



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

**“Disminución de la DBO, DQO y STD del agua residual domestica de Santiago de
Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez”.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR:

ESPINOZA ZEGARRA ANDRÉS EDWARD.

ASESOR:

Ms. MORENO EUSTAQUIO WALTER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

TRUJILLO – PERÚ

2017

PAGINA DEL JURADO

Ing. Medardo Alberto Quezada
PRESIDENTE

Ing. Misael Ydilbrando Villacorta
SECRETARIO

Ing. Walter Moreno Eustaquio
VOCAL

Dedicatoria

A Dios: Por ser nuestro guía y maestro, guiándonos por el mejor camino en cada día de nuestras vidas, mostrándonos su inmenso amor e infinita sabiduría y así poder alcanzar todas nuestras metas.

A mi madre:

Por ser la persona que me da la inspiración necesaria, para creer que a pesar de todas las dificultades que encuentre en cada día siempre existe una salida; porque la noche es más oscura antes del amanecer y al final su ejemplo de constancia para salir adelante; es lo que me convence para no desvanecer en el intento y continuar la lucha por lograr mis objetivos.

Agradecimiento

A mi madre y cada uno de mis familiares por su orientación, ejemplo de constancia, trabajo y fuente de una inagotable sabiduría, por la persona que hacen de mi cada día y por el apoyo continuo que me brindan, su apoyo moral, espiritual y económico para poder así realizar mis estudios en la carrera profesional de ingeniería ambiental, incentivando en mí siempre el reto de superación tanto profesional como personal; permitiéndome así realizarme como una mejor persona.

A nuestros docentes de la carrera profesional de ingeniería ambiental de la Universidad Cesar Vallejo; en especial a mi asesor; Mg. Walter Moreno Eustaquio; por su apoyo en forma constante e incondicional, trazándose siempre el objetivo de hacer de nosotros mejores profesionales formados en Ciencia y Tecnología, aquellas herramientas que nos será de vida importancia para el desarrollo de nuestro futuro laboral.

A mi padrino Víctor Pariaton García; por estar siempre a mi lado a manera de un padre y brindarme su apoyo en cada etapa de formación a lo largo de los años.

GRACIAS A USTEDES.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo Andrés Edward Espinoza Zegarra estudiante de la escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad Cesar Vallejo sede/ filial TRUJILLO.; declaro:

Que el trabajo académico titulado:

“Disminución de la DBO, DQO Y STD del agua residual domestica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez.”

Para la obtención del Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de para frasis proveniente de otras fuentes, de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.

No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señalas en este trabajo.

Este trabajo de investigación no han sido previamente presentados completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.

Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.

De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Trujillo Diciembre del 2016

Firma

DNI: 47008328

Presentación

Señores miembros del Jurado, expongo ante ustedes La presente investigación titulada “Disminución de la DBO, DQO y STD del agua residual domestica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez”. Para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental.

La presente Investigación consta de una estructura de VI Capítulos; Introducción, Método, Resultados, Discusiones, Conclusiones y Recomendaciones. Tiene como objetivo general Determinar la Disminución de la DBO, DQO Y STD del agua residual doméstica en el biofiltro de piedra pómez. Dado que estos parámetros representan la contaminación del efluente y contaminan el recurso hídrico de la zona de influencia directa e indirecta en el distrito de Santiago de Chuco y puede resultar perjudicial; ya que aguas abajo a ambos márgenes; dichas aguas del cuerpo receptor tiene influencia directa en el riego de cultivos. Dicha investigación fue desarrollada a escala experimental de laboratorio, con un sistema combinado de microorganismos eficientes de em agua y piedra pómez en un reactor bach sin recirculación; los análisis se realizaron en la ciudad de Trujillo en el periodo de octubre – noviembre del año 2016, del departamento La Libertad.

Por ultimo cabe resaltar que La presente investigación llevo a la conclusión que en el primer tratamiento a una concentración de 10ml de EM/L de agua residual se encontró una disminución global considerando los tres parámetros de DBO, DQO y STD; del rango de 4% hasta 26%; en el segundo tratamiento de 15 ml de EM/L de agua residual se encontró una disminución global de los parámetros mencionados del rango de 9.18% a 31.65%; Y por último a una concentración de 25 ml de EM/L de agua residual se encontró una disminución global del rango de 11.30% a 53.75%.

Resumen

En el presente trabajo de investigación se realiza la filtración con piedra pómez como medio de soporte y el desarrollo de una biopelícula de microorganismos eficientes del tipo EM – agua; buscando la disminución de los parámetros de DBO, DQO, y STD del efluente residual doméstico del distrito de Santiago de Chuco. El efluente se caracteriza por tener una DBO de 35.52 ppm; así como una DQO de 85.83 ppm y STD 64.99 ppm en valores promedios respectivamente. Se utilizó 10 litros de agua residual para el tratamiento experimental de la investigación, se trabajó a diferentes tiempos de permanencia del agua residual en el biofiltro (3, 5 y 7 días); con concentraciones de (10, 15 y 25) mililitros de ME por cada litro de agua residual. Se utilizó el método Winkler para la determinación de la DBO y DQO, para la determinación de STD antes y después del tratamiento se usó el instrumento analítico de medición directa (Ultrameter II). A pesar de tener una disminución en las concentraciones de los parámetros (DBO, DQO y STD) solo se alcanzó el 53.75 % de eficiencia del biofiltro.

Finalmente, a partir del promedio de los resultados obtenidos se observó la influencia poco significativa del tiempo de permanencia del agua residual en el biofiltro; y de la concentración de los ME en dosis determinadas por el autor.

Palabras claves: Microorganismos Eficientes, biofiltro, DBO₅, DQO y STD.

Abstract

In the present research work efficient microorganisms' cula of the guy accomplishes the leak with pumice stone like means of support and the development of a biopel itself EM – water; Looking for the decrease of the parameters of DBO, DQO, and STD of the residual effluent of the district of I domesticate of James of Chuco. The effluent is characterized to have an average DBO of 35,52 ppm; As well as a DQO of 85,83 ppm and STD 64,99 ppm in blended values respectively. The used sample came from 10 liters, which was worked up to different times of permanence of the wastewater in the biofiltro (3.5 and 7 days) and with concentrations of (10, 15 and 25) milliliters of ME for each liter of residual water. The method of winkler and the utilization of a team of measurement of solids; Pre determined concentrations and after treatment, however in spite of having a decrease in the concentrations of the parameters; This did not surpass the efficiency of the 53.75 % in aggregate.

At last, from the obtained results the influence of the time of permanence of the water in the biofiltro was observed; And of the concentration of them ME in dose determined by the author, in the above-mentioned determination of the efficiency.

Key words: Efficient microorganisms, biofiltro, DBO₅, DQO and STD.

Índice

| | |
|--|----|
| 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA: | 11 |
| 1.2.- TRABAJOS PREVIOS: | 14 |
| 1.3.- TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA | 16 |
| 1.3.1. MARCO TEORICO: | 16 |
| 1.3.1.1 AGUA RESIDUAL DOMESTICA: | 16 |
| 1.3.1.2. EL BIOFILTRO | 16 |
| 1.3.1.3. Tipos de biofiltros | 16 |
| 1.3.1.4. Biofiltro de lecho fijo | 16 |
| 1.3.1.5. Biofiltro de lecho escurrido | 17 |
| 1.3.1.6. La biofiltración: | 18 |
| 1.3.1.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS BIOPELÍCULAS | 19 |
| 1.3.1.8. REACTOR BATCH | 20 |
| 1.3.2. MARCO CONCEPTUAL: | 20 |
| 1.3.2.1 SOLIDOS TOTALES | 20 |
| 1.3.2.2 SÓLIDOS DISUELTOS | 20 |
| 1.3.2.3 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO) | 20 |
| 1.3.2.4 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) | 20 |
| 1.3.2.5 PH | 21 |
| 1.3.2.6 PIEDRA POMEZ | 21 |
| 1.3.2.7 BIOPELICULAS: | 21 |
| 1.3.2.8 MELAZA: | 21 |
| 1.3.2.9. EM (Microorganismos Eficientes) | 22 |
| 1.3.2.10 EM AGUA | 22 |
| 1.3.2.11 Beneficios: | 23 |
| 1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA: | 24 |
| 1.5 JUSTIFICACION: | 24 |
| 1.6 HIPOTESIS: | 25 |
| 1.7 OBJETIVOS: | 25 |
| 1.7.1 OBJETIVO GENERAL: | 25 |
| 1.7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS: | 25 |
| II.- MÉTODO | 26 |
| 2.1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | 26 |
| Matriz de diseño del muestreo | 27 |
| 2.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES | 27 |
| a. Variables independientes | 27 |

