agua cruda

Las características de agua cruda que más influyen en la coagulación son la concentración de coloides (medidos por la turbiedad o color), la alcalinidad, el



pH y la temperatura del agua. La concentración de estos parámetros son los que permiten escoger si la coagulación será por adsorción o por barrido.

b) Variables químicas

Dosis óptima.- En aguas con baja turbiedad se debe buscar que el mecanismo predominante sea por barrido, ya que al tener poca cantidad de coloides, se dificulta el contacto entre ellos para formar flóculos y es mejor la producción de precipitados de hidróxido que atrapen a estas partículas, con la aplicación de dosis altas. En cambio, en aguas turbias con alta concentración de coloides el mecanismo debe ser por adsorción, ya que los coloides neutralizados tienen un mayor contacto entre sí y las dosis requeridas son más bajas.

pH óptimo.- Es un factor importante porque determina el mecanismo predominante de coagulación. La coagulación por adsorción se produce con niveles de pH ácidos entre 4 a 6, para el mecanismo por barrido el pH debe bajar para permitir la formación de hidróxidos.

3.3.2. Mezcla Rápida

La mezcla rápida es una unidad de tratamiento donde se realiza la dispersión instantánea del coagulante en la masa de agua, con una intensidad y tiempo de mezcla óptimos, de acuerdo con el mecanismo de coagulación predominante. La mezcla rápida se produce mediante mezcladores hidráulicos o mecánicos, tales como resaltes hidráulicos, canaletas Parshall, vertederos rectangulares, etc.

Parámetros operacionales

Los parámetros operacionales de la mezcla rápida son la intensidad de agitación que se aplica a la masa de agua para dispersar el coagulante, medida



a través de la gradiente de velocidad (G) y el tiempo de retención en que se aplica esa agitación.

Factores que influyen en la mezcla rápida

a) Intensidad y tiempo de mezcla

Estos parámetros influyen cuando el mecanismo de coagulación es por adsorción, pero no en el mecanismo por barrido. Valores de gradiente fuera del rango recomendado, no producen la tasa de desestabilización requerida para la desestabilización y son menos eficientes, y valores mayores a 5000 s^{-1} producen un retardo en la formación de flóculos y mayor consumo de energía.

b) Sistema de aplicación del coagulante

En la dosificación del coagulante se debe considerar dos aspectos importantes: primero, que la adición de insumos que modifican el pH se apliquen aguas arriba del punto de aplicación del coagulante, a una distancia suficiente que asegure una completa disolución y mezcla; y segundo, que el sistema de dosificación permita un caudal constante, uniforme y regulable de la solución.

c) Tipo de mezclador

Un dispositivo de mezcla eficiente debe dispersar el coagulante de forma uniforme, sin generar cortocircuitos o puntos muertos donde haya una mayor concentración de coagulante que en otras zonas de la masa de agua.

3.3.3. Floculación

La floculación consiste en proporcionar a la masa de agua coagulada, una agitación lenta con velocidades decrecientes, permitiendo el crecimiento de flóculos que deben conservarse hasta que la masa de agua salga de la unidad.



La agitación del agua puede producirse hidráulica o mecánicamente, siendo las recomendables para nuestro medio las hidráulicas. Los floculadores hidráulicos más utilizados son los de pantallas de flujo horizontal o de flujo vertical.

Factores que influyen en la floculación

a) Naturaleza del agua

La floculación es bastante sensible a las características fisicoquímicas del agua cruda, principalmente a parámetros como la alcalinidad, pH y turbiedad. Puede considerarse que es más fácil flocular aguas con elevada turbiedad que presenten una amplia distribución de tamaños de partículas. Las partículas de mayor tamaño como arena fina acarreadas durante picos de elevada turbiedad, interfieren con la floculación, estas pueden ser removidas en tanques de sedimentación simple. Si la turbiedad del agua cruda fuera igual o superior a 1000 UNT, es indispensable la utilización de tanques de pre sedimentación.

b) Influencia del tiempo de floculación

La velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo. Existe un tiempo óptimo para la floculación que normalmente es de 20 a 40 minutos, este tiempo puede determinarse mediante ensayos de prueba de jarras. Si el agua permanece en el floculador durante tiempos inferiores o superiores al óptimo, la eficiencia del proceso disminuye.

c) Influencia del gradiente de velocidad

Cuanto mayor es el gradiente de velocidad, más rápida es la velocidad de aglomeración de las partículas. Los valores recomendados de gradientes de velocidad para floculación se encuentran dentro de un rango de 100 a 10 s⁻¹.



Es recomendable tener compartimientos con gradientes escalonados en forma decreciente.

d) Influencia de la variación del caudal

Cuando se varía el caudal de operación de la planta, se alteran los tiempos de retención y gradientes de velocidad en los floculadores. Al disminuir el caudal, aumenta el tiempo de retención y disminuye el gradiente de velocidad; al aumentarlo, el tiempo de retención disminuye, el gradiente de velocidad se incrementa.

Floculares de pantallas

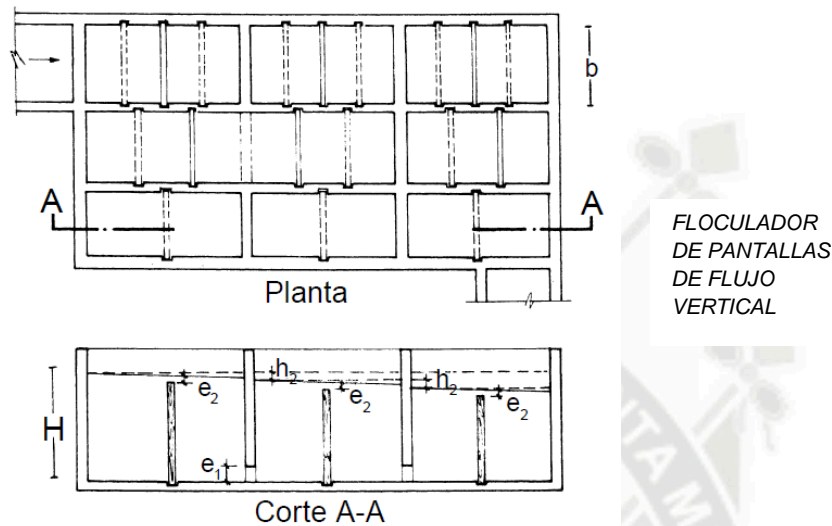
Los floculadores de pantallas son los más eficientes y económicos que todos los floculadores actualmente en uso. Los costos de producción son muy bajos, en vista a que no requieren energía eléctrica para su funcionamiento.

Floculador de pantallas de flujo horizontal.- En estas unidades el agua circula con un movimiento de vaivén, predomina el flujo tipo pistón, por lo que se consigue un buen ajuste del tiempo de retención. Son recomendables para caudales menores de 50 L/s. Las pantallas utilizadas son removibles, de concreto prefabricadas, fibra de vidrio, madera o plástico.

Floculador de pantallas de flujo vertical.- En este tipo de unidades el flujo sube y baja a través de canales verticales formados por las pantallas. Es una solución ideal para plantas de medianas a grandes, porque ocupan áreas más reducidas que los canales de flujo horizontal. Se proyectan para profundidades de 3 a 4 metros, por lo que ocupan un área menor que las unidades de flujo



horizontal; las pantallas son removibles y pueden ser de fibra de vidrio, prefabricados de concreto, de madera o plástico.



3.3.4. Sedimentación

La sedimentación, es la remoción por efecto de la gravedad de las partículas en suspensión presentes en el agua, debiendo tener estas partículas un peso específico mayor que el fluido. La sedimentación es un fenómeno netamente físico y constituye uno de los procesos más utilizados en el tratamiento del agua para conseguir su clarificación.

Sedimentación de partículas discretas.- Partículas discretas, son aquellas partículas que no cambian sus características como: forma, tamaño, densidad; durante la caída. Al proceso de sedimentación de partículas discretas, se denomina sedimentación o sedimentación simple. Este tipo de partículas y esta forma de sedimentación, se presentan en los desarenadores, sedimentadores y pre sedimentadores.



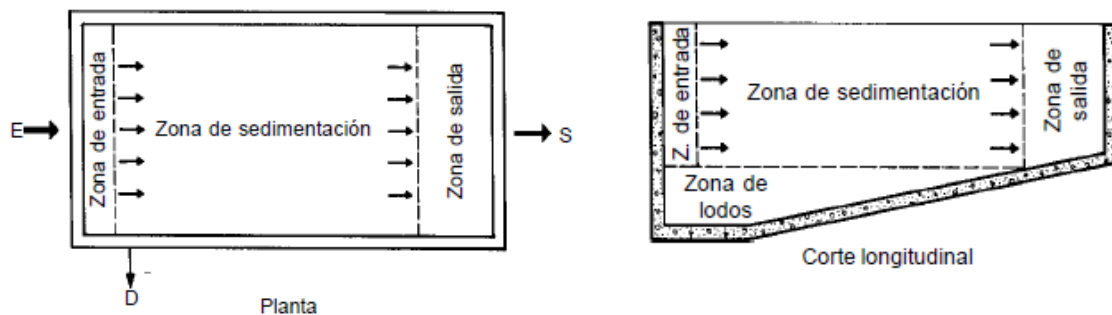
Sedimentación de partículas floculentas.- Partículas floculentas, son aquellas producidas por la aglomeración de partículas coloides desestabilizadas a consecuencia de la aplicación de agentes químicos. Las características de este tipo de partículas como forma, tamaño, densidad, cambian durante la caída. Al proceso de depósito de partículas floculentas, se denomina sedimentación floculenta o decantación.

Clasificación de las unidades de sedimentación

La sedimentación o la decantación se realizan en reactores denominados sedimentadores o decantadores, de acuerdo con el tipo de partícula que se mueva en cada unidad, de lo que se tiene:

a) Sedimentadores y decantadores estáticos

En estas unidades la sedimentación o decantación puede producirse normalmente con caída libre, en régimen laminar turbulento o de transición. Cualquier partícula que se encuentre en suspensión en el líquido en movimiento, se moverá según la resultante de dos velocidades componentes: la velocidad horizontal del líquido (V_H) y su propia velocidad de sedimentación (V_S). La eficiencia de estos sedimentadores o decantadores depende principalmente del área superficial.

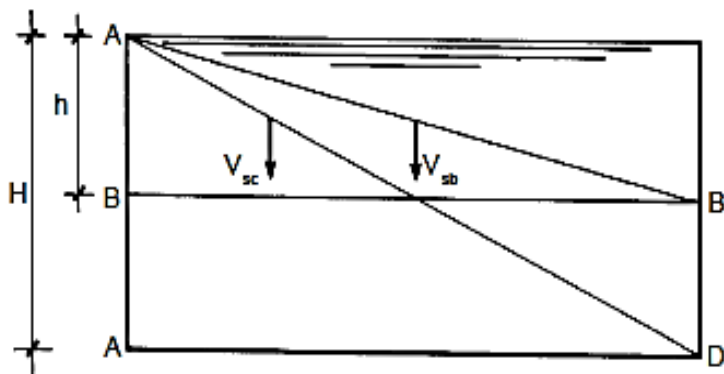


ZONIFICACION DE UN SEDIMENTADOR



b) Decantadores laminares

La eficiencia de los decantadores clásicos de flujo horizontal, depende principalmente del área, de este modo, si se introduce un piso intermedio a una altura (h) a partir de la superficie, las partículas con una velocidad de sedimentación $V_{sb} < V_{sc}$ serán removidas, como se muestra en la figura:



EFECTO DE INTRODUCCION DE SUPERFICIES INTERMEDIAS DE SEDIMENTACION EN LOS DECANTADORES CONVENCIONALES

Se podría admitir que la capacidad de clarificación del decantador aumentaría con la duplicación del área horizontal. Se considera que tres son los factores que favorecen la remoción de las partículas en este tipo de unidades:

- Aumento del área de sedimentación
- Disminución de la altura de caída de la partícula
- Régimen de flujo laminar

Factores que influyen en el proceso de decantación laminar

a) Influencia de L y θ

La eficiencia del decantador es función de la longitud relativa (L) y el ángulo de inclinación (θ). L debe ser preferiblemente igual a 20 y en general menor a 40. Por razones prácticas, para permitir la remoción continua del lodo, θ es generalmente igual a 60° .



b) Establecimiento del régimen laminar

De acuerdo a evaluaciones de plantas y con la literatura, para decantadores de ductos o placas se supone un régimen de flujo laminar, con un número de Reynolds recomendable inferior a 500.

Decantador laminar de flujo inclinado

Este tipo de decantadores son los más utilizados. Generalmente, en la parte inferior del decantador se presenta una zona de distribución de agua. En la parte media existen módulos inclinados con un ángulo de 60°. El agua decantada se recolecta lateralmente en la parte superior mediante tuberías perforadas.

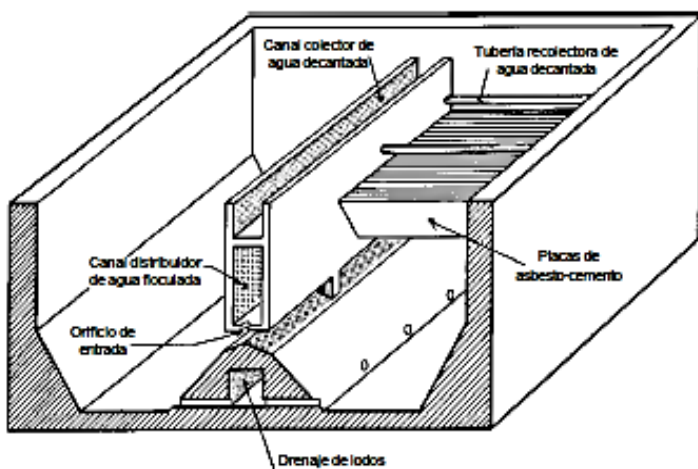


FIGURA DE DECANTADOR LAMINAR TÍPICO, CON CANALETAS LATERALES DE RECOLECCIÓN DE AGUA DECANTADA, CANAL COLECTOR, PLACAS LAMINARES, DRENAJE DE LODOS.

3.3.5. Filtración

La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que discurre a través de un medio poroso. Es el proceso final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad.



Factores que influyen en la filtración

a) Características de la suspensión

La eficiencia de remoción de partículas suspendidas en un medio filtrante, se relaciona con el tipo, tamaño, densidad, resistencia o dureza de las partículas suspendidas (flóculos); la temperatura del agua por filtrar y el pH del afluente.

b) Características de medio filtrante

Tipo del medio filtrante.- Un medio filtrante ideal es aquel de granulometría determinada y cierto peso específico, que requiere una cantidad mínima de agua para ser lavado de manera eficiente y que es capaz de remover la mayor cantidad posible de partículas suspendidas. La arena ha sido el medio filtrante comúnmente empleado.

Granulometría del material filtrante.- Deben ser especificados y definidos, los parámetros a emplearse para este fin son: tamaño efectivo, coeficiente de uniformidad (CU) y coeficiente de esfericidad (Ce).

Peso específico del material filtrante.- Los valores normales de peso específico y coeficiente de esfericidad más usuales se muestran en el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5: Peso específico del material filtrante

Material	Coficiente de esfericidad	Peso específico (g/cm³)
Arena	0.75 - 0.80	2.65 - 2.67
Antracita	0.70 - 0.75	1.50 - 1.70
Granate	0.75 - 0.85	4.00 - 4.20

Espesor de la capa filtrante.- La filtración en medios filtrantes dobles, constituidos por antracita y arena, es desde todo punto de vista, superior a la filtración en medios constituidos únicamente por arena. En un medio filtrante de 70 cm de espesor, aproximadamente 50 cm será antracita y 20 cm arena.



c) Características hidráulicas

Las características hidráulicas que influyen en la eficiencia de la filtración son: la tasa de filtración, carga hidráulica disponible para la filtración, método de control de los filtros y la calidad del efluente.

d) Clasificación de los filtros rápidos

Se clasifican considerando los siguientes parámetros: el lecho filtrante, el sentido del flujo durante la filtración, la forma de aplicar la carga de agua sobre el medio filtrante y la forma de control operacional, que se resumen en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6. Clasificación de los filtros rápidos

Parámetros de clasificación			
Lecho filtrante	Sentido del flujo	Carga sobre el lecho	Control operacional
Simple (arena o antracita)	Descendente	A gravedad	Tasa constante y nivel variable
Lechos dobles o múltiples	Ascendente	A presión	Tasa constante y nivel constante
	Ascendente - descendente		Tasa declinante

Medios filtrantes

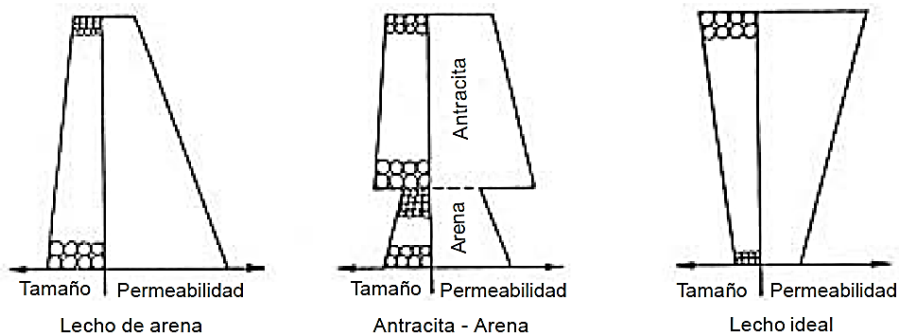
a) Filtros de lecho simple

Constituidos por un solo material. En estos casos la permeabilidad aumenta con la profundidad del filtro, donde los granos más pequeños quedan arriba y los más grandes abajo; esta estratificación inconveniente hace que las partículas queden retenidas en la superficie limitando la capacidad de almacenamiento de los flóculos en el cuerpo del lecho.



b) Filtros de lecho múltiple

Lo ideal es que la permeabilidad del lecho disminuya con la profundidad. Por ello, se utilizan lechos de diferentes densidades, de manera que los granos gruesos fueran de un material menos denso, para que el flujo ascendente de lavado lo estratifique y queden encima de los granos finos, cuya densidad es mayor.



VARIACION DE LA PERMEABILIDAD PARA DIFERENTES TIPOS DE LECHO FILTRANTE

3.3.6. Desinfección

La desinfección es el último proceso unitario de tratamiento del agua y tiene como objetivo garantizar la calidad de la misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor. Las bacterias como los coliformes y las *salmonellas* son las menos resistentes a la desinfección, pues su respiración se efectúa en la superficie de la célula. El desinfectante más utilizado en nuestro medio es el cloro aplicado en solución.

Factores que influyen en la desinfección

Los factores que influyen en la eficiencia de la desinfección del agua son: los microorganismos presentes y su comportamiento, la naturaleza y concentración del agente desinfectante, la temperatura del agua, la naturaleza y calidad del agua; el pH y el tiempo de contacto.



CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

4.1. Evaluación del sistema de captación y conducción actual

En esta sección se analizará los dos sistemas de abastecimiento de agua de la localidad de Yauri, así como la caracterización de la calidad del agua cruda para cada fuente. El sistema por gravedad tiene como fuente de abastecimiento la represa Huayllumayo, y el de bombeo capta las aguas del canal de riego proveniente del río Apurímac en la progresiva 24+760 de dicho canal.

4.1.1. Sistema de captación y conducción Huayllumayo

a) Represa Huayllumayo

La represa fue construida en el año 1987, con el objetivo de almacenar las aguas provenientes de la cuenca del río Huayllumayo para el abastecimiento de la población del distrito de Espinar. La represa se ubica en las coordenadas (19L S-8'349,494 m; E-235,953 m) a una altitud de 4 035 msnm, en el distrito de Coporaque, provincia de Espinar.

La infraestructura de esta represa es a base de concreto armado de una longitud de 88.0 m de largo y 6.00 m de altura, su corona es de 3.00 m con una base de 6.00 m. La presa tiene una capacidad de almacenamiento⁴ de 60,000 m³. En la margen izquierda cuenta con un vertedero de demasías, que se encuentra permanentemente rebosando debido a que la represa no presenta una compuerta de control ni sistema de limpia.

⁴ "Inventario de Fuentes de Agua Superficial de las Subcuencas de los ríos Salado y Huayllumayo" (Autoridad Nacional del Agua, 2013, pág. 150)



REPRESA HUAYLLUMAYO

Actualmente, la represa funciona parcialmente por encontrarse su estructura con fisuras en el empotramiento con las paredes de la margen izquierda que filtran un volumen de 35 l/s aproximadamente, lo cual pone en peligro la estabilidad física de la presa.

b) Estructura de captación y línea de conducción

La estructura de captación se ubica en la margen derecha de la represa Huayllumayo, donde se realiza la toma mediante una tubería PVC SAP de 10" de diámetro y 7.5 km de longitud, que conduce un caudal de 36 l/s desde la estructura de captación de la represa Huayllumayo hacia la planta de tratamiento "Virgen de Chapi".

Al momento de la visita, dentro de la estructura de captación se encontró una película de algas sobre la superficie del agua, plásticos y las gradillas de la caja oxidadas, lo que evidencia una falta de mantenimiento. Las válvulas se encuentran en similar estado, y sin manivelas para su adecuada operación.



ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN DE LA REPRESA HUAYLLUMAYO

c) Tecnología de tratamiento

Las aguas provenientes de esta fuente son tratadas en dos unidades compactas automatizadas ubicadas en la PTAP "Virgen de Chapi", próximas a la planta de tratamiento convencional, e instaladas en octubre del 2015. Los procesos de tratamiento son pre-sedimentación, coagulación, floculación hidráulica, decantación de alta tasa con lamelas, filtración por gravedad con antracita y desinfección. Cada unidad tiene una capacidad máxima de tratamiento de 20 L/s.



UNIDADES COMPACTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, QUE TRATAN LAS AGUAS PROVENIENTES DE HUAYLLUMAYO



4.1.2. Sistema de bombeo e impulsión – Canal Apurímac

a) Captación – Río Apurímac

El sistema comienza con una bocatoma de barraje tipo vertedero correspondiente al proyecto de irrigación Cañón de Apurímac, ubicada en las coordenadas (19L S-8'347,647 m; E-222,963 m), que capta un caudal de 2.00 m³/s y los conduce a través de un canal para uso agrícola principalmente.

A 2.00 km aguas abajo de la bocatoma, se ubica el desarenador principal del canal construido en concreto armado y protegido con cerco de malla olímpica. A la salida del desarenador, se ubica un medidor de caudal con un rango de hasta 2.00 m³/s.



BOCATOMA Y DESARENADOR DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN – RÍO APURÍMAC

b) Estación de bombeo

La estación de bombeo se ubica en las coordenadas (19L S-8'357,468 m; E-237,890 m), donde se impulsa un caudal de 95 L/s que son tratados por la planta de tratamiento de tecnología convencional.



La captación para la estación de bombeo se realiza en la progresiva 24+760 del canal de riego proveniente del río Apurímac, en el sector de Pampa Huarca, mediante un barrage artesanal que deriva el agua hacia un desarenador, como tratamiento previo antes de ser bombeado.

Como una medida para evitar la alta turbiedad de la fuente en época de lluvia, se ha improvisado una captación artesanal para captar agua de lluvia, la cual no es recomendable porque se encuentra expuesta a contaminación y no proporciona un caudal importante para fines de abastecimiento.



*CANAL DE DERIVACIÓN PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO
Y CAPTACIÓN IMPROVISADA DE LLUVIAS*

Después del desarenador, el agua es conducida hacia una cisterna, donde 02 bombas centrífugas impulsan el agua hacia la planta de tratamiento de tecnología convencional. De acuerdo a la ficha de control del operador del mes de abril de 2016, el bombeo se realiza durante 12 horas diarias en dos turnos, en las mañanas de 3:00 a 11:00 am y en la tarde de 13:00 a 17:00 pm., siendo el caudal de bombeo 95 L/s, el cual es medido mediante un caudalímetro electrónico. También se tiene un registro de la presión a la salida de las bombas.



*DESARENADOR Y BOMBAS CENTRÍFUGAS
INSTALADAS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO*

Las características técnicas y de operación de las bombas centrífugas que operan en la caseta de bombeo se detallan en el Cuadro 4.1. y 4.2. :

Cuadro 4.1. Características de las bombas centrífugas

Características de las bombas	
Marca:	Hidrostral ®
Tipo de bomba:	Bomba centrífuga horizontal
Modelo de bomba:	125-400
Diámetro de succión:	125 mm
Diámetro de impulsor:	380 mm
Velocidad:	1770 RPM
Potencia de motor:	175 HP

Cuadro 4.2. Condiciones de operación de las bombas centrífugas

Condiciones de operación	
Caudal de operación:	95 l/s
Altura dinámica total:	56.2 m.c.a.
Eficiencia:	74%
NPSH (requerido) :	6.00 m.c.a.
NPSH (disponible) :	7.05 m.c.a.
Instalación de la bomba:	Succión positiva



c) Tecnología de tratamiento

Las aguas de esta fuente, son tratadas en una planta de tratamiento convencional (tecnología CEPIS), ubicada en la planta de tratamiento "Virgen de Chapi". Esta unidad es la materia en estudio, y será evaluada con mayor análisis en la siguiente sección. Originalmente, esta planta fue diseñada para tratar un caudal de 36 L/s, provenientes de la captación del río Huayllumayo.



PLANTA DE TRATAMIENTO DE TECNOLOGÍA CONVENCIONAL, QUE TRATA UN CAUDAL DE 95 L/S PROVENIENTES DEL RÍO APURÍMAC

4.1.3. Caracterización de la calidad del agua cruda

Para la caracterización de la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento, se toma como referencia los monitoreos y análisis de agua realizados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y la Dirección Regional de Salud del Cusco (DIRESA - Cusco) en abril de 2015, ambas entidades pertenecientes al Ministerio de Salud. Cabe indicar que en esa fecha, no estaba instalada la planta compacta, por lo que la PTAP de tecnología convencional funcionaba para tratar las aguas de ambas fuentes.



a) Calidad bacteriológica del agua

Para la evaluación de la calidad bacteriológica de las fuentes de abastecimiento, se ha aplicado el DS N°02-2008-MINAM – “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” del 31 de julio del 2008 - Anexo I para Categoría 1: Poblacional y Recreacional aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Categoría 1 - A2).

El monitoreo se realizó en cinco puntos de muestreo de las fuentes Huayllumayo y río Apurímac, codificados con los números 070, 071, 072, 073, 074 y 075, cuyos resultados se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.3. Resultados del monitoreo de la calidad bacteriológica de las fuentes de abastecimiento de agua

PARAMETROS	UNIDAD	PUNTO DE MUESTREOS					ECAs DS 002-2008 MINAM Categoría 1- A2 SUB-CATEGORÍA A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
		Captación río Apurímac	Estación de Bombeo (Ingreso)	Represa Huayllu mayo	Ingreso a la Planta de Tratamiento	Ingreso al filtro	
		070	071	072	073	074	
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	4.3x10	1.7x10	2.2x10	1.3x10 ²	1.1x10 ²	2000
Coliformes Totales	NMP/100 ml	8.4x10	3.9x10	4.7x10	2.2x10 ²	2.1x10 ²	3000

Se observa que la concentración de los coliformes fecales y totales tiene un incremento significativo cuando ingresan a la planta de tratamiento, originado probablemente por la falta de limpieza del desarenador, la cisterna de bombeo, línea de impulsión y la línea de conducción proveniente de Huayllumayo.

b) Calidad físico químico del agua

Para la evaluación de la calidad físico química de las fuentes de abastecimiento de agua se ha aplicado el DS N° 002-2008-MINAM “Estándares Nacionales de



Calidad Ambiental para Agua" del 31 de julio del 2008 - Anexo I para Categoría 1: Poblacional y Recreacional Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Categoría 1 – A2).

El monitoreo se realizó en cinco puntos de muestreo, codificados con los números 01338, 01339, 01340, 01341, y 01342, cuyos resultados se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.4. Resultados del monitoreo de la calidad físico-química de las fuentes de abastecimiento de agua

PARÁMETROS	UND.	PUNTOS DE MUESTREOS					ECAs DS 002-2008 MINAM Categoría 1- A2
		Río Apurímac	Estación Bombeo (Ingreso)	Represa Huayllu mayo	Ingreso PTAP Virgen de Chapí	Ingreso a los filtros	SUB-CATEGORÍA A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
		01338	01339	01340	01341	01342	
pH		8.49	8.55	8.3	8.07	8.11	5,5 – 9,0
Temperatura	°C	12,0	14,7	14,8	10,0	12,9	-
Conductividad	µh/cm	144,1	144,4	73,2	147,0	130,3	1600
Turbiedad	UNT	3,9	6,0	2,9	5	3,9	100
Plata	mg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,05
Aluminio	mg/l	0,115	0,192	0,078	0,177	0,165	0,2
Boro	mg/l	<0,008	0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,5
Bario	mg/l	0,010	0,010	0,014	0,013	0,012	0,7
Berilio	mg/l	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,04
Cadmio	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
Cobalto	mg/l	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	-
Cromo	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Cobre	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,005	2
Hierro	mg/l	0,106	0,144	0,181	0,194	0,206	1
Litio	mg/l	<0,058	<0,058	<0,058	<0,058	<0,058	-
Sólidos disueltos totales	mg/l	95	92	66	91	89	1 000
Dureza total	mg/l	32,7	30,7	18,3	28,7	26,7	**
Alcalinidad	mg/l	31,7	31,7	24,8	29,7	29,7	-
Cloruro	mg/l	4,67	4,25	<2,00	3,57	3,42	250
Sulfato	mg/l	12,5	12,0	2,37	9,65	9,28	**
Magnesio	mg/l	1,91	1,78	1,59	1,73	1,74	-
Manganeso	mg/l	0,019	0,024	0,031	0,045	0,034	0,4
Molibdeno	mg/l	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	-
Sodio	mg/l	<0,122	<0,122	<0,122	<0,122	<0,122	-
Níquel	mg/l	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,025
Plomo	mg/l	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	0,05
Silicio	mg/l	10,2	10,2	11,6	10,9	10,6	-
Vanadio	mg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,1
Zinc	mg/l	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019	0,024	5
Arsénico	mg/l	0,0064	0,007	0,0016	0,0049	0,0052	0,01
Mercurio	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002



Los parámetros como arsénico, mercurio, plomo, cromo y cadmio, considerados metales pesados peligrosos para la salud de las personas, se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por los ECA's, en ambas fuentes de abastecimiento.

4.1.4. Resultados de la evaluación del sistema de captación y conducción

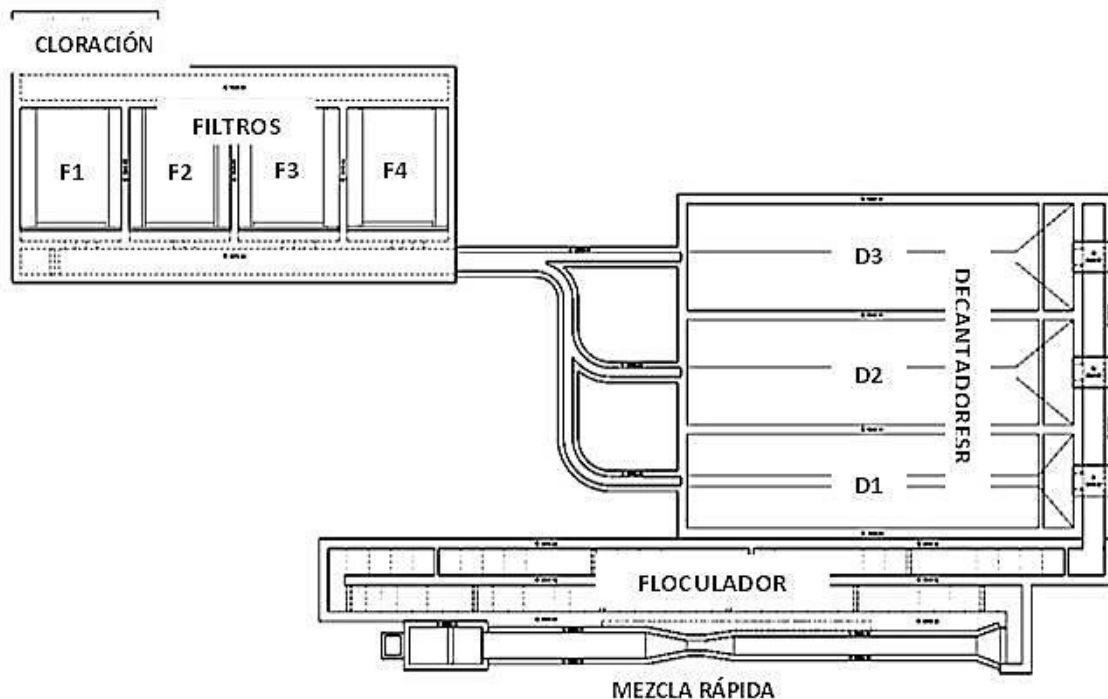
- a) La línea de conducción de \varnothing 10" proveniente de la captación de la represa Huayllumayo, está operando a su máxima capacidad de conducción de 36 L/s, cuyas aguas son tratadas al 100% por 02 unidades de plantas compactas.
- b) La estructura de captación (represa de Huayllumayo) está en malas condiciones, debido a que se encuentra con filtraciones en la margen izquierda y no es posible hacer la limpieza de los lodos acumulados, debido a que no dispone de los elementos para este efecto. Existen proyecciones de la Municipalidad de Espinar, de demoler esta represa y construir una nueva, teniendo este proyecto un horizonte a mediano plazo de 3 a 5 años para su elaboración.
- c) La PTAP de tecnología convencional "Virgen de Chapi", recibe únicamente las aguas de la fuente Canal Apurímac, actualmente trabaja con sobre carga de caudal en las horas de bombeo (03:00 am a 11:00 am y de 1:00 pm a 5:00 pm), donde opera con 95 L/s, habiendo sido diseñada solo para tratar un promedio de 36 L/s, provenientes inicialmente de la captación Huayllumayo.
- d) Las características físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes de abastecimiento de agua de la represa Huayllumayo y Canal Apurímac,



cumplen con los valores establecidos en el DS N° 002-2008-MINAM, Anexo I: "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua", Categoría 1: Poblacional y Recreacional - Aguas Superficiales Destinadas a la Producción de Agua Potable, Categoría 1- A2; por lo que pueden ser usadas para consumo humano previo tratamiento.

4.2. Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable existente

En esta sección se realiza una evaluación de todos los procesos que la planta de tratamiento de tecnología convencional realiza para el tratamiento de las aguas provenientes de la fuente del río Apurímac. Los procesos de la planta de tratamiento se pueden observar en esquema de abajo, donde se asigna nomenclaturas a las unidades de tratamiento, las cuales servirán de referencia durante la evaluación de la planta.



ESQUEMA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE TECNOLOGÍA CONVENCIONAL



4.2.1. Descripción general del funcionamiento

4.2.1.1. Calidad de la fuente

Es necesario conocer primeramente las características principales del agua cruda que ingresa a la planta, y también la calidad con la que sale de ella. En esta sección, se analizan e interpretan los principales parámetros del monitoreo realizado por la oficina de UOSAPAL de la Municipalidad Provincial de Espinar durante el año 2015.

a) Turbiedad

En los histogramas del Gráfico 4.1. y 4.2. , se muestran los registros históricos de la turbiedad de agua cruda y agua filtrada para el año 2015. Si se compara ambos gráficos, se observa que los valores más altos de turbiedad del efluente corresponde a los meses de alta turbiedad de agua cruda, llegándose a valores mayores a 5 UNT en ese periodo (enero a marzo), lo que significa que la planta no tiene una capacidad de respuesta en esta época del año, llegando a tomar la decisión de suspender temporalmente el bombeo. No existen registros de la turbiedad a la salida de los decantadores para este año.

Gráfico 4.1. Turbiedad promedio diaria de agua cruda del año 2015

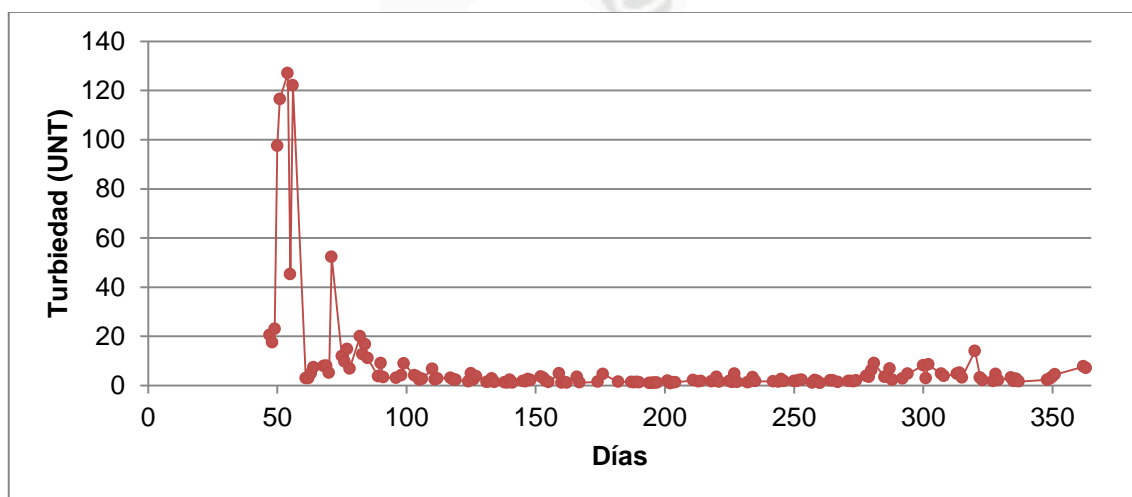
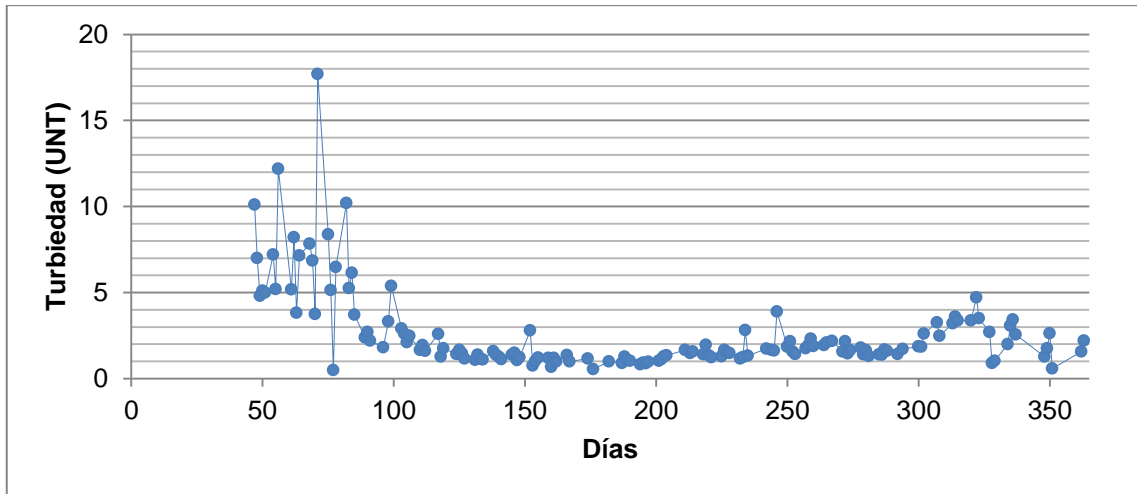




Gráfico 4.2. Turbiedad promedio diaria de agua filtrada del año 2015



b) Parámetros microbiológicos

No se realiza el monitoreo de los parámetros bacteriológicos del agua cruda por parte del Municipio, no obstante, de acuerdo a la inspección realizada por (DIRESA) en abril del 2015, se puede tener una referencia, como indica el Cuadro 4.5:

Cuadro 4.5. Parámetros bacteriológicos Abril de 2015

Parámetro	Unidad	Captación	Ingreso PTAP	Ingreso filtros	Salida PTAP
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	4.3×10	1.3×10^2	1.1×10^2	7.9×10
Coliformes Totales	NMP/100ml	8.4×10	2.2×10^2	2.1×10^2	1.7×10^2

De acuerdo a (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, pág. 13), la predesinfección debe aplicarse cuando el NMP de coliformes termotolerantes presentes en la fuente de agua cruda sobrepasa en forma continua de 6×10^2 por 100 mL de muestra; por lo tanto, no es necesaria una predesinfección en la planta.



Los valores de coliformes totales y termotolerantes se incrementan al ingreso de la PTAP, debido posiblemente a la falta de limpieza en el desarenador, cisterna o línea de impulsión. A la salida de la PTAP, se remueve cerca de un ciclo logarítmico después del tratamiento; eso conlleva a la aplicación de altas dosis de cloro a la entrada de los reservorios de la red, que resulta efectivo, pero con concentraciones altas de cloro residual de 2.5 a 3.0 mg/l.

c) Parámetros físico - químicos

En los Gráfico 4.3 y el Gráfico 4.4, se muestran los registros medios mensuales del potencial de hidrógeno (pH) y la temperatura del agua cruda. Como se observa, el valor de pH al ingreso de la PTAP no es muy variable a lo largo del año, y oscila entre un valor de 7 a 8 en promedio, y disminuye un poco al final del tratamiento, pero dentro de los límites permisibles. La temperatura del agua cruda presenta un máximo de 13°C en los meses de verano, y baja hasta 6°C en la época de invierno, y un promedio de 10 °C.

Gráfico 4.3. pH promedio mensual al ingreso y salida de la PTAP

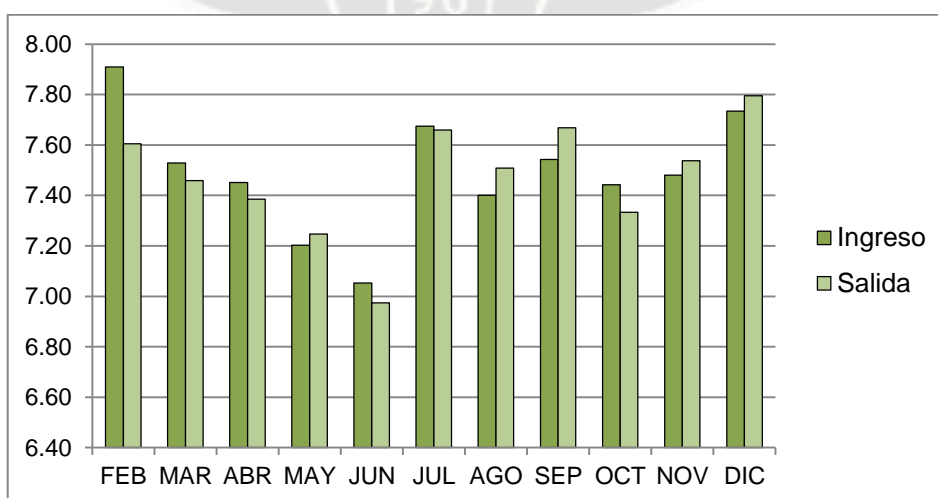
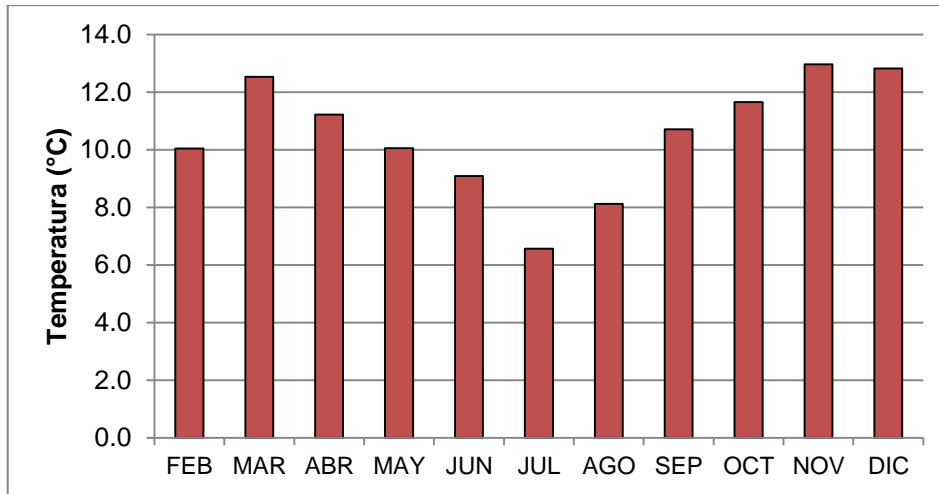




Gráfico 4.4. Temperatura promedio mensual de agua cruda



La dureza total o alcalinidad del agua cruda se comenzó a medir en los meses de enero y febrero del 2016, como se muestra en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Dureza total promedio (enero y febrero 2016)

Mes	Unidad	Ingreso PTAP	Salida PTAP
Enero	mg/lt	28.08	14.04
Febrero	mg/lt	11.34	14.31

De acuerdo a las recomendaciones para el ensayo de prueba de jarras⁵, si el agua contiene una alcalinidad menor a 25 mg/L y un pH alrededor de 7.0, podrá ser coagulada sin la adición de modificadores de pH.

4.2.1.2. Caudal de operación

Originalmente, la planta de tratamiento convencional, del tipo filtración rápida, fue diseñada para tratar un caudal de 36 l/s provenientes de la captación del río Huayllumayo. En la actualidad, el caudal de ingreso es de 95 l/s que proviene

⁵ <http://www.phippsbird.com/pbinc/WaterWasteWater/Jartest.aspx>



de la línea de impulsión del sistema bombeo durante 12 horas en dos turnos:
03:00 am a 11:00 am y 13:00 pm a 17:00 pm.



INGRESO DE AGUA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO

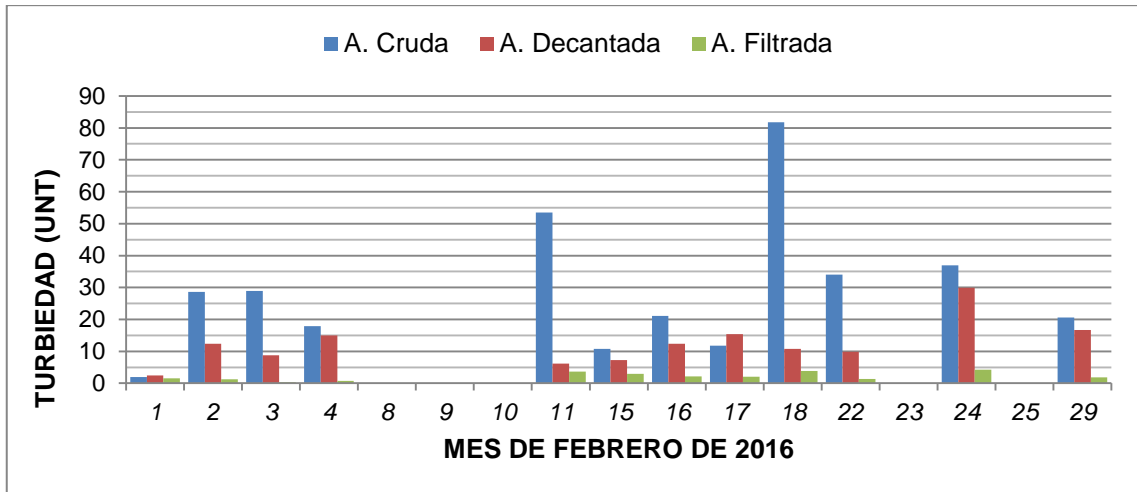
4.2.1.3. Eficiencia del sistema

Para determinar la eficiencia de la planta, es necesario verificar la remoción de parámetros importantes como la turbidez en épocas críticas, en cada uno de los procesos como serían al ingreso, salida de los decantadores y a la salida de los filtros. En los histogramas del Gráfico 4.5. y Gráfico 4.6., se representa la eficiencia de la planta durante los meses de febrero y marzo del 2016.

De acuerdo al Gráfico 4.5., en el mes de febrero se presentaron valores de turbiedad para el agua cruda mayores de 80 UNT, por lo que el bombeo fue suspendido temporalmente, ya que la planta no podría tratar esa turbiedad. También se observa que el efluente de los decantadores fue superior a las 2 UNT durante todo el mes, teniendo una mayor eficiencia cuando la turbiedad del agua cruda aumentó. El efluente del filtro fue menor a 5 UNT, pero no alcanzó la eficiencia exigida de 0.1 UNT, debido a la poca eficiencia de los decantadores.



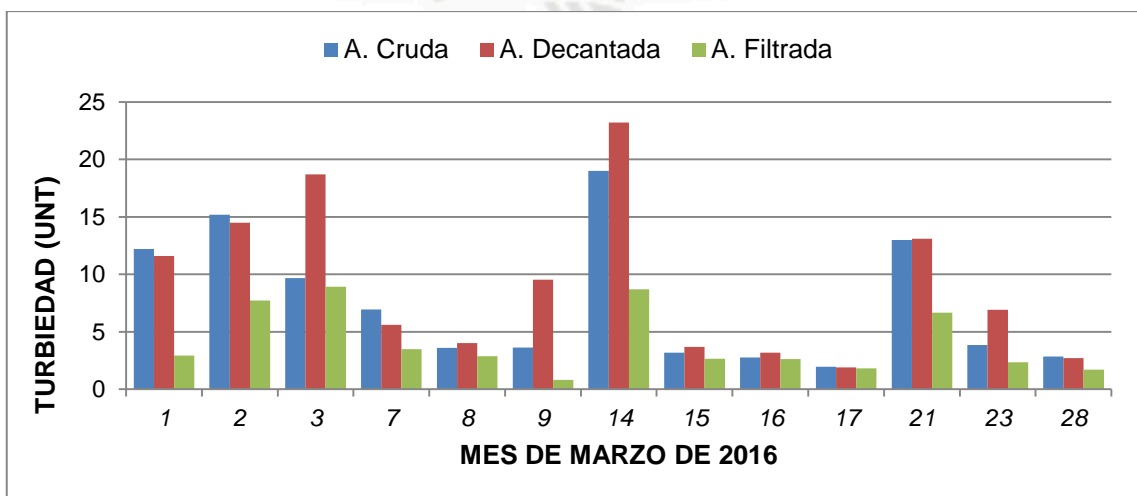
Gráfico 4.5. Eficiencia del Sistema – Febrero 2016



Nota: Los días 08, 09, 10, 23 y 25; no se realizó el análisis físico-químico de la planta convencional debido a que se suspendió el bombeo por el aumento de turbiedad en el canal del río Apurímac (más de 80 UNT).

De acuerdo al Gráfico 4.6. Gráfico, en algunos días del mes de marzo la turbiedad del agua filtrada fue mayor a 5 UNT, valor superior a lo permitido por las normas nacionales de calidad del agua; esto debido a que la eficiencia del decantador disminuyó debido a la baja turbiedad del agua cruda, no obstante, esto se podría solucionar realizando un ensayo de prueba de jarras.

Gráfico 4.6. Eficiencia del Sistema – Marzo 2016



Nota: Los días 15, 16, 17, 18 y 19; se realizó un lavado del lecho de arena de los filtros.



Para obtener datos propios de la eficiencia de la planta, se realizó dos monitoreos de la turbidez en época crítica, las que se muestran en el Cuadro 4.7. Los puntos de muestreo seleccionados fueron al ingreso de la PTAP, salida de los decantadores y salida de los filtros.

Cuadro 4.7. Monitoreo de la turbiedad del agua filtrada por fuente propia

PARAMETRO	UNIDAD	1° MONITOREO 20-Febrero-2016						2° MONITOREO 07-Abril-2016					
		Ingreso PTAP	Salida Decantadores				Salida Filtros	Ingreso PTAP	Salida Decantadores				Salida Filtros
			1	2	3	Todos			1	2	3	Todos	
TUBIEDAD	UNT	21.80	14.40	11.10	12.40	12.80	6.17	50.10	14.80	8.30	9.60	11.00	1.70

Como se puede observar, la eficiencia del decantador es menor para una turbiedad inicial de 21.8 UNT, y mayor para una turbiedad de 50.1 UNT. La turbiedad a la salida de los tres decantadores son mayores a 2 UNT⁶; y el efluente de los filtros presenta una turbiedad mayor 0.1 UNT. La turbiedad a la salida de la unidad D1 fue mayor a las demás unidades, lo que indica que existe una distribución no uniforme del caudal al ingreso de los decantadores. La baja eficiencia de los decantadores hizo que los filtros tuvieran una rápida colmatación, por lo que se tuvo que lavar con mayor frecuencia.

4.2.2. Evaluación de los procesos unitarios

De acuerdo a las dimensiones e información recolectada en campo y laboratorio⁷, se procedió a realizar la evaluación de los procesos y unidades que integran la planta de tratamiento, y se efectuaron los cálculos para determinar su potencial de producción.

⁶ Valor recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para que los filtros puedan producir un efluente menor a 0.10 UNT, y así garantizar la ausencia de microorganismos patógenos y huevos de parásito. Ver: Ref. N°3.

⁷ Ver CAPÍTULO 6: ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA



4.2.2.1. Evaluación del pre-tratamiento

a) Desarenador del proyecto Cañón del Apurímac

El pre-tratamiento comienza con el cribado de materiales gruesos mediante las rejillas de la captación de la bocatoma del proyecto Irrigación Cañón del Apurímac. Luego, el agua captada es conducida por el canal hacia el desarenador ubicado en la progresiva 2+065 km aguas abajo, que tiene las siguientes características:



DESARENADOR DEL PROYECTO DE IRRIGACIÓN
CAÑÓN DE APURÍMAC, $Q = 2.00 \text{ M}^3/\text{S}$

Símbolo	Descripción	Fórmulas ⁸	Cantidad	Unidad
Q	Caudal de operación	-	2.00	m ³ /s
L	Largo	-	16.50	m
b	Ancho	-	2.80	m
h	Profundidad	-	3.50	m
A _t	Área transversal	$b \times h$	9.80	m ²
V	Volumen	$b \times h \times L$	161.7	m ³
v	Velocidad de flujo	Q / A_t	0.20	m/s
w'	Reducción de velocidad por efectos de turbulencia	Levin y Eghiazaroff	1.4	cm/s
w	Velocidad de sedimentación	$(h \times v) / L + w'$	5.6	cm/s
T _s	Tiempo de sedimentación	V / Q	80.9	s

⁸ Ver Cap. 5 Diseño de desarenadores, (Manual: Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico), Autoridad Nacional del Agua, 2010.



La velocidad de sedimentación calculada, corresponde a un régimen en transición⁹, donde se aplica la Ley de Allen, como se demuestra a continuación:

Símbolo	Descripción	Fórmula	Cantidad	Unidad
V_s	Velocidad de sedimentación	-	5.6	cm/s
ρ_s	Densidad relativa de la arena	-	2.65	-
ν	Viscosidad cinemática a 10°C	-	1.308 x 10 ⁻²	cm ² /s
g	Gravedad	-	981	cm/s ²
d	Diámetro de las partículas	$V_s = 0.22 [(\rho_s - 1)g]^{2/3} \frac{d}{\nu^{1/3}}$	0.04	cm
Re	Número de Reynolds	$Re = \frac{V_s \cdot d}{\nu}$	18.6	-

De acuerdo al análisis anterior, el desarenador tiene la capacidad de remover partículas de arena gruesa de hasta 0.4 mm, y el flujo se encuentra en un régimen de transición, con un valor de Reynolds entre 1,0 y 1,000.

b) Desarenador del sistema de bombeo

En la progresiva 24+760 se encuentra la toma para la planta de tratamiento, la cual es bombeada después de un pre-tratamiento realizado por un desarenador, cuyas características se detallan a continuación:



DESARENADOR DEL SISTEMA DE BOMBEO

⁹ Ver Cuadro 2. Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación. Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2005, pág. 11)



Símbolo	Descripción	Fórmulas ¹⁰	Cantidad	Unidad
Q	Caudal de operación	-	0.095	m ³ /s
L	Largo	-	14.80	m
b	Ancho	-	2.95	m
h ₁	Profundidad mayor	-	2.20	m
h ₂	Profundidad menor	-	1.50	m
A _t	Área transversal	$b \times (h_1 + h_2) / 2$	5.46	m ²
V	Volumen	$b \times (h_1 + h_2) / 2 \times L$	80.77	m ³
v	Velocidad de flujo	Q / A_t	0.017	m/s
w'	Reducción de velocidad por efectos de turbulencia	Levin y Eghiazaroff	0.16	cm/s
w	Velocidad de caída	$(h \times v) / L + w'$	0.41	cm/s
T _s	Tiempo de sedimentación	V / Q	14.2	min

En este caso, la velocidad de sedimentación calculada corresponde a un régimen laminar¹¹, donde se aplica la Ley de Stokes como se demuestra a continuación:

Símbolo	Descripción	Fórmula	Cantidad	Unidad
V _s	Velocidad de sedimentación	-	0.41	cm/s
ρ _s	Densidad relativa de la arena	-	2.65	-
u	Viscosidad cinemática a 10°C	-	1.308×10^{-2}	cm ² /s
g	Gravedad	-	981	cm/s ²
d	Diámetro de las partículas	$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{\rho_s - 1}{v} \right) d^2$	0.008	cm
Re	Número de Reynolds	$Re = \frac{V_s \cdot d}{v}$	0.24	-

De acuerdo a este análisis, el desarenador tiene la capacidad de remover partículas de arena fina de hasta 0.08 mm, y el flujo se encuentra en un régimen laminar, con un valor de Reynolds menor a 1,0.

¹⁰ Ver Cap. 5 Diseño de desarenadores, (Manual: Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico), Autoridad Nacional del Agua, 2010.

¹¹ Ver Cuadro 2. Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación. Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2005, pág. 11)



Una observación adicional es la ventana de paso a la cisterna ubicada en la zona de salida del decantador, que presenta una cota muy baja, y esto afecta la velocidad de sedimentación de las partículas debido a que se genera un movimiento turbulento en la zona de salida.



OBSERVACIÓN SOBRE LA VENTANA DE INGRESO A LA CISTERNA

Es importante indicar que al momento de la evaluación se estaba construyendo un desarenador de similares características que el anterior, con el propósito de aumentar la capacidad de tratamiento y tener mayor flexibilidad en el funcionamiento y operación de estas unidades.



CONSTRUCCIÓN DE NUEVO DESARENADOR



Calculo del caudal máximo de tratamiento del desarenador:

- a) El tiempo requerido de sedimentación es de media hora¹².
- b) Calculo del volumen de la unidad:

Símbolo	Descripción	Fórmulas	Cantidad	Unidad
L	Largo	-	14.80	m
b	Ancho	-	2.50	m
h_1	Profundidad mayor	-	2.20	m
h_2	Profundidad menor	-	1.50	m
V	Volumen	$b \times (h_1 + h_2) / 2 \times L$	68.5	m ³

- c) Calculo del caudal máximo del desarenador:

Estimación de caudal (Q) = Volumen / (3600 x T_S)

Caudal máximo (Q) = 68.5 m³ / (3600 x 0.5 h) x 1000 = 38.1 l/s

4.2.2.2. Evaluación del proceso de coagulación

a) Instalaciones de almacenamiento

La planta de tratamiento tiene un almacén de insumos químicos, que es compartido para el tratamiento de la fuente Huayllumayo y Apurímac. Estas sustancias se encuentran arrumadas sobre una tarima de 3.30m x 0.70m, una altura desde la tarima al techo de 1.50m, y protegidas de la humedad del suelo por una altura de 0.50m. Las sustancias químicas encontradas se detallan en el Cuadro 4.8.

Cuadro 4.8. Insumos utilizados para tratamiento

Sustancia química	Presentación
Sulfato de Aluminio Tipo A	Bolsa x 25 kg
Sulfato de Aluminio Tipo B	Bolsa x 25 kg
Sulfato de Cobre Pentahidratado	Bolsa x 25 kg
Floculante Aniónico Magnafloc®	Bolsa x 25 kg
Hipoclorito de calcio al 65-70%	Tambores x 45 kg

¹² Ver 6.2. Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento: Ensayo de sedimentación natural/CAPÍTULO 6:



ALMACENAMIENTO DE INSUMOS QUÍMICOS DE LA PTAP

Cerca de la zona de mezcla existe una sala de dosificación que no se encuentra en uso, donde se tiene instalado dos tanques de solución con mezcladores electromecánicos. Esta sala podría brindar un espacio adicional para el almacenamiento de los insumos de la planta, y facilitaría la preparación de las soluciones.



TANQUES DE SOLUCIÓN SIN UTILIZAR EN LA SALA DE DOSIFICACIÓN

Calculo de la capacidad de almacenamiento:

a) La dosis promedio de coagulante promedio¹³ (D_m) es de 32.5 mg/l

b) Cálculo del volumen de almacenamiento requerido:

$$\text{Volumen de almacenamiento requerido} = (D_m \times Q \times T) / (\delta \times 1000) = (40 \text{ mg/l} \\ * 95 \text{ l/s} * 30 \text{ días}) / (964 \text{ kg/m}^3 * 1000) * 86.4 = 8.30 \text{ m}^3$$

¹³ Ver 6.2. *Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento: ensayo de dosis óptima.*



c) Cálculo del volumen de almacenamiento actual:

Capacidad de almacenamiento actual = 3.30 m x 0.70 m x 1.50 m = 3.81 m³

d) Cálculo del volumen de almacenamiento en la sala de dosificación existente:

Capacidad de almacenamiento = 1.80 m x 3.00 m x 0.90 m = 4.86 m³

De acuerdo a los parámetros óptimos de dosificación, la capacidad de almacenamiento actual no es suficiente, pudiéndose habilitar la sala de dosificación para que también sirva de almacén.

b) Sistema de dosificación

El sistema de dosificación se realiza por medio de 02 tanques de solución, utilizando como coagulante el sulfato de aluminio tipo A o B, con una concentración aproximada del 2.5% (25 kg en 1000 lt) que abastece de solución durante 6 horas. La solución se prepara con agua cruda proveniente de Huayllumayo, y se aplica en forma de chorro mediante una tubería de ½" de PVC SAP, que proporciona una dosis variable ya que depende del nivel del agua en el tanque de solución. No se realiza ensayo de pruebas de jarras para determinar la dosis óptima.



SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



Calculo de la capacidad de los tanques de solución:

a) Cálculo del volumen de tanque de solución actual:

Volumen (V) = Capacidad de tanques (lt) x N° unidades = 1100 lt x 2 = 2200 lt

b) Cálculo del volumen del tanque de solución concentración óptima¹⁴ de 1% y una dosis promedio de 32.5 mg/l:

Caudal de solución = $(Q * D_m) / C = (95 \text{ l/s} * 32.5 \text{ mg/l}) / 10000 \text{ mg/l} = 0.31 \text{ l/s}$

Volumen (V) = Caudal de solución (q) x Tiempo de operación (T)

Volumen (V) = 0.31 l/s x 8 horas x 3.60 = 8.90 m³ = 8900 lt

La capacidad de los tanques de solución no es suficiente considerando los parámetros óptimos de dosificación y el caudal que trata la planta.

c) Laboratorio de control de procesos

En la planta existe un laboratorio que presenta dos áreas: de microbiología y físico-químico; donde se controlan: turbiedad, pH, alcalinidad, conductividad y cloro residual. Los equipos encontrados fueron los siguientes: equipo de prueba de jarras, incubadora, balanza analítica, equipo para medir DBO, turbidímetro, colorímetro y multi-paramétrico.



LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO – EQUIPO DE PRUEBA DE JARRAS

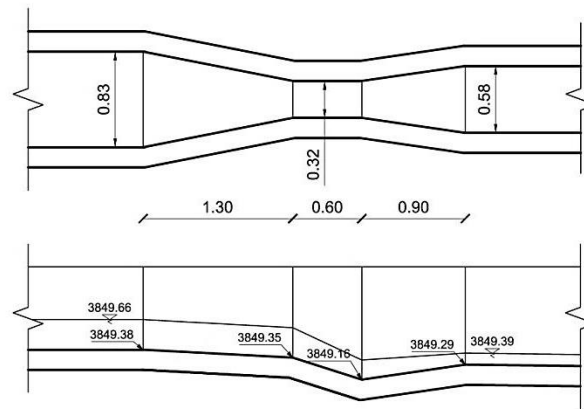
¹⁴ Ver 6.2 Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento: Ensayo de concentración óptima



4.2.2.3. Evaluación de mezcla rápida

a) Geometría de la unidad y punto de aplicación

El mezclador es una canaleta Parshall de un ancho de garganta de 0.30 m (1'). Las características geométricas de la canaleta y el perfil de flujo para las condiciones actuales se muestran en la siguiente figura:



CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CANALETA PARSHALL Y PERFIL DE FLUJO EN LAS CONDICIONES ACTUALES

Se observó que en la garganta de la canaleta no se produce ningún resalto, el punto de aplicación de la solución está fuera de esta zona y se dosifica de forma puntual. En consecuencia, no produce la dispersión uniforme de coagulante en toda la masa de agua y los procesos siguientes pierden eficiencia.



LA FORMA Y PUNTO DE APLICACIÓN DEL COAGULANTE NO ES EL ADECUADO



b) Condiciones hidráulicas que afectan la mezcla

El resalto hidráulico debería producirse en la garganta de la canaleta, sin embargo, se encuentra desplazado aguas abajo y se produce a la entrada del floculador. Esta problema ocurre ya que al aumentar el caudal de operación, el régimen del canal de interconexión pasó a ser supercrítico ($Fr = 1.55$), impidiendo que el resalto se forme en la garganta de la canaleta. En cambio, en la entrada del floculador hay un cambio de régimen, y se produce el resalto.



NO SE PRODUCE UN RESALTO EN LA GARGANTA DE LA CANALETA PARSHALL



RESALTO IMPROVISADO GENERADO AL INICIO DEL FLOCULADOR

Capacidad de la unidad de mezcla rápida:

De acuerdo a (Chow, 1994, pág. 74), las canaletas con un ancho de garganta de 1' (0.30m) tienen una capacidad a flujo libre de 5 hasta 500 l/s, por lo que la canaleta podría ser reutilizada si es que cambia las condiciones de salida.

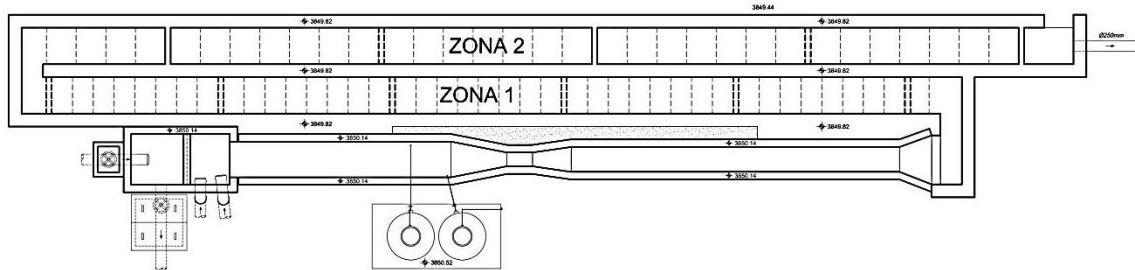
4.2.2.4. Evaluación de floculadores

a) Descripción de la unidad de floculación

El proceso de floculación se realiza en una unidad de pantallas de flujo vertical, que presenta las siguientes características:



- ❖ El ancho de la unidad es de 0.85 m y tiene una longitud total de 42 m. La profundidad de la unidad varía de 2.90 m al comienzo, a 3.30 m al final del canal.
- ❖ La unidad presenta dos zonas de floculación: La primera con 41 compartimientos separados a 0.48 m, y una longitud de 19.86 m; y la segunda, con 32 compartimientos separados cada 0.69 m, y una longitud total 22.15 m.
- ❖ La altura de paso en los compartimientos no es uniforme, siendo los pasos inferiores mayores que los pasos superiores en ambas zonas.



VISTA EN PLANTA DEL FLOCULADOR DE PANTALLAS DE FLUJO VERTICAL

Las pantallas del floculador son de policarbonato de 2.00 x 0.90 x 0.005 m. En la visita se verificó que estas pantallas se encuentran deterioradas y saturadas, presentándose filtraciones por los costados de las mismas.



FLOCULADOR DE PANTALLAS DE FLUJO VERTICAL



b) Parámetros de floculación

Para conocer los parámetros de floculación en las condiciones actuales, se realizaron las siguientes acciones:

- ❖ Medición de la pérdida de carga (h_t) en las dos zonas de floculación por diferencia de niveles, con ayuda de un nivel de ingeniero.
- ❖ Con las dimensiones de la unidad para cada zona y el caudal de operación, se calcularon los tiempos de retención (T_R).
- ❖ El gradiente real (G) se obtuvo a partir de los datos previamente obtenidos y para una temperatura de 10°C , y se compara con el gradiente óptimo¹⁵ obtenido en los ensayos de laboratorio.

$$T_R = \frac{V}{Q}$$

$$G = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot \sqrt{\frac{h_t}{T_R}}$$

Cuadro 4.9. Parámetros de floculación ($Q = 95\text{L/s}$)
 Valor de $(\gamma/\mu)^{1/2}$ a $10^\circ\text{C} = 2736.53 \text{ (m.s)}^{-1/2}$

Zona (1)	Pérdida de carga (m) (2)	Tiempo de retención (min) (3)	Gradiente de velocidad (s^{-1})	
			Real (4)	Óptimo (5)
A	0.14	6.8	50.7	63.0
B	0.14	7.8	47.3	46.5
		$\Sigma 14.6$		

De acuerdo a los resultados del Cuadro 4.9., el gradiente no tiene una variación uniforme decreciente a lo largo del proceso, es decir, al comienzo no existe un gradiente alto y al final es superior a 20 s^{-1} . El tiempo de retención total es de 14.6 min, lejos del tiempo óptimo de 21 min obtenido en las pruebas de laboratorio.

¹⁵ Ver 6.2 Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento: Parámetros de floculación



Cálculo del caudal máximo de los floculadores:

- a) El tiempo óptimo de floculación obtenido en prueba de jarra fue de 21 min.
- b) Calculo del volumen de la unidad:

Zona	Altura de agua (h _w)	Ancho (m)	Espaciamiento (m)	N° de Compartimientos	Volumen (m ³)
1	2.41	0.85	0.48	41	40.4
2	2.54	0.85	0.69	32	47.6
				Total =	Σ 88.0

- c) Calculo del caudal máximo de los floculadores:

Estimación de caudal (Q) = Volumen / tiempo de floculación

Caudal máximo (Q) = (88.0 m³ / 21 min) x 1440 = 6034 m³/d = 69.8 l/s

4.2.2.5. Evaluación de decantadores

a) Descripción de las unidades de decantación

El proceso de decantación se realiza en tres unidades convencionales de flujo horizontal de 3.00 x 11.0 m, y una profundidad promedio de 2.80 m. A continuación, se realiza una descripción de sus componentes:



DECANTADORES DE FLUJO HORIZONTAL EN CONDICIONES DE OPERACIÓN Y LIMPIEZA



- ❖ Distribución de caudales.- La repartición de caudales hacia los decantadores se realiza mediante un canal de distribución de altura variable, que comienza con un 1.10 m y termina con un 1.00 m. El agua se reparte a cada unidad a través de una ventana de 0.65 x 0.50 m. En la evaluación, se observó que la unidad D1 producía una turbiedad residual mayor que las unidades D2 y D3, esto debido a una distribución no uniforme de caudales.



CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FLOCULADA

- ❖ Zona de entrada: Después de que el agua ha pasado la ventana de 0.65 x 0.50 m, entra a un compartimiento, donde a 0.95 m se encuentra un tabique de concreto armado de 0.15 m con orificios de 3" de diámetro para la distribución de agua floculada en toda la altura del decantador.
- ❖ Zona de salida: Una vez que el agua ha circulado por el largo de la unidad de decantación, es recolectada a través de 5 tuberías perforadas de 6" (150 mm) y 2.80 m de longitud, con orificios de 1" separados a 0.175 m. Al momento de la inspección, se observó que los algunos flóculos no lograban sedimentarse adecuadamente durante el proceso de decantación, por lo



que se quedaban a la orilla de los orificios y otros eran arrastrados fuertemente hacia las tuberías de recolección.

