



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LA PARROQUIA SAN JUAN DE CERRO AZUL DEL
CANTÓN ATAHUALPA.

ANDRADE OCHOA ELVIS MAURICIO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LA PARROQUIA SAN JUAN DE CERRO AZUL DEL
CANTÓN ATAHUALPA.

ANDRADE OCHOA ELVIS MAURICIO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA
PARROQUIA SAN JUAN DE CERRO AZUL DEL CANTÓN ATAHUALPA.

ANDRADE OCHOA ELVIS MAURICIO
INGENIERO CIVIL

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 11 DE JULIO DE 2018

MACHALA
11 de julio de 2018

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA SAN JUAN DE CERRO AZUL DEL CANTÓN ATAHUALPA., hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO
0701788283
TUTOR - ESPECIALISTA 1



CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO
0701210668
ESPECIALISTA 2



COBO REGALADO GONZALO EDGAR EFRAIN
1703979953
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: miércoles 11 de julio de 2018 - 11:57

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Elvis Mauricio Andrade Ohoa.docx (D40318066)
Submitted: 6/22/2018 8:34:00 PM
Submitted By: faguirre@utmachala.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

TESIS FINAL DIEGO FLORES.pdf (D12802451)
Propuesta Sistema de Potabilizacion Guayacán..docx (D15111498)
TESIS DIEGO FLORES 2014.pdf (D12864237)
AZUERO NEGRON JUAN ANDRES_PT-010518.pdf (D40300811)

Instances where selected sources appear:

5

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ANDRADE OCHOA ELVIS MAURICIO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA SAN JUAN DE CERRO AZUL DEL CANTÓN ATAHUALPA., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

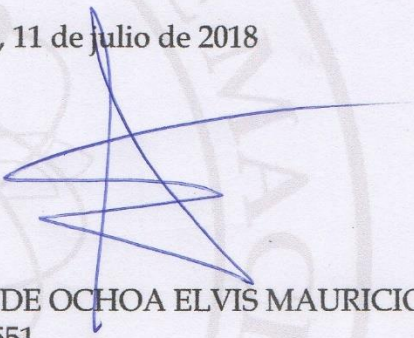
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de julio de 2018


ANDRADE OCHOA ELVIS MAURICIO
0705393551

DEDICATORIA

El siguiente trabajo investigativo, se lo dedico principalmente a Dios, que me ha dado las fuerzas necesarias para seguir adelante, en este camino en busca del éxito en mi carrera Universitaria.

De manera muy especial a mis Padres, Sr. Angel Modesto Andrade y Sra. Amada T. Ochoa Armijos quienes con gran esfuerzo y esmero han cuidado de mi durante todas las etapas de mi vida me han brindado su apoyo económico y moral que siempre necesite, al igual que mis hermanos quien siempre han estado dispuestos a brindarme ánimos en momentos difíciles con quienes comparto este gran sueño y recompensa para ellos de manera especial a mi esposa y mis dos hijos.

Gracias a la Universidad Técnica de Machala, a quienes de manera eficaz dirigen a la Unidad Académica de Ingeniería Civil, a los docentes que compartieron sus conocimientos en las aulas para hacer de sus alumnos profesionales exitosos y prósperos.

Elvis Mauricio Andrade Ochoa

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA SAN JUAN DE CERRO AZUL DEL CANTÓN ATAHUALPA

Autor: Elvis Mauricio Andrade Ochoa

Email: mauricioandradochoa@gmail.com

El proyecto parte de la evaluación técnica realizada a la planta de tratamiento de agua potable, en la parroquia San Juan de Cerro Azul del cantón Atahualpa, en la provincia de El Oro.

Con el presente se pretende dar una solución técnica considerando el contexto geográfico, con el objetivo de mejorar la calidad de agua para la población actual y con proyecciones a la población futura, de tal manera que se logre mejorar la calidad de vida y contribuyendo a disminuir el riesgo de contraer enfermedades causadas por el agua mal tratada.

Es importante mencionar que, al implementar la solución técnica, se conservará la infraestructura actual de la planta de tratamiento priorizando la rehabilitación de sus elementos, activando la fase operativa de la misma.