| | |
|---|-----------|
| b. Variable dependiente | 28 |
| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 28 |
| 2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA | 30 |
| 2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 30 |
| 2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS | 31 |
| 2.6 Aspectos Éticos | 31 |
| III. RESULTADOS | 32 |
| IV. DISCUSIONES | 35 |
| V. CONCLUSIONES..... | 38 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 39 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS:..... | 40 |
| ANEXOS:..... | 43 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla N° 1.-Matriz de toma de datos | 27 |
| Tabla N° 2.-Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual doméstica en promedio; pre y post tratamiento | 32 |
| Tabla N° 3.- Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual doméstica en promedio; pre y post tratamiento..... | 33 |
| Tabla N° 4.- Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual doméstica en promedio; pre y post tratamiento..... | 34 |
| Tabla N° 5.- GENERAL DE LOS PROMEDIOS DE RESULTADOS | 47 |
| Tabla N° 6.- prueba de los efectos inter-sujetos..... | 51 |
| Tabla N° 7.- Prueba de post hoc para DBO | 52 |
| Tabla N° 8.- Prueba de post hoc para DQO | 53 |
| Tabla N° 9.- Prueba de post hoc para STD | 54 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura N° 1.-Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual domestica pre y post tratamiento..... | 48 |
| Figura N° 2.- Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual domestica pre y post tratamiento..... | 48 |
| Figura N° 3.- Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual domestica pre y post tratamiento..... | 49 |
| Figura N° 4.-Eficiencia promedio de los resultados de DBO5 de los tratamientos con Microorganismos Eficientes (EM) | 49 |
| Figura N° 5.- Eficiencia promedio de los resultados de DQO de los tratamientos con Microorganismos Eficientes. (EM)..... | 50 |
| Figura N° 6.- Eficiencia promedio de los resultados de STD de los tratamientos con Microorganismos Eficientes. (EM)..... | 50 |

I.- INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA:

Políticamente el Perú está dividido en 24 departamentos, que a su vez; se subdividen en 196 provincias y cuenta con 1833 distritos, de los cuales 1,520 son atendidas por las municipalidades o juntas de administración de servicios de saneamiento, o por EPS; mientras que 312 se encuentran bajo el ámbito de empresas prestadoras de servicios de saneamiento supervisadas por la superintendencia nacional de servicios de saneamiento. (FONAM, 2010; 13).

El tratamiento de las aguas residuales domésticas, constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la volcadura de estas aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación. (SUNASS, 2010:2)

En el 2009 los sistemas de alcantarillado administrados por las empresas de saneamiento en el Perú recolectaron aproximadamente 786,4 millones de metros cúbicos de aguas residuales provenientes de conexiones domiciliarias, de los cuales 26.7 millones de metros cúbicos fueron generados en la concesión de SEDALIB, con mayor incidencia en la ciudad de Trujillo. Sin embargo, debido a la inexistencia de una adecuada infraestructura a nivel nacional, solamente el 35% de este volumen recibe algún tipo de tratamiento previo a su descarga en un cuerpo receptor; es decir; 275 millones de metros cúbicos de aguas residuales se estarían volcando directamente a un cuerpo receptor sin tratamiento previo.(SUNASS 2010:19).

En el ámbito de la supervisión de la superintendencia nacional de servicios de saneamiento – SUNASS se tienen 50 empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS), de las cuales 48 son empresas municipales; una: SEDAPAL, se encuentra bajo la responsabilidad del gobierno central; y una, aguas de Tumbes (ATUSA), se encuentra en concesión. En ese orden las 50 empresas cubren solo al 69,9 % de la población urbana en el Perú. Además, existe un déficit en el tratamiento de estas aguas, una práctica vital para evitar la contaminación de ecosistemas y la generación de focos infecciosos que afecten la salud de las personas. (SUNASS, 2013; 4).

En el 2012, de los 2,2 millones de metros cúbicos de aguas residuales diarias que pasan por las redes de alcantarillado en el Perú, solo el 32% reciben tratamiento antes de ser vertido a los cuerpos de agua natural (mar, ríos, lagos, quebradas). (SUNASS, 2013:22)

Los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano, recolección de aguas servidas y tratamiento de aguas residuales, contribuyen directamente al proceso de desarrollo de las ciudades y son un elemento esencial para garantizar las condiciones de salud y de bienestar de la población. (SEDALIB, 2015: 4).

SEDALIB S.A. conforme a sus Estatutos, tiene como objeto social la prestación de servicios para el abastecimiento de agua para consumo humano, evacuación de las aguas servidas, la disposición sanitaria de excretas y el tratamiento de aguas residuales tratadas de los centros urbanos y localidades en el ámbito de su jurisdicción.

Según (SEDALIB, 2015: 18). “La ciudad de Trujillo es una de las pocas ciudades del Perú que tiene una adecuada disposición final de aguas servidas, llegando a tratar alrededor del 90% del volumen total de agua servida que se genera y se colecta, evitando así la contaminación de su rico y valioso frente marítimo. Para tal fin SEDALIB ha dividido la ciudad en 5 cuencas de drenaje, cuyas aguas servidas son tratadas en las PTAR: Covicorti, Cortijo, y Sistema de Lagunas de Estabilización: Valdivia, Parque industrial. La cuenca de La Encalada si bien no cuenta con sistema de tratamiento propio pero desde el año 2014, descarga sus efluentes la PTAR Covicorti”

La ciudad de Santiago de chuco, alberga una población estimada de 20,555 habitantes según una estimación del instituto de estadística e informática del Perú, 2015; así mismo la ciudad de Santiago de chuco basa su economía en la ganadería y agricultura como principales actividades económicas desde tiempos muy antiguos; hoy en día con el aumento de la población y el paso del tiempo y la falta de un sistema en óptimas condiciones en materia de saneamiento; pudieran convertirse en un problema mayor.

...”En Santiago de Chuco distrito un 43,84% de su población se abastecen de agua usando ríos, acequias, manantial o similar”...”Es importante añadir que; el 61% de las unidades agropecuarias cuentan con acequias para riego, las mismas que son utilizadas en época de invierno, derivando agua de ríos y quebradas. En los meses de Mayo a Noviembre las actividades agrícolas están a expensas de lluvias naturales, por lo que la productividad sobre todo, en zonas cálidas, disminuye.”... (FERNÁNDEZ, 2015:75).

Es así que las aguas residuales que se generan en este lugar necesitan de algún tipo de tratamiento, puesto que dichas aguas son vertidas sin ningún control o mínimo tratamiento al río Patarata, cuerpo residual del cual aguas abajo sirve para el regadío de terrenos de cultivo; y cuya forma de vida podría convertirse en un foco de epidemias debido a la contaminación que está presentando por el arrojado de aguas servidas crudas a dicho cuerpo receptor.

Por ello se busca realizar un método eficiente y a la vez rentable para poder disminuir la DBO, DQO Y STD; y bajar sus concentraciones. De esta forma las variables que influyen en el tratamiento son: La cantidad de microorganismos eficientes presentes en el reactor con respecto al volumen del biofiltro, y, el tiempo de permanencia del agua residual en el biofiltro. Las cuales al controlarlas adecuadamente nos proporcionarían una buena disminución de los parámetros mencionados, de esa manera reduciéndolas hasta un nivel aceptable.

Es por eso que la presente investigación tiene importancia, pues está orientada a obtener mediante experimentos una eficiente disminución de los contaminantes presentes en el agua residual, a considerar respecto a los tres parámetros a los cuales se enfoca la investigación y así mismo para que posteriormente esta pueda ser aplicada a una escala industrial contribuyendo a mejorar la calidad ambiental y a la vez generar la reutilización de estas aguas tratadas.

1.2.- TRABAJOS PREVIOS:

Según el estudio realizado por PACHECHO (2015). En su tesis titulada “BIOPERCOLACIÓN PARA LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS”, se planteó el objetivo de Determinar el porcentaje de remoción de contaminantes del biofiltro. En dicho estudio se desarrolló una unidad experimental a nivel de laboratorio; la cual estuvo compuesta por tres filtros en serie compuestos por piedra pómez, piezas de teclados y concha negra, en la que los microorganismos degradan la materia orgánica contenida en el agua residual llegando a obtener una remoción total de la DBO₅ de 95.77% de este parámetro. Así mismo en cuanto a la DQO; se obtuvo una remoción promedio de 89.31% después de su paso por el sistema estudiado.