- ❖ Sistema de extracción de lodos: El lodo producido cae por las tolvas laterales, que tienen un talud que varían entre 25° y 30°, hacia el canal de recolección del fondo, que tiene una pendiente longitudinal de 2%, y una válvula de descarga tipo compuerta de 150 mm.



ESTRUCTURAS DE ENTRADA Y SALIDA DE LOS DECANTADORES. OBSÉRVESE LA ACUMULACIÓN DE FLÓCULOS A LA ORILLA DE LOS ORIFICIOS.

Cálculo de la capacidad de los decantadores:

- a) Cálculo de la superficie total de la zona de decantación:

N° Unidad	Ancho (m)	Largo (m)	Área superficial (m ²)
1	2.95	11.10	32.7
2	3.31	11.10	36.7
3	3.36	11.10	37.3
Total =			Σ 106.7

- b) La tasa de decantación aparente¹⁶ es de 29 m³/m².dia, que corresponde a una unidad de tipo convencional con una profundidad de 3.00 m.

¹⁶ Ver Cuadro 1-2. (Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual III: Evaluación de plantas de tecnología apropiada, 2005, pág. 9)



c) Cálculo de la capacidad estimada:

Capacidad (m^3/d) = Área superficial total (m^2) x tasa de decantación ($\text{m}^3/\text{m}^2 \times \text{día}$)

Capacidad (m^3/d) = $106.7 \text{ m}^2 \times 29 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{día} = 3094 \text{ m}^3/\text{d} = 35.8 \text{ l/s}$

4.2.2.6. Evaluación de batería de filtros de tasa declinante y lavado mutuo

a) Descripción de las unidades de filtración

Para el proceso de filtración se tiene cuatro unidades de filtros rápidos, que presentan como medio filtrante un lecho simple de arena cuarzosa color granate. A continuación, una breve descripción de sus componentes:

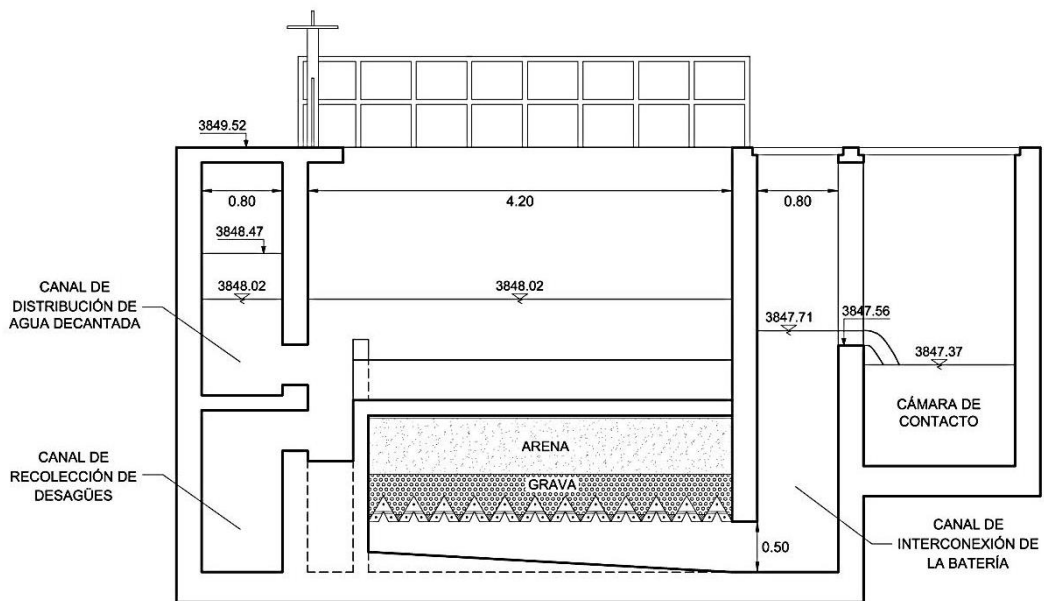
- ❖ Caja de filtro: Tiene dimensiones de 3.20m x 4.20m, y contiene las viguetas prefabricadas de concreto de 0.30x0.30m; la capa de soporte de grava típica de 0.40m, el lecho de arena de 0.55m, las canaletas secundarias de lavado y el canal principal de lavado que conecta al canal de desagüe.
- ❖ Canal de distribución de agua decantada: Es un canal común de 0.80m de ancho que distribuye el agua decantada hacia las unidades de filtración. El agua ingresa a cada unidad mediante una compuerta de 0.35x0.40m, ubicada por debajo del nivel mínimo de operación, según su estado de colmatación. A la salida del canal se encuentra un muro de concreto que sirve de vertedero para el control del nivel máximo de operación.
- ❖ Canal de recolección de desagües: En un canal de 0.80m de ancho que recolecta los desagües de los filtros provenientes del proceso de lavado, y se ubica abajo del canal de ingreso.
- ❖ Canal de interconexión de la batería: Es un canal común de 0.80m de ancho ubicado a la salida de los filtros, que sirve para reunir el efluente de



todas las unidades y pasarlo por encima del vertedero de salida. Cuando se entra al proceso de lavado, permite que el flujo de las otras unidades se deriven hacia la unidad que se está lavando.



UNIDADES DE FILTRACIÓN RÁPIDA DE LECHO SIMPLE DE ARENA



CORTE DE UNIDAD DE FILTRACIÓN EVALUADA

b) Eficiencia del proceso:

Se analizó la eficiencia del proceso de filtración mediante un análisis de frecuencias de los datos de monitoreo de la turbiedad a la salida de los filtros del año 2015, como se puede observar en el Cuadro 4.10:

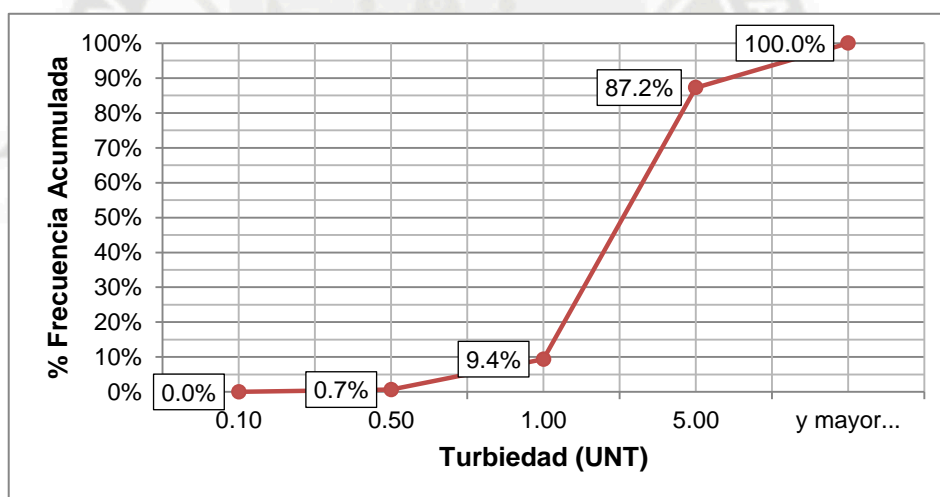


Cuadro 4.10. Análisis de frecuencia de la turbiedad del agua filtrada – Año 2015

Turbiedad (UNT)	Frecuencia	%	% acumulado
0.10	0	0.0%	0.0%
0.50	1	0.7%	0.7%
1.00	13	8.7%	9.4%
5.00	116	77.9%	87.2%
y mayor...	19	12.8%	100.0%
Total =	149		

Seguidamente, se graficaron los intervalos de turbiedad seleccionados contra las el porcentaje de frecuencias acumuladas, como se observa en el Gráfico 4.7.

Gráfico 4.7. Eficiencia del proceso de filtración en el año 2015

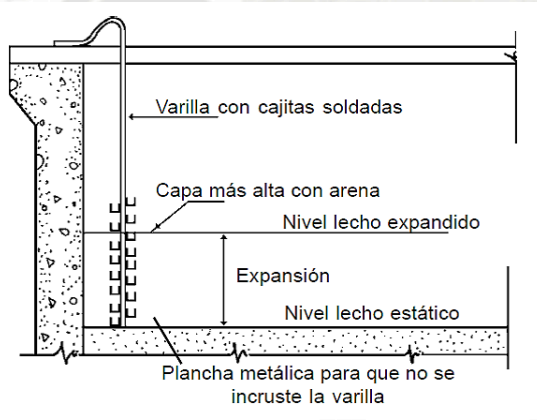


De acuerdo al Gráfico 4.7., el 87.2% del tiempo el agua filtrada presenta una turbiedad menor al 5 UNT, el 9.4% una turbiedad menor al 1 UNT, y en ningún momento se alcanzó una turbiedad menor o igual al 0.1 UNT en el año 2015. Por tanto, el filtro no tiene la eficiencia esperada, no obstante, es necesario resaltar que durante el año 2015 la planta convencional trataba un caudal de 130 l/s provenientes de ambas fuentes de abastecimiento.



c) Características del sistema de lavado:

- ❖ Carrera de filtración: Para realizar el lavado de los filtros, el operador no toma en consideración el nivel máximo de operación, sino que lava cada unidad a criterio, generalmente cada 4 horas en época crítica y 6 horas en condiciones normales. Evidentemente, las carreras de filtración son muy cortas debido a que la tasa declinante no está instalada, a eso también se suma la mayor frecuencia de lavado debido a la baja eficiencia de los decantadores.
- ❖ Expansión del medio filtrante: Se realizó la medición de la expansión del medio filtrante de arena durante el lavado de una unidad, con ayuda de una varilla de acero a la cual se adhirió cajitas de cartón cada 5 cm, como se ilustra a continuación:



PROCEDIMIENTO Y HERRAMIENTAS PARA MEDIR LA EXPANSIÓN DEL MEDIO FILTRANTE

La medición del incremento de altura del lecho de arena (Δh) fue de 0.20m, y la altura (h) fue de 0.55m, entonces se calcula la expansión del lecho (E) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E = (\Delta h / h) * 100 = (0.20 / 0.55) * 100 = 36\%$$



De acuerdo al resultado obtenido, la expansión del lecho es mayor a los valores recomendados de 25% a 30%. La expansión del lecho y la alta frecuencia de lavado de las unidades, facilitan el arrastre de material, y este se hace más crítico debido a la poca distancia que existe entre el medio filtrante y la canaleta de recolección. Esto se puede evidenciar con la arena encontrada en el pozo de disposición de lodos.



MATERIAL DEL LECHO FILTRANTE ARRASTRADO DURANTE EL PROCESO DE LAVADO

- ❖ Duración del proceso de lavado: Se realizó la medición del tiempo de lavado óptimo para las unidades F1 y F2, para lo cual se utilizó frascos para toma de muestras, un turbidímetro y cronómetro. La primera muestra se tomó al momento de que el agua de lavado cayó sobre la canaleta de recolección.

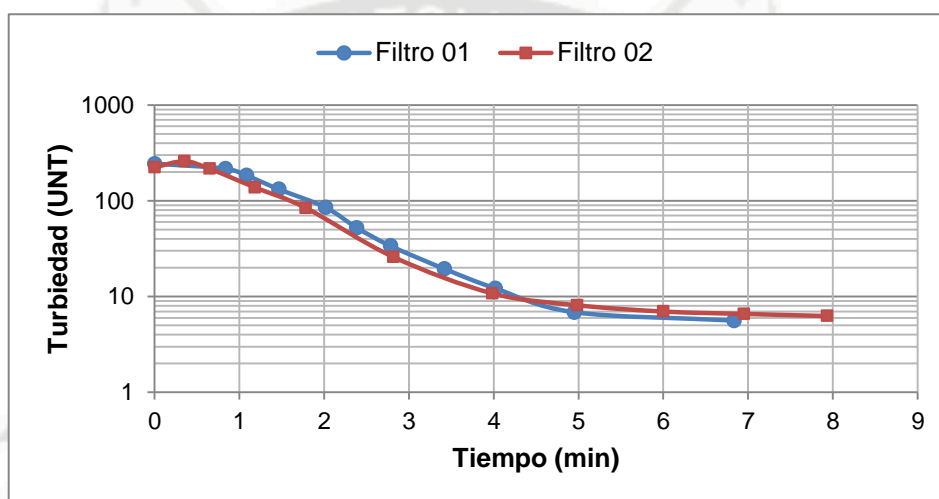


LAVADO DE UNA DE LAS UNIDADES DE FILTRACIÓN, Y HERRAMIENTAS PARA MEDIR EL TIEMPO DE LAVADO ÓPTIMO



Luego de recolectada la información sobre el tiempo de lavado y turbiedad de las muestras, se graficó los datos obtenidos en papel semilogaritmico como se muestra en la Gráfica 4.8. De acuerdo a la gráfica, el tiempo óptimo de lavado se encuentra entre 7 a 8 minutos, con el que se obtiene una turbiedad residual de aproximadamente 6 UNT.

Gráfica 4.8. Duración de lavado óptimo



- ❖ Características del medio filtrante: Se realizó un análisis granulométrico de la arena¹⁷ del lecho filtrante, obteniéndose las características mostradas en el Cuadro 4.11:

Cuadro 4.11. Características de la arena del lecho filtrante

Características	Símbolo	Valor
Espesor (cm)	L	55
Tamaño efectivo (mm)	D ₁₀	0.65
Coefficiente de uniformidad	Cu	2.00
Tamaño más fino (mm)	-	0.42
Tamaño más grueso (mm)	D ₉₀	1.70

¹⁷ Ver, 6.3: Estudio de Mecánica de Suelos: Análisis granulométrico del lecho de arena - filtros



De acuerdo a las características del lecho filtrante, se puede decir que el espesor del lecho de arena está cerca de los espesores recomendados para lechos simples, que es entre 60 a 80 cm. Los parámetros granulométricos indican que el material es grueso, (T.E. = 0.65 mm y $Cu > 1.5$) y bastante uniforme.

En general, la arena utilizada como medio filtrante se encuentra dentro de los rangos recomendados, a excepción del coeficiente de uniformidad que es mayor a 1.5, que estaría indicando una disminución de los granos más finos en la distribución granulométrica.

Cálculo de la capacidad de los filtros:

a) Cálculo del área filtrante total:

N° Unidad	Ancho (m)	Largo (m)	Área superficial (m ²)
F1	2.20	3.60	7.92
F2	2.20	3.60	7.92
F3	2.20	3.60	7.92
F4	2.20	3.60	7.92
		Total =	Σ 31.7

b) La tasa de filtración¹⁸ seleccionada es de 117 m³/m².dia, debido a que el tipo de lecho filtrante es de arena y no existe ningún taponamiento por aire.

c) Cálculo de la capacidad estimada:

$$\text{Capacidad (m}^3/\text{d)} = \text{Área filtrante total (m}^2\text{)} \times \text{tasa de filtración (m}^3/\text{m}^2\text{.dia)}$$

$$\text{Capacidad (m}^3/\text{d)} = 46.1 \text{ m}^2 \times 117 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{.dia} = 3707 \text{ m}^3/\text{d} = 42.9 \text{ l/s}$$

¹⁸ Ver Cuadro 1-3. (Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual III: Evaluación de plantas de tecnología apropiada, 2005, pág. 11)



4.2.2.7. Desinfección

a) Descripción del proceso de desinfección

La desinfección se realiza al finalizar el proceso de filtración mediante la aplicación de una solución de hipoclorito de calcio al 70%, aunque existe una cámara de contacto, esta no es efectiva ya que el punto de aplicación está al finalizar la misma. El agua clorada es conducida hacia un reservorio de 500 m³, de donde sale por una tubería PVC SAP C-7.5 de 12" de diámetro y 6,710 ml de longitud, hasta una caja de válvulas de control, donde se deriva hacia los reservorios de la red para ser re-clorada mediante una solución de cloro gas por inyección directa.



DERECHA: SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
IZQUIERDA: SISTEMA DE DESINFECCIÓN EN LOS RESERVORIOS DE LA RED

En la evaluación de los parámetros microbiológicos¹⁹, se indicó que al final del proceso de tratamiento se removía cerca de un ciclo logarítmico, quedando agentes patógenos por eliminar; eso conlleva a la aplicación de altas dosis de cloro en los reservorios de la red, que resultan en altas concentraciones de cloro residual de 2.5 a 3.0 mg/l.

¹⁹ Ver 4.2.1.1. Calidad de la fuente: b) Parámetros microbiológicos, pág. 53



Cálculo de la capacidad de posdesinfección:

- a) El requerimiento estándar de inactivación es de 3 niveles logarítmicos.
- b) La remoción logarítmica²⁰ mediante una planta de filtración convencional debe ser de 2.5 log, pero se considerará 2.0 log por la poca eficiencia de los procesos de filtración y decantación.
- c) El valor de TC²¹ es de 67 (mg/l – min), seleccionado con los siguientes criterios: temperatura mínima 5 °C, pH máximo de 7.5, concentración de cloro residual de 2.0 mg/l y capacidad de reducción logarítmica necesaria de 1.0 log.

- d) Calculo del tiempo de retención requerido:

$$T_{REQ} \text{ (min)} = TC \text{ (mg/l - min)} / \text{residual (mg/l)}$$

$$T_{REQ} \text{ (min)} = 67 \text{ (mg/l - min)} / 2.0 \text{ (mg/l)} = 33.5 \text{ min}$$

- e) Volumen efectivo para la posdesinfección:

El volumen efectivo es el que está disponible para proporcionar el tiempo de contacto con el desinfectante. En el caso del reservorio, se selecciona un factor²² de 0.1, ya que no tiene pantallas ni compartimientos internos, y para la tubería de conducción se considera un factor de 1.0, ya que se considera flujo pistón.

$$\text{Volumen efectivo tubería (m}^3\text{)} = \text{Factor} \times \text{Volumen (m}^3\text{)} = 470 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen efectivo reservorio (m}^3\text{)} = \text{Factor} \times \text{Volumen de reservorio (m}^3\text{)} = 50 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen efectivo total (m}^3\text{)} = 520 \text{ m}^3$$

²⁰ Ver Cuadro 1-4. (Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual III: Evaluación de plantas de tecnología apropiada, 2005, pág. 14)

²¹ Ver Anexo A. (Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada, 2008, pág. 277)

²² Ver Cuadro 1-5. (Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual III: Evaluación de plantas de tecnología apropiada, 2005, pág. 16)



f) Cálculo de la capacidad estimada:

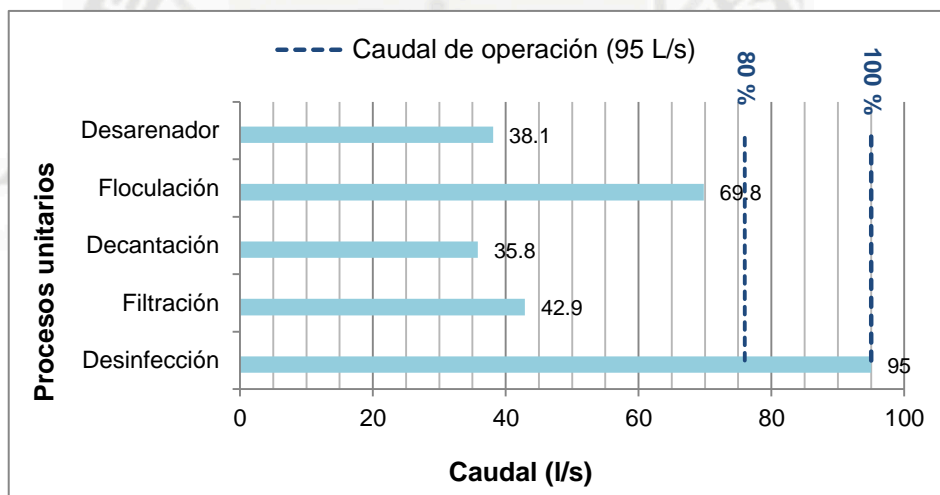
$$\text{Capacidad (m}^3/\text{d)} = \text{Volumen efectivo (m}^3) / \text{tiempo requerido (min)}$$

$$\text{Capacidad (m}^3/\text{d)} = (520 \text{ m}^3 / 33.5 \text{ min}) \times 1440 = 22\,352 \text{ m}^3/\text{d} > 95 \text{ l/s}$$

4.2.2.8. Potencial de producción:

La capacidad de producción de los procesos de tratamiento se puede interpretar mejor a través de una gráfica de potencial de producción, como se muestra en la Gráfica 4.9, la cual se basa en los cálculos realizados en la evaluación de cada proceso.

Gráfico 4.9. Potencial de producción de la planta de tratamiento



El Gráfico 4.9 muestra que el proceso de desinfección tiene la capacidad para producir el caudal actual de operación, en cambio, la capacidad de producción de los procesos de pre-sedimentación, decantación y filtración; es menor al 80% del caudal de operación, y requieren una mayor atención. La capacidad de producción del proceso de floculación se acerca al 80% del caudal de operación, no obstante, se requiere que su capacidad de producción se aumente.



4.2.3. Resultados de la evaluación de la planta de tratamiento

Los resultados de la evaluación de la planta son los siguientes:

- a) De acuerdo a un análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua cruda, se puede decir que:
 - ❖ La temperatura promedio del agua cruda es de 10°C.
 - ❖ El valor de pH está entre 7 a 8, y debido a la baja alcalinidad del agua cruda no requiere de modificadores de pH.
 - ❖ No se requiere una predesinfección del agua cruda.

- b) De la evaluación del proceso de pre-sedimentación se encontró que:
 - ❖ La capacidad de producción del proceso de pre-sedimentación es el 40% del caudal de operación, para un tiempo de retención requerido de 0.5 h.
 - ❖ El desarenador de la cámara de bombeo puede remover partículas de arena fina de hasta 0.08 mm, con un tiempo de retención de 14.2 min.
 - ❖ Al momento de la evaluación, se estaba construyendo un nuevo desarenador de similares características, con el propósito de aumentar la capacidad de tratamiento y tener mayor flexibilidad.

- c) De la evaluación del proceso de coagulación se encontró lo siguiente:
 - ❖ El almacenamiento actual de insumos químicos es insuficiente, para lo cual se debe habilitar el espacio disponible en la sala de dosificación. Esta acción facilitará también la preparación de soluciones.
 - ❖ El volumen de los tanques de solución no son suficientes considerando los parámetros óptimos de dosificación y el caudal que trata la planta. La solución no se prepara con agua filtrada ni en la concentración óptima.



- ❖ El sistema de dosificación actual no permite regular el caudal de la solución y no se utiliza difusores para su aplicación. No se realiza un ensayo de prueba de jarras para determinar la dosis óptima.
- d) De la evaluación de la unidad de mezcla rápida se encontró lo siguiente:
- ❖ No se produce un resalto en la garganta de la canaleta Parshall, debido a las condiciones hidráulicas a la salida de la unidad.
 - ❖ El punto de aplicación de la solución no se ubica en la zona de resalto.
 - ❖ La canaleta tiene una capacidad a flujo libre de 5 a 500 lt/s, por lo que se puede reutilizar mejorando las condiciones a la salida de la unidad.
- e) De la evaluación del proceso de floculación se encontró lo siguiente:
- ❖ La capacidad de producción de la unidad es el 73% del caudal de operación, con un tiempo de retención de 14.6 min, lejos del tiempo óptimo de 21 minutos.
 - ❖ Las pantallas del floculador se encuentran en mal estado de conservación, y su distribución (tanto horizontal como vertical) no permiten obtener los gradientes óptimos.
- f) De la evaluación al proceso de decantación se encontró lo siguiente:
- ❖ La capacidad de producción del decantador es el 38% del caudal de operación para una tasa de decantación de $29 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$, y representa la principal causa de la baja eficiencia de este proceso.
 - ❖ La eficiencia de los decantadores depende de la calidad de agua cruda de ingreso, teniendo los mayores problemas en los meses de baja turbiedad donde no se tiene una remoción significativa de turbiedad. El



efluente producido por los decantadores, por lo menos de los meses evaluados, es mayor a 2.00 UNT.

- ❖ No existe una distribución uniforme del caudal hacia cada unidad de decantación, recibiendo la unidad D1 mayor carga que las otras unidades.

g) De la evaluación al proceso de filtración se encontró lo siguiente:

- ❖ La capacidad de producción de los filtros es el 45% del caudal de operación con una tasa de filtración de $117 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$, lo que representa uno de las principales razones para la baja eficiencia de este proceso.
- ❖ La eficiencia de remoción de turbiedad de los filtros es baja, alcanzando el 87.2% del tiempo una turbiedad menor al 5 UNT, el 9.4% una turbiedad menor al 1 UNT, y en ningún momento una turbiedad menor o igual al 0.1 UNT; produciéndose la más baja eficiencia de remoción en las épocas lluviosas.
- ❖ Las carreras de filtración son muy cortas, debido a que no se encuentra instalada la tasa declinante y por la baja eficiencia de los decantadores, quienes al producir un efluente mayor a 2 UNT, colmatan rápidamente a las unidades de filtración. El tiempo óptimo de lavado para una unidad de filtración es de 7 a 8 min.
- ❖ Existe una pérdida de la arena del lecho filtrante, provocado por la expansión excesiva del lecho, la alta frecuencia de lavado y la poca distancia existente entre el lecho y la canaleta de recolección.
- ❖ El C.U. de la arena es mayor a 1.5, lo que estaría indicando una pérdida de los granos más finos de la distribución granulométrica.



h) De la evaluación al proceso de desinfección se encontró lo siguiente:

- ❖ Debido a la baja eficiencia del proceso de tratamiento, se aplican altas dosis de desinfectante que producen concentraciones de cloro residual libre de 2.5 a 3.0 mg/L a la salida de los reservorios.
- ❖ La capacidad de producción del proceso de desinfección es mayor que el caudal de operación, esto se debe principalmente al gran tiempo de contacto que tiene el agua clorada en la tubería de conducción.



CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

De acuerdo a la evaluación realizada de la PTAP, la propuesta de mejoramiento se basa en los siguientes criterios:

- a) La propuesta de mejoramiento solo incluye a la planta de tratamiento de tecnología convencional (PTAP) ubicado en el sector “Virgen de Chapí” y todos sus procesos unitarios como mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, cuya fuente de abastecimiento es el canal de riego Apurímac. El caudal tratado es de 95 l/s, que es conducido hasta la planta mediante un sistema de bombeo.
- b) Las aguas provenientes del río Huayllumayo, actualmente son tratadas al 100% mediante dos unidades compactas instaladas recientemente, por lo que no serán incluidas en la propuesta de mejoramiento. El balance hídrico de la fuente se realiza en la sección 6.4: Estudio hidrológico y balance hídrico.

5.1. Datos poblacionales

5.1.1. Población actual

En el cuadro 5.1 se muestra la población proyectada para el área urbana de Yauri según el INEI, del año 2000 al 2015:

Cuadro 5.1. Estimaciones del área urbana de Yauri – Espinar

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Población Total	22,823	23,296	23,765	24,231	24,695	25,160	25,624	26,086	26,545	27,005	27,466	27,929	28,391	28,854	29,315	29,772

Fuente: Estimaciones y proyecciones INEI, Boletín Especial N°23

Haciendo una regresión lineal en base a la ecuación del método de crecimiento vegetativo, se obtiene una tasa de crecimiento promedio anual de 2.03%.



5.1.2. Periodo de Diseño

De acuerdo al libro (Arocha, pág. 16), para sistemas de abastecimiento que empleen bombas y motores, conviene asignarles periodos de diseño de 10 y 15 años, considerando su vida útil y la calidad de mantenimiento. En consecuencia se adopta el siguiente periodo de diseño:

- ❖ Mejoramiento PTAP: 15 años

5.1.3. Población futura

De acuerdo a la tasa de crecimiento vegetativo de 2.03% anual, determinado para la población urbana de Yauri – Espinar, y los periodos de diseño antes señalados, se tiene una población de diseño de 36,732 habitantes para el año 2030.

5.1.4. Dotación de agua potable

Tomando como referencia el estudio de demanda hídrica poblacional realizado por el Instituto de Manejo del Agua y Medio Ambiente - IMA, (Proyecto Especial de la Región Cusco), se asume una dotación per cápita para población urbana de 129 l/hab/día.

5.1.5. Caudal de diseño

En base a la dotación de agua potable de 129 l/hab/día, el periodo de diseño señalado y un porcentaje de pérdidas en redes del 25%, se tiene los siguientes caudales de diseño:

- ❖ Caudal promedio (Q_P) = 73.1 l/s
- ❖ Caudal máximo diario (Q_{MD}) = 95.1 l/s



Para satisfacer el caudal de diseño ($Q_{MD} = 95.1$ l/s), se tiene que considerar las condiciones actuales de abastecimiento, donde el sistema de Huayllumayo provee 36 l/s por gravedad, y el sistema de bombeo del canal de riego Apurímac provee un caudal de bombeo de 95 l/s en 12 horas de bombeo diarios, cuyo equivalente es de 47.5 l/s., de acuerdo al siguiente detalle:

❖ Abastecimiento por gravedad	=	36 l/s
❖ Abastecimiento por bombeo	=	47.5 l/s (caudal equivalente)
Caudal total	=	83.5 l/s

Esto significa que existe un déficit de 11.6 l/s para llegar al caudal de diseño al final del periodo de diseño. Este déficit se puede satisfacer aumentando las horas de bombeo, lo que a su vez permite aumentar el horizonte del proyecto, como se calculó en el Cuadro 5.2.:

Cuadro 5.2. Periodo de diseño en función de las horas de bombeo

N° Horas de bombeo	Caudal de abastecimiento (l/s)	Periodo de diseño (a partir del año 2015)	Año de finalización de proyecto
12	83.50	5	2020
13	87.46	9	2024
14	91.42	12	2027
15	95.38	15	2030
16	99.33	19	2034
17	103.29	22	2037
18	107.25	25	2040

Finalmente, se concluye que incrementando un turno de 4 horas de bombeo (16 horas en total), se logra un caudal de abastecimiento de 99.3 l/s, lo cual permitiría ampliar el horizonte del proyecto hasta el año 2034 (19 años).



5.2. Diseño de planta de tratamiento

La planta de tratamiento de tecnología convencional será optimizada en los procesos de dosificación, mezcla rápida, floculación, decantación y filtración. De acuerdo a la norma OS.020 del R.N.E., se debe considerar un porcentaje adicional para compensar los gastos de agua durante la operación de la planta, por lo que el caudal de diseño de la planta será de 100 l/s.

5.2.1. Diseño del sistema de dosificación

5.2.1.1. Diseño del sistema de bombeo para agua filtrada

La preparación de soluciones debe ser con agua filtrada, por lo que la propuesta de mejoramiento consiste en impulsar agua filtrada mediante un sistema de bombeo automático desde el canal de interconexión de los filtros hacia un tanque levado de 2,500 litros ubicado en el techo de la sala de dosificación.

a) Datos operacionales de la electro-bomba:

La información de las electro-bombas se basaron en la marca Vertix ®. Las curva características se puede ajustar a una ecuación del siguiente tipo:

$$H_B = AQ^2 + BQ + C$$

VKM 50 (0.5 HP)		VKM 80 (0.8 HP)		VKM 100 (1 HP)	
Caudal (L/s)	Altura (m)	Caudal (L/min)	Altura (m)	Caudal (L/min)	Altura (m)
0.0	21.5	0.0	24.0	0.0	33.0
0.3	20.5	0.3	22.0	0.3	32.5
0.7	19.0	0.7	21.0	0.7	31.5
1.0	17.0	1.0	20.0	1.0	29.5
1.3	15.0	1.3	18.5	1.3	27.0
1.5	12.0	1.5	15.5	1.5	21.0

A =	-3.11	A =	-1.68	A =	-7.10
B =	-1.21	B =	-2.29	B =	3.90
C =	21.4	C =	23.6	C =	32.5



b) Características y curvas del sistema:

La curva del sistema se puede obtener a partir de la siguiente ecuación:

$$H_B = H_T + \left(\sum f \frac{L}{D} + \sum k_m \right) \frac{V^2}{2g}$$

A partir del siguiente procedimiento para diferentes caudales, se puede obtener la curva del sistema:

Caudal de operación: 1.33 l/s

De los datos del fabricante (diámetros):

<http://www.pavco.com.pe/wp-content/uploads/2016/05/AGUA-FRIA.pdf>

Viscosidad cinemática (10°C) = 1.31E-06 m/s²
 Rugosidad absoluta del PVC = 0.0015 mm
 Gravedad = 9.81 m/s²

a) Succión:

Tipo de tubería =	Tubería PVC clase 10 de 2"φ
Rugosidad =	0.0015 mm
Diámetro interior tubería PVC clase 10 de 2"φ:	52.2 mm
Área tubería PVC clase 10 de 2"φ :	0.00214 m ²
Velocidad de operación:	0.62 m/s
Longitud =	3.00 m
Coef. de pérdidas menores =	7.6
Número de Reynolds =	2.48E+04
Coef. de fricción (f) =	0.025
Pérdidas por fricción =	0.028 m
Pérdidas menores =	0.150 m
Pérdidas totales =	0.177 m

c) Impulsión:

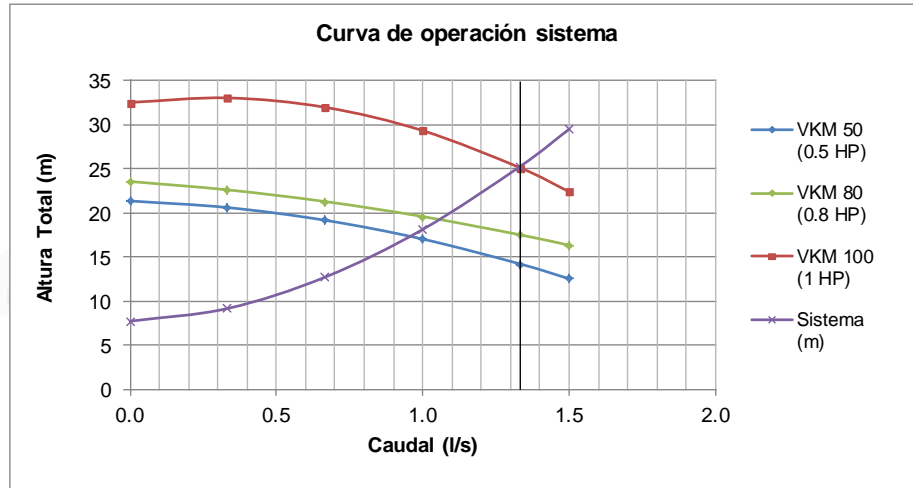
Tipo de tubería =	Tubería PVC clase 10 de 1"φ
Rugosidad =	0.0015 mm
Diámetro interior tubería PVC clase 10 de 1"φ:	26.4 mm
Área tubería PVC clase 10 de 1"φ:	0.00055 m ²
Velocidad de operación:	2.43 m/s
Longitud =	59.5 m
Coef. de pérdidas menores =	9.8
Número de Reynolds =	4.90E+04
Coef. de fricción (f) =	0.021
Pérdidas por fricción =	14.366 m
Pérdidas menores =	2.949 m
Pérdidas totales =	17.314 m

Altura Estática (He):

Cota de nivel de agua en tanque elevado =	3855.99 m.s.n.m.
Cota del nivel de agua en cisterna =	3848.26 m.s.n.m.
Altura estática =	7.73 m.c.a.
Perdidas totales (fricción+ menores) =	17.49 m.c.a.
Altura dinámica total (calculada) =	25.2 m.c.a.



Caudal (l/s)	VKM 50 (0.5 HP)	VKM 80 (0.8 HP)	VKM 100 (1 HP)	Sistema (m)
0.0	21.4	23.6	32.5	7.7
0.3	20.6	22.6	33.1	9.2
0.7	19.2	21.3	32.0	12.7
1.0	17.0	19.6	29.3	18.1
1.3	14.2	17.5	25.1	25.3
1.5	12.6	16.4	22.4	29.5



Caudal de operación =	1.33 l/s
Altura dinámica total =	25.2 m.c.a.

c) Revisión de la cavitación en el sistema:

$$\frac{p_s}{\gamma} = H_{EST} - \left(\frac{v_s^2}{2g} + \sum h_{ts} \right)$$

Carga estática (nivel de cisterna a ojo del impulsor) = -0.30 m.c.a.
 Presión manométrica a la entrada de la bomba = -0.50 m.c.a.
 Presión atmosférica = 5.90 m.c.a.
 Presión de vaporización (Hv) a 10°C = 0.125 m.c.a.

NPSH (disponible) = 5.28 m.c.a.
 NPSH (requerido) = 4.50 m.c.a.

$$NPSH = \frac{p_a}{\gamma} + \frac{p_s}{\gamma} - H_v$$

De acuerdo al análisis anterior, se selecciona una bomba centrífuga VKM de 1.00 HP, que operará con un caudal de 1.33 l/s y una altura dinámica de 25.2 m.c.a. La línea de succión será de PVC Ø2" y la línea de impulsión de PVC Ø1". El NPSH disponible es de 5.28 m.c.a.



5.2.1.2. Diseño del sistema de dosificación de coagulante

a) Volumen y caudal de dosificación:

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal (l/s); Q	100	$q = \frac{Q \times D}{C}$	0.035	Caudal de la solución promedio al 10% (l/s)
	Dosis promedio (mg/l); D	35			Caudal de la solución promedio al 1% (l/s)
2	Concentración (%); C	10	$V = q \times T$	1.00	Volumen de tanque de solución para C=10% (m3)
	Concentración (%); C	1			10.00
				302	Consumo promedio diario (kg/d)
				100	Consumo por tanque (kg)
3	Bolsas de coagulante (kg); Pb	25	$N^{\circ} = P_o/P$	4	Número de bolsas
4			$Q_{agua} = \frac{(V_{1\%} - V_{10\%})}{T}$	0.32	Caudal de agua adicional que se debe aplicar a la salida del dosificador (l/s)
5	Dosis máxima (mg/l); DM	50	$q_M = Q \times D_M/C$	180	Caudal máximo para dosificar (L/h)
	Dosis mínima (mg/l); Dm	20		72	Caudal máximo para dosificar (L/h)

b) Difusor de la solución:

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal máximo para dosificar (L/s); DM + Qagua	0.500	$A_t = Q * VL$	0.00063	Área de los orificios por tubería (m2)
	Velocidad en los orificios (m/s); VL	0.789			
2	Longitud de la zona de difusión (m); L	0.32	$n = \left(\frac{L}{e} - 1 \right)$	5.00	Número de orificios en el difusor
	Separación entre orificios (m), e	0.0533			
			$A_o = A_t/n$	0.00013	Área de cada orificio (m2)
			$D = \sqrt{4A_o/\pi}$	12.70	Diámetro de orificio (mm) Do = 1/2"
3	Diámetro de la tubería del difusor (mm); D	52.2 2"	$A_c = \pi/4 \times D^2$	0.00214	Área de la tubería del difusor (m2)
			nA_o/A_c	0.30	Área de cada orificio (m2)



En resumen, para el sistema de dosificación de coagulante se instalará un tanque de 1100 lt en la sala de dosificación donde se preparará una solución a una concentración del 10%, y se aprovecharán los retro-mezcladores existentes.

La dosificación se realizará mediante una bomba de diafragma de 0 - 400 L/h, que debe tener una potencia de 0.50 HP. Antes del punto de aplicación se inyectará un caudal adicional de agua filtrada proveniente de un recipiente de carga constante, con el propósito de diluir la solución y alcanzar la concentración óptima del 1%. El difusor para el coagulante será de 2", con orificios de 1/2" separados a 0.05 m, y funcionará bajo presión.

5.2.1.3. Diseño del sistema de dosificación de cal:

a) Volumen y caudal de dosificación:

Debido a que la solubilidad de la cal en el agua es muy baja, se puede preparar soluciones²³ de hasta 5%.

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal (l/s); Q Dosis promedio (mg/l); D Concentración (%); C	100 10 2.5	$q = \frac{Q \times D}{C}$	0.040	Caudal de la solución promedio al 2.5% (l/s)
2	Tiempo de operación (hrs); T	6.95	$V = q \times T$	1.00	Volumen de tanque de solución para C=2.5% (m ³)
			$P = Q \times D$	86	Consumo promedio diario (kg/d)
			$P_o = P \times T/24$	25	Consumo por tanque (kg)
3	Bolsas de coagulante (kg); Pb	25	$N^\circ = P_o/P$	1	Número de bolsas
5	Dosis máxima (mg/l); D	20	$q_M = Q \times D_M/C$	288	Caudal máximo para dosificar (L/h)
	Dosis mínima (mg/l); D	0	$q_M = Q \times D_M/C$	0	Caudal máximo para dosificar (L/h)

²³ Ver (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada, 2008, pág. 294)



b) Difusor de la solución:

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal máximo para dosificar (L/s); DM	0.080	$A_t = Q * VL$	0.00016	Área de los orificios por tubería (m ²)
	Velocidad en los orificios (m/s); VL	0.505			
2	Longitud de la zona de difusión (m); L	0.32	$n = \left(\frac{L}{e} - 1 \right)$	5.00	Número de orificios en el difusor
	Separación entre orificios (m), e	0.05			
3			$A_o = A_t/n$	0.00003	Área de cada orificio (m ²)
			$D = \sqrt{4A_o/\pi}$	6.35	Diámetro de orificio (mm) Do = 1/4"
4	Diámetro de la tubería del difusor (mm); D	26.2 1"	$A_c = \pi/4 \times D^2$	0.00054	Área de la tubería del difusor (m ²)
			nA_o/A_c	0.29	Área de cada orificio (m ²)

En resumen, para el sistema de dosificación de cal se instalará un tanque de 1100 lt en la sala de dosificación donde se preparará una solución a una concentración del 2.5%, y se aprovecharán los retro-mezcladores existentes.

La dosificación se realizará mediante una bomba de diafragma de 0 - 400 L/h, que debe tener una potencia de 0.50 HP. El difusor para la cal será de 1", con orificios de 1/4" separador a 0.05 m, y funcionará bajo presión.

La importancia del empleo de la cal es para inducir un mecanismo de coagulación por barrido, y aumentar la eficiencia de tratamiento en condiciones de baja turbiedad, como se demuestra en los ensayos²⁴ de filtración directa.

²⁴ Ver 6.2: Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento, Ensayo de filtración directa.



5.2.2. Diseño de la mezcla rápida

5.2.2.1. Comprobación de las condiciones de mezcla de la canaleta Parshall

De acuerdo a las características geométricas de la canaleta y el caudal de diseño de 100 L/s, se procede a determinar los parámetros de mezcla:

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal (l/s); Q Ancho de garganta (m); W Constante de la canaleta; n Constante de la canaleta; K	100 0.32 0.657 1.276	$H_o = KQ^n$	0.281	Altura de agua en la sección de medición (m)
2	Dimensión de la canaleta (m); D	0.83	$D' = \frac{2}{3}(D - W) + W$	0.66	Ancho de la sección de medición (m)
3			$V_o = \frac{Q}{H_o D'}$	0.54	Velocidad en la sección de medición (m/s)
4			$q = \frac{Q}{W}$	0.31	Caudal unitario (m ³ /s/m)
5	Dimensión de la canaleta (m); N	0.22	$E_o = \frac{V_o^2}{2g} + H_o + N$	0.52	Carga hidráulica disponible (m)
6			$\cos \theta = -\frac{qg}{\left(\frac{2}{3}gE_o\right)^{1.5}}$	2.09 119.66	Ángulo en radianes Ángulo en grados
7			$V_1 = 2\left(\frac{2}{3}gE_o\right)^{0.5} \cos \frac{\theta}{3}$	2.82	Velocidad antes del resalto (m/s)
8			$h_1 = \frac{q}{V_1}$	0.11	Altura de agua antes del resalto (m)
9			$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{gh_1}}$	2.70	Número de Froude
10			$h_2 = \frac{h_1}{2} \left[(1 + 8F_1^2)^{0.5} - 1 \right]$	0.37	Altura de resalto (m)
11			$V_2 = \frac{Q}{Wh_2}$	0.84	Velocidad en el resalto (m/s)
12	Dimensión de la canaleta (m); K'	0.09	$h_3 = h_2 - (N - K')$	0.24	Altura en la sección de salida (m)
13	Dimensión de la canaleta (m); C	0.58	$V_3 = \frac{Q}{Ch_3}$	0.71	Velocidad en la sección de salida (m/s)
14			$h_t = H_o + K - h_3$	0.13	Pérdida de carga en el resalto (m)
15	Dimensión de la canaleta (m); G'	0.90	$T = \frac{2G'}{(V_2 + V_3)}$	1.16	Tiempo de mezcla en el resalto (s)
16	$(\gamma/u)^{0.5}$ a 10°C =	2737	$G = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot \sqrt{\frac{h_t}{T}}$	914	Gradiente de velocidad (s ⁻¹)



De acuerdo con los cálculos realizados, para el caudal de diseño de 100 L/s y la geometría de la canaleta Parshall existente en la planta, se logra producir un gradiente de 914 s^{-1} , un tiempo de mezcla de 1.16 s, y un número de Froude al inicio del resalto de 2.70, lo que indica que el resalto es estable.

No obstante, para que el resalto se desarrolle adecuadamente se debe empalmar el nivel de salida de la canaleta con el nivel al comienzo del canal de interconexión. Actualmente, el canal de interconexión funciona bajo un régimen supercrítico ($Fr = 1.55$).

En el Cuadro 5.3., se muestran las características hidráulicas en el canal de interconexión para una pendiente de 0.0013 m/m. El tirante normal obtenido es de 0.24m, que correspondería a la altura calculada a la salida de la canaleta (h_3), por lo que los niveles empalmarían en este punto. El régimen de flujo es subcrítico ($Fr < 1$), lo que garantiza que el resalto no se mueva aguas abajo. Para lograr la pendiente de 0.0013 m/m, se hará un vaciado de concreto 175 kgf/cm^2 de un espesor promedio de 10 cm a lo largo del canal de interconexión.

Cuadro 5.3. Características hidráulicas en el canal de interconexión para una pendiente ($S = 0.0013 \text{ m/m}$)

Descripción	Valor	Unidad
Caudal de operación (Q):	100	L/s
Ancho de canal (b):	0.58	m
Talud (z):	0	-
Rugosidad (n):	0.013	-
Pendiente (S):	0.0013	m/m
Tirante normal (y):	0.24	m
Número de Froude (Fr):	0.47	-



5.2.3. Diseño del floculador

5.2.3.1. Consideraciones de diseño

Los resultados del ensayo de prueba de jarras²⁵ indican que el tiempo óptimo de floculación es de 21 minutos, y la ecuación de correlación entre los gradientes de velocidad y tiempos de retención óptimos es la siguiente:

Ecuación de correlación entre G y T:		
$G^n T = K$	n =	2.52
	K =	2.35E+05

Para lograr el tiempo de floculación óptimo, es necesario hacer una ampliación de la unidad, ya que actualmente su volumen permite un tiempo de retención de 14.6 minutos. No obstante, debido a que no se cuenta con disponibilidad de espacio, se logrará aumentar el tiempo de retención hasta 18 minutos.

Considerando este tiempo de retención y tres zonas de floculación, se aplica la ecuación de correlación entre G y T tomando en cuenta que los gradientes varíen de forma decreciente. De acuerdo a (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, pág. 256), si se agrega un gradiente de 20 s^{-1} en el último tramo, se logrará un flóculo más pesado y compacto.

Los parámetros óptimos calculados con la ecuación se muestran en el Cuadro 5.4., los cuales serán corroborados con los resultados obtenidos en el dimensionamiento de los floculadores.

²⁵ Ver 6.2 Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento: Parámetros de floculación



Cuadro 5.4. Parámetros óptimos de floculación

Tramo	Tiempo de retención (min)	Gradiente de velocidad (s ⁻¹)
A	3.2	85
B	10.0	54
C	18.0	43

5.2.3.2. Dimensionamiento del floculador de pantallas de flujo vertical

a) Datos generales para el diseño

Caudal (l/s); Q	100
Espesor de pantalla de canales (m); e	0.005
Coefficiente de rugosidad del canal; n	0.010
Temperatura promedio del agua (°C)	10
$(\gamma/u)^{0.5}$ a 10°C	2736.53

b) Primera zona de floculación (Zona A)

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Longitud de canal (m); L Ancho de canal (m); B Altura de agua (m); hw	3.30 1.35 2.44	$t = \frac{h_w B L}{Q \cdot 60}$	1.80	Tiempo de retención (min)
2	N° compartimientos; m	12	$a = \frac{L - e(m - 1)}{m}$	0.27	Espaciamento entre pantallas (m)
3			$V_1 = \frac{Q}{a \times B}$	0.27	Velocidad en los canales verticales (m/s)
4	Velocidad en los pasos (m/s); V ₂	0.21	$P = \frac{Q}{V_2 \times B}$	0.35	Altura de pasos (m)
5			$l = 60V_1 t$	29.74	Longitud recorrida (m)
6			$R_H = \frac{a \cdot b}{2(a + b)}$	0.113	Radio hidráulico entre pantallas (m)
7			$h_f = \left[\frac{nV_1}{R_H^{2/3}} \right]^2 \times l$	0.004	Pérdida de carga en los canales (m)
8			$h_m = \frac{[(m + 1)V_1^2 + mV_2^2]}{2g}$	0.077	Pérdida de carga en las vueltas (m)
9			$h_t = h_f + h_m$	0.081	Pérdida de carga total en el tramo (m)
10			$V = h_w B L - e(m - 1) \cdot B \cdot (h_w - P)$	10.7	Volumen del tramo (m ³)
11			$G_1 = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot \sqrt{\frac{h_t Q}{V}}$	76	Gradiente de velocidad del tramo (s ⁻¹)
12			$G_2 = n \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot R_H^{-0.7} V_1^{1.5}$	18	Gradiente de velocidad en el canal vertical (s ⁻¹)



c) Primera zona de floculación (Zona A')

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Longitud de canal (m); L Ancho de canal (m); B Altura de agua (m); hw	4.00 0.85 2.48	$t = \frac{h_w BL}{Q \cdot 60}$	1.40	Tiempo de retención (min)
2	N° compartimientos: m	9	$a = \frac{L - e(m - 1)}{m}$	0.44	Espaciamiento entre pantallas (m)
3			$V_1 = \frac{Q}{a \times B}$	0.27	Velocidad en los canales verticales (m/s)
4	Velocidad en los pasos (m/s); V ₂	0.22	$P = \frac{Q}{V_2 \times B}$	0.55	Altura de pasos (m)
5			$l = 60V_1 t$	22.51	Longitud recorrida (m)
6			$R_H = \frac{a \cdot b}{2(a + b)}$	0.145	Radio hidráulico entre pantallas (m)
7			$h_f = \left[\frac{nV_1}{R_H^{2/3}} \right]^2 \times l$	0.002	Pérdida de carga en los canales (m)
8			$h_m = \frac{[(m + 1)V_1^2 + mV_2^2]}{2g}$	0.058	Pérdida de carga en las vueltas (m)
9			$h_t = h_f + h_m$	0.060	Pérdida de carga total en el tramo (m)
10			$V = h_w BL - e(m - 1) \cdot B \cdot (h_w - P)$	8.3	Volumen del tramo (m ³)
11			$G_1 = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot \sqrt{\frac{h_t Q}{V}}$	73	Gradiente de velocidad del tramo (s ⁻¹)
12			$G_2 = n \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot R_H^{-0.7} V_1^{1.5}$	15	Gradiente de velocidad en el canal vertical (s ⁻¹)

d) Segunda zona de floculación (Zona B)

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Longitud de canal (m); L Ancho de canal (m); B Altura de agua (m); hw	19.38 0.85 2.46	$t = \frac{h_w BL}{Q \cdot 60}$	6.76	Tiempo de retención (min)
2	N° compartimientos: m	40	$a = \frac{L - e(m - 1)}{m}$	0.48	Espaciamiento entre pantallas (m)
3			$V_1 = \frac{Q}{a \times B}$	0.25	Velocidad en los canales verticales (m/s)
4	Velocidad en los pasos (m/s); V ₂	0.12	$P = \frac{Q}{V_2 \times B}$	0.98	Altura de pasos (m)
5			$l = 60V_1 t$	99.56	Longitud recorrida (m)
6			$R_H = \frac{a \cdot b}{2(a + b)}$	0.153	Radio hidráulico entre pantallas (m)



7			$h_f = \left[\frac{nV_1}{R_H^{2/3}} \right]^2 \times l$	0.007	Pérdida de carga en los canales (m)
8			$h_m = \frac{[(m+1)V_1^2 + mV_2^2]}{2g}$	0.163	Pérdida de carga en las vueltas (m)
9			$h_t = h_f + h_m$	0.171	Pérdida de carga total en el tramo (m)
10			$V = h_w BL - e(m-1).B.(h_w - P)$	40.2	Volumen del tramo (m ³)
11			$G_1 = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot \sqrt{\frac{h_t Q}{V}}$	56	Gradiente de velocidad del tramo (s ⁻¹)
12			$G_2 = n \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot R_H^{-0.7} V_1^{1.5}$	12	Gradiente de velocidad en el canal vertical (s ⁻¹)

e) Tercera zona de floculación (Zona C')

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Longitud de canal (m); L Ancho de canal (m); B Altura de agua (m); hw	2.78 0.85 2.55	$t = \frac{h_w BL}{Q \cdot 60}$	1.00	Tiempo de retención (min)
2	N° compartimientos: m	4	$a = \frac{L - e(m-1)}{m}$	0.69	Espaciamiento entre pantallas (m)
3			$V_1 = \frac{Q}{a \times B}$	0.17	Velocidad en los canales verticales (m/s)
4	Velocidad en los pasos (m/s); V ₂	0.11	$P = \frac{Q}{V_2 \times B}$	1.07	Altura de pasos (m)
5			$l = 60V_1 t$	10.27	Longitud recorrida (m)
6			$R_H = \frac{a \cdot b}{2(a+b)}$	0.190	Radio hidráulico entre pantallas (m)
7			$h_f = \left[\frac{nV_1}{R_H^{2/3}} \right]^2 \times l$	0.000	Pérdida de carga en los canales (m)
8			$h_m = \frac{[(m+1)V_1^2 + mV_2^2]}{2g}$	0.011	Pérdida de carga en las vueltas (m)
9			$h_t = h_f + h_m$	0.011	Pérdida de carga total en el tramo (m)
10			$V = h_w BL - e(m-1).B.(h_w - P)$	6.0	Volumen del tramo (m ³)
11			$G_1 = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot \sqrt{\frac{h_t Q}{V}}$	37	Gradiente de velocidad del tramo (s ⁻¹)
12			$G_2 = n \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot R_H^{-0.7} V_1^{1.5}$	6	Gradiente de velocidad en el canal vertical (s ⁻¹)



f) Tercera zona de floculación (Zona C)

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Longitud de canal (m); L Ancho de canal (m); B Altura de agua (m); hw	19.38 0.85 2.56	$t = \frac{h_w BL}{Q \cdot 60}$	7.02	Tiempo de retención (min)
2	N° compartimientos: m	20	$a = \frac{L - e(m - 1)}{m}$	0.96	Espaciamiento entre pantallas (m)
3			$V_1 = \frac{Q}{a \times B}$	0.12	Velocidad en los canales verticales (m/s)
4	Velocidad en los pasos (m/s); V ₂	0.11	$P = \frac{Q}{V_2 \times B}$	1.10	Altura de pasos (m)
5			$l = 60V_1 t$	51.37	Longitud recorrida (m)
6			$R_H = \frac{a \cdot b}{2(a + b)}$	0.226	Radio hidráulico entre pantallas (m)
7			$h_f = \left[\frac{nV_1}{R_H^{2/3}} \right]^2 \times l$	0.001	Pérdida de carga en los canales (m)
8			$h_m = \frac{[(m + 1)V_1^2 + mV_2^2]}{2g}$	0.032	Pérdida de carga en las vueltas (m)
9			$h_t = h_f + h_m$	0.032	Pérdida de carga total en el tramo (m)
10			$V = h_w BL - e(m - 1) \cdot B \cdot (h_w - P)$	41.9	Volumen del tramo (m ³)
11			$G_1 = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot \sqrt{\frac{h_t Q}{V}}$	24	Gradiente de velocidad del tramo (s ⁻¹)
12			$G_2 = n \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \cdot R_H^{-0.7} V_1^{1.5}$	3	Gradiente de velocidad en el canal vertical (s ⁻¹)

Finalmente, a manera de resumir los cálculos realizados, se ha elaborado el Cuadro 5.5., con los resultados obtenidos en el dimensionamiento del floculador de flujo vertical para cada tramo o zona de floculación.

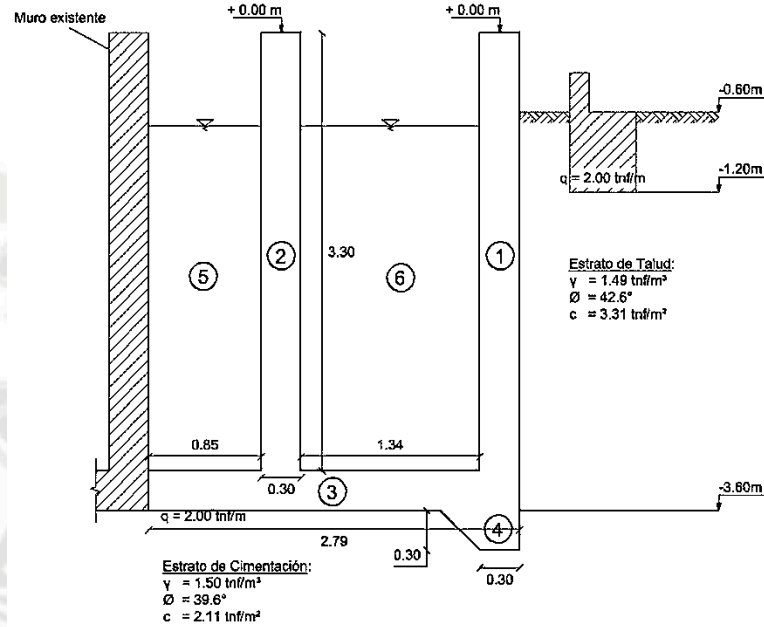
Cuadro 5.5 Dimensionamiento de floculador de flujo vertical (Q=100L/s)

Tramo	Ancho de tramo (m)	Separación entre pantallas (m)	N° de compartimientos	Altura de pasos (m)	G (s ⁻¹)	T (min)	Pérdidas de carga (m)
A	1.35	0.27	12	0.35	76	1.8	0.081
A'	0.85	0.44	9	0.55	73	1.4	0.060
B	0.85	0.48	40	0.98	56	6.8	0.171
C'	0.85	0.69	4	1.07	37	1.0	0.011
C	0.85	0.96	20	1.10	24	7.0	0.032
					Total =	18.0	0.355



5.2.3.3. Diseño de los muros de la ampliación del floculador

a) Revisión de la estabilidad del muro²⁶



ESQUEMA DEL MURO DEL FLOCULADOR

Datos del suelo de cimentación:

Peso específico (γ) : 1.50 tnf/m³
 Ángulo de fricción (ϕ) : 39.6 °
 Cohesión (c) : 2.11 tnf/m²

$$\phi_d = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \phi}{FS_{corte}} \right)$$

$FS_{corte} = 1.40$
 $\phi_d = 30.6^\circ$
 $c_d = 1.51 \text{ tnf/m}^2$

$$c_d = \frac{c}{FS_{corte}}$$

Datos del talud:

Peso específico (γ) : 1.49 tnf/m³
 Ángulo de fricción (ϕ) : 42.6 °
 Cohesión (c) : 3.31 tnf/m²
 Altura de talud (H) : 2.40 m

$$\phi_d = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \phi}{FS_{corte}} \right)$$

$FS_{corte} = 1.40$
 $\phi_d = 33.3^\circ$
 $c_d = 2.36 \text{ tnf/m}^2$

$$c_d = \frac{c}{FS_{corte}}$$

²⁶ Ver 6.26.3. Estudio de Mecánica de Suelos: Propiedades físicas y mecánicas del suelo.



❖ Chequeo por deslizamiento en condición de mantenimiento:

Elemento	Area (m ²)	P. específico (tnf/m ³)	Wi (tnf/m)
1	0.99	2.40	2.38
2	0.99	2.40	2.38
3	0.84	2.40	2.02
4	0.14	2.40	0.32
Σ W			7.09 tnf/m

- Hallamos la fuerza horizontales de resistencia contra el empuje lateral:

$$Fr = \tan \phi \Sigma W$$

Ángulo de fricción (ϕ_{cim}) : 30.6
Fr = 4.19 tnf/m

Empuje debido a la carga distribuida:

ver Braja M. Das, Principles of Geotechnical Engineering, 5th Edition, pág. 374

Carga lineal (qs) : 2.00 tnf/m
 Distancia hacia la carga: 0.40 m

$$\sigma'_h = \frac{0.203q}{H} \frac{n}{(0.16 + n^2)^2}$$

m = 0.20

Prof. (z) (m)	n = z/H	σ'_h (tnf/m ²)	Empuje (tnf/m)
0.00	0.00	0.00	
0.48	0.20	0.85	0.41
0.96	0.40	0.66	0.63
1.44	0.60	0.38	0.54
1.92	0.80	0.21	0.41
2.40	1.00	0.13	0.30
Σ Ea			2.29 tnf/m

Empuje debido al suelo (sin considerar cohesión):

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

Ka = 0.291

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s h^2$$

Ea = 1.25 tnf/m



Empuje pasivo utilizando dentellón en la base (sin considerar cohesión):

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_p = 3.071$$

$$D = 0.60 \text{ m}$$

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma_s D^2 K_p$$

$$E_p = 0.83 \text{ tnf/m}$$

Factor de seguridad contra el deslizamiento:

$$FSD = \frac{Fr}{Ea} \geq 1.50$$

$$\Sigma Fr = 4.19 \text{ tnf/m}$$

$$\Sigma Ea = 2.71 \text{ tnf/m}$$

$$FSD = 1.55$$

❖ Chequeo por volteo en condición de mantenimiento:

Elemento	Wi (tnf/m)	di (m)	Wi x di (tnf.m)/m
1	2.38	2.65	6.30
2	2.38	1.00	2.38
3	2.02	1.40	2.82
4	0.32	2.55	0.83
		Σ Mr	12.32 (tnf.m)/m

Empuje debido a la carga distribuida:

Prof. (z) (m)	Empuje (tnf/m)	Brazo (m)	Ma (tnf.m)/m
0.00	0.00		
0.44	0.41	2.18	0.89
0.88	0.63	1.74	1.10
1.32	0.54	1.30	0.70
1.76	0.41	0.86	0.35
2.20	0.30	0.42	0.13
		Σ Ma	3.17 (tnf.m)/m

Empuje debido al suelo (sin considerar cohesión):

$$M_a = E_a * \frac{h}{3}$$

$$E_a = 1.25 \text{ tnf/m}$$

$$M_a = 1.00 \text{ tnf/m}$$

Factor de seguridad contra el volteo:

$$FSV = \frac{Mr}{Ma} \geq 2$$

$$\Sigma Mr = 12.32 \text{ tnf/m}$$

$$\Sigma Ma = 4.17 \text{ tnf/m}$$

$$FSV = 2.96$$



❖ Cálculo de la capacidad portante última:

El siguiente procedimiento está baso en (Das, 2011, pág. 389).

$$q_u = cN_c F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$q = \gamma D_f$	Df =	0.30 m
	q =	0.45 tnf/m ²
$B' = B - 2e$	B =	2.80 m
	B' =	2.42
$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$	Nq =	19.66
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	Nc =	31.57
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$	N γ =	24.41
$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi}$	Fcd =	1.03
$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D}{B'}$	Fqd =	1.03
$F_{\gamma d} = 1$	F γ d =	1.00
$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{E_a}{\Sigma W} \right)$	ψ =	12.1 °
$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\psi}{90} \right)^2$	Fci =	0.75
	Fqi =	0.75
$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\psi}{\phi} \right)^2$	F γ i =	0.36
	qu =	59.73 tnf/m ²

❖ Cálculo de la capacidad portante admisible:

$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$	qu =	5.97 kgf/cm ²
	F.S. =	3.00
	q_{adm} =	1.99 kgf/cm²



❖ Chequeo de presiones en condiciones de operación:

Elemento	Area (m2)	P. específico (tnf/m3)	Wi (tnf/m)	di (m)	Wi x di (tnf.m)/m
1	0.99	2.40	2.38	2.65	6.30
2	0.99	2.40	2.38	1.00	2.38
3	0.84	2.40	2.02	1.40	2.82
4	0.14	2.40	0.32	2.55	0.83
5	2.13	1.00	2.13	0.43	0.90
6	3.38	1.00	3.38	1.83	6.16
Σ Wi			12.59	Σ Mr	19.38

$$x = \frac{Mr - Ma}{\Sigma Wi}$$

$$e = \frac{L}{2} - x \leq \frac{L}{6}$$

$$\sigma_{1-2} = \frac{\Sigma Wi}{L} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

$$\sigma_{max} \leq q_{adm}$$

$$Mr = 19.38 \text{ tnf.m/m}$$

$$Ma = 4.17 \text{ tnf.m/m}$$

$$Wi = 12.59 \text{ tnf/m}$$

$$x = 1.21 \text{ m}$$

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

$$e = 0.19 \text{ m}$$

$$e < L/6 = 0.47 \text{ m}$$

$$\sigma_{min} = 2.65 \text{ tnf/m}^2$$

$$\sigma_{max} = 6.34 \text{ tnf/m}^2$$

$$q_{adm} = 19.91 \text{ tnf/m}^2$$

OK

b) Diseño de la pantalla del muro (basado en la norma E.060)

❖ Datos generales para el diseño:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$d = 27 \text{ cm}$$

$$h = 0.30 \text{ m}$$

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

❖ Diseño por flexión:

Cara exterior:

$$Ma_{suelo} = 4.17 \text{ tnf.m/m}$$

$$Mu (-) = 7.08 \text{ tnf.m/m}$$

$$a = 1.69 \text{ cm}$$

$$As_{req} = 7.16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{\phi 5/8} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$s = 27.6 \text{ cm}$$

$$Mu = 1.70 Ma$$

Ref. vert. $\phi 5/8'' @ 0.25 \text{ m}$

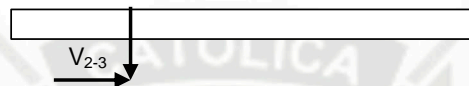


Resto del muro:

$\rho_{\min} =$	0.0018	(9.7.2.) de la E-0.60
$AS_{\min} =$	4.86 cm ² /m	
$AS_{\emptyset 1/2"} =$	1.27 cm ²	
$s =$	26.1 cm	

Ref. vert. $\emptyset 1/2"$ @ 0.25 m

❖ Diseño por corte por fuerzas horizontales en el plano del muro (11.10):



$t =$	0.30	m	$\emptyset V_n \geq V_u$	(11-1)
$h =$	3.00	m		
$L =$	1.00	m		
$f'c =$	210	kg/cm ²	$V_n = V_c + V_s$	(11-2)
$f_y =$	4200	kg/cm ²		

- El mayor cortante en el plano del muro es de 6.01 tnf, que se produce simulando un empuje lateral del suelo y sobrecarga.

$V_{u_{2-3}} =$	6.01	tnf/m	$V_u = 1.70E_a$
-----------------	------	-------	-----------------

- La resistencia V_n en cualquier sección horizontal para cortante en el plano del muro no debe tomarse mayor que:

$V_n \leq 2.65\sqrt{f'c}A_{cw}$	(11.10.4)
---------------------------------	-----------

$A_{cw} =$	3000 cm ²
$V_{n_{\max}} =$	115.2 tnf

- La contribución del concreto V_c no debe exceder de:

$V_c \leq A_{cw}(\alpha c\sqrt{f'c})$	(11.10.5)
---------------------------------------	-----------

$hm/ln =$	3.00
$\alpha c =$	0.17
$V_{c_{\max}} =$	7.39 tnf

- La contribución del concreto V_c es mayor que V_u , y si V_u cumple la ecuación:

$V_u \leq 0.27\sqrt{f'c}A_{cw}$	$V_u =$	6.01 tnf
	$V_u <$	11.74 tnf



- Entonces la distribución de refuerzo para el resto del muro será de acuerdo a los siguientes mínimos establecidos en el numeral (11.10.10):

$$\rho_{hor} > 0.002$$

$$A_{s_{hor}} = 6.00 \text{ cm}^2/\text{m/capa}$$

$$A_{s_{\phi 1/2''}} = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$s = 21.1 \text{ cm}$$

El espaciamiento del refuerzo no debe exceder de tres veces el espesor del muro o 40cm:

$$3 \cdot t = 90 \text{ cm}$$

$$40 \text{ cm}$$

Ref. hor. $\phi 1/2'' @ 0.20 \text{ m}$

- El acero vertical no es necesario calcular, ya que la cuantía colocada por el refuerzo a flexión es mayor al exigido para cortante.

c) Diseño de la zapata (basado en la norma E.060)

❖ Datos generales para el diseño:

hz =	0.30	m
B =	1.00	m
f'c =	210	kg/cm ²
fy =	4200	kg/cm ²
d =	0.27	m

❖ Cálculo del esfuerzo en la base en condiciones últimas:

$$1.4W_D + 1.7E_s$$

$$P_u = 17.63 \text{ tnf}$$

$$M_u = 20.05 \text{ tnf.m}$$

$$x = \frac{M_u}{P_u}$$

$$x = 1.14 \text{ m}$$

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

$$e = \frac{L}{2} - x \leq \frac{L}{6}$$

$$e = 0.26 \text{ m}$$

$$e < L/6 = 0.47 \text{ m}$$

$$q_u = \frac{P_u}{L - 2e}$$

$$q_u = 7.75 \text{ tnf/m}^2$$

$$q_u < q_{ult} \quad \text{OK}$$



❖ Diseño por flexión:

$M_u (+) =$	3.80 tnf.m/m
$a =$	0.89 cm
$A_{s_{req}} =$	3.78 cm ² /m
$A_{s_{\emptyset 1/2''}} =$	1.27 cm ²
$s =$	33.5 cm

$$M_u (+) = \frac{q_u L^2}{16}$$

$$\text{Ref. vert. } \emptyset 1/2'' @ 0.25 \text{ m}$$

❖ Diseño por corte por fuerzas perpendiculares al plano del muro (11.12):



- El efecto de corte se encuentra en la unión entre el muro y la zapata, pudiéndose generar dos efectos: un comportamiento tipo viga o flexión unilateral o un comportamiento con flexión en dos direcciones.

1. Comportamiento como viga:

$$V_u = q_u (A_{zap} + A_o)$$

$A_{zap} =$	2.80 m ²
$A_o =$	1.41 m ²
$V_u (d) =$	10.77 tnf

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} b_w d$$

$V_c =$	20.74 tnf
$\emptyset V_c =$	17.63 tnf

2. Comportamiento en dos direcciones (punzomamiento):

$$V_u = q_u (A_{zap} + A_o)$$

$A_{zap} =$	2.80 m ²
$A_o =$	1.01 m ²
$V_u (d/2) =$	13.91 tnf

(11-33)

$$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \sqrt{f'c} b_o d$$

$a_n =$	100 cm
$b_n =$	30 cm
$\beta =$	3.33
$b_o =$	260 cm
$V_c =$	86.3 tnf
$\emptyset V_c =$	73.33 tnf



(11-34)

$$V_c = 0.27 \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 1 \right) \sqrt{f' c} b_o d$$

$a_n = 100$ cm

$b_n = 30$ cm

$\alpha_s = 35$

$b_o = 260$ cm

$V_c = 28.5$ tnf

$\emptyset V_c = 24.20$ tnf

(11-35)

$$V_c = 1.06 \sqrt{f' c} b_o d$$

$V_c = 107.8$ tnf

$\emptyset V_c = 91.66$ tnf

$V_u(d/2) < \emptyset V_c$ se cumple en todos los casos, por lo tanto el muro no requiere refuerzo cortante por punzonamiento.