Posterior a la evaluación de sus elementos, se identificó que el *pre-filtro* carece del material granular, uno de los *filtros lentos* no está operativo, aspectos como los antes descritos impiden el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento, dando como resultado que la planta realice solo el 50 % del funcionamiento total para el que fue diseñada.

Los análisis físicos-químicos y bacteriológicos demuestran la presencia de *coliformes fecales* en cantidades mayores a los límites máximos permisibles, problemática causada por la falta de dosificación del cloro.

Palabras claves: Evaluación, planta de tratamiento, agua potable, filtración lenta, rural.

SUMMARY

EVALUATION OF THE PLANT OF TREATMENT OF DRINKING WATER OF THE SAN JUAN OF CERRO AZUL PARISH OF THE ATAHUALPA CANTON

Author: Elvis Mauricio Andrade Ochoa

Email: mauricioandradochoa@gmail.com

The project is based on the technical evaluation carried out at the drinking water treatment plant in the San Juan parish of Cerro Azul of the Atahualpa district, in the province of El Oro.

The present is intended to provide a technical solution considering the geographical context, with the aim of improving water quality for the current population and with projections to the future population, in such a way that it improves the quality of life and helps to reduce the risk of contracting diseases caused by poorly treated water.

It is important to mention that, when implementing the technical solution, the current infrastructure of the treatment plant will be conserved, prioritizing the rehabilitation of its elements, activating the operative phase of the same.

After the evaluation of its elements, it was identified that the pre-filter lacks the granular material, one of the slow filters is not operational, aspects such as the ones described above prevent the correct operation of the treatment plant, resulting in the plant perform only 50% of the total operation for which it was designed.

The physical-chemical and bacteriological analyzes show the presence of fecal coliforms in quantities greater than the maximum permissible limits, a problem caused by the lack of chlorine dosage.

Keywords: Evaluation, treatment plant, drinking water, slow filtration, rural.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	
PAGINA DE ACEPTACIÓN.....	I
REPORTE DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIAS.....	II
CESIÓN DE DERECHO DE AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	V
SUMMARY.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 DESARROLLO.....	3
2.1 METODOLOGÍA APLICADA.....	3
2.2 ESTUDIOS PRELIMINARES.....	3
2.2.1 INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE ÁREA DEL PROYECTO.....	3
2.2.2 Salud Pública.....	4
2.2.3 Aspectos socio-económicos.....	4
2.2.4 Servicios públicos.....	4
2.2.5 Estudio de la calidad del agua.....	5
2.2.6 Evaluación y descripción de los sistemas existentes.....	5
2.2.7 Fuente de abastecimiento.....	6
2.2.8 Estructura de captación y pretratamiento.....	7
2.2.9 Línea de conducción.....	7
2.2.10 Planta de tratamiento.....	7
2.2.11 Evaluación de la filtración.....	10
2.2.12 Evaluación del proceso de desinfección.....	10
2.2.13 Reserva.....	11
2.2.14 Redes de distribución.....	11
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	12

1 INTRODUCCIÓN

El agua es líquido vital y necesario para el consumo humano, es un recurso no renovable por lo que se requiere un manejo adecuado para su uso, evitando la contaminación en los cauces o fuentes superficiales^[1] que se generan actualmente por ciertas actividades como la minería ilegal y descargas de material orgánico provocando la contaminación del agua^[2]. En el Ecuador el ecosistema de los ríos de montaña es inalterable y declarados como zonas protegidas que evitan la contaminación de parte de las diferentes actividades del ser humano.

El presente proyecto aporta al Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021 Toda una Vida, en el eje 1: Derechos para Todos Durante Toda la Vida, objetivo 1: Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas, política 1.17 Garantizar el acceso, uso y aprovechamiento justo, equitativo y sostenible del agua; la protección de sus fuentes; la universalidad, disponibilidad y calidad para el consumo humano, saneamiento para todos y el desarrollo de sistemas integrales de riego; y finalmente aporta a la meta Incrementar el porcentaje de la población con acceso a agua segura a 2021[3].

En la mayoría de países de la región latinoamericana, las pérdidas económicas en los sistemas de abastecimiento de agua son elevados debido a un inadecuado mantenimiento y una deficiente gestión administrativa que pone en riesgo la sostenibilidad financiera del sector[4].