Según el estudio realizado por JUAREZ (2010). En su tesis titulada “ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES DE ORIGEN DOMÉSTICO”, se planteó el objetivo de Determinar los niveles de eficiencia en la remoción de las características consideradas como principales para este estudio (DBO y DQO) de las aguas grises de origen doméstico, en cada unidad de tratamiento propuesta. En dicho estudio Se construyeron dos unidades individuales para el tratamiento de aguas grises de origen doméstico: una utiliza como media filtrante piedra pómez y el otro carbón. Estas unidades no usan energía artificial y trabajan mediante una única filtración directa (sin recirculación). Se llegó a concluir, según los resultados de los análisis de los muestreos realizados a los filtros, se determinó que para la DBO₅ se obtuvo una remoción con valores promedio de 18.50% y un máximo de 39.76%. En el caso de la DQO, se obtuvo una remoción con valores promedio de 31.45% y un máximo de 47.41%. La remoción de los parámetros principales de DBO₅ y DQO en los filtros quedó por debajo de lo esperado (la hipótesis planteada inicialmente fue de una remoción del 45.00%). Los filtros remueven más DQO que DBO₅. Además se concluyó que ambos filtros tienen un porcentaje de eficiencia similar en cuanto a la remoción de DBO₅ y DQO.

Según el estudio realizado por Cervantes (2010) en su tesis titulada “SISTEMA COMBINADO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES”, se planteó el objetivo de Desarrollar un sistema de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel unifamiliar, combinando las ventajas de la infiltración sobre una cama de material orgánico. El agua residual a tratar fue obtenida del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales que se encuentra ubicada dentro de las instalaciones del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Debido a la baja carga orgánica y bajo contenido de nutrientes del agua residual de la planta, ésta fue enriquecida con 45 g/L de azúcar y 0.5 g/L de fertilizante de fosfato de amonio monoácido. La solución se suministró a la entrada del biofiltro mediante un equipo de venoclisis para tener un agua residual con concentraciones típicas de aguas domésticas (DBO 645mg/l, DQO 320mg/l, SST 75 mg/l). Este experimento duró un promedio de siete meses determinándose al final una remoción de la DBO, de entre el 80 al 90%. Y de 70% de DQO, y los SST tiene una remoción cercana al 90%.

Así mismo según CEVALLOS (2015). En su tesis titulada “EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE BIOFILTRACIÓN EN AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES”. Se enfocó en probar distintos tipos de estratos filtrantes; uno de los cuales tuvo una variación al utilizar piedra pómez; esta precisamente, tuvo una remoción de 90 a 93% de DBO₅, mientras que para el DQO, se encontró resultados del orden del 84% y 98 a 99% de Sólidos Suspendidos.

Y por último según LOPEZ (2012). En su tesis titulada “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN FILTRO INTERMITENTE DE ARENA PÓMEZ”. Llegó a determinar una eficiencia de remoción en su sistema de filtrado para la materia orgánica medida en función de la DBO de un 82.62% y para la DQO 84.32%. Y para el caso de los Sólidos suspendidos detalla un 36.89 %. Todo ello considerando la temperatura promedio del efluente en el orden los 21,39°C y a un pH de 7,66 los cuales son valores apropiados para el crecimiento y multiplicación del medio biológico para que se desarrolle en el medio filtrante de arena pómez.

1.3.- TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. MARCO TEORICO:

1.3.1.1 AGUA RESIDUAL DOMESTICA:

Según (OEFA, 2014). Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente.

1.3.1.2. EL BIOFILTRO

Los biofiltros también denominados filtros biológicos, son dispositivos que eliminan una amplia gama de compuestos contaminantes desde una corriente de fluido (aire, agua); mediante un proceso biológico.

1.3.1.3. Tipos de biofiltros

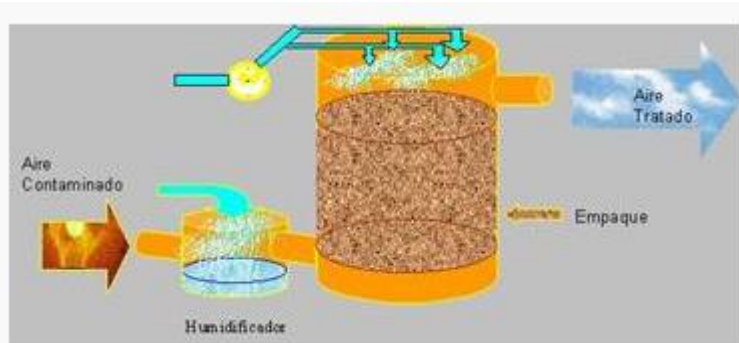
Los equipos empleados para la purificación biológica de gases o aguas pueden subdividirse en tres tipos: biofiltro de lecho fijo (BLF), biofiltro de lecho escurrido (BLE) y biolavadores. Esta clasificación se basa en las condiciones en las que se encuentran los microorganismos en el sistema y del patrón de flujo de la fase líquida.

Clasificación de los biofiltros en función de la fase líquida y biológica.

1.3.1.4. Biofiltro de lecho fijo

Los biofiltros de lecho fijo (BLF) constan de un lecho empacado que se conoce como material filtrante y que puede ser sintético u orgánico, que sirve como soporte para los microorganismos y en el caso de los orgánicos como fuente de nutrientes para el crecimiento microbiano. Ejemplos de materiales filtrantes utilizados en este tipo de filtros son rocas porosas, tierra de diatomeas, perlita, tierra, trozos de maderas, diferentes tipos de compostas, residuos orgánicos tales como cáscaras de cacahuate, de arroz o de coco, fibra de caña de azúcar, entre otros. El principio de los biofiltros de lecho fijo consiste en hacer pasar la corriente gaseosa saturada de humedad que contiene al contaminante a través del lecho en donde los contaminantes son degradados por los microorganismos. Una característica importante de los BLF es la ausencia de la fase acuosa móvil que los hace convenientes para tratar contaminantes muy poco solubles en agua. Es importante mencionar que la huella física de los BLF es mayor con respecto a los otros tipos de biofiltros. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/396/biofiltra.html>.

En la figura se muestra un esquema de un biofiltro de lecho fijo



Fuente: Instituto Nacional de Ecología de México.

Así mismo según (Kulkarni, 2015. P. 27). Packed bed reactor finds wide application in wastewater treatments. Packed bed reactors can be employed for aerobic and anaerobic biological treatment of wastewater. They can also be used for physico-chemical treatments such as activated carbon adsorption of various pollutants from wastewater. Packed beds with up flow and down flow mechanisms are widely used for wastewater treatment. Use of fluidized bed offers some advantages such as better contact and better distribution of material. Removal of organic matter from the effluent is major objective behind most of the treatment processes. Packed bed and fluidized bed reactors can be used efficiently for organic matter removal. The present review summarizes the packed and fluidized treatment of the wastewater for removal of organic matter.

1.3.1.5. Biofiltro de lecho escurrido

El biofiltro de lecho escurrido (BLE) consiste de una columna empacada con un soporte inerte (usualmente de material cerámico o plástico) donde se desarrolla la biopelícula. A través del lecho se alimenta una corriente gaseosa que contiene al sustrato por biodegradar y una corriente líquida que es comúnmente reciclada a través del lecho y que tiene la función de aportar nutrientes esenciales a la biopelícula, así como de remover los productos de degradación de los microorganismos. Estos sistemas se recomiendan para compuestos solubles en agua. El diagrama de operación de este sistema se muestra en la figura. Los BLE tienen similares ventajas que los biolavadores, ya que la recirculación del líquido facilita la eliminación de los productos de reacción así como un mayor control sobre el proceso biológico a través del control del pH y la composición del medio líquido. La operación de absorción y biodegradación del contaminante

en los BLE se lleva a cabo en un solo reactor, lo cual los pone en ventaja sobre los biolavadores respecto a la huella física y la operación del mismo. Se ha reportado que en ambos sistemas el principal problema de operación es la solubilización en la fase acuosa, aunque es menos crítico en los BLE. En la figura 5 se observa un biofiltro de lecho escurrido, Biocyd-3, uno de los más grandes del mundo para la remoción de azufre, CS_2 y H_2S . Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/396/biofiltra.html>.



Fuente: Instituto Nacional de Ecología de Mexico

1.3.1.6. La biofiltración:

Actualmente utilizada para tratar efluentes líquidos, es un proceso de tratamiento combinado biológico y físico a la vez en el cual, de forma general, el efluente escurre a través de una cama de material poroso orgánico de forma lenta, lo que permite la colonización de la cama o empaque por microorganismos adaptados a los contaminantes presentes en el agua residual, así como la retención física de los mismos.