5.2.4. Diseño del decantador

El propósito de la propuesta es aumentar la tasa de decantación mediante la implementación de un decantador de flujo ascendente de placas paralelas, con el que se podrá producir el caudal de operación actual en la misma área que se tiene disponible, y aumentar la eficiencia del proceso, de tal forma que se garantice que el efluente presente una turbiedad residual menor a 2 UNT.

5.2.4.1. Dimensionamiento de componentes del decantador

a) Canal de distribución a los decantadores

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal de operación (m^3/s); Q N° de decantadores; N	0.100 3	$q = \frac{Q}{N}$	0.033	Caudal de ingreso a cada decantador (m^3/s)
2	Ancho del canal (m); B Altura inicial del agua (m); H_i	0.68 1.11	$A_i = H_i \cdot B$	0.76	Sección inicial del canal (m^2)
3			$V_i = \frac{Q}{A_i}$	0.13	Velocidad en la sección inicial del canal (m/s)
4	Altura final del agua (m); H_f	0.55	$A_f = H_f \cdot B$	0.37	Sección final del canal (m^2)
5			$V_f = \frac{q}{A_f}$	0.09	Velocidad en la sección final del canal (m/s)
6	Longitud entre compuertas (m); L	7.07	$S_o = \frac{H_f - H_i}{L}$	8.0%	Pendiente de fondo del canal (%)
7	Velocidad lateral (m/s); V_{lat}	0.28	$A_L = \frac{q}{V_L}$	0.12	Sección útil de las compuertas (m^2)



Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
8	Ancho de compuerta (m); b	0.50	$h = \frac{A_L}{b}$	0.24	Altura útil de las compuertas (m)
9	Coefficientes experimentales de Hudson; $\theta = 0.70$ y $\phi = 1.67$		$\beta_1 = 1 + \theta + \phi \left(\frac{V_c}{V_{lat}} \right)^2$	2.072	Coefficiente de pérdida de carga en los orificios de las compuertas (m)
10	Del cuadro 5.6, $\sum 1/\sqrt{\beta_i}$	2.134	$V_{L1} = \frac{Q}{A_L \sqrt{\beta_1} \sum 1/\sqrt{\beta_i}}$	0.273	Velocidad lateral real en la primera compuerta (m/s)
11	Del cuadro 5.6, β_3	1.872	$V_{L3} = \frac{Q}{A_L \sqrt{\beta_3} \sum 1/\sqrt{\beta_i}}$	0.288	Velocidad lateral real en la última compuerta (m/s)
12			$\delta = \frac{V_{L3} - V_{L1}}{V_{L3}}$	4.9%	Desviación de caudal (%), $\delta < 5\%$
13			$h_f = \beta \frac{V_{L3}^2}{2g}$	7.90E-03	Pérdida de carga en las compuertas (m)
14	Ancho de compuerta (m); b Altura útil de compuerta (m); h	0.50 0.24	$R_H = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$	0.12	Radio hidráulico de una compuerta (m)
15	Coef. Darcy (γ/u) ^{0.5} a 10°C =	0.02 2737	$G = \sqrt{\frac{\gamma}{2g\mu}} \cdot \sqrt{\frac{f}{4R_H}} \cdot V_{L1}^{1.5}$	19	Gradiente de velocidad en las compuertas (s ⁻¹) 15 @ 20 s ⁻¹

Cuadro 5.6. Comprobación de desviación del caudal en el canal de distribución de agua floculada a los decantadores (Q=100L/s)

N°	Q (m³/s)	X (m)	Hx (m)	Ax (m²)	Vc (m/s)	Vc / VL	β	1 / $\sqrt{\beta}$	VL _{real} (m/s)	hf (m)
1	0.100	0.00	1.11	0.76	0.132	0.47	2.072	0.695	0.273	7.895E-03
2	0.067	3.43	0.84	0.57	0.117	0.42	1.991	0.709	0.279	7.895E-03
3	0.033	7.07	0.55	0.37	0.090	0.32	1.872	0.731	0.288	7.895E-03
S = 8.04%								Σ 2.134	δ = 4.93%	

De acuerdo a las dimensiones obtenidas, es necesario realizar una ampliación del canal actual, de tal forma que la pendiente de fondo del canal sea del 8.0%, para lo cual se tendrá que demoler la estructura existente. Para lograr las dimensiones de las compuertas obtenidas, se tendrá que encimar 0.12m las compuertas actuales, de tal forma que el ancho de la compuerta siga siendo 0.50m, pero la altura útil de 0.24m. Este dimensionamiento del canal permite tener una desviación de caudales menor al 5% y un gradiente de velocidad en las compuertas menor a 20 s⁻¹.



b) Tubería de distribución de agua floculada

❖ Dimensionamiento de la tubería de distribución:

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal por decantador (m ³ /s); Q N° de tuberías; N Velocidad en los orificios (m/s); VL	0.033 4 0.133	$A_t = \frac{Q}{N \cdot VL}$	0.063	Área total de orificios por tubería (m ²)
2	Longitud del módulo de placas y de la tubería (m); L Separación de los orificios (m); e	11.00 0.75	$n = \frac{L}{e} - 1$	14	Área total de orificios por tubería (m ²)
3			$A_o = \frac{A_t}{n}$	0.004	Área de orificios (m ²)
4			$d_o = \sqrt{\frac{4A_o}{\pi}}$	0.075	Diámetro de los orificios (m)
5	Diámetro de la tubería de distribución (m); D	0.45	$A_c = \frac{\pi}{4} D^2$	0.159	Área de la tubería de distribución (m ²)
6			$n \frac{A_o}{A_c} < 0.46$	0.39	La desviación del caudal en la tubería será menor a 5%
7	Coef. Darcy (γ/u) ^{0.5} a 10°C =	0.020 2737	$G = \sqrt{\frac{\gamma}{2g\mu}} \cdot \sqrt{\frac{f}{4R_H}} \cdot VL^{1.5}$	15	Gradiente de velocidad en los orificios (s ⁻¹) 15 @ 20 s ⁻¹

La tubería de distribución será de PVC-U Φ450mm PN5, con orificios de 3" (75mm) separados a 0.75m. El dimensionamiento de la tubería de distribución permite tener una desviación de caudal menor al 5% y un gradiente de velocidad en los orificios menores a 20 s⁻¹.

❖ Comprobación de la resistencia de la tubería – método ASD:

El siguiente procedimiento está basado en las secciones 5.6 y 5.9 del libro de resistencia de materiales (Gere, 2002).

1. Características del material:

Características físico - mecánicas, según NTP ISO 4422:2007

Tensión de diseño, σ_{perm} :	100	kgf/cm ²
Resistencia a la tracción :	480-560	kgf/cm ²
Resistencia a la compresión :	610-650	kgf/cm ²
Módulo de elasticidad :	30000	kgf/cm ²
Peso específico a 25°C:	1.42	grf/cm ³



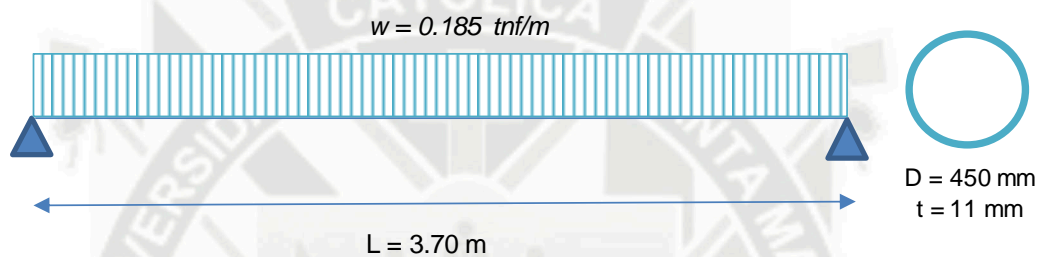
Tubería PVC-U PN5, según NTP ISO 1452:2011

Diámetro exterior nominal, D =	450	mm
Espesor pared nominal, t =	11	mm
Peso del tubo =	26	kg/m

2. Análisis de la resistencia:

Cargas de servicio:

Carga distribuida debido al peso del agua, w_w	0.159	tnf/m
Carga distribuida debido al peso propio, w_p	0.026	tnf/m
	<u>0.185</u>	<u>tnf/m</u>



Esfuerzos debido a flexión:

$$M(+) = \frac{wL^2}{8}$$

$$I = \pi r^3 t$$

$$\sigma_{max} = \frac{M \cdot c}{I}$$

L =	3.70 m
M (+) =	0.32 tnf.m
r =	0.225 m
t =	0.011 m
I =	3.936E-04 m ⁴
σ_{max} =	181.00 tnf/m ²
	18.10 kgf/cm ²
$\sigma_{max} < \sigma_{perm}$	OK

Esfuerzos tangenciales:

$$V = \frac{wL}{2}$$

$$A = 2\pi r t$$

$$\tau_{max} = \frac{2V}{A}$$

L =	3.70 m
V =	0.34 tnf
r =	0.225 m
t =	0.011 m
A =	1.555E-02 m ²
τ_{max} =	44.03 tnf/m ²
	4.40 kgf/cm ²

Según (Gere, 2002), pág. 357), para materiales débiles al corte se puede asumir un 10% del esfuerzo admisible a flexión.

$$\tau_{max} < 0.1 \cdot \sigma_{perm} \quad \mathbf{OK}$$



c) Decantador de placas paralelas

❖ Consideraciones de diseño:

En el laboratorio, se realizó el ensayo de decantación²⁷ con una muestra que tenía una turbiedad inicial de 209 UNT, resultando una tasa de decantación de 31.2 m³/m²xdía con la que se obtiene un efluente de 2 UNT. Para efectos de diseño, se reduce esta tasa con un factor de seguridad de 1.30, resultando una tasa de proyecto de 22.4 m³/m²xdía.

❖ Dimensionamiento del decantador de placas paralelas:

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Separación de las placas en el plano horizontal (cm); e'	14.09	$d = e' \sin \theta - e$	12.15	Espaciamiento entre placas (cm)
	Espesor de las lonas de vinilo (cm); e	0.057			
	Ángulo de inclinación de las placas (°); θ	60			
2	Longitud del módulo de placas (m); l	1.15	$l_u = l - e' \cos \theta$	107.96	Longitud útil dentro de las placas (cm)
3			$L = \frac{l_u}{d}$	8.89	Longitud relativa del módulo de placas
4	Módulo de eficiencia de las placas; S	1	$f = [\sin \theta (\sin \theta + L \cos \theta)] / S$	4.60	Coeficiente de forma del módulo de las placas
	Velocidad de sedimentación de las partículas (m/s); V _s	2.59E-04			
	Caudal de diseño decantador (m ³ /s); Q	0.033			
5	Ancho total neto de la zona de decantación (m); B	2.70	$N = \frac{A_s \sin \theta}{B \cdot d}$	74	Número de canales formados por las placas
6			$LT = l \cos \theta + \frac{N \cdot d + (N + 1)e}{\sin \theta}$	11.00	Longitud total del decantador (m)
7			$V_o = \frac{Q}{A_s \cdot \sin \theta}$	0.137	Velocidad media del flujo (cm/s)
8	Ancho del módulo de placas (m); b	1.35	$R_H = \frac{b \cdot d}{2(b + d)}$	5.57	Radio hidráulico del módulo de placas (cm)
9	Viscosidad cinemática del agua a 10°C (cm ² /s); ν	0.0131	$N_R = \frac{4R_H V_o}{\nu}$	234	El número de Reynolds debe ser menor a 500
10			$V'_o = \left(\frac{N_R}{8}\right)^{0.5} V_s$	0.140	Velocidad longitudinal máxima (cm/s). V _o > V _o
11			$q_a = V_o \sin \theta \times 864$	103	Tasa de decantación aparente (m ³ /m ² .día)

²⁷ Ver 6.2 Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento: Parámetros de decantación



De acuerdo con los cálculos realizados, se instalarán placas de vinilona reforzadas con hilos de poliéster (KP 500) de 0.57 mm de espesor. Las lonas tendrán una altura de 1.15m, y un ancho promedio de 1.35m, según las características de cada unidad. Las placas estarán separadas horizontalmente cada 14 cm, de tal forma que en todo el largo del decantador existan 74 canales, y estarán inclinadas 60° con respecto a la horizontal. Con este dimensionamiento se logra aumentar la tasa de decantación aparente a $100 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{día}$.

❖ *Eficiencia del proceso en condiciones de baja turbiedad:*

En la evaluación del proceso de decantación, se encontró que la eficiencia disminuía al bajar la turbiedad del agua cruda, esto debido principalmente a que se utiliza el mecanismo de coagulación por adsorción. Para poder dar solución a este problema, se simuló en el laboratorio un ensayo de decantación²⁸ convencional para una turbiedad inicial de 16.3 UNT, pero cambiando el mecanismo de coagulación al de barrido con la adición de una dosis de cal, para favorecer la formación de precipitados.

Del ensayo se obtuvo que la tasa de decantación que produce un efluente de 2 UNT era de $31.2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{día}$, la cual resulta incluso mayor a la obtenida en el ensayo con una turbiedad de 209 UNT. Este resultado demuestra que en los meses de baja turbiedad, si se puede lograr altas eficiencias cambiando el mecanismo de coagulación al de barrido, pero es necesario realizar un adecuado ensayo de prueba de jarras para obtener las dosis óptimas de las sustancias.

²⁸ Ver 6.2 Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento: Filtración Directa - Parámetros de decantación



d) Sistema de recolección de agua decantada

❖ Dimensionamiento de tuberías perforadas de recolección:

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal por decantador (m ³ /s); Q Tasa de recolección (L/s.m); qr	0.033 1.572	$L = \frac{Q}{q_r}$	21.20	Longitud total requerida de tuberías de recolección (m)
2	Ancho de recolección (m); b	1.325	$N = \frac{L}{b}$	16	Número de tubos requeridos por cada unidad
3	Espaciamiento entre orificios (m); e	0.125	$n = \frac{b}{e} - 1$	9	Número de orificios por tubo
5	Diámetro de los orificios (m); do	0.019	$A_o = \frac{\pi}{4} d_o^2$	2.835E-04	Área de los orificios de (m ²)
6	Diámetro de la tubería de recolección (m); D	0.15	$A_t = \frac{\pi}{4} D^2$	1.767E-02	Área de las tuberías de recolección (m ²)
7			$n \frac{A_o}{A_c} < 0.15$	0.14	La desviación del caudal recolectado será menor a 5%
8			$q_t = q_r \times b$	2.08	Caudal recolectado por una tubería (L/s)
9	Coefficiente de descarga; Cd	0.625	$h = \frac{1}{2g} \left(\frac{q_t}{nC_d A_o} \right)^2$	0.087	Altura de agua sobre los orificios (m)

Las tuberías de recolección de agua decantada serán de PVC 6" (150mm), de una longitud promedio de 1.325m con 9 orificios de 3/4". Se colocarán 16 tuberías por unidad, 8 en ambos módulos de decantación. El dimensionamiento de las tuberías permitirá una desviación del caudal recolectado menor al 5% y una tasa de recolección 1.572 L/s-m. La altura de agua sobre los orificios será de 0.087m, comprobando que la distancia entre el nivel de agua y las placas decantadoras es mayor a 0.65m.

❖ Dimensionamiento del canal central de recolección:

El diseño del canal central se hizo utilizando la fórmula de flujo normal, como se detalla en el Cuadro 5.7., y considerado que el tirante de agua en el canal se encuentre por debajo del punto inferior de la tubería de recolección que se conecta. El canal metálico será de 0.30 x 0.50m, con un espesor de 1/4" y una



pendiente de 0.0075 m/m. El propósito del ancho es de poder conectar el canal central al canal de salida existente de cada unidad.

Cuadro 5.7. Características hidráulicas en el canal central de recolección para una pendiente ($S = 0.0075$ m/m)

Descripción	Valor	Unidad
Caudal recolectado (Q):	33.3	L/s
Ancho de canal (b):	0.29	m
Talud (z) :	0	-
Rugosidad (n):	0.010	-
Pendiente (S):	0.0075	m/m
Tirante normal (y):	0.091	m
Número de Froude (Fr):	1.34	-

e) Sistema de acumulación y extracción de lodos

❖ Cálculo de la frecuencia de descarga en época de lluvia:

En los ensayos de decantación²⁹ se obtuvo una tasa de producción de lodos de 4.50 ml-lodo/Lt-agua, para una turbiedad de 209 UNT, que caracteriza la calidad de agua en las épocas lluviosas. Se realizan los siguientes cálculos:

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Área de la sección de tolva (m^2); A Longitud de la tolva (m); L	1.17 10.4	$V = A \times L$	12.15	Volumen de la zona de lodos de cada unidad (m^3)
2	Caudal del decantador (L/s); Qd Tasa de producción de lodos (Lt-lodo/Lt-agua): qL (laboratorio)	33.33 0.0045	$Q_L = q_L \times Q_d$	0.15	Caudal de lodo producido (L/s)
3			$F = \frac{V}{q_L \times 86.4}$	0.94	Frecuencia de descarga (día)

Los resultados indican que la capacidad máxima de las tolvas es de casi un día de operación, por lo que se podría aprovechar el lapso entre turnos de bombeo para realizar la descarga de la unidad. También, se ha considerado aumentar el diámetro de la válvula de descarga a 8", y cambiar su accionamiento a uno tipo mariposa, con el propósito de que la descarga sea rápida.

²⁹ Ver 6.2 Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento: Parámetros de decantación



5.2.4.2. Diseño de las estructuras del decantador

a) Análisis estructural

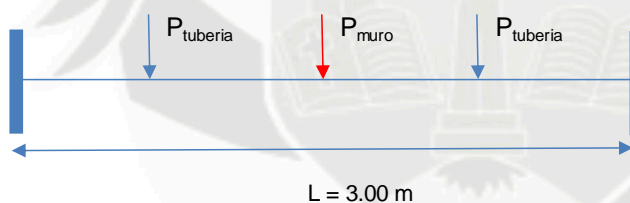
Se consideró un análisis estructural lineal, y un análisis sísmico estático en un solo sentido, regulado por la norma E.030, considerando la distribución espacial de masa y rigidez. Los cálculos se realizaron con ayuda de un software de análisis, y para el diseño se consideró la envolvente de las combinaciones estipuladas en el artículo 9.2 de la norma E.060.

b) Diseño de vigas de apoyo en fondo

❖ Diseño en concreto armado:

1. Características generales de las vigas:

$f'c =$	210	kgf/cm ²
$f_y =$	4200	kgf/cm ²



Características geométricas:

$b =$	30 cm		$h = 0.25$ m
$h =$	25 cm		
$d =$	22 cm		

2. Diseño por flexión:

$$A_{s_{min}} = \frac{0.70\sqrt{f'c}bd}{f_y}$$

$A_{s_{min}} =$	1.59 cm ²
$\rho_{min} =$	0.0024

$M_u (+) =$	3.26 tnf.m	$M_u (-) =$	1.40 tnf.m
$a =$	3.33 cm	$a =$	1.36 cm
$A_{s_{req}} =$	4.24 cm ²	$A_{s_{req}} =$	1.74 cm ²
$A_{s_{col}} =$	5.94 cm ²	$A_{s_{col}} =$	3.80 cm ²
$\rho_{col} =$	0.009 < 0.75 ρ_b	$\rho_{col} =$	0.006 < 0.75 ρ_b

Ref. positivo 3 Ø 5/8"

Ref. negativo 3 Ø 1/2"



3. Diseño por cortante:

$$\phi V_n \geq V_u \quad (11-1)$$

$$V_{ud} = 2.25 \text{ tnf}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad (11-2)$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} b_w d \quad V_c = 5.07 \text{ tnf}$$

Si $V_u \geq 0.5 \phi V_c \quad V_u > 2.15 \text{ tnf}$

$$A_{v_{min}} = 0.2 \sqrt{f'c} \frac{b_w s}{f_y} \quad \begin{array}{l} s_{min} (d/2) = 11 \text{ cm} \\ s_{min} = 60 \text{ cm} \end{array}$$

$$A_{v_{min}} \geq 3.5 \frac{b_w s}{f_y} \quad \begin{array}{l} s = 11 \text{ cm} \\ A_{v_{min}} = 0.228 \text{ cm}^2 \\ \quad \quad \quad 0.275 \text{ cm}^2 \\ A_{v_{col}} = 1.01 \text{ cm}^2 \end{array}$$

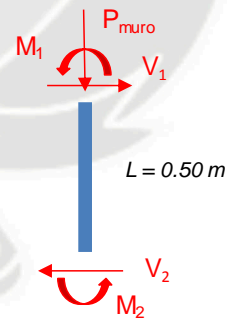
Estribo 8mm @ 0.10 m en toda la viga

c) Diseño de columnas de soporte para muro

1. Características generales de las columnas:

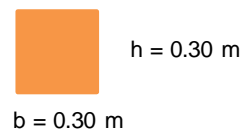
$$\begin{array}{l} f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2 \\ f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} P_u = 0.50 \text{ tnf} \\ V_{u1} = 0.58 \text{ tnf} \\ V_{u2} = 0.58 \text{ tnf} \\ M_{u1} = 0.26 \text{ tnf.m} \\ M_{u2} = 0.55 \text{ tnf.m} \end{array}$$



Características geométricas:

$$\begin{array}{l} b = 30 \text{ cm} \\ h = 30 \text{ cm} \\ d = 27 \text{ cm} \end{array}$$



- Si se cumple la siguiente relación:

$$P_u < 0.1 f'c A_g \quad P_u < 18.9 \text{ tnf}$$

Entonces el elemento se diseñará similar a una viga.



2. Diseño por flexión

$$A_{s_{min}} = \frac{0.70\sqrt{f'c}bd}{f_y}$$

$$A_{s_{min}} = 1.96 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.0024$$

$$Mu_1 = 0.26 \text{ tnf.m}$$

$$a = 0.20 \text{ cm}$$

$$A_{s_{req}} = 0.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{col}} = 3.80 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{col} = 0.005 < 0.75 \rho_b$$

$$Mu_2 = 0.55 \text{ tnf.m}$$

$$a = 0.43 \text{ cm}$$

$$A_{s_{req}} = 0.54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{col}} = 3.80 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{col} = 0.005 < 0.75 \rho_b$$

Ref. long. 3 Ø 1/2"

Ref. long. 3 Ø 1/2"

3. Diseño por cortante

$$\phi V_n \geq V_u \quad (11-1)$$

$$V_{ud} = 0.58 \text{ tnf}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad (11-2)$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c} \left(1 + \frac{Nu}{140Ag} \right) b_w d$$

$$V_c = 6.22 \text{ tnf}$$

Si $V_u \geq 0.5\phi V_c$

$$V_u > 2.64 \text{ tnf}$$

$$A_{v_{min}} = 0.2\sqrt{f'c} \frac{b_w s}{f_y}$$

$$s_{min} (d/2) = 13.5 \text{ cm}$$

$$s_{min} = 60 \text{ cm}$$

$$A_{v_{min}} \geq 3.5 \frac{b_w s}{f_y}$$

$$s = 13.5 \text{ cm}$$

$$A_{v_{min}} = 0.279 \text{ cm}^2$$

$$0.338 \text{ cm}^2$$

$$A_{v_{col}} = 1.01 \text{ cm}^2$$

Estribo 8mm @ 0.10 m en toda la columna

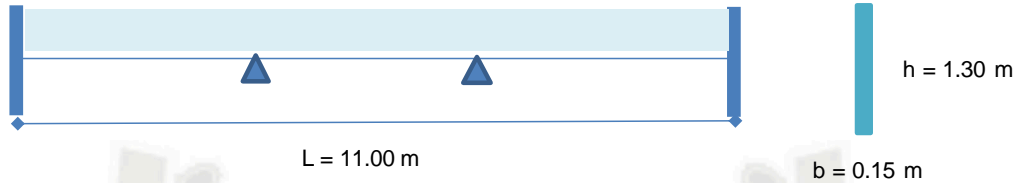
d) Diseño de muro para soporte de placas decantadores

El comportamiento del tabique es parecido al de una viga de gran peralte, cumpliendo con los requisitos establecidos en el artículo 10.7.1 de la norma E.060. El diseño del muro para soporte de placas paralelas se hará según lo indicado en el artículo 10.7 de la norma E.060.



1. Características generales del muro de soporte:

$f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$



Características geométricas:

$b = 15 \text{ cm}$	$M_u (+) = 0.47 \text{ tnf.m}$
$h = 130 \text{ cm}$	$M_u (-) = 0.94 \text{ tnf.m}$
$d = 125 \text{ cm}$	$V_u = 1.57 \text{ tnf}$

2. Diseño por flexión

$M_u (+) = 0.47 \text{ tnf.m}$	$M_u (-) = 0.94 \text{ tnf.m}$
$a = 0.16 \text{ cm}$	$a = 0.31 \text{ cm}$
$A_{s_{req}} = 0.10 \text{ cm}^2$	$A_{s_{req}} = 0.20 \text{ cm}^2$
$A_{s_{col}} = 1.27 \text{ cm}^2$	$A_{s_{col}} = 1.27 \text{ cm}^2$
$\rho_{col} = 0.001 < 0.75 \rho_b$	$\rho_{col} = 0.001 < 0.75 \rho_b$

Ref. positivo 1 Ø 1/2"

Ref. negativo 1 Ø 1/2"

$$\phi Mn \geq 1.2Mcr$$

$$Mcr = \frac{2\sqrt{f'_c} I_g}{f_y}$$

$A_{s_{col}} = 1.27 \text{ cm}^2$
$a = 1.79 \text{ cm}$
$\phi Mn = 5.94 \text{ tnf.m}$
$1.2Mcr = 0.23 \text{ tnf.m}$

3. Diseño por cortante

$\phi V_n \geq V_u$

(11-1)

$Vud = 1.57 \text{ tnf}$

$V_n = V_c + V_s$

(11-2)

$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} b_w d$

$V_c = 14.40 \text{ tnf}$
$V_u < 6.12 \text{ tnf}$

Entonces se aplica la cuantía mínima indicada en (11.8.8 y 11.8.9):

$A_{v_{min}} = 0.0025 b_w s$

$s_{min} (d/5) = 25 \text{ cm}$
$s_{min} = 30 \text{ cm}$
$s = 20 \text{ cm}$
$b_w = 100 \text{ cm}$
$A_{v_{min}} = 5.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
$A_{v_{\phi 1/2}} = 6.33 \text{ cm}^2/\text{m}$

Refuerzo vertical Ø1/2" @ 0.20 m a doble capa



$$Av_h = 0.0015b_w s$$

$s_{\min} (d/5) =$	25 cm
$s_{\min} =$	30 cm
$s =$	20 cm
$b_w =$	100 cm
$Av_{\min} =$	3.00 cm ² /m
$Av_{\phi 1/2"} =$	6.33 cm ² /m

Refuerzo horizontal $\phi 1/2"$ @ 0.20 m a doble capa

e) Diseño de muro de paso de tuberías

El espesor escogido es de 0.25m, debido a que este muro no soporta cargas laterales, pero por lo menos debe ser mayor o igual a la mitad del tubo que va a pasar. De acuerdo a la norma E.060, en el artículo 14.10.3 sobre aberturas en muros, dice: << Además del refuerzo mínimo requerido por 14.3 se debe colocar dos barras de 5/8" alrededor de todos los vanos [...] >>.

5.2.5. Diseño de los filtros

El propósito de la propuesta es aumentar la tasa de filtración mediante el cambio del lecho filtrante simple de arena, a un lecho filtrante doble de arena y antracita, con el que se podrá producir el caudal de operación actual en la misma área que se tiene disponible.

5.2.5.1. Consideraciones de diseño

a) Características del lecho filtrante seleccionado

Para comenzar con el diseño de los filtros, se seleccionó el material del lecho filtrante de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- ❖ La arena se seleccionó en base a la granulometría utilizada en el ejemplo de aplicación de (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, Tratamiento de agua



para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada, pág. 211).

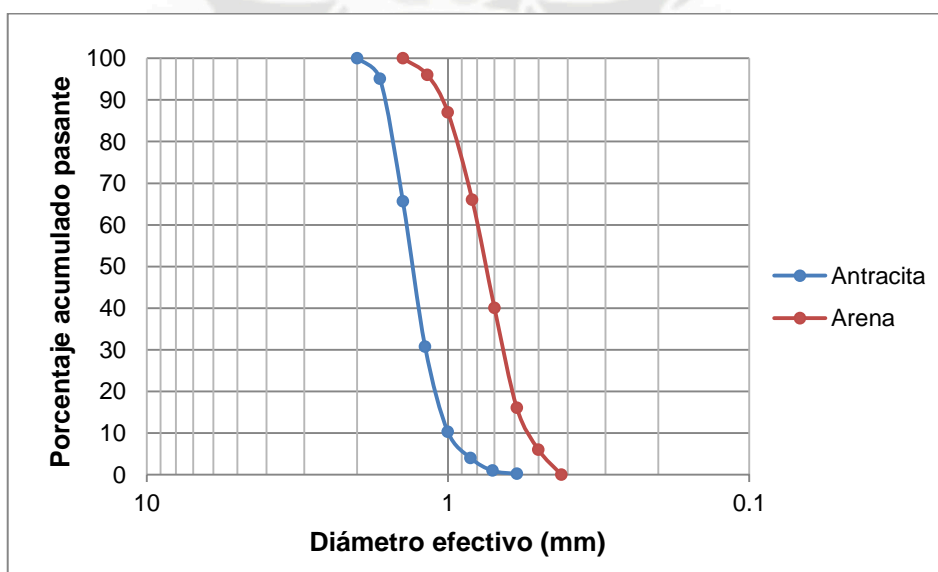
- ❖ La antracita se seleccionó en base al análisis granulométrico realizado por la empresa Filtermedia[®], que se adjunta como anexo³⁰.

En base a las referencias indicadas, se elaboró el Cuadro 5.8 donde se muestra la información del análisis granulométrico tanto de la arena como de la antracita, con el cual se construye la curva granulométrica del Gráfico 5.1.

Cuadro 5.8. Análisis granulométrico del medio filtrante

Arena		Antracita	
D (mm)	% Pasante	D (mm)	% Pasante
1.41	100.0	2.00	100.0
1.17	96.0	1.68	95.0
1.00	87.0	1.41	65.6
0.83	66.0	1.19	30.7
0.70	40.0	1.00	10.3
0.59	16.0	0.84	4.0
0.50	6.0	0.71	1.0
0.42	0.0	0.59	0.2

Gráfico 5.1. Curva granulométrica del medio filtrante seleccionado



³⁰ Ver CAPÍTULO 11: ANEXOS - Análisis granulométrico de antracita realizada por Filtermedia[®]



De la curva granulométrica podemos obtener el tamaño efectivo (D_{10}), el coeficiente de uniformidad (D_{60} / D_{10}), el tamaño más fino y el tamaño máximo (D_{90}). De acuerdo a las recomendaciones, el espesor de la capa de antracita debe ser 2/3 de la altura total, mientras que la arena 1/3 de esa altura, por esta razón se adopta un espesor de 0.45m para la antracita y 0.20m para la arena. Todas estas características se muestran en el Cuadro 5.9.

Cuadro 5.9. Características del lecho filtrante seleccionado

Características de la arena		Características de la antracita	
Espesor de la capa (m)	0.20	Espesor de la capa (m)	0.45
Tamaño efectivo (mm)	0.56	Tamaño efectivo (mm)	0.99
Coeficiente de uniformidad	1.4	Coeficiente de uniformidad	1.4
Tamaño mínimo (mm)	0.42	Tamaño mínimo (mm)	0.59
Tamaño máximo (mm)	1.05	Tamaño máximo (mm)	1.63

El tamaño máximo de la antracita es el triple del tamaño efectivo de la arena, con lo que se garantiza que el grado de intermezcla sea alrededor de 3.

b) Características operacionales de la batería de filtros

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Ancho de lecho filtrante (m); b Largo del lecho filtrante (m); l	2.20 3.60	$AF = b \cdot l$	7.92	Área de cada filtro (m^2)
2	Caudal de diseño (m^3/s); Q	0.100	$V_a = \frac{Q}{AF} \times 60$	0.757	Velocidad ascensional de lavado (m/min)
3	Número de unidades; N	4	$AT = N \times AF$	31.7	Área total de filtros (m^2)
4			$VF = \frac{Q}{AT} \times 86400$	272.7	Velocidad de filtración promedio ($m^3/m^2 \cdot día$)

De acuerdo al análisis anterior, con el caudal de diseño de 100L/s y las características geométricas de la batería de filtros, se tiene que la velocidad ascensional de lavado es de 0.76 m/min y la tasa de filtración promedio será de 273 $m^3/m^2 \cdot día$.



5.2.5.2. Diseño de la hidráulica de lavado

a) Cálculo de la expansión del medio filtrante

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Diámetro más fino de la capa de arena (mm); d1	0.42	$D_e = \sqrt{d_1 \cdot d_2}$	0.458	Diámetro equivalente de la capa más fina (mm)
	Diámetro más grueso de la capa de arena (mm); d2	0.50			
2	Peso específico del agua (kg/m ³); ρ_a	1000	$Ga = \frac{D_{ei}^3 \rho_a (\rho_s - \rho_a) g}{\mu^2}$	1,558	Número de Galileo para la capa más fina de arena
	Peso específico de la arena (kg/m ³); ρ_s	2650			
3	Viscosidad dinámica del agua a 10°C (kg/m.s); μ	1.30E-03	$Re = \frac{V_a D_{ei} \rho_a}{\mu}$	4.4	Número de Reynolds modificado
	Velocidad ascensional de lavado (m/min); V_a	0.757			
4	Del ábaco se obtiene los valores de "ei", $C_e=0.80$	0.65	$\frac{x_i}{1 - \varepsilon_i}$	0.171	Se repite el procedimiento para cada capa de arena y antracita. Ver cuadros 5.10 y 5.11
	Fración de lecho de la capa más fina; x_i	0.06			
5	Del Cuadro 5.10 se obtiene: $\sum \frac{x_i}{1 - \varepsilon_i}$	2.105	$\varepsilon_e = 1 - \frac{1}{\sum \frac{x_i}{1 - \varepsilon_i}}$	0.52	Porosidad expandida promedio de la capa de arena
6	Del Cuadro 5.11 se obtiene: $\sum \frac{x_i}{1 - \varepsilon_i}$	2.270	$\varepsilon'_e = 1 - \frac{1}{\sum \frac{x'_i}{1 - \varepsilon_i}}$	0.56	Porosidad expandida promedio de la capa de antracita
7	Porosidad de la arena limpia; ε_o	0.42	$E = \frac{\varepsilon_e - \varepsilon_o}{1 - \varepsilon_e}$	22%	Porcentaje de expansión promedio de la arena
8	Porosidad antracita limpia; ε'_o	0.45	$E' = \frac{\varepsilon'_e - \varepsilon'_o}{1 - \varepsilon'_e}$	25%	Porcentaje de expansión promedio de la antracita
9	Altura capa de arena (m); L	0.20	$Le = L(1 + E) + L'(1 + E')$	0.81	Altura del lecho expandido
	Altura capa de antracita (m); L'	0.45			

Los Cuadros 5.10 y 5.11 contienen los cálculos para el cálculo de la expansión del lecho, y se realizaron en base al procedimiento indicado y las características de la granulometría de la arena y la antracita.

Según las características de la granulometría del lecho filtrante, se obtiene un porcentaje de expansión promedio de la arena del 22%, y del 25% para la antracita. La altura del lecho expandido es de 0.81m.



Cuadro 5.10. Cálculo de la expansión de la arena para $C_e=0.80$

Di mín (mm)	Di máx (mm)	De (mm)	xi	Ga	Re	εi	xi/(1-εi)	xi/di ²
1.17	1.41	1.284	0.04	34,297	12.5	0.39	0.066	24246.83
1.00	1.17	1.082	0.09	20,485	10.5	0.43	0.158	76923.08
0.83	1.00	0.911	0.21	12,240	8.8	0.47	0.396	253012.05
0.70	0.83	0.762	0.26	7,168	7.4	0.51	0.531	447504.30
0.59	0.70	0.643	0.24	4,296	6.2	0.55	0.533	581113.80
0.50	0.59	0.543	0.10	2,593	5.3	0.60	0.250	338983.05
0.42	0.50	0.458	0.06	1,558	4.4	0.65	0.171	285714.29
			Σ 1.00				Σ 2.105	Σ 2007497.4

Cuadro 5.11. Cálculo de la expansión de la antracita para $C_e=0.70$

Di mín (mm)	Di máx (mm)	De (mm)	xi	Ga	Re	εi	xi/(1-εi)	xi/di ²
1.68	2.00	1.833	0.05	30,210	17.8	0.47	0.094	14761.90
1.41	1.68	1.539	0.29	17,883	14.9	0.50	0.588	124071.26
1.19	1.41	1.295	0.35	10,661	12.6	0.54	0.759	208117.29
1.00	1.19	1.091	0.20	6,367	10.6	0.59	0.498	171596.64
0.84	1.00	0.917	0.06	3,776	8.9	0.64	0.175	75000.00
0.71	0.84	0.772	0.03	2,259	7.5	0.68	0.095	51140.17
0.59	0.71	0.647	0.01	1,330	6.3	0.75	0.030	18142.75
0.50	0.59	0.543	0.00	786	5.3	0.78	0.030	18142.75
			Σ 1.00				Σ 2.270	Σ 680972.78

b) Ubicación de las canaletas de lavado

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Caudal de diseño (m ³ /s); Q Número de canaletas de lavado existentes; Nc	0.100 2	$Q_c = \frac{1.3Q}{N_c} \times 60$	3.90	Caudal que recolecta cada canaleta (m ³ /min)
2	Ancho de la canaleta (m); W	0.40	$h_o = \left(\frac{Q_c}{82.5W} \right)^{2/3}$	0.24	Altura útil en las canaletas de lavado (m)
3	Altura de falso fondo (m); H ₁ Altura drenaje + grava (m); H ₂ Altura total de la canaleta (m); H ₃ Altura entre nivel lecho expandido y fondo de canaleta (m); H ₄ Altura de lecho filtrante (m); Le	0.50 0.47 0.50 0.10 0.81	$H_c = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + L_e$	2.40	Altura del borde de la canaleta con respecto al fondo del filtro (m)

La altura del borde de la canaleta estará a +2.40m con respecto al fondo de los filtros, para lo cual será necesario encimar las canaletas de recolección



existentes 0.30m. Las dimensiones de las canaletas de recolección permanecen igual, y están acordes al caudal actual de operación.

c) Cálculo de las pérdidas de carga durante el lavado de un filtro y ubicación del vertedero de salida

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Densidad de la arena (g/cm ³); ρ_s Densidad del agua (gc/m ³); ρ_a Espesor capa de arena (m); L Porosidad de la arena; ε_o	2.65 1.00 0.20 0.42	$h_f = (1 - \varepsilon_o) \left(\frac{\rho_s - \rho_a}{\rho_a} \right) L$	0.19	Pérdida de carga en la arena durante el lavado (m)
2	Densidad antracita (g/cm ³); ρ_{ant} Porosidad de la antracita; ε'_o Espesor capa de antracita (m); L'	1.50 0.45 0.45	$h'_f = (1 - \varepsilon'_o) \left(\frac{\rho_{ant} - \rho_a}{\rho_a} \right) L'$	0.12	Pérdida de carga en la antracita durante el lavado (m)
3			$h_{f1} = h_f + h'_f$	0.32	Pérdida de carga total en el lecho durante el lavado (m)
4	Ancho de cada filtro (m); B Ancho de cada vigueta (m); b	3.60 0.30	$N_1 = B/b$	12	Número de viguetas de drenaje
5	Distancia entre orificios (m); e Largo de viguetas (m); c	0.10 2.20	$N_2 = 2c/e$	44	Número de orificios por vigueta
6			$NT = N_1 N_2$	528	Número total de orificios
7			$q_o = Q/NT$	1.89E-04	Caudal de lavado por orificio (m ³ /s)
8	Diámetro orificios drenaje (m); d_o	0.019 3/4"	$A_o = \pi d_o^2 / 4$	2.85E-04	Área de los orificios de drenaje (m ²)
9	Coefficiente de descarga; Cd	0.65	$h_{f2} = \frac{q_o^2}{2g(C_d A_o)^2}$	0.05	Pérdida de carga en los orificios de drenaje (m)
10	Ancho de falso fondo (m); C Altura de falso fondo (m); H	1.80 0.50	$AFF = C \times H$	0.90	Sección transversal del falso fondo (m ²)
11			$VFF = Q/AFF$	0.11	Velocidad de retrolavado en el falso fondo (m/s)
12	Coef. de pérdida falso fondo; K	1.00	$h_{f3} = K \cdot \frac{VFF^2}{2g}$	6.29E-04	Pérdida de carga en el falso fondo durante lavado (m)
13	Caudal de diseño (m ³ /s); Q Longitud de la canaleta de recolección (m); L _c Número de canaletas; N _c	0.100 3.60 2.00	$h_{f4} = \left(\frac{1.3Q}{1.84(2N_c)L_c} \right)^{2/3}$	0.024	Pérdida de carga en las canaletas de recolección de agua de lavado (m)
14			$h_{f-lav} = h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} + h_{f4}$	0.39	Pérdida de carga total durante el retrolavado (m)
15	Nivel canaletas de recolección respecto al fondo del filtro (m); H _c	2.40	$H_v = H_c + h_{f-lav}$	2.79	Nivel de vertedero de salida respecto fondo de filtro (m)



Las pérdidas de carga total durante el lavado son de 0.39m, que considera las pérdidas en el lecho, los orificios de las viguetas de drenaje, en el falso fondo y la salida por las canaletas de recolección. El nivel de vertedero requerido estará +2.79m con respecto al fondo de los filtros, para lo cual se instalará un vertedero metálico móvil de 0.50m x 0.90m.

5.2.5.3. Diseño de la hidráulica del proceso de filtración

a) Determinación de la ecuación de pérdida de carga durante la operación de un filtro

Paso	Datos	Cantidad	Criterios	Cálculos	Resultados
1	Del Cuadro 5.10 se obtiene: $\sum \frac{x_i}{d_i^2}$ Coeficiente de esfericidad; Ce Visc. cinemática a 10°C (m ² /s); v	2007497 0.80 1.30E-06	$h_{f1} = \left[\frac{150v}{86400g} \cdot \left[\frac{(1-\varepsilon_o)^2}{\varepsilon_o^3} \right] \times \frac{1}{C_e^2} \sum \frac{x_i}{d_i^2} \cdot L \right] V_F$	6.55E-04	Coeficiente de pérdida de carga inicial en la capa de arena en función de la velocidad de filtración $h_{f1} = 6.55 \times 10^{-4} \cdot VF$
2	Del Cuadro 5.11 se obtiene: $\sum \frac{x_i}{d_i^2}$ Coeficiente de esfericidad; Ce Visc. cinemática a 10°C (m ² /s); v	680973 0.70 1.30E-06	$h_{f2} = \left[\frac{150v}{86400g} \cdot \left[\frac{(1-\varepsilon'_o)^2}{\varepsilon'_o{}^3} \right] \times \frac{1}{C_e^2} \sum \frac{x_i}{d_i^2} \cdot L' \right] V_F$	4.78E-04	Coeficiente de pérdida de carga inicial en la capa de antracita en función de la velocidad de filtración $h_{f2} = 4.78 \times 10^{-4} \cdot VF$
3	Área de cada filtro (m ₂); Af Número total de orificios; Nt	7.92 528	$q_o = \frac{A_f}{86400 N_t} \times VF$	1.74E-07	Caudal por orificio en función de la vel. filtración
4	Coeficiente de descarga; Cd Área de orificios drenaje (m ²); Ao	0.65 2.85E-04	$h_{f3} = \frac{q_o^2}{2g C_d^2 A_o^2} \times VF^2$	4.48E-08	Pérdida orificios drenaje en función de vel. filtración $h_{f3} = 4.48 \times 10^{-8} \cdot VF^2$
5	Área de cada filtro (m ²); Af Sección falso fondo (m ²); Af Coef. pérdida de carga; K	7.92 0.90 1.00	$h_{f4} = \frac{K}{2g} \times \left(\frac{A_f}{86400 A_F} \right)^2 VF^2$	5.30E-10	Pérdida de carga en falso fondo en función de velocidad de filtración $h_{f4} = 5.30 \times 10^{-10} \cdot VF^2$
6	Área de cada filtro (m ²); Af Sección compuerta de entrada abierto a la mitad (m ²); Ac Coef. pérdida de carga; K	7.92 6.50E-02 1.00	$h_{f5} = \frac{K}{2g} \times \left(\frac{1.3A_f}{86400 A_c} \right)^2 VF^2$	1.71E-07	Pérdida de carga en falso fondo en función de velocidad de filtración $h_{f5} = 1.71 \times 10^{-7} \cdot VF^2$
7	Longitud de cresta del vertedero de salida (m); Lv	0.90	$h_{f6} = \left(\frac{Q}{1.84 L_V} \right)^{2/3}$	0.15	Pérdida vertedero de salida en función de vel. filtración $h_{f6} = 0.15$



Realizando la sumatorio de los coeficientes de pérdida de carga obtenidos anteriormente, se construye la ecuación que relacione la pérdida de carga durante la operación de un filtro con la velocidad de filtración en $\text{m}^3/\text{m}^2\text{-día}$. La ecuación obtenida es la siguiente:

$$h_t = (2.167 \times 10^{-7})VF^2 + (1.133 \times 10^{-3})VF + 0.154$$

b) Cálculo de los niveles de operación

Aplicando el programa de Di Bernardo a la ecuación de pérdida de carga (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, pág. 218), se obtiene que el nivel máximo de operación es +0.76m, y el nivel de operación normal después del lavado de un filtro es +0.62m, ambos sobre el nivel de vertedero de lavado. Los resultados de la aplicación del programa se muestran en el Cuadro 5.12.

Cuadro 5.11. Resultados del programa de Di Bernardo para el cálculo de los niveles de operación de los filtros

N° Filtro	Tasa ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{-día}$)	Pérdida (m)	Caudal (Lt/s)
1	383.24	0.14	35.13
2	298.20	0.11	27.33
3	230.98	0.19	21.17
4	178.41	0.26	16.35

La velocidad de filtración máxima de operación es de $383.24 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$, y la velocidad de filtración promedio de la batería de filtros es de $272.7 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$, comprobando que la razón entre la velocidad de filtración máxima y la velocidad de filtración promedio no sea mayor a 1.5.



5.3. Instructivo de puesta en marcha y operación normal

El presente instructivo tiene por objetivo brindar las recomendaciones técnicas y operativas, para la puesta en marcha y operación normal de la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento. Este instructivo servirá como referencia para la elaboración del manual de operación y mantenimiento.

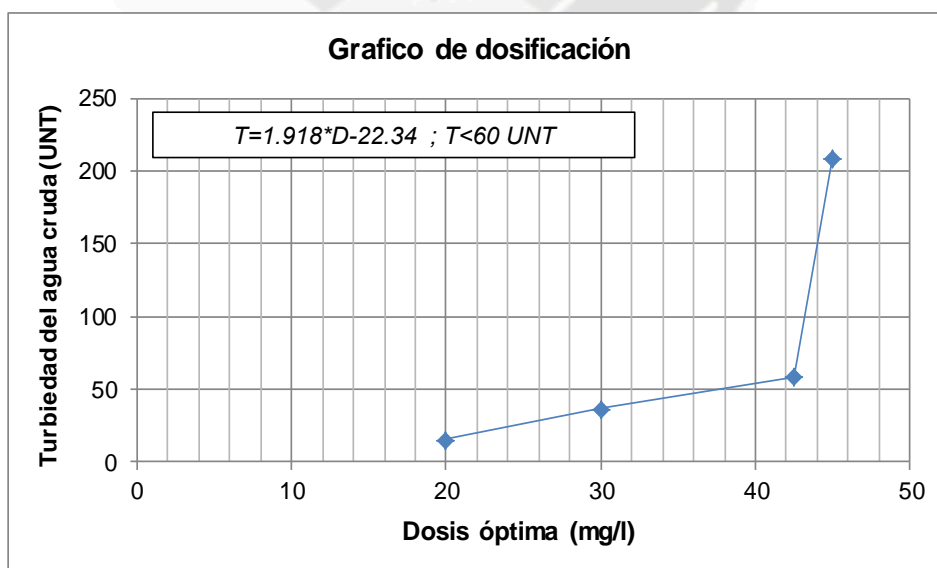
5.3.1. Recomendaciones para la puesta en marcha:

a) Operaciones iniciales

Antes del llenado de la planta deben efectuarse las siguientes labores:

- ❖ Limpieza general de la planta, la cual debe quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier impureza que signifique peligro de contaminación.
- ❖ Determinar la dosis óptima tanto del coagulante y la cal mediante un ensayo de prueba de jarras. La Gráfica 5.2. puede ayudar a tener una idea acerca del valor de la dosis óptima para el coagulante, la cual es válida hasta una turbiedad de 60 UNT.

Gráfico 5.2. Curva de dosificación



- ❖ Las bombas dosificadores deben ser probadas y calibradas previamente de manera que se obtenga una curva de abertura contra el caudal de



solución. También se debe calibrar la abertura de la válvula de control para la dosificación del caudal de agua filtrada adicional.

- ❖ Preparar la solución de coagulante al 10%, para lo cual se debe disolver 4 bolsas de 25 kg de coagulante en los 1000 lt del tanque de solución. Con la dosis óptima obtenida del ensayo de prueba de jarras, entrar al Cuadro 5.3. para determinar el caudal de solución (en L/min) y el caudal adicional de agua filtrada (en L/s) para obtener en el difusor una concentración óptima del 1%.

Cuadro 5.3. Dosificación de sulfato de aluminio y agua adicional (Concentración óptima = 1%)

Dosis (mg/l)	Caudal de solución C=10% (L/min)	Caudal de agua adicional (L/s)
20	1.20	0.18
25	1.50	0.23
30	1.80	0.27
35	2.10	0.32
40	2.40	0.36
45	2.70	0.41
50	3.00	0.45

- ❖ Preparar la solución de cal al 2.5%, para lo cual se debe disolver 1 bolsa de 25 kg de cal en los 1000 lt del tanque de solución. Los agitadores deben estar permanentemente moviendo la solución. Con la dosis óptima obtenida del ensayo de prueba de jarras, entrar al Cuadro 5.4. para determinar el caudal de solución (en L/min).

Cuadro 5.4. Dosificación de cal (C=2.5%)

Dosis (mg/l)	Caudal de solución C=2.5% (L/min)
0	0.00
5	1.20
10	2.40
15	3.60
20	4.80



b) Llenado de la planta

Para el llenado de la planta se deben seguir las siguientes labores:

- ❖ Verificar que todas las válvulas de desagüe de la cámara de ingreso, floculador y decantadores se encuentren bien cerradas. En el caso de los filtros, se debe tener abierta las válvulas de ingreso y cerradas las válvulas de desagüe, excepto el primer filtro, el cual tendrá la válvula de ingreso cerrada y la válvula de desagüe abierta.
- ❖ Llenar gradualmente la planta abriendo la válvula de ingreso de la fuente Huayllumayo, que aproximadamente representa el 50% del caudal de operación. Simultáneo al llenado de la planta, aplicar una dosis de aproximadamente 7 mg/L de hipoclorito de calcio por dos horas, para desinfectar la planta.

c) Lavado de filtros

Para el lavado de los filtros se deben seguir las siguientes labores:

- ❖ Cerrar la válvula de ingreso de agua de Huayllumayo e iniciar el bombeo para que la planta comience a operar el caudal de 95 L/s.
- ❖ Realizar el lavado consecutivo de todos los filtros (tres o cuatro veces por filtro), lo cual se logra abriendo la válvula de desagüe y cerrando la válvula de ingreso del filtro que se va a lavar, de tal forma que todo el caudal de llenado pase a través de este filtro en un lapso de 7 a 8 minutos. Medir periódicamente la calidad del agua filtrada y verificar que se encuentre dentro de los límites aceptables por la normativa nacional.
- ❖ Durante el lavado de los filtros se debe regular la altura del vertedero de salida de tal forma que la expansión del medio filtrante sea de 25 a 30%. También se debe determinar experimentalmente el tiempo óptimo de lavado, que de acuerdo a la evaluación resultó entre 7 a 8 minutos.



- ❖ Una vez finalizada las labores anteriores, los filtros pueden entrar en operación normal, para lo cual se deja abierta las válvulas de ingreso y las válvulas de desagüe cerradas de todas las unidades.

d) Instalación de la tasa declinante

- ❖ La tasa declinante se establece en un lapso de 24 horas, lavando un filtro cada seis horas. Considerando que son cuatro unidades de filtración, supongamos que el primer filtro se lava a las seis de la mañana, entonces, el segundo se lavará a las doce del día, el tercero a las seis de la tarde y el último a las doce de la noche. Con esto, la tasa declinante ya está instalada, y el primer filtro se volverá a lavar cuando el nivel de agua en el canal de distribución de los filtros llegue al nivel máximo señalado con el aliviadero y el agua empiece a rebosar por este. A partir de este momento la batería de filtros habrá entrado en la etapa de operación normal.

e) Medición del caudal

- ❖ Para la medición del caudal de bombeo se tiene instalado un caudalímetro electrónico ubicado en la caseta de bombeo. Se debe verificar que el caudal bombeado corresponda al caudal de diseño de 95 L/s, si no es así, verificar que las válvulas del sistema de bombeo se encuentren totalmente abiertas, o llamar a una asistencia técnica especializada.

f) Mezcla rápida

- ❖ Se debe verificar que el punto de aplicación de coagulante se encuentre en la garganta de la canaleta Parshall, donde desarrolla el punto de mezcla mediante un resalto hidráulico. La aplicación de la cal se debe realizar antes que el coagulante. Verificar también que los difusores se encuentren en buen estado, ubicados correctamente, con la distribución de orificios y los diámetros señalados en los planos.



5.3.2. Operación normal de la planta

Una vez concluidas las operaciones de puesta en marcha, la planta entra en la etapa de operación normal. La operación normal comprende todas las actividades requeridas para que la planta produzca el caudal de diseño con la calidad estipulada por las normas respectivas, excluyendo cualquier actividad que deba desarrollarse en caso de reducción parcial o total de diseño. La operación normal incluye una serie de actividades indicadas a continuación:

- ❖ Control de procesos: Medición de caudal, medición de parámetros básicos: turbiedad, pH, alcalinidad, cloro residual libre.
- ❖ Preparación de soluciones: Ajuste de dosificación, verificación del tiempo de formación inicial y calidad del flóculo formado, descarga intermedia de los decantadores, lavado de filtros, limpieza de la casa de operaciones y mantenimiento de áreas verdes adyacentes, control de calidad.

a) Evaluación del flóculo

- ❖ Deberá comprobarse que el flóculo se esté formando en el primer tercio de la unidad, y que al final se obtenga un flóculo grande y pesado.

b) Operación de los decantadores de placas

- ❖ Para evitar tener que realizar la limpieza de estas unidades en época de lluvia, se efectuarán descargas cada cuatro horas, procediendo de la siguiente forma:
 - Cerrar la compuerta metálica de entrada a la unidad
 - Abrir la válvula de desagüe tipo mariposa de 8" para la salida de lodos y esperar que el nivel de operación del decantador baje 0.30m, enrasando con una línea que debe pintarse en la pared interior de la unidad
 - Cerrar la válvula de mariposa y abrir la compuerta de entrada a la unidad



c) Operación del sistema de filtración

- ❖ Los filtros funcionan bajo un principio de tasa declinante, lo cual significa que la velocidad de filtración declina desde un alto valor cuando el filtro está limpio, hasta un valor bajo cuando se encuentra colmatado y requiere ser puesto fuera de operación para lavarlo.
- ❖ Durante este lapso, el nivel de agua en los filtros varía 0.14m desde el nivel mínimo de operación hasta el nivel máximo de operación. El nivel máximo ha sido limitado mediante un vertedero situado en el canal de distribución a la entrada de los filtros.
- ❖ Los filtros deben lavarse en secuencia numérica, para lo cual debe anotarse en la bitácora de la planta la hora y fecha de lavado. Después de establecida la tasa declinante, los filtros se seguirán lavando en orden numérico cada vez que se alcance el nivel máximo de operación en el canal de distribución de agua decantada. Cada lavado toma un tiempo aproximado de 7 a 8 minutos, que comienza desde que el agua de lavado choca con la canaleta de recolección.
- ❖ Durante el lavado normal, se requiere realizar una agitación para evitar la formación de bola de barro, para lo cual, con una escoba larga o rastrillo de jardín, se rasga de extremo a extremo la superficie del lecho filtrante, con un movimiento de vaivén durante tres o cuatro minutos.

d) Operación en condiciones de baja turbiedad

- ❖ En épocas de baja turbiedad (menor a 15 UNT), se puede aumentar la eficiencia de los procesos cambiando el mecanismo de coagulación al de barrido, para lo se debe seguir el siguiente procedimiento:
 - Determinar la dosis óptima de coagulante y cal para la calidad del agua cruda, siguiendo la metodología de filtración directa.
 - Comprobar mediante un ensayo de decantación que con las dosis obtenidas se obtenga una tasa de decantación mayor a $22.4 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$, si no es así, no conviene utilizar este mecanismo.
 - Ajustar las bombas dosificadores al caudal de solución obtenidos.



CAPÍTULO 6: ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

6.1. Topografía

6.1.1. Justificación del estudio

El estudio topográfico de la PTAP fue necesario debido a que no existían planos originales en los archivos de la Municipalidad, teniendo que realizar el levantamiento topográfico del emplazamiento actual de la PTAP, linderos y puntos de relleno; así como un replanteo al detalle de todas las estructuras existentes como floculadores, sedimentadores, filtros, y otros relacionados con el proceso de evaluación.

6.1.2. Metodología y procesamiento de la información

La planimetría del levantamiento topográfico y replanteo se realizó con apoyo de una estación total, así como las cotas de los canales de ingreso a floculadores, distribución a los decantadores y recolectores de agua decantada. Debido a la profundidad de las estructuras, para los niveles de los floculadores y decantadores se utilizó un nivel de ingeniero con ayuda de una estadía. Para los detalles más precisos se utilizó instrumentos de medición como winchas, brújula y cintas métricas.

Se tuvo mucho cuidado en determinar las cotas, niveles, pendientes, dimensiones, detalles de estructuras, etc., en vista que de ello dependía determinar adecuadamente por ejemplo: el tiempo de retención de los floculadores, las tasas de sedimentación, los niveles de agua, niveles de fondo, entre otros; que permitan realizar una buena evaluación de la planta. El trabajo de gabinete se realizó con apoyo de un software para dibujo técnico.



6.2. Parámetros Óptimos de los Procesos de Tratamiento

6.2.1. Propósito y alcance del estudio

Para efectos de la evaluación, resulta importante determinar si los procesos de tratamiento que se realizan en la planta son acordes a la calidad de agua que ingresa. Para la propuesta de mejoramiento, los resultados obtenidos en los ensayos permitirán realizar las modificaciones para optimizar los procesos.

Es así que el presente estudio contiene los ensayos realizados para la selección de los parámetros óptimos, utilizando la fuente proveniente del sistema de bombeo, la cual impulsa agua del río Apurímac. Estos ensayos son denominados también como "prueba de jarras" o "*jar test*". Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de análisis físico-químico y microbiología de la planta de tratamiento "Virgen de Chapi".

El personal de la planta no realizaba ensayos de prueba de jarras, debido a que el equipo no estaba totalmente equipado, por lo que se tuvo que implementar al equipo de prueba de jarras, los vasos de precipitado de 2 Lt con deflectores, tomadores de muestras con flotadores, y otros accesorios como jeringas, vasitos, etc.

6.2.2. Metodología y procesamiento de la información

El procedimiento de los ensayos están basados en (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual I: Teoría, 2008), Capítulo 11, "Criterios para la selección de los procesos y de los parámetros óptimos de las unidades".



Los ensayos realizados en el laboratorio fueron:

- ❖ Ensayo de sedimentación natural
- ❖ Determinación de la dosis óptima
- ❖ Determinación de la concentración óptima
- ❖ Parámetros de floculación
- ❖ Parámetros de decantación
- ❖ Parámetros óptimos de filtración directa



Equipo de prueba de jarras y accesorios



Equipo de prueba de jarras y accesorios para filtración directa



CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO

El que suscribe, Ing. Yoli Cáceres Cáceres, Jefe de la Unidad de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.

Hace constar que:

El **Sr. Rodrigo Luis Dueñas Corrales**, en el marco del desarrollo de su Tesis: "*Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco*", ha realizado los siguientes ensayos de prueba de jarras en el laboratorio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable "Virgen de Chapí", los meses de marzo y abril del 2016:

- Determinación de la dosis óptima
- Determinación de la concentración óptima
- Determinación de los parámetros de floculación
- Determinación de los parámetros de decantación
- Determinación de los parámetros de filtración directa

Se expide el presente, a solicitud del interesado y para los fines que considere pertinentes.

Yauri, 02 de Junio de 2016





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LABORATORIO ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGIA - PTAP "VIRGEN DE CHAPI"

PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO
ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN NATURAL

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

a) Objetivo del ensayo:

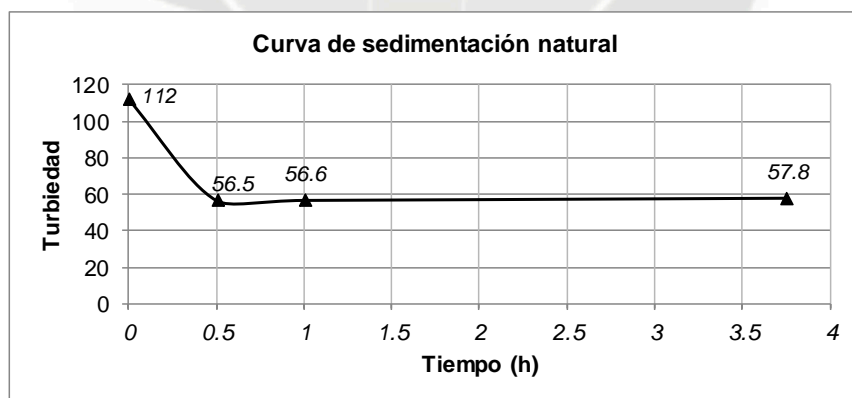
Determinar el tiempo de sedimentación necesario para el diseño del desarenador y/o pre-sedimentador, como un proceso de pre-tratamiento.

b) Procedimiento:

Se separó una muestra de agua cruda a la entrada del desarenador en un recipiente, a la cual se midió la turbiedad cada media hora para ver su variación en el tiempo.

c) Resultados:

Hora	Intervalo de tiempo (h)	Tiempo acumulado (h)	Turbiedad (UNT)
13:15	0.00	0.00	112
13:45	0.50	0.50	56.5
14:15	0.50	1.00	56.6
17:00	2.75	3.75	57.8



Tiempo requerido de sedimentación = 0.50 h
Eficiencia de remoción = 49.6%

d) Análisis de Resultados:

Como se observa en la gráfica, la turbiedad inicial de la muestra fue de 112 UNT, la cual bajó a 56.5 UNT a la media hora, obteniendo una eficiencia de 49.6%, y se mantuvo en ese valor en las horas siguientes. La turbiedad final se denomina turbiedad neta, y es causada principalmente por partículas coloidales que demorarían mucho tiempo en sedimentarse.

e) Conclusión:

El tiempo de sedimentación necesario para el agua cruda es de, por lo menos, media hora.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LABORATORIO ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGIA - PTAP "VIRGEN DE CHAPI"

PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO
DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

a) Objetivo del ensayo:

Determinar la dosis óptima de coagulante que produzca la más rápida desestabilización de las partículas coloidales, para diferentes valores de turbiedad de agua cruda.

b) Equipo, materiales y reactivos:

Equipo utilizado: Phipps & Bird PB-950 de cuatro paletas, jarras de 2 Lts de capacidad con deflectores. Instrumentos y accesorios varios para prueba de jarras.

Reactivo: Sulfato de aluminio Tipo A, Concentración = 1%

c) Procedimiento:

Se escogen diferentes dosis de coagulante para una turbiedad dada, y se simula los procesos de tratamiento en el equipo de prueba de jarras, escogiendola la dosis que produzca la menor turbiedad residual.

d) Resultados:

Ensayo 01:

Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 15.3 UNT
pH = 7.2
Temperatura = 15.3 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM (770 s-1), 5s
Floculación: 40 RPM (45 s-1), 20 min
Sedimentación: 15 min

N° Jarra	Dosis de coagulante (mg/L)	pH inicial	pH final	Turbiedad residual (UNT)
1	12.5	7.2	6.7	13.60
2	15	7.2	6.7	12.90
3	17.5	7.2	6.7	12.00
4	20	7.2	6.7	8.95

Ensayo 02:

Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 36.5 UNT
pH = 7.6
Temperatura = 13 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM (770 s-1), 5s
Floculación: 40 RPM (45 s-1), 20 min
Sedimentación: 15 min

N° Jarra	Dosis de coagulante (mg/L)	pH inicial	pH final	Turbiedad residual (UNT)
1	30	7.6	6.7	3.91
2	32.5	7.6	6.7	4.41
3	35	7.6	6.7	5.27
4	37.5	7.6	6.7	7.16



Ensayo 03:

Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 58.6 UNT
 pH = 7.6
 Temperatura = 11.9 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM, 5s
 Floculación: 40 RPM, 20 min
 Sedimentación: 15 min

N° Jarra	Dosis de coagulante (mg/L)	pH inicial	pH final	Turbiedad residual (UNT)
1	37.5	7.6	6.5	5.99
2	40	7.6	6.6	5.86
3	42.5	7.6	6.6	4.90
4	45	7.6	6.6	7.35

Ensayo 04:

Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 209 UNT
 pH = 7.58
 Temperatura = 13.9 °C

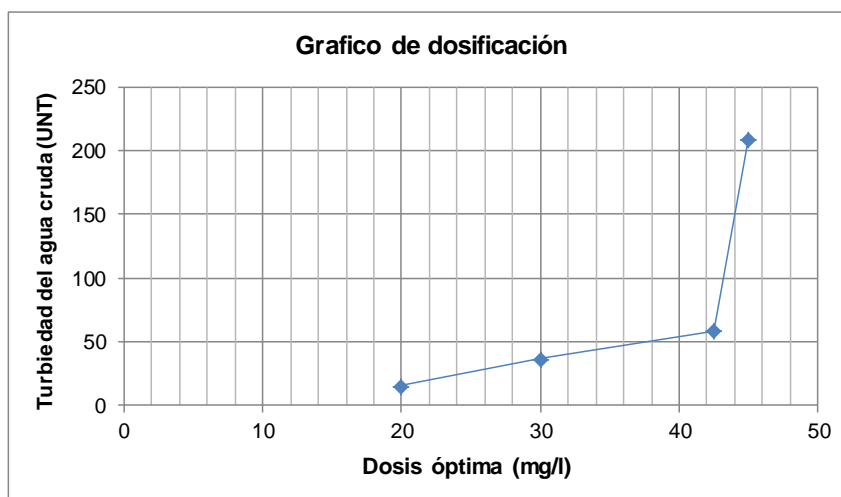
Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM (770 s-1), 5s
 Floculación: 40 RPM (45 s-1), 20 min
 Sedimentación: 15 min

N° Jarra	Dosis de coagulante (mg/L)	pH inicial	pH final	Turbiedad residual (UNT)
1	42.5	7.58	6.46	5.33
2	45	7.58	6.46	5.17
3	47.5	7.58	6.46	6.44
4	50	7.58	6.46	8.06

Se agrupa las dosis óptimas junto con la turbiedad del agua cruda, así como la eficiencia obtenida en cada una. Como se observa en la tabla siguiente, la eficiencia aumenta a medida que aumenta la turbiedad del agua:

Dosis Optima (mg/l)	Turbiedad de agua cruda (UNT)	Turbiedad Residual (UNT)	Eficiencia (%)
20	15.3	8.95	41.5%
30	36.5	3.91	89.3%
42.5	58.6	4.90	91.6%
45	209	5.17	97.5%





La gráfica anterior resulta de utilidad para la dosificación en casos en que se requiera tomar una rápida decisión, y como referencia para los ensayos de laboratorio. Resulta notorio que cuando la turbiedad es mayor a 60 UNT, la dosis óptima ya no aumenta, esto puede corresponder a la naturaleza del agua turbia o características de los coloides.

La ecuación que corresponde a la parte lineal de la gráfica de dosificación es:

$$T = 1.918 * D - 22.34 ; T < 60 \text{ UNT}$$

Pendiente =	1.918
Intersección Eje =	-22.339
Coef. de Correlación (R2) =	0.997

* Valido hasta 60 UNT

Dosis máxima (D_M):	50 mg/l
Dosis mínima (D_m):	20 mg/l
Dosis promedio (D):	35 mg/l

e) Análisis de Resultados:

Como se observa, la eficiencia es mayor en turbiedades altas, pero disminuye cuando se tiene turbiedades bajas. Esto se debe a que se está produciendo un mecanismo de coagulación por adsorción, que es efectivo en turbiedades altas, para en turbiedades bajas es necesario cambiar el mecanismo de adsorción por el mecanismo de barrido.

f) Conclusiones:

Para una turbiedad de 15.3 , 36.5, 58.6 y 209 UNT; las dosis óptimas obtenidas fueron 20, 30, 42.5 y 45 mg/l de sulfato de aluminio tipo A a una concentración del 1%. La dosis óptima se puede relacionar con la turbiedad de ingreso del agua cruda mediante una ecuación lineal, en este caso, esta ecuación se cumple hasta una turbiedad de 60 UNT aproximadamente. La dosis promedio obtenida es de 32.5 mg/l.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LABORATORIO ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGIA - PTAP "VIRGEN DE CHAPI"

PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

a) Objetivo del ensayo:

Determinar la concentración de la solución de coagulante en la que se alcanza la mayor eficiencia. Para realizar este ensayo es necesario haber obtenido previamente la dosis óptima .

b) Equipo, materiales y reactivos:

Equipo utilizado: Phipps & Bird PB-950 de cuatro paletas, jarras de 2 Lts de capacidad con deflectores. Instrumentos y accesorios varios para prueba de jarras.

Reactivo: Sulfato de aluminio Tipo A

c) Procedimiento:

Preparar soluciones de coagulante a diferentes concentraciones, a partir de una solución patrón al 10%. Aplicar la dosis óptima obtenida anteriormente, pero a las diferentes concentraciones de solución preparadas.

d) Resultados:

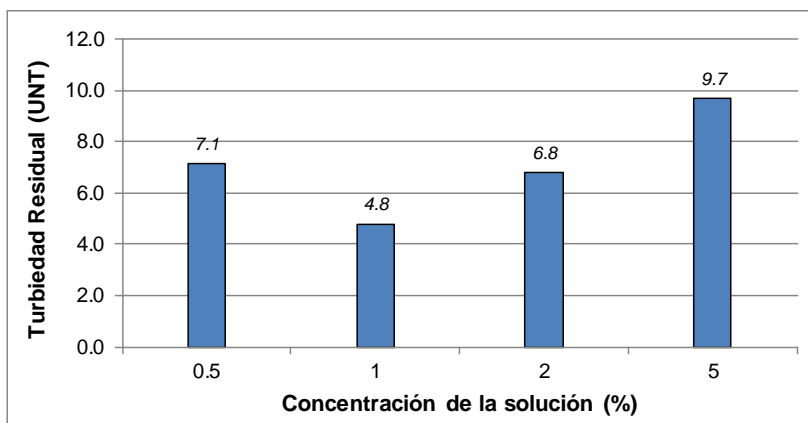
Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 58.6 UNT
pH = 7.6
Temperatura = 12.1 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM, 5s
Floculación: 40 RPM, 20 min
Sedimentación: 15 min
Dosis óptima: 42.5 mg/lt

Nº Jarra	Concentración (%)	Turbiedad residual (UNT)
1	0.5	7.14
2	1	4.80
3	2	6.77
4	5	9.67



f) Conclusiones:

Como se puede apreciar en el histograma, se obtuvo una mayor eficiencia del proceso de tratamiento para una concentración de solución 1% de sulfato de aluminio tipo A .