Según el INEC para el 2015, 215 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales prestan el servicio de agua potable en el área urbana y 148 en el área rural, lo restantes prestan el servicio por medio de juntas de agua potable. A nivel nacional se registran 461 plantas potabilizadoras de agua potable, para la región sierra con un 49.67%, la región costa cuenta con un 20.39%, la amazonia posee un 29.28% y el 0.65% restante está en la región insular. A nivel municipal el 90,23% de la población cuenta con un sistema de tratamiento de agua para consumo humano, el 1,86% compra agua tratada y

el 7,91% no cuenta con sistemas de tratamiento. Solo el 74.42% de los cantones cumplen con la Norma INEN 1108.

La provincia de El Oro posee ecosistemas muy variados teniendo en la parte alta, cauces de ríos de montaña, con una temperatura promedio de 22°C, existiendo bosques naturales alrededor de su curso.

El cantón Atahualpa está ubicado en la provincia de El Oro, compuesto por una cabecera cantonal y 5 parroquias rurales, cuenta con bosques protegidos donde nacen los cauces superficiales. La actividad económica principal es la minería y ganadería.

San Juan de Cerro Azul, se encuentra ubicada al noroeste de la cabecera cantonal de Paccha, a una distancia de 27.2 km y a 45 minutos de la ciudad de Pasaje. Su temperatura media es de 23°C, su altitud es de 500 entre 1200 msnm.

Esta parroquia rural se abastece por una captación de agua superficial, manteniendo una línea de conducción de 1 km. En el sector existe la infraestructura de una Planta de Tratamiento de Agua Potable construida por instituciones gubernamentales, lamentablemente precisa de un mantenimiento inadecuado.

Actualmente se evidencia el proceso del agua que llega a la Planta de Agua Potable, la misma que pasa por una fase de pre-filtración, posteriormente por la filtración lenta en arena, consecutivamente pasa a la fase de clorificación, y, finalmente al reservorio para su distribución.

En la tercera fase se identifica que el proceso carece de dosificación, punto necesario para eliminar las cantidades de coliformes fecales presentes en el agua.

Como objetivo general se plantea evaluar la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la parroquia San Juan de Cerro Azul, dotando de una solución técnica apropiada que contribuya al mejoramiento de la operación y mantenimiento, cumpliendo con la norma INEN 1108 garantizando la calidad del agua a sus habitantes, como objetivos específicos se consideraron los siguientes; Cálculo de la velocidad de filtración, evaluación de los procesos de tratamiento y los análisis físicos-químicos y bacteriológicos del agua de la planta de tratamiento.

DESARROLLO

2.1 METODOLOGÍA APLICADA

El presente proyecto de evaluación en la Planta de Tratamiento de Agua Potable, se contó con la colaboración de parte de los habitantes de esta localidad y entidades administrativas de dicha planta, facilitando el trabajo en la accesibilidad de información sobre este sistema de potabilización.

Por medio de aforos se obtiene el caudal de llegada a la PTAP y a la fuente de abastecimiento, de acuerdo a la norma Co-10.7-602 se obtuvo los caudales de diseño con una población futura para 20 años, para determinar si este sistema necesita un rediseño de sus elementos.

Se evalúan los elementos de PTAP a partir de datos obtenidos, Chequeando los procesos de filtración en la planta y clorificación. Mediante el uso de un vuelo con dron se captura una ortofoto para obtener los dimensionamientos de todos sus elementos de la planta existente. Se toma una muestra para el análisis de laboratorio que determina la calidad de agua que se está distribuyendo a la población.

2.2 ESTUDIOS PRELIMINARES.

2.2.1 INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE ÁREA DEL PROYECTO.

DATOS GENERALES

La población en la parroquia San Juan de Cerro Azul, cuya población según el censo del 2010 es de 295 habitantes con un índice de crecimiento de 3.46%. El método de cálculo para la población futura, se lo realizó según la norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, dice que, para el cálculo de la población futura se emplea el método geométrico.

$$Pf = Pa * (1+r)^n$$

donde:

Pf: Población futura para el año 2038.

Pa: Población actual al año 2018

r: Tasa de crecimiento geométrico es de 3.46 %

n: Período de diseño (20 años)

$$Pf = Pa * (1+r)^n$$

$$Pf = 386 * (1 + 3.41\%)^{20}$$

$$Pf = 754 \text{ Habitantes}$$

El clima de esta parroquia cuenta con elevados niveles de humedad.