Los microorganismos forman una biopelícula que se transforma en el principal instrumento de depuración. Una de las ventajas de utilizar la biofiltración sobre medio orgánico es su bajo costo de operación. (Cervantes; 2010:22)

Según (Garzón et al., 2003). La Utilización del sistema de biofiltración sobre cama de material orgánico para el tratamiento de aguas residuales; es una tecnología de reciente aplicación que está adaptada a partir de los filtros percoladores. En ella, los materiales de empaque están constituidos por algún medio orgánico y es una variante más reciente de los biofiltros que se empezaron

a utilizar en los años setentas para la eliminación de olores (tratamiento de gases).

Asi mismo según (K.Vijay kumar V.Sridevi, N.Harsha, M.V.V. lakshmi, K.Rani; 2013: p.226)

A range of technologies is available to treat odorous air from wastewater treatment plants, sulphur effluents, industrial processes and industrial waste water such as organic compounds. Many kinds of apparatus can be designs and many kinds of media are available for this purpose. Biofiltration is advantageous because it does not require large amounts of energy during operation and besides produces a relatively low toxicity waste steam.

El sistema original se basa en la interacción del gas contaminado con un medio orgánico, cuya actividad de degradación proviene de los microorganismos que viven y se desarrollan en él, en el cual los compuestos indeseables en el aire, son absorbidos y adsorbidos para que puedan ser degradados posteriormente por estos microorganismos.

De esta manera, Según Garzón-Zúñiga (2001). La biofiltración sobre medio orgánico vislumbra tener un importante potencial para el tratamiento de efluentes tanto municipales como industriales por sus características de combinación de mecanismos y por la capacidad de adsorción del sistema.

1.3.1.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS BIOPELÍCULAS

El término biopelícula (biofilm) hace referencia a una serie de microorganismos que se encuentran agregados en un exopolímero compuesto de glicocálix (75%) y que se organizan en forma de colonias adheridas a diferentes superficies, ya sean blandas, animadas e inanimadas. El exopolímero que es producido por los mismos microorganismos, forma una matriz adherente en donde estos quedan atrapados y comienzan a organizarse en colonias con diferentes requerimientos metabólicos.

Una de estas características es la heterogeneidad, lo que las hace organizaciones únicas que pueden estar conformadas por bacterias, hongos y protozoos. Se ha visto entonces, que los microorganismos al ser variados dentro de esta organización presentan diferentes microambientes de pH, tensión de oxígeno, concentración de iones, carbono y nitrógeno. **Marisol Betancourth**

(2004). Revista Colomb MedBiopelículas una comunidad microscópica en desarrollo. Volumen N° 35: pp. 34 – 39.

1.3.1.8. REACTOR BATCH

Según (Fogler, Scott, 2008; 92). El reactor tipo batch es un reactor donde no existe flujo de entrada ni de salida, es simplemente un reactor con un agitador que homogeniza la mezcla. Las ventajas del reactor residen en su flexibilidad. Un solo recipiente puede realizar una secuencia de diversas operaciones sin necesidad de romper la contención. Esto es particularmente útil cuando se procesan tóxicos o componentes altamente potentes.

1.3.2. MARCO CONCEPTUAL:

1.3.2.1 SÓLIDOS TOTALES

Según (Jairo Romero, 2013; 112p) “Se define como sólidos totales la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C. El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos).”...

1.3.2.2 SÓLIDOS DISUELTOS

Según (Jairo Romero, 2013; 112p) “Sólidos disueltos (Residuo Filtrable). Son determinados directamente por la diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos.”...

1.3.2.3 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO)

Según (Francisco Calzada D.2012; 117p) “En inglés, Biochemical oxygen demand BOD, se refiere a la materia orgánica biodegradable bajo la acción de microorganismos. Se expresa por la cantidad de oxígeno en mg/l para la oxidación, durante un periodo de tiempo dado a 20 °C, por vía biológica, de las materias orgánicas contaminantes. Por convención se usa la DBO5.”....

1.3.2.4 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Según (Francisco Calzada D.2012; 117p). En inglés, chemical oxygen demand COD, corresponde al contenido de materias orgánicas total (biodegradable o no). Se expresa por la cantidad de oxígeno en mg/l suministrados por dicromato potásico, que es necesario para la oxidación de las materias orgánicas (proteínas, glúcidos, lípidos, etc.), presentes en las aguas.

1.3.2.5 PH

Según (Jairo Romero, 2013; 112p). Se usa para expresar la concentración del ion hidrogeno. En general se usa para expresar la condición acida o alcalina de una solución en el suministro de aguas es un factor que debe considerarse. En las plantas de tratamiento de aguas residuales que emplean procesos biológicos el ph debe controlarse dentro de un intervalo favorable a los organismos.

1.3.2.6 PIEDRA POMEZ

Según (Jackson, J.A, J.Mehl, and K. Neuendorf, 2005:800). Es una roca ígnea volcánica vítrea, con baja densidad (flota en el agua) y muy porosa, de color blanco gris. Cuando se refiere a la piedra pómez en lo que respecta a sus posibles aplicaciones industriales, también puede ser conocida como puzolana. En su formación, la lava proyectada al aire sufre una descomposición. Como consecuencia de la misma se produce una desgasificación quedando espacios vacíos separados por delgadas paredes de vidrio volcánico.

1.3.2.7 BIOPELICULAS:

Según (Marisol Betancourth (2004). Revista Colomb MedBiopelículas una comunidad microscópica en desarrollo. Volumen N° 35: pp. 34 – 39) “Las biopelículas son organizaciones microbianas compuestas por microorganismos que se adhieren a las superficies gracias a la secreción de un exopolímero. Estas conformaciones microbianas presentan características como heterogeneidad, diversidad de microambientes, resistencia a antimicrobianos y capacidad de comunicación intercelular que las convierten en complejos difíciles de erradicar de los ambientes donde se establecen.”...

1.3.2.8 MELAZA:

Según (Erika Fajardo Castillo y Sandra Sarmiento Forero; 2007. p 25).La melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali que normalmente están presentes en el jugo de caña localizados así como los formados durante el proceso de manufactura de azúcar. Además de sacarosa (60% a 63% en peso), glucosa (6% a 9% en peso) y fructuosa (5 % a 10% en peso), las cuales son fermentables, constituyendo estas la mayor porción de azúcares reductores encontrados debido a las reacciones dependientes de la temperatura y el pH.

Se ha demostrado que a pesar de su bajo contenido en fósforo la melaza constituye un buen medio nutritivo para muchos microorganismos tales como levaduras, hongos y bacterias

1.3.2.9. EM (Microorganismos Eficientes)

EM significa “microorganismos eficientes” y está compuesto por organismos benéficos y altamente eficientes. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados.

En las dos últimas décadas, se ha expandido de la agricultura al tratamientos de aguas y efluentes, control de malos olores, granjas y salud animal, salud humana e innumerables tratamientos industriales.

Los microorganismos que se encuentran en el EM pertenecen a 3 grupos bien conocidos; las bacterias ácido lácticas (usadas en la elaboración de yogurt, quesos), levaduras (usadas para hacer panes, cervezas, vinos, etc.) y bacterias fototróficas ó fotosintéticas (presentes en las algas verdes en cualquier partícula de suelo).

Así como en los procesos de fermentación más conocidos, el EM acelera la ruptura de compuestos como proteínas, azúcares, grasas y fibras, promoviendo la rápida descomposición de la materia orgánica. Aunado a esto, el EM trabaja en dos vías primarias: Por exclusión competitiva de otros microorganismos nocivos y por la producción de subproductos beneficiosos como enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, hormonas, y antioxidantes que promueven la salud del medio ambiente. La cualidad facultativa del EM le permite extender sus beneficios a ambientes anaeróbicos y aeróbicos. Por actuar a través de la fermentación, el uso del EM contribuye con la eliminación de los malos olores.

El producto principal de la Tecnología EM es el EM•1® el cual, actualmente, es comercializado en varios países de América Latina como México, Belice, Guatemala, Perú, Brasil, entre otros. Disponible en: <http://www.em-la.com>.

1.3.2.10 EM AGUA

El EM AGUA es un cultivo mixto de microorganismos benéficos de origen natural usado para el tratamiento de aguas contaminadas y para restaurar el equilibrio natural de los sistemas acuáticos, trayendo consigo efectos benéficos y sostenibles. Su contenido no afecta al ambiente ni a la salud de las personas o animales que se encuentren en contacto con él.

1.3.2.11 Beneficios:

- ✓ Sintetiza rápidamente la materia orgánica, reduciendo los valores de DBO, DQO, turbidez y sólidos suspendidos.
- ✓ Equilibra el pH y el oxígeno disuelto.
- ✓ Acelera la degradación de grasas y aceites.
- ✓ Reduce eficientemente los malos olores.
- ✓ Reduce el lodo sedimentado.
- ✓ Reduce eficientemente la concentración y presencia de microorganismos sistema. patógenos.
- ✓ Evita la construcción de sistemas de elevado costo para el tratamiento de los efluentes.
- ✓ Reduce la necesidad de uso de productos químicos.
- ✓ Disminuye significativamente los costos operacionales del sistema.