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LABORATORIO ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGIA - PTAP "VIRGEN DE CHAPI"

PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

a) Objetivo del ensayo:

El propósito de este ensayo es la determinación de los parámetros de floculación: gradiente de velocidad (G) y tiempo de retención (T), en función de la dosis óptimas determinadas.

b) Equipo, materiales y reactivos:

Equipo utilizado: Phipps & Bird PB-950 de cuatro paletas, jarras de 2 Lts de capacidad con deflectores. Instrumentos y accesorios varios para prueba de jarras.

Reactivo: Sulfato de aluminio Tipo A, Concentración = 1%

c) Procedimiento:

Con la dosis óptima obtenido anteriormente, realizar el ensayo ajustando la memoria del equipo a un gradiente de floculación entre 80 y 20 s^{-1} , y tomar muestras en intervalos de tiempo de 7, 14, 21 y 28 min. Realizar un ensayo para cada gradiente.

d) Resultados:

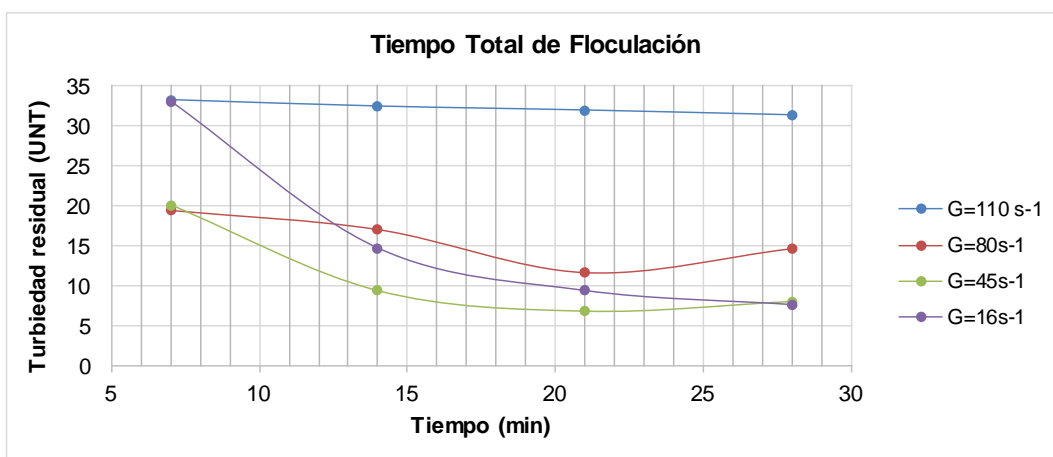
Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 58.6 UNT
pH = 7.6
Temperatura = 10 °C

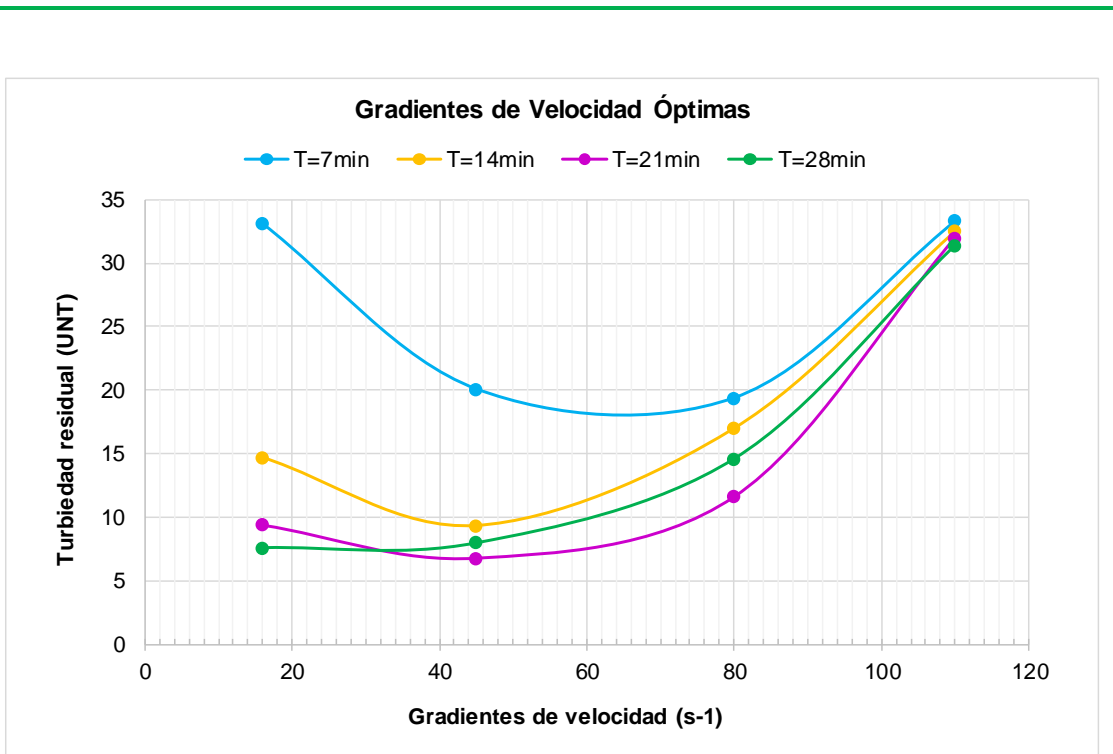
Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM, 5s
Floculación: variable
Sedimentación: 15 min
Dosis óptima: 42.5 mg/lt

Revoluciones por minuto (RPM)	Gradientes de velocidad (s-1)	Turbiedad residual (UNT)			
		7	14	21	28
80	110	33.3	32.5	32.0	31.4
60	80	19.4	17.0	11.6	14.6
40	45	20.1	9.35	6.77	7.98
20	16	33.1	14.7	9.37	7.60

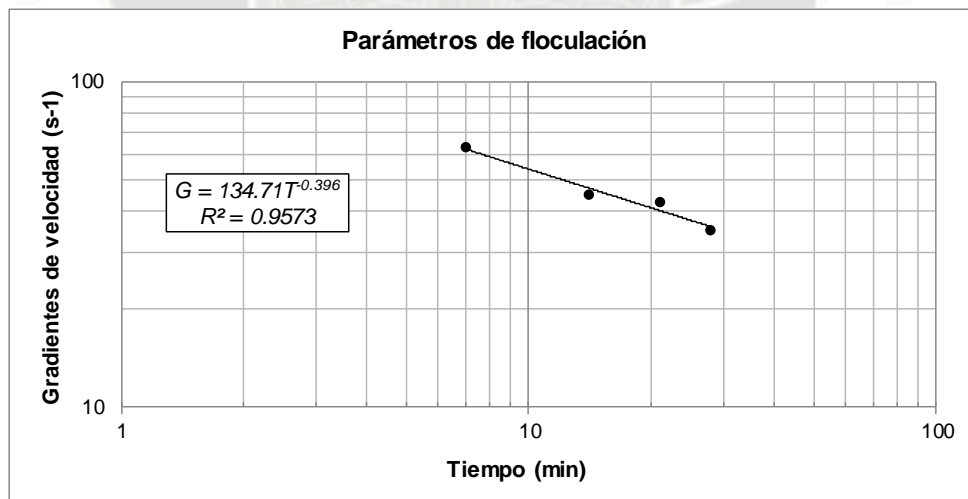


Tiempo óptimo de floculación = 21 min



Gradientes de velocidad óptimas de floculación

T (min)	7	14	21	28
G (s-1)	63	45	43	35



Ecuación de correlación entre G y T:

$G^n T = K$	n =	2.52
	K =	2.35E+05

f) Conclusiones:

De acuerdo al ensayo realizado, el tiempo óptimo de floculación para el agua ensayada es de 21 min. Hay que resaltar que para gradientes muy altos como 110 s-1, no se obtiene una buena eficiencia en la floculación, y para gradientes bajos, se requiere que el tiempo de floculación sea prolongado.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LABORATORIO ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGIA - PTAP "VIRGEN DE CHAPI"

PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

PARÁMETROS DE DECANTACIÓN

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

a) Objetivo del ensayo:

Determinar la tasa de diseño y la eficiencia remocional de un decantador laminar de placas en condiciones ideales.

b) Equipo, materiales y reactivos:

Equipo utilizado: Phipps & Bird PB-950 de cuatro paletas, jarras de 2 Lts de capacidad con deflectores. Instrumentos y accesorios varios para prueba de jarras.

Reactivo: Sulfato de aluminio Tipo A, Concentración = 1%

c) Procedimiento:

Con la dosis óptima y los parámetros de floculación obtenidos anteriormente, realizar el ensayo y esperar hasta la decantación, donde se tomarán muestras en diferentes intervalos de tiempo.

d) Resultados:

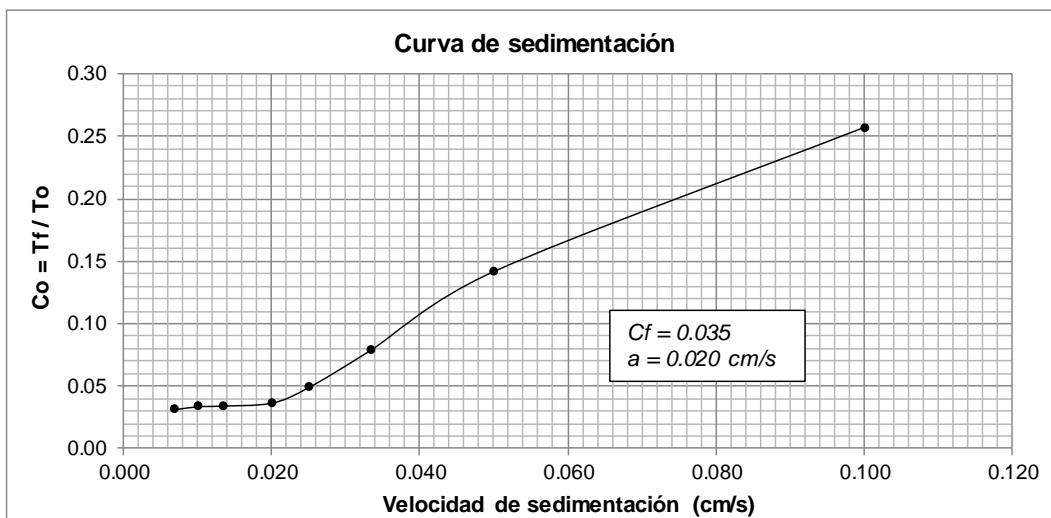
Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 209 UNT
pH = 7.58
Temperatura = 13.9 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM, 5s
Floculación: 50,43 y 22 RPM cada 7 min
Sedimentación: variable
Dosis óptima: 45 mg/lit

Tiempo (min)	Tiempo (s)	Vs (cm/s)	Tf (UNT)	Co = Tf/To
1	60	0.100	53.70	0.257
2	120	0.050	29.60	0.142
3	180	0.033	16.40	0.078
4	240	0.025	10.20	0.049
5	300	0.020	7.59	0.036
7.5	450	0.013	7.10	0.034
10	600	0.010	6.98	0.033
15	900	0.007	6.45	0.031





Selección de la tasa de decantación

Del gráfico:

$C_f = 0.035$
 $a = 0.020 \text{ cm/s}$

q (m ³ /m ² /d)	Vs (cm/s)	Co = Tf/To	Rt (%)	Tr (UNT)	Tf (UNT)
20	0.023	0.040	100.0%	208.9	0.1
25	0.029	0.065	99.5%	208.0	1.0
30	0.035	0.085	98.9%	206.8	2.2
35	0.041	0.110	98.1%	205.0	4.0
40	0.046	0.130	97.3%	203.4	5.6
45	0.052	0.145	96.6%	201.9	7.1
50	0.058	0.160	95.9%	200.5	8.5
55	0.064	0.175	95.2%	199.0	10.0
60	0.069	0.185	94.7%	197.8	11.2

Tasa de decantación = 29.1 m³/m²/d
Factor de seguridad = 1.30
Tasa de proyecto = 22.4 m³/m²/d

Medición en la probeta = 4.50 ml-lodo/lt - agua tratada

f) Conclusiones:

La tasa de decantación a ser usado en el proyecto para una turbiedad inicial del agua cruda de 209 UNT, es de 22.4 m³/m²/d, y el volumen de lodo producido es de 4.50 ml-lodo por litro de agua tratada.

La razón de utilizar sólo coagulante, y ningún otro ayudante de coagulación, es simular las condiciones más críticas de tratamiento.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LABORATORIO ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGIA - PTAP "VIRGEN DE CHAPI"

PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

PARÁMETROS DE DECANTACIÓN

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

a) Objetivo del ensayo:

Determinar la tasa de diseño y la eficiencia remocional de un decantador laminar de placas en condiciones ideales.

b) Equipo, materiales y reactivos:

Equipo utilizado: Phipps & Bird PB-950 de cuatro paletas, jarras de 2 Lts de capacidad con deflectores. Instrumentos y accesorios varios para prueba de jarras.

Reactivo: Sulfato de aluminio Tipo A, Concentración = 1%

c) Procedimiento:

Con la dosis óptima y los parámetros de floculación obtenidos anteriormente, realizar el ensayo y esperar hasta la decantación, donde se tomarán muestras en diferentes intervalos de tiempo.

d) Resultados:

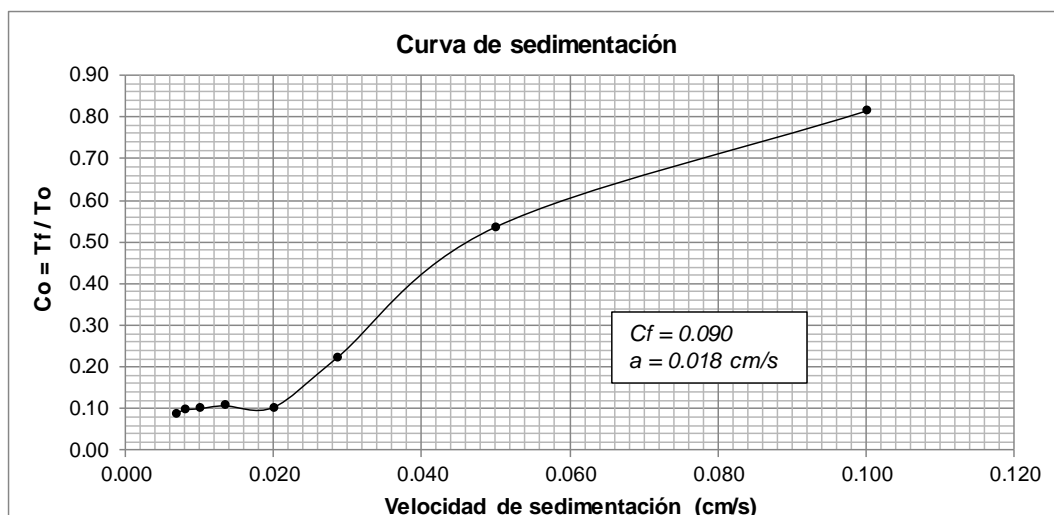
Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 50.4 UNT
pH = 7.6
Temperatura = 11.9 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM, 5s
Floculación: 50,43 y 22 RPM cada 7 min
Sedimentación: variable
Dosis óptima: 42.5 mg/lt

Tiempo (min)	Tiempo (s)	Vs (cm/s)	Tf (UNT)	Co = Tf/To
1.0	60	0.100	41.00	0.813
2.0	120	0.050	27.00	0.536
3.5	210	0.029	11.20	0.222
5.0	300	0.020	5.20	0.103
7.5	450	0.013	5.38	0.107
10.0	600	0.010	5.03	0.100
12.5	750	0.008	4.88	0.097
15.0	900	0.007	4.40	0.087





Selección de la tasa de decantación

Del gráfico:

Cf = 0.090
a = 0.018 cm/s

q (m ³ /m ² /d)	Vs (cm/s)	Co = Tf/To	Rt (%)	Tr (UNT)	Tf (UNT)
20	0.023	0.13	99.6%	50.2	0.2
25	0.029	0.23	97.4%	49.1	1.3
30	0.035	0.34	94.0%	47.4	3.0
35	0.041	0.44	90.3%	45.5	4.9
40	0.046	0.50	87.5%	44.1	6.3
45	0.052	0.55	84.9%	42.8	7.6
50	0.058	0.59	82.8%	41.7	8.7
55	0.064	0.63	80.6%	40.6	9.8
60	0.069	0.76	75.2%	37.9	12.5

Tasa de decantación = 27.0 m³/m²/d
 Factor de seguridad = 1.30
Tasa de proyecto = 20.7 m³/m²/d

f) Conclusiones:

La tasa de decantación a ser usado en el proyecto para una turbiedad inicial del agua cruda de 50.4 UNT, es de 20.7 m³/m²/d.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LABORATORIO ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGIA - PTAP "VIRGEN DE CHAPI"

PARÁMETROS ÓPTIMOS DE FILTRACIÓN DIRECTA
DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

a) Objetivo del ensayo:

Determinar la dosis óptima de coagulante y cal que produzca el mejor efecto de barrido de las partículas coloidales para diferentes valores de turbiedad de agua cruda.

b) Equipo, materiales y reactivos:

Equipo utilizado: Phipps & Bird PB-950 de cuatro paletas, jarras de 2 Lts de capacidad con deflectores. Instrumentos y accesorios varios para prueba de jarras por filtración directa.

Reactivo: Sulfato de aluminio Tipo A, C = 1%; Cal apagada, C = 1%

c) Procedimiento:

Se escogen diferentes dosis de coagulante y cal para una turbiedad dada, se procede a la mezcla rápida y el agua de trasvasa a unos embudos con papel filtro Whatman 40, escogiendo las dosis que produzca la menor turbiedad residual. La diferencia con respecto a otros ensayos, es que se aplica un mecanismo de coagulación por barrido, y se presenta como alternativa para épocas donde la turbiedad es baja.

d) Resultados:

Dosis óptima de coagulante:

Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 16.3 UNT
pH = 7.7
Temperatura = 11.9 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM (770 s-1), 5s

N° Jarra	Dosis de coagulante (mg/L)	pH inicial	pH final	Turbiedad residual (UNT)
1	27.5	7.7	7.4	2.86
2	30	7.7	7.3	2.46
3	32.5	7.7	7.2	2.17
4	35	7.7	7.1	1.87



Dosis óptima de cal:

Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 16.3 UNT
pH = 7.7
Temperatura = 11.9 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM (770 s⁻¹), 5s
Dosis óptima de coagulante: 35 mg/l

N° Jarra	Dosis de cal (mg/L)	pH inicial	pH final	Turbiedad residual (UNT)
1	0	7.7	6.8	1.94
2	5	7.7	6.9	1.77
3	10	7.7	6.9	1.59
4	15	7.7	7.0	1.19
1	20	7.7	7.2	0.76
2	25	7.7	7.3	1.42
3	30	7.7	7.6	1.52
4	35	7.7	8.1	2.46

e) Análisis de Resultados:

En este ensayo se observa que solamente aplicando el coagulante y al hacerlo pasar por los filtros, no produce un buen resultado como adicionando la cal, esto se debe a que el mecanismo por barrido consiste en formar precipitados de hidróxido de aluminio que atrapen a los coloides, y en este caso, la cal fomenta una mayor cantidad de precipitado.

Para una turbiedad similar, pero aplicando un mecanismo por adsorción, resulta una menor dosis de coagulante, pero menos efectivo.

También se observa que cuando la dosis de cal aumenta, el pH resultante es muy elevado y poco eficiente. Un pH muy elevado disminuye la eficiencia en la desinfección.

f) Conclusiones:

Se requiere una dosis de coagulante de 35 mg/l y una dosis de cal de 20 mg/l para producir la máxima eficiencia, mediante filtración directa y aplicando un mecanismo de coagulación por barrido.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
UNIDAD OPERATIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LABORATORIO ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGIA - PTAP "VIRGEN DE CHAPI"

PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

PARÁMETROS DE DECANTACIÓN

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

a) Objetivo del ensayo:

Determinar la tasa de diseño y la eficiencia remocional de un decantador laminar de placas en condiciones ideales, pero simulando un mecanismo por barrido para la coagulación.

b) Equipo, materiales y reactivos:

Equipo utilizado: Phipps & Bird PB-950 de cuatro paletas, jarras de 2 Lts de capacidad con deflectores. Instrumentos y accesorios varios para prueba de jarras.

Reactivo: Sulfato de aluminio Tipo A, C = 1%; Cal apagada, C = 1%

c) Procedimiento:

Con las dosis óptima y los parámetros de floculación obtenidos anteriormente, realizar el ensayo y esperar hasta la decantación, donde se tomarán muestras en diferentes intervalos de tiempo.

d) Resultados:

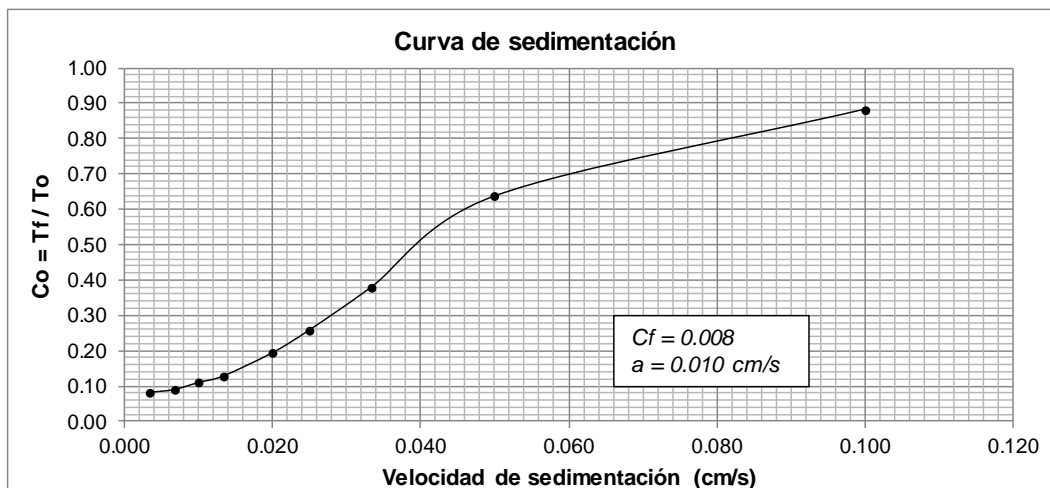
Datos de agua cruda

Turbiedad inicial = 16.3 UNT
pH = 7.7
Temperatura = 11.9 °C

Parámetros de la prueba

Mezcla Rápida : 300 RPM, 5s
Floculación: 50,43 y 22 RPM cada 7 min
Sedimentación: variable
Dosis óptima de coagulante: 35 mg/l
Dosis óptima de cal: 20 mg/l

Tiempo (min)	Tiempo (s)	Vs (cm/s)	Tf (UNT)	Co = Tf/To
1	60	0.100	14.40	0.883
2	120	0.050	10.40	0.638
3	180	0.033	6.20	0.380
4	240	0.025	4.23	0.260
5	300	0.020	3.18	0.195
7.5	450	0.013	2.10	0.129
10	600	0.010	1.80	0.110
15	900	0.007	1.47	0.090
30	1800	0.003	1.34	0.082





Selección de la tasa de decantación

Del gráfico:

$C_f = 0.080$
 $a = 0.010 \text{ cm/s}$

q (m ³ /m ² /d)	Vs (cm/s)	Co = Tf/To	Rt (%)	Tr (UNT)	Tf (UNT)
20	0.023	0.22	96.0%	15.7	0.6
25	0.029	0.32	92.1%	15.0	1.3
30	0.035	0.40	88.6%	14.4	1.9
35	0.041	0.53	83.1%	13.5	2.8
40	0.046	0.60	79.6%	13.0	3.3
45	0.052	0.65	77.0%	12.5	3.8
50	0.058	0.68	75.2%	12.3	4.0
55	0.064	0.72	73.0%	11.9	4.4
60	0.069	0.74	71.8%	11.7	4.6

Tasa de decantación = 31.2 m³/m²/d
Factor de seguridad = 1.30
Tasa de proyecto = 24.0 m³/m²/d

f) Conclusiones:

La tasa de decantación a ser usado en el proyecto para una turbiedad inicial del agua cruda de 16.3 UNT, es de 24.0 m³/m²/d, pero induciendo un mecanismo de coagulación por adsorción.

Cabe resaltar que se obtuvo una tasa más alta que otros ensayos, lo que demuestra que realizando una buena dosificación de los insumos se puede lograr altas eficiencias.



6.3. Estudio de Mecánica de Suelos

6.3.1. Objetivos y alcance del estudio

El presente estudio contiene los resultados, procesamiento de información y conclusiones del estudio de mecánica de suelos realizado para el proyecto de mejoramiento de la PTAP "Virgen de Chapi", y tiene por objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas de las muestras seleccionadas.

Los ensayos requeridos por el proyecto fueron:

- ❖ Análisis granulométrico de la arena del medio filtrante para la evaluación de los filtros.
- ❖ Ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas, así como la clasificación de los suelos correspondientes al talud y cimentación para la construcción de los muros de la ampliación de los floculadores.

6.3.2. Metodología y procesamiento de la información

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto de la Universidad Católica de Santa María. El procedimiento de cada ensayo se basó en las recomendaciones dadas por la E.050 de Suelos y Cimentaciones del R.N.E. Los ensayos realizados fueron:

- ❖ Análisis granulométrico por tamizado sin lavado
- ❖ Contenido de Humedad
- ❖ Gravedad específica
- ❖ Ensayos de corte directo
- ❖ Pesos volumétricos para suelos cohesivos (parafina)
- ❖ Límites líquidos
- ❖ Límites plástico



AREQUIPA-PERU

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

La que suscribe, **Ing. Milagros Guillen Málaga**, Coordinadora de Laboratorio de Suelos y Concreto del Programa Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el Señor Bachiller en Ingeniería Civil:

RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES

Código N° 2011801551

Ha realizado los ensayos de Laboratorio de Concreto y Materiales de Construcción para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo Título es: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".

Los ensayos efectuados por el señor tesista fueron los siguientes:

- 03 Análisis Granulométricos por tamizado sin Lavado.
- 02 Contenido de Humedad
- 02 Gravedad Específica
- 02 Ensayos de Corte Directo
- 02 Pesos Volumétricos para suelos Cohesivos (Parafina)
- 02 Límites Líquidos
- 02 Límites plásticos

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, han sido realizados entre el 27/05/16 y el 15/07/16

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Arequipa, 15 de Julio del 2016

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ING. MILAGROS GUILLEN MALAGA
Coordinadora Laboratorio de Suelos y Concreto

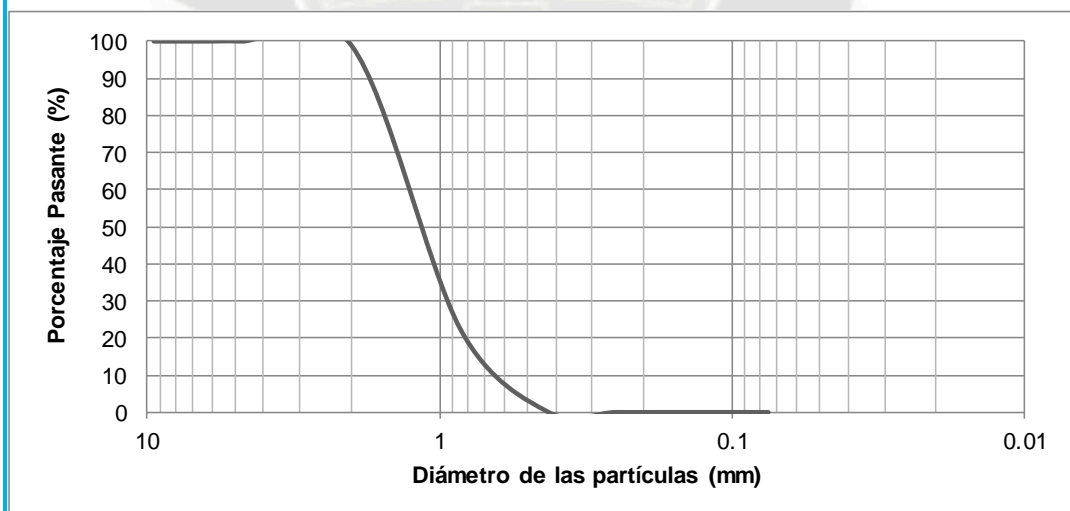


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (NORMA ASTM D422 y AASHTO T-27)**

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
MUESTRA: ARENA DE CUARZO DEL LECHO FILTRANTE (F1, F2, F3 y F4)

Tamices	Diámetro (mm)	Peso Retenido (grf)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.3	0.0	0.0	0.0	100.0
Nro. 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0
Nro. 10	2	9.0	1.2	1.2	98.8
Nro. 20	0.85	590.8	76.3	77.5	22.5
Nro. 40	0.425	173.6	22.4	99.9	0.1
Nro. 60	0.25	0.7	0.1	100.0	0.0
Nro. 80	0.18	0.0	0.0	100.0	0.0
Nro. 100	0.15	0.0	0.0	100.0	0.0
Nro. 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
FONDO	-	0.0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		774.1	100.0		



COEFICIENTES

D10 = 0.65
 D30 = 0.95
 D60 = 1.30
 D90 = 1.70
 Cu = 2.00
 Cc = 1.07

FRACCIONES

GRAVA : 0.00%
 ARENA : 100.00%
 FINOS : 0.00%

Clasificación SUCS : **SP**

Arena pobremente gradada, ningún fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
TECNICA DE INVESTIGACION: CALICATA
UBICACIÓN :
LUGAR: PTAP VIRGEN DE CHAPI
DISTRITO: YAURI
PROVINCIA: ESPINAR
REGION: CUSCO
PROFUNDIDAD: 3.50 M
NIVEL DE REFERENCIA: NIVEL NATURAL DE TERRENO
NIVEL FREATICO: NO ENCONTRADO

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Profundidad (m)	Estrato	SÍMBOLO		PRINCIPALES PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	FOTO
		SUCS	GRÁFICO			
0.00	Talud	SC		f > 12% LL = 38.2% IP = 16.8% $\gamma = 1.49 \text{ tnf/m}^3$ $\omega = 4.4\%$ Gs = 2.61	Arena arcillosa de color café claro, con presencia de piedras angular de 5mm de diámetro.	
2.80				f > 12% LL = 31.6% IP = 13.4% $\gamma = 1.50 \text{ tnf/m}^3$ $\omega = 4.9\%$ Gs = 2.49	Arena arcillosa de color café oscuro, con presencia de cantos rodados de 2mm de diámetro, y presencia de raíces.	
3.50	Cimentación	SC		f > 12% LL = 31.6% IP = 13.4% $\gamma = 1.50 \text{ tnf/m}^3$ $\omega = 4.9\%$ Gs = 2.49	Arena arcillosa de color café oscuro, con presencia de cantos rodados de 2mm de diámetro, y presencia de raíces.	

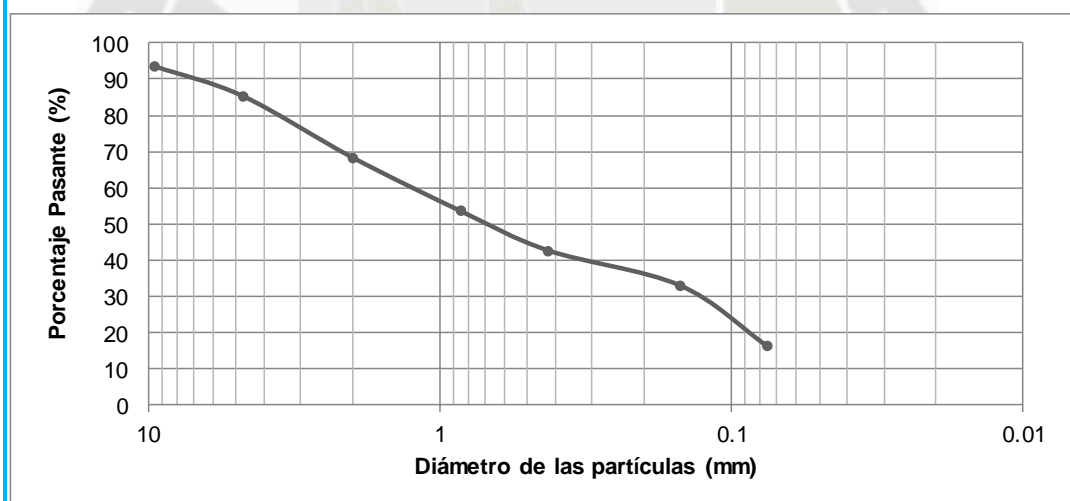


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA ASTM D422 y AASHTO T-27)

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
MUESTRA: ESTRATO CORRESPONDIENTE AL TALUD

Tamices	Diámetro (mm)	Peso Retenido (grf)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
3/8"	9.5	48.3	6.5	6.5	93.5
Nro. 4	4.75	60.9	8.2	14.6	85.4
Nro. 10	2	126.3	16.9	31.6	68.4
Nro. 20	0.85	110.4	14.8	46.4	53.6
Nro. 40	0.425	81.4	10.9	57.3	42.7
Nro. 100	0.15	72.1	9.7	67.0	33.0
Nro. 200	0.075	125.7	16.9	83.8	16.2
FONDO	-	120.6	16.2	100.0	0.0
TOTAL		745.7	100.0		



Coeficientes	
D10 =	N/D
D30 =	0.13
D60 =	1.20
Cu =	N/D
Cc =	N/D

Fracciones	
Grava =	14.6%
Arena =	69.2%
Finos =	16.2%

Parámetros de clasificación	
Límite Líquido (LL)	38.2 %
Límite Plástico (LP)	21.4 %
Índice Plástico (IP)	16.8 %
Clasificación SUCS :	SC



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA ASTM D4318 y AASHTO T-89, T-90)

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
MUESTRA: ESTRATO CORRESPONDIENTE AL TALUD

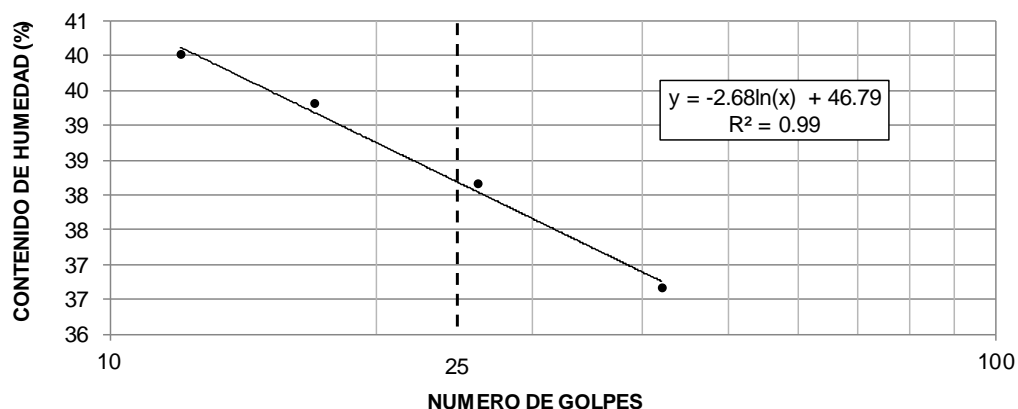
LIMITE PLÁSTICO

N° TARRO		1	2	3	
PESO DE TARRO	(grf)	27.9	27.1	27.7	
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(grf)	36.0	32.0	33.8	
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(grf)	34.5	31.2	32.7	
PESO DE AGUA	(grf)	1.5	0.8	1.1	
PESO DE SUELO SECO	(grf)	6.6	4.1	5.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.7	19.5	22.0	

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3	4
PESO DE TARRO	(grf)	27.0	27.6	26.9	27.0
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(grf)	50.8	51.7	53.7	51.6
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(grf)	44.0	44.9	46.3	45.0
PESO DE AGUA	(grf)	6.8	6.8	7.4	6.6
PESO DE SUELO SECO	(grf)	17.0	17.3	19.4	18.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.0	39.3	38.1	36.7
NUMERO DE GOLPES	()	12	17	26	42

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (LL)	38.2%
LIMITE PLÁSTICO (LP)	21.4%
INDICE PLÁSTICO (IP)	16.8%

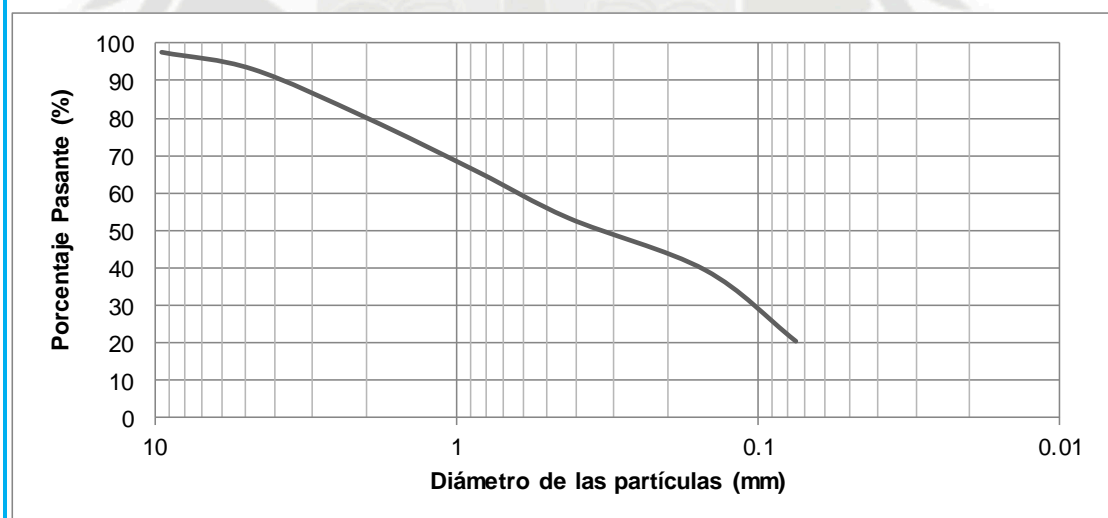


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA ASTM D422 y AASHTO T88)

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
MUESTRA: ESTRATO CORRESPONDIENTE A LA CIMENTACION

Tamices	Diámetro (mm)	Peso Retenido (grf)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
3/8"	9.5	18.1	2.4	2.4	97.6
Nro. 4	4.75	33.7	4.5	6.9	93.1
Nro. 10	2	96.5	12.9	19.8	80.2
Nro. 20	0.85	108.5	14.5	34.4	65.6
Nro. 40	0.425	92.2	12.3	46.7	53.3
Nro. 100	0.15	103.5	13.8	60.5	39.5
Nro. 200	0.075	142.1	19.0	79.5	20.5
FONDO	-	152.9	20.5	100.0	0.0
TOTAL		747.5	100.0		



Coeficientes	
D10 =	N/D
D30 =	0.10
D60 =	0.65
Cu =	N/D
Cc =	N/D

Fracciones	
Grava =	6.9%
Arena =	72.6%
Finos =	20.5%

Parámetros de clasificación	
Límite Líquido (LL)	31.6 %
Límite Plástico (LP)	18.1 %
Índice Plástico (IP)	13.4 %
Clasificación SUCS :	SC



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA ASTM D4318 y AASHTO T-89, T-90)

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
MUESTRA: ESTRATO CORRESPONDIENTE A LA CIMENTACION

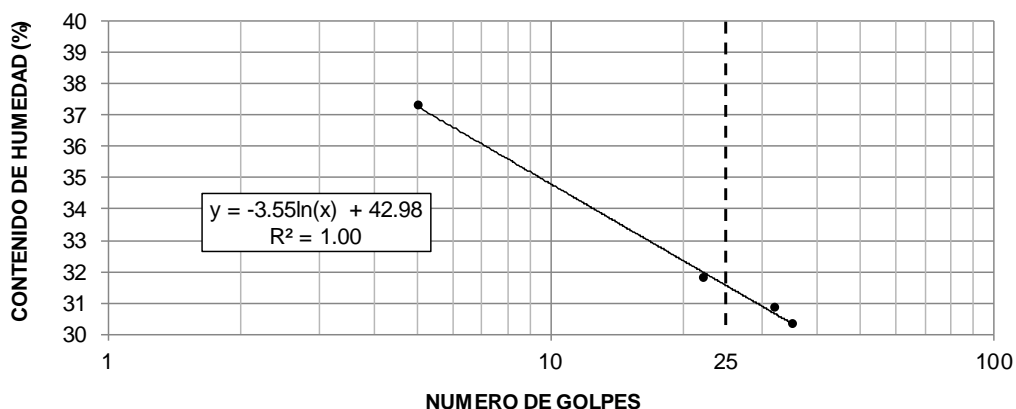
LIMITE PLÁSTICO

N° TARRO		1	2	3	
PESO DE TARRO	(grf)	26.6	26.9	26.3	
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(grf)	34.0	35.7	32.3	
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(grf)	32.8	34.4	31.4	
PESO DE AGUA	(grf)	1.2	1.3	0.9	
PESO DE SUELO SECO	(grf)	6.2	7.5	5.1	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.4	17.3	17.6	

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3	4
PESO DE TARRO	(grf)	27.8	27.3	27.0	27.2
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(grf)	62.4	58.8	57.1	64.6
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(grf)	53.0	51.2	50.0	55.9
PESO DE AGUA	(grf)	9.4	7.6	7.1	8.7
PESO DE SUELO SECO	(grf)	25.2	23.9	23.0	28.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.3	31.8	30.9	30.3
NUMERO DE GOLPES	()	5	22	32	35

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (LL)	31.6%
LIMITE PLÁSTICO (LP)	18.1%
INDICE PLÁSTICO (IP)	13.4%



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO					
PESO ESPECIFICO					
METODO DE LA PARAFINA					
REALIZADO POR:		BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES			
TESIS:		"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".			
MUESTRA:		ESTRATOS CORRESPONDIENTES A LA CALICATA			
<u>Peso específico de la parafina:</u>					
N° Ensayo	a (cm)	b (cm)	c (cm)	Peso (grf)	Peso específico (grf/cm ³)
1	3.55	3.35	2.25	24.80	0.93
2	3.50	3.05	1.70	17.10	0.94
				Y_{prom} =	0.93
<u>Suelo de Talud:</u>					
Peso de Probeta + Agua (1000 ml) =		1832.36 grf			
Ensayo	Peso de muestra (grf)	Muestra parafinada (grf)	Probeta + Muestra parafinada + Agua (1000 ml)	Peso específico (grf/cm ³)	
1	80.62	99.11	1859.04	1.53	
2	89.48	104.30	1860.29	1.48	
3	58.61	68.88	1850.89	1.49	
				Y_{prom} =	1.50
<u>Suelo de Cimentación:</u>					
Peso de Probeta + Agua (1000 ml) =		1832.36 grf			
Ensayo	Peso de muestra (grf)	Muestra parafinada (grf)	Probeta + Muestra parafinada + Agua (1000 ml)	Peso específico (grf/cm ³)	
1	84.92	95.20	1860.86	1.52	
2	101.23	117.73	1863.88	1.48	
3	76.46	91.39	1855.75	1.47	
				Y_{prom} =	1.49



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE HUMEDAD
(NORMA ASTM D2216, MTC E-108)

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
MUESTRA: ESTRATOS CORRESPONDIENTES A LA CALICATA

Suelo de Talud:

Contenido de Humedad

N° TARRO		1	2	3
PESO DE TARRO	(grf)	27.5	27.3	26.4
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(grf)	104.5	106.7	104.7
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(grf)	101.0	103.5	101.5
PESO DE AGUA	(grf)	3.5	3.2	3.2
PESO DE SUELO SECO	(grf)	73.5	76.2	75.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.8	4.2	4.3
			$\omega_{PROM} =$	4.4 %

Suelo de Cimentación:

Contenido de Humedad

N° TARRO		1	2	3
PESO DE TARRO	(grf)	26.3	26.8	26.6
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(grf)	104.4	104.3	108.9
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(grf)	100.0	101.0	105.5
PESO DE AGUA	(grf)	4.4	3.3	3.4
PESO DE SUELO SECO	(grf)	73.7	74.2	78.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	6.0	4.4	4.3
			$\omega_{PROM} =$	4.9 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO
(NORMA AASTHO T100 - ASTM D854)**

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
MUESTRA: ESTRATOS CORRESPONDIENTES A LA CALICATA

Gravedad específica

Descripción del estrato	Talud	Cimentación
Peso de la muestra seca (grf)	109.0	105.7
Peso de la fiola + agua hasta la marca de 500 ml (grf)	1327.8	1048.4
Peso de la fiola + suelo + agua hasta la marca de 500 ml (grf)	1395.0	1111.6
Gravedad Específica	2.61	2.49



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(Norma ASTM D3080 - AASHTO T236)

REALIZADO POR: BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES
TESIS: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".
MUESTRA: ESTRATO CORRESPONDIENTE AL TALUD

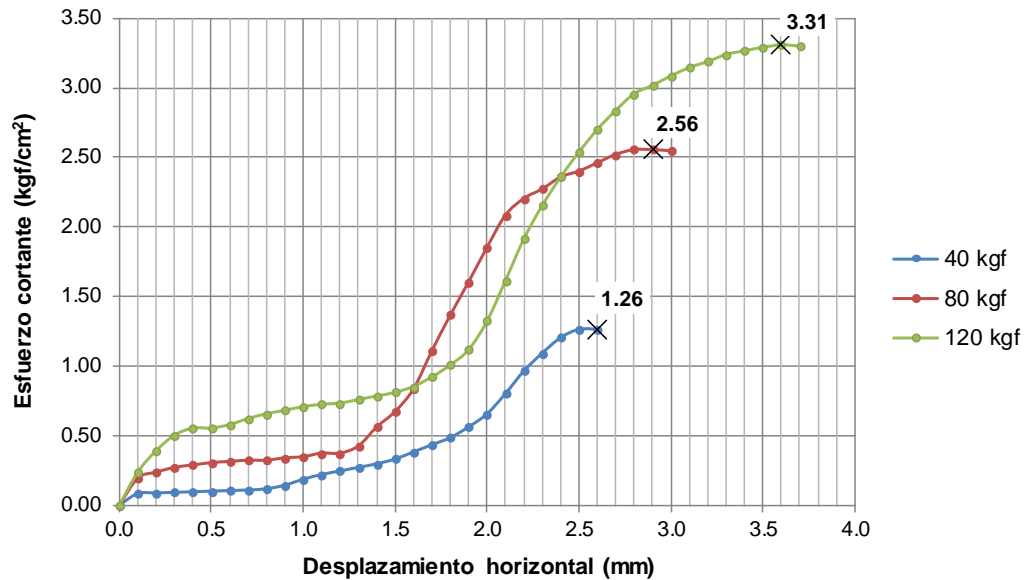
Dimensiones de la caja de corte: 6cm x 6cm x 2.8 cm Área: 36.0 cm²
 Velocidad de carga: 1 mm/min

Peso	40 kgf			80 kgf			120 kgf		
	Lectura Dial (LD)	T = f(LD)	τ (kgf/cm ²)	Lectura Dial (LD)	T = f(LD)	τ (kgf/cm ²)	Lectura Dial (LD)	T = f(LD)	τ (kgf/cm ²)
0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00
0.1	4.0	3.0	0.08	17.0	7.0	0.19	22.0	8.5	0.24
0.2	4.5	3.1	0.09	22.0	8.5	0.24	40.0	14.1	0.39
0.3	5.0	3.3	0.09	26.0	9.8	0.27	53.0	18.1	0.50
0.4	5.5	3.4	0.10	28.0	10.4	0.29	59.0	19.9	0.55
0.5	6.0	3.6	0.10	30.0	11.0	0.31	59.0	19.9	0.55
0.6	6.5	3.8	0.10	31.0	11.3	0.31	62.0	20.9	0.58
0.7	7.0	3.9	0.11	32.0	11.6	0.32	67.0	22.4	0.62
0.8	8.0	4.2	0.12	32.0	11.6	0.32	71.0	23.6	0.66
0.9	11.0	5.1	0.14	34.0	12.2	0.34	74.0	24.5	0.68
1.0	16.0	6.7	0.19	35.0	12.5	0.35	77.0	25.5	0.71
1.1	20.0	7.9	0.22	38.0	13.5	0.37	79.0	26.1	0.72
1.2	23.0	8.8	0.25	38.0	13.5	0.37	80.0	26.4	0.73
1.3	26.0	9.8	0.27	44.0	15.3	0.43	83.0	27.3	0.76
1.4	29.0	10.7	0.30	60.0	20.2	0.56	86.0	28.2	0.78
1.5	33.0	11.9	0.33	73.0	24.2	0.67	89.0	29.2	0.81
1.6	39.0	13.8	0.38	92.0	30.1	0.84	94.0	30.7	0.85
1.7	45.0	15.6	0.43	124.0	39.9	1.11	102.0	33.2	0.92
1.8	51.0	17.5	0.49	154.0	49.2	1.37	112.0	36.3	1.01
1.9	60.0	20.2	0.56	182.0	57.8	1.61	125.0	40.3	1.12
2.0	71.0	23.6	0.66	211.0	66.7	1.85	149.0	47.6	1.32
2.1	88.0	28.9	0.80	238.0	75.1	2.08	183.0	58.1	1.61
2.2	107.0	34.7	0.96	252.0	79.4	2.20	218.0	68.9	1.91
2.3	122.0	39.3	1.09	260.0	81.8	2.27	246.0	77.5	2.15
2.4	135.0	43.3	1.20	270.0	84.9	2.36	270.0	84.9	2.36
2.5	142.0	45.5	1.26	275.0	86.5	2.40	291.0	91.4	2.54
2.6	142.0	45.5	1.26	282.0	88.6	2.46	310.0	97.2	2.70
2.7				289.0	90.8	2.52	326.0	102.2	2.84
2.8				293.0	92.0	2.56	340.0	106.5	2.96
2.9				293.0	92.0	2.56	347.0	108.6	3.02
3.0				292.0	91.7	2.55	355.0	111.1	3.09
3.1							362.0	113.3	3.15
3.2							367.0	114.8	3.19
3.3							373.0	116.6	3.24
3.4							376.0	117.6	3.27
3.5							379.0	118.5	3.29
3.6							381.0	119.1	3.31
3.7							380.0	118.8	3.30
3.8									



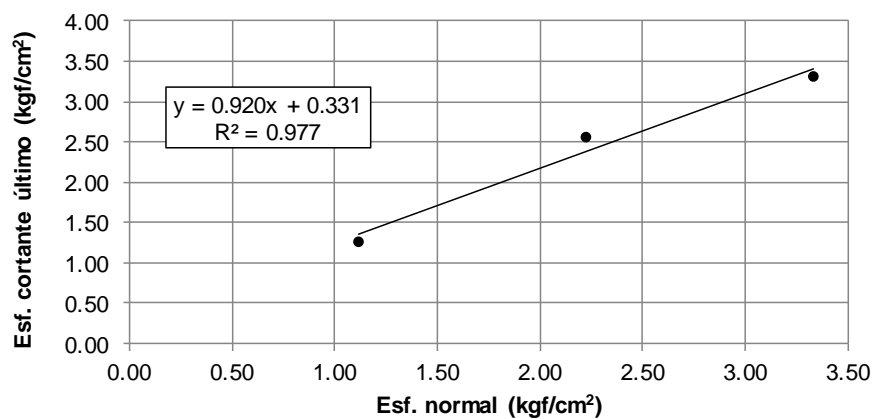
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Gráfico Esfuerzo - Deformación



Peso (kgf)	40	80	120
σ_n (kgf/cm ²)	1.11	2.22	3.33
τ_u (kgf/cm ²)	1.26	2.56	3.31


Envolvente de falla



Ángulo de fricción interna (ϕ) :	42.6 °
Cohesión (c) :	0.33 kgf/cm ²

OBSERVACIONES: - El ensayo se hizo con muestra inalterada.

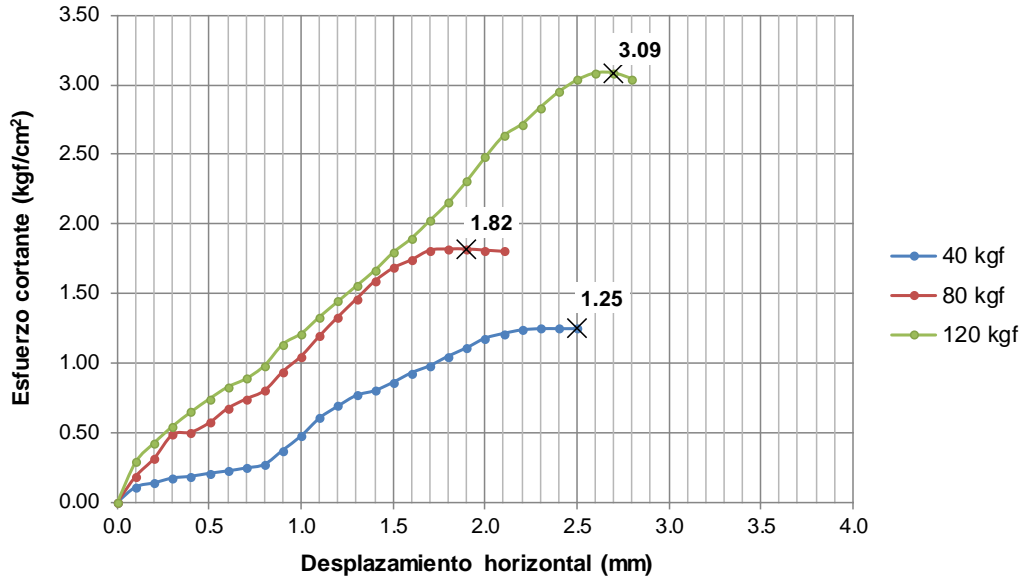


 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO										
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (Norma ASTM D3080 - AASHTO T236)										
REALIZADO POR:		BACH. RODRIGO LUIS DUEÑAS CORRALES								
TESIS:		"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO".								
MUESTRA:		ESTRATO CORRESPONDIENTE A LA CIMENTACION								
Dimensiones de la caja de corte:				6cm x 6cm x 2.8 cm			Área:		36.0 cm ²	
Velocidad de carga:				1 mm/min						
Peso	40 kgf			80 kgf			120 kgf			
	Lectura Dial (LD)	T = f(LD)	τ (kgf/cm ²)	Lectura Dial (LD)	T = f(LD)	τ (kgf/cm ²)	Lectura Dial (LD)	T = f(LD)	τ (kgf/cm ²)	
δ _H (mm)										
0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	
0.1	7.0	3.9	0.11	16.0	6.7	0.19	28.0	10.4	0.29	
0.2	10.5	5.0	0.14	31.0	11.3	0.31	44.0	15.3	0.43	
0.3	14.5	6.2	0.17	51.0	17.5	0.49	58.0	19.6	0.54	
0.4	16.0	6.7	0.19	53.0	18.1	0.50	70.0	23.3	0.65	
0.5	18.5	7.5	0.21	61.0	20.5	0.57	81.0	26.7	0.74	
0.6	20.5	8.1	0.22	73.0	24.2	0.67	91.0	29.8	0.83	
0.7	23.0	8.8	0.25	81.0	26.7	0.74	98.0	31.9	0.89	
0.8	26.0	9.8	0.27	88.0	28.9	0.80	109.0	35.3	0.98	
0.9	38.0	13.5	0.37	104.0	33.8	0.94	127.0	40.9	1.14	
1.0	50.0	17.2	0.48	117.0	37.8	1.05	136.0	43.6	1.21	
1.1	65.0	21.8	0.60	134.0	43.0	1.20	150.0	48.0	1.33	
1.2	75.0	24.9	0.69	150.0	48.0	1.33	163.0	52.0	1.44	
1.3	84.0	27.6	0.77	165.0	52.6	1.46	176.0	56.0	1.55	
1.4	88.0	28.9	0.80	180.0	57.2	1.59	189.0	60.0	1.67	
1.5	95.0	31.0	0.86	191.0	60.6	1.68	204.0	64.6	1.79	
1.6	103.0	33.5	0.93	198.0	62.7	1.74	216.0	68.3	1.90	
1.7	109.0	35.3	0.98	206.0	65.2	1.81	231.0	72.9	2.03	
1.8	117.0	37.8	1.05	207.0	65.5	1.82	246.0	77.5	2.15	
1.9	124.0	39.9	1.11	207.0	65.5	1.82	264.0	83.1	2.31	
2.0	132.0	42.4	1.18	206.0	65.2	1.81	284.0	89.2	2.48	
2.1	136.0	43.6	1.21	205.0	64.9	1.80	302.0	94.8	2.63	
2.2	139.0	44.6	1.24				312.0	97.9	2.72	
2.3	140.0	44.9	1.25				326.0	102.2	2.84	
2.4	140.0	44.9	1.25				339.0	106.2	2.95	
2.5	140.0	44.9	1.25				349.0	109.2	3.03	
2.6							355.0	111.1	3.09	
2.7							355.0	111.1	3.09	
2.8							350.0	109.6	3.04	
2.9										
3.0										
3.1										
3.2										
3.3										
3.4										
3.5										



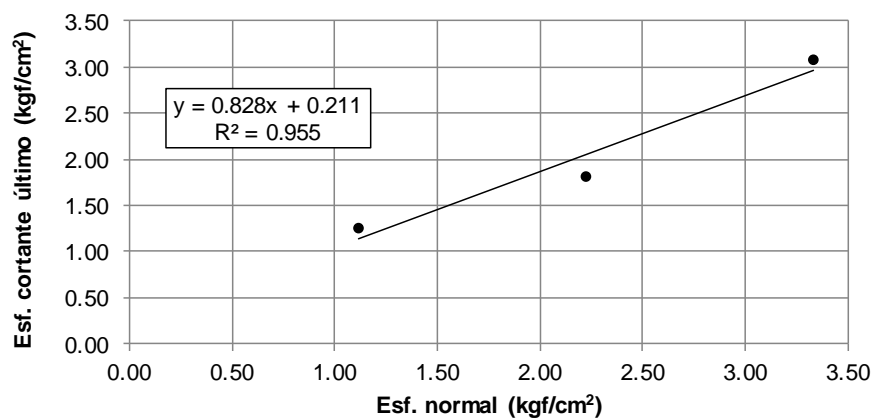
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Gráfico Esfuerzo - Deformación



Peso (kgf)	40	80	120
σ_n (kgf/cm ²)	1.11	2.22	3.33
τ_u (kgf/cm ²)	1.25	1.82	3.09

Envolvente de falla



Ángulo de fricción interna (ϕ) :	39.6 °
Cohesión (c) :	0.21 kgf/cm ²

OBSERVACIONES: - El ensayo se hizo con muestra inalterada.



6.4. Estudio hidrológico y balance hídrico

6.4.1. Objetivos y alcances del estudio

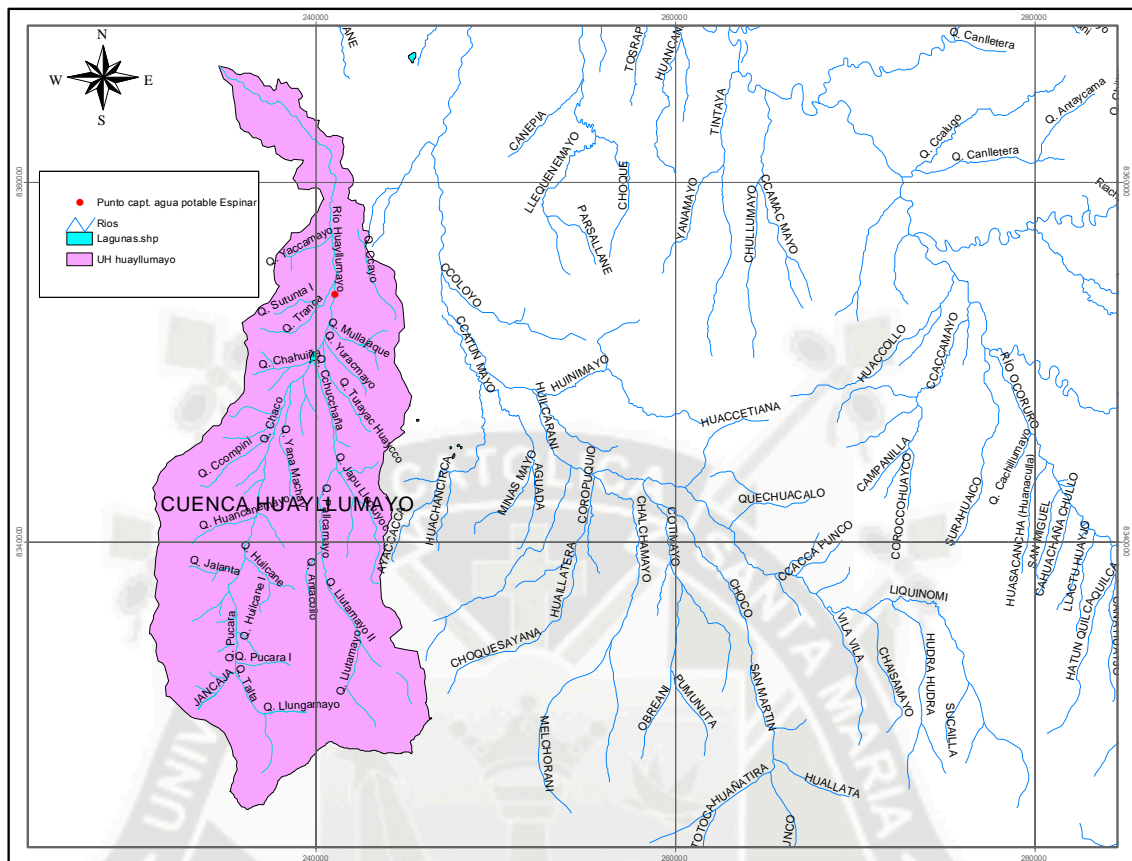
El presente estudio contiene un análisis de la oferta y demanda de la unidad hidrográfica de Huayllumayo, así como los caudales medios del río Apurímac registrados en la estación de aforo de Angostura; tomando como referencia los resultados del estudio de “Balance Hídrico de las Sub Cuencas de los Ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo” elaborado por (Autoridad Nacional del Agua, 2014).

6.4.2. Unidad hidrográfica del río Huayllumayo

La UH Huayllumayo es una unidad hidrográfica independiente de la subcuenca del río Salado, tiene una superficie de 143.66 km² y 30.04 km de longitud del cauce principal. Presenta una pendiente media de 25.92%, una altitud máxima de 4,989.0 msnm y una mínima de 3,875.0 msnm.

Tienen su origen en la cabecera de la divisoria de aguas con la cuenca del río Coata. El río Huayllumayo se forma después de la confluencia de los ríos Chaco y Chucchana. La hidrografía se muestra en la Figura N° 6.1.

La mayor parte de la UH Huayllumayo tiene cobertura vegetal propia de la zona alto andina conformado por pastizales y la paja brava de la puna, la flora y fauna es mínima. La principal actividad de los pobladores de esta zona (parte baja de la UH Huayllumayo) es la actividad pecuaria, con el aprovechamiento de la disponibilidad hídrica del río Apurímac.



Fuente: Balance Hídrico de las Subcuencas de los ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo, pág. 60

Figura 6.1. Hidrografía UH Huayllumayo

En la parte alta de la UH Huayllumayo existe escasas de aguas superficiales, el aprovechamiento hídrico es mínimo, solamente se utiliza para uso poblacional de la ciudad de Yauri-Espinar, el cual es captado mediante una presa de barraje fijo sobre el cauce del rio Huayllumayo, ubicada a una altitud de 4,035 msnm. El caudal derivado es de 32 L/s, con licencia actual de uso según la Resolución Administrativa N° 157-2003-MINAG-GRC-DRAC/ATDRS del 07.11.2003.

6.4.3. Balance hídrico de la UH Huayllumayo

Oferta hídrica

La oferta hídrica en esta cuenca está representada por la precipitación propia sobre la unidad hidrográfica y por el almacenamiento de agua correspondiente



básicamente a lagunas naturales existente en la cabecera de esta Unidad. La confluencia de escorrentía de quebradas Llutamayo, Chucchaña, Pucara da origen al río Huayllumayo.

Demanda hídrica

En la UH Huayllumayo se ha identificado una sola captación de agua, que corresponde a la demanda hídrica poblacional de la localidad de Yauri, ubicado en la parte baja de la unidad hidrográfica. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica poblacional, que es de 32 L/s según autorización de uso de agua.

Demanda hídrica ecológica

Se ha identificado especies de flora y fauna acuática en el cauce de escorrentía de la UH Huayllumayo, por lo que se ha considerado un caudal ecológico utilizando las recomendaciones formuladas por la ANA de acuerdo al siguiente criterio: “Para cursos con caudales medios anuales menores o iguales a 20 m³/s, el caudal ecológico será como mínimo el 10% del caudal medio mensual para la época de avenida, y para la época de estiaje será de un 15% de caudal medio mensual”

Estado del balance hídrico

En el Cuadro N° 6.1, se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en el cauce de escorrentía al 75% de persistencia, así como la distribución de agua a nivel mensual con fines poblacionales de la localidad de Yauri.



Grafico N° 6.1: Balance hídrico a nivel de causas de escorrentía de la UH Huayllumayo al 75% de persistencia (punto de captación agua potable Yauri)

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera DP Yauri (m3/s)	2.165	2.845	1.601	0.625	0.22	0.142	0.118	0.118	0.141	0.212	0.282	0.898	0.781
Demanda Ecológica (m3/s)	0.163	0.163	0.163	0.163	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.163	0.083
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.002	2.682	1.438	0.462	0.194	0.116	0.092	0.092	0.115	0.186	0.256	0.735	0.697
Demanda Total hasta DP Yauri (m3/s)	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
Demanda Atendida (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Superávit (m3/s)	1.97	2.65	1.406	0.43	0.162	0.084	0.06	0.06	0.083	0.154	0.224	0.703	0.665
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

Fuente: Balance Hídrico de las Subcuencas de los ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo, pág. 307

Como se observa, existe un superávit en el balance hídrico del río Huayllumayo, la misma que en los meses más secos (julio y agosto) es de 60 L/s. La represa existente se comporta como una bocatoma de barraje fijo, y no necesita regular el volumen. No obstante, la represa no puede ser intervenida para captar mayor caudal, debido a que se encuentra en mal estado estructural y no presenta una descarga de fondo para limpiar los sedimentos, ni válvulas de regulación.

Esta fuente puede ser utilizada como alternativa para un futuro proyecto de abastecimiento, considerando que para el año 2050 la demanda aproximada será de 100 l/s, por lo que necesitará un presa de regulación. La calidad de la fuente es adecuada para aplicar una tecnología de filtración directa³¹ descendente teniendo en cuenta su calidad.

6.4.4. Hidrografía y caudal del río Apurímac

El río Apurímac nace en la confluencia de varias quebradas que escurren a la laguna Hurahuarco, las aguas que fluyen de esta se unen con el río Huancané,

³¹ Tecnología recomendada en base a la caracterización de la fuente y el cuadro 3.2. Límites de calidad del agua para plantas de filtración directa de (Barrenechea, Vargas, & Maldonado, Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual I: Teoría, 2008, pág. 113).

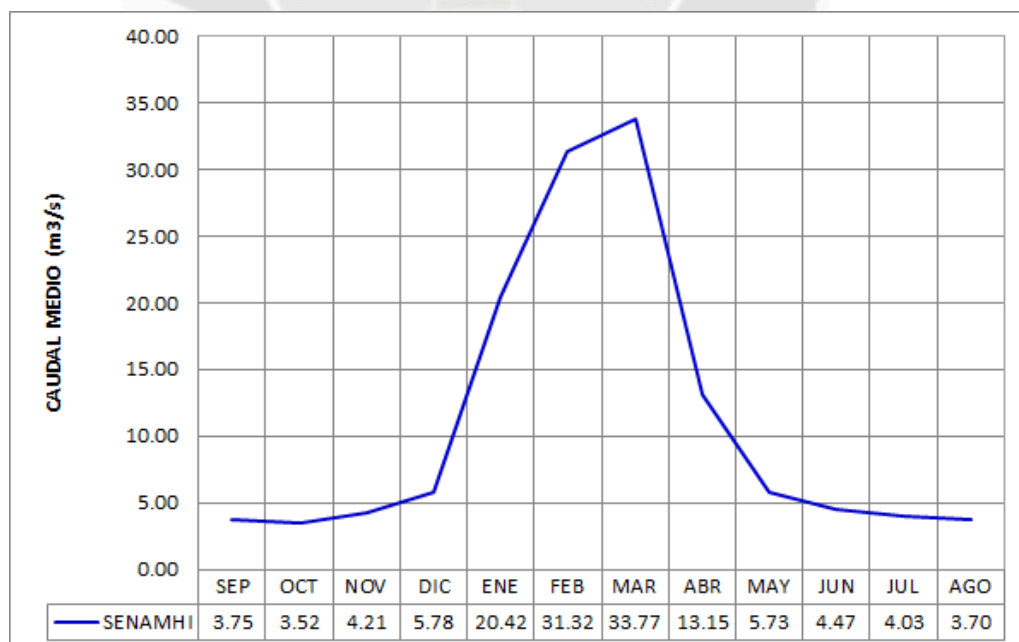


recibiendo aguas abajo aportes de varias quebradas; a la altura de la estación hidrométrica Quebrada Angostura, se une con el río Hornillos el que tiene su origen en los nevados Mismi, Surihuire y Culluncuya.

La información para el estudio realizado por el ANA, corresponde a los caudales históricos registrados en forma dispersa durante el periodo 1962-1984 y 1996 de la estación hidrométrica de La Angostura, que se encuentra ubicada en el distrito de Caylloma, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, sobre el río Apurímac, a una altitud de 4,150 msnm.

De acuerdo al este estudio, se tiene un caudal histórico promedio anual de 11.15 m³/s. En el mes de marzo se registra el mayor caudal medio de 33.77 m³/s, y en el mes de octubre se registra el caudal más bajo de 3.52 m³/s, como puede observarse en el Grafico N° 6.2.

Grafico N° 6.2: Caudal medio mensual del río Apurímac (m³/s) – Estación Angostura

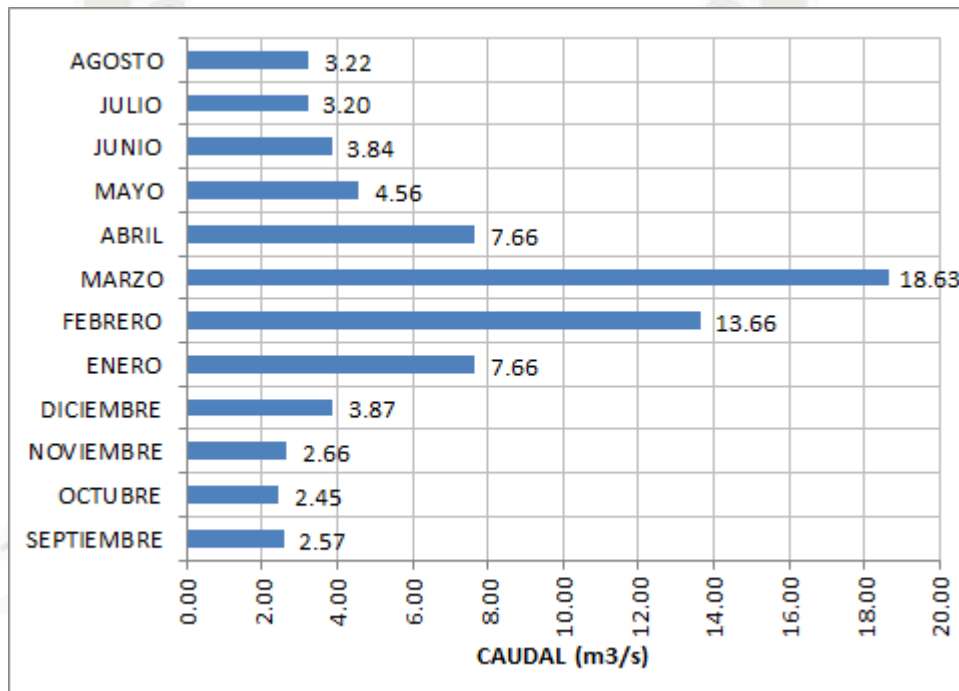


Fuente: Balance Hídrico de las Subcuencas de los ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo, pág. 211



En base al registro de caudal histórico promedio mensual se obtuvo el módulo de caudal al 75% de persistencia. Los valores se muestran en el Grafico N° 6.3.