La parroquia San Juan de Cerro Azul, se encuentra ubicada en las zonas altas y montañosas de la provincia, por tal motivo su relieve es muy variado con presencia de pendientes bien pronunciadas, presentando topografía irregular en toda su superficie.

2.2.2 Salud Pública

En la parroquia se han registrado enfermedades epidemiológicas, como dato obtenido del sub-centro de salud que según indican es, diarrea y gastroenteritis de presunto régimen infeccioso con pocos casos registrados, dos casos en el último semestre y otros trastornos de las articulaciones; solo se ha registrado un caso.

2.2.3 Aspectos socio-económicos.

En la parroquia San Juan de Cerro Azul el 43.21% de la población se dedica a las actividades ganaderas, por otra parte, la actividad que genera empleo en esta zona es la minería que ocupa un 37.04% de su población y el 19.75% restante se dedican a la crianza avícola y porcina.

2.2.4 Servicios públicos.

Alcantarillado. – Este servicio no garantiza el 100% de cobertura para la cabecera parroquial, teniendo el 30% de su población sin esta asistencia pública, con problemas ambientales por la inexistencia de una planta de depuración de aguas residuales, cuando estas aguas pueden ser reutilizadas para riego agrícola[5].

Agua Potable. - En la cabecera parroquial el agua no es tratada, cuenta con la infraestructura de la planta de tratamiento, pero no con su debida operación y mantenimiento provocando que sus usuarios consuman agua de mala calidad, con la presencia de bacterias. Además, presenta déficit en su distribución en especial en las zonas bajas que sufren de permanente escasez.

Energía Eléctrica. - El 95% de las viviendas cuentan con servicio de energía eléctrica, sólo el 5 %, es decir, 4 viviendas no disponen. Sin embargo, hay obstrucciones o cortes de manera frecuente o periódica.

Centro de salud. - Cuenta con un Médico rural, un Odontólogo y una Enfermera.

Centros Educativos. - Escuela de educación básica Odalia Arauz.

2.2.5 Estudio de la calidad del agua.

Los resultados del análisis del laboratorio químico, físico y bacteriológico son cloro residual (0.00 mg/l), conductividad (62 uS), temperatura (22.4°C), pH (7.08), color (2.5 pt-co), olor no objetable, sabor no objetable, turbidez (0.46 NTU), sólidos totales disueltos (29.2 mg/l), alcalinidad total (30 mg/l), dureza total (24 mg/l), dureza cálcica(12 mg/l), dureza magnésica (12 mg/l), cianuros (0.000 mg/l), cobalto (0.00 mg/l), cobre (0.01 mg/l), flúor (0.18 mg/l), hierro (0.01mg/l), manganeso (0.002 mg/l), nitritos(0.009 mg/l), níquel (0.007 mg/l), sulfato (1 mg/l), coliformes fecales(11 UFC/100 ml).

De acuerdo con los límites máximos permisibles de la norma INEN 1108 se obtuvo que la turbiedad del agua está por debajo del parámetro establecidos de 5 NTU. Presenta cantidades de coliformes fecales por encima del límite máximo a causa de no existir una dosificación del cloro en la planta de tratamiento.

2.2.6 Evaluación y descripción de los sistemas existentes.

Actualmente en la captación cuenta con ciertos elementos colapsados, la planta de tratamiento de agua potable no cuenta con un mantenimiento de sus instalaciones por parte de la junta de agua potable encargada de su administración, generando problemas en los procesos de tratamiento para el consumo humano. Esta planta presenta una serie

de problemas de operación y mantenimiento de sus instalaciones, en el pre-filtro de llegada de la planta no tiene grava, posteriormente en los filtros lentos, uno de ellos no está funcionando, la caseta de cloración no está en funcionamiento el cual no garantiza agua purificada libre de algún organismo infeccioso y bacteriológico, las válvulas en su mayoría están dañadas en cada nivel de tratamiento.

2.2.7 Fuente de abastecimiento.

Una de las preocupaciones en el mundo y más en países en vías de desarrollo está centrada en la creciente amenaza de la contaminación de sus fuentes de agua. En la actualidad, la falta de agua segura (buena calidad) genera problemas muy graves en la salud, con un impacto directo a comunidades pobres que no tienen acceso a servicios básicos, muchas de las enfermedades se podrían prevenir mejorando el abastecimiento de agua para beber, el saneamiento, la higiene y la gestión de los recursos hídricos contribuyendo a mejorar la calidad de vida de millones de personas[6].