Disponible en: <http://www.bioem.com.pe/productos/em-agua/>.



Fuente: <http://www.bioem.com.pe/productos>.

1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA:

¿En qué medida la utilización de microorganismos eficientes en el biofiltro de piedra pómez, Disminuye la DBO, DQO Y STD del agua residual doméstica de Santiago de Chuco?

1.5 JUSTIFICACION:

La presente investigación encuentra su justificación, desde el punto de vista práctico en el hecho que; apoyados por la búsqueda de nuevos elementos y/o utilización de tecnologías alternativas los profesionales buscamos una forma para contribuir con el reaprovechamiento de manera correcta de los recursos naturales; Y las empresas buscan contribuir con el cuidado del medio ambiente pero de buena manera, y a bajo costo; Es así que en el tratamiento de agua residual doméstica, la utilización de un biofiltro de piedra pómez puede resultar una alternativa sencilla y económica de utilizar para el tratamiento básico de aguas residuales domesticas en el ande liberteño; Sustentado en el escaso y/o nulo tratamiento a dichas aguas en el interior de nuestra región, y con la intención de probar la disminución de la carga orgánica post tratamiento con el biofiltro de piedra pómez como lecho filtrante o medio de soporte, previo acondicionamiento de dicho medio y adaptación a condiciones específicas para el desarrollo de la biopelícula de microorganismos eficientes del tipo em agua en dicho filtro.

El problema se encuentra en determinar la manera más adecuada para disminuir en la mayor cantidad posible las concentraciones de los parámetros contaminantes que la alteran la calidad de las aguas servidas; las cuales para el estudio en particular se centra en la DBO, DQO Y STD.

Debido a que “El tratamiento de las aguas residuales domésticas, constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la volcadura de estas aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación”. (SUNASS, 2010:2)

1.6 HIPOTESIS:

1.6.1 HIPOTESIS GENERAL

En la medida que aumenta la concentración de los microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia del agua residual doméstica en el biofiltro, entonces se logrará una mayor disminución de la DBO, DQO Y STD.

1.6.2 HIPOTESIS ESPECÍFICA

- ✓ H_0 : No existe un efecto en los tratamientos del agua residual de Santiago de Chuco con microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia en el biofiltro.
- ✓ H_1 : Existe un efecto en los tratamientos del agua residual de Santiago de Chuco con microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia en el biofiltro.

1.7 OBJETIVOS:

1.7.1 OBJETIVO GENERAL:

- ✓ Determinar la Disminución de la DBO, DQO Y STD del agua residual doméstica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Evaluar la eficiencia del biofiltro en función de la cantidad de microorganismos eficientes (EM) para la disminución de la Demanda Bioquímica de oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y los Sólidos Totales Disueltos.
- ✓ Evaluar la eficiencia del biofiltro en función de los diferentes tiempos de permanencia del agua residual doméstica en el Biofiltro. Para la disminución de la Demanda Bioquímica de oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y los Sólidos Totales Disueltos.

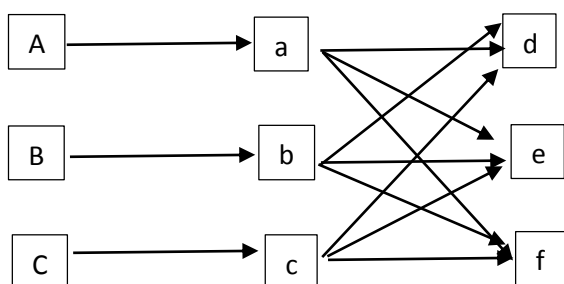
II.- MÉTODO

TIPO DE ESTUDIO

Aplicada, porque está dirigida a solucionar problemas de contaminación del recurso hídrico de aguas servidas, para poder volcarlas a cuerpos de agua en concentraciones que no afecten al medio ambiente.

2.1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Experimental, porque el modo de obtención de datos se realizara mediante manipulación de las variables identificadas en el presente estudio, y factorial porque la estructura de investigación permite la combinación de dos o más factores en el diseño experimental el cual requiere la manipulación simultánea de dos o más variables independientes, en un mismo experimento. Tal como se muestra en el siguiente esquema:



Donde:

ABC: Representa la muestra inicial de agua tomada para el estudio en distintos meses.

abc: Representa la muestra de agua con distintas concentraciones de los microorganismos eficientes (EM).

def: Representa el tiempo de permanencia de la muestra de agua con lapsos de 3, 5 y 7 días respectivamente.

abc y def Representa los niveles de estudio.

Al combinar ambos factores (abc y def), se tiene:

$3 \times 3 = 9$ Resultados para ser evaluados.

Estos tratamientos tendrán 3 repeticiones, entonces el tamaño de muestra (N) que se analizará será bajo la siguiente fórmula:

$$N = (abc \times def) \times R$$

Donde:

R: 3 repeticiones.

Por lo tanto, se tiene:

$$N = 3 \times 3 \times 3 = 27 \text{ muestras.}$$

Matriz de diseño del muestreo.

El diseño de muestra, será un diseño bifactorial, con un total de 27 ensayos. Para ello es necesario desarrollar la siguiente matriz de toma de datos, con la siguiente distribución:

Tabla N° 1.-Matriz de toma de datos

| Numero de Repeticiones: 3 | | Tiempo de permanencia del agua en el Biofiltro en Días | | |
|--|----|--|-------------|-------------|
| | | 3 | 5 | 7 |
| Concentración de los Microorganismos (EM) en m/I | 10 | $Z_{1.1.1}$ | $Z_{1.2.1}$ | $Z_{1.3.1}$ |
| | | $Z_{1.1.2}$ | $Z_{1.2.2}$ | $Z_{1.3.2}$ |
| | | $Z_{1.1.3}$ | $Z_{1.2.3}$ | $Z_{1.3.3}$ |
| | 15 | $Z_{2.1.1}$ | $Z_{2.2.1}$ | $Z_{2.3.1}$ |
| | | $Z_{2.1.2}$ | $Z_{2.2.2}$ | $Z_{2.3.2}$ |
| | | $Z_{2.1.3}$ | $Z_{2.2.3}$ | $Z_{2.3.3}$ |
| | 25 | $Z_{3.1.1}$ | $Z_{3.2.1}$ | $Z_{3.3.1}$ |
| | | $Z_{3.1.2}$ | $Z_{3.2.2}$ | $Z_{3.3.2}$ |
| | | $Z_{3.1.3}$ | $Z_{3.2.3}$ | $Z_{3.3.3}$ |

2.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

a. Variables independientes

- Concentración de los microorganismos eficientes EM activados en mililitros para el estudio en el Biofiltro.
- Tiempo de permanencia de la muestra de agua residual en el biofiltro.

b. Variable dependiente

Disminución de las concentraciones de los parámetros de DBO, DQO Y STD.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Indicadores | Escala de Medición |
|---|--|--|---|---------------------------|
| Tiempo de Residencia Hidráulica | Es el tiempo que el agua permanece en el filtro biológico, es decir el tiempo durante el cual el agua se encuentra en contacto íntimo tanto de la película como del floc granular suspendido con las vinazas. Al aumentar el tiempo de residencia hidráulico se refleja en una mayor producción de microorganismo y una mayor eficiencia de remoción de contaminantes. (Parra 2016 7 p). | Este Parámetro se determinó controlando el tiempo de permanencia del agua residual en contacto con los demás microorganismos en el biofiltro. Para ello se consideró un tiempo inicial y un final. | Tres Tiempos de permanencia considerados de 3, 5 y 7 días Respectivamente . | Intervalo |
| Concentración de los microorganismos eficientes | Es un cultivo mixto de microorganismos no modificados genéticamente con diversos tipos de metabolismo, que al encontrarse juntos presentan relaciones de cooperación y cometabolismo... secretan acidos orgánicos, enzimas y antioxidantes | Parámetro que determina la relación del flujo volumétrico de concentración de los EM el cual favorece a una mayor disminución de los | Tres valores considerados en Distintas concentraciones de 10, 15 y 25 ml | Intervalo |

| | | | | |
|--|--|--|--|-----------------------|
| | que ayude al proceso de separación sólido/líquido en el que fundamenta la limpieza del agua. (Juanita y Luisa Cardona G; 2008 14p). | contaminantes del estudio. Los EM fueron activados mediante el método de activación con melaza; en un tiempo de concentración de 7 días. | de EM por cada litro de agua residual. | |
| Porcentaje de DBO, DQO y STD disminuidos | Según (Francisco Calzada D.2012; 117p), DBO, se refiere a la materia orgánica biodegradable bajo la acción de microorganismos. DQO, corresponde al contenido de materias orgánicas total (biodegradable o no). Según (Jairo Romero, 2013; 112p) “Sólidos disueltos (Residuo Filtrable). Son determinados directamente por la diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos.”... | Concentración de parámetros de DBO, DQO Y STD removidos en partículas por millón (ppm). Los cuáles fueron determinados por el método de eficiencia. Para los cuales se consideraron los valores iniciales y los valores finales. Los cuales fueron medidos en porcentaje de disminución. $\frac{Vi - Vf}{Vi} \times 100$ | <ul style="list-style-type: none"> •Concentración de DBO, DQO Y STD al inicio. •Concentración de DBO, DQO Y STD final. •Evaluados por el método de eficiencia determinados por un porcentaje. | Cuantitativa de razón |

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Población

Agua residual domestica del efluente en el distrito de Santiago de Chuco.