Grafico N° 6.3: Caudal medio mensual del río Apurímac (m³/s) – Estación La Angostura Persistencia del 75%



Fuente: Balance Hídrico de las Subcuencas de los ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo, pág. 212

De acuerdo con el gráfico de los caudales medios mensuales al 75% de persistencia, podemos ver que en los meses de lluvia (enero – abril), se presentan los mayores caudales, siendo el máximo en el mes de marzo con 18.63 m³/s. En la época de estiaje (agosto – noviembre), el caudal medio se reduce hasta un mínimo de 2.45 m³/s en el mes de octubre. Al respecto, se debe mencionar que podría existir un déficit del recurso en la época de estiaje, ya que la bocatoma de captación que abastece al sistema por bombeo está diseñada para captar un caudal de 2.00 m³/s. Esto se puede solucionar regulando el caudal mediante una obra de embalse aguas arriba.



CAPÍTULO 7: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente estudio de impacto ambiental pertenece a la Categoría I (DIA), debido a que la ejecución del proyecto, no involucra potenciales impactos ambientales y sociales significativos, siendo el desarrollo el siguiente:

7.1. Datos generales

Nombre del proyecto

"Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Espinar, Provincia de Espinar - Cusco"

Objetivo general del proyecto

Evaluar la operatividad y eficiencia de la planta de tratamiento de agua potable de tecnología convencional, y plantear la alternativa más adecuada para su mejoramiento; asegurando la eficiencia de su funcionamiento, operación y mantenimiento, de tal manera que el agua producida sea suficiente en cantidad, y cumpla con las normas de calidad del agua de consumo.

Ubicación geográfica

La localidad de Yauri, pertenece al distrito de Espinar, provincia de Espinar. Geográficamente está ubicada en zona frígida, se encuentra en el piso ecológico puna a una altitud de 3930 msnm.

Marco legal

El presente estudio se enmarca en los siguientes dispositivos legales:

- ❖ Ley N° 288611, Ley General del Ambiente.



- ❖ Ley N° 27746, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ❖ DS N° 019-2009-MINAN, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ❖ Legislación Aplicable al Uso de Materiales de Construcción (Ley N° 26737)

7.2. Descripción del proyecto

El proyecto corresponde a la evaluación y mejoramiento de la PTAP de la localidad de Yauri-Espinar, que involucra a los procesos de coagulación, mezcla rápida, floculación, sedimentación y filtración, siendo los principales trabajos a realizar en cada uno de los procesos los siguientes:

7.2.1. Sistema de dosificación

Se mejorara el sistema de dosificación mediante la puesta en operación de 02 tanques de polietileno de 1100 existentes, donde se prepararan las soluciones de sulfato de aluminio y cal. La dosificación se hará mediante bombas dosificadoras tipo diafragma con capacidad de 0 – 400 L/h.

Dado que la preparación de las soluciones de coagulantes requieren de agua tratada; desde la cámara de agua filtrada se instalara una red de agua con tubería PVC SAP impulsada por 01 electrobomba, la que alimentará a un tanque de polietileno de 2500 litros ubicado en la losa de techo de la sala de dosificación.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- ❖ Instalación de 3 ml de tubería PVC SAP ϕ 2", para succión.
- ❖ Instalación de 99 ml de tubería PVC SAP ϕ 1", para impulsión y red.
- ❖ Instalación de 15 ml de tubería PVC SAP ϕ 3/4", para agua de dilución.
- ❖ Instalación de 01 electrobomba de 1.00 HP



- ❖ Instalación de 02 bombas dosificadoras tipo diafragma con capacidad de dosificación de 0 - 400 L/hora para sulfato y cal.
- ❖ Instalación de 01 tanque de polietileno de 2500 L, que servirá como tanque elevado.
- ❖ Instalación de 01 tablero eléctrico para habilitar 02 retro mezcladores de solución existentes (cal y sulfato).
- ❖ Instalación de 01 dispositivo de carga constante para control del agua de dilución.
- ❖ Instalación de válvulas y accesorios para todos los procesos.

7.2.2. Mezcla rápida

La canaleta Parshall existente, utilizada como elemento de mezcla rápida, tiene deficiencias en la formación del resalto hidráulico, necesario para producir una mezcla instantánea y homogénea, debido a que aguas abajo de la canaleta se produce un régimen supercrítico y el tirante que se genera no corresponde al tirante conjugado del resalto.

Para corregir esta situación, se hará un relleno o vaciado de concreto de 10 cm de espesor promedio en el canal existente inmediatamente después de la canaleta Parshall, según se detalla en planos.

Se ejecutaran los siguientes trabajos:

- ❖ Picado de 5.50 m² de fondo de canal de concreto.
- ❖ Vaciado de 5.50 m² de concreto simple $F'c = 175 \text{ k/cm}^2$ de 10 cm de espesor promedio en fondo de canal.

7.2.3. Floculación

El tiempo de retención del floculador en las condiciones actuales de funcionamiento es de 15 minutos. Este tiempo resulta alejado de las



recomendaciones para el funcionamiento eficiente de estas unidades (20 a 40 minutos). Por otra parte, el tiempo de retención óptimo hallado en las pruebas de jarras es de 21 minutos, por lo que se tratara que floculador actual tenga un tiempo de retención próximo al óptimo, la que se lograra mediante una ampliación del primer compartimiento del floculador.

Así mismo, se reemplazarán la totalidad de las pantallas floculadoras de policarbonato existentes, por encontrarse deterioradas.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- ❖ Colocación de 90 pantallas de fibra de vidrio de 0.85 x 2.00 m y 6 cm de espesor.
- ❖ Construcción de 7.20 ml de canal floculador, de 0.85 m de ancho y 2.60 m de altura promedio, con fondo y muros de concreto armado según diseño.

7.2.4. Decantación

Las tres unidades de decantación de flujo horizontal existentes, resultan ineficientes para las actuales condiciones de funcionamiento (95 L/s de caudal de operación), debido a sus bajas tasas de decantación (29 m³/m².día). Para mejorar esta situación, se colocaran paneles sedimentadores de vinilona reforzadas, que incrementaran esta tasa hasta 100 m³/m².dia. Las placas se colocaran espaciadas cada 14 cm, e inclinadas en ángulo de 60°, según diseño.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- ❖ Instalación de 225 paneles de vinilona de 1.10 x 1.40 m en promedio.
- ❖ Construcción de 03 muros divisorios de concreto armado de 1.30 m de alto por 11.50 m de largo, y 0.20 m de espesor, uno en cada decantador, que permitirán la colocación de los paneles, según diseño.



- ❖ Construcción de 10.50 ml de canal de repartición, de 0.68 m de ancho y 1.00 m de altura promedio, con fondo y muros de concreto armado según diseño.
- ❖ Construcción de 03 tabiques de concreto armado de 3.10 m de ancho, 3.00 m de alto y 0.25 m de espesor, en reemplazo de pantalla perforada al ingreso.
- ❖ Instalación de 135 ml de tubería PVC SAP de 450 mm de diámetro con perforaciones de ϕ 3", para distribución de agua floculada.
- ❖ Instalación de 58 ml de tubería PVC SAP de 160 mm de diámetro con perforaciones de ϕ 3/4", para recolección de agua sedimentada.
- ❖ Instalación de 03 canaletas metálicas para recolección de agua sedimentada, de 0.30x0.50 m de sección y 11.50 m de largo.

7.2.5. Filtración

La batería de 04 de filtros rápidos, resultan ineficientes para las actuales condiciones de funcionamiento (95 L/s de caudal de operación), debido a sus bajas tasas de filtración (120 m³/m².dia) por tener solo lecho de arena. Para mejorar esta situación, se plantea el cambio del lecho existente a dos tipos de lecho filtrante, de antracita y arena, con lo que la tasa de filtración se incrementara a 270 m³/m².dia en promedio. La nueva altura del lecho filtrante será de 65 cm, de los cuales 45 cm será de antracita colocada en la parte superior y 20 cm de arena en la parte inferior.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- ❖ Colocación de 14.30 m³ de lecho de antracita, h = 0.45 m.
- ❖ Colocación de 6.30 m³ de lecho de arena cuarzosa, h = 0.20 m.
- ❖ Colocación de 01 vertederos metálicos rectangular de 0.50x0.90 m, para el control de niveles operación y lavado de los filtros.



7.3. Línea base ambiental

7.3.1. Caracterización del área de influencia del estudio

Área de influencia directa ambiental.- El área de influencia directa ambiental, corresponde al área donde actualmente opera la planta de tratamiento de agua potable, ubicado en el sector "Virgen de Chapi", con una superficie de 0.4 Has ó 3966.00 m² y 253.00 ml de perímetro.

Área de influencia indirecta ambiental.- Esta área de influencia indirecta ambiental, se circunscribe a un radio de 100 m a la redonda de las instalaciones de la planta, en la que se incluyen caseríos, vías de acceso, terrenos de cultivo, flora y fauna existentes.

Áreas sensibles.- La zona donde se desarrolla el estudio, no presenta áreas sensibles o susceptibles de ser modificados significativamente cuando se ejecute o ponga en operación el proyecto.



AREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA DEL ESTUDIO



7.3.2. Medio físico

Clima y temperatura

El clima predominante de la localidad de Yauri-Espinar y de la zona en estudio, es de frío a frígido, con temperatura promedio que oscila entre 5.0°C y 9.2°C, mínima de -7.2°C (mes de junio) y máxima de 17.3°C (mes de noviembre). La precipitación mínima promedio es de 3.14 mm (mes de julio) y la máxima promedio de 175.2 mm (mes de enero).

Hidrología y calidad del agua

El curso superficial más importante en el área de estudio es el río Huayllumayo, con un caudal promedio anual de 780 L/s, que sin embargo, en época de estiaje (junio – agosto) es de 120 L/s en promedio. De este caudal se derivan 36 L/s con fines de uso poblacional hacia el distrito de Yauri.

Con La distancia a la PTAP es del orden de 2000 m, ubicándose la planta en cota más alta con relación al río (40 m de desnivel), por lo que no existen riesgos de inundación de la planta por crecidas del río.

La calidad del agua del río Huayllumayo, presenta niveles bajos de contaminación bacteriológica y orgánica, del orden de 2.2×10^1 NMP/100 ML de coliformes fecales y 4.70×10^1 NMP/100 ML de coliformes totales. En la cuenca aguas arriba de la planta no existe actividad humana ni minera considerable, que puedan contaminarlo sus aguas.

7.3.3. Medio biótico

Flora

Dentro del área de influencia directa del proyecto se observa el crecimiento de arbustos de poca altura que forman parte de la ornamentación de la planta, que



sin embargo no serán afectados con la intervención del proyecto. En el área de influencia indirecta, se observa una cobertura vegetal propia de la zona alto andina conformado por pastizales y la paja brava de la puna, la flora es casi inexistente.

Fauna

Dentro del área de influencia directa del proyecto no se ha observado ningún tipo de fauna que pueda ser afectado. En el área influencia indirecta y ocasionalmente avistadas por los pobladores se encuentra las siguientes especies: Zorro andino, venado de cola blanca, zarigüeya de orejas blancas, ratón campestre; dentro de las aves destacan el aguilucho o "huamancha", gavián cenizo, cernícalo, perdiz cordillerana o "llutu", fringilo pechiceno.

7.3.4. Medio socio-económico

Demografía

La principal actividad de los pobladores de esta zona es la actividad pecuaria, mediante la crianza de ganado ovino y auquénidos como la alpaca.

Dentro del área de influencia indirecta del proyecto se ubican 02 familias pertenecientes a la comunidad Alto Huarca, asentadas muy próximas a la planta, que sin embargo, han sido beneficiadas de alguna forma, puesto que prestan servicios de vigilancia y operación en la planta en forma permanente.

7.4. Caracterización de los impactos ambientales – Matriz Leopold

Para determinar los posibles impactos ambientales que puedan generarse por la ejecución del mantenimiento de la PTAP, en la fase construcción como en la de operación, se ha considerado dos etapas: una que identifique y clasifique



las acciones con efectos sobre el medio ambiente y otra de valoración y definición de los impactos.

Se procedió inicialmente, a la identificación de todas las alteraciones y riesgos ambientales probables para los distintos elementos del medio y sus variables más importantes. Para la valoración de los impactos se utilizó como herramienta la Matriz de Leopold.

7.4.1. Identificación de los impactos ambientales

Los impactos negativos y positivos identificados como consecuencia de la ejecución del proyecto, en las fases de construcción y operación son:

Calidad del aire.- Generación de polvo por el traslado de materiales a obra.

Ruido.- Contaminación sonora provocada por las actividades demolición, afecta principalmente a los trabajadores en la zona de trabajo.

Suelo.- El suelo circundante puede verse afectada por el inadecuado manejo de los lodos de lavado de filtros y sedimentadores.

Residuos sólidos.- Se originarán residuos sólidos y escombros como resultado de las demoliciones, así como restos de materiales de construcción y restos de alimentos si estos no son dispuestos oportunamente.

Medio biológico.- En general la estructura de hábitat no será afectada por el proyecto.

Flora y fauna.- Teniendo en consideración que el área en estudio se trata de una zona medianamente intervenida por la actividad humana, el impacto sobre la flora y fauna se limita al efecto generado en la fase de ejecución, lo cual no es significativo.



Bienestar de la población.- La ejecución del proyecto contribuirá a la mejora de la salud y calidad de vida de la población, la que se dará cuando la población reciba agua en cantidad y calidad suficientes en sus viviendas

Empleo.- Durante la ejecución de la obra y su funcionamiento, serán empleados trabajadores de la zona, produciendo una mejora en la economía local.

Comercio.- Las actividades de construcción favorecerán un mayor dinamismo de la actividad comercial a nivel del distrito.

7.4.2. Evaluación y valoración de los impactos ambientales

Para la evaluación y valoración de los impactos se utilizó como herramienta la Matriz de Leopold, que es un arreglo bidireccional de datos que relaciona los impactos directos ocasionados por las principales acciones del proyecto, sobre el ambiente en sus diferentes aspectos, cuantificando la magnitud e importancia de los daños y permitiendo obtener una visión global de la situación, considerando tres aspectos:

a) Valoración del riesgo

- (-) Si se considera perjudicial para el ambiente
- (+) Si se considera beneficioso para el ambiente

b) Magnitud del impacto

Se realiza una valoración cuantitativa de **1 a 10** para calificar la magnitud del impacto. La asignación es subjetiva por lo que requiere una explicación complementaria.



c) Gravedad del impacto

Se realiza una valoración cuantitativa de **1 a 10** para calificar la gravedad del impacto. La asignación también es subjetiva por lo que requiere una explicación complementaria.

Cuadro 7.1. Matriz de Leopold de valoración de los impactos del proyecto

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA VALORACION DE IMPACTOS											
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES											
2. CARACTERISTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE	INSTRUCCIONES		ACCIONES DEL PROYECTO	FASE DE CONSTRUCCION				FASE DE OPERACIÓN			EVALUACIONES
	1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto 2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto 3. Una vez completa la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrado con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto. 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada calificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadrado calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido). 4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadros suscritos con números superiores.			Movimiento de tierras	Transporte de materiales	Generación de residuos sólidos	Construcciones provisionales - demoliciones	Funcionamiento de la PTAP	Uso de productos químicos - desinfectantes y coagulante	Manejo de lodos de lavado de filtros y sedimentadores	
ELEMENTOS DEL MEDIO											
CARACTERIST. FISICAS Y QUIMICAS	TIERRA	Suelos			- 2 / 1			- 1 / 1	- 2 / 1	- 5 / 3	
		Superficial					- 3 / 2	- 2 / 1	- 5 / 3		
	ATMÓSFERA	Calidad del aire		- 3 / 2		- 2 / 2		- 2 / 1	- 7 / 5		
		Ruidos		- 3 / 2		- 2 / 2			- 5 / 4		
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	Arbustos	- 3 / 2						- 3 / 2		
	FAUNA	Pájaros (Aves)	- 1 / 1	- 2 / 1					- 3 / 2		
		Animales terrestres, incluido reptiles	- 1 / 1	- 2 / 2					- 3 / 3		
FACTORES SOCIO ECONOMICOS	Bienestar de la población						+ 6 / 7		+ 6 / 7		
	Empleo temporal		+ 2 / 2			+ 1 / 1			+ 3 / 3		
	Empleo permanente						+ 4 / 2		+ 4 / 2		
	Comercio local			+ 3 / 2				+ 1 / 1	+ 4 / 3		
EVALUACIONES			- 3 / 6	- 7 / 9	- 2 / 1	- 3 / 5	+ 10 / 9	- 3 / 4	- 6 / 3	- 14 / 37	

Del análisis de la matriz se deduce lo siguiente:



- El aire es el elemento ambiental del medio más impactado negativamente como consecuencia de la ejecución del proyecto (valoración -7/5), la que se refleja en la generación de polvo por el transporte de materiales en la etapa de ejecución, aunque este efecto es bastante temporal.
- Igualmente, el suelo y el agua superficial podrían verse afectados por un inadecuado manejo de los lodos de lavado de filtros y sedimentadores (valoración -5/3), esto en la etapa de operación de la planta. Sin embargo, estos impactos no son significativos.
- El impacto más importante del proyecto se genera en el campo socio-económico, que se refleja en el bienestar de la población los que serán beneficiados en la mejora de la salud y calidad de vida, en la etapa de operación y funcionamiento de la planta. En este campo se obtiene una valoración de +6/7.

7.5. Estrategia de manejo ambiental

7.5.1. Plan de Manejo Ambiental

Comprende todas las medidas y acciones a implementarse, con el objeto de preservar las condiciones primigenias y naturales del medio ambiente y social del ámbito de influencia del proyecto en todas sus fases.

a) En la Fase de Construcción

- Las probabilidades de la ocurrencia de accidentes siempre están presentes, por lo que es necesario considerar las medidas pertinentes para evitarlos.
- Los ruidos y polvo generados como producto del traslado de materiales obra, serán leves y temporales, son factibles de manejarlos tomando medidas básicas.



b) En la Fase de Operación

- Los posibles escapes de lodos del lavado de filtros y sedimentadores que pueden afectar el suelo y aguas superficiales, se evitará o minimizará con una adecuada operación y mantenimiento de la PTAP.

Cuadro 7.2. Medidas de mitigación de impactos

ETAPA	IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACION
CONSTRUCCION	Riesgos de accidentes de trabajo	Tomar maximas medidas de seguridad y contar con un equipos de primeros auxilios
	Generacion de polvo en la atmosfera	Para evitar el polvo se regara permanente el area de trabajo y del acceso vial en la zona. La generacion de polvo no sera significativo, ademas sera temporal.
OPERACIÓN	Posibles derrames de lodo de lavado de los filtros y sedimentadores que puedan afectar el suelo y aguas superficiales	Adecuada operación y mantenimiento de la PTAP. Monitoreo permanente de puntos vulnerables.



CAPÍTULO 8: PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRA

8.1. Costos y presupuestos

8.1.1. Metrados

Los metrados de las partidas a ejecutarse se han realizado en concordancia al Reglamento Nacional de Metrados, y se adjuntan en sección aparte.

8.1.2. Análisis de precios unitarios

Los análisis de precios unitarios se han realizado con precios de materiales incluidos IGV puestos en la ciudad de Cusco, al costo directo se le ha adicionado los gastos generales.

En cuanto a la mano de obra, se ha considerado los precios calculados por la Revista Costo de octubre del 2015, basado el "Acta Final de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2015-2016", en la que se incluyen los beneficios sociales, siendo los costos hora-hombre los siguientes:

- ❖ Operario: S/. 19.23 / HH
- ❖ Oficial: S/. 15.94 / HH
- ❖ Peón: S/. 14.33 / HH

Los análisis de precios unitarios se adjuntan en sección aparte.

8.1.3. Presupuesto y Fórmula polinómica

El presupuesto de obra y fórmula polinómica se han realiza con apoyo del software de costos y presupuestos S10, y se adjuntan en sección aparte.



8.1.4. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas se han realizado para cada una de las partidas a ser ejecutadas, las que son concordantes con su número de ítem, y se adjuntan en sección aparte.

8.2. Programación de obra

8.2.1. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica útil cuyo objetivo es el de mostrar el tiempo programado, las fechas de iniciación y terminación para las diferentes tareas o actividades a lo largo del tiempo total determinado.

Para la elaboración del diagrama de Gantt, se ha determinado primeramente los tiempos de duración de cada una de las partidas en función a los metrados y rendimientos, luego se ha graficado cada partida en función de su antecendencia y precedencia en el tiempo, para lograr finalmente el tiempo total de ejecución de obra.

8.2.2. Flujo de caja mensual

El flujo de caja mensual permite visualizar la disponibilidad o requerimiento presupuestal mensual para la ejecución de la obra. La importancia del flujo de caja es que permite, por ejemplo, anticiparnos a futuros déficit de efectivo y, de ese modo, poder tomar la decisión de buscar financiamiento oportunamente.



CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. El sistema de dosificación se ha mejorado con la instalación de un sistema de bombeo automático de agua filtrada para la preparación de soluciones, bombas dosificadoras para regular el caudal de solución, difusores que permitan la aplicación de la solución de forma distribuida y en el punto de mezcla del resalto, y una capacidad de los tanques de solución en concordancia a los parámetros óptimos de dosificación obtenidos de laboratorio y el caudal de operación actual.
2. El proceso de mezcla rápida se ha mejorado cambiando las condiciones hidráulicas a la salida de la canaleta Parshall, logrando un resalto óptimo con un tiempo de mezcla de 1.16 s y un gradiente de velocidad de 914 s^{-1} .
3. En el proceso de floculación, se ha aumentado el tiempo de retención de 14.6 min a 18 min, aproximándolo al tiempo óptimo. Las pantallas floculadoras se han cambiado por nuevas unidades de fibra de vidrio, y su distribución se ha modificado de acuerdo a los gradientes óptimos.
4. En el proceso de decantación, se ha incrementado la tasa de decantación aparente de $29 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$ a $100 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$ mediante la instalación de placas paralelas de vinilona, y se ha mejorado la distribución de caudal tanto al ingreso, como a lo largo de las unidades. Todas estas mejoras permitirán obtener un efluente menor a 2 UNT, lo que permitirá tener carreras de filtración más largas y mayor eficiencia en los filtros.



5. La eficiencia de los decantadores en las épocas de baja turbiedad se puede aumentar cambiando el mecanismo de coagulación al de barrido, pero es necesario realizar un adecuado ensayo de prueba de jarras para obtener las dosis óptimas de las sustancias.
6. En el proceso de filtración, se ha incrementado la tasa de filtración de 120 m³/m²-día a 270 m³/m²-día, mediante el cambio del medio filtrante a un lecho doble de arena y antracita de 0.65m de espesor. Todas estas acciones permitirán que el efluente producido por los filtros sea menor a 0.10 UNT, garantizando la ausencia de huevos de parásito.
7. Las características físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes de abastecimiento de agua de la represa Huayllumayo y Canal Apurímac, cumplen con los valores establecidos en el DS N°002-2008-MINAM, *Anexo I: "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua", Categoría 1: Poblacional y Recreacional - Aguas Superficiales Destinadas a la Producción de Agua Potable, Categoría 1- A2*; por lo que pueden ser usadas para consumo humano previo tratamiento.
8. La represa Huayllumayo se encuentra en mal estado estructural y no presenta una descarga de fondo para limpiar los sedimentos, ni válvulas de regulación, por lo que no puede ser intervenida para captar mayor caudal, aunque exista un superávit en el balance hídrico.
9. Incrementando el tiempo de bombeo del sistema de captación del río Apurímac a 16 horas, y considerando el aporte del sistema de Huayllumayo, se lograría ampliar el horizonte del proyecto hasta el año 2034 (19 años a partir del 2015).



RECOMENDACIONES:

- ❖ Considerar a la fuente de Huayllumayo como alternativa para el abastecimiento de la población de Yauri, en un proyecto de largo plazo con un horizonte de 25 a 30 años, mediante la rehabilitación o mejoramiento de la represa, aplicando una tecnología de filtración directa descendente, teniendo en cuenta la calidad física, química y bacteriológica de esta fuente.
- ❖ Establecer políticas para el cambio de redes antiguas, instalación de micro-medidores y educación sobre el uso racional del agua, de tal forma que las pérdidas en la red sean como máximo 20%.
- ❖ Rehabilitar el espacio disponible en la sala de dosificación para que pueda servir de almacenamiento de sustancias químicas, lo que también facilitará al operador la preparación de soluciones.
- ❖ Deshabilitar la captación artesanal de captación de lluvia instalada en la estación de bombeo, debido a que se encuentra expuesta a contaminación y no proporciona un caudal importante para fines de abastecimiento.
- ❖ Encimar la ventana de paso al cisterna de la estructura de salida del desarenador unos 0.20m por debajo del nivel de operación normal, para evitar que las partículas ya sedimentadas vuelvan a entrar en suspensión.



CAPÍTULO 10: PLANOS

LISTA DE PLANOS:

1. Planos del estado actual de la PTAP obtenidos del levantamiento
 - ❖ PT-01: Plano de distribución general: Planta de Tratamiento “Virgen de Chapi”
 - ❖ PT-02: PTAP de tecnología convencional: Planta General
 - ❖ PT-03: PTAP de tecnología convencional: Mezcla rápida – Floculador
 - ❖ PT-04: PTAP de tecnología convencional: Decantadores (1/2)
 - ❖ PT-05: PTAP de tecnología convencional: Decantadores (2/2)
 - ❖ PT-06: PTAP de tecnología convencional: Filtros rápidos (1/2)
 - ❖ PT-07: PTAP de tecnología convencional: Filtros rápidos (2/2)

2. Planos de la propuesta de mejoramiento de la PTAP
 - ❖ PM-01: Planta general de la PTAP
 - ❖ PM-02: Sistema de dosificación
 - ❖ PM-03: Mezcla rápida – Floculador
 - ❖ PM-04: Decantadores (1/3)
 - ❖ PM-05: Decantadores (2/3)
 - ❖ PM-06: Decantadores (3/3)
 - ❖ PM-07: Filtros rápidos

Se adjuntan en sección aparte.



CAPÍTULO 11: ANEXOS

1. Certificado de originalidad del proyecto otorgado por la Municipalidad Provincial de Espinar
2. Datos de monitoreo de parámetros físico-químicos de la PTAP realizados por la Municipalidad Provincial de Espinar durante el periodo 2015 - 2016.
3. Análisis granulométrico de antracita realizada por Filtermedia®
4. Informe de ensayo N° 0258-2015 realizado por el Laboratorio de Control Ambiental (sede Lince – Lima), de las muestras 01302 y 01303.
5. Informe de ensayo N° 0268-2015 realizado por el Laboratorio de Control Ambiental (sede La Molina – Lima), de las muestras 01338, 01339, 01340, 01341, 01342, 01343, 01344, 01345, 01346, 01347, 01348, 01349, 01350, 01351 y 01352.
6. Informe N°039-2014/LCCA/MRE/RSCCE – Análisis bacteriológicos de aguas de las muestras 070, 071, 072, 073, 074, 075, 076, 077, 078 y 079.

Se adjuntan en sección aparte.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:

- Arocha, S. (1978). *Abastecimientos de Agua: Teoría y Diseño*. Caracas, Venezuela: Vega.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Manual: Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico*. Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales, Lima.
- Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Inventario de Fuentes de Agua Superficial en las Subcuencas de los ríos Salado y Huayllumayo*. Espinar, Cusco.
- Autoridad Nacional del Agua. (2014). *Estudio Hidrológico - Proyecto: Balance Hídrico Superficial de las Subcuencas de los ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo*. Espinar, Cusco.
- Barrenechea, A., Vargas, L., & Maldonado, V. (2005). *Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual III: Evaluación de plantas de tecnología apropiada*. Lima.
- Barrenechea, A., Vargas, L., & Maldonado, V. (2008). *Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual I: Teoría*. Lima.
- Barrenechea, A., Vargas, L., & Maldonado, V. (2008). *Tratamiento de agua para consumo humano - Plantas de Filtración Rápida - Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada*. Lima.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2005). *Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores*. Lima.
- Chow, V. T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. (J. G. Saldarriaga, Trad.) Sanatafé, Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.



- Das, B. M. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. México D.F.: Cengage Learning.
- DIRESA. (2015). *Informe de Inspección Sanitaria Especializada del Sistema de Agua Potable del Distrito de Yauri, Provincia de Espinar*. DIRESA, Dirección de Salud Ambiental, Cusco.
- Gere, J. (2002). *Timoshenko: Resistencia de materiales* (Quinta ed.). España: Thomson.
- INEI. (2012). *Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población Total por Sexo de las Principales Ciudades, 2000-2015*. Boletín, Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales, Lima.
- Instituto de Manejo del Agua y Medio Ambiente. (2010). *Informe Final de Demanda Hídrica Actual y Futura en la Región Cusco en el marco del Programa de Adaptación al Cambio Climático Fase II y III - Nivel Regional*. Cusco.
- Saldarriaga, J. (2007). *Hidráulica de Tuberías: Abastecimiento de agua, redes, riegos*. Bogota D.C.: Alfaomega.

NORMAS DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES:

- ❖ OS.020 Plantas de tratamiento para consumo humano
- ❖ OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria
- ❖ E.020 Cargas
- ❖ E.060 Concreto armado



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

METRADOS

RESUMEN DE METRADOS

Partida	Descripción	Und	Total
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
1.01	OBRAS PROVISIONALES		
1.01.01	Cartel de identificación de obra	Glb	1.00
1.01.02	Almacén de obra	mes	2.00
1.01.03	Desvío de agua para filtración directa	Glb	1.00
1.02	REMOCIONES Y DEMOLICIONES EN CONCRETO		
1.02.01	Demoliciones en mezcla rápida concreto simple	m3	0.52
1.02.02	Demoliciones en floculador concreto armado	m3	2.48
1.02.03	Demoliciones en sedimentador concreto simple	m3	5.42
1.02.04	Demoliciones en sedimentador concreto armado	m3	11.12
1.02.05	Demoliciones en filtro concreto simple	m3	0.15
1.02.06	Remoción de válvula de desagüe del sedimentador Ø 6"	Un	3.00
1.02.07	Remoción de lecho filtrante y capa de soporte filtros	m3	30.10
2.00	MEJORAMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA		
2.01	SISTEMA DE DOSIFICACION (01 Unidad)		
2.01.01	Trazo y replanteo (Tub. Impulsión y red)	ml	120.00
2.01.02	Excavación manual en terreno compacto	m3	27.60
2.01.03	Relleno y apisonado de zanja	m3	27.60
2.01.04	Instalación de tubería PVC SAP 1" C/rosca	ml	99.00
2.01.05	Instalación de tubería PVC SAP 3/4" C/rosca	ml	15.00
2.01.06	Instalación de válvulas y accesorios en redes	Glb	1.00
2.01.07	Instalación de difusores de solución PVC c/ orificios	Glb	1.00
2.01.08	Instalación de tubería PVC SEL 3/4", inc. cable eléctrico N°12	ml	60.00
2.01.09	Instalación de tanque de polietileno de 2500 L p/ agua filtrada	Und	1.00
2.01.10	Instalación de dispositivo de carga constante 20 Lt	Und	1.00
2.01.11	Instalación de cabellete de fierro angular 2" p/ tanque	Und	1.00
2.01.12	Instalación de electrobomba automática 1.00 HP, inc. accesorios	Und	1.00
2.01.13	Instalación de bomba dosificadora 0 - 400 L/h, 0.5 HP	Und	2.00
2.02	SISTEMA DE MEZCLA RAPIDA (01 Unidad)		
2.02.01	Trazo y replanteo	m2	9.00
2.02.02	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m3	0.67
2.02.03	Tarrajeo con impermeabilizante	m3	5.45
2.03	SISTEMA DE FLOCULACION (01 Unidad)		
2.03.01	Trazo y replanteo	m2	24.00
2.03.02	Excavación manual en terreno compacto	m3	33.09
2.03.03	Eliminación de material excedente hasta D= 30m	m3	39.71
2.03.04	Solado de concreto f'c=100 kg/cm2, e=2"	m2	10.85
2.03.05	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	13.25
2.03.06	Concreto f'c = 175 kg/cm2 p/ pendiente de fondo	m3	3.50
2.03.07	Encofrado y Desencofrado.	m2	43.56
2.03.08	Acero de Refuerzo f'y=4200 kg/cm2 Grado 60	Kg.	1005.17
2.03.09	Pantallas de fibra de vidrio, E=6mm	m2	132.70
2.03.10	Instalación de carriles p/ pantallas 3/4" x 2mm	ml	225.00
2.03.11	Tarrajeo interior con impermeabilizante	m2	57.42
2.03.12	Tarrajeo en exteriores	m2	9.05
2.03.13	Pintado de muros exteriores	m2	9.05
2.04	SISTEMA DE SEDIMENTACION (03 Unidades)		
2.04.01	Trazo y replanteo	m2	189.75
2.04.02	Excavación manual en terreno compacto	m3	1.83
2.04.03	Relleno y compactado	m3	0.68
2.04.04	Eliminación de material excedente hasta D = 30m	m3	1.39
2.04.05	Solado de concreto f'c=100 kg/cm2, e=2"	m2	15.07
2.04.06	Concreto f'c = 140 kg/cm2 para relleno	m3	2.93
2.04.07	Concreto f'c = 210 Kg/cm2	m3	26.33
2.04.08	Encofrado y Desencofrado	m2	232.71
2.04.09	Acero de Refuerzo f'y=4200 kg/cm2 Grado 60	Kg.	2399.02
2.04.10	Inst. de paneles de vinilona 1.60mx1.15m E=0.57mm, inc. perfiles de aluminio	Und.	450.00

RESUMEN DE METRADOS

Partida	Descripción	Und	Total
TESIS EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO			
2.04.11	Inst. tubería PVC SAP Clase 5, Ø 450 mm c/ orif. 3" @ 0.75m p/ distribución	ml	135.00
2.04.12	Inst. tubería PVC SAP Clase 5, Ø 150 mm c/ orif. 3/4" @ 0.125m p/ recolección	ml	57.60
2.04.13	Inst. de tapón p/ tubería PVC SAP Clase 5, Ø 450 mm	Und.	12.00
2.04.14	Compuerta metálica p/ entrada a decantadores de 0.65m x 0.50m x 1/8"	Und.	3.00
2.04.15	Inst. de abrazaderas metálica p/ tubería PVC SN-2 Ø 450 mm	Und.	36.00
2.04.16	Inst. de abrazaderas metálica p/ tubería PVC SAP Ø 150 mm	Und.	48.00
2.04.17	Perfiles L 4" x 4" x 1/2" de aluminio p/ apoyo de tubería de recolección	Und.	48.00
2.04.18	Inst. valvula compuerta tipo Mariposa Ø 250 mm, para desagüe	Und.	3.00
2.04.19	Instalación de canaleta metálica de recolección 0.30m x 0.50m x 1/8"	ml	33.00
2.04.20	Tarrajeo interior con impermeabilizante	m2	186.54
2.05	SISTEMA DE FILTRACION (04 Unidades)		
2.05.01	Concreto f'c = 210 Kg/cm ² , para encimado muros c/ aditivo epoxico	m3	1.36
2.05.02	Colocación de la capa de soporte de grava H=0.40m	m3	12.67
2.05.03	Colocación de lecho de arena cuarzosa T.E.= 0.56 mm, H = 0.20m	m3	6.34
2.05.04	Colocación de lecho de antracita T.E.= 1.00 mm, H = 0.45m	m3	14.26
2.05.05	Tarrajeo interior con impermeabilizante	m2	26.38
2.05.06	Inst. de vertedero metálico móvil 0.90m x 0.30m x 1/4" p/ control de lavado	Und.	1.00
2.05.07	Caja de concreto 0.70x1.40m ² , h=0.8m /proteccion electrobomba, incluye tapa	Und.	1.00
3.00	SEGURIDAD Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES		
3.01	Manejo de material particulado y residuos solidos en obra	Glb	1.00
3.02	Equipos de protección personal	Glb	1.00
4.00	FLETE TERRESTRE		
4.01	Transporte de materiales (Cusco - Espinar - PTAP)	Glb	1.00
4.02	Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias	Glb	1.00
5.00	ENSAYOS DE CALIDAD DE OBRA		
5.01	Estudio de mecánica de suelos	Glb	2.00
5.02	Prueba de calidad de concreto	Glb	6.00
5.03	Prueba hidráulica y puesta en marcha de la PTAP	Glb	1.00

HOJA DE METRADOS

TESIS EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO

Partida	Descripción	N° Veces	Medidas			Parcial	Und	N° de Obras	Total
			Largo	Ancho	Alto				
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES								
1.01	OBRAS PROVISIONALES								
1.01.01	Cartel de identificación de obra	1				1.00	Glb	1	1.00
1.01.02	Almacén de obra	2				2.00	mes	1	2.00
1.01.03	Desvío de agua para filtración directa	1				1.00	Glb	1	1.00
1.02	REMOCIONES Y DEMOLICIONES EN CONCRETO								
1.02.01	Demoliciones en mezcla rápida concreto simple					0.52	m3	1	0.52
	Picado fondo de canal	1	7.65	0.60	0.10	0.46			
		1	0.95	0.90	0.08	0.06			
1.02.02	Demoliciones en floculador concreto armado					2.48	m3	1	2.48
	Muro floculador	1	2.50	0.30	3.30	2.48			
1.02.03	Demoliciones en sedimentador concreto simple					5.42	m3	1	5.42
	Picado para encimar ventanas de ingreso	3	0.5	0.3	0.05	0.02			
	Fondo sedimentador para cimentación pantalla de ingreso	3	3	0.5	1	4.50			
	Fondo sedimentador para viga soporte	18	0.4	0.3	0.25	0.54			
	Columnetas centrales de decantador	2	0.4	0.3	1.5	0.36			
1.02.04	Demoliciones en sedimentador concreto armado					11.12	m3	1	11.12
	Fondo canal de entrada	1	10.90	0.97	0.30	3.17			
	Muro canal de entrada	1	10.6	0.3	1.1	3.50			
	Pantalla difusora con orificios	3	3	0.15	3.3	4.46			
1.02.05	Demoliciones en filtro concreto simple					0.15	m3	1	0.15
	Techo del canal de interconexión para tapa de inspección	1	1.05	0.9	0.15	0.14			
	Pase de tubería de succión	1	0.25	0.15	0.15	0.01			
1.02.06	Remoción de de válvula de desagüe del sedimentador Ø 6"	3	1			3.00	Un	1	3.00
1.02.07	Remoción de lecho filtrante y capa de soporte filtros	4	3.6	2.2	0.95	30.10	m3	1	30.10
2.00	MEJORAMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA								
2.01	SISTEMA DE DOSIFICACION (01 Unidad)								
2.01.01	Trazo y replanteo (Tub. Impulsión y red)	1	120.00			120.00	ml	1	120.00
2.01.02	Excavación manual en terreno compacto					27.80	m3	1	27.60
	Línea de impulsión y red	1	92.00	0.50	0.60	27.60			
	Caseta de electrobomba	1	1.40	0.70	0.20	0.20			
2.01.03	Relleno y apisonado de zanja	1	92.00	0.50	0.60	27.60	m3	1	27.60
2.01.04	Instalación de tubería PVC SAP 1" C/rosca					99.00	ml	1	99.00
	Línea de impulsión	1	60.00			60.00			
	Línea de alimentación a tanques de solución	1	15.00			15.00			
	Línea de dosificación de sulfato	1	12.00			12.00			
	Línea de dosificación de cal	1	12.00			12.00			
2.01.05	Instalación de tubería PVC SAP 3/4" C/rosca	1	15.00			15.00	ml	1	15.00
2.01.06	Instalación de válvulas y accesorios en redes	1	1.00			1.00	Glb	1	1.00
2.01.07	Instalación de difusores de solución PVC c/ orificios	1	1.00			1.00	Glb	1	1.00
2.01.08	Instalación de tubería PVC SEL 3/4", inc. cable eléctrico N°12	1	60.00			60.00	ml	1	60.00
2.01.09	Instalación de tanque de polietileno de 2500 L p/ agua filtrada	1	1.00			1.00	Und	1	1.00
2.01.10	Instalación de dispositivo de carga constante 20 Lt	1	1.00			1.00	Und	1	1.00
2.01.11	Instalación de cabellete de hierro angular 2" p/ tanque	1	1.00			1.00	Und	1	1.00
2.01.12	Instalación de electrobomba automática 1.00 HP, inc. accesorios	1	1.00			1.00	Und	1	1.00
2.01.13	Instalación de bomba dosificadora 0 - 400 L/h, 0.5 HP					2.00	Und	1	2.00
	Dosificación de sulfato	1	1.00			1.00			
	Dosificación de cal	1	1.00			1.00			
2.02	SISTEMA DE MEZCLA RAPIDA (01 Unidad)								
2.02.01	Trazo y replanteo	1	9.00	1.00		9.00	m2	1	9.00
2.02.02	Concreto f'c = 175 kg/cm2					0.67	m3	1	0.67
	Losa fondo	1	7.65	0.60	0.12	0.55			
		1	0.95	0.90	0.14	0.12			
2.02.03	Tarrajeo con impermeabilizante					5.45	m2	1	5.45
	Losa fondo	1	7.65	0.60		4.59			
		1	0.95	0.90		0.86			
2.03	SISTEMA DE FLOCULACION (01 Unidad)								
2.03.01	Trazo y replanteo	1	6.00	4.00		24.00	m2	1	24.00
2.03.02	Excavación manual en terreno compacto	1	3.50	3.10	3.05	33.09	m3	1	33.09
2.03.03	Eliminación de material excedente hasta D= 30m	1.2			33.09	39.71	m3	1	39.71
2.03.04	Solado de concreto f'c=100 kg/cm2, e=2"	1	3.50	3.10		10.85	m2	1	10.85
2.03.05	Concreto f'c = 210 kg/cm2					13.25	m3	1	13.25

HOJA DE METRADOS

TESIS EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO

Partida	Descripción	N° Veces	Medidas			Parcial	Und	N° de Obras	Total	
			Largo	Ancho	Alto					
	Muros	2	3.40	0.30	3.30	6.73				
		1	3.30	0.30	3.30	3.27				
	Losa fondo	1	3.50	3.10	0.30	3.26				
2.03.06	Concreto f'c = 175 kg/cm2 p/ pendiente de fondo					3.50	m3	1	3.50	
	Camara 1	1	3.90	1.35	0.47	2.47				
	Camara 2	1	3.10	0.85	0.39	1.03				
2.03.07	Encofrado y Desencofrado.					43.56	m2	1	43.56	
	Cara interior	1	6.10	3.30		20.13				
	Dos caras	1	7.10	3.30		23.43				
2.03.08	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 Grado 60				Ø	Kg/ml.	1005.17	Kg.	1	1005.17
	Losa Fondo 1	26	4.60	1/2"	1.02	121.99				
	Losa Fondo 1	34	3.20	1/2"	1.02	110.98				
	Muro exterior 1 (horizontal)	30	4.10	1/2"	1.02	125.46				
	Muro exterior 1 (vertical)	13	4.10	5/8"	1.60	85.28				
	Muro exterior 1 (vertical)	13	4.10	1/2"	1.02	54.37				
	Muro exterior 2 (horizontal)	30	3.50	1/2"	1.02	107.10				
	Muro exterior 2 (vertical)	10	4.10	5/8"	1.60	65.60				
	Muro exterior 2 (vertical)	10	4.10	1/2"	1.02	41.82				
	Muro exterior 3 (horizontal)	30	1.00	1/2"	1.02	30.60				
	Muro exterior 3 (vertical)	4	3.80	5/8"	1.60	24.32				
	Muro exterior 3 (vertical)	4	3.80	1/2"	1.02	15.50				
	Muro interior (horizontal)	32	3.80	1/2"	1.02	124.03				
	Muro interior (vertical)	26	3.70	1/2"	1.02	98.12				
2.03.09	Pantallas de fibra de vidrio, E=6mm					132.70	m2	1	132.70	
		12	1.35	2.00		32.40				
		39	0.85	2.00		66.30				
		25	0.85	1.60		34.00				
2.03.10	Instalación de carriles p/ pantallas 3/4" x 2mm					225.00	ml	1	225.00	
		45	2.10			94.50				
		45	2.90			130.50				
2.03.11	Tarrajeo interior con impermeabilizante					57.42	m2	1	57.42	
	Interior	1	10.30		3.30	33.99				
		1	7.10		3.30	23.43				
2.03.12	Tarrajeo en exteriores					9.05	m2	1	9.05	
	Muro exterior	1	7.30		0.80	5.84				
		1	10.70		0.30	3.21				
2.03.13	Pintado de muros exteriores					9.05	m2	1	9.05	
	Muro exterior	1	7.30		0.80	5.84				
		1	10.70		0.30	3.21				
2.04	SISTEMA DE SEDIMENTACION (03 Unidades)									
2.04.01	Trazo y replanteo	1	16.50	11.50		189.75	m2	1	189.75	
2.04.02	Excavacion manual en terreno compacto					1.83	m3	1	1.83	
	Canal de ingreso a decantadores	1	6.30	0.97	0.30	1.83				
2.04.03	Relleno y compactado					0.68	m3	1	0.68	
	Canal de ingreso a decantadores	1	3.50	0.97	0.20	0.68				
2.04.04	Eliminacion de material excedente hasta D = 30m	1.2	1.15			1.39	m3	1	1.39	
2.04.05	Solado de concreto f'c=100 kg/cm2, e=2"					15.07	m2	1	15.07	
	Canal de ingreso a decantadores	1	10.90	0.97		10.57				
	Tabique de separación en entrada de decantador	3	3.00	0.50		4.50				
2.04.06	Concreto f'c = 140 kg/cm2 para relleno					2.93	m3	1	2.93	
	Vigas de apoyo D-1	6	0.40	0.30	0.50	0.36				
	Vigas de apoyo D-2 y D-3	12	0.40	0.30	0.30	0.43				
	Fondo de cámara de carga	3	3.00	0.95	0.25	2.14				
2.04.07	Concreto f'c = 210 Kg/cm2					26.33	m3	1	26.33	
	Muros canal de entrada	1	10.60	0.20	1.13	2.40				
	Losa techo canal de entrada	3	1.20	1.00	0.10	0.36				
	Losa fondo canal entrada	1	10.60	1.13	0.20	2.40				
	Encimado de ventanas de ingreso	3	0.50	0.30	0.12	0.05				
	Cimiento de tabique	3	3.00	0.70	0.50	3.15				
	Muro tabique de distribución	3	3.00	0.25	2.95	6.64				
	Columnas de soporte	9	0.50	0.30	0.30	0.41				
	Vigas de soporte	9	3.00	0.25	0.30	2.03				
	Muro divisorio	3	11.00	0.15	1.80	8.91				
2.04.08	Encofrado y Desencofrado					232.71	m2	1	232.71	
	Muros canal de entrada	2	10.60		1.25	26.50				

HOJA DE METRADOS

TESIS EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO

Partida	Descripción	N° Veces	Medidas			Parcial	Und	N° de Obras	Total
			Largo	Ancho	Alto				
	Losa techo canal de entrada	3	0.68	1.00		2.04			
		3	2.40	0.20		1.44			
	Lateral losa fondo canal entrada	1	10.60		0.20	2.12			
	Encimado de ventanas de ingreso	6	0.50		0.12	0.36			
	Muro tabique de distribución	6	3.00		2.95	53.10			
	Columnas de soporte	9	0.50	1.20		5.40			
	Vigas de soporte	9	3.00	0.85		22.95			
	Muro divisorio	6	11.00		1.80	118.80			
2.04.09	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 Grado 60			Ø	Kg/ml.	2399.02	Kg.	1	2399.02
	Muro canal de entrada (vertical)	104	1.50	1/2"	1.02	159.12			
	Muro canal de entrada (horizontal)	16	10.60	1/2"	1.02	172.99			
	Losa fondo canal entrada 1	104	1.20	3/8"	0.58	72.38			
	Losa fondo canal entrada 2	10	11.00	3/8"	0.58	63.80			
	Losa techo canal de entrada 1	24	1.00	3/8"	0.58	13.92			
	Losa techo canal de entrada 2	21	1.20	3/8"	0.58	14.62			
	Muro de distribución (vertical)	60	2.10	3/8"	0.58	73.08			
	Muro de distribución (horizontal)	78	3.30	3/8"	0.58	149.29			
	Columna muro de distribución (vertical)	36	3.50	1/2"	1.02	128.52			
	Columna muro de distribución (estribos)	48	0.80	3/8"	0.58	22.27			
	Vigas de soporte	27	3.70	5/8"	1.60	159.84			
	Vigas de soporte	18	3.70	1/2"	1.02	67.93			
	Vigas de soporte (estribos)	153	0.80	3/8"	0.58	70.99			
	Columnas muro divisorio 1	36	1.10	1/2"	1.02	40.39			
	Columnas muro divisorio 2	36	1.60	1/2"	1.02	58.75			
	Columnas muro divisorio (estribos)	90	0.80	3/8"	0.58	41.76			
	Muro divisorio (vertical)	318	1.80	1/2"	1.02	583.85			
	Muro divisorio (horizontal)	42	11.80	1/2"	1.02	505.51			
2.04.10	Inst. de paneles de vinilona 1.60mx1.15m E=0.57mm, inc. perfiles de aluminio	6	75.00			450.00	Und.	1	450.00
2.04.11	Inst. tubería PVC SAP Clase 5, Ø 450 mm c/ orif. 3" @ 0.75m p/ distribución	12	11.25			135.00	ml	1	135.00
2.04.12	Inst. tubería PVC SAP Clase 5, Ø 150 mm c/ orif. 3/4" @ 0.125m p/ recolección	48	1.20			57.60	ml	1	57.60
2.04.13	Inst. de tapón p/ tubería PVC SAP Clase 5, Ø 450 mm	12	1.00			12.00	Und.	1	12.00
2.04.14	Compuerta metálica p/ entrada a decantadores de 0.65m x 0.50m x 1/8"	3				3.00	Und.	1	3.00
2.04.15	Inst. de abrazaderas metálica p/ tubería PVC SN-2 Ø 450 mm	3	12.00			36.00	Und.	1	36.00
2.04.16	Inst. de abrazaderas metálica p/ tubería PVC SAP Ø 150 mm	6	8.00			48.00	Und.	1	48.00
2.04.17	Perfiles L 4" x 4" x 1/2" de aluminio p/ apoyo de tubería de recolección	48	1.00			48.00	Und.	1	48.00
2.04.18	Inst. valvula compuerta tipo Mariposa Ø 250 mm, para desagüe	3	1.00			3.00	Und.	1	3.00
2.04.19	Instalación de canaleta metálica de recolección 0.30m x 0.50m x 1/8"	3	11.00			33.00	ml	1	33.00
2.04.20	Tarrajeo interior con impermeabilizante					186.54	m2	1	186.54
	Muros canal de entrada	1	11.28	1.13		12.75			
	Losa fondo canal entrada	1	10.60	0.68		7.21			
	Encimado de ventanas de ingreso	6	0.50	0.12		0.36			
	Cimiento de tabique	3	3.00	0.25		2.25			
	Muro tabique de distribución	6	3.00	2.95		53.10			
	Vigas de soporte	18	2.60	1.10		51.48			
	Muro divisorio	3	11.00	1.80		59.40			
2.04.20	Tarrajeo en exteriores mezcla 1:5					8.48	m2	1	8.48
	Muros canal de entrada	1	10.60	0.80		8.48			
2.05	SISTEMA DE FILTRACION (04 Unidades)								
2.05.01	Concreto f'c = 210 Kg/cm2, para encimado muros c/ aditivo epoxico					1.36	m3	1	1.36
	Encimado de canal de recolección de agua de lavado	8	3.60	0.10	0.30	0.86			
	Encimado tabique de desagüe	4	2.20	0.15	0.30	0.40			
	Encimado del vertedero del canal de entrada	1	0.80	0.15	0.31	0.04			
	Encimado del muro a la salida del canal de interconexión	1	0.90	0.25	0.30	0.07			
2.05.02	Colocación de la capa de soporte de grava H=0.40m	4	3.60	2.20	0.40	12.67	m3	1	12.67
2.05.03	Colocación de lecho de arena cuarzosa T.E.= 0.56 mm, H = 0.20m	4	3.60	2.20	0.20	6.34	m3	1	6.34
2.05.04	Colocación de lecho de antracita T.E.= 1.00 mm, H = 0.45m	4	3.60	2.20	0.45	14.26	m3	1	14.26
2.05.05	Tarrajeo interior con impermeabilizante					26.38	m2	1	26.38
	Encimado de canal de recolección de agua de lavado	8	3.60	0.70		20.16			
	Encimado tabique de desagüe	4	2.20	0.55		4.84			
	Encimado del vertedero del canal de entrada	1	0.80	0.77		0.62			
	Encimado del muro a la salida del canal de interconexión	1	0.90	0.85		0.77			
2.05.06	Inst. de vertedero metálico móvil 0.90m x 0.30m x 1/4" p/ control de lavado	1	1.00			1.00	Und.	1	1.00
2.05.07	Caja de concreto 0.70x1.40m2, h=0.8m /proteccion electrobomba, incluye tapa	1	1.00			1.00	Und.	1	1.00

HOJA DE METRADOS

TESIS EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO

Partida	Descripción	N° Veces	Medidas			Parcial	Und	N° de Obras	Total
			Largo	Ancho	Alto				
3.00	SEGURIDAD Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES								
3.01	Manejo de material particulado y residuos solidos en obra	1	1.00			1.00	Glb	1	1.00
3.02	Equipos de protección personal	1	1.00			1.00	Glb	1	1.00
4.00	FLETE TERRESTRE								
4.01	Transporte de materiales (Cusco - Espinar - PTAP)	1	1.00			1.00	Glb	1	1.00
4.02	Movilizacion y desmovilizacion de equipos y maquinarias	1	1.00			1.00	Glb	1	1.00
5.00	ENSAYOS DE CALIDAD DE OBRA								
5.01	Estudio de mecánica de suelos	2	1.00			2.00	Glb	1	2.00
5.02	Prueba de calidad de concreto	6	1.00			6.00	Glb	1	6.00
5.03	Prueba hidráulica y puesta en marcha de la PTAP	1	1.00			1.00	Glb	1	1.00





Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"



PRESUPUESTO

Presupuesto

Presupuesto	0501127	EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO		
Subpresupuesto	003	PLANTA DE TRATAMIENTO		
Cliente	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR		Costo al	21/09/2016
Lugar	CUSCO - ESPINAR - ESPINAR			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				13,548.63
01.01	OBRAS PROVISIONALES				3,945.12
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.40x3.60m.	und	1.00	1,050.51	1,050.51
01.01.02	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN	mes	2.00	150.00	300.00
01.01.03	DESVIO DE AGUA PARA FILTRACION DIRECTA	GLB	1.00	2,594.61	2,594.61
01.02	REMOCIONES Y DEMOLICIONES EN CONCRETO MANUAL				9,603.51
01.02.01	DEMOLICIONES EN MEZCLA RAPIDA CONCRETO SIMPLE	m3	0.52	210.01	109.21
01.02.02	DEMOLICIONES EN FLOCULADOR CONCRETO ARMADO	m3	2.48	315.00	781.20
01.02.03	DEMOLICIONES EN SEDIMENTADOR CONCRETO SIMPLE	m3	5.42	315.00	1,707.30
01.02.04	DEMOLICIONES EN SEDIMENTADOR CONCRETO ARMADO	m3	11.12	315.00	3,502.80
01.02.05	DEMOLICIONES EN FILTRO CONCRETO SIMPLE	m3	0.15	210.01	31.50
01.02.06	REMOCION VALVULA DE DESAGUE SEDIMENTADOR Ø 6"	und	3.00	98.65	295.95
01.02.07	REMOCION DE LECHO FILTRANTE Y CAPA DE SOPORTE FILTROS	m3	30.10	105.50	3,175.55
02	MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA				345,093.32
02.01	SISTEMA DE DOSIFICACION (01 UND)				23,425.38
02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO (TUB. IMPULSION Y RED)	m	120.00	1.20	144.00
02.01.02	EXCAVACION MANUAL EN TIERRA COMPACTA	m3	27.60	47.24	1,303.82
02.01.03	RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS	m3	27.60	23.62	651.91
02.01.04	INST. DE TUBERIA PVC SAP 1" C/ROSCA	m	99.00	8.99	890.01
02.01.05	INST. DE TUBERIA PVC SAP 3/4" C/ROSCA	m	15.00	4.23	63.45
02.01.06	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS EN REDES	GLB	1.00	788.73	788.73
02.01.07	INSTALACIONES DE DIFUSORES DE SOLUCION PVC C/ORIFICIOS	GLB	1.00	167.05	167.05
02.01.08	INSTALACION DE TUBERIA PVC SEL 3/4" INC. CABLE ELECTRICO N°12	m	60.00	5.25	315.00
02.01.09	INSTALACION D TANQUE POLIETILENO DE 2500 L p/AGUA FILTRADA	und	1.00	1,344.61	1,344.61
02.01.10	INSTALACION DE DISPOSITIVO DE CARGA CONSTANTE 20Lt	und	1.00	186.83	186.83
02.01.11	INSTALACIONES DE CABALLETE DE FN 2"x2.5mm de 2.00x2.00m	und	1.00	1,182.88	1,182.88
02.01.12	INSTALACION DE ELECTROBOMBA AUTOMATICA 1.00 HP, INCLUIDO VALVULAS Y ACCESORIOS	und	1.00	1,933.63	1,933.63
02.01.13	INSTALACION DE BOMBA DOSIFICADORA 0-400L/h, 0.5 HP	und	2.00	7,226.73	14,453.46
02.02	SISTEMA DE MEZCLA RAPIDA (01 UND)				486.93
02.02.01	TRAZO Y REPLATEO	m2	9.00	2.25	20.25
02.02.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	0.67	471.62	315.99
02.02.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	5.45	27.65	150.69
02.03	SISTEMA DE FLOCULACION (01 UND)				50,765.57
02.03.01	TRAZO Y REPLATEO	m2	24.00	2.25	54.00
02.03.02	EXCAVACION MANUAL EN TIERRA COMPACTA	m3	33.09	47.24	1,563.17
02.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30m.	m3	39.71	19.68	781.49
02.03.04	SOLADO DE CONCRETO F'C=100 KG/CM2 E=2"	m2	10.85	25.70	278.85
02.03.05	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	13.25	482.91	6,398.56
02.03.06	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA PENDIENTE FONDO	m3	3.50	339.52	1,188.32
02.03.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	43.56	37.75	1,644.39
02.03.08	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg	1,005.17	5.38	5,407.81
02.03.09	PANTALLAS DE FIBRA DE VIDRIO E=6mm	m2	132.70	222.26	29,493.90
02.03.10	INSTALACION DE CARRILES P/PANTALLAS, 3/4x2mm	m	225.00	9.32	2,097.00
02.03.11	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	57.42	27.65	1,587.66
02.03.12	TARRAJEO EN EXTERIORES	m2	9.05	23.30	210.87
02.03.13	PINTURA EN MUROS EXTERIORES AL LATEX	m2	9.05	6.58	59.55
02.04	SISTEMA DE SEDIMENTACION (03 UND)				221,382.87
02.04.01	TRAZO Y REPLATEO	m2	189.75	2.25	426.94
02.04.02	EXCAVACION MANUAL EN TIERRA COMPACTA	m3	1.83	47.24	86.45
02.04.03	RELLENO Y COMPACTADO.	m3	0.68	33.85	23.02

Presupuesto

Presupuesto **0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO**

Subpresupuesto **003 PLANTA DE TRATAMIENTO**

Cliente **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR** Costo al **21/09/2016**

Lugar **CUSCO - ESPINAR - ESPINAR**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.04.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30m.	m3	1.39	19.68	27.36
02.04.05	SOLADO DE CONCRETO F'C=100 KG/CM2 E=2"	m2	15.07	25.70	387.30
02.04.06	CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m3	2.93	339.52	994.79
02.04.07	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	26.33	482.91	12,715.02
02.04.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	232.71	37.75	8,784.80
02.04.09	ACERO DE REFUERZO fy=4200kg/cm2 Grado 60	kg	2,399.02	5.38	12,906.73
02.04.10	INST. DE PANELES DE VINILONA 1.60mx1.15m E=0.57mm, INC. PERFILES DE ALUMINIO	und	450.00	258.93	116,518.50
02.04.11	INST. DE TUBERIA PVC SAP CLASE 5, 450mm c/orif. 3" @ 0.75m p/distribucion	m	135.00	302.61	40,852.35
02.04.12	INST. DE TUBERIA PVC SAP CLASE 5, 160mm c/orif. 3/4" @ 0.125m p/recoleccion	m	57.60	66.91	3,854.02
02.04.13	INST. DE TAPON P/TUBERIA PVC SAP CLASE 5, Ø 450mm	und	12.00	271.95	3,263.40
02.04.14	COMPUERTA METALICA P/ ENTRADA A DECANTADORES DE 0.65m x 0.50 x 1/8"	und	3.00	151.69	455.07
02.04.15	INST. DE ABRAZADERAS METALICA P / TUBERIA PVC SN-2 Ø 450mm	und	36.00	93.97	3,382.92
02.04.16	INST. DE ABRAZADERAS METALICA P / TUBERIA PVC SN-2 Ø 160mm	und	48.00	29.82	1,431.36
02.04.17	Perfiles L 4" x 4" x 1/2" de aluminio p/ apoyo de tubería de recolección	m	48.00	44.13	2,118.24
02.04.18	Inst. valvula compuerta tipo Mariposa Ø 250 mm, para desagüe	und	3.00	1,407.85	4,223.55
02.04.19	Instalación de canaleta metálica de recolección 0.30m x 0.50m x 1/8"	m	33.00	114.34	3,773.22
02.04.20	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	186.54	27.65	5,157.83
02.05	SISTEMA DE FILTRACION(04 UND)				49,032.57
02.05.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA ENCIMADO	m3	1.36	482.91	656.76
02.05.02	COLOCACION DE LA CAPA DE SOPORTE DE GRAVA H=0.40m	m3	12.67	232.02	2,939.69
02.05.03	COLOCACION DE LECHO DE ARENA CUARZOSA T.E. = 0.56 mm, H=0.20m	m3	6.34	792.02	5,021.41
02.05.04	COLOCACION DE LECHO DE ANTRACITA D.E. = 0.80 - 1.10 mm, H = 0.45m	m3	14.26	2,719.52	38,780.36
02.05.05	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	26.38	27.65	729.41
02.05.06	INST. DE VERTEDERO METALICO MOVIL 0.90m x 0.30 x 1/4" p/ control de lavado	und	1.00	118.50	118.50
02.05.07	CAJA DE CONCRETO 0.70 X 1.40M, H=0.80 m PARA PROTECCIN DE ELECTROBOMBA	pza	1.00	786.44	786.44
03	SEGURIDAD Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				2,350.00
03.01	MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO Y RESIDUOS SOLIDOS	GLB	1.00	1,500.00	1,500.00
03.02	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	GLB	1.00	850.00	850.00
04	FLETE TERRESTRE				2,150.00
04.01	Transporte de materiales (Cusco - Espinar - PTAP)	GLB	1.00	1,500.00	1,500.00
04.02	Movilizacion y desmovilizacion de equipos y maquinarias	GLB	1.00	650.00	650.00
05	PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD				3,259.22
05.01	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	GLB	2.00	815.38	1,630.76
05.02	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	und	6.00	45.00	270.00
05.03	PRUEBA HIDRAULICA Y PUESTA EN MARCHA DE LA PTAP	GLB	1.00	1,358.46	1,358.46
	COSTO DIRECTO				366,401.17
	GASTOS GENERALES (7.5%)				27,480.09
	PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO				393,881.26
	SON : TRESCIENTOS NOVENTITRES MIL OCHOCIENTOS OCHENTIUNO Y 26/100 NUEVOS SOLES				

Fórmula Polinómica

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO

Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO

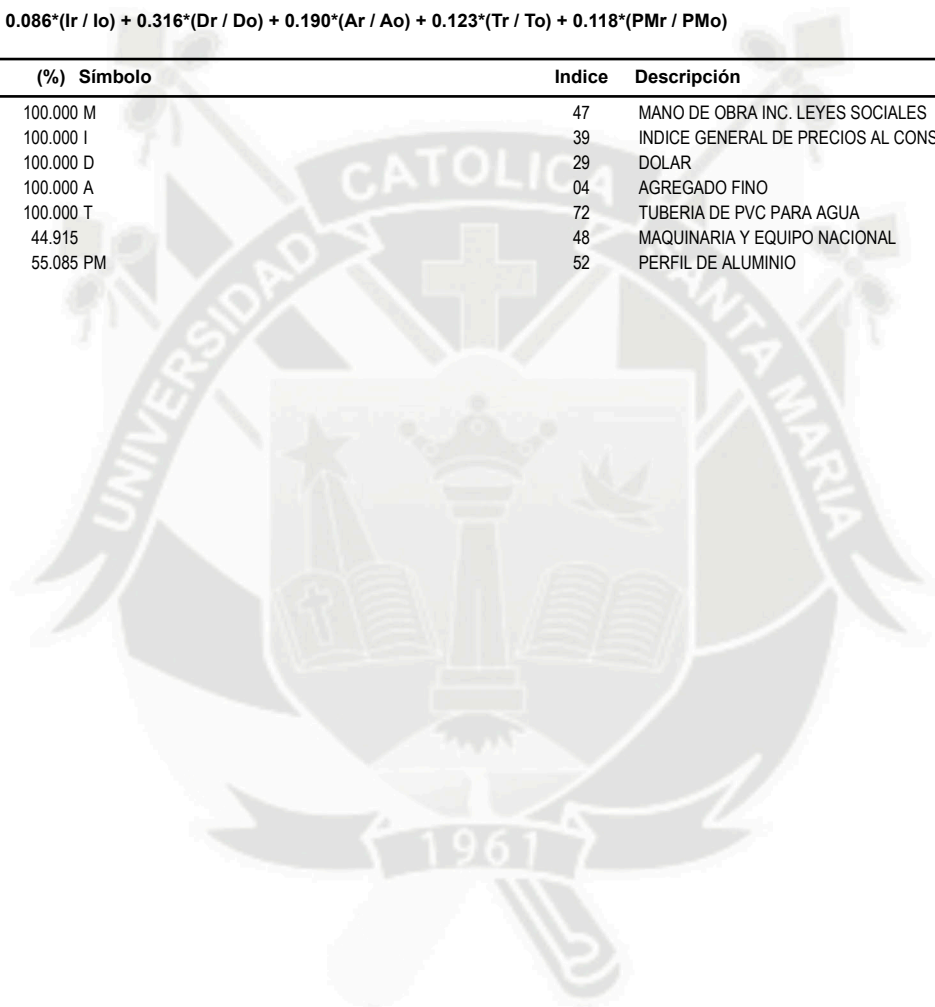
Fecha Presupuesto 21/09/2016

Moneda NUEVOS SOLES

Ubicación Geográfica 080801 CUSCO - ESPINAR - ESPINAR

$$K = 0.167*(Mr / Mo) + 0.086*(Ir / Io) + 0.316*(Dr / Do) + 0.190*(Ar / Ao) + 0.123*(Tr / To) + 0.118*(PMr / PMo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.167	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.086	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
3	0.316	100.000	D	29	DOLAR
4	0.190	100.000	A	04	AGREGADO FINO
5	0.123	100.000	T	72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA
6	0.118	44.915		48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
		55.085	PM	52	PERFIL DE ALUMINIO



Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0501127	EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto	003	PLANTA DE TRATAMIENTO
Fecha	21/09/2016	
Lugar	080801	CUSCO - ESPINAR - ESPINAR

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
MANO DE OBRA					
014700032	Topografo	hh	7.1280	14.75	105.14
0147010002	Operario	hh	1,085.5779	19.23	20,875.66
0147010003	Oficial	hh	831.3996	15.94	13,252.51
0147010004	Peon	hh	1,991.7050	14.33	28,541.13
					62,774.44
MATERIALES					
0202010005	Clavos para madera C/C 3"	kg	9.5000	4.80	45.60
0202040009	Alambre negro N°16	kq	171.2875	4.00	685.15
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kq	27.6250	4.00	110.50
0202100099	CLAVOS 4"	kg	27.6250	4.00	110.50
0202450051	PERNO 2"x1/4"	pza	3,600.0000	0.20	720.00
0202510101	PERNOS 1/4" X 1"	pza	900.0000	0.20	180.00
0202530006	VOLANDA DE ALUMINIO 1"	und	3,600.0000	0.50	1,800.00
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kq	3,652.9833	3.52	12,858.50
0204000000	ARENA FINA	m3	5.6696	80.00	453.57
0204010022	Antracita DE= 0.80 - 1.10 mm	m3	14.9730	2,450.00	36,683.85
0204010023	ARENA CUARZOSA T.E. = 0.56 mm, H=0.20m	m3	6.3400	645.00	4,089.30
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	36.3296	70.00	2,543.07
0205010004	ARENA GRUESA	m3	24.7404	80.00	1,979.23
0205020020	Piedra mediana (cimentacion)	m3	0.4500	60.00	27.00
0205360006	GRAVA DE 2"	m3	13.1792	85.00	1,120.23
0207030002	CABLE THW # 10 AWG	m	50.0000	1.20	60.00
0207040045	CABLE ELECTRICO N°12	m	120.0000	1.20	144.00
0210150059	SUMIDERO CROMADO DE 2"	und	1.0000	12.90	12.90
0210410012	GRIFO DE BRONCE 1/2"	und	1.0000	20.00	20.00
0212020025	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2x20Ax240V	und	2.0000	30.00	60.00
0212950004	TUBERIA TIPO MANGA CON PROTECCION UV 250 MM C/ACCESORIOS	m	20.0000	110.00	2,200.00
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL	512.8363	25.50	13,077.33
0221030007	TAPA REMOVIBLES DE CONCRETO F'C = 175 Kg/cm2, de 0.90m x 0.35m x 0.075m	und	3.0000	60.00	180.00
0229030004	YESO	BOL	1.1138	12.00	13.37
0229040005	CINTA TEFLON	pza	14.0000	1.00	14.00
0229400091	TABLERO DE CONTROL ELECTRICO	und	2.0000	650.00	1,300.00
0229980031	TANQUE POLIETILENO DE 2500 L	und	1.0000	950.00	950.00
0230110015	IMPERMEABILIZANTE	gln	28.9580	29.00	839.78
0230320007	PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO E=6mm	m2	139.3350	205.00	28,563.68
0230460037	Pegamento para pvc	gln	48.3726	92.00	4,450.28
0230550011	Teodolito	hm	6.0142	8.00	48.11
0230880003	BIDONES DE PLASTICO 20Lts	pza	1.0000	15.00	15.00
0230900011	IMPRIMANTE LATEX	gln	0.1177	26.00	3.06
0230990019	Lija	und	0.1358	1.20	0.16
0230990056	CINTA TEFLON	und	24.0000	1.00	24.00
0230990080	Wincha	und	0.2400	5.00	1.20
0232000061	Transporte de materiales (Cusco - Espinar - PTAP)	GLB	1.0000	1,500.00	1,500.00
0232000062	Movilizacion y desmovilizacion de equipos y maquinarias	GLB	1.0000	650.00	650.00
0238000000	Hormigón	m3	1.5552	70.00	108.86
0239050000	AGUA	m3	10.9752	1.00	10.98
0239150000	PRUEBAS DE CALIDAD DE CONCRETO ROTURA	und	6.0000	45.00	270.00
0239900108	CARTELES DE OBRA GIGANTOGRAFIA 2.40 X 3.60M	und	1.0000	620.00	620.00
0239900109	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	GLB	2.0000	800.00	1,600.00
0239900110	Prueba hidráulica y puesta en marcha de la PTAP	GLB	1.0000	1,200.00	1,200.00
0239980008	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN	mes	2.0000	150.00	300.00
0239990110	Perfiles L 4" x 4" x 1/2" de aluminio	und	50.4000	36.00	1,814.40
0243000034	MADERA	p2	1.8100	2.69	4.87
0243010003	Madera tornillo	p2	1,109.5375	3.20	3,550.52
0243160052	Regla de madera	p2	2.0711	2.25	4.66
0243400033	Panel de vinilona 1.60mx1.20m, E=0.57mm	und	472.5000	190.00	89,775.00
0243510061	Estaca de madera	p2	7.5000	2.20	16.50
0244000020	MADERA CORRIENTE 1.5"x8"x2.10m	p2	38.5000	3.50	134.75
0244010044	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO 8" X 6 m	und	2.0000	24.00	48.00
0246910008	ANGULAR DE FIERRO DE 3/4" x 2mm	m	236.2500	3.20	756.00
0246910009	PLATINA DE FIERRO DE 3/4" x 2mm	m	236.2500	2.10	496.13

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0501127	EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto	003	PLANTA DE TRATAMIENTO
Fecha	21/09/2016	
Lugar	080801	CUSCO - ESPINAR - ESPINAR

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0250060030	TAPA METALICA DE 0.70m x1.40m x 1/4" p/proteccion de caseta	und	1.0000	150.00	150.00
0251070005	TUBO CUADRADO FN 2"x2.5mm	m	18.4000	13.50	248.40
0251070006	TUBO CUADRADO FN 1 1/2"x2.5mm	m	28.0000	8.50	238.00
0252000001	ABRAZADERA METALICA para tubería de 160mm	und	48.0000	21.90	1,051.20
0252110031	ANGULO DE ALUMINIO 1"x1/8"	kq	1,800.0000	3.50	6,300.00
0252270029	PLATINA DE ALUMINIO 1"x1/8"	pza	1,800.0000	2.00	3,600.00
0252830011	Perfil de aluminio 2"x1/8"	m	360.0000	13.50	4,860.00
0254030000	PINTURA LATEX	gln	0.4525	45.00	20.36
0254110090	Pintura Esmalte	gln	0.5600	45.00	25.20
0256990022	COMPUERTA METALICA de 0.65m x 0.50 x 1/8"	und	3.0000	120.00	360.00
0261010026	canaleta metálica de 0.30m x 0.50m x 1/8"	m	34.6500	65.00	2,252.25
0265160054	ABRAZADERA METALICA p/ tubería PVC SN-2 Ø 450 mm	und	36.0000	65.00	2,340.00
0265390068	TAPON pvc 450mm	und	12.0000	250.00	3,000.00
0272010020	TUBERIA PVC SAP DE 2" c/r	m	3.0000	6.80	20.40
0272010021	TUBERIA PVC SEL 3/4"	m	61.2000	1.50	91.80
0272030033	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 3/4"	und	6.0000	3.30	19.80
0272030034	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 1"	und	5.0000	4.50	22.50
0272030037	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 2"	und	1.0000	23.00	23.00
0272080033	Tubería PVC SAP Ø 450 mm, Clase 5	m	141.7500	235.00	33,311.25
0272080034	Tubería PVC SAP Ø 150 mm, Clase 5	m	60.4800	27.50	1,663.20
0272150077	REDUCCION PVC SAP 3/4 A 1/2" c/r	pza	2.0000	2.00	4.00
0272150078	REDUCCION PVC SAP 2 x 1" c/r	und	1.0000	5.00	5.00
0272150079	REDUCCION PVC SAP 2 x 3/4" c/r	pza	1.0000	4.00	4.00
0272170105	UNION SIMPLE PVC SAP 1" c/r	pza	15.0000	3.00	45.00
0272170106	UNION SIMPLE PVC SAP 3/4" c/r	pza	4.0000	1.50	6.00
0272170107	UNION SIMPLE PVC SAP 1/2" c/r	pza	2.0000	1.00	2.00
0272190001	TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"	und	1.0000	6.90	6.90
0272200035	TAPON MACHO PVC SAP 2"	pza	1.0000	6.50	6.50
0272200036	TAPON PVC SAP 2" c/r	und	1.0000	5.00	5.00
0272200037	TAPON PVC SAP 1" c/r	und	1.0000	4.00	4.00
0272300070	NIPLE PVC SAP 1"x3"	pza	2.0000	3.00	6.00
0272300071	NIPLE PVC SAP 2"x3"	pza	2.0000	7.00	14.00
0272530103	CODO PVC SAP 1" X 90° c/r	und	22.0000	3.50	77.00
0272530104	CODO PVC SAP 3/4" X 90° c/r	pza	8.0000	2.50	20.00
0272530105	CODO TORNEADO PVC SAP 1/2" HIDRO	pza	1.0000	6.00	6.00
0272530106	CODO PVC SAP 2" X 90° c/r	pza	2.0000	13.50	27.00
0273010026	Tubería pvc sal 2"	m	3.0000	3.40	10.20
0273010080	Tubería de PVC SAP Ø 3/4" C/R.	m	15.7500	2.25	35.44
0273010090	Tubería de PVC SAP 1" C/ROSCA	m	103.9500	6.60	686.07
0273010106	TUBERIA PERFORADA PVC SAP 2"X 0.6 m c/r	und	1.0000	30.00	30.00
0273010107	TUBERIA PERFORADA PVC SAP 1"X 0.6 m c/r	und	1.0000	20.00	20.00
0273130043	TEE PVC SAP 1" c/r	pza	4.0000	4.00	16.00
0273130044	TEE PVC SAP 3/4" c/r	pza	6.0000	3.00	18.00
0273130045	TEE PVC SAP 2" c/r	pza	2.0000	18.00	36.00
0277040026	VALVULA DE INGRESO PVC 1/2" (Flotador)	und	1.0000	20.00	20.00
0277040027	VALVULA DE PIE 2"	und	1.0000	170.00	170.00
0277040028	VALVULA CHEC HORIZONTAL VERTICAL 2"	und	1.0000	180.00	180.00
0277040029	VALVULA DE PIE 1"	und	2.0000	70.00	140.00
0278000076	VALVULA COMPUERTA MARIPOSA Ø 250 mm	und	3.0000	1,250.00	3,750.00
0278000077	VERTEDERO METALICO MOVIL 0.90m x 0.30 x 1/4"	und	1.0000	75.00	75.00
0278020000	VALVULA ESFERICA PVC 3/4"	und	2.0000	12.00	24.00
0278020001	VALVULA ESFERICA DE 1"	und	1.0000	45.00	45.00
0278020030	VALVULA ESFERICA DE BRONCE 1"	und	4.0000	45.00	180.00
0278020031	VALVULA ESFERICA DE BRONCE 3/4"	und	3.0000	35.00	105.00

283,620.51

EQUIPOS

0337010001	Herramientas Manuales	%MO			2,178.77
0337020044	WINCHE MANUAL	hm	44.3589	15.00	665.38
0348000064	ELECTROBOMBA 1.00 HP	und	1.0000	650.00	650.00
0348000065	ELECTRO NIVEL AUTOMATICO	und	2.0000	50.00	100.00
0348000066	BOMBA DOSIFICADORA 0-400 L/h, 0.50 HP	und	2.0000	5,600.00	11,200.00
0348040039	CAMION VOLQUETE 12 M3.	hm	20.0677	110.00	2,207.45
0349030001	Compactador vibr. Tipo plancha 4 HP.	hm	1.0880	6.25	6.80
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	30.0775	8.00	240.62
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	32.1533	12.00	385.84

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO

Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO

Fecha 21/09/2016

Lugar 080801 CUSCO - ESPINAR - ESPINAR

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
					17,634.86
		SUBCONTRATOS			
0401010017	Manejo de residuos solidos en obra	GLB	1.0000	1,500.00	1,500.00
0401010020	Equipos de protección personal	GLB	1.0000	850.00	850.00
					2,350.00
			Total	S/.	366,379.81



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 01.01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.40x3.60m.