Una fuente de agua superficial está sometida a un sin número de contaminantes naturales orgánicos, otra gran parte que produce la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua es causada por la actividad de los asentamientos poblacionales[7].

La fuente de agua superficial que se abastece de agua para la parroquia se la denomina, quebrada “La Cascada”, su extensión es de 5 km, naciendo desde la cordillera del Oso. Esta fuente garantiza el suministro de agua para esta moderada población actual y la creciente demanda futura, esta fuente natural tiene muchos riesgos a ser contaminada por parte de la minería artesanal e ilegal que se ejerce en estas zonas altas de la provincia, otra fuente de contaminación y un poco más moderada es debido a los productos químicos de parte de la actividad ganadera y las granjas de la zona.

El caudal de la fuente es de 5.48 l/s y el Q_{fabast} calculado para un periodo de diseño de 20 años es de 2.62 l/s, demostrando su capacidad de abastecimiento durante este periodo.

2.2.8 Estructura de captación y pretratamiento.

La principal fuente de captación es la quebrada con nombre “La Cascada”, ubicada a 1500 m de la población, existe una pequeña represa en donde se ha construido una toma de fondo que evidencia la necesidad de una rejilla, las válvulas de paso están en mal estado. El agua es conducida a gravedad hasta el desarenador de hormigón armado de 0.40 m x 0.40 m, ubicado a 30 m de distancia de la bocatoma, mediante una tubería de 100 mm que recoge las partículas de mayor diámetro que llegan por la falta de la rejilla de fondo.

$$Q \text{ capt} = 1.20 * QMD$$

$$Q \text{ capt} = 1.57 \text{ l/s}$$

2.2.9 Línea de conducción.

La conducción del agua se realiza a través de una tubería de PVC de diámetro de 75 mm, la línea de conducción presenta problemas de roturas provocando fugas de agua constantemente generando el desabastecimiento de líquido a la Planta.

La comunidad ha realizado intervenciones sin previa asesoría técnica, de tal manera que se evidencia “arreglos” aplicando métodos empíricos.

2.2.10 Planta de tratamiento.

Este sistema de tratamiento se realiza mediante filtración lenta, la PTAP entró en funcionamiento en el año 2001. Debido a la falta de información o de algún registro sobre esta planta de tratamiento, se sabe que fue construida por el Programa de Agua y Saneamiento para Comunidades Rurales y Pequeños Municipios (PRAGUAS) con financiamiento directo del Banco Mundial, la misma que fue entregada al gobierno parroquial para que luego su administración se le haga por medio de la junta de agua potable.

Esta planta consta de un pre-filtro de hormigón armado con dimensiones de 3.60 m de largo y 0.95 m de ancho, dos filtros lentos de hormigón armado de 3.80 m de diámetro, una caseta de cloración y finalmente un reservorio de capacidad de 40 m³. En el pre-filtro no existe grava actualmente, luego en los filtros lentos, no hay limpieza alguna ni

dentro ni fuera de su estructura, así mismo presenta problema por mantenimiento el reservorio y falta de limpieza de la estructura.

$$Q_{\text{planta de tratamiento}}=1.1Q_{\text{MD}}$$

$$Q_{\text{planta de tratamiento}}=1.44 \text{ l/s}$$

Cálculos de caudales y dotación actual para la PTAP.

Las variaciones de consumo de los sistemas de suministro de agua, una de las condiciones indispensables para la planeación y diseño es la correcta estimación de la demanda de agua potable, que está sujeta a variaciones interanuales, estacionales, semanales y diarias[8].

Tomando datos de la norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos del área rural se tomó el valor para dotaciones de agua para diferentes niveles de servicio, para un clima cálido es 100 litros/habitantes por día.