2.3.2 Muestra

La muestra que se analizará, serán 10 litros de agua residual domestica que tendrán unas concentraciones de DBO, DQO Y STD establecidas por el nivel de contaminación presente en el agua servida con las cuales se trabajará a nivel de laboratorio.

2.3.4 Unidad de análisis

Serán 27 muestras de 250 ml de Agua residual con homogenización.

2.3.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.3.5.1 Criterios de inclusión

- Muestras de Agua residual en un rango de pH de entre 5 a 9.
- Tiempos de permanencia del agua residual de 3, 5 y 7 días.

2.3.5.2 Criterios de exclusión

- Muestras de Agua residual con pH por debajo del valor de 5.
- Muestras de Agua residual con tiempos de permanencia por debajo de los 3 días.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos que fueron obtenidos en los ensayos, se registraron en una tabla de doble entrada y los valores promedio que se obtuvieron fueron analizados de forma estadística utilizando el programa spss. Considerando una desviación estándar y un grado error determinado por el autor. Esto permitirá determinar si existe o no efecto de las variables a estudiar sobre la reducción de los parámetros mencionados anteriormente del agua residual doméstica.

CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

| EQUIPO | CALIBRACIÓN |
|----------------------------|---|
| Ph Metro | Norma Metrológica Peruana 009:1999 |
| Ultrameter II | Con solución estandarizada de sodio. |
| | Métodos de ensayo |
| Parámetro DBO ₅ | SMEWW-APHA-AWWA-WEF, "O" Part 5210 B, 22nd Ed. 2012, Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. |
| Parámetro DQO | SM Part 5220 D, 22 nd Edition |
| Parámetro STD | SMEWW-APHA-AWWA-WEF, "O" Part 2540 B, 22nd Ed. 2012, Total Solids Dried. |
| Método usado | Winkler, Oxígeno disuelto |

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

En cuanto al método de análisis para la determinación de la disminución de los parámetros de DBO, DQO y STD, las determinaciones fueron realizadas utilizando el método de Winkler, y la utilización de un equipo multiparámetro para la determinación de sólidos totales disueltos; (Ultrameter II). Y Finalmente con la ayuda de Excel se determinó la eficiencia de los tratamientos en la disminución de la contaminación de los parámetros de estudio con la aplicación de las distintas concentraciones microorganismos eficientes en los tratamientos y su respectivo efecto cuantificado sobre los parámetros determinados en porcentaje (%). Así mismo con la ayuda de dicho programa se obtuvieron las tablas y figuras que se detallan más adelante; cuyos resultados fueron debidamente discutidos por el autor de la investigación teniendo en cuenta algunos factores externos que pudieran haber tenido algún efecto en el estudio.

2.6 Aspectos Éticos

En el presente proyecto de investigación se garantiza con resultados y datos confiables tomados de acuerdo al método de ensayo y el instrumento utilizado para dicha investigación. Así mismo, la información que se presenta en dicho estudio es auténtica y veraz, los autores que aportan a este estudio son debidamente citados.

III. RESULTADOS

Se logró determinar las concentraciones de los parámetros de DBO, DQO y STD en el agua residual, y los posteriores tratamientos a distintos días considerando tiempos de 3, 5 y 7 días usando el método de Winkler y utilizando un instrumento analítico de medición directa (Ultrameter II) para la determinación de STD, siguiendo la marcha analítica tal como se describe en la parte de anexos respectivamente.

Los resultados de los análisis y mediciones se muestran en las siguientes tablas:

Tabla N° 2.-Concentraciones promedios de DBO, DQO Y STD en el efluente del agua residual doméstica y en el biofiltro

| Concentración de EM en ml/L. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia promedio del agua en el Biofiltro en Días | | |
|------------------------------|------------|----------|----------|---|--------|--------|
| | | | | 3 días | 5 días | 7 días |
| 10 | DBO | 35.52 | mg/l | 34.08 | 31.83 | 29.75 |
| | DQO | 85.83 | mg/l | 81.36 | 77.95 | 76.13 |
| | STD | 64.99 | mg/l | 60.22 | 59.79 | 56.04 |

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La tabla N° 2 detalla los valores promedios de los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Totales Disueltos (STD) del agua residual de origen domestico de Santiago de chuco, de tres muestras tomadas del rio Patarata, y de los tratamientos aplicados con microorganismos eficientes activados con melaza a la concentración de 10 ml/L, en periodos de tres y cinco y siete días respectivamente.

Tabla N° 3.- Concentraciones promedios de DBO, DQO Y STD en el efluente del agua residual doméstica y en el biofiltro.

| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia promedio del agua en el Biofiltro en Días | | |
|-----------------------|------------|----------|----------|---|--------|--------|
| | | | | 3 días | 5 días | 7 días |
| 15 | DBO | 35.52 | mg/l | 33.04 | 28.10 | 27.00 |
| | DQO | 85.83 | mg/l | 78.60 | 72.09 | 67.10 |
| | STD | 64.99 | mg/l | 58.44 | 53.95 | 48.73 |

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La tabla N° 3 detalla los valores promedios de los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Totales Disueltos (STD) del agua residual de origen doméstico de Santiago de chuco, de tres muestras tomadas del río Patarata, y de los tratamientos aplicados con microorganismos eficientes activados con melaza a la concentración de 15 ml/L, en periodos de tres y cinco y siete días respectivamente.

Tabla N° 4.- Concentraciones promedios de DBO, DQO Y STD en el efluente del agua residual doméstica y en el biofiltro.

| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia promedio del agua en el Biofiltro en Días | | |
|-----------------------|------------|----------|----------|---|--------|--------|
| | | | | 3 días | 5 días | 7 días |
| 25 | DBO | 35.52 | mg/l | 26.07 | 20.97 | 16.43 |
| | DQO | 85.83 | mg/l | 67.76 | 54.80 | 47.89 |
| | STD | 64.99 | mg/l | 53.20 | 44.42 | 37.55 |

Descripción: La tabla N° 4 detalla los valores promedios de los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Totales Disueltos (STD) del agua residual de origen domestico de Santiago de chuco, de tres muestras tomadas del rio Patarata, y de los tratamientos aplicados con microorganismos eficientes activados con melaza a la concentración de 25 ml/L, en periodos de tres y cinco y siete días respectivamente.

IV. DISCUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en los análisis; los mismos se promediaron y se muestran en la tabla N° 5 y las figuras N° 4,5 y 6 de la eficiencia de disminución del biofiltro en las concentraciones de los tres parámetros de estudio (DBO₅, DQO y STD); las cuales se encuentran en la sección de: Anexos en la presente investigación; Se determinó que; existe una influencia de los microorganismos eficientes de tipo Em-agua y el tiempo de permanencia del agua residual en el biofiltro; en los tratamientos a las diversas concentraciones de 10 ml/L, 15ml/L y 25ml/L de EM/L de agua residual. Y así mismo en relación a la figura N° 4 y la concentración de 10 ml/L de microorganismos eficientes se encontró una mínima disminución promedio para la DBO de un 4%, y una máxima disminución de 16.24%. Por otro lado en relación a la DQO se encontró una disminución inicial en la figura N° 5 de 5.21%; y una disminución final con máximo de 11.30%. Y por último, para el parámetro de STD en la figura N° 6; se halló disminuciones de 7.34%; hasta una disminución máxima de 13.78%. Los cuales se muestran como los puntos iniciales y finales a lo largo de las curvas en las figuras 4,5 y 6 en relación a los diferentes periodos de 3, 5 y 7 días de los tratamientos de agua en el biofiltro a partir de la eficiencia del biofiltro y los valores iniciales promedio de la muestras de agua residual doméstica.