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und **1,050.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	8.0000	19.23	153.84
0147010004	Peon	hh	1.0000	8.0000	14.33	114.64
						268.48
Materiales						
0202010005	Clavos para madera C/C 3"	kg		1.0000	4.80	4.80
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7500	70.00	52.50
0205020020	Piedra mediana (cimentacion)	m3		0.4500	60.00	27.00
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		0.8500	25.50	21.68
0239900108	CARTELES DE OBRA GIGANTOGRAFIA 2.40 X 3.60M	und		1.0000	620.00	620.00
0244010044	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO 8" X 6 m	und		2.0000	24.00	48.00
						773.98
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	268.48	8.05
						8.05

Partida 01.01.02 ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN

Rendimiento mes/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : mes **150.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0239980008	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN	mes		1.0000	150.00	150.00
						150.00

Partida 01.01.03 DESVIO DE AGUA PARA FILTRACION DIRECTA

Rendimiento GLB/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : GLB **2,594.61**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	8.0000	19.23	153.84
0147010004	Peon	hh	2.0000	16.0000	14.33	229.28
						383.12
Materiales						
0212950004	TUBERIA TIPO MANGA CON PROTECCION UV 250 MM C/ACCESORIOS	m		20.0000	110.00	2,200.00
						2,200.00
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	383.12	11.49
						11.49

Partida 01.02.01 DEMOLICIONES EN MEZCLA RAPIDA CONCRETO SIMPLE

Rendimiento m3/DIA MO. 1.2000 EQ. 1.2000 Costo unitario directo por : m3 **210.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	0.1000	0.6667	19.23	12.82
0147010004	Peon	hh	2.0000	13.3333	14.33	191.07
						203.89
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	203.89	6.12
						6.12

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.01.03 RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS

Rendimiento m3/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : m3 **23.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	Peon	hh	1.0000	1.6000	14.33	22.93
						22.93
	Equipos					
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	22.93	0.69
						0.69

Partida 02.01.04 INST. DE TUBERÍA PVC SAP 1" C/ROSCA

Rendimiento m/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m **8.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.0400	19.23	0.77
0147010004	Peon	hh	2.0000	0.0800	14.33	1.15
						1.92
	Materiales					
0230460037	Pegamento para pvc	gln		0.0009	92.00	0.08
0273010090	Tubería de PVC SAP 1" C/ROSCA	m		1.0500	6.60	6.93
						7.01
	Equipos					
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	1.92	0.06
						0.06

Partida 02.01.05 INST. DE TUBERIA PVC SAP 3/4" C/ROSCA

Rendimiento m/DIA MO. 220.0000 EQ. 220.0000 Costo unitario directo por : m **4.23**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.0364	19.23	0.70
0147010004	Peon	hh	2.0000	0.0727	14.33	1.04
						1.74
	Materiales					
0230460037	Pegamento para pvc	gln		0.0009	92.00	0.08
0273010080	Tubería de PVC SAP Ø 3/4" C/R.	m		1.0500	2.25	2.36
						2.44
	Equipos					
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	1.74	0.05
						0.05

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.01.06 INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS EN REDES

Rendimiento GLB/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : GLB **788.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	8.0000	19.23	153.84
0147010004	Peon	hh	1.0000	8.0000	14.33	114.64
268.48						
Materiales						
0230990056	CINTA TEFLON	und		20.0000	1.00	20.00
0272030033	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 3/4"	und		4.0000	3.30	13.20
0272030034	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 1"	und		4.0000	4.50	18.00
0272170105	UNION SIMPLE PVC SAP 1" c/r	pza		15.0000	3.00	45.00
0272170106	UNION SIMPLE PVC SAP 3/4" c/r	pza		4.0000	1.50	6.00
0272530103	CODO PVC SAP 1" X 90° c/r	und		22.0000	3.50	77.00
0272530104	CODO PVC SAP 3/4" X 90° c/r	pza		8.0000	2.50	20.00
0273130043	TEE PVC SAP 1" c/r	pza		4.0000	4.00	16.00
0273130044	TEE PVC SAP 3/4" c/r	pza		4.0000	3.00	12.00
0278020030	VALVULA ESFERICA DE BRONCE 1"	und		4.0000	45.00	180.00
0278020031	VALVULA ESFERICA DE BRONCE 3/4"	und		3.0000	35.00	105.00
512.20						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	268.48	8.05
8.05						

Partida 02.01.07 INSTALACIONES DE DIFUSORES DE SOLUCION PVC C/ORIFICIOS

Rendimiento GLB/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : GLB **167.05**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	0.3000	2.4000	19.23	46.15
0147010004	Peon	hh	0.2500	2.0000	14.33	28.66
74.81						
Materiales						
0230990056	CINTA TEFLON	und		4.0000	1.00	4.00
0272150078	REDUCCION PVC SAP 2 x 1" c/r	und		1.0000	5.00	5.00
0272150079	REDUCCION PVC SAP 2 x 3/4" c/r	pza		1.0000	4.00	4.00
0272200036	TAPON PVC SAP 2" c/r	und		1.0000	5.00	5.00
0272200037	TAPON PVC SAP 1" c/r	und		1.0000	4.00	4.00
0273010106	TUBERIA PERFORADA PVC SAP 2"X 0.6 m c/r	und		1.0000	30.00	30.00
0273010107	TUBERIA PERFORADA PVC SAP 1"X 0.6 m c/r	und		1.0000	20.00	20.00
0273130045	TEE PVC SAP 2" c/r	pza		1.0000	18.00	18.00
90.00						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	74.81	2.24
2.24						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.01.11 INSTALACIONES DE CABALLETE DE FN 2"x2.5mm de 2.00x2.00m

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und **1,182.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	8.0000	19.23	153.84
0147010003	Oficial	hh	2.0000	16.0000	15.94	255.04
0147010004	Peon	hh	1.0000	8.0000	14.33	114.64
523.52						
Materiales						
0244000020	MADERA CORRIENTE 1.5"x8"x2.10m	p2		38.5000	3.50	134.75
0251070005	TUBO CUADRADO FN 2"x2.5mm	m		18.4000	13.50	248.40
0251070006	TUBO CUADRADO FN 1 1/2"x2.5mm	m		28.0000	8.50	238.00
0254110090	Pintura Esmalte	gln		0.5000	45.00	22.50
643.65						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	523.52	15.71
15.71						

Partida 02.01.12 INSTALACION DE ELECTROBOMBA AUTOMATICA 1.00 HP, INCLUIDO VALVULAS Y ACCESORIOS

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und **1,933.63**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	8.0000	19.23	153.84
0147010003	Oficial	hh	2.0000	16.0000	15.94	255.04
0147010004	Peon	hh	1.0000	8.0000	14.33	114.64
523.52						
Materiales						
0207030002	CABLE THW # 10 AWG	m		50.0000	1.20	60.00
0212020025	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2x20Ax240V	und		2.0000	30.00	60.00
0229040005	CINTA TEFLON	pza		10.0000	1.00	10.00
0272010020	TUBERIA PVC SAP DE 2" c/r	m		3.0000	6.80	20.40
0272030034	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 1"	und		1.0000	4.50	4.50
0272030037	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 2"	und		1.0000	23.00	23.00
0272200035	TAPON MACHO PVC SAP 2"	pza		1.0000	6.50	6.50
0272300070	NIPLE PVC SAP 1"x3"	pza		2.0000	3.00	6.00
0272300071	NIPLE PVC SAP 2"x3"	pza		2.0000	7.00	14.00
0272530106	CODO PVC SAP 2" X 90° c/r	pza		2.0000	13.50	27.00
0273130045	TEE PVC SAP 2" c/r	pza		1.0000	18.00	18.00
0277040027	VALVULA DE PIE 2"	und		1.0000	170.00	170.00
0277040028	VALVULA CHEC HORIZONTAL VERTICAL 2"	und		1.0000	180.00	180.00
0278020001	VALVULA ESFERICA DE 1"	und		1.0000	45.00	45.00
644.40						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	523.52	15.71
0348000064	ELECTROBOMBA 1.00 HP	und		1.0000	650.00	650.00
0348000065	ELECTRO NIVEL AUTOMATICO	und		2.0000	50.00	100.00
765.71						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.01.13 INSTALACION DE BOMBA DOSIFICADORA 0-400L/h, 0.5 HP

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und **7,226.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	8.0000	19.23	153.84
0147010003	Oficial	hh	3.0000	24.0000	15.94	382.56
0147010004	Peon	hh	3.0000	24.0000	14.33	343.92
						880.32
Materiales						
0229400091	TABLERO DE CONTROL ELECTRICO	und		1.0000	650.00	650.00
0277040029	VALVULA DE PIE 1"	und		1.0000	70.00	70.00
						720.00
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	880.32	26.41
0348000066	BOMBA DOSIFICADORA 0-400 L/h, 0.50 HP	und		1.0000	5,600.00	5,600.00
						5,626.41

Partida 02.02.01 TRAZO Y REPLATEO

Rendimiento m2/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m2 **2.25**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000032	Topografo	hh	1.0000	0.0320	14.75	0.47
0147010004	Peon	hh	3.0000	0.0960	14.33	1.38
						1.85
Materiales						
0229030004	YESO	BOL		0.0050	12.00	0.06
0230550011	Teodolito	hm		0.0270	8.00	0.22
0243010003	Madera tornillo	p2		0.0200	3.20	0.06
						0.34
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	1.85	0.06
						0.06

Partida 02.02.02 CONCRETO F'C=175 KG/CM2

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 **471.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	2.0000	1.3333	19.23	25.64
0147010003	Oficial	hh	2.0000	1.3333	15.94	21.25
0147010004	Peon	hh	8.0000	5.3333	14.33	76.43
						123.32
Materiales						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	80.00	40.80
0205360006	GRAVA DE 2"	m3		0.7600	85.00	64.60
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		8.8500	25.50	225.68
0239050000	AGUA	m3		0.1850	1.00	0.19
						331.27
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	123.32	3.70
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.6667	8.00	5.33
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
						17.03

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.02.03 TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 **27.65**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.6667	19.23	12.82
0147010004	Peon	hh	0.5000	0.3333	14.33	4.78
17.60						
Materiales						
0202010005	Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0300	4.80	0.14
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0200	80.00	1.60
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		0.1850	25.50	4.72
0230110015	IMPERMEABILIZANTE	gln		0.1050	29.00	3.05
0239050000	AGUA	m3		0.0050	1.00	0.01
9.52						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	17.60	0.53
0.53						

Partida 02.03.01 TRAZO Y REPLATEO

Rendimiento m2/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m2 **2.25**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000032	Topografo	hh	1.0000	0.0320	14.75	0.47
0147010004	Peon	hh	3.0000	0.0960	14.33	1.38
1.85						
Materiales						
0229030004	YESO	BOL		0.0050	12.00	0.06
0230550011	Teodolito	hm		0.0270	8.00	0.22
0243010003	Madera tornillo	p2		0.0200	3.20	0.06
0.34						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	1.85	0.06
0.06						

Partida 02.03.02 EXCAVACION MANUAL EN TIERRA COMPACTA

Rendimiento m3/DIA MO. 2.5000 EQ. 2.5000 Costo unitario directo por : m3 **47.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	Peon	hh	1.0000	3.2000	14.33	45.86
45.86						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	45.86	1.38
1.38						

Partida 02.03.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30m.

Rendimiento m3/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000 Costo unitario directo por : m3 **19.68**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	Peon	hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
19.11						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	19.11	0.57
0.57						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.03.04 SOLADO DE CONCRETO F'C=100 KG/CM2 E=2"

Rendimiento m2/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m2 **25.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	2.0000	0.1600	19.23	3.08
0147010003	Oficial	hh	2.0000	0.1600	15.94	2.55
0147010004	Peon	hh	8.0000	0.6400	14.33	9.17
						14.80
Materiales						
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		0.2000	25.50	5.10
0238000000	Hormigón	m3		0.0600	70.00	4.20
0239050000	AGUA	m3		0.0180	1.00	0.02
0243160052	Regla de madera	p2		0.0800	2.25	0.18
						9.50
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	14.80	0.44
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	1.0000	0.0800	12.00	0.96
						1.40

Partida 02.03.05 CONCRETO F'C=210 KG/CM2

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 **482.91**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	2.0000	1.3333	19.23	25.64
0147010003	Oficial	hh	2.0000	1.3333	15.94	21.25
0147010004	Peon	hh	8.0000	5.3333	14.33	76.43
						123.32
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7600	70.00	53.20
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	80.00	40.80
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		9.7400	25.50	248.37
0239050000	AGUA	m3		0.1850	1.00	0.19
						342.56
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	123.32	3.70
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.6667	8.00	5.33
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
						17.03

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.03.06 CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA PENDIENTE FONDO

Rendimiento m3/DIA MO. 22.0000 EQ. 22.0000 Costo unitario directo por : m3 **339.52**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	2.0000	0.7273	19.23	13.99
0147010003	Oficial	hh	2.0000	0.7273	15.94	11.59
0147010004	Peon	hh	8.0000	2.9091	14.33	41.69
67.27						
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.6400	70.00	44.80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	80.00	40.80
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		7.0000	25.50	178.50
0239050000	AGUA	m3		0.2100	1.00	0.21
264.31						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		1.0000	67.27	0.67
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.3636	8.00	2.91
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	1.0000	0.3636	12.00	4.36
7.94						

Partida 02.03.07 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 **37.75**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.6667	19.23	12.82
0147010003	Oficial	hh	1.0000	0.6667	15.94	10.63
23.45						
Materiales						
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.1000	4.00	0.40
0202100099	CLAVOS 4"	kg		0.1000	4.00	0.40
0243010003	Madera tornillo	p2		4.0000	3.20	12.80
13.60						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	23.45	0.70
0.70						

Partida 02.03.08 ACERO DE REFUERZO f'y=4200 kg/cm2 Grado 60

Rendimiento kg/DIA MO. 220.0000 EQ. 220.0000 Costo unitario directo por : kg **5.38**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.0364	19.23	0.70
0147010003	Oficial	hh	1.0000	0.0364	15.94	0.58
1.28						
Materiales						
0202040009	Alambre negro N°16	kg		0.0500	4.00	0.20
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0700	3.52	3.77
3.97						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		10.0000	1.28	0.13
0.13						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.03.09 PANTALLAS DE FIBRA DE VIDRIO E=6mm

Rendimiento m2/DIA MO. 75.0000 EQ. 75.0000 Costo unitario directo por : m2 **222.26**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
014701002	Operario	hh	1.0000	0.1067	19.23	2.05
014701003	Oficial	hh	1.0000	0.1067	15.94	1.70
014701004	Peon	hh	2.0000	0.2133	14.33	3.06
6.81						
Materiales						
023032007	PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO E=6mm	m2		1.0500	205.00	215.25
215.25						
Equipos						
033701001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	6.81	0.20
0.20						

Partida 02.03.10 INSTALACION DE CARRILES P/PANTALLAS, 3/4x2mm

Rendimiento m/DIA MO. 90.0000 EQ. 90.0000 Costo unitario directo por : m **9.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
014701002	Operario	hh	0.1000	0.0089	19.23	0.17
014701003	Oficial	hh	1.0000	0.0889	15.94	1.42
014701004	Peon	hh	1.0000	0.0889	14.33	1.27
2.86						
Materiales						
0202510101	PERNOS 1/4" X 1"	pza		4.0000	0.20	0.80
0246910008	ANGULAR DE FIERRO DE 3/4" x 2mm	m		1.0500	3.20	3.36
0246910009	PLATINA DE FIERRO DE 3/4" x 2mm	m		1.0500	2.10	2.21
6.37						
Equipos						
033701001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	2.86	0.09
0.09						

Partida 02.03.11 TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 **27.65**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
014701002	Operario	hh	1.0000	0.6667	19.23	12.82
014701004	Peon	hh	0.5000	0.3333	14.33	4.78
17.60						
Materiales						
0202010005	Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0300	4.80	0.14
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0200	80.00	1.60
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		0.1850	25.50	4.72
0230110015	IMPERMEABILIZANTE	gln		0.1050	29.00	3.05
0239050000	AGUA	m3		0.0050	1.00	0.01
9.52						
Equipos						
033701001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	17.60	0.53
0.53						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.03.12 TARRAJEO EN EXTERIORES

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 **23.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.6667	19.23	12.82
0147010004	Peon	hh	0.5000	0.3333	14.33	4.78
						17.60
Materiales						
0202010005	Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0250	4.80	0.12
0202040009	Alambre negro N°16	kg		0.0200	4.00	0.08
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0170	80.00	1.36
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		0.1200	25.50	3.06
0239050000	AGUA	m3		0.0090	1.00	0.01
0243000034	MADERA	p2		0.2000	2.69	0.54
						5.17
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	17.60	0.53
						0.53

Partida 02.03.13 PINTURA EN MUROS EXTERIORES AL LATEX

Rendimiento m2/DIA MO. 40.0000 EQ. 40.0000 Costo unitario directo por : m2 **6.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.2000	19.23	3.85
						3.85
Materiales						
0230900011	IMPRIMANTE LATEX	gln		0.0130	26.00	0.34
0230990019	Lija	und		0.0150	1.20	0.02
0254030000	PINTURA LATEX	gln		0.0500	45.00	2.25
						2.61
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	3.85	0.12
						0.12

Partida 02.04.01 TRAZO Y REPLATEO

Rendimiento m2/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : m2 **2.25**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000032	Topografo	hh	1.0000	0.0320	14.75	0.47
0147010004	Peon	hh	3.0000	0.0960	14.33	1.38
						1.85
Materiales						
0229030004	YESO	BOL		0.0050	12.00	0.06
0230550011	Teodolito	hm		0.0270	8.00	0.22
0243010003	Madera tornillo	p2		0.0200	3.20	0.06
						0.34
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	1.85	0.06
						0.06

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.04.06 CONCRETO F'C=140 KG/CM2

Rendimiento m3/DIA MO. 22.0000 EQ. 22.0000 Costo unitario directo por : m3 **339.52**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	2.0000	0.7273	19.23	13.99
0147010003	Oficial	hh	2.0000	0.7273	15.94	11.59
0147010004	Peon	hh	8.0000	2.9091	14.33	41.69
						67.27
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.6400	70.00	44.80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	80.00	40.80
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		7.0000	25.50	178.50
0239050000	AGUA	m3		0.2100	1.00	0.21
						264.31
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		1.0000	67.27	0.67
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.3636	8.00	2.91
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	1.0000	0.3636	12.00	4.36
						7.94

Partida 02.04.07 CONCRETO F'C=210 KG/CM2

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 **482.91**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	2.0000	1.3333	19.23	25.64
0147010003	Oficial	hh	2.0000	1.3333	15.94	21.25
0147010004	Peon	hh	8.0000	5.3333	14.33	76.43
						123.32
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7600	70.00	53.20
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	80.00	40.80
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		9.7400	25.50	248.37
0239050000	AGUA	m3		0.1850	1.00	0.19
						342.56
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	123.32	3.70
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.6667	8.00	5.33
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
						17.03

Partida 02.04.08 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 **37.75**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.6667	19.23	12.82
0147010003	Oficial	hh	1.0000	0.6667	15.94	10.63
						23.45
Materiales						
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.1000	4.00	0.40
0202100099	CLAVOS 4"	kg		0.1000	4.00	0.40
0243010003	Madera tornillo	p2		4.0000	3.20	12.80
						13.60
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	23.45	0.70
						0.70

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.04.09 ACERO DE REFUERZO f'y=4200kg/cm2 Grado 60

Rendimiento kg/DIA MO. 220.0000 EQ. 220.0000 Costo unitario directo por : kg **5.38**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.0364	19.23	0.70
0147010003	Oficial	hh	1.0000	0.0364	15.94	0.58
						1.28
Materiales						
0202040009	Alambre negro N°16	kg		0.0500	4.00	0.20
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		1.0700	3.52	3.77
						3.97
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		10.0000	1.28	0.13
						0.13

Partida 02.04.10 INST. DE PANELES DE VINILONA 1.60mx1.15m E=0.57mm, INC. PERFILES DE ALUMINIO

Rendimiento und/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : und **258.93**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.3200	19.23	6.15
0147010003	Oficial	hh	1.0000	0.3200	15.94	5.10
0147010004	Peon	hh	2.0000	0.6400	14.33	9.17
						20.42
Materiales						
0202450051	PERNO 2"x1/4"	pza		8.0000	0.20	1.60
0202530006	VOLANDA DE ALUMINIO 1"	und		8.0000	0.50	4.00
0243400033	Panel de vinilona 1.60mx1.20m, E=0.57mm	und		1.0500	190.00	199.50
0252110031	ANGULO DE ALUMINIO 1"x1/8"	kg		4.0000	3.50	14.00
0252270029	PLATINA DE ALUMINIO 1"x1/8"	pza		4.0000	2.00	8.00
0252830011	Perfil de aluminio 2"x1/8"	m		0.8000	13.50	10.80
						237.90
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	20.42	0.61
						0.61

Partida 02.04.11 INST. DE TUBERIA PVC SAP CLASE 5, 450mm c/orif. 3" @ 0.75m p/distribucion

Rendimiento m/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m **302.61**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.4000	19.23	7.69
0147010003	Oficial	hh	2.0000	0.8000	15.94	12.75
0147010004	Peon	hh	2.0000	0.8000	14.33	11.46
						31.90
Materiales						
0230460037	Pegamento para pvc	gln		0.2500	92.00	23.00
0272080033	Tubería PVC SAP Ø 450 mm, Clase 5	m		1.0500	235.00	246.75
						269.75
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	31.90	0.96
						0.96

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.04.12 INST. DE TUBERIA PVC SAP CLASE 5, 160mm c/orif. 3/4" @ 0.125m p/recoleccion

Rendimiento m/DIA MO. 35.0000 EQ. 35.0000 Costo unitario directo por : m **66.91**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.2286	19.23	4.40
0147010003	Oficial	hh	1.0000	0.2286	15.94	3.64
0147010004	Peon	hh	2.0000	0.4571	14.33	6.55
14.59						
Materiales						
0230460037	Pegamento para pvc	gln		0.2500	92.00	23.00
0272080034	Tubería PVC SAP Ø 150 mm, Clase 5	m		1.0500	27.50	28.88
51.88						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	14.59	0.44
0.44						

Partida 02.04.13 INST. DE TAPON P/TUBERIA PVC SAP CLASE 5, Ø 450mm

Rendimiento und/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : und **271.95**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.3200	19.23	6.15
0147010003	Oficial	hh	1.0000	0.3200	15.94	5.10
0147010004	Peon	hh	2.0000	0.6400	14.33	9.17
20.42						
Materiales						
0230460037	Pegamento para pvc	gln		0.0100	92.00	0.92
0265390068	TAPON pvc 450mm	und		1.0000	250.00	250.00
250.92						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	20.42	0.61
0.61						

Partida 02.04.14 COMPUERTA METALICA P/ ENTRADA A DECANTADORES DE 0.65m x 0.50 x 1/8"

Rendimiento und/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : und **151.69**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	1.6000	19.23	30.77
30.77						
Materiales						
0256990022	COMPUERTA METALICA de 0.65m x 0.50 x 1/8"	und		1.0000	120.00	120.00
120.00						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	30.77	0.92
0.92						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.04.15 INST. DE ABRAZADERAS METALICA P / TUBERIA PVC SN-2 Ø 450mm

Rendimiento und/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : und **93.97**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
014701002	Operario	hh	1.0000	0.8000	19.23	15.38
014701003	Oficial	hh	1.0000	0.8000	15.94	12.75
28.13						
Materiales						
0265160054	ABRAZADERA METALICA p/ tubería PVC SN-2 Ø 450 mm	und		1.0000	65.00	65.00
65.00						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	28.13	0.84
0.84						

Partida 02.04.16 INST. DE ABRAZADERAS METALICA P / TUBERIA PVC SN-2 Ø 160mm

Rendimiento und/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : und **29.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
014701002	Operario	hh	1.0000	0.4000	19.23	7.69
7.69						
Materiales						
0252000001	ABRAZADERA METALICA para tubería de 160mm	und		1.0000	21.90	21.90
21.90						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	7.69	0.23
0.23						

Partida 02.04.17 Perfiles L 4" x 4" x 1/2" de aluminio p/ apoyo de tubería de recolección

Rendimiento m/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m **44.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
014701002	Operario	hh	1.0000	0.3200	19.23	6.15
6.15						
Materiales						
0239990110	Perfiles L 4" x 4" x 1/2" de aluminio	und		1.0500	36.00	37.80
37.80						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	6.15	0.18
0.18						

Partida 02.04.18 Inst. valvula compuerta tipo Mariposa Ø 250 mm, para desagüe

Rendimiento und/DIA MO. 2.5000 EQ. 2.5000 Costo unitario directo por : und **1,407.85**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
014701002	Operario	hh	1.0000	3.2000	19.23	61.54
014701004	Peon	hh	2.0000	6.4000	14.33	91.71
153.25						
Materiales						
0278000076	VALVULA COMPUERTA MARIPOSA Ø 250 mm	und		1.0000	1,250.00	1,250.00
1,250.00						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	153.25	4.60
4.60						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.04.19 Instalación de canaleta metálica de recolección 0.30m x 0.50m x 1/8"

Rendimiento m/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000 Costo unitario directo por : m **114.34**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
0147010004	Peon	hh	1.0000	1.3333	14.33	19.11
44.75						
Materiales						
0261010026	canaleta metálica de 0.30m x 0.50m x 1/8"	m		1.0500	65.00	68.25
68.25						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	44.75	1.34
1.34						

Partida 02.04.20 TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 **27.65**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.6667	19.23	12.82
0147010004	Peon	hh	0.5000	0.3333	14.33	4.78
17.60						
Materiales						
0202010005	Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0300	4.80	0.14
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0200	80.00	1.60
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		0.1850	25.50	4.72
0230110015	IMPERMEABILIZANTE	gln		0.1050	29.00	3.05
0239050000	AGUA	m3		0.0050	1.00	0.01
9.52						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	17.60	0.53
0.53						

Partida 02.05.01 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA ENCIMADO

Rendimiento m3/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m3 **482.91**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	2.0000	1.3333	19.23	25.64
0147010003	Oficial	hh	2.0000	1.3333	15.94	21.25
0147010004	Peon	hh	8.0000	5.3333	14.33	76.43
123.32						
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7600	70.00	53.20
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	80.00	40.80
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		9.7400	25.50	248.37
0239050000	AGUA	m3		0.1850	1.00	0.19
342.56						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	123.32	3.70
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.6667	8.00	5.33
0349100011	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
17.03						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.05.02 COLOCACION DE LA CAPA DE SOPORTE DE GRAVA H=0.40m

Rendimiento m3/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000 Costo unitario directo por : m3 **232.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
0147010003	Oficial	hh	1.0000	1.3333	15.94	21.25
0147010004	Peon	hh	4.0000	5.3333	14.33	76.43
						123.32
Materiales						
0205360006	GRAVA DE 2"	m3		1.0000	85.00	85.00
						85.00
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	123.32	3.70
0337020044	WINCHE MANUAL	hm	1.0000	1.3333	15.00	20.00
						23.70

Partida 02.05.03 COLOCACION DE LECHO DE ARENA CUARZOSA T.E. = 0.56 mm, H=0.20m

Rendimiento m3/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000 Costo unitario directo por : m3 **792.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
0147010003	Oficial	hh	1.0000	1.3333	15.94	21.25
0147010004	Peon	hh	4.0000	5.3333	14.33	76.43
						123.32
Materiales						
0204010023	ARENA CUARZOSA T.E. = 0.56 mm, H=0.20m	m3		1.0000	645.00	645.00
						645.00
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	123.32	3.70
0337020044	WINCHE MANUAL	hm	1.0000	1.3333	15.00	20.00
						23.70

Partida 02.05.04 COLOCACION DE LECHO DE ANTRACITA D.E.= 0.80 - 1.10 mm, H = 0.45m

Rendimiento m3/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000 Costo unitario directo por : m3 **2,719.52**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	1.3333	19.23	25.64
0147010003	Oficial	hh	1.0000	1.3333	15.94	21.25
0147010004	Peon	hh	4.0000	5.3333	14.33	76.43
						123.32
Materiales						
0204010022	Antracita DE= 0.80 - 1.10 mm	m3		1.0500	2,450.00	2,572.50
						2,572.50
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	123.32	3.70
0337020044	WINCHE MANUAL	hm	1.0000	1.3333	15.00	20.00
						23.70

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.05.05 TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 **27.65**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	0.6667	19.23	12.82
0147010004	Peon	hh	0.5000	0.3333	14.33	4.78
17.60						
Materiales						
0202010005	Clavos para madera C/C 3"	kg		0.0300	4.80	0.14
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0200	80.00	1.60
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		0.1850	25.50	4.72
0230110015	IMPERMEABILIZANTE	gln		0.1050	29.00	3.05
0239050000	AGUA	m3		0.0050	1.00	0.01
9.52						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	17.60	0.53
0.53						

Partida 02.05.06 INST. DE VERTEDERO METALICO MOVIL 0.90m x 0.30 x 1/4" p/ control de lavado

Rendimiento und/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : und **118.50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	1.6000	19.23	30.77
0147010004	Peon	hh	0.5000	0.8000	14.33	11.46
42.23						
Materiales						
0278000077	VERTEDERO METALICO MOVIL 0.90m x 0.30 x 1/4"	und		1.0000	75.00	75.00
75.00						
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	42.23	1.27
1.27						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida 02.05.07 CAJA DE CONCRETO 0.70 X 1.40M, H=0.80 m PARA PROTECCIN DE ELECTROBOMBA

Rendimiento pza/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : pza **786.44**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	Operario	hh	1.0000	2.6667	19.23	51.28
0147010003	Oficial	hh	1.0000	2.6667	15.94	42.51
0147010004	Peon	hh	3.0000	8.0000	14.33	114.64
						208.43
Materiales						
0202040009	Alambre negro N°16	kg		0.9000	4.00	3.60
0202970002	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg		10.5000	3.52	36.96
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.3500	70.00	24.50
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.2400	80.00	19.20
0210150059	SUMIDERO CROMADO DE 2"	und		1.0000	12.90	12.90
0221000000	Cemento Portland tipo IP (42.5kg).	BOL		5.0000	25.50	127.50
0221030007	TAPA REMOVIBLES DE CONCRETO F'c = 175 Kg/cm2, de 0.90m x und 0.35m x 0.075m			3.0000	60.00	180.00
0250060030	TAPA METALICA DE 0.70m x1.40m x 1/4" p/proteccion de caseta	und		1.0000	150.00	150.00
0272190001	TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"	und		1.0000	6.90	6.90
0273010026	Tubería pvc sal 2"	m		3.0000	3.40	10.20
						571.76
Equipos						
0337010001	Herramientas Manuales	%MO		3.0000	208.43	6.25
						6.25

Partida 03.01 MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO Y RESIDUOS SOLIDOS

Rendimiento GLB/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : GLB **1,500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subcontratos						
0401010017	Manejo de residuos solidos en obra	GLB		1.0000	1,500.00	1,500.00
						1,500.00

Partida 03.02 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Rendimiento GLB/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : GLB **850.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subcontratos						
0401010020	Equipos de protección personal	GLB		1.0000	850.00	850.00
						850.00

Partida 04.01 Transporte de materiales (Cusco - Espinar - PTAP)

Rendimiento GLB/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : GLB **1,500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0232000061	Transporte de materiales (Cusco - Espinar - PTAP)	GLB		1.0000	1,500.00	1,500.00
						1,500.00

Partida 04.02 Movilizacion y desmovilizacion de equipos y maquinarias

Rendimiento GLB/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : GLB **650.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0232000062	Movilizacion y desmovilizacion de equipos y maquinarias	GLB		1.0000	650.00	650.00
						650.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501127 EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI,
 DISTRITO ESPINAR, PROVINCIA ESPINAR, REGION CUSCO
 Subpresupuesto 003 PLANTA DE TRATAMIENTO Fecha presupuesto 21/09/2016

Partida		05.01 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS					
Rendimiento	GLB/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : GLB			815.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0147010002	Operario Mano de Obra	hh	1.0000	0.8000	19.23	15.38 15.38	
0239900109	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Materiales	GLB		1.0000	800.00	800.00 800.00	
Partida		05.02 PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)					
Rendimiento	und/DIA	MO. 24.0000	EQ. 24.0000	Costo unitario directo por : und			45.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0239150000	PRUEBAS DE CALIDAD DE CONCRETO ROTURA Materiales	und		1.0000	45.00	45.00 45.00	
Partida		05.03 PRUEBA HIDRAULICA Y PUESTA EN MARCHA DE LA PTAP					
Rendimiento	GLB/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : GLB			1,358.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0147010002	Operario Mano de Obra	hh	1.0000	8.0000	19.23	153.84 153.84	
0239900110	Prueba hidráulica y puesta en marcha de la PTAP Materiales	GLB		1.0000	1,200.00	1,200.00 1,200.00	
0337010001	Herramientas Manuales Equipos	%MO		3.0000	153.84	4.62 4.62	



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"



ESPECIFICACIONES



TESIS: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YAURI, DISTRITO DE YAURI, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO

CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONSIDERACIONES GENERALES:

Las presentes especificaciones técnicas son complementarias a los Proyectos de Ingeniería del presente Expediente Técnico y por lo tanto los encargados de la ejecución deberán necesariamente seguirlas y obedecerlas. Cualquier cambio de las especificaciones presentes es de absoluta responsabilidad del Ejecutor, estando facultada la Entidad, a efectuar observaciones respecto a las obras no ejecutadas de acuerdo a las especificaciones contenidas en el presente documento.

Las obras se ejecutarán de acuerdo a los planos aprobados por la Entidad; las especificaciones técnicas que se presentan comprenden el proceso constructivo, materiales, equipos, mano de obra, unidad de medida y forma de pago.

Los pagos se efectuarán de acuerdo a las unidades de medida previamente determinadas para cada partida, estos pagos serán de acuerdo al avance mensual de obra, previa verificación y autorización del Supervisor.

En el caso de existir divergencias entre los documentos del proyecto: los planos tendrán validez sobre las especificaciones técnicas, metrados, presupuestos; las especificaciones técnicas tendrán validez sobre los metrados, presupuestos; los metrados tendrán en validez sobre los presupuestos.

CONSIDERACIONES PARTICULARES

El Ejecutor deberá, antes de dar inicio a los trabajos, definir y precisar las incompatibilidades que pudiera contener el Proyecto, estas deberán ser comunicadas a la Entidad para que eleve las consultas correspondientes al Proyectista y gestionar su pronunciamiento. Cualquier modificación del proyecto que genere incremento en el presupuesto de obra y/o en el plazo de ejecución de la obra, no será reconocida por la Entidad, cuando el Ejecutor no cumpla con el procedimiento antes mencionado hasta obtener la conformidad del proyectista y la Entidad; el Supervisor de la obra es el responsable de hacer cumplir esta consideración.

El Ejecutor tomará en cuenta todas las medidas de seguridad a fin de evitar cualquier accidente tanto del personal de obra como cualquier otro ajeno a ella, así como la seguridad de los materiales y equipos de obra, siendo todo ello de su total responsabilidad. Especial atención se tendrá en la observación de las leyes y demás disposiciones de seguridad vigentes.

Si propiedad de terceros resultase dañada, debido a actividades del Ejecutor, ésta deberá ser repuesta en las mismas condiciones en las que se encontraban antes del daño o indemnizar al propietario. Los costos que demande la reposición, serán de entera responsabilidad del Ejecutor.

Hasta la aceptación de la obra por la Entidad, la obra deberá estar bajo el cargo y cuidado del Ejecutor, y éste deberá tomar todas las precauciones necesarias para protegerlas contra daños y



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

perjuicios causados por elementos extraños o por otra causa, ya sea debido a material o trabajo defectuoso o la omisión de trabajos considerados en el expediente técnico.

DEL RESIDENTE DE OBRA

El Ejecutor designará a un Ingeniero Civil, idóneamente preparado y de amplia experiencia, debiendo constatar el cumplimiento de los reglamentos y los procesos constructivos, así como la correcta aplicación de las normas establecidas y de lo descrito en el presente Expediente Técnico.

DEL PERSONAL

El Residente deberá presentar al Supervisor de la Entidad, la relación del personal que va a trabajar en la obra, reservándose el derecho de pedir el cambio total o parcial del personal, o los que a su juicio y en el transcurso de la obra demuestren ineptitud para desempeñar el cargo encomendado.

DEL EQUIPO

Comprende la maquinaria que interviene en la obra; el equipo variará de acuerdo a la magnitud de la obra, pero en todo caso debe ser suficiente y de óptimo estado para que la obra no sufra retrasos en su ejecución.

DE LOS MATERIALES

El acopio de los materiales deberá hacerse de manera racional, de tal manera que su presencia no cause malestar en la ejecución de la misma, o que por excesivo tiempo de almacenamiento desmejore las propiedades particulares de estos.

El Residente pondrá en consideración del Supervisor y, a su solicitud, muestras por duplicado de los materiales que crea conveniente, los que previa aprobación podrán usarse en la obra. El Supervisor está autorizado a rechazar el empleo o uso de los materiales, cuando no cumplan con las normas mencionadas.

DE LAS PRUEBAS

Es obligación del Ejecutor, durante el transcurso de la ejecución de la obra, realizar todas las pruebas, análisis y ensayos necesarios para la verificación del óptimo funcionamiento de la obra ejecutada. De no ser así, el Supervisor estará autorizado a rechazar los trabajos, siendo responsabilidad del Ejecutor la reposición de ellos.

LIMPIEZA FINAL

Al terminar los trabajos y antes de entregar la obra, se procederá a la demolición de las obras provisionales, la limpieza general del área intervenida, dejándola totalmente saneada.

ESPECIFICACIONES TECNICAS POR PARTIDAS

1.00 TRABAJOS PRELIMINARES

1.01 OBRAS PROVISIONALES

1.01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA

DESCRIPCIÓN: Al inicio de obra, se colocara un cartel de identificación de 3.60m x 2.40m en el lugar más visible, en el que se consignará todos los detalles de la obra tales como: nombre, presupuesto, modalidad y tiempo de ejecución así como la fuente de financiamiento de acuerdo al formato que ya tiene estructurado la Municipalidad.



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

Esta partida incluye el costo de instalación y transporte de los carteles de obra.

Los datos indicados solo son referenciales, pudiendo ser incrementados a consideración del Residente o de la autoridad encargada.

EJECUCIÓN: El cartel de obra será prefabricados en tipo gigantografía, que incluirá marco metálico y contarán con el diseño aprobado previamente por el Residente.

FORMA DE PAGO: El pago de este trabajo se hará por cartel instalado en forma global (GLB), cumpliendo las condiciones mínimas requeridas para estos casos.

1.01.02 ALMACEN DE OBRA

DESCRIPCIÓN: Comprende el alquiler de un ambiente mientras dure la ejecución de la obra, que proporcionara espacios adecuados para el control de la obra como almacén y oficina de residencia.

EJECUCION: El Ejecutor de obra, gestionara la cesión en alquiler de un ambiente para almacén que ofrezca protección y seguridad contra los agentes atmosféricos, en zonas muy próximas a la obra o al interior de la PTAR. Podrá también emplear construcciones existentes que se adapten cabalmente a este requerimiento.

FORMA DE PAGO: El pago de estos trabajos se hará por Mes, cumpliendo las condiciones mínimas requeridas para estos casos.

1.01.03 DESVIO DE AGUA PARA FILRACION DIRECTA

DESCRIPCIÓN: Comprende los trabajos de desvío de agua desde el ingreso hasta la batería de filtros para realizar filtración directa, mientras duren los trabajos de mejoramiento en los otros procesos de tratamiento como los floculadores y decantadores, de tal manera que no se interrumpa el servicio de abastecimiento de agua.

EJECUCION: El desvío se realizara utilizando tubería tipo manga flexible o elementos similares que se adapten a este requerimiento, que incluyan empalmes, accesorios y aditamentos necesarios para que el caudal de agua que ingresa llegue en la misma cantidad hasta el canal de distribución de los filtros, sin ningún tipo de pérdida.

FORMA DE PAGO: El pago de estos trabajos se hará por desvío realizado en forma global (GLOB), cumpliendo las condiciones mínimas requeridas.

1.02 REMOCIONES Y DEMOLICIONES EN CONCRETO

1.02.01 DEMOLICIONES EN MEZCLA RAPIDA CONCRETO SIMPLE

1.02.02 DEMOLICIONES EN FLOCULADOR CONCRETO ARMADO

1.02.03 DEMOLICIONES EN SEDIMENTADOR CONCRETO SIMPLE

1.02.04 DEMOLICIONES EN SEDIMENTADOR CONCRETO ARMADO

1.02.05 DEMOLICIONES EN FILTROS CONCRETO SIMPLE

DESCRIPCIÓN: Comprende los trabajos de demoliciones en concreto simple o concreto armado, de todos los elementos necesarios para realizar la intervención de mejoramiento, estén estos ubicados en la mezcla rápida, floculadores, sedimentadores o filtros.



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

EJECUCION: La demolición se hará en forma manual, utilizando herramientas manuales (combas, cinceles, arcos de sierra), a lo sumo se utilizara equipo liviano como cortador de concreto y cortadoras electica de acero, esto debido a las características de la estructura existente.

FORMA DE PAGO: El pago de estos trabajos se hará por demolición realizada en cada una de las estructuras de tratamiento, por metro cubico (M3), previo metrado y verificación, cumpliendo las condiciones mínimas establecidas.

1.02.06 REMOCION DE VALVULA DE DESAGUE DEL SEDIMENTADOR ϕ 6"

DESCRIPCIÓN: Comprende los trabajos de remoción de las válvulas de desagüe existentes en cada uno de los sedimentadores, a efectos de su reemplazo.

EJECUCION: La remoción de las válvulas se hará en forma manual, utilizando herramientas manuales. Incluye la remoción de accesorios y niples de tubería que conectan a los sedimentadores. El trabajo se realizara con cuidado, tratando de no dañar elementos adyacentes como las cajas de registro y no realizar picados de muros en forma excesiva e innecesaria.

FORMA DE PAGO: El pago de estos trabajos se hará por remoción de válvula realizada por unidad (UND), previo metrado y verificación, cumpliendo las condiciones mínimas establecidas.

1.02.07 REMOCION DE LECHO FILTRANTE Y CAPA DE SOPORTE FILTROS

DESCRIPCIÓN: Comprende los trabajos de remoción de la capa de soporte de grava y el lecho filtrante de arena de la batería de filtros, a efectos de su reemplazo con material nuevo.

EJECUCION: La remoción de la capa de soporte y lecho filtrante se hará en forma manual, utilizando herramientas manuales para la extracción y carguío; y para el levantamiento y traslado del material filtrante se usara como equipo winche o tecele manual.

FORMA DE PAGO: El pago de estos trabajos se hará por metro cubico (M3) de material filtrante removido, previo metrado y verificación, cumpliendo las condiciones mínimas establecidas.

2.00 MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

2.01 SISTEMA DE DOSIFICACION

2.01.01 TRAZO Y REPLANTEO (TUB. IMPULSION Y RED)

DESCRIPCIÓN: Comprende el replanteo de los planos en el terreno, de la línea de impulsión y red, fijando los ejes y estacas de referencia.

EJECUCION: Para el trazo y replanteo se utilizará nivel, mira, jalones y wincha, marcándose con yeso el eje donde se emplazará la tubería de impulsión y red. Durante el replanteo se deben poner señales y puntos que sirvan de referencia una vez que se ejecuten las excavaciones. Estos deben ajustarse los planos y perfiles del proyecto.



FORMA DE PAGO: Se pagara por metro lineal (ML) de trazo y replanteo ejecutado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.01.02. EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO COMPACTO

DESCRIPCIÓN: Comprende la excavación del terreno con herramientas manuales para la instalación de las tuberías de impulsión y red.

EJECUCION: Las zanjas podrán hacerse con las paredes verticales si la calidad del terreno lo permite, caso contrario se le dará los taludes adecuados según la naturaleza del mismo. El fondo de la zanja deberá quedar plano, firme y en todos los conceptos aceptables para recibir la tubería. La profundidad de la zanja será definida en los planos del expediente.

FORMA DE PAGO: El pago de estos trabajos se hará por metro cubico (M3) de terreno excavado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.01.03. RELLENO Y APISONADO DE ZANJA

DESCRIPCIÓN: Se refiere al relleno y compactado manual de las zanjas excavadas con material propio, después que haya sido realizada la prueba hidráulica de las tuberías.

EJECUCION: El relleno y apisonado de zanjas se hará en forma manual, utilizando pisones a mano, con material propio de excavación seleccionado, siempre que el material tenga las características para este fin. El relleno se ejecutará mediante la compactación de material convenientemente humedecido, en capas de un espesor de 0.20m, hasta alcanzar los niveles establecidos en planos.

FORMA DE PAGO: Se pagara por metro cubico (M3) de zanja rellena y apisonada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.01.04. INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP ϕ 1" C/ROSCA

DESCRIPCIÓN: Consiste el suministro e instalación de tubería PVC SAP roscado de 1" de diámetro para la línea de impulsión y líneas de dosificación de sulfato y cal. La tubería de impulsión conducirá agua filtrada desde los filtros hasta el tanque elevado para la preparación de soluciones de coagulantes y las de dosificación conducirán las soluciones de sulfato y cal hasta los dosificadores.

EJECUCIÓN: La tubería se bajara a la zanja en forma tal que se evite golpes o daños en su recubrimiento, bajo ninguna circunstancia la tubería deberá dejarse caer dentro de la zanja. La tubería debe mantenerse libre de material extraño durante el trabajo, igualmente, cuando el tendido de la tubería está paralizado, los extremos abiertos de estos serán taponados de modo que no ingrese agua u otro material extraño del exterior.

Las uniones entre tuberías se harán utilizando uniones simples roscadas, utilizando cinta teflón en cantidad necesaria para el sellado de estas.



FORMA DE PAGO: El pago se realizará por metro lineal (ML) de tubería instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas y prueba hidráulica.

2.01.05. INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP ϕ 3/4" C/ROSCA

DESCRIPCIÓN: Consiste el suministro e instalación de tubería PVC SAP roscado de 3/4" de diámetro para la red de distribución. Conducirá agua limpia filtrada desde el tanque elevado hasta el dispositivo de mezcla, donde se mezclara con la solución de sulfato para disminuir su concentración hasta rangos de dosis óptima.

EJECUCIÓN: La tubería se bajara a la zanja en forma tal que se evite golpes o daños en su recubrimiento, bajo ninguna circunstancia la tubería deberá dejarse caer dentro de la zanja. La tubería debe mantenerse libre de material extraño durante el trabajo, igualmente, cuando el tendido de la tubería está paralizado, los extremos abiertos de estos serán taponados de modo que no ingrese agua u otro material extraño del exterior.

Las uniones entre tuberías se harán utilizando uniones simples roscadas, utilizando cinta teflón en cantidad necesaria para el sellado de estas.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por metro lineal (ML) de tubería instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas y prueba hidráulica.

2.01.06. INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS EN REDES

DESCRIPCIÓN: Consiste el suministro e instalación de válvulas esféricas de bronce y accesorios PVC SAP roscadas en redes de impulsión como de distribución, que servirán para direccionar y regular el flujo de agua contenida en la red de tuberías señaladas.

EJECUCIÓN: Las válvulas accesorios deben ser instalados manteniéndolos libre de cualquier material extraño, previa revisión de su calidad y especificaciones técnicas. Las válvulas se instalaran con dos uniones universales que faciliten su desmonte en caso de mantenimiento.

Las uniones con las tuberías se harán utilizando cinta teflón en cantidad necesaria para el sellado de estas.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará en forma global (GLOB) de válvulas y accesorios instalados, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas y prueba hidráulica.

2.01.07. INSTALACION DE DIFUSORES DE SOLUCION PVC CON ORIFICIOS

DESCRIPCIÓN: Consiste el suministro e instalación de difusores pre fabricados de PVC, para la distribución uniforme de las soluciones de sulfato y cal en la zona de mezcla rápida.

EJECUCIÓN: Los difusores serán elaborados en obra o adquirido pre fabricados, serán de material PVC con orificios de diámetro y distribución especificado en planos. Serán instalados previa revisión de su funcionalidad, calidad y especificaciones técnicas.



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

FORMA DE PAGO: El pago se realizará en forma global (GLOB) de difusores instalados, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.01.08. INSTALACION DE TUBERIA PVC SEL ϕ 3/4", INC. CABLE ELECTRICO N° 12

DESCRIPCIÓN: Consiste el suministro e instalación de tubería PVC SEL de 3/4" de diámetro para la red eléctrica que servirá para el funcionamiento automático de la bomba de agua (cisterna y tanque elevado). Incluye la instalación de cable eléctrico N° 12 y sistema de electro nivel.

EJECUCIÓN: La tubería PVC SEL se instalara en forma subterránea, en la misma zanja excavada para la línea de impulsión, cuidando de que exista la distancia de separación reglamentaria entre la línea eléctrica y la tubería de agua.
Las uniones entre tuberías se harán utilizando pegamento para PVC.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por metro lineal (ML) de tubería y cable eléctrico instalado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.01.09. INSTALACION DE TANQUE DE POLIETILENO DE 2500 LITROS P/AGUA FILTRADA

DESCRIPCIÓN: Consiste el suministro e instalación de un tanque de polietileno de 2500 L de capacidad, donde se almacenara agua filtrada para la preparación de soluciones de sulfato y cal.

EJECUCIÓN: El tanque de polietileno se instalara en la losa de techo de la sala de dosificación existente, sobre un caballete de tubo metálico de 2.00x2.00m de sección y 1.00 m de altura, a manera de un tanque elevado. Contará de tuberías, válvulas, accesorios correspondientes, que permitan el adecuado manejo del ingreso y salida de agua.

El tanque será de 1.55 m de diámetro y 1.65 m de altura, color beige, hermético, fabricado en material polietileno de alta densidad, con protección UV contra rayos solares.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por unidad (UND) de tanque de 2500 L instalado, incluido válvulas y accesorios, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.01.10. INSTALACION DE DISPOSITIVO DE CARGA CONSTANTE 20Lt

DESCRIPCIÓN: Consiste el suministro e instalación de un dispositivo que mantenga el caudal de agua de disolución en forma constante, se ubicara después del tanque de 2500 L.

EJECUCIÓN: El dispositivo será acondicionado manualmente, constara de un bidón o balde PVC de 20 L, en cuyo interior se colocara una válvula de ingreso con flotador para mantener una altura de agua constante; contara con válvulas y accesorios para regular el flujo de agua.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por unidad (UND) de dispositivo de carga constante instalado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.



2.01.11. INSTALACION DE CABALLETE DE FIERRO ANGULAR 2" P/TANQUE

DESCRIPCIÓN: Consiste en la instalación de un caballete metálico de base plana, donde se alojara el tanque de polietileno de 2500 L.

EJECUCIÓN: El caballete se elaborara manualmente en un taller de metal mecánica. Será de 2.00x0.00 m de sección y 1.00 m de altura, elaborado con ángulo o tubo negro de 2"x2"x1/8" en marco o plataforma y parantes de soporte, según diseño.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por unidad (UND) de caballete metálico instalado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.01.12. INSTALACION DE ELECTROBAMBA DE 1.00 HP, INC. ACCESORIOS

DESCRIPCIÓN: Consiste en la instalación de una electrobomba centrífuga de 1.00 HP, que servirá para impulsar agua filtrada desde los filtros hasta el tanque elevado de 2500 L, agua que servirá para la preparaciones de soluciones de sulfato y cal.

EJECUCIÓN: La electrobomba será de una marca de reconocida calidad con garantía mínima de 3 años. Su instalación se sujetara a las especificaciones establecidas por el fabricante. Deberá estar protegido de la intemperie, verificar que el voltaje de alimentación coincida con el de la máquina y se utilizara válvulas de bronce y accesorios PVC como uniones simples, uniones universales, codos, niples, válvula de pie, válvula check, entre otros, para el armado de la bomba.

En general, tendrá las siguientes características principales:

- Fabrica: Hecho de rodete de acero inoxidable, cuerpo de hierro fundido, impulsor de latón con protector térmico incorporado, eje rotor montado en rodamientos y sello mecánico grafito cerámico, nivel de ruido medio a bajo
- Potencia : 1.00 HP
- Alcance máximo : 35 m
- Alcance mínimo : 19 m
- Caudal : 100 L/min
- Velocidad motor : 3450 rpm
- Tipo de conexión : Monofásico
- Diámetro de succión : 1"
- Diámetro de descarga : 1"



Electrobomba centrífuga típica a ser instalado

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por unidad (UND) de electrobomba instalado, previa verificación de su funcionamiento y cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.01.13. INSTALACION DE BOMBA DOSIFICADORA 0 – 400 L/h, 0.5 HP

DESCRIPCIÓN: Consiste en la instalación de bombas dosificadoras de soluciones de sulfato y cal, con un rango de dosificación de 0 a 400 L/h. Se instalaran en los tanques de polietileno 1100 L existentes, desde estos, las soluciones de sulfato y cal serán bombeadas hasta los difusores ubicados en la zona de mezcla rápida.



Tesis: “Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco”

La bomba dosificadora es un tipo de bomba diseñada para inyectar un químico líquido en el seno de un fluido, en pequeña cantidad, y de la cual se requiere de un control preciso del volumen añadido por sus efectos en el proceso. En el tratamiento de aguas la dosificación de químicos es de vital importancia, requiere de varios componentes, siendo el primordial la bomba dosificadora. Estas bombas permiten medir de forma constante en el tiempo el mismo volumen, mejoran el resultado y reducen o evitan fallos subjetivos o insuficiencias, que se producen inevitablemente por el factor humano, además, evitan el contacto con medios agresivos que el usuario debe introducir en un proceso.

EJECUCIÓN: Las bombas dosificadoras serán de una marca de reconocida calidad con garantía mínima de 3 años. Su instalación se sujetara a las especificaciones establecidas por el fabricante. Deberá estar protegido de la intemperie, verificar que el voltaje de alimentación coincida con la de los equipos. En general, la bomba dosificadora tendrá las siguientes características:

- Caudal hasta : 500 L/h
- Presión hasta : 12 bar
- Altura aspiración máxima : 4 m CA
- Aspiración en vacío : 9 m CA
- Presión máx. de aspiración : 2 bar
- Carter de aluminio
- Lubricadas de por vida
- Reglaje de la carrera por excéntrica variable, asegurando un caudal débilmente pulsado.
- Temperatura máxima de los fluidos a bombear : 40 °C
- Regulación del caudal nominal del 0 al 100%, tanto en marcha como en parada.
- Bloqueo de la regulación de la carrera
- Precisión del caudal regulado: 2%, dentro del campo de regulación del 10 al 100%.
- Debe permitir el ajuste del caudal.
- Debe ser a prueba de fugas y con características seguras en el diseño ya que la mayoría de los químicos dosificados suelen ser peligrosos.

Parámetros técnicos de instalación de bombas dosificadoras

Tipo	Caudal máx. (l/h) ⁽¹⁾ a 1.5 bar	Presión máx. (bar)	Long. carrera (mm)	Cadencia (gpm) ⁽¹⁾	Velocidad motor (rpm) ⁽¹⁾	Potencia (W)	
						Mono	Tri
GM 2	2.25	12	4	36	1500	180	90
GM 5	4.5	12	4	72	1500	180	90
GM 10	9	12	4	144	1500	180	90
GM 25	25	12	6	72	1500	180	90
GM 50	50	10	6	144	1500	180	90
GM 90	85	7	6	72	1500	180	90
GM 120	120	7	8	72	1500	180	90
GM 170	170	7	6	144	1500	180	90
GM 240	240	7	8	144	1500	180	120
GM 330	315	5	8	144	1500	180	120
GM 400	400	5	10	144	1500	180	250
GM 500	500	5	10	180 ⁽²⁾	1500	250	250



Bomba dosificadora accionada por motor eléctrico a ser instalado



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

- Las bombas dosificadoras más comunes son las accionadas por motor eléctrico y las de tipo solenoide. Las bombas tipo solenoide suelen ser usadas para bajas presiones y bajos caudales y las otras para caudales mayores.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por unidad (UND) de bomba dosificadora instalada, previa verificación de su funcionamiento y cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.02 SISTEMA DE MEZCLA RAPIDA

2.02.01 TRAZO Y REPLANTEO

DESCRIPCION: Esta partida contempla el trazo y replanteo preliminar, así como el trazo y replanteo durante la obra, de manera que estos datos sirvan para la realización de los planos de replanteo.

EJECUCION: El trazo del terreno consiste en determinar la posición, orientación (para los ejes) y altura (para los niveles) establecidos en los planos, que servirán como guías de construcción. El replanteo se refiere a la ubicación en el terreno de todos los elementos que se detallan en los planos para la ejecución de los trabajos.

Las demarcaciones deberán ser exactas, precisas, claras y tanto más seguras y estables cuanto más importantes sean los ejes y elementos a replantear, se efectuara utilizando equipos de precisión. Los ejes se fijarán en el terreno utilizando estacas, balizas o tarjetas fijas.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por metro cuadrado (M²) de trazo y replanteo ejecutado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.02.02 CONCRETO F'C=175 KG/CM²

DESCRIPCION: Se refiere a la colocación de concreto de una resistencia F'c = 175 Kg/cm², que será utilizado en la losa de fondo del canal de mezcla rápida, en dimensiones indicado en planos.

Materiales:

Cemento.- El cemento a utilizar será el que cumpla con las Normas del ASTM-C150 y NTP 334.009. Normalmente este cemento se expende en bolsas de 42.5 Kg (94 Lb/bolsa) el que podrá tener una variación de $\pm 1\%$ del peso indicado.

Agua.- Deberá ser potable, fresca, limpia, libre de sustancias perjudiciales como aceites, ácidos, álcalis, sales minerales, materias orgánicas, partículas de humus, fibras vegetales, etc.

Se podrá usar agua de pozo siempre y cuando cumpla con las exigencias anotadas anteriormente y que además, no sean aguas duras con contenidos de sulfatos. Se podrá usar agua no potable sólo cuando el producto de cubos de mortero probados a la compresión a los 7 y 28 días demuestre resistencias iguales o superiores a aquellas preparadas con agua destilada. Para tal efecto se ejecutarán pruebas de acuerdo con las Normas ASTM - C 109.



Agregados.- Las especificaciones están dadas por las Normas ASTM-C33 tanto para los agregados finos como para los agregados gruesos además, se tendrá en cuenta la Norma ASTM - D448 para evaluar la dureza de los mismos.

Agregado Fino (Arena).- Deberá ser limpia, silicosa, lavada, de granos duros, resistentes a la abrasión, lustrosa, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas suaves y escamosas, esquistos, pizarras, álcalis y materias orgánicas.

Agregado Grueso (Piedra).- Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro y compacto. Deberá estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, marga u otra sustancia de carácter deletérea. En general, deberá estar de acuerdo con las Normas ASTM-C33. La forma de las partículas del agregado deberá ser angular o semi angular.

EJECUCION: El concreto estará conformado por una mezcla de agua, cemento, arena y piedra chancada preparada en una máquina mezcladora mecánica (dosificándose estos materiales en proporciones necesarias) capaz de ser colocada sin segregaciones, a fin de lograr las resistencias especificadas una vez endurecido.

Dosificación.- El concreto será fabricado de tal forma de obtener una resistencia mayor al especificado, tratando de minimizar el número de valores obtenidos con menor resistencia.

Diseño de Mezcla.- El Ejecutor realizará sus diseños de mezcla, los que deberán estar respaldados por los ensayos efectuados en laboratorios competentes. Estos, deberán indicar las proporciones, tipos de granulometría de los agregados, calidad en tipo y cantidad de cemento, calidad en tipo y cantidad de aditivos a usarse así como también la relación agua cemento.

Curado.- El concreto deberá ser protegido del secamiento prematuro por temperatura excesiva y por pérdida de humedad, debiendo de conservarse esta para la hidratación del cemento y el consecuente endurecimiento del concreto. El curado deberá comenzar a las pocas horas de haberse vaciado y deberá mantenerse con abundante cantidad de agua al concreto, por lo menos durante 7 días a una temperatura de 15°C.

FORMA DE PAGO: El pago se hará por metro cúbico (M3) de concreto vaciado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.02.03 TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE

DESCRIPCIÓN: Comprende la impermeabilización de muros interiores de estructuras en contacto con el agua, mediante una capa de mortero de concreto mezclado con una porción de aditivo impermeabilizante dosificado, de tal forma que no permita la filtración de agua a través de las paredes del concreto hacia el exterior.

EJECUCIÓN: El mortero de concreto será colocado sobre las superficies a revestir previamente humedecida con abundante agua para que permita una mejor adherencia del concreto. El agregado fino será una arena limpia que tenga granos resistentes, duros, lustrosos, libre de cantidades perjudiciales de polvo.

La dosificación cemento-arena es de 1:2 respectivamente, incluyendo el impermeabilizante la que se mezclará 15 partes de agua por 1 de impermeabilizante.

FORMA DE PAGO: El pago se hará por metro cuadrado (M2) de tarrajeo con impermeabilizante ejecutado, previa verificación de las condiciones mínimas establecidas.



2.03 SISTEMA DE FLOCULACION

2.03.01 TRAZO Y REPLANTEO

Ídem a partida 02.02.01

2.03.02 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO COMPACTO

DESCRIPCIÓN: Comprende los trabajos de excavación del terreno con herramientas manuales, con la finalidad de alojar a los cimientos, zapatas y otros elementos, con profundidades indicadas en los planos.

EJECUCION: La excavación se ejecutará alcanzando las líneas rasantes, profundidades y/o elevaciones indicadas en los planos. Las profundidades de excavación podrán ser modificadas por la Entidad, en caso de considerarlo necesario cuando los materiales encontrados no sean los apropiados, tales como terrenos sin compactar o terrenos con material orgánico objetable, basura u otros materiales inapropiados.

Ninguna tubería o cimentación se apoyará sobre material suelto, removido o de relleno, debiendo asegurarse el no sobre excavar innecesariamente. El material sobrante excavado, si es apropiado para el relleno de zanjas, podrá ser acopiado y usado como material de relleno.

FORMA DE PAGO: El pago de estos trabajos se hará por metro cúbico (M3), de terreno excavado.

2.03.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30 M

DESCRIPCION: Todo el material excedente de excavaciones, cortes, demoliciones y colocación de materiales, deberá ser retirado manualmente de la obra, a una distancia prudencial.

EJECUCIÓN: Se utilizará mano de obra no calificada, usando herramientas como palas y carretillas, es necesario que sea dispuesto en lugares donde no perjudique a personas particulares.

Colocar el material excavado y otros materiales, a una distancia suficiente del borde de cualquier excavación, para prevenir su caída o deslizamiento dentro de la excavación y para evitar el colapso de la pared de la excavación. Proporcionar no menos de 60 cm del espacio libre entre el extremo del montículo o material y el borde de cualquier excavación. No bloquear caminos y/o carreteras con dichos montículos o materiales.

FORMA DE PAGO: El pago de la partida será por metro cúbico (M3) de material excedente eliminado, previa verificación.

2.03.04 SOLADO DE CONCRETO FC= 100 KG/CM2, E=2"

DESCRIPCIÓN: Constituye las sub-bases para cimientos y otros elementos que lo requieran; serán hechos en concreto $F'c=100$ Kg/cm², con 2" de espesor.