Caudal medio(Q_m)

$$Q_m = f \times (P \times D) / 86400$$

$$Q_m = 1.20 * (754 \times 100) / 86400$$

$$Q_m = 1.05 \text{ l/s}$$

donde:

Q_m = Caudal medio (l/s)

f = Factor de fugas, es de 20%

P = Población al final del período de diseño será 754 habitantes

D = Dotación futura (100 l/hab x día)

Caudal máximo diario(QMD)

$$QMD=KMD*Qm$$

$$QMD=1.25x1.05$$

$$QMD= 1.31 \text{ l/s}$$

donde:

QMD= Caudal máximo diario (l/s)

KMD= Factor de mayoración máximo diario

El factor de mayoración máximo diario (KMD) tiene un valor de 1.25, para todos los niveles de servicio.

Caudal máximo horario(QMH)

$$QMH = KMH \times Qm$$

$$QMH=3x1.05$$

$$QMH=3.14 \text{ l/s}$$

donde:

QMH= Caudal máximo horario (l/s)

KMH= Factor de mayoración máximo horario

El factor de mayoración máximo horario (KMH) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

Caudal de diseño(Qd)

$$Qd=1.1QMD$$

$$Qd=1.1x1.31$$

$$Qd= 1.44 \text{ L/s}$$

2.2.11 Evaluación de la filtración

Una de las tecnologías más antiguas es la filtración lenta en arena, principalmente su utilización es para eliminar afluentes turbios, elimina patógenos presentes en el agua no recomendada para beber. Estos sistemas utilizan materiales como; arenas de diferentes tamaños, gravas, geotextiles y recipientes plásticos, también estos sistemas son utilizados por su bajo costo[9]. En países en vías de desarrollo una práctica usual es la implementación de tecnologías de purificación del agua, a nivel mundial, se conoce dos sistemas de purificación de agua que es el filtro rápido y el filtro lento, usando una alternativa factible que se puede aplicar en zonas rurales que es el uso de filtros lentos de arena para purificar agua superficial de baja turbiedad[10].

La filtración lenta en arena juega un papel muy importante en el mejoramiento de la calidad del agua en zonas rurales[11], este proceso consiste en hacer pasar agua cruda por un lecho o capa en el cual suceden diferentes fenómenos físico-químico y biológicos, la mayor parte del proceso de tratamiento está en la parte superior de los filtros lentos, en la capa biológica activa también conocida como “schmutzdecke”, que elimina hasta el 98% de microorganismos[12].

Se evaluó que la velocidad de filtración por cada filtro lento en arena es de 0.46 m/h, con un área de filtración de 11.34 m².

Las características del material o lecho filtrante son de, Grava de diferentes tamaños para el pre-filtro, arena en los filtros lentos con un tamaño efectivo de 0.15 a 0.35 mm y un espesor de la capa de filtración de 1.20 a 1.40 m, existiendo una película biológica sobre estos lechos para su proceso de eliminación de bacterias de origen orgánico, finalmente existe una capa de grava de 0.20m.

2.2.12 Evaluación del proceso de desinfección.

En la desinfección, esta es la fase de mayor importancia en todo el proceso de purificación del agua, según resultados del laboratorio y con la inspección de la planta se determinó que en la actualidad no se está cumpliendo con la dosificación del cloro por motivos de no existir un operador, obteniendo así la presencia de coliformes fecales en el agua para el consumo.

Para el proceso de desinfección del agua se necesita 1 gr/m³ de cloro con este dato se obtuvo que la planta con un caudal de tratamiento de 1.44 l/s como la concentración del hipoclorito es del 70% se necesita una cantidad de 178 gr/día de cloro para su desinfección.

2.2.13 Reserva.

El tanque reservorio para esta planta de tratamiento es de hormigón armado, con una capacidad de 40 m³, está situado después de la caseta de cloración, tiene una tapa de hierro para impedir el paso de cuerpos extraños a su interior, este tanque no presenta daños estructurales por lo contrario no tiene una limpieza externa e interna y sus válvulas también presentan deterioro.

2.2.14 Redes de distribución.

En la parroquia San Juan de Cerro Azul, la cantidad de afluentes de agua superficial es elevada por tal motivo las familias optan por el abastecimiento de agua por medio de métodos empíricos, teniendo redes de agua individuales para uso doméstico dejando de lado la red de agua potable de la parroquia.