Estos resultados encontrados en base a los análisis realizados y a la eficiencia obtenida del biofiltro; en relación al tratamiento de 10ml/L de microorganismos por litro de agua residual domestica tratada; si bien se logra disminuir los valores iniciales de las concentraciones de los parámetros sujetos de evaluación en la presente investigación. Estos no tienen un grado de influencia significativa; Esto se nota a partir del tiempo inicial de tres días; y la comparación con los demás tratamientos en donde se aumentó las dosis de microorganismos eficientes (EM) y se mantuvo los tiempos de los tratamientos observando que resulta muy corto un tiempo de tres días para los tratamientos biológicos con soporte artificial. (Véase Anexos - figuras 1,2 y 3).

Estos resultados concuerdan de forma parcial con JUAREZ (2010); donde obtuvo eficiencias para DBO desde un 18.50%, hasta un máximo 31.79%. Mientras que para DQO obtuvo valores mínimos de eficiencia en un 31.45% y un máximo de 47.41%. En dicho estudio se trabajó a tiempos de alrededor de siete

días a más en periodos de dos meses y en dos tipos de sistemas de filtrado uno con piedra pómez y otro con carbón. Así mismo concuerda de forma parcial con LOPEZ (2012). Donde llego a obtener una eficiencia promedio de DBO de un 82.62% y para la DQO 84.32%. Y para el caso de los Solidos suspendidos detalla una eficiencia de 36.89%. Pues en este trabajo se desarrolló con tiempos de residencia hidráulica de alrededor de los tres meses.

Así mismo Tomando en consideración los resultados obtenidos en el segundo tratamiento a razón de 15 ml/L de microorganismos por litro de agua residual doméstica. Se Encontró que existió una mayor influencia de los microorganismos eficientes de tipo Em-agua. Debido a que en este tratamiento se aumentó la dosis de microorganismos eficientes en 5 ml de EM/L de agua residual doméstica en consideración al primer tratamiento de: (10ml/L de microorganismos eficientes por litro de agua residual domestica); y se mantuvo los periodos de permanencia del agua en el biofiltro. (Véase las figuras N° 4,5 y 6). Ubicadas en la sección de anexos. En las cuales encontramos una disminución promedio inicial para el parámetro de DBO de 6.99%, y una máxima de 24%; según varió el periodo de tiempo de 3,5 y 7 días; (Figura N° 4 de Anexos). Así mismo al evaluar la disminución de la DQO; se obtuvo 8.43%, y un máximo de 21.84%. En la eficiencia del biofiltro; (Figura N° 5 de Anexos). Y finalmente en cuanto al parámetro de los STD la disminución se encontró en un 10% inicial y un máximo de 25%; (Figura N° 6 en Anexos). En los tiempos anteriormente mencionados contenidos en dichas figuras de la presente investigación.

Estos resultados encontrados en base a los análisis realizados y a la eficiencia obtenida del biofiltro; denotan una mayor disminución promedio de los valores iniciales tomando como referencia los resultados del punto de muestreo y los posteriores encontrados a partir del tratamiento al agua residual domestica los cuales muestran un mayor efecto en cuanto al primer tratamiento a la concentración de 10ml de EM/L de agua residual doméstica. Esto se nota a partir de los diferentes periodos de tiempo de 3, 5 y 7 días respectivamente. (Véase Anexos - figuras 1,2 y 3).

En relación a estos resultados obtenidos se concuerda con JUAREZ (2010). El cual determinó que para la DBO5 se obtuvo una remoción con valores promedio de 18.50% y un máximo de 39.76%. En el caso de la DQO, se obtuvo una

remoción con valores promedio de 31.45% y un máximo de 47.41%. Y se discrepa con CERVANTES (2010). Quien determinó al final una remoción de la DBO, de entre el 80 al 90%. Y de 70% de DQO, y los SST tiene una remoción cercana al 90%. Debido a que este experimento trabajo con distintos materiales como parte del biofiltro y duro un promedio de siete meses.

Y por último en función a los resultados experimentales obtenidos en relación al último tratamiento de 25mL de EM/L de agua residual domestica; encontramos que existe una mayor influencia de los microorganismos eficientes de tipo Em agua y el transcurrir del tiempo en el tratamiento (Variables estudiadas en dicha investigación) en comparación con los tratamientos anteriores esto se debe al aumento de los microorganismos eficientes (EM) en el biofiltro. (Véase Figuras N°1,2 y 3 de Anexos). Así como también que a 25 ml de EM/L de agua residual fue la dosificación indicada a partir de un dato específico proporcionado por el portal web de la empresa distribuidora de producto; el que hacía referencia en el tratamiento de 20 litros de EM activados con melaza en proporción a 1000 Litros de agua residual. En tal sentido se encontró una disminución promedio para el parámetro de DBO de una disminución inicial de 26.61%, hasta una máxima de 53.75%. (Véase Figura N° 4 de Anexos) Por otra parte en relación al parámetro de DQO la disminución resulto al alrededor de un 21%, hasta un máximo de 44.21%. (Véase Figura N° 5 de Anexos) Y por último en relación al parámetro de STD se obtuvo una disminución inicial de 18.15%, hasta una máxima de 42.22%. (Véase Figura N° 6 de Anexos) tomando como referencia los valores iniciales promedio de las muestras de agua residual en el muestreo.

Sin embargo se pudo notar que a esta concentración de 25ml de EM/L de agua residual. (Véase las Figuras N° 4,5 y 6 de Anexos) dicho tratamiento resulta una alternativa inicial para tratar aguas residuales de origen doméstico. A pesar que existieron algunos factores que pudieron ser sujetos de modificación y/o alteración de los resultados de muestreo, al considerar que el tiempo de transporte de la muestra inicial del lugar de origen y el posterior análisis en laboratorio presentó un periodo aproximado de (6 - 8) horas, debido a la distancia que separa al distrito de Santiago de chuco la ciudad de Trujillo.

V. CONCLUSIONES

1.- Se determinó un valor promedio del agua residual de Santiago de Chuco para el parámetro de demanda bioquímica de oxígeno (DBO); la cual se encontró en 35.52 mg/L, así mismo para el parámetro de demanda química de oxígeno (DQO), el valor promedio fue 85.83 mg/L, y por último para el parámetro de sólidos totales disueltos (STD), se encontró en el orden de 64.99 mg/L; estos valores se calcularon a partir de las tres muestras tomadas en el periodo de octubre a noviembre del año 2016.

2.- Se determinó la eficiencia del biofiltro en función de la disminución de los parámetros de DBO, DQO y STD a distintas concentraciones, de (10, 15 y 25 ml de EM/L de agua residual) y diferentes tiempos de permanencia del agua residual en (3, 5 y 7 días); llegando a obtener un rango de eficiencia de (4% - 16.24%). Para el tratamiento de 10 ml de EM/L de agua residual de origen doméstico.

3. Se determinó la eficiencia del biofiltro en función a la disminución de los parámetros de DBO, DQO y STD a la concentración de 15ml de EM/L de agua residual en (3, 5 y 7 días); encontrándose un rango de eficiencia de (5.21% - 25%). Finalmente para el tratamiento de 25 mililitros de EM/L de agua residual la eficiencia del biofiltro en relación a la disminución de los parámetros de estudio varió de (18.15% - 53.75). Considerando que dicho rango considera valores de mínima y máxima eficiencia en promedio; la cual depende de los parámetros, concentración y el tiempo del tratamiento de EM en proporción con el agua residual a tratar.

4. Se determinó que el tratamiento de 25ml/L es el de mayor eficiencia en cuanto a la disminución de los parámetros de DBO, DQO y STD. En función a la prueba estadística de Análisis de varianza. (Tabla N°6 de Anexos) La cual al comparar a los autores tres autores; Estos llegan a la misma conclusión de aceptar la hipótesis que existe un efecto de los EM y el tiempo de permanencia del agua para tratar el agua residual doméstica del distrito de Santiago de Chuco.

VI. RECOMENDACIONES

Tratar efluentes que presenten un mayor grado de contaminación en función a las concentraciones de los parámetros de estudio de esta investigación (DBO, DQO Y STD); para determinar y diferenciar la mayor eficiencia promedio a medida que las aguas residuales son de mayor concentración en materia orgánica.

Proveer un sistema de disposición del lodo como residuo de la descomposición y/o degradación de la materia orgánica contaminante en el sistema de filtrado. Con el objetivo de evitar que al paso de los días el sistema pueda presentar un mal olor.

Tratar otros tipos de agua residual evaluando el cambio de medio de soporte artificial a orgánico y/o utilizar un sistema combinado para evaluar el rendimiento de los materiales de soporte.

Evaluar el rendimiento de otros componentes como medio acondicionado de biopelícula en el biofiltro reemplazando el componente en agua por otra de sus clases como en compost o en R 1; productos de la misma línea.