EJECUCION: Se deberá controlar los procesos de mezclado y vaciado, la calidad de los materiales y las pruebas de resistencia del concreto.



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

Se utilizará una mezcladora mecánica para el mezclado uniforme de los materiales, el vaciado se hará sobre terreno firme, compactado.

FORMA DE PAGO: El trabajo será pagado por metro cuadrado (M²) de solado vaciado.

2.03.05 CONCRETO F'C= 210 KG/CM²

DESCRIPCION: Se refiere a la colocación de concreto de una resistencia F'c = 210Kg/cm², que será utilizado en la losa de fondo y muros en la ampliación del floculador, en dimensiones indicado en planos.

Materiales:

Cemento.- El cemento a utilizar será el que cumpla con las Normas del ASTM-C150 y NTP 334.009. Normalmente este cemento se expende en bolsas de 42.5 Kg (94 Lb/bolsa) el que podrá tener una variación de ± 1% del peso indicado.

Agua.- Deberá ser potable, fresca, limpia, libre de sustancias perjudiciales como aceites, ácidos, álcalis, sales minerales, materias orgánicas, partículas de humus, fibras vegetales, etc.

Se podrá usar agua de pozo siempre y cuando cumpla con las exigencias anotadas anteriormente y que además, no sean aguas duras con contenidos de sulfatos. Se podrá usar agua no potable sólo cuando el producto de cubos de mortero probados a la compresión a los 7 y 28 días demuestre resistencias iguales o superiores a aquellas preparadas con agua destilada. Para tal efecto se ejecutarán pruebas de acuerdo con las Normas ASTM - C 109.

Agregados.- Las especificaciones están dadas por las Normas ASTM-C33 tanto para los agregados finos como para los agregados gruesos además, se tendrá en cuenta la Norma ASTM - D448 para evaluar la dureza de los mismos.

Agregado Fino (Arena).- Deberá ser limpia, lavada, de granos duros, resistentes a la abrasión, lustrosa, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas suaves y escamosas, esquistos, pizarras, álcalis y materias orgánicas.

Agregado Grueso (Piedra).- Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro y compacto. Deberá estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, marga u otra sustancia de carácter deletérea. En general, deberá estar de acuerdo con las Normas ASTM-C33. La forma de las partículas del agregado deberá ser angular o semi angular.

EJECUCION: El concreto estará conformado por una mezcla de agua, cemento, arena y piedra chancada preparada en una máquina mezcladora mecánica (dosificándose estos materiales en proporciones necesarias) capaz de ser colocada sin segregaciones, a fin de lograr las resistencias especificadas una vez endurecido. El concreto vaciado deberá ser compactado mediante vibración, para lo que se utilizara vibradora accionado eléctricamente.

Dosificación.- El concreto será fabricado de tal forma de obtener una resistencia mayor al especificado, tratando de minimizar el número de valores obtenidos con menor resistencia.

Diseño de Mezcla.- El Ejecutor realizará sus diseños de mezcla, los que deberán estar respaldados por los ensayos efectuados en laboratorios competentes. Estos, deberán indicar las proporciones, tipos de granulometría de los agregados, calidad en tipo y cantidad de cemento, calidad en tipo y cantidad de aditivos a usarse así como también la relación agua cemento.



Curado.- El concreto deberá ser protegido del secamiento prematuro por temperatura excesiva y por pérdida de humedad, debiendo conservarse esta para la hidratación del cemento y el consecuente endurecimiento del concreto. El curado deberá comenzar a las pocas horas de haberse vaciado y deberá mantenerse con abundante cantidad de agua al concreto, por lo menos durante 7 días a una temperatura de 15°C.

FORMA DE PAGO: El pago se hará por metro cúbico (M3) de concreto vaciado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.03.06 CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 P/PENDIENTE DE FONDO
Ídem a partida 2.02.02

2.03.07 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO

DESCRIPCIÓN: Son estructuras generalmente de madera, que son diseñados para producir unidades de concreto idénticos en forma y dimensiones a las unidades mostradas en los planos.

EJECUCIÓN: Los encofrados serán hechos de forma que al encofrar dejen un concreto a la vista que no requiera tarrajes posteriores. Los encofrados deberán poseer un adecuado sistema de arriostre para mantener su posición y forma durante el vaciado y endurecimiento del concreto; deberán ser lo suficientemente ajustados, para evitar pérdidas de mortero durante el vaciado.

La preparación de los encofrados debe ser tal que todas las superficies interiores deberán estar libres de materiales adheridos, después de cada uso se pasará escobilla de alambre y se recubrirán con aceite para su uso posterior.

En general, el encofrado será removido cuando el concreto haya endurecido suficientemente para soportar su peso propio y cualquier otra carga que se imponga de inmediato.

FORMA DE PAGO: El pago se hará por metro cuadrado (M2) de encofrado habilitado y colocado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.03.08 ACERO FY= 4200 KG/CM2 GRADO 60

DESCRIPCIÓN: Son barras de acero corrugado colocadas para transmitir al concreto el refuerzo necesario que permita que la estructura mantenga su resistencia y durabilidad durante su funcionamiento.

EJECUCIÓN: Las barras de acero destinadas a refuerzo común del concreto deberán estar de acuerdo con los requerimientos de las "especificaciones para varillas de acero de refuerzo de concreto (ASTM A-15)".

El acero está especificado en los planos de acuerdo a su carga de fluencia, pero deberá además ceñirse a las siguientes condiciones:

- Carga de fluencia en 4200 kg/cm².
- Carga de rotura en 5000-6000 kg/cm².
- Deformación mínima a la rotura 10%



Las barras de acero deben estar libres de defectos, dobleces y curvas que no pueden ser rápida y completamente enderezadas en el campo y no tendrá más oxidación que aquella que pueda haber acumulado durante el transporte a obra.

Antes de ser colocadas en su posición, las barras de refuerzo serán completamente limpiadas de toda escama y oxido suelto y de cualquier suciedad y recubrimiento de otro material que puede destruir o reducir su adherencia con el concreto.

Las barras serán colocadas en posición exacta y espaciamiento que indiquen los planos y serán sujetos firmemente para impedir desplazamiento, durante el vibrado del concreto; las barras serán aseguradas con alambre negro N° 16.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por kilogramo (KG) de acero habilitado y colocado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.03.09 PANTALLAS DE FIBRA DE VIDRIO E=6MM

DESCRIPCIÓN: Comprende el suministro y colocación de pantallas de fibra de vidrio de 6mm de espesor en el floculador, las que permitirán que la corriente de agua suba y baje sucesivamente, contorneando las diversas pantallas para la formación adecuada de los floculos.

EJECUCION: Las pantallas de fibra de vidrio se adquirirán pre fabricadas de proveedores que garanticen su calidad y durabilidad. Las dimensiones de las placas serán de acuerdo a lo indicado en los planos, totalmente planas, rectas, sin curvaturas ni pandeos. Se colocaran en los carriles previamente instalados en las paredes del floculador, y en otros casos, en los carriles existentes.

FORMA DE PAGO: El trabajo será pagado por metro cuadrado (M2) de pantalla de fibra de vidrio colocado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.03.10 INSTALACION DE CARRILES P/PANTALLAS DE 3/4"x2MM

DESCRIPCIÓN: Comprende la instalación de carriles metálicos en los muros del floculador, para alojar las pantallas de fibra de vidrio.

EJECUCION: Los carriles serán elaborados de angular metálico 3/4"x2.00mm, pintados con anticorrosivo, formando una ranura de 1/2", de tal manera que las pantallas tengan la holgura suficiente para removidos y vueltos a colocar cuando se realice su mantenimiento. Se fijaran con pernos en los muros del floculador existente, para lo que previamente se hará una hendidura picando el tarrajeo, se nivelara, empernara y se resanara los cantos con mezcla 1:2 de cemento arena.

Los carriles se instalaran respetando el espaciamiento entre ellos mostrado en planos y deberán quedar totalmente verticales.

FORMA DE PAGO: El trabajo será pagado por metro lineal (ML) de carril instalado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.03.11 TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE

DESCRIPCIÓN: Comprende la impermeabilización de muros interiores de estructuras en contacto con el agua, mediante una capa de mortero de concreto mezclado con una porción de



aditivo impermeabilizante dosificado, de tal forma que no permita la filtración de agua a través de las paredes del concreto hacia el exterior.

EJECUCIÓN: El mortero de concreto será colocado sobre las superficies a revestir previamente humedecida con abundante agua para que permita una mejor adherencia del concreto. El agregado fino será una arena limpia que tenga granos resistentes, duros, lustrosos, libre de cantidades perjudiciales de polvo.

La dosificación cemento-arena es de 1:2 respectivamente, incluyendo el impermeabilizante que se mezclará 15 partes de agua por 1 de impermeabilizante.

FORMA DE PAGO: El pago se hará por metro cuadrado (M²) de tarrajeo con impermeabilizante ejecutado, previa verificación de las condiciones mínimas establecidas.

2.03.12 TARRAJEO EN EXTERIORES MEZCLA 1:5

DESCRIPCION: Consiste en mortero de concreto cemento-arena que permita dar a las paredes una superficie uniforme.

EJECUCION: Los tarrajeos serán ejecutados previa limpieza y humedecimiento de las superficies donde debe ser aplicado.

El agregado fino será una arena limpia que tenga granos resistentes duros, lustrosos, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, exentas de materia orgánica u otras sustancias dañinas.

En todo caso el agregado deberá cumplir con los requisitos establecidos en las Normas ASTM C- 33. La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada y al realizar la granulometría deberá cumplir con los límites de graduación recomendables. La mezcla de mortero será 1:5 cemento-arena, se prepararan en bateas de madera limpias de todo residuo anterior.

FORMA DE PAGO: Se pagara por metro cuadrado (M²) de tarrajeo ejecutado, previa verificación de las condiciones mínimas establecidas.

2.03.13 PINTADO DE MUROS EXTERIORES

DESCRIPCIÓN: Se utilizará para pintar la parte exterior del floculador y sedimentador, de acuerdo a lo indicado en los planos, aplicándose dos manos del color indicado.

Materiales

La pintura a utilizar será látex acrílica, que es una clase de pintura de secado rápido, en la que los pigmentos están contenidos en una emulsión de un polímero acrílico, especialmente formulada para aplicaciones en muros exteriores, debe ser resistente a los álcalis del cemento, resistente a la luz. Deberá ser resistente a los ataques de lubricantes, combustibles, líquidos hidráulicos y condicionantes climáticos diversos.

La pintura podrá ser aplicada con brocha, rodillo o pistola. Deberá tener un tiempo de secado (20°C, 60% HR) al tacto en 10 minutos; apto para soportar tránsito a los 30 minutos y con dureza final a los 35 minutos.



EJECUCION: Para un buen comportamiento de la pintura, la superficie a pintar debe estar seca, limpia y exenta de aceites. La temperatura no será mayor a los 35°C, generalmente la aplicación de las pinturas sobre superficies calientes ocasiona un rápido secado y mala adherencia; de ser necesario se aplicará diluyente hasta un 5%.

FORMA DE PAGO: Se pagara por metro cuadrado (M2) de pintura ejecutada, previa verificación de las condiciones mínimas establecidas.

2.04 SISTEMA DE SEDIMENTACION

2.04.01 TRAZO Y REPLANTEO

Ídem a partida 2.03.01

2.04.02 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO COMPACTO

Ídem a partida 2.03.02

2.04.03 RELLENO Y COMPACTADO

Ídem a partida 2.01.03

2.04.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=30M

Ídem a partida 2.03.03

2.04.05 SOLADO DE CONCRETO FC= 100 KG/CM2, E=2"

Ídem a partida 2.03.04

2.04.06 CONCRETO F'C=140 KG/CM2

DESCRIPCION: Se refiere a la colocación de concreto de una resistencia $F'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, que será utilizado para el relleno de cimentaciones de las estructuras que se construirán en los sedimentadores.

Materiales:

Cemento.- El cemento a utilizar será el que cumpla con las Normas del ASTM-C150 y NTP 334.009. Normalmente este cemento se expende en bolsas de 42.5 Kg (94 Lb/bolsa) el que podrá tener una variación de $\pm 1\%$ del peso indicado.

Agua.- Deberá ser potable, fresca, limpia, libre de sustancias perjudiciales como aceites, ácidos, álcalis, sales minerales, materias orgánicas, partículas de humus, fibras vegetales, etc.

Se podrá usar agua de pozo siempre y cuando cumpla con las exigencias anotadas anteriormente y que además, no sean aguas duras con contenidos de sulfatos. Se podrá usar agua no potable sólo cuando el producto de cubos de mortero probados a la compresión a los 7 y 28 días demuestre resistencias iguales o superiores a aquellas preparadas con agua destilada. Para tal efecto se ejecutarán pruebas de acuerdo con las Normas ASTM - C 109.

Agregados.- Las especificaciones están dadas por las Normas ASTM-C33 tanto para los agregados finos como para los agregados gruesos además, se tendrá en cuenta la Norma ASTM - D448 para evaluar la dureza de los mismos.



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

Agregado Fino (Arena).- Deberá ser limpia, lavada, de granos duros, resistentes a la abrasión, lustrosa, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas suaves y escamosas, esquistos, pizarras, álcalis y materias orgánicas.

Agregado Grueso (Piedra).- Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro y compacto. Deberá estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, marga u otra sustancia de carácter deletérea. En general, deberá estar de acuerdo con las Normas ASTM-C33. La forma de las partículas del agregado deberá ser angular o semi angular.

EJECUCION: El concreto estará conformado por una mezcla de agua, cemento, arena y piedra chancada preparada en una máquina mezcladora mecánica (dosificándose estos materiales en proporciones necesarias) capaz de ser colocada sin segregaciones, a fin de lograr las resistencias especificadas una vez endurecido.

Dosificación.- El concreto será fabricado de tal forma de obtener una resistencia mayor al especificado, tratando de minimizar el número de valores obtenidos con menor resistencia.

Diseño de Mezcla.- El Ejecutor realizará sus diseños de mezcla, los que deberán estar respaldados por los ensayos efectuados en laboratorios competentes. Estos, deberán indicar las proporciones, tipos de granulometría de los agregados, calidad en tipo y cantidad de cemento, calidad en tipo y cantidad de aditivos a usarse así como también la relación agua cemento.

Curado.- El concreto deberá ser protegido del secamiento prematuro por temperatura excesiva y por pérdida de humedad, debiendo de conservarse esta para la hidratación del cemento y el consecuente endurecimiento del concreto. El curado deberá comenzar a las pocas horas de haberse vaciado y deberá mantenerse con abundante cantidad de agua al concreto, por lo menos durante 7 días a una temperatura de 15°C.

FORMA DE PAGO: El pago se hará por metro cubico (M3) de concreto vaciado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.07 CONCRETO F'C=210 KG/CM2

Ídem a partida 2.03.05

2.04.08 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Ídem a partida 2.03.07

2.04.09 ACERO FY= 4200 KG/CM2 GRADO 60

Ídem a partida 2.03.08

2.04.10 INST. DE PANELES DE VINILONA 1.60x1.15M, E=0.57 MM, INCL. PERFILES DE AL.

DESCRIPCIÓN: Comprende la provisión e instalación de paneles de vinilona reforzada en cada uno de los sedimentadores, a efectos de incrementar la tasa de decantación hasta 100 m3/m2.día y de esta forma optimizar estas unidades.

Los paneles de vinilona, están compuestas de tejidos en poliéster de alta tenacidad, recubierto por ambos lados con películas de PVC de formulación especial. Son altamente resistentes a la acción de grasas, ácidos, agentes químicos, temperaturas extremas (-40 a 70°C), rayos UV del sol, ataque de hongos, contacto prolongados con lodos.

EJECUCIÓN: Previa a la instalación de los paneles, se tomaran medidas exactas del ancho de los sedimentadores en obra, con exactitud de 0.5 cm, para luego pre elaborar los paneles



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

según estas medidas, para lo que se utilizarán accesorios complementarios. Para instalar los paneles se usarán ángulos de aluminio o de acero inoxidable que se fijarán en los muros del decantador a los cuales se sujetarán los paneles. Igualmente, se utilizarán elementos de amarre y tensión.

Las placas se colocarán espaciadas cada 14 cm, e inclinadas en ángulo de 60°, según diseño.

FORMA DE PAGO: El pago se realizará por unidad (UND) de panel de vinilona instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.



ACCESORIOS PARA
ENSAMBLAJE Y FIJACION



PANEL ELABORADO



INSTALACION EN OBRA

2.04.11 INST. DE TUBERIA PVC SAP CLASE 5, ϕ 450 MM, C/ORIFICIOS 3" @ 0.75 M

DESCRIPCIÓN: Comprende la provisión e instalación de tubería PVC SAP de 450 mm de diámetro, para la distribución del agua floculada en los sedimentadores o decantadores.

EJECUCION: La instalación de la tubería PVC de distribución, será posterior a la construcción de las obras concreto en el sedimentador (muro de ingreso, vigas de soporte y muro divisorio). Se dejarán los pases correspondientes al diámetro de la tubería en el muro de ingreso, cuando este se esté construyendo.

La tubería será de PVC SAP clase 5, tendrá perforaciones de 3" de diámetro distanciados cada 0.75 m, ubicados en la parte inferior del tubo.

Las tuberías se instalarán empotradas en un extremo al muro de ingreso a través de los pases, se calafateará e impermeabilizará las juntas. Se fijarán a las vigas de soporte mediante abrazaderas metálicas. En el otro extremo de la tubería se colocará un tapón PVC del mismo diámetro.

En general, la instalación de las tuberías de distribución, se sujetarán a los detalles especificados en los planos.

FORMA DE PAGO: El trabajo será pagado por metro lineal (ML) de tubería instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.12 INST. DE TUBERIA PVC SAP CLASE 5, ϕ 160 MM, C/ORIFICIOS 3/4" @ 0.125 M

DESCRIPCIÓN: Comprende la provisión e instalación de tubería PVC SAP de 160 mm de diámetro, para la recolección del agua decantada.

EJECUCION: La tubería PVC de recolección se instalará transversalmente al canal de recolección. Se apoyará sobre un angular fijado en el muro del sedimentador en uno de sus



extremos, fijándolo al angular mediante una abrazadera. El otro extremo se colocara directamente al canal metálico de recolección, impermeabilizando las juntas con silicona.

La tubería será de PVC SAP clase 5, tendrá perforaciones de 3/4" de diámetro distanciados cada 0.125 m, ubicados en la parte superior.

En general, la instalación de las tuberías de recolección, se sujetaran a los detalles especificados en los planos.

FORMA DE PAGO: El trabajo será pagado por metro lineal (ML) de tubería instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.13 INST. DE TAPON PVC SAP CLASE 5, ϕ 450 MM

DESCRIPCIÓN: Comprende la provisión e instalación de tapón PVC SAP de 450 mm de diámetro, en uno de los extremos de las tuberías de distribución, que permitirá un funcionamiento hidráulico adecuado de la distribución del agua.

EJECUCION: El tapón PVC se colocara al momento de instalar las tuberías de distribución, se utilizara pegamento PVC para la unión. Se verificara la calidad del accesorio antes de su instalación, la que debe estar limpia y libre de material extraño.

En general, la instalación de las tuberías de recolección, se sujetaran a los detalles especificados en los planos.

FORMA DE PAGO: El trabajo será pagado por unida (UND) de tapón instalado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.14 COMPUERTA METALICA P/ENTRADA A DECANTADORES 0.65x0.50x1/8"

DESCRIPCIÓN: Comprende la instalación de compuertas metálicas para controlar el ingreso de agua a los sedimentadores, de esta forma facilitar las labores de operación y mantenimiento.

EJECUCIÓN: Las compuertas metálicas se adquirirán pre fabricados, serán tipo tarjeta elaborado de plancha lisa de 1/8" de espesor y 0.65x0.50m de sección; estarán pintadas con pintura anticorrosiva y esmalte. Se dejaran carriles de fierro angular en las ventanas de ingreso a los sedimentadores, para facilitar el manipuleo de las compuertas.

FORMA DE PAGO: Se pagará por unidad (UND) de compuerta metálica de 0.65x0.50m instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.15 INST. DE ABRAZADERA METALICA P/TUBERIA PVC SAP ϕ 450 MM

DESCRIPCIÓN: Comprende la instalación de abrazaderas metálicas para fijar las tuberías de distribución en las vigas de soporte.

EJECUCIÓN: Las abrazaderas se adquirirán pre fabricado, serán elaborados de plancha metálica lisa de 1/8" de espesor y 2" de ancho; estarán pintadas con pintura anticorrosiva y esmalte. Su forma será semi circular y su diámetro se ajustara al de la tubería de distribución (450mm). Se fijaran en la viga de soporte mediante pernos y tarugos.



FORMA DE PAGO: Se pagará por unidad (UND) de abrazadera instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.16 INST. DE ABRAZADERA METALICA P/TUBERIA PVC SAP ϕ 160 MM

DESCRIPCIÓN: Comprende la instalación de abrazaderas metálicas para fijar uno de los extremos de las tuberías de recolección, a los perfiles metálicos que servirán de apoyo.

EJECUCIÓN: Las abrazaderas se adquirirán pre fabricado, serán elaborados de plancha metálica lisa de 1/8" de espesor y 1" de ancho; estarán pintadas con pintura anticorrosiva y esmalte. Su forma será semi circular y su diámetro se ajustara al de la tubería de recolección (160mm). Se fijaran en los perfiles de apoyo mediante pernos.

FORMA DE PAGO: Se pagará por unidad (UND) de abrazadera instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.17 PERFILES L 4"x4"x1/2" METALICO P/APOYO DE TUBERIA DE RECOLECCION

DESCRIPCIÓN: Comprende la instalación de perfiles de aluminio o metálicas que servirán de apoyo de uno de los extremos de las tuberías de recolección.

EJECUCIÓN: Los perfiles se adquirirán pre fabricados, serán elaborados de plancha metálica ángulo "L" 4"x4"x1/2; estarán pintadas con pintura anticorrosiva y esmalte. Se fijaran a los muros del sedimentador mediante pernos y tarugos.

FORMA DE PAGO: Se pagará por unidad (UND) de perfil instalado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.18 INST. DE VALVULA COMPUERTA TIPO MARIPOSA ϕ 250 MM PARA DESAGUE

DESCRIPCION: Consiste en la provisión y colocación de válvulas de compuerta tipo Mariposa, la que servirá para controlar la descarga de lodos y agua de los sedimentadores. Este tipo de válvulas permiten una apertura rápida e instantánea, que permiten una evacuación óptima de los lodos del sedimentador. Estas irán en reemplazo de las válvulas de compuerta de 6" deterioradas.

EJECUCION: La válvula se adquirirá pre fabricado, estarán fabricados en bronce. Se verificara la calidad del accesorio antes de su instalación, la que debe estar limpia y libre de material extraño. Será necesario verificar la calidad de la válvula antes de su adquisición e instalación, la misma que se hará siguiendo las especificaciones del fabricante. La válvula será asentada y centrada "a plomada".

FORMA DE PAGO: Esta partida se pagara por unidad (UND) de válvula de compuerta suministrada e instalada, previa verificación de las condiciones mínimas establecidas.



2.04.19 INST. DE CANALETA METALICA DE 0.30Mx0.50Mx1/8" P/RECOLECCION DE AGUA

DESCRIPCION: Comprende la provisión y colocación de canaleta metálica central en cada uno de los sedimentadores, para la recolección del agua sedimentada para luego ser derivado hacia los filtros rápidos.

EJECUCIÓN: Las canaletas metálicas se adquirirán pre fabricado, serán elaborados de plancha lisa de 1/8" de espesor y 0.30x0.50m de sección; estarán pintadas con pintura anticorrosiva y esmalte. Serán fijadas mediante tornillos a los elementos de sujeción, en este caso, al muro divisorio de concreto, construido para fijar los paneles sedimentadores.

En general, la instalación de las canaletas de recolección, se sujetaran a los detalles especificados en los planos.

FORMA DE PAGO: La partida será pagada por metro lineal (ML) de canaleta metálica instalada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.04.20 TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE

Ídem a partida 2.03.11

2.05 SISTEMA DE FILTRACION

2.05.01 CONCRETO F'C=210 KG/CM2, P/ ENCIMADO DE MUROS CON ADITIVO EPOXICO

Ídem a partida 2.03.05

2.05.02 COLOCACION DE CAPA DE SOPORTE DE GRAVA H=0.40M

DESCRIPCION: Comprende el suministro y colocación de grava graduada seleccionada de diámetro variable de 1/8" a 2", que servirá como soporte del lecho filtrante de arena cuarzosa y antracita.

EJECUCION: La capa de soporte se colocara en capas graduadas que van desde 1/8" de diámetro en la parte superior (la que estará en contacto con el lecho filtrante), hasta la capa inferior de 2" de diámetro.

La grava debe ser dura y redondeada, con peso específico de 2.5, libre de arena, piedra pizarra, limo y materia orgánica; de ser posible debe lavarse para asegurar su limpieza.

La capa de soporte estará conformada por grava graduada de acuerdo a la siguiente especificación:

Capa	Espesor (cm)	Tamaño
1	7.50	1/8" – 1/4"
2	7.50	1/4" – 1/2"
3	7.50	1/2" – 3/4"
4	7.50	3/4" – 1 1/2"
Fondo	10.00	1 1/2" – 2"
Total	40.00	



FORMA DE PAGO: La partida será pagada por metro cubico (M3) de capa de soporte colocada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.05.03 COLOCACION DE LECHO DE ARENA CUARZOSA T.E.=0.56 MM, H=0.20M

DESCRIPCION: Comprende el suministro y colocación de arena cuarzosa que servirá como lecho filtrante del proceso, en una capa de 0.20 m. El lecho filtrante propuesto es doble, de arena y antracita.

Las arenas cuarzosas son lavadas, de color gris, sin presencia de arcillas, micas o materia orgánica. Tienen una dureza de 7 en la escala de Mohs, un peso específico de 2.65 y un coeficiente de esfericidad de 0.80. Su granulometría puede ser presentada con coeficientes de uniformidad que varían entre 1.30 hasta 1.50

EJECUCION: La arena será adquirida preferentemente de empresas dedicadas a la producción de medios filtrantes para agua potable, que garanticen la calidad y especificaciones técnicas.

El lecho filtrante de arena cuarzosa, se colocara en una sola capa de 0.20 m de altura, sobre la grava de 1/8" de la capa de soporte.

La arena deberá cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

- D.E. (10%) = 0.50 – 0.60 mm
- C.U. \leq 1.5
- Densidad aparente : 1.5 TM/m³

FORMA DE PAGO: La partida será pagada por metro cubico (M3) de capa de lecho filtrante colocada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.



ARENA CUARZOSA, SE EXPENDE EN BOLSAS SELLADAS DE 40 KG.

2.05.04 COLOCACION DE LECHO DE ANTRACITA T.E.=1.00 MM, H=0.45M

DESCRIPCION: Comprende el suministro y colocación de arena cuarzosa que servirá como lecho filtrante del proceso, en una capa de 0.45 m. El lecho filtrante propuesto es doble, de arena y antracita.

La antracita para filtros de agua es granulada, su granulometría puede ser presentada con coeficientes de uniformidad que varían entre 1.30 hasta 1.50 y con diámetros efectivos entre 0.90 hasta 1.00 milímetros. La dureza es mayor que 3 en la escala de Mohs, con buena resistencia a la abrasión producida por los lavados y tienen un peso específico mayor a 1.40.



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

EJECUCION: La antracita será adquirida preferentemente de empresas dedicadas a la producción de medios filtrantes para agua potable, que garanticen la calidad y especificaciones técnicas.

El lecho filtrante de antracita, se colocara en una sola capa de 0.45 m de altura, sobre el lecho de arena cuarzosa.

La antracita deberá cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

- D.E. (10%) = 0.90 – 1.00 mm
- C.U. \leq 1.5
- Densidad aparente : 0.95 TM/m³

FORMA DE PAGO: La partida será pagada por metro cubico (M3) de lecho filtrante de antracita colocada, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.



ANTRACITA GRANULADA,
SE EXPENDE EN BOLSAS
SELLADAS DE 40 KG

2.05.05 TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE
Ídem a partida 2.03.11

2.05.06 INST. DE VERTEDERO METALICO MOVIL 0.90Mx0.30Mx1/4"

DESCRIPCIÓN: Comprende la instalación de vertederos metálicos móviles para controlar el nivel de lavado de los filtros, de esta forma facilitar las labores de operación y mantenimiento.

EJECUCIÓN: Los vertederos metálicos se adquirirán pre fabricados, serán elaborados de plancha lisa de 1/4" de espesor y 0.90x0.30m de sección; estarán pintadas con pintura anticorrosiva y esmalte. Se dejaran carriles de fierro angular en las ventanas de ingreso a los filtros, para facilitar el manipuleo de los vertederos.

FORMA DE PAGO: Se pagará por unidad (UND) de vertedero metálica de 0.90x0.30m instalado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

2.05.07 CAJA DE CONCRETO 0.70x1.40M, H=0.80M P/PROTECC. ELECTROBOMBA

DESCRIPCIÓN: Comprende la construcción de una caja o cámara de concreto de 0.70x1.40m y 0.80m de altura, con tapa metálica, que servirá para proteger y dar seguridad a la electrobomba instalada para el bombeo de agua filtrada.



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

EJECUCIÓN: Se procederá al desarrollo de las actividades de trazo y replanteo, excavación de tierras, eliminación de material excedente, el encofrado, habilitado y colocado de acero y vaciado de concreto 175kg/cm² en fondo y muros. El espesor de los muros será de 15cm. La cámara contará con una tapa metálica de 1/8", pintada con anticorrosivo y candado de seguridad.

FORMA DE PAGO: Se pagará por unidad (UND) de caja de concreto instalado, previa verificación del cumplimiento de las condiciones mínimas establecidas.

3.00 SEGURIDAD Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

3.01. MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO Y RESIDUOS SOLIDOS EN OBRA

DESCRIPCION: Consiste en la recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos generados por el personal de obra, o actividades inherentes a esta durante la ejecución. Así mismo, comprende mitigación de polvo producto de las actividades de demoliciones y transporte de materiales a obra.

EJECUCION: Se dispondrán de recipientes de 20 litros acondicionadas con bolsas plásticas para al almacenamiento de los residuos, ubicados en lugares de fácil acceso. La disposición final se hará al vehículo recolector municipal, en forma diaria.

FORMA DE PAGO: Se pagara en forma global (GLB) por la recolección y disposición realizada.

3.02. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

DESCRIPCION: Consiste en la provisión de equipos de protección para el personal de obra, como cascos, guantes, botas, lentes, entre otros, con la finalidad de darles seguridad y protección ante posibles accidentes de trabajo.

EJECUCION: Los equipos de protección se adquirirán para todo el personal de obra, sean estos obreros o profesionales. Deberá asegurarse que estos cumplan los estándares de calidad y especificaciones de norma.

FORMA DE PAGO: Se pagara en forma global (GLOB) por equipos de protección implementados para todo el personal de obra.

4.00 FLETE TERRESTRE

4.01 TRANSPORTE DE MATERIALES CUSCO - ESPINAR - PTAP

DESCRIPCION: Se refiere al traslado de los materiales de construcción, desde los puntos de abastecimiento hasta disponerlos o colocarlos pie de obra.

EJECUCION: Se trasladarán en vehículos que reúnan las características necesarias en función al tipo de vía de acceso y rutas. El transporte de materiales a pie de obra puede realizarse adicionalmente en acémilas o utilizando mano de obra local.

FORMA DE PAGO: Se pagará en forma global (GLB) por la cantidad de material transportado.



4.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

DESCRIPCION: Consiste en el traslado a obra de equipos y maquinaria necesaria para la ejecución de los trabajos como mezcladoras de concreto, vibradoras, soldadoras, entre otros.

EJECUCION: Los equipos y maquinaria se trasladarán en vehículos que reúnan las características necesarias para este tipo de trabajo. Esta actividad estará a cargo del Ejecutor.

FORMA DE PAGO: Se pagará en forma global (GLB) por el total de equipo movilizado.

5.00 ENSAYOS DE LABORATORIO

5.01 ESTUDIO DE SUELOS

DESCRIPCION: Consiste en realizar pruebas o ensayos de laboratorio de suelos en el área destinada a las ampliaciones de la PTAP, para determinar algunas características del suelo como capacidad portante y otras características que el Supervisor considere necesario determinar.

EJECUCION: Se realizaran un mínimo de 2 calicatas distribuidas en el área de construcción de las ampliaciones de la PTAP. Los ensayos serán elaborados por laboratorios calificados dedicados a este rubro.

FORMA DE PAGO: Se pagará en forma Global por estudio realizado.

5.02 PRUEBAS DE CALIDAD DE CONCRETO

DESCRIPCION: Consiste en realizar pruebas o ensayos de laboratorio para probar la resistencia del concreto elaborado en obra.

EJECUCION: Se extraerán briquetas cilíndricas de concreto ajustándose a los procedimientos establecidos para estos casos y se llevaran a un laboratorio acreditado para la prueba de resistencia.

FORMA DE PAGO: Se pagará en forma Global por prueba realizada.

5.03 PRUEBA HIDRAULICA Y PUESTA EN MARCHA DE LA PTAP

DESCRIPCION: Consiste en realizar la prueba hidráulica y puesta en marcha de la PTAP, una vez concluido los trabajos de mejoramiento, cuando la planta empezara a funcionar.

EJECUCION: Las principales actividades que comprende la puesta en marcha de una planta son la inspección preliminar, operaciones iniciales y llenado de la planta.

Inspección preliminar.- Tiene por objeto evaluar el estado de las obras. Se debe poner énfasis en los siguientes aspectos:



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"

- Presencia visual de daños;
- Funcionamiento de válvulas, compuertas y equipos;
- Existencia de reactivos, materiales y personal para la operación del sistema.

Operaciones iniciales.- Antes del llenado de la planta, deben efectuarse las siguientes tareas, que pueden variar de acuerdo con el tipo de planta:

- Limpieza general de las estructuras, la planta debe quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier otra impureza que signifique peligro de contaminación.
- Revisión y calibración de todos los equipos de dosificación.
- Preparación de las soluciones de las sustancias químicas, según procedimientos establecidos.
- Medición de los parámetros básicos para el control de los procesos: pH, turbiedad, color, alcalinidad y caudal de operación.
- Determinación de parámetros de dosificación: dosis, concentración y pH óptimo.
- Colocar válvulas en posición de llenado: ingresos y salidas abiertas, desagües cerrados.

Llenado de la planta.- Dado que la planta está compuesta por los procesos básicos de mezcla rápida, floculación, decantación y filtros, el procedimiento es el siguiente:

- Abrir lentamente la válvula de ingreso de agua cruda a la planta.
- Llenar los floculadores y, una vez que el agua llegue al nivel máximo, establecer la dosificación.
- Simultáneamente al proceso de llenado, debe aplicarse una dosis inicial de desinfectante que usualmente varía entre 3 y 7 mg/L, por un lapso de 2 a 4 horas.
- Esperar a que se complete el llenado de los decantadores y suspender el flujo por 15 minutos antes de pasar a los filtros.
- Llenar los filtros e iniciar la operación eliminando la producción al desagüe hasta que se obtenga la calidad de agua deseada.
- Efectuar lavados sucesivos de los filtros; el procedimiento depende del tipo de filtro.
- Controlar la calidad del agua.

FORMA DE PAGO: Se pagará en forma Global (GLOB) por prueba y puesta en marcha realizada.



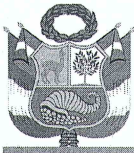
Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"



CRONOGRAMA

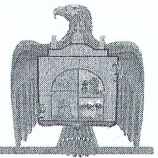


ANEXOS



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
CUSCO-PERU

GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO TERRITORIAL
"AÑO DE LA DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"



CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

EL QUE SUSCRIBE, GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR, PROVINCIA DE ESPINAR, REGION CUSCO;

HACE CONSTAR:

Que, con documento de fecha 11.septiembre.2015, el Egresado del Programa Profesional de Ingeniería Civil **Rodrigo Luis Dueñas Corrales**, presenta el Proyecto de Tesis denominado "*Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Conducción y Planta de Tratamiento de la Ciudad de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco*", solicitando un certificado de originalidad del mismo.

Que, habiéndose realizado una revisión de los archivos de esta Gerencia, no se ha encontrado proyectos o trabajos similares, por lo que de desarrollarse el proyecto tendría carácter de **Original**.

Por otra parte, el desarrollo de este proyecto es de interés técnico de la Municipalidad de Espinar, en vista de la problemática existente en el abastecimiento de agua. Así mismo, dentro de los planes y programas de esta Gerencia, está previsto desarrollar un proyecto de mejoramiento integral del sistema de agua potable de la ciudad de Yauri, por lo que contribuirá a la consecución de la misma.

Yauri, 17 de septiembre del 2015



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO TERRITORIAL


Ing. Gorky Tupayachi Herrera
GERENTE
Reg. CIP N° 59082

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - FEBRERO 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
16/02/2015	7.98	7.10	154.9	77.45	20.50	7.77	6.50	166	83.00	10.10
17/02/2015	8.50	9.11	195	97.50	17.50	7.94	9.20	234	117.00	7.00
18/02/2015	8.96	7.10	200	100.00	23	8.50	6.50	165	82.50	4.80
19/02/2015	7.64	9.11	195	29.00	97.5	7.11	9.20	234	117.00	5.10
20/02/2015	7.24	12.00	233	55.00	116.5	7.22	11.00	236	109.50	5.00
23/02/2015	7.19	12	254	127.00	127	7.22	11.6	219	109.50	7.21
24/02/2015	7.43	11.6	90.7	115.00	45.3	7.36	11.1	221	110.50	5.20
25/02/2015	8.34	12.3	244	115.00	122	7.72	11.5	104.7	52.35	12.20

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.9	10.0	196	89.5	71.2	7.6	9.6	197	97.7	7.1
MÁXIMO	9.0	12.3	254	127.0	127.0	8.5	11.6	236	117.0	12.2
MINIMO	7.2	7.1	91	29.0	17.5	7.1	6.5	105	52.4	4.8

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - MARZO 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
02/03/2015	7.50	11.70	98.80	54.20	2.94	7.60	11.90	232.00	117.00	5.18
03/03/2015	7.79	11.00	165.60	83.00	2.97	8.08	11.10	197.80	98.20	8.22
04/03/2015	7.84	12.10	221.00	111.00	4.83	7.66	11.80	205.00	103.00	3.83
05/03/2015	7.32	11.60	245.00	120.00	7.32	7.16	11.60	248.00	122.00	7.16
09/03/2015	7.90	15.30	85.60	43.20	7.9	7.84	12.70	174.40	86.90	7.84
10/03/2015	7.97	13.00	146.80	39.40	7.95	7.88	12.90	165.80	82.70	6.85
11/03/2015	6.30	14.40	163.10	78.40	5.1	6.42	12.60	169.30	84.60	3.74
12/03/2015	7.09	14.00	164.00	100.00	52.30	7.04	12.50	192.00	96.00	17.70
16/03/2015	7.36	12.60	131.20	76.90	11.90	7.32	12.30	228.00	113.00	8.37
17/03/2015	7.47	12.40	178.00	85.00	9.64	7.39	11.60	203.00	104.00	5.14
18/03/2015	7.55	10.70	69.00	35.00	14.80	7.57	11.60	110.00	87.00	0.50
19/03/2015	7.48	11.80	150.60	75.60	6.89	7.28	11.10	164.30	82.30	6.48
23/03/2015	7.43	12.40	169.00	98.00	20.00	7.41	11.20	211.00	105.00	10.20
24/03/2015	7.89	12.70	208.00	102.00	12.70	7.55	11.40	213.00	101.00	5.25
25/03/2015	7.62	12.80	95.20	47.60	16.70	7.37	12.20	101.30	50.70	6.15
26/03/2015	7.95	12.30	219.00	107.00	11.10	7.58	12.00	280.00	115.00	3.71
30/03/2015	7.46	12.50	109.30	54.70	3.69	7.49	11.60	107.20	53.60	2.39
31/03/2015	7.60	12.20	115.90	58.00	9.09	7.63	11.70	109.70	54.70	2.70

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.5	12.5	152.0	76.1	11.5	7.5	11.9	184.0	92.0	6.2
MÁXIMO	8.0	15.3	245.0	120.0	52.3	8.1	12.9	280.0	122.0	17.7
MINIMO	6.3	10.7	69.0	35.0	2.9	6.4	11.1	101.3	50.7	0.5

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - ABRIL 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
01/04/2015	7.60	12.50	116.00	58.00	3.36	7.60	12.30	111.00	56.00	2.20
06/04/2015	7.70	11.90	122.00	61.80	3.00	7.70	11.60	120.40	60.40	1.82
08/04/2015	7.66	12.20	115.30	57.00	4.07	7.73	11.70	110.00	54.70	3.32
09/04/2015	7.80	10.60	110.3	55.40	8.90	7.60	10.50	105.50	55.40	5.39
13/04/2015	7.66	11.00	107.70	53.90	4.13	7.68	10.70	96.80	48.40	2.91
14/04/2015	7.78	10.20	105.00	52.00	3.59	7.74	10.20	107.00	51.00	2.61
15/04/2015	7.50	10.40	66.60	31.30	2.29	6.90	10.90	101.30	50.60	2.11
16/04/2015	6.87	10.90	111.30	55.70	2.61	6.92	10.90	104.50	52.40	2.48
20/04/2015	7.69	11.80	66.20	33.40	6.66	7.69	10.60	67.30	33.60	1.66
21/04/2015	6.92	11.20	112.60	56.30	2.35	6.95	10.90	115.50	57.80	1.95
22/04/2015	7.16	11.00	120.10	60.10	2.81	7.12	10.70	119.90	59.80	1.60
27/04/2015	6.92	12.00	71.90	36.00	3.05	6.94	11.40	120.80	60.20	2.59
28/04/2015	7.50	10.50	67.90	33.90	2.47	7.28	10.80	106.50	53.10	1.27
29/04/2015	7.56	10.90	113.60	56.70	2.24	7.55	10.60	116.40	58.30	1.75

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.5	11.2	99.7	50.1	3.7	7.4	11.0	107.4	53.7	2.4
MÁXIMO	7.8	12.5	122.0	61.8	8.9	7.7	12.3	120.8	60.4	5.4
MINIMO	6.9	10.2	66.2	31.3	2.2	6.9	10.2	67.3	33.6	1.3

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - MAYO 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
04/05/2015	6.88	11.10	41.30	20.60	1.59	6.74	10.30	128.40	64.20	1.42
05/05/2015	6.80	11.30	192.80	57.50	4.94	6.87	10.20	134.50	67.50	1.66
06/05/2015	7.12	11.60	121.10	60.40	2.38	7.20	10.90	132.50	66.10	1.48
07/05/2015	7.16	11.20	144.40	72.30	3.70	7.21	10.40	136.60	68.40	1.16
11/05/2015	7.07	10.50	161.90	72.70	1.40	7.06	10.10	145.70	72.80	1.09
12/05/2015	7.07	10.10	141.30	76.40	1.65	7.12	10.00	122.70	70.50	1.39
13/05/2015	7.61	10.10	155.70	78.00	2.80	7.61	10.20	148.10	74.00	1.17
14/05/2015	7.50	9.30	86.00	43.20	1.31	7.50	9.30	146.70	73.40	1.10
18/05/2015	6.90	9.20	140.00	70.00	1.21	7.30	9.10	156.50	78.20	1.59
19/05/2015	6.90	9.40	88.80	44.40	1.11	6.90	9.10	158.50	79.30	1.38
20/05/2015	7.24	9.80	152.70	73.80	2.27	7.51	9.50	147.90	76.40	1.28
21/05/2015	7.42	9.30	153.70	76.90	1.12	7.41	9.00	154.10	77.10	1.12
25/05/2015	7.63	9.80	164.50	82.30	1.70	7.48	9.40	163.30	81.70	1.39
26/05/2015	7.51	9.60	165.10	82.60	1.69	7.54	9.20	168.10	84.10	1.49
27/05/2015	7.07	9.50	136.60	68.20	2.49	7.19	9.00	170.80	85.40	1.06
28/05/2015	7.35	9.00	167.30	83.60	2.09	7.32	8.80	172.00	86.00	1.24

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.2	10.1	138.3	66.4	2.1	7.2	9.7	149.2	75.3	1.3
MÁXIMO	7.6	11.6	192.8	83.6	4.9	7.6	10.9	172.0	86.0	1.7
MINIMO	6.8	9.0	41.3	20.6	1.1	6.7	8.8	122.7	64.2	1.1

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - JUNIO 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
01/06/2015	6.50	9.3	71.10	35.60	3.52	6.40	9.9	180.60	90.40	2.80
02/06/2015	7.20	9.8	76.70	38.40	3.12	7.10	10.2	181.20	90.80	0.76
03/06/2015	7.20	10.3	164.10	82.10	1.83	7.20	10.3	175.90	88.00	1.01
04/06/2015	7.30	9.9	108.90	54.40	1.32	7.10	9.7	176.60	88.30	1.22
08/06/2015	6.50	8.3	87.60	43.80	4.94	6.50	8.0	176.60	83.60	1.20
09/06/2015	6.86	7.8	152.60	76.30	1.06	6.78	7.8	184.60	92.30	0.68
10/06/2015	7.64	7.8	169.80	84.70	1.40	7.65	8.1	184.60	92.50	1.20
11/06/2015	7.02	9.0	203.60	101.70	1.05	6.92	9.0	186.80	83.50	1.00
15/06/2015	6.41	9.0	82.90	82.90	3.49	6.41	8.8	188.70	94.40	1.37
16/06/2015	6.93	8.9	202.80	100.90	1.21	6.90	9.0	189.40	94.80	1.00
23/06/2015	7.20	9.1	106.40	53.60	1.48	7.00	9.2	193.60	96.60	1.16
25/06/2015	7.87	9.9	85.30	42.60	4.68	7.73	9.6	235.30	117.70	0.55

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.1	9.1	126.0	66.4	2.4	7.0	9.1	187.8	92.7	1.2
MAXIMO	7.9	10.3	203.6	101.7	4.9	7.7	10.3	235.3	117.7	2.8
MINIMO	6.4	7.8	71.1	35.6	1.1	6.4	7.8	175.9	83.5	0.6

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - JULIO 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
01/07/2015	7.15	7.20	197.90	98.70	1.44	6.98	7.60	196.90	98.10	0.99
06/07/2015	7.88	6.0	204.90	102.40	1.38	7.89	6.4	193.60	96.80	0.91
07/07/2015	7.51	5.1	198.50	99.30	1.25	7.51	5.4	193.80	97.00	1.27
08/07/2015	8.30	4.9	205.00	102.60	1.35	8.30	5.1	193.10	96.60	1.07
09/07/2015	8.05	5.1	196.80	98.30	1.17	8.03	5.4	188.60	94.20	1.04
13/07/2015	7.34	6.9	202.00	101.70	0.94	7.33	7.0	187.90	93.90	0.83
14/07/2015	7.72	6.5	200.90	100.40	0.99	7.75	6.5	188.40	94.20	0.92
15/07/2015	7.90	7.1	193.60	96.80	1.10	7.90	7.3	184.00	92.00	0.89
16/07/2015	7.93	7.0	198.50	99.30	1.09	7.94	7.1	187.70	93.90	0.97
20/07/2015	7.75	6.6	195.00	97.40	1.91	7.74	7.0	189.00	94.60	1.04
21/07/2015	7.50	6.5	225.60	112.80	0.85	7.50	7.3	184.20	92.10	1.12
22/07/2015	7.43	6.9	203.40	101.70	1.30	7.43	7.5	168.80	84.10	1.30
23/07/2015	7.54	7.9	195.10	97.50	1.30	7.45	8.4	186.20	93.1	1.34
30/07/2015	7.45	8.3	199.70	99.90	2.12	7.48	8.3	186.50	93.20	1.67
PROMEDIO	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
	7.7	6.6	201.2	100.6	1.3	7.7	6.9	187.8	93.9	1.1
MÁXIMO	8.3	8.3	225.6	112.8	2.1	8.3	8.4	196.9	98.1	1.7
MINIMO	7.2	4.9	193.6	96.8	0.9	7.0	5.1	168.8	84.1	0.8

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - AGOSTO 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
01/08/2015	7.71	9.1	202.00	101.00	1.59	7.69	9.0	190.60	95.00	1.48
02/08/2015	7.61	8.6	199.90	99.80	1.71	7.66	8.8	187.60	93.80	1.57
06/08/2015	7.46	8.3	200.10	100.10	1.61	7.50	9.1	194.60	97.30	1.41
07/08/2015	7.30	7.6	190.40	95.20	1.85	7.40	8.3	186.70	93.40	1.97
08/08/2015	7.66	6.4	204.10	102.10	3.39	7.70	7.2	195.00	97.50	1.34
09/08/2015	7.50	7.3	197.00	98.50	1.44	7.50	7.5	194.80	97.40	1.23
13/08/2015	7.40	7.5	198.90	99.40	1.73	7.50	7.7	197.60	98.80	1.30
14/08/2015	7.16	7.3	194.10	97.10	1.32	7.32	7.5	183.10	91.60	1.67
15/08/2015	7.23	8.2	206.00	103.00	4.72	7.25	8.2	205.20	102.60	1.53
16/08/2015	7.47	8.4	212.80	106.40	1.36	7.58	7.8	202.60	101.40	1.48
20/08/2015	7.24	8.9	216.00	108.00	1.20	7.31	9.0	204.80	102.40	1.17
21/08/2015	7.40	8.9	207.90	103.90	1.66	7.57	9.0	199.50	99.40	1.23
22/08/2015	7.30	9.0	206.80	103.40	3.38	7.43	9.2	199.50	99.80	2.81
23/08/2015	7.28	8.4	204.80	102.40	1.72	7.41	8.8	201.70	100.90	1.33
30/08/2015	7.28	7.9	124.10	248.10	1.68	7.80	9.2	103.70	207.40	1.74

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.4	8.1	197.7	111.2	2.0	7.5	8.4	189.8	105.2	1.6
MÁXIMO	7.7	9.1	216.0	248.1	4.7	7.8	9.2	205.2	207.4	2.8
MINIMO	7.2	6.4	124.1	95.2	1.2	7.3	7.2	103.7	91.6	1.2

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - SETIEMBRE 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
01/09/2015	7.38	9.3	213.50	106.80	1.46	7.51	9.3	204.30	102.20	1.66
02/09/2015	7.48	10.2	207.80	103.90	2.54	7.61	10.1	203.50	101.80	1.62
03/09/2015	7.70	12.0	244.50	122.20	1.71	7.67	11.4	201.10	100.50	3.89
07/09/2015	7.71	9.6	196.80	98.30	1.79	7.91	10.0	200.70	100.30	1.85
08/09/2015	7.75	9.1	200.10	100.20	1.77	7.82	9.7	208.00	103.90	2.16
09/09/2015	7.58	9.1	212.00	106.00	2.14	7.70	9.0	206.00	103.00	1.58
10/09/2015	7.86	9.1	204.00	102.80	2.28	7.84	9.2	205.10	102.60	1.43
14/09/2015	7.47	10.3	251.40	125.70	1.15	7.61	11.3	205.80	102.90	1.75
15/09/2015	7.40	10.5	209.50	104.80	2.15	7.80	10.8	206.60	103.30	1.93
16/09/2015	7.50	11.1	205.10	102.60	1.73	7.40	10.6	206.90	103.40	2.31
17/09/2015	7.60	11.3	247.30	123.60	1.02	7.70	11.1	206.50	103.30	1.89
21/09/2015	7.50	13.3	204.10	102.10	1.97	7.50	11.9	209.80	104.90	1.95
22/09/2015	7.40	13.0	218.80	109.40	2.07	7.70	11.9	213.80	106.90	2.10
24/09/2015	7.60	12.1	219.30	109.60	1.42	7.70	11.9	214.40	107.20	2.19
28/09/2015	7.20	11.0	215.30	107.70	1.74	7.60	10.9	214.90	107.50	1.57
29/09/2015	7.60	10.7	209.60	104.80	1.75	7.70	10.6	208.70	104.40	2.17
30/09/2015	7.50	10.3	205.20	102.60	1.58	7.60	10.2	214.00	107.00	1.46

PROMEDIO	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
	7.5	10.7	215.5	107.8	1.8	7.7	10.6	207.7	103.8	2.0
MÁXIMO	7.9	13.3	251.4	125.7	2.5	7.9	11.9	214.9	107.5	3.9
MINIMO	7.2	9.1	196.8	98.3	1.0	7.4	9.0	200.7	100.3	1.4

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - OCTUBRE 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
01/10/2015	7.40	10.4	200.40	100.20	2.04	7.50	10.1	211.30	105.70	1.64
05/10/2015	7.40	11.9	97.30	48.60	3.84	7.50	12.1	206.30	103.20	1.80
06/10/2015	7.54	12.5	100.50	50.30	3.46	7.28	12.0	214.60	107.30	1.41
07/10/2015	7.11	11.9	100.30	51.00	6.20	6.78	11.8	226.90	114.90	1.65
08/10/2015	7.24	11.4	111.90	55.30	9.02	6.85	12.0	230.60	115.80	1.31
12/10/2015	7.65	11.3	206.20	103.10	3.48	7.78	10.2	222.20	110.80	1.41
13/10/2015	7.45	10.3	102.80	51.40	3.52	6.94	10.3	221.80	110.90	1.39
14/10/2015	7.68	11.9	101.50	50.80	6.85	7.56	10.8	218.80	109.40	1.68
15/10/2015	7.55	11.6	209.30	104.70	2.26	7.32	11.0	213.10	106.50	1.61
19/10/2015	7.67	11.5	209.80	104.90	2.81	7.78	11.2	252.20	112.60	1.43
21/10/2015	7.23	12.5	260.80	130.40	4.72	7.07	12.1	225.40	112.70	1.72
27/10/2015	7.58	11.5	218.70	109.40	8.19	7.63	11.5	225.40	112.70	1.87
28/10/2015	7.43	11.6	261.90	130.90	2.92	7.11	12.0	225.70	112.80	1.85
29/10/2015	7.26	12.9	209.10	104.50	8.50	7.57	11.9	226.00	113.00	2.61

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.4	11.7	170.8	85.4	4.8	7.3	11.4	222.9	110.6	1.7
MÁXIMO	7.7	12.9	261.9	130.9	9.0	7.8	12.1	252.2	115.8	2.6
MINIMO	7.1	10.3	97.3	48.6	2.0	6.8	10.1	206.3	103.2	1.3

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - NOVIEMBRE 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
03/11/2015	7.48	11.3	213.80	106.90	4.75	7.56	11.2	226.80	113.40	3.26
04/11/2015	7.60	11.4	228.40	114.20	3.82	7.60	11.1	227.80	113.90	2.48
09/11/2015	7.50	11.9	235.20	117.60	4.77	7.50	12.1	221.80	110.90	3.21
10/11/2015	7.30	11.8	225.60	112.80	5.10	7.60	12.3	214.80	107.40	3.59
11/11/2015	7.50	14.1	225.60	112.80	3.20	7.40	12.8	221.90	111.00	3.38
16/11/2015	7.50	14.1	205.80	102.70	14.00	7.80	12.4	219.80	109.40	3.38
18/11/2015	7.30	11.9	203.10	100.60	3.20	7.60	12.6	146.70	75.30	4.71
19/11/2015	7.23	12.8	244.40	122.20	2.10	6.81	12.5	136.20	66.90	3.51
23/11/2015	7.68	14.1	148.10	74.30	1.81	7.43	13.4	160.00	80.40	2.70
24/11/2015	7.34	14.0	263.00	131.60	4.61	7.60	13.0	160.10	79.10	0.91
25/11/2015	7.39	14.1	261.40	130.30	2.12	7.59	13.4	82.40	161.30	1.03
30/11/2015	7.94	14.1	266.90	133.50	3.14	7.96	13.8	175.60	87.80	2.00

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.5	13.0	226.8	113.3	4.4	7.5	12.6	182.8	101.4	2.8
MÁXIMO	7.9	14.1	266.9	133.5	14.0	8.0	13.8	227.8	161.3	4.7
MINIMO	7.2	11.3	148.1	74.3	1.8	6.8	11.1	82.4	66.9	0.9

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EVALUADOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO VIRGEN DE CHAPI - DICIEMBRE 2015

FECHA	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
01/12/2015	7.91	12.6	267.60	133.40	1.76	7.61	12.7	168.10	84.10	3.07
02/12/2015	7.66	11.1	266.50	133.90	2.69	7.69	12.6	166.10	83.40	3.44
03/12/2015	7.62	13.2	261.70	130.60	1.59	7.59	12.2	177.40	89.70	2.56
14/12/2015	7.75	14.9	261.80	131.50	2.33	7.63	13.0	146.70	72.00	1.28
15/12/2015	7.89	11.7	264.00	132.00	2.61	7.99	12.0	148.30	74.50	1.76
16/12/2015	8.07	14.8	278.00	139.40	3.46	8.10	13.4	145.10	73.40	2.64
17/12/2015	8.01	12.5	270.80	135.40	4.45	8.01	12.6	144.00	72.00	0.58
28/12/2015	7.51	11.7	260.20	130.10	7.68	7.88	11.2	110.40	55.70	1.57
29/12/2015	7.19	12.9	276.50	138.30	7.14	7.66	12.1	98.70	98.70	2.20

	ENTRADA					SALIDA				
	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad
PROMEDIO	7.7	12.8	267.5	133.8	3.7	7.8	12.4	145.0	78.2	2.1
MÁXIMO	8.1	14.9	278.0	139.4	7.7	8.1	13.4	177.4	98.7	3.4
MINIMO	7.2	11.1	260.2	130.1	1.6	7.6	11.2	98.7	55.7	0.6

REPORTE DE TURBIEDAD DEL MES DE ENERO 2016

PUNTOS DEL MUESTREO

FECHA	UNIDAD	SISTEMA DE BOMBEO		CANAL DE FLOCULACION		CANAL DE DECATADORES		FILTROS		PLANTA DE TRATAMIENTO		R.SAN ROQUE		R.ACLUYOC		R.CRUZ CUNCA		R.TANQUE ELEVADO		LMP 031-2010-MINAM
		LLEGADA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
04/01/2016	UNT	7.59	3.76	3.36	2.80	1.57	1.82	2.11	1.79	2.26	1.94	1.69	1.73	1.60	5					
05/01/2016	UNT	13.00	12.90	3.97	2.43	0.90	1.79	3.08	1.93	1.23	1.30	1.29	1.87	2.09	5					
06/01/2016	UNT	9.10	6.00	4.44	2.30	1.21	1.53	2.80	1.21	1.31	1.40	1.36	1.49	1.42	5					
07/01/2016	UNT	2.60	5.56	3.04	2.80	1.60	1.29	1.08	1.07	1.07	1.09	1.09	1.16	1.24	5					
11/01/2016	UNT	1.92	2.26	1.44	1.53	1.01	1.40	1.39	1.23	1.12	1.20	2.30	1.21	1.28	5					
12/01/2016	UNT	5.90	2.18	2.00	2.26	1.67	1.53	1.15	2.99	1.42	1.06	1.21	3.42	1.58	5					
13/01/2016	UNT	1.33	1.43	1.43	1.55	1.09	1.14	2.04	1.37	1.14	0.80	1.21	1.26	1.28	5					
14/01/2016	UNT	1.19	1.47	1.44	1.46	1.18	1.30	1.15	1.15	1.02	1.02	1.21	1.17	1.03	5					
18/01/2016	UNT	0.94	0.90	1.44	2.69	0.92	1.15	1.00	3.95	3.87	3.18	3.99	3.54	1.63	5					
19/01/2016	UNT		117.00				2.66	1.08	2.87	1.43	0.31	1.31	2.22	1.61	5					
20/01/2016	UNT	3.50	3.30	2.70	3.10	1.50	3.76	3.73	2.11	2.77	0.62	2.57	3.04	3.33	5					
21/01/2016	UNT	3.78	3.53	2.73	3.76	1.79	3.04	2.45	3.32	3.27	3.17	3.30	3.79	1.69	5					
25/01/2016	UNT	2.00	1.88	2.54	2.91	1.53	3.62	2.59	3.79	3.80	3.68	2.92	2.17	2.57	5					
26/01/2016	UNT	2.04	2.10	2.07	2.12	1.69	3.70	3.32	3.59	3.81	3.91	3.97	3.77	3.89	5					
27/01/2016	UNT	2.02	2.18	2.38	1.98	1.68	1.76	2.83	1.41	1.96	1.16	1.91	1.49	1.52	5					
28/01/2016	UNT	1.88	2.01	2.24	2.30	1.84	2.23	1.92	2.33	1.88	1.47	1.90	3.45	2.14	5					

OBSERVACIONES :

05/01/2016 No se pudo muestrear salida de planta por que el nivel del agua del reservorio estaba bajo

07/01/2016 Reservorio Acluyoc no trajo muestra

19/01/2016 No se realizo el analisis fisicoquimico de la Planta de tratamiento debido a que no se efectuo el bombeo proveniente del canal Apurimac por que la turbiedad del agua era alta con un valor de 117.00 UNT

REPORTE DE DUREZA TOTAL DEL MES DE ENERO 2016						
FECHA	UNIDAD	SISTEMA DE BOMBEO		PLANTA DE TRATAMIENTO		LMP 031-2010-MINAM
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
04/01/2016	mg/L-1	34.56	34.56	12.96	500	500
11/01/2016	mg/L-1	21.60	21.60	14.04	500	500
18/01/2016	mg/L-1	28.08	28.08	12.96	500	500
25/01/2016	mg/L-1	28.08	28.08	16.20	500	500

REPORTE DE TURBIEDAD DEL MES DE FEBRERO 2016

FECHA	UNIDAD	SISTEMA DE BOMBEO	LLEGADA	PLANTA DE TRATAMIENTO		CANAL DE FLOCULACION		CANAL DE DECANADORES		FILTROS		PLANTA DE TRATAMIENTO		R.SAN ROQUE	R.ACLUUYOC	R.ACLUUYOC	R.CRUZ CUNCA	R.CRUZ CUNCA	R.TANQUE ELEVADO	R.TANQUE ELEVADO	LMP 031-2010-MINAM
				ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	
01/02/2016	UNT	1.81	1.91	1.72	2.43	2.43	1.50	1.50	1.61	1.56	2.11	1.67	1.63	1.31	1.45	1.44	1.72	5			
02/02/2016	UNT	36.00	28.60	49.10	12.40	12.40	1.22	1.22	2.93	2.71	1.42	1.43	1.22	1.50	1.22	1.82	1.39	5			
03/02/2016	UNT	28.40	28.90	38.60	8.81	8.81	0.38	0.38	1.08	2.46	2.86	1.27	1.97	2.38	1.60	2.64	2.41	5			
04/02/2016	UNT	21.10	17.90	45.80	15.00	15.00	0.76	0.76	1.03	3.73	3.07	1.62	1.76	1.42	1.69	1.56	1.46	5			
08/02/2016	UNT									2.02	2.88	1.16	1.88	1.93	2.24	2.33	5				
09/02/2016	UNT									3.73	3.07	1.62	1.76	1.69	1.56	1.46	5				
10/02/2016	UNT									2.87	2.63			4.22	3.82	3.79	5				
11/02/2016	UNT	60.40	53.50	82.30	6.15	6.15	3.65	3.65	3.27	3.96	1.52	3.74	1.46	5.65	3.40	1.65	5				
15/02/2016	UNT	11.20	10.80	14.20	7.23	7.23	2.93	2.93	3.44	3.88	2.34	2.95	3.15	2.72	2.51	2.65	5				
16/02/2016	UNT	19.70	21.10	18.60	12.40	12.40	2.10	2.10	2.72	3.42	1.53	2.99	2.00	2.90	2.32	1.67	5				
17/02/2016	UNT	11.00	11.80	19.90	15.40	15.40	2.06	2.06	1.61	6.47	4.62	3.50	3.71	3.05	3.79	3.82	5				
18/02/2016	UNT	79.50	81.80	47.80	10.80	10.80	3.81	3.81	3.50	2.86	2.77	2.77	4.05	4.15	3.72	5.03	5				
22/02/2016	UNT	36.80	34.00	60.80	9.87	9.87	1.39	1.39	1.80	3.29	4.30	3.50	4.43	3.85	4.89	4.25	5				
23/02/2016	UNT									2.54	3.94	3.20	3.50	4.96	4.84	4.86	5				
24/02/2016	UNT	38.70	36.90	37.10	29.90	29.90	4.25	4.25	3.90	4.30	4.74	4.25	4.72	4.63	4.34	4.51	5				
25/02/2016	UNT									5.38	4.30	4.38	4.32	2.24	2.20	3.12	5				
29/02/2016	UNT	18.90	20.60	23.10	16.70	16.70	1.85	1.85	2.10	4.20	4.90	4.46	4.90	4.46	4.54	3.24	5				

OBSERVACIONES :

Los dias **08,09,10,23 y 25** No se realizo el analisis fisicoquimico de la planta convencional debido a que no se realizo el bombeo por el aumento de la turbiedad en el canal de Apurimac (mas de 80 UNT)

El dia **10** : Reservorio Aclluyoc no trajo muestra

El dia **29** : Reservorio Tanque Elevado no trajo muestra

REPORTE DE DUREZA TOTAL DEL MES DE FEBRERO 2016

FECHA	UNIDAD	SISTEMA DE BOMBEO		PLANTA DE TRATAMIENTO		LMP 031-2010-MINAM
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
01/02/2016	mgL-1	31.32	11.88	11.88	11.88	500
11/02/2016	mgL-1	8.64	9.72	9.72	9.72	500
15/02/2016	mgL-1	16.2	11.88	11.88	11.88	500
22/02/2016	mgL-1	14.04	11.88	11.88	23.76	500

REPORTE DE TURBIEDAD DEL MES DE MARZO - ABRIL 2016

PLANTA CONVENCIONAL						
FECHA	ENTRADA DE PLANTA	FLOCULADOR	DECANTADOR	FILTROS	SALIDA DE PLANTA	
01/03/2016	12.20	13.10	11.60	2.95	4.63	
02/03/2016	15.20	19.60	14.50	7.72	7.86	
03/03/2016	9.68	18.70	18.70	8.92	4.94	
07/03/2016	6.95	7.88	5.62	3.49	4.44	
08/03/2016	3.60	3.72	4.03	2.89	4.04	
09/03/2016	3.64	4.92	9.54	0.81		
14/03/2016	19.00	22.8	23.2	8.7	4.87	
15/03/2016	3.20	3.83	3.70	2.65	2.30	
16/03/2016	2.77	2.92	3.19	2.62	2.84	
17/03/2016	1.95	2.16	1.90	1.82	3.17	
21/03/2016	13	18.9	13.1	6.67	2.76	
23/03/2016	3.86	7.3	6.92	2.35	3.11	
28/03/2016	2.86	2.27	2.7	1.71	3.08	
05/04/2016	2.37	2.56	4.11	3.73	2.79	
06/04/2016	1.30	1.61	1.32	1.06	2.71	
07/04/2016	50.40	40.20	11.00	1.7	2.27	
08/04/2016						
12/04/2016	9.14	8.58	7.20	3.92	2.74	
13/04/2016	5.70	6.10	5.88	3.82	2.36	
14/04/2016	3.28	2.91	3.03	2.12	1.83	
18/04/2016	8.51	7.43	8.03	5.06	3.23	
19/04/2016	5.17	5.27	6.76	5.33	4.47	
20/04/2016	7.67	6.82	7.54	3.2	2.47	
21/04/2016	4.64	4.85	5.00	4.22	1.82	
25/04/2016	1.80	1.74	2.02	1.47	1.3	
26/04/2016	3.10	3.17	3.55	2.53	2.32	
27/04/2016	2.54	2.49	2.11	2.39	2.24	
28/04/2016	1.97	2.16	2.09	1.64	2.01	
02/05/2016	1.89	1.82	2.49	1.25	1.66	
04/05/2016	2.20	2.02	2.34	1.22	1.6	
05/05/2016	1.77	1.90	1.90	1.22	1.59	
09/05/2016	1.40	1.83	1.58	1.21	1.55	

ANALISIS GRANULOMETRICO

Dpto. de Control de Calidad

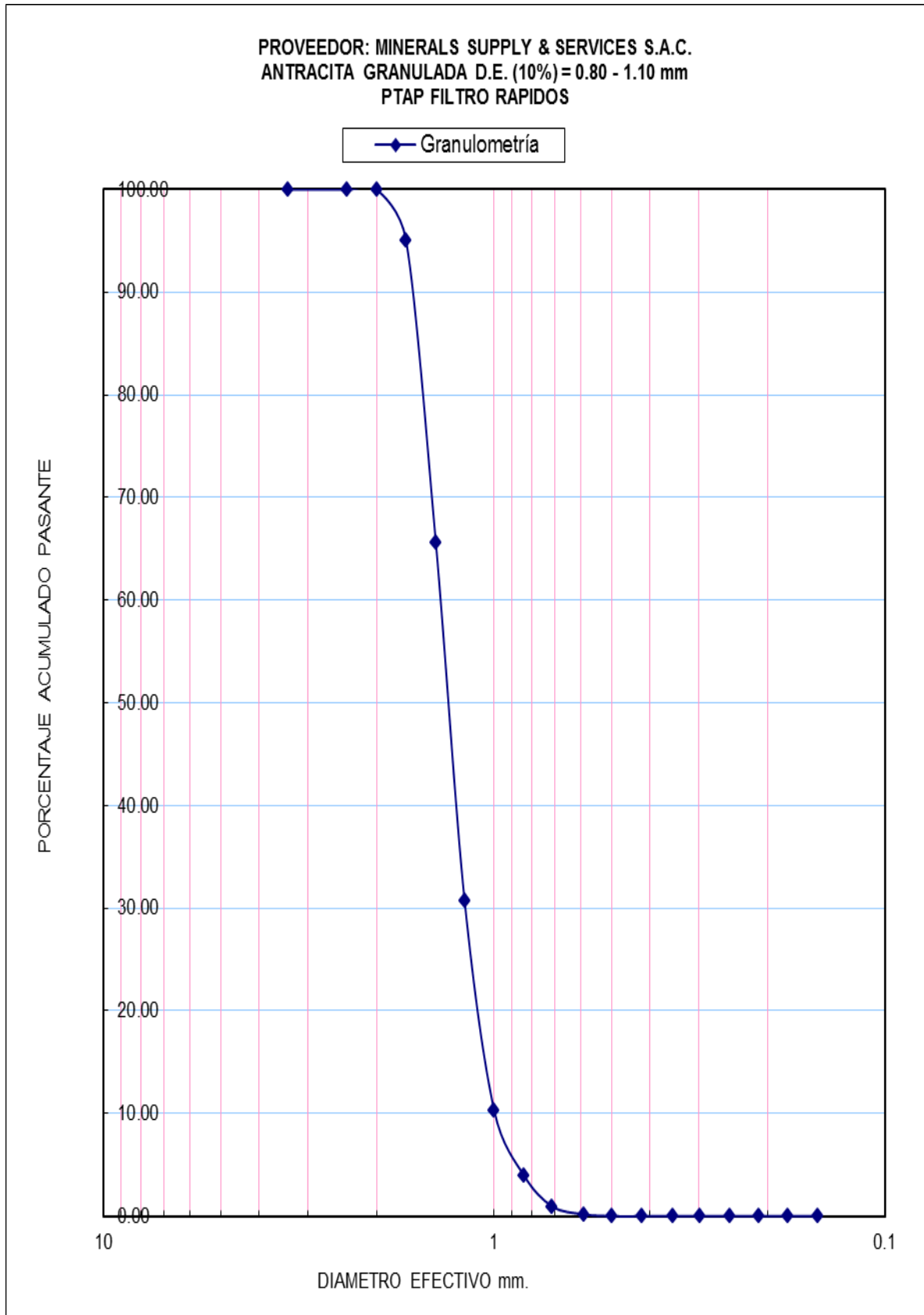
LABORATORIO

MATERIAL	ANTRACITA GRANULADA	ANALISTA	ING. MIRZO ZULOETA	
PROCEDENCIA	PLANTA SANTA ROSA	FECHA	06-jun-16	
APLICACIÓN	PTAP FILTRO RAPIDO-ESPINAR	PESO	104.8	gramos

Malla serie USA Std. ASTM E-11-61	Porcentaje Retenido	Peso retenido	Peso retenido acumul	Peso pasante acumul	Tamaño de abertura	Porcentaje pasante
	mm.	gramos	gramos	gramos	mm.	%
6	0%	0	0	104.8	3.36	100.00
8	0%	0	0	104.8	2.38	100.00
10	0%	0	0	104.8	2.00	100.00
12	5%	5.2	5.2	99.6	1.68	95.04
14	29%	30.8	36	68.8	1.41	65.65
16	35%	36.6	72.6	32.2	1.19	30.73
18	20%	21.4	94	10.8	1.00	10.31
20	6%	6.6	100.6	4.2	0.84	4.01
25	3%	3.2	103.8	1	0.71	0.95
30	1%	0.8	104.6	0.2	0.59	0.19
35	0%	0.2	104.8	0	0.50	0.00
40	0%	0	104.8	0	0.42	0.00
45	0%	0	104.8	0	0.35	0.00
50	0%	0	104.8	0	0.297	0.00
60	0%	0	104.8	0	0.250	0.00
70	0%	0	104.8	0	0.210	0.00
80	0%	0	104.8	0	0.177	0.00
100	0%	0	104.8	0	0.149	0.00
		104.8				

Diámetro efectivo al 10 % = D(10) =	0.99	mm
Diámetro efectivo al 60 % = D(60) =	1.37	mm
Coefficiente de Uniformidad = C.U. =	$D_{(60)} / D_{(10)}$	1.39

copia: Archivo	Interpolación	Diámetro	% Acum. Pas	Proporción
		1.41	65.65	
Observaciones:	Diferencia	1.19	30.73	0.84
		0.22	34.92	
		D.E. al 60%	1.37	
		Diámetro	% Acum. Pas	Proporción
	Diferencia	1.00	10.31	
		0.84	4.01	0.95
		0.16	6.30	
	D.E. al 10%	0.99		





PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General
de Salud Ambiental"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
INFORME DE ENSAYO N° 0258 - 2015

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Solicitante: DSB - DIGESA / DIRESA CUSCO
Dirección: Calle Las Amapolas n.º 350 Urb. San Eugenio - Lince
Responsable del muestreo: Blga. Leidy Holgado Velasquez

II. DATOS DE MUESTREO

Código de Laboratorio	Código de campo	Matriz/Punto de muestreo/Localidad/Departamento	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
01302	M-6	Agua para uso y consumo humano / Salida de la planta de tratamiento virgen de Chapi -Yauri - Espinar / Espinar - Espinar / Cusco.	2015-04-17	09:19 h
01303	M-7	Agua para uso y consumo humano / Pileta domiciliaria Jr. Cusco barrio Vítor Raúl - Yauri - Espinar / Espinar - Espinar / Cusco.	2015-04-17	15:18 h

Nota: DATOS I y II proporcionados por el solicitante

CONTROL LABORATORIO:

Fecha de recepción	2015-04-20	Fecha de inicio de ensayo: ⁽¹⁾ / ₍₂₎	2015-04-17
--------------------	------------	--	------------

Lima, 2015/04/23

EGM/zzv

Los resultados del Informe corresponden solo a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este Informe, no está permitida sin la autorización por escrito de este Laboratorio. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
INFORME DE ENSAYO N° 0258 - 2015
ENSAYOS PARASITOLÓGICOS

RESULTADOS

Ensayos	Código de laboratorio	
	01302	01303
Determinación de protozoos y helmintos parásitos. (A o P /L) ⁽³⁾	A	A

A= Ausencia, P=Presencia

⁽¹⁾ La concentración de las muestras fue realizada por personal de laboratorio de Micro Red de Salud Yauri, en las instalaciones del laboratorio de la Micro Red.