La distribución de agua se la hace por medio de una tubería de PVC de 25mm dando el servicio a 45 familias presentado problemas de desabastecimiento al final de la red debido, otro de los problemas, se presenta por las fugas de agua de parte de la red de distribución en varios tramos. Los medidores domiciliarios están en mal estado por tal motivo no se toma las lecturas correspondientes para el cobro de planillas de agua generando pérdidas económicas o recursos económicos que serán destinados para su mantenimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- El caudal que llega a la PTAP es de 1.44 l/s con un área de filtración 11.34 m² cada filtro lento, con una velocidad de filtración 0.46 m/h.
- El prefiltro no cuenta con la grava para efectuar su proceso de purificación del agua, dejando así el paso de las partículas microscópicas y esforzando el proceso de la filtración lenta poniendo en riesgo de consumir agua con microorganismos dañinos para la salud.
- Los resultados del análisis del laboratorio dan un valor turbiedad de 0.46 NTU que está por debajo del parámetro establecidos por la norma INEN 1108, el valor de coliformes fecales es de 11 UFC/100 sobrepasando los límites permisibles para el consumo humano. El agua de esta planta no cumple con la norma INEN 1108 tanto en la operación y mantenimiento.

Recomendaciones:

- Se recomienda rehabilitar el pre-filtro y el segundo filtro lento.
- Operativizar la caseta de dosificación del cloro con una dosis de 178 gramos al día garantizando la calidad del agua suministrada a los usuarios.
- Se recomienda, el mantenimiento de válvulas y en algunos casos la reposición de estas.

Bibliografía

- [1] R. M. Bracho, Fernández Irguin A Fernández, “Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín , Maracaibo,” *Min. y Geol.*, vol. 33, pp. 341–352, 2017.
- [2] L. F. Sandoval, J. R. R. Zurvia-flores, A. Bruno, and Arturo Bruno Juárez León, “Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México,” vol. XXXIV, no. 1, pp. 112–126, 2013.
- [3] SENPLADES, “Plan nacional de desarrollo 2017-2021 ‘Toda una Vida,’” *Senplades*, pp. 1–148, 2017.
- [4] A. J. C. Lizcano, S. J. Bolaños, and M. Javier Rubén Daza, “La ciencia del diseño para un metamodelo de regulación de agua potable y saneamiento básico,” pp. 138–144, 2016.
- [5] ING.Civil Ángel Carrillo Landin, ““Plan de Reutilización de las Aguas Residuales, Universidad Técnica de Machala, El Cambio, El Oro.”” pp. 1–84, 2016.
- [6] H. Ramírez Arcila and J. Jaramillo Peralta, “Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua,” *Rev. Fac. Ciencias Básicas*, vol. 11, no. 2, pp. 136–153, 2015.
- [7] G. M. Maria Cristina and P. B. Jaime Alberto, “Nutrientes y Carbono Orgánico disuelto en el Agua Natural para un proceso de Potabilización y su relación con el nivel del Embalse Afluyente,” *Rev. Politec.*, vol. 9, no. April 2012, pp. 27–37, 2013.
- [8] V. G. Tzatchkov and V. H. Alcocer-Yamanaka, “Modelación de la variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 7, no. 3, pp. 115–133, 2016.
- [9] C. P. Juan David, A. Rocio Acosta, P. Juan Fernando, and R. Catalina, “Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros,” pp. 53–60, 2016.
- [10] E. Salamanca, “Tratamiento de aguas para el consumo humano,” no. 17, pp. 29–48, 2014.

- [11] E. Olivas Enríquez, J. P. Flores Márgez, G. D. Di Giovanni, B. Corral Díaz, and P. Osuna Avila, “Contaminación Fecal En Agua Potable Del Valle De Juárez,” *Terra Latinoam.*, vol. 31, pp. 135–143, 2013.
- [12] S. Luis D, “Attachment factor determination in upflow gravel filter in layers,” vol. 130, no. 2, pp. 121–130, 2017.

ANEXOS

Planta de tratamiento, toma aérea.

ANEXO 1



ANEXO 1

Memoria fotográfica



Captación del afluente de agua superficial denominada “la Cascada”.



Desarenador ubicado a 30 m de distancia después de la captación.



Aforo de caudales en la fuente de agua superficial.



Filtro lento con un diámetro de 3.80 m y con un área de filtración de 22.46m^2



Filtro lento que no está en funcionamiento por falta de mantenimiento.

ANEXO 2

1.- Cálculo de la velocidad de filtración.

Dato:

Caudal de la Planta(Q) =1.44 l/s

Diámetro del tanque de FLA= 3.80 m.

Área de filtración=11.34 m²

$$Q = A * Vf$$

$$Vf = \frac{Q}{A}$$

$$Vf = \frac{5.18 \text{ m}^3/h}{11.34 \text{ m}^2}$$

$$Vf = \mathbf{0.46m/h}$$

Nota: Se recomienda poner en funcionamiento el segundo filtro lento.

2.- Cálculo para la cantidad de hipoclorito para la purificación del agua.

Dato:

Q =1.44 l/s

Para obtener el caudal en m³/día, se realiza sus respectivas conversiones.

$$Q=1.44 \text{ l/s} * 86400 \text{ s/ 1dia} *1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}$$

$$Q= 124.42 \text{ m}^3/ \text{ día}$$

$$C_{cl} = 124.42 \text{ m}^3/\text{día} * 1 \text{ gr/ m}^3$$

$$C_{cl} = 124.42 \text{ gr/día} * 1/0.70$$

$$C_{cl} = \mathbf{177.74 \text{ gr/día}}$$

Nota: Se necesita una cantidad de 178 gramos de cloro al día para la purificación del agua.

Cálculo de caudales con proyección de 20 años.

PERIDO D	20	años								
Po(2010)	295			$pf=pa*(1+r)^n$				1.2	1.1	1.1
r=	3.41%					1.25	3	Caudales de diseño en (l/s)		
	AÑO	POBLACIÓN	FACTOR FUGAS	DOTACIÓN (L/HAB.DIA)	Qm (l/seg)	QMD	QMH	Captación	Conducción	Tratamiento
0	2010	295	20%	100	0.41	0.51	1.23	0.61	0.56	0.56
1	2011	305	20%	100	0.42	0.53	1.27	0.64	0.58	0.58
2	2012	315	20%	100	0.44	0.55	1.31	0.66	0.60	0.60
3	2013	326	20%	100	0.45	0.57	1.36	0.68	0.62	0.62
4	2014	337	20%	100	0.47	0.59	1.40	0.70	0.64	0.64
5	2015	349	20%	100	0.48	0.61	1.45	0.73	0.67	0.67
6	2016	361	20%	100	0.50	0.63	1.50	0.75	0.69	0.69
7	2017	373	20%	100	0.52	0.65	1.55	0.78	0.71	0.71
8	2018	386	20%	100	0.54	0.67	1.61	0.80	0.74	0.74
9	2019	399	20%	100	0.55	0.69	1.66	0.83	0.76	0.76
10	2020	413	20%	100	0.57	0.72	1.72	0.86	0.79	0.79
11	2021	427	20%	100	0.59	0.74	1.78	0.89	0.82	0.82
12	2022	441	20%	100	0.61	0.77	1.84	0.92	0.84	0.84
13	2023	456	20%	100	0.63	0.79	1.90	0.95	0.87	0.87
14	2024	472	20%	100	0.66	0.82	1.97	0.98	0.90	0.90
15	2025	488	20%	100	0.68	0.85	2.03	1.02	0.93	0.93
16	2026	504	20%	100	0.70	0.88	2.10	1.05	0.96	0.96
17	2027	522	20%	100	0.73	0.91	2.18	1.09	1.00	1.00
18	2028	539	20%	100	0.75	0.94	2.25	1.12	1.03	1.03
19	2029	558	20%	100	0.78	0.97	2.33	1.16	1.07	1.07
20	2030	577	20%	100	0.80	1.00	2.40	1.20	1.10	1.10
21	2031	597	20%	100	0.83	1.04	2.49	1.24	1.14	1.14
22	2032	617	20%	100	0.86	1.07	2.57	1.29	1.18	1.18
23	2033	638	20%	100	0.89	1.11	2.66	1.33	1.22	1.22
24	2034	660	20%	100	0.92	1.15	2.75	1.38	1.26	1.26
25	2035	682	20%	100	0.95	1.18	2.84	1.42	1.30	1.30
26	2036	705	20%	100	0.98	1.22	2.94	1.47	1.35	1.35
27	2037	729	20%	100	1.01	1.27	3.04	1.52	1.39	1.39
28	2038	754	20%	100	1.05	1.31	3.14	1.57	1.44	1.44