⁽²⁾ La observación microscópica de las muestras fue realizada en el el área de parasitología del laboratorio de DIGESA a partir del 2015-04-20

⁽³⁾ Ausencia o presencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos parásitos.

Muestras agotadas en los ensayos.

Método de ensayo: DIGESA-AG-PE-01. 2009. Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua para consumo humano (con referencia al SMEWW APHA, WEF. Part. 9711B2.b.3). 21st Edition 2005 - validado).



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental

ELENA DEL ROSARIO GILMERINO
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental

Lima. 2015/04/23

EGM/ECR/zzv

Los resultados del Informe corresponden solo a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este Informe, no está permitida sin la autorización por escrito de este Laboratorio. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N.º 0268-2015

Pág. 1 de 4

Expediente N.º 19628-2015-DV

Solicitante: DSB-DIGESA/DIRESA Cusco
Domicilio: Las Amapolas 350 Lince, Lima
Muestra declarada: Agua. Muestra proporcionada por el solicitante
Cantidad de muestras: 27 frascos de plástico y 14 de vidrio
Frascos de plástico proporcionados por la DIRESA CUSCO y los de vidrio por el laboratorio.
Fecha de ingreso: 2015-04-22
Lugar de ensayo: Laboratorio sede La Molina

Identificación de la muestra

Código laboratorio	Código campo	Matriz / Punto de muestreo / Distrito / Provincia / Departamento	Fecha de muestreo
01338	M-1	Agua para uso y consumo humano / Fuente: Río Apurímac / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-16
01339	M-2	Agua para uso y consumo humano / Captación: Ingreso a la Estación de Bombeo / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-16
01340	M-3	Agua para uso y consumo humano / Captación: Represa Huayllumayo / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-16
01341	M-4	Agua natural / Ingreso a la PTAP - Virgen de Chapi. / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-17
01342	M-5	Agua para uso y consumo humano / Ingreso a los Filtros de la PTAP - Virgen de Chapi. / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-17
01343	M-6	Agua para uso y consumo humano / Salida de la PTAP - Virgen de Chapi / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-17
01344	M-8	Agua para uso y consumo humano / Reservorio: Cruz Cunca / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-18
01345	M-9	Agua para uso y consumo humano / Red: Pileta del Centro de Salud de Yauri / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-18
01346	M-10	Agua para uso y consumo humano / Reservorio: Tanque elevado. / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-18
01347	M-11	Agua para uso y consumo humano / Red: Pileta de la II.EE. Ricardo Palma / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-18
01348	M-12	Agua para uso y consumo humano / Reservorio: San Roque / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-18
01349	M-13	Agua para uso y consumo humano / Red: Pileta que se abastece del reservorio San Roque. Jr. Cusco s/n, Barrio Victor Haya de la Torre. / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-18
01350	M-14	Agua para uso y consumo humano / Reservorio: Acluyoc / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-18
01351	M-15	Agua para uso y consumo humano / Red: Pileta que se abastece del reservorio Acluyoc / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-18
01352	M-7	Agua para uso y consumo humano / Red: Pileta que se abastece del reservorio San Roque. Jr. Cusco s/n, Barrio Victor Haya de la Torre. / Yauri / Espinar / Cusco	2015-04-17

Nota: Los datos de las muestras son proporcionados por el solicitante.

Lima, 2015-04-29
EGM/SGV/Ing

F01-AC-PS-13 Rev 02

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
Calle Los Pinos N° 259,
Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 6314430



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N.º 0268-2015

Pág. 2 de 4

Resultados

Código laboratorio	Plata (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Boro (mg/L)	Bario (mg/L)	Berilio (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Cobalto (mg/L)	Cromo (mg/L)	Cobre (mg/L)	Hierro (mg/L)	Litio (mg/L)
01338	<0,003	0,115	<0,008	0,010	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	<0,004	0,106	<0,058
01339	<0,003	0,192	0,008	0,010	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	<0,004	0,144	<0,058
01340	<0,003	0,078	<0,008	0,014	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	<0,004	0,181	<0,058
01341	<0,003	0,177	<0,008	0,013	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	<0,004	0,194	<0,058
01342	<0,003	0,165	<0,008	0,012	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,005	0,206	<0,058
01343	<0,003	0,159	<0,008	0,012	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,039	0,199	<0,058
01344	<0,003	0,139	<0,008	0,011	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,086	0,221	<0,058
01345	<0,003	0,118	<0,008	0,011	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,087	0,200	<0,058
01346	<0,003	0,086	<0,008	0,010	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,090	0,208	<0,058
01347	<0,003	0,167	<0,008	0,011	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,177	0,188	<0,058
01348	<0,003	0,206	<0,008	0,013	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,082	0,221	<0,058
01349	<0,003	0,141	<0,008	0,014	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,067	0,167	<0,058
01350	<0,003	0,123	<0,008	0,012	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,111	0,202	<0,058
01351	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
01352	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
LCM	0,003	0,012	0,008	0,001	0,0004	0,001	0,007	0,002	0,004	0,010	0,058
Método	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7
Fecha de ensayo	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental

ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
 Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2015-04-29

EGM/SGV/Ing

F01-AC-PS-13 Rev 02

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0268-2015

Pág. 4 de 4

Resultados

Código laboratorio	Sólidos disueltos totales (mg/L)	Dureza total como CaCO ₃ (mg/L)	Alcalinidad total CaCO ₃ (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Sulfato (mg/L)
01338	95	32,7	31,7	4,67	12,5
01339	92	30,7	31,7	4,25	12,0
01340	66	18,3	24,8	<2,00	2,37
01341	91	28,7	29,7	3,57	9,65
01342	89	26,7	29,7	3,42	9,28
01343	83	26,7	29,7	3,31	9,10
01344	83	24,8	22,8	6,00	6,05
01345	82	24,8	22,8	4,91	5,46
01346	77	20,8	19,8	4,74	4,01
01347	72	22,8	20,8	4,54	4,97
01348	94	28,7	19,8	10,8	9,17
01349	83	26,7	28,7	3,25	8,72
01350	78	22,8	23,8	3,76	5,84
01351	70	---	22,8	5,32	5,81
01352	---	---	---	---	---
LCM	25	5,0	5,0	2,00	2,00
Método	2540C	2340C	2320B	DIGESA-AB-PE-02	DIGESA-AB-PE-02
Fecha de ensayo	2015-04-24	2015-04-28	2015-04-24	2015-04-27	2015-04-27

--- Muestra no recibida para este parámetro

LCM: Límite de cuantificación del método

Métodos:

SMEWW Method 2540C. 22nd Edition, 2012. Total Dissolved Solids Dried at 180 °C

SMEWW Method 2340C. 22nd Edition, 2012. EDTA Titrimetric Method

SMEWW Method 2320B. 22nd Edition, 2012. Titration Method

DIGESA-AB-PE-02. Determinación de aniones en agua por cromatografía iónica, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part 4110B 22nd edition 2012. Ion chromatography with Chemical Suppression of Eluent Conductivity.

SMEWW: Standard Method for Examination of Water and Wastewater. APHA-AWWA-WEF.

Nota: Las muestras 01338 al 01340 para el ensayo de sólidos disueltos totales no cumple con el requisito técnico de tiempo máximo de almacenamiento, por lo tanto los resultados son referenciales.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental

ELINA DEL ROSARIO GIL MERINO
 Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2015-04-29

EGM/SGV/Ing

F01-AC-PS-13 Rev 02

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Arnapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430

INFORME DE ENSAYO N.º 0268-2015

Código laboratorio	Magnesio (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Molibdeno (mg/L)	Sodio (mg/L)	Niquel (mg/L)	Plomo (mg/L)	Silicio (mg/L)	Vanadio (mg/L)	Zinc (mg/L)	Arsénico (µg/L)	Mercurio (µg/L)
01338	1,91	0,019	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,2	<0,003	<0,019	6,4	<0,1
01339	1,78	0,024	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,2	<0,003	<0,019	7,0	<0,1
01340	1,59	0,031	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	11,6	<0,003	<0,019	1,6	<0,1
01341	1,73	0,045	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,9	<0,003	<0,019	4,9	<0,1
01342	1,74	0,034	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,6	<0,003	0,024	5,2	<0,1
01343	1,71	0,014	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,4	<0,003	0,040	5,3	<0,1
01344	1,62	0,011	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,7	<0,003	0,022	4,1	<0,1
01345	1,60	0,007	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,8	<0,003	0,020	4,6	<0,1
01346	1,51	0,008	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,7	<0,003	0,021	1,9	<0,1
01347	1,52	0,008	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	11,2	<0,003	0,221	3,0	<0,1
01348	1,78	0,014	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	11,0	<0,003	0,060	6,4	<0,1
01349	1,73	0,011	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,6	<0,003	0,182	5,1	<0,1
01350	1,65	0,013	<0,007	<0,122	<0,006	<0,009	10,9	<0,003	0,195	3,7	<0,1
01351	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	<0,1
01352	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
LCM	0,006	0,001	0,007	0,122	0,006	0,009	0,073	0,003	0,019	1,0	0,1
Método	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	3114C	EPA 245.7
Fecha de ensayo	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-24	2015-04-27	2015-04-24

--- Muestra no recibida para este parámetro

LCM: Límite de cuantificación del método

Métodos:

EPA Method 200.7. Rev 4.4 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry

EPA Method 245.7. Rev 2.0 2005. Mercury in Water by Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry.

SMEWW Method 3114C. 22nd Edition, 2012. Continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method

SMEWW: Standard Method for Examination of Water and Wastewater. APHA-AWWA-WEF.

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental

Elena Gil Merino
ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
 Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2015-04-29

EGM/SGV/Ing

F01-AC-PS-13 Rev 02

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio sede La Molina
 Calle Los Pinos N° 259,
 Urb. Camacho, La Molina-Lima 12
 T {511} 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Laboratorio sede principal
 Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central telefónica (511) 6314430



LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
INFORME DE ENSAYO N° 0268 - 2015
ENSAYOS HIDROBIOLÓGICOS

Análisis cuantitativo de fitoplancton (Organismos/Litro)		
Grupo/Género y/o Especie	Código de laboratorio	
	01343	01352
Cianobacterias (Algas azul verdes)	0	0
Bacillariophyta (Diatomeas)		
<i>Aulacoseira s</i>	3600	4650
<i>Ceratoneis sp.</i>	63200	52500
<i>Cocconeis sp.</i>	400	150
<i>Cyclotella sp.</i>	400	0
<i>Cymbella sp.</i>	1200	900
<i>Diatoma sp.</i>	1200	300
<i>Gomphonema sp.</i>	17600	9750
<i>Nitzschia sp.</i>	400	300
<i>Melosira sp.</i>	400	150
Chlorophyta (Algas verdes)		
<i>Cosmarium sp.</i>	400	0
Euglenophyta	800	150
Fitoplancton Total (Organismos /Litro)	89600	68850

Análisis cuantitativo de zooplancton (Organismos/Litro)		
Grupo/Género y/o Especie	Código de laboratorio	
	01343	01352
Rotífero	0	6
Nematoda (larvas de nemátodos de vida libre)	0	2
Zooplancton Total (Organismos /Litro)	0	2

Organismos de vida libre / Litro	89600	68852
----------------------------------	-------	-------

Muestras agotadas en los ensayos.

Método de ensayo: SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part 10200 C2, 22nd Edition, 2012. Concentration techniques. Membrane Filtration.

Observaciones: Los resultados están expresados en Organismos /L conforme el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS 031-2010-SA



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental

ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental

Lima, 2015/05/08
EGM/ECR/rrb

Los resultados del Informe corresponden solo a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este Informe, no está permitida sin la autorización por escrito de este Laboratorio. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
INFORME DE ENSAYO N° 0268 - 2015
ENSAYOS HIDROBIOLÓGICOS

Análisis cuantitativo de fitoplancton (Organismos/Litro)	
Grupo/Género y/o Especie	Código de Laboratorio
	01341
Cianobacterias (Algas azul verdes)	
<i>Anabaena sp.</i>	125
Bacillariophyta (Diatomeas)	
<i>Aulacoseira sp.</i>	9375
<i>Ceratoneis sp.</i>	74000
<i>Cocconeis sp.</i>	375
<i>Cymbella sp.</i>	625
<i>Diatoma sp.</i>	1000
<i>Ephitemia sp.</i>	250
<i>Gomphonema sp.</i>	28500
<i>Melosira sp.</i>	3125
<i>Navicula sp.</i>	750
<i>Rhoicosphenia sp.</i>	125
<i>Rhopalodia sp.</i>	125
<i>Suriella sp.</i>	125
<i>Tabellaria sp.</i>	375
Chlorophyta (Algas verdes)	
<i>Cosmarium sp.</i>	375
<i>Scenedesmus sp.</i>	250
Euglenophyta	125
Fitoplancton Total (Organismos /Litro)	119625
Análisis cuantitativo de zooplancton (Organismos/Litro)	
Grupo/Género y/o Especie	Código de Laboratorio
	1341
Rotífero	1000
Zooplancton Total (Organismos /Litro)	1000
Organismos de vida libre / Litro	120625

Muestra agotada en los ensayos.

Método de ensayo: SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part 10200 C1, 22nd Edition, 2012. Concentration techniques. Sedimentation/Settling..

Observaciones: Los resultados están expresados en Organismos /L conforme el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS 031-2010-SA

ENSAYOS PARASITOLÓGICOS
RESULTADOS

Ensayos	Código de laboratorio
	01341
Detección de protozoos y helmintos - Cuantitativo. (Organismos/mL.)	0

Muestra agotada en los ensayos.

Método de ensayo: Métodos simplificados de análisis microbiológicos de aguas residuales. OPS/CEPIS. Sección V.4. 1983. Método de concentración y lavado - cuantitativo.



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental

ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental

Lima, 2015/05/08
EGM/ECR/rrb

Los resultados del Informe corresponden solo a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este Informe, no está permitida sin la autorización por escrito de este Laboratorio. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
RED CANAS CANCHIS ESPINAR
MICRORED YAURI**



CUSCO CAPITAL HISTORICA DEL PERÚ

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACION"

**INFORME N° 039 - 2014/L.CCA/MRE /RSCCE.
ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS**

Solicitante: DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

DATOS DE MUESTREO:

SISTEMA : VIRGEN DE CHAPI Recibo de pago N°
 LOCALIDAD : MAUK'ALLAQTA Fecha/Hora de Muestreo: 16/04/2015 11:52 hr.
 DISTRITO : SUYKUTAMBO Fecha/Hora de Llegada al Lab. 16/04/2015 17:00 hr.
 PROVINCIA : ESPINAR Fecha/Hora de Análisis 16/04/2015 17:30 hr.
 DEPARTAMENTO: CUSCO Muestreador: Ing. Cesar Gamboa Ugarte.
 Observaciones:

RESULTADO

N° de Código de Muestra	PUNTO DE MUESTREO	Cloro Residual mg/L	NMP Coliformes /100 ml.		L.D.M
			Totales 35°C	Termotolerante s 44.5°C	
	<i>Agua Superficial</i>				
070	SAP VIRGEN DE CHAPI CAPTACION RIO APURIMAC	---	8.4x10	4.3x10	<1.8

<1 y < 1.8 Significa ausencia

METODO DE REFERENCIA	Método Estandarizado de Tubos Múltiples Limite de Detección <1.8
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF. 21th edition 2005

Espinar, 21 de Abril del 2015.

MINISTERIO DE SALUD
 JEFATURA
 D.S. YAURI
 DISA CUSCO
 Juan E. Silva Farián

C.O.P. 7459



**GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
RED CANAS CANCHIS ESPINAR
MICRORED YAURI**



CUSCO CAPITAL HISTÓRICA DEL PERÚ

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACION"

**INFORME N° 040 - 2014/LCCA/MRE /RSCCE.
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS**

Solicitante: DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

DATOS DE MUESTREO:

SISTEMA : VIRGEN DE CHAPI	Recibo de pago N°		
LOCALIDAD : HUARCA	Fecha/Hora de Muestreo:	16/04/2015	13:21 hr.
DISTRITO : YAURI	Fecha/Hora de Llegada al Lab.	16/04/2015	17:00 hr.
PROVINCIA : ESPINAR	Fecha/Hora de Análisis	16/04/2015	17:30 hr.
DEPARTAMENTO: CUSCO	Muestreador: Ing. Cesar Gamboa Ugarte.		

Observaciones:.

RESULTADO

N° de Código de Muestra	PUNTO DE MUESTREO	Cloro Residual mg/l.	NMP Coliformes /100 ml.		L.D.M
			Totales 35°C	Termotolerantes 44.5°C	
	<i>Agua Superficial</i>				
071	SAP VIRGEN DE CHAPI ESTACION DE BOMBEO (INGRESO)	----	3.9x10	1.7x10	<1.8

<1 y < 1.8 Significa ausencia

METODO DE REFERENCIA	Método Estandarizado de Tubos Múltiples Limite de Detección <1.8
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF. 21th edition 2005

Espinar, 21 de Abril del 2015.



MINISTERIO DE SALUD
Q.F. Juan E. Silva Farfan
GERENTE DE LA RED CANAS - ESPINAR

Ing. Cesar Gamboa Ugarte
C.O.P. 7459

RYT/shy
Laboratorio de Aguas Sede Espinar
Laboratorio de Control de Calidad

Av. Domingo Huaraca s/n
Teléfono/Fax: 301252



**GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
RED CANAS CANCHIS ESPINAR
MICRORED YAURI**



CUSCO CAPITAL HISTORICA DEL PLURÍ

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACION"

**INFORME N° 041 - 2014/LCCA/MRE /RSCCE.
ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS**

Solicitante: DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

DATOS DE MUESTREO:

SISTEMA : VIRGEN DE CHAPI	Recibo de pago N°		
LOCALIDAD : HUARCA	Fecha/Hora de Muestreo:	16/04/2015	14:19 hr.
DISTRITO : YAURI	Fecha/Hora de Llegada al Lab.	16/04/2015	17:00 hr.
PROVINCIA : ESPINAR	Fecha/Hora de Análisis	16/04/2015	17:30 hr.
DEPARTAMENTO: CUSCO	Muestreador: Ing. Cesar Gamboa Ugarte.		

Observaciones:

RESULTADO

N° de Código de Muestra	PUNTO DE MUESTREO	Cloro Residual mg/L	NMP Coliformes /100 ml.		L.D.M
			Totales 35°C	Termotolerante s 44.5°C	
	<i>Agua Superficial</i>				
072	SAP VIRGEN DE CHAPI REPRESA HUAYLLUMAYO	---	4.7x10	2.2x10	<1.8

<1 y <1.8 Significa ausencia

METODO DE REFERENCIA	Método Estandarizado de Tubos Múltiples Límite de Detección <1.8
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF, 21th edition 2005

Espinar, 21 de Abril del 2015.



[Signature]
D. E. Juan E. Silva Farfán
DIRECTOR REGIONAL DE SALUD

[Signature]
BIOLOGO
C.B.P. 7859



GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
RED CANAS CANCHIS ESPINAR
MICRORED YAURI



CUSCO CAPITAL HISTORICA DEL PLURÍ

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACION"

INFORME N° 042 - 2014/LCCA/MRE /RSCCE.
ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS

Solicitante: DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

DATOS DE MUESTREO:

SISTEMA : VIRGEN DE CHAPI Recibo de pago N°
LOCALIDAD : HUARCA Fecha/Hora de Muestreo: 17/04/2015 07:37 hr.
DISTRITO : YAURI Fecha/Hora de Llegada al Lab. 17/04/2015 12:30 hr.
PROVINCIA : ESPINAR Fecha/Hora de Análisis 17/04/2015 13:00 hr.
DEPARTAMENTO: CUSCO Muestreador: Ing. Cesar Gamboa Ugarte.
Observaciones:.

RESULTADO

N° de Código de Muestra	PUNTO DE MUESTREO	Cloro Residual mg/L	NMP Coliformes /100 ml.		L.D.M
			Totales 35°C	Termotolerantes 44.5°C	
	<i>Agua Superficial</i>				
073	SAP VIRGEN DE CHAPI INGRESO A PLANTA DE TRATAMIENTO	---	2.2x10 ²	1.3x10 ²	<1.8

<1 y <1.8 Significa ausencia

METODO DE REFERENCIA	Método Estandarizado de Tubos Múltiples
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Límite de Detección <1.8 Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF, 21th edition 2005

Espinar, 22 de Abril del 2015.



[Signature]
Domingo Velásquez
HUGO
C.B.P. 7459



**GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
RED CANAS CANCHIS ESPINAR
MICRORED YAURI**



CUSCO CAPITAL HISTORICA DLL PERU"

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACION"

**INFORME N° 043 - 2014/LCCA/MRE /RSCCE.
ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS**

Solicitante: DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

DATOS DE MUESTREO:

SISTEMA : VIRGEN DE CHAPI	Recibo de pago N°		
LOCALIDAD : HUARCA	Fecha/Hora de Muestreo:	17/04/2015	08:22 hr.
DISTRITO : YAURI	Fecha/Hora de Llegada al Lab.	17/04/2015	12:30 hr.
PROVINCIA : ESPINAR	Fecha/Hora de Análisis	17/04/2015	13:00 hr.
DEPARTAMENTO: CUSCO	Muestreador: Ing. Cesar Gamboa Ugarte.		

Observaciones:.

RESULTADO

N° de Código de Muestra	PUNTO DE MUESTREO	Cloro Residual mg/L	NMP Coliformes /100 ml.		L.D.M
			Totales 35°C	Termotolerantes 44.5°C	
	<i>Agua Superficial</i>				
074	SAP VIRGEN DE CHAPI INGRESO A FILTRO	----	2.1×10^2	1.1×10^2	<1.8

<1 y < 1.8 Significa ausencia

METODO DE REFERENCIA	Método Estandarizado de Tubos Múltiples Limite de Detección <1.8
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA. AWW, WPCF. 21th edition 2005

Espinar, 22 de Abril del 2015.



[Handwritten signature]
C.E. YAURI DE ESPINAR
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

[Handwritten signature]
Dña. Holgado Velásquez
BIÓLOGO
C.B.P. 7458



GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
RED CANAS CANCHIS ESPINAR
MICRORED YAURI



CUSCO CAPITAL HISTORICA DEL PLURÍ

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACION"

INFORME N° 044 - 2014/LCCA/MRE /RSCCE.
ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS

Solicitante: DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

DATOS DE MUESTREO:

SISTEMA : VIRGEN DE CHAPI	Recibo de pago N°		
LOCALIDAD : HUARCA	Fecha/Hora de Muestreo:	17/04/2015	08:50 hr.
DISTRITO : YAURI	Fecha/Hora de Llegada al Lab.	17/04/2015	12:30 hr.
PROVINCIA : ESPINAR	Fecha/Hora de Análisis	17/04/2015	13:00 hr.
DEPARTAMENTO: CUSCO	Muestreador: Ing. Cesar Gamboa		

Observaciones:

RESULTADO

N° de Código de Muestra	PUNTO DE MUESTREO	Cloro Residual mg/L	NMP Coliformes /100 ml.		L.D.M
			Totales 35°C	Termotolerante s 44.5°C	
	<i>Agua Superficial</i>				
075	SAP VIRGEN DE CHAPI SALIDA DE PLANTA DE TRATAMIENTO	----	1.7x10 ²	7.9x10	<1.8

<1 y <1.8 Significa ausencia

METODO DE REFERENCIA	Método Estandarizado de Tubos Múltiples
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Limite de Detección <1.8 Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF. 21th edition 2005

Espinar, 22 de Abril del 2015.



[Signature]

 Dr. María Inés Velásquez
 MICROBIOLOGO
 C.B.F. 7459



**GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
RED CANAS CANCHIS ESPINAR
MICRORED YAURI**



CUSCO CAPITAL HISTORICA DEL PERÚ

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACION"

**INFORME N° 045 - 2014/LCCA/MRE /RSCCE.
ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS**

Solicitante: DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

DATOS DE MUESTREO:

SISTEMA : VIRGEN DE CHAPI	Recibo de pago N°		
LOCALIDAD: TANQUE ELEVADO	Fecha/Hora de Muestreo:	18/04/2015	07:37 hr.
DISTRITO : YAURI	Fecha/Hora de Llegada al Lab.	18/04/2015	11:40 hr.
PROVINCIA : ESPINAR	Fecha/Hora de Análisis	18/04/2015	12:10 hr.
DEPARTAMENTO: CUSCO	Muestreador: Ing. Cesar Gamboa		
Observaciones:			

RESULTADO

N° de Código de Muestra	PUNTO DE MUESTREO	Cloro Residual mg/L	U.F.C. Coliformes /100 ml.		L.D.M
			Totales 35°C	Termotolerantes 44.5°C	
076	Reservorio SAP TANQUE ELEVADO	2.50	<1	<1	<1
077	Pileta SAP TANQUE ELEVADO	0.97	<1	<1	<1

<1 y < 1.8 Significa ausencia

METODO DE REFERENCIA	Método Estandarizado de Filtro de Membrana Limite de Detección <1
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF, 21th edition 2005.

Espinar, 20 de Abril del 2015.



MINISTERIO DE SALUD
[Handwritten Signature]
D. F. J. J. Silva Parfán
GERENTE DEL C.A.S. - ESPINAR

[Handwritten Signature]
Ledy Soledad Huitgado Velazquez
BIÓLOGO
C.B.P. 7459



**GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
RED CANAS CANCHIS ESPINAR
MICRORED YAURI**



CUSCO CAPITAL HISTORICA DEL PLURÍ

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACION"

**INFORME N° 046 - 2014/LCCA/MRE /RSCCE.
ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS**

Solicitante: DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUSCO

DATOS DE MUESTREO:

SISTEMA : VIRGEN DE CHIAPI	Recibo de pago N°		
LOCALIDAD: SAN ROQUE	Fecha/Hora de Muestreo:	18/04/2015	08:49 hr.
DISTRITO : YAURI	Fecha/Hora de Llegada al Lab.	18/04/2015	11:40 hr.
PROVINCIA : ESPINAR	Fecha/Hora de Análisis	18/04/2015	12:10 hr.
DEPARTAMENTO: CUSCO	Muestreador:	Ing. Cesar Gamboa Ugarte.	
Observaciones:			

RESULTADO

N° de Código de Muestra	PUNTO DE MUESTREO	Cloro Residual mg/L	U.F.C. Coliformes /100 ml.		L.D.M
			Totales 35°C	Termotolerantes 44.5°C	
078	Reservorio SAP SAN ROQUE	3.0	<1	<1	<1
079	Pileta SAP SAN ROQUE	3.0	<1	<1	<1

<1 y <1.8 Significa ausencia

METODO DE REFERENCIA	Método Estandarizado de Filtro de Membrana Límite de Detección <1
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW, WPCF, 21th edition 2005.

Espinar, 20 de Abril del 2015.



MINISTERIO DE SALUD
D.F. Juan E. Silva Exartan
GERENTE DEL CENTRO

[Signature]
Sra. Hilda Velásquez
BIÓLOGO
C.B.P. 7455

RYT/shy
Laboratorio de Aguas Sede Espinar
Laboratorio de Control de Calidad

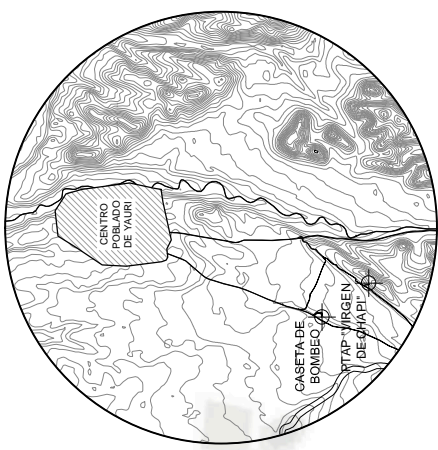
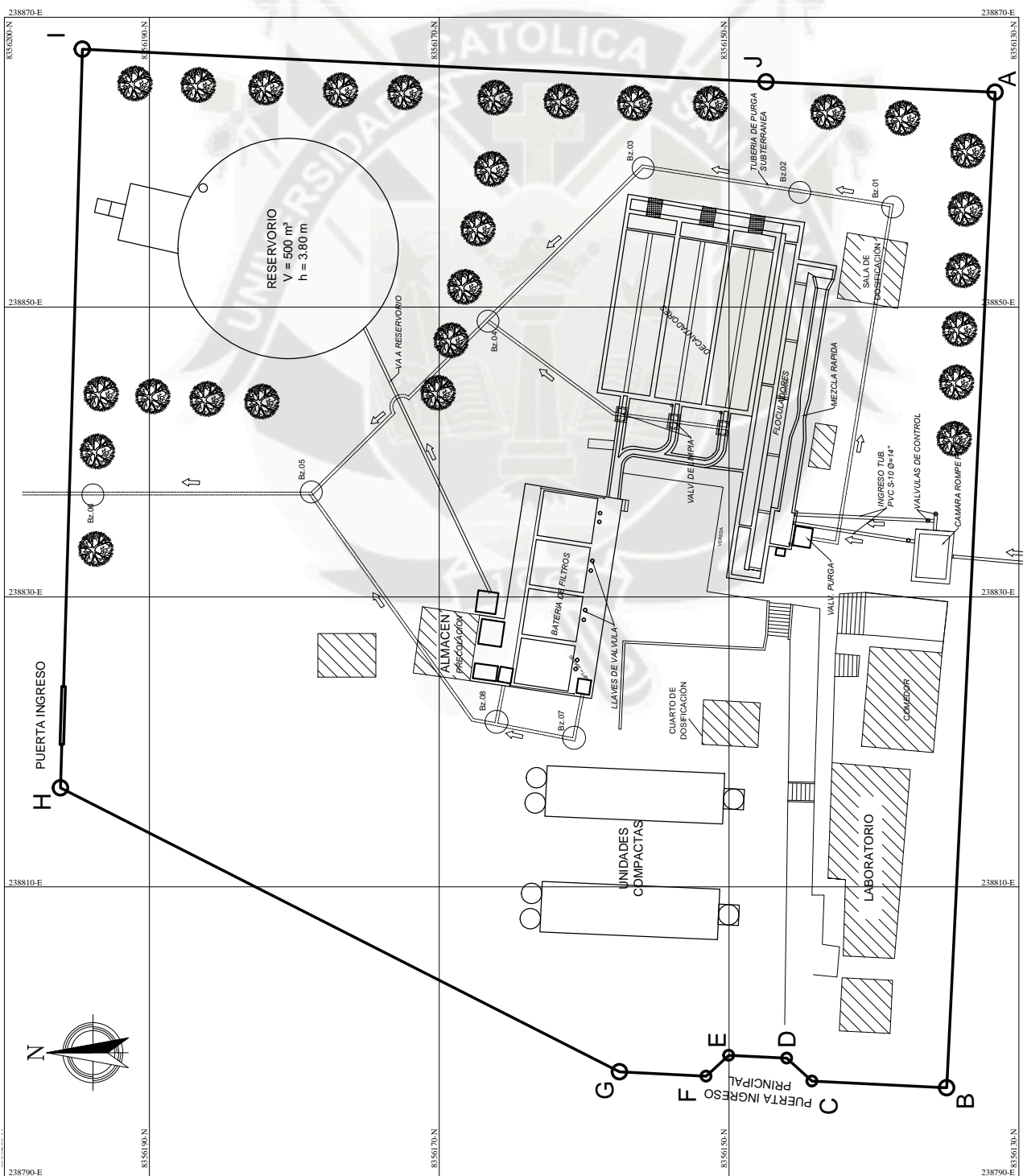
Av. Domingo Huareca s/n
teléfono/fax: 301252



Tesis: "Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro Poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco"



PLANOS




PLANO DE UBICACION

ESC: 1:100 000
EQUIDISTANCIA: 5M

VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
A	A - B	68.78	270°10'53"	238872.181	8356145.881
B	B - C	9.31	270°00"	238807.985	8356121.191
C	C - D	2.36	219°26'48"	238804.643	8356129.881
D	D - E	4.00	140°33'14"	238805.389	8356132.121
E	E - F	2.12	134°59'60"	238803.953	8356135.855
F	F - G	5.97	225°00"	238802.014	8356136.716
G	G - H	43.27	204°9'30"	238799.871	8356142.290
H	H - I	51.00	244°45'58"	238802.227	8356185.495
I	I - J	47.23	271°23'37"	238849.480	8356204.694
J	J - A	15.81	179°51'2"	238866.459	8356160.620

Area: 3933.286 m²
Area: 0.3933 ha
Perimetro: 249.86 ml



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Escuela de Ingeniería Civil

PROYECTO: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CENTRO POBLADO DE VALVI, PROVINCIA DE BERNABÉ, REGIÓN CUSCO"

ALUMNO: []

PROFESOR: []

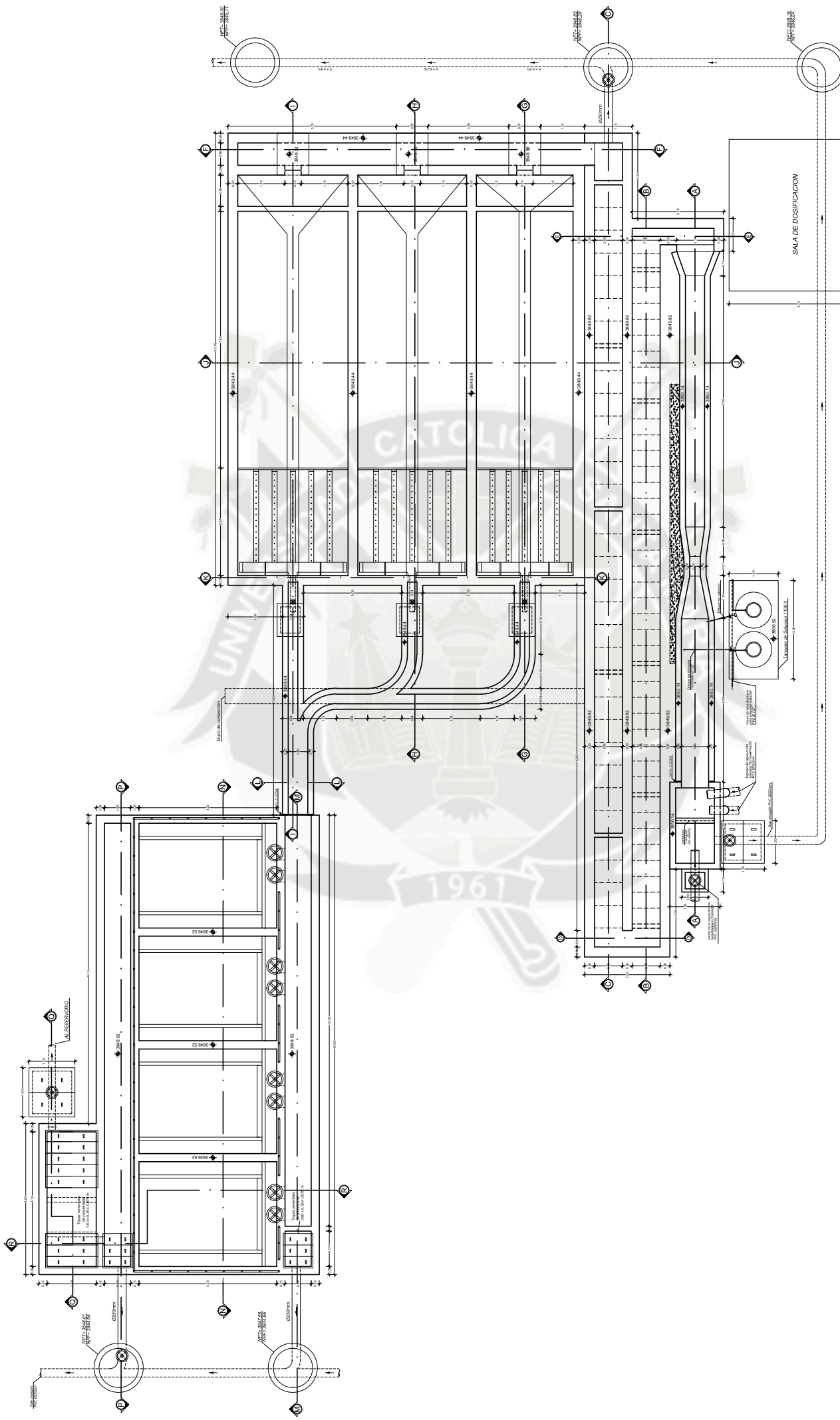
FECHA: []

PLANO DE DISTRIBUCION GENERAL
PLANTA DE TRATAMIENTO "VIRGEN DE CHAPI"
Barcelon Rodríguez Luis Duenas Correas


ESC: 1:100 000

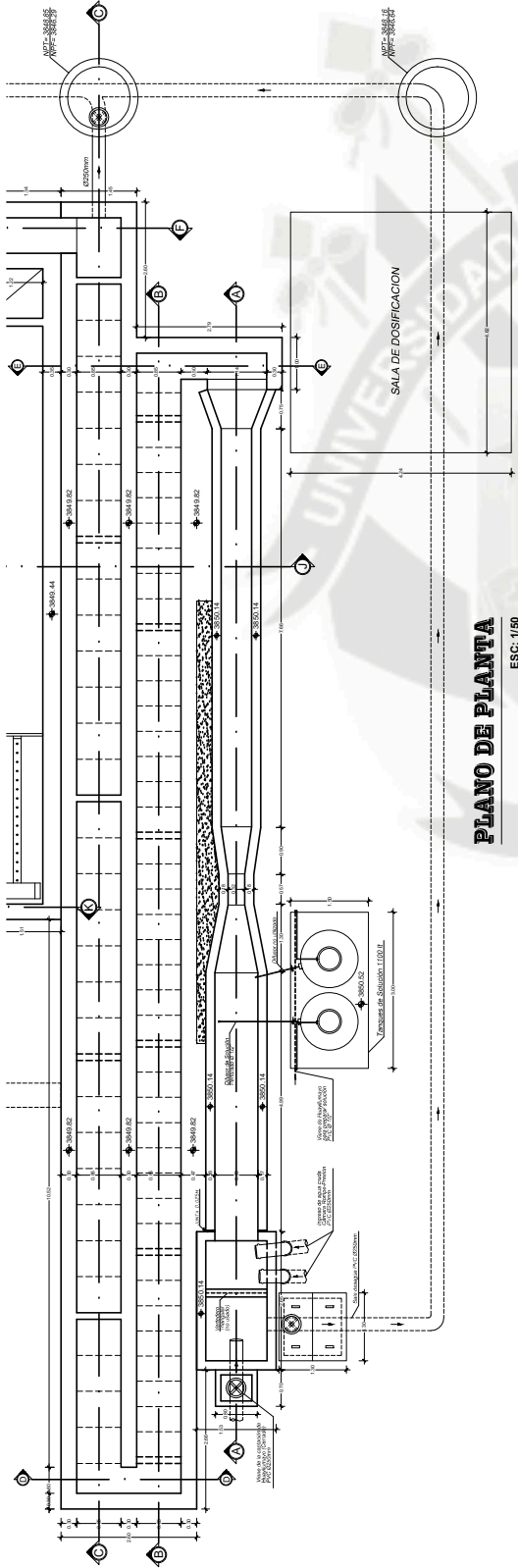
PLANO DE DISTRIBUCION ACTUAL

ESC: 1:200

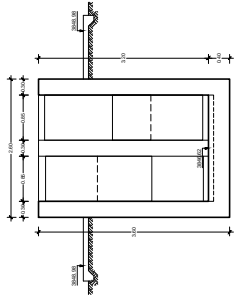


PLANO DE PLANTA
 ESC: 1/100

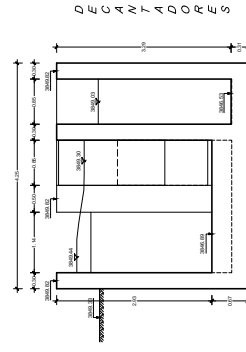
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	
FEEL:	"EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE YAMBÓ, PROVINCIA DE ESPINAZO, REGION CUSCO"
FEEL:	PLANTA GENERAL
AUTOR:	Bachiller Rodrigo Los Durados Cortes
FEEL:	1/1
FEEL:	1/1
FEEL:	1/1



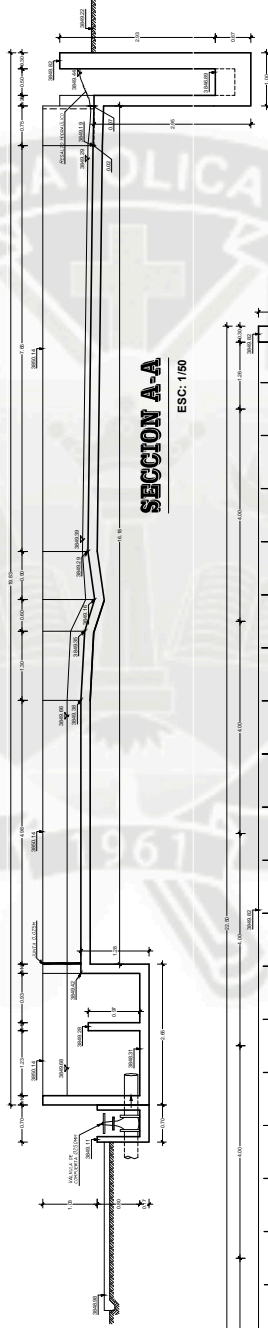
PLANO DE PLANTA
ESC: 1/50



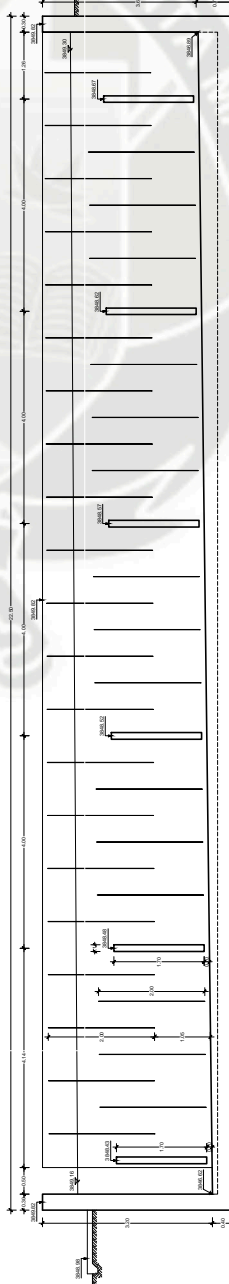
SECCION D-D
ESC: 1/50



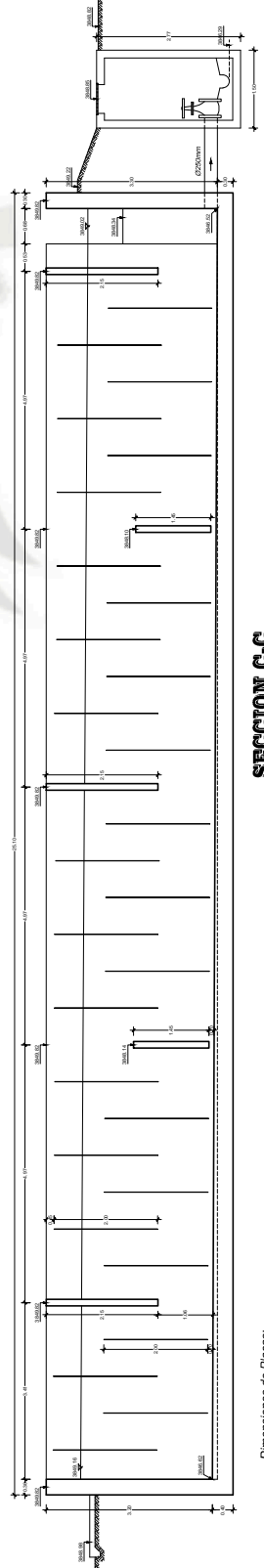
SECCION E-E
ESC: 1/50



SECCION A-A
ESC: 1/50



SECCION B-B
ESC: 1/50



SECCION C-C
ESC: 1/50

Dimensiones de Placas:
2.00 X 0.50 X 0.05 m



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

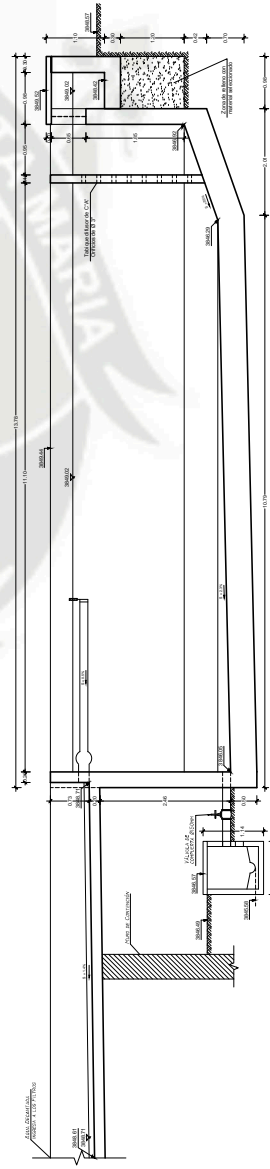
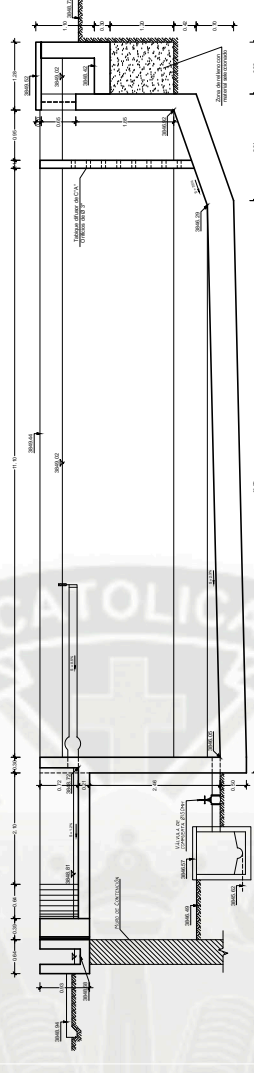
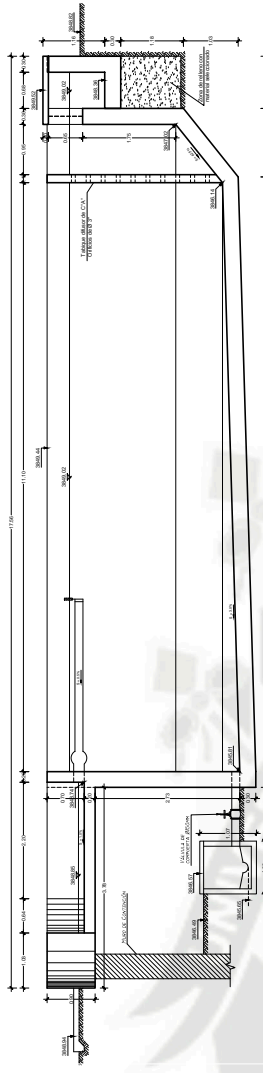
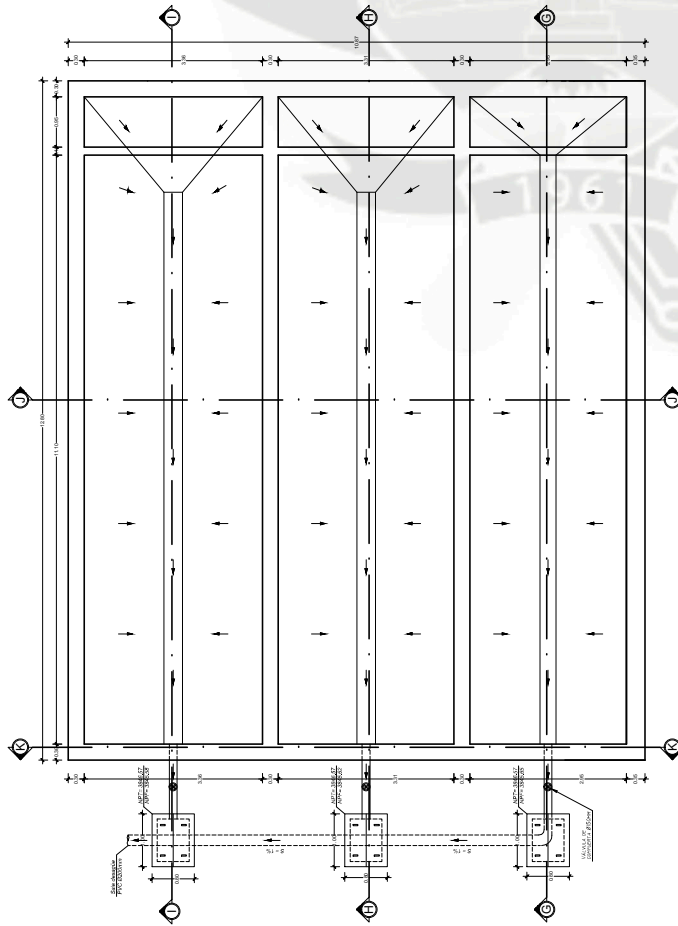
TRABAJO DE EVALUACION Y DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO PUEBLO DE YANIN, DISTRITO DE YANIN, PROVINCIA DE IBERIA, REGION CUSCO

PROFESOR TUTOR CONVENCIONAL:
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

ESTUDIANTE:
DIEGO FLORES

CARRERA: INGENIERIA CIVIL

FECHA: 15/05/2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INSTITUCIÓN EDUCATIVA
UNIVERSITARIA

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela de Ingeniería Civil

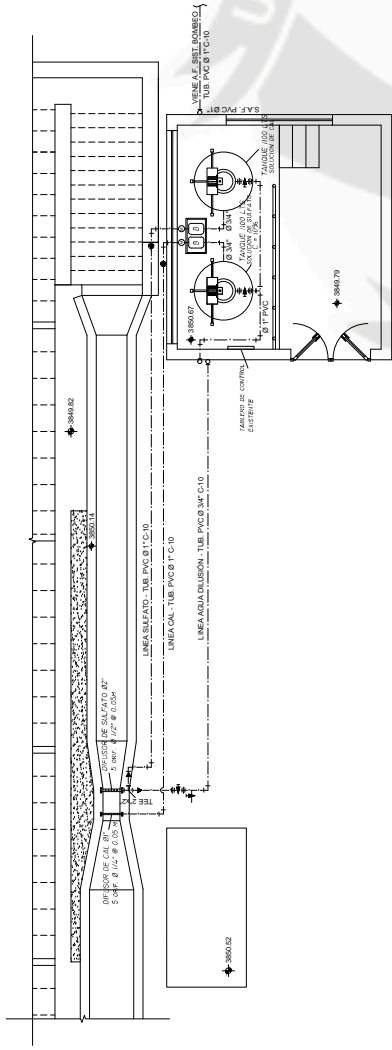
Curso: 1^{er} SEMESTRE

FECHA: 2023/05/15

PROYECTO: PLAN DE MANEJO DEL AGUA POTABLE DEL CENTRO PUEBLO DE YARI, DISTRITO DE YARI, PROVINCIA DE ESPARZA, REGIÓN CUSCO

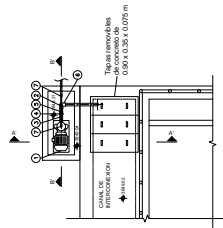
PROFESOR: PTAP DE TECNOLOGIA CONVENCIONAL

ESTUDIANTE: [Nombre del estudiante]



PLANO DE PLANTA

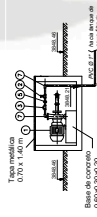
ESC. 1/50



PLANTA CASETA DE BOMBEO

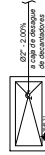
ESC. 1/50

ACCIONES	NOMENCLATURA	CANTIDAD	UNIDAD
1	ELECTROMOTOR CENTRIFUGO	1	1 UN.
2	MANEJO DE BOMBA PISOVA, PVC	1	1 UN.
3	MANEJO CHECK PISOVA, BRONCE	1	1 UN.
4	UNION UNIVERSAL, PVC	2	2 UN.
5	UNION UNIVERSAL, PVC	1	1 UN.
6	COJO PISOVA, PVC	1	1 UN.
7	CANDELA DE SUCION Y MANEJO DE BOMBA	2	2 UN.
8	TUBERIA DE SUCION PVC 2" C-10	1	1 UN.
9	TUBERIA DE MANEJO PVC 2" C-10	1	1 UN.



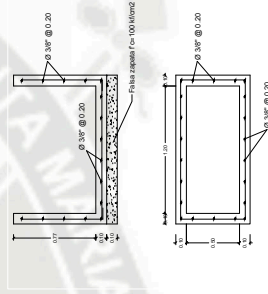
CORTE B-B'

ESC. 1/50



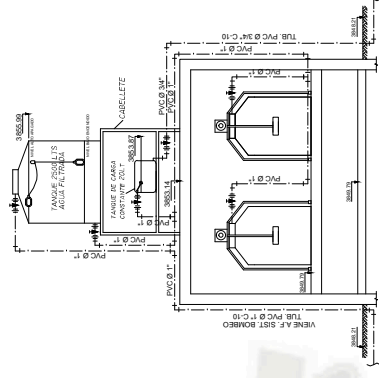
CORTE A-A'

ESC. 1/50



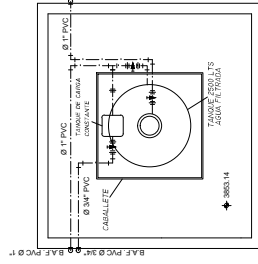
DETALLE DE ACERO DE CASETA DE BOMBEO

ESC. 1/25



ELEVACION TANQUE ELEVADO

ESC. 1/50

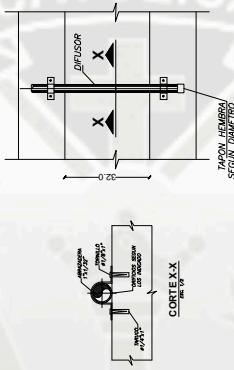


PLANTA TECHO

ESC. 1/50

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DIFUSIÓN:
 SOLUCIÓN DE SALADO DE ALUMINIO Y CAL.
 BOMBA OPERADORA DE EMERGENCIA 400 HP
 FRECUENCIA 60 Hz
 DIÁMETRO SUBCUALCÓN 1"
 ASISTORES ELECTROMECÁNICOS ESTÁNDARES
 ZONA FÁBRIL DE SOLUCIÓN
 TIPO V-2824
 SELECCIÓN INDEPENDIENTE
 POTENCIA 180 HP
 FRECUENCIA 60 Hz

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO AUTOMÁTICO:
 ELECTROMOTOR AUTOMÁTICO ALMAGRE
 OPERADORA
 CALIDAD DE BOMBEO: 135 lb
 TIPO V-2824
 SELECCIÓN INDEPENDIENTE
 POTENCIA 180 HP
 FRECUENCIA 60 Hz



DETALLE DE LOS DIFUSORES

ESC. 1/10

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ESQUEMA: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YABIRI, DISTRITO DE YANAYCAN, PROVINCIA DE ESPARTEGUÉS, CANTÓN DE GUAYAS"

PROYECTO DE MEJORAMIENTO P.T.A.P.

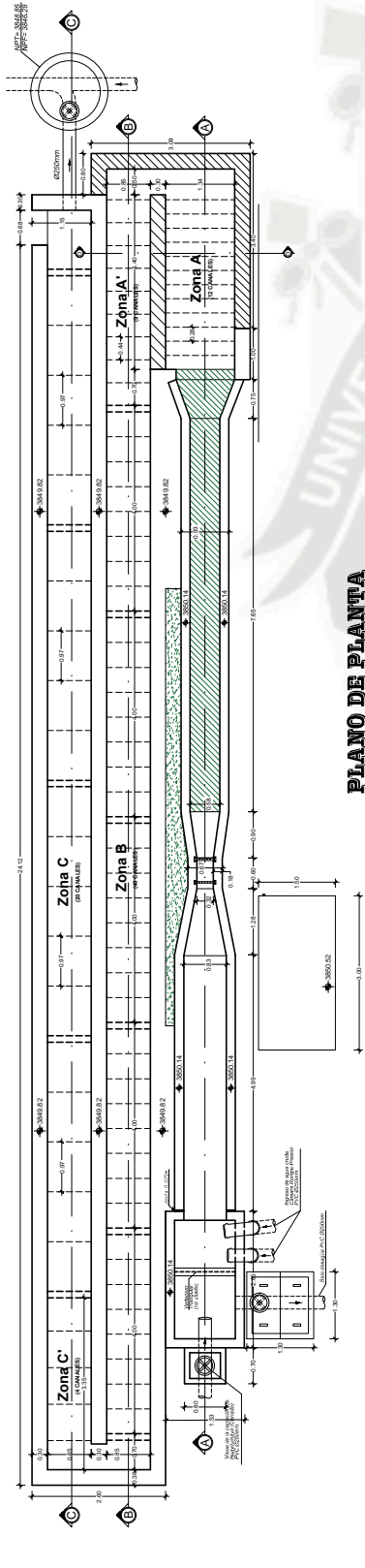
ANEXO: 1

FECHA: 15/07/2019

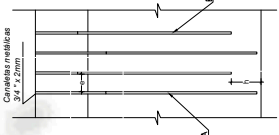
ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

ESC. 1/50



PLANO DE PLANTA
ESC: 1/50

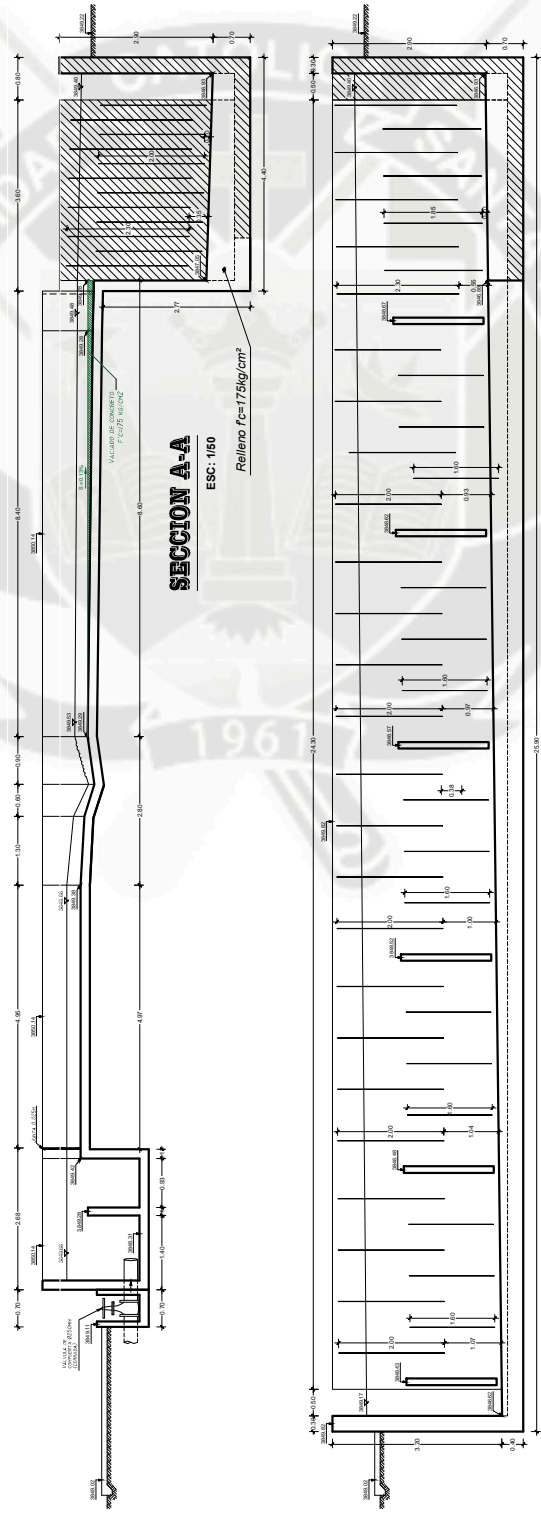


DIMENSIONES DE PLACAS DE FIBRA DE VIDRIO e=6mm

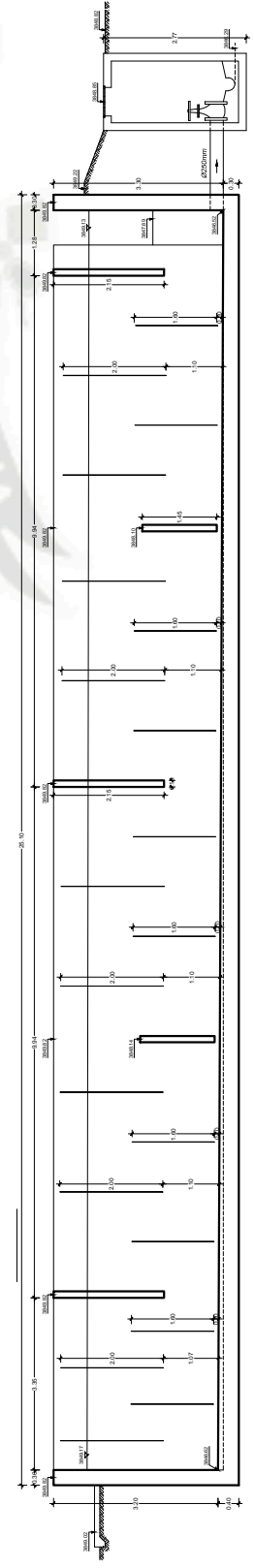
ZONA	A	B	h	g
ZONA A	2,00 X 1,50 X 0,006m (6 und)	2,10 X 0,85 X 0,006m (8 und)	0,35m	0,27m
ZONA A'	1,85 X 0,85 X 0,006m (4 und)	2,10 X 0,85 X 0,006m (5 und)	0,55m	0,44m
ZONA B	1,60 X 0,85 X 0,006m (15 und)	2,00 X 0,85 X 0,006m (20 und)	0,98m	0,48m
ZONA C'	1,60 X 0,85 X 0,006m (2 und)	2,00 X 0,85 X 0,006m (8 und)	1,07m	0,66m
ZONA C	1,60 X 0,85 X 0,006m (8 und)	2,00 X 0,85 X 0,006m (8 und)	1,10m	0,98m

DETALLE DE PLACAS
ESC: 1/5

SECCION A-A
ESC: 1/50

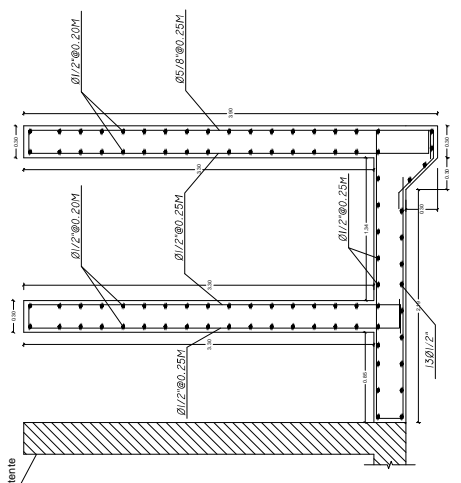


SECCION B-B
ESC: 1/50



SECCION C-C
ESC: 1/50

DETALLE DE ACERO EN MUROS
ESC: 1/25



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

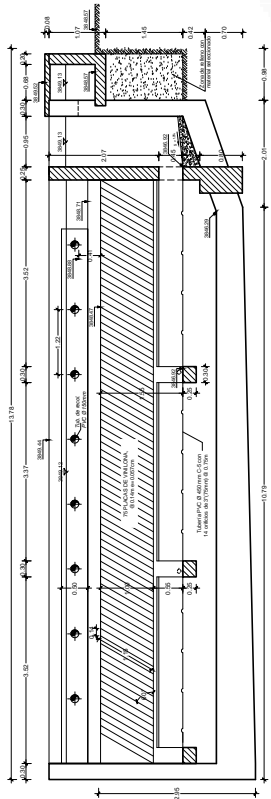
ESPECIALIDAD: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YABIRI, DISTRITO DE YANAY, PROVINCIA DE ESPARTE, REGIÓN CUSCO

PROYECTO: PROYECTO DE MEJORAMIENTO OPTIMIZADO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE YABIRI, DISTRITO DE YANAY, PROVINCIA DE ESPARTE, REGIÓN CUSCO

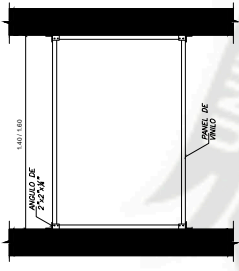
PROFESOR: *[Signature]*

ESTUDIANTE: *[Signature]*

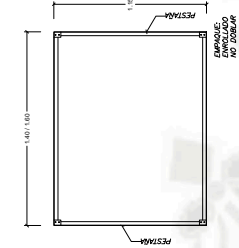
FECHA: 11/01/2024



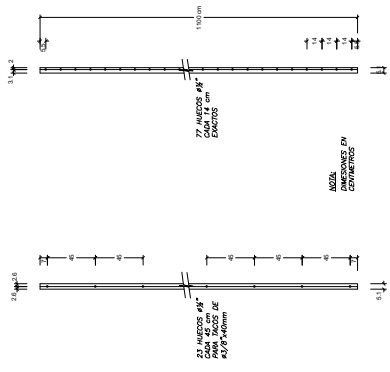
SECCION B-B
ESC: 1/50



DIMENSIONAMIENTO EN CORTE TRANSVERSAL
ESC: 1/20

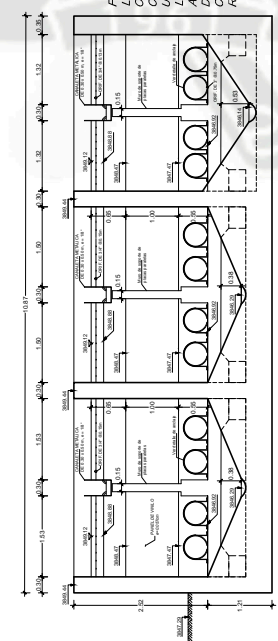


PLACA VINILONA VISTA DESPLEGADA
ESC: 1/20



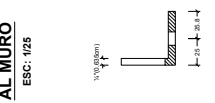
ALA DE SUJECION AL MURO
ESC: 1/25

ALA DE RECEPCION DE TUERCAS
ESC: 1/25

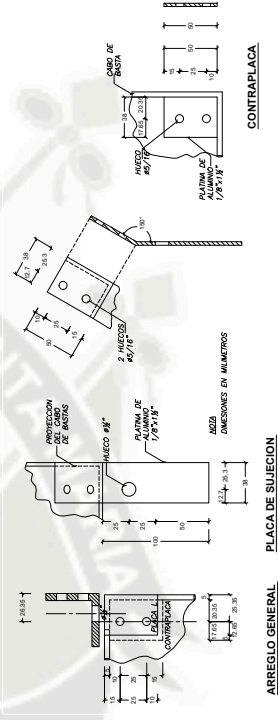


SECCION C-C
ESC: 1/50

DIMENSIONAMIENTO EN CORTE LONGITUDINAL
ESC: 1/20

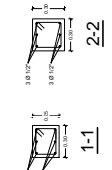


ANGULO DE ALUMINIO DE 2"x2"x1/4"x60cm PARA SUJECION DE PANELES
ESC: 1/25



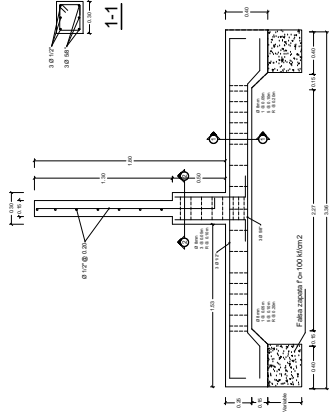
ARREGLO GENERAL

CONTRAPLACA



1-1

2-2



DETALLE DE ACERO EN VIGA DE SOPORTE Y MURO
ESC: 1/25

INSTALACION DE VINILONAS DE POLIESTER EN LOS SEDIMENTAORES
ESC: 1/10

PLACA DE SUJECION

ARREGLO GENERAL

ESC: 1/50

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

ESC: 1/25