Evaluar la eficiencia en tiempos de tratamiento mayores a los realizados en la presente investigación con la intención de experimentar la máxima eficiencia posible del modelo de tratamiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- CEVALLOS Zurita, Francisco. (2015). Evaluación de sistemas de biofiltración en aguas residuales industriales. Tesis (Para obtener el grado académico de Ingeniero Ambiental en prevención y remediación). Universidad de Las Américas. Ecuador, 2015.
- LÓPEZ López, José. Diseño, construcción y evaluación de un filtro intermitente de arena pómez. Tesis (Para obtener el grado de Maestría en Ingeniería Sanitaria). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, noviembre de 2012.
- CALZADA Diffor, Francisco. Y MARTINEZ del pozo, José Luis. Proyecto diseño de un sistema industrial de enfriamiento con agua de refrigeración para un complejo industrial en lima, Perú. Tesis (Para obtener el grado académico de Ingeniero Técnico Mecánico). España: Universidad Pontificia Icaí Icade Comillas. Madrid agosto de 2012. 114p.
- CERVANTES Quiroz. Ana Laura. Sistema combinado para el tratamiento de aguas residuales para viviendas unifamiliares. Tesis (Para obtener el grado académico de maestro en ingeniería Ambiental). México: Universidad Nacional Autónoma De México, Facultad de ingeniería. 2010. 124p.
- CARDONA Gómez Juanita y GARCIA Galindo Luisa. Evaluación del efecto de los microorganismos Eficaces sobre la calidad de un agua residual doméstica. Tesis (Para obtener el Título de microbiólogo Industrial). Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. 2008. 22 – 30 pp.
- Fondo Nacional de Medio Ambiente Lima: 2013, 13pp.
- FERNÁNDEZ Gill, Ana. Recursos potenciales de Santiago de Chuco y su aprovechamiento para mejorar calidad de vida de sus habitantes. *UCV-SCIENTIA*, 2015, vol. 3, no 1, p. 71-85 [En línea]. [Fecha de consulta: 10 de Noviembre 2016]. Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/UCV-SCIENTIA/article/view/397>.
- FOGLER, Scot. Elementos de Ingeniería de las reacciones químicas, 4ta edición, Editorial Pearson, México, 2008. pp.968.
- FAJARDO Castillo Erika y SARMIENTO Forero Sandra. Evaluación de maleza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces* -

- cerevisiae. Tesis (Para obtener el Título de microbiólogo Industrial). Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. 2007. 24p.
- HERNANDEZ Juárez, Raúl. “Alternativas para el tratamiento de las aguas grises de origen doméstico”. Tesis (Para optar el grado académico de maestro en ingeniería Sanitaria). Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería. Guatemala 2010. 124pp.
 - Jackson, J.A, J.Mehl, and K. Neuendorf, .Glosary of Geology American Geological Institute, Alexandria, Virginia: pp. 1000. 2005.
 - JAYANT Kulkarni Sunil. A review on packed bed removal of organic matter from wastewater. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology [En línea]. Volume 1, Issue 2, April 2015, [Fecha de Consulta: 5 de Julio 2016]. Disponible en: <http://www.aquaponicsjournal.com/docs/articles/Aquaponic-Equipment-The-BioFilter.pdf>. ISSN: 2394-4099
 - K.Vijay kumar V.Sridevi, N.Harsha, M.V.V. lakshmi, K.Rani. Biofiltration and its application in treatment of air and water pollutants-A review. International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management [En línea]. Volume 2, Issue 9, September 2013, [Fecha de Consulta: 5 de Julio 2016]. Disponible en: <http://www.ijaiem.org/volume2issue9/IJAIEM-2013-09-24-055.pdf>. ISSN 2319 – 4847.
 - BETANCOURTH Marisol, BOTERO Javier, RIVERA Sandra. Revista Colomb MedBiopelículas, una comunidad microscópica en desarrollo. Universidad del Valle Cali, Colombia. Volumen N° 35: pp. 34 – 39. 2004. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28335907>. SSN: 0120-8322
 - MOELLER G.E.; Garzón M.A. Desarrollo de tecnologías no convencionales para el tratamiento de efluentes de la fabricación de colorantes del tipo azo. Anuario Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 77-85p. 2004.
 - OEFA. Glosario de Términos. Perú. 2012.

- Portal Oficial de la Tecnología EM en América Latina. [En línea]. Perú: 2016 – [Fecha de Consulta: 03 de Julio del 2016]. Disponible en: <http://www.em-la.com>.
- Portal Oficial de BIOEM S.A.C. [En línea]. Perú: 2016 - [Fecha de Consulta: 03 de Julio del 2016]. Disponible en: <http://www.bioem.com.pe/productos/em-agua/>.
- Portal Oficial del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México. [En línea]. Peru: 2016 - [Fecha de Consulta: 10 de Mayo del 2016]. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/396/biofiltra.html>.
- PARRA Rodríguez, Lina. Operación de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) hasta alcanzar el estado estable. Tesis (Para optar el título de ingeniera química). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Colombia 2006. 40pp.
- Romero Rojas Jairo. Calidad del agua, 2da edición editorial. Escuela colombiana de Ingeniería. Colombia 2009, 111p.
- SEBASTIAN Pacheco, Remigio. Biopercolación para la remoción de materia orgánica de aguas residuales domésticas. Tesis (Para optar el título de Ingeniero Ambiental en prevención y remediación). Universidad de las Américas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador 2015. 108pp.
- SEDALIB. Plan de emergencia y mitigación de desastres. 2015, 120pp.
- SUNASS. Informe técnico de indicadores de gestión de las Empresas Prestadoras de servicios de saneamiento EPS – 2012. Perú: 2013. 22pp.
- SUNASS. Informe técnico de indicadores de gestión de las Empresas Prestadoras de servicios de saneamiento EPS – 2009. Perú: 2010. 19pp.
- RIVERO Méndez José y RIVERO Corcuera José. Manual de prácticas de laboratorio en química analítica. Trujillo: Perú. 2010 135 p.

ANEXOS: ECA DE AGUA SEGÚN EL TIPO DE CATEGORIA

CATEGORÍA 3

| CATEGORIAS | | ECA AGUA: CATEGORIA 3 | |
|---|-----------------------------|--|-------------------------------------|
| PARÁMETRO | UNIDAD | PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES | PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES |
| | | D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO | D2: BEBIDA DE ANIMALES |
| FÍSICOS - QUÍMICOS | | | |
| Aceites y grasas | mg/L | 5 | 10 |
| Bicarbonatos | mg/L | 518 | ** |
| Cianuro Wad | mg/L | 0,1 | 0,1 |
| Cloruros | mg/L | 500 | ** |
| Color (b) | Color verdadero escala P/Co | 100 (a) | 100 (a) |
| Conductividad | (μ S/cm) | 2 500 | 5 000 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mg/l | 15 | 15 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/l | 40 | 40 |
| Detergentes (SAAM) | mg/l | 0,2 | 0,5 |
| Fenoles | mg/l | 0,002 | 0,01 |
| Fluoruros | mg/l | 1 | ** |
| Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N) | mg/l | 100 | 100 |
| Nitritos (NO ₂ -N) | mg/l | 10 | 10 |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo) | mg/L | 4 | 5 |
| Potencial de Hidrógeno (pH) | Unidad de pH | 6,5 – 8,5 | 6,5 – 8,4 |
| Sulfatos | mg/L | 1000 | 1000 |
| Temperatura | °C | Δ 3 | Δ 3 |

CATEGORIA 1 – B

| PARÁMETRO | UND | Aguas superficiales destinadas para recreación | |
|---|-----------------------------|--|--------------------------------|
| | | B1 | B2 |
| | | Contacto primario | Contacto secundario |
| FÍSICOS - QUÍMICOS | | | |
| Aceites y grasas | mg/L | Ausencia de película visible | ** |
| Cianuro Libre | mg/L | 0,022 | 0,022 |
| Cianuro Wad | mg/L | 0,08 | ** |
| Color | Color verdadero escala P/Co | Sin cambio normal | Sin cambio normal |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mg/L | 5 | 10 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/L | 30 | 50 |
| Detergentes (SAAM) | mg/L | 0,5 | Ausencia de espuma persistente |
| Materiales Flotantes de origen antropogénico | | Ausencia de material flotante | Ausencia de material flotante |
| Nitratos (NO ₃ -N) | mg/L | 10 | ** |
| Nitritos (NO ₂ -N) | mg/L | 1 | ** |
| Olor | Factor de dilución a 25° C | Aceptable | ** |
| Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo) | mg/L | ≥ 5 | ≥ 4 |
| Potencial de Hidrógeno (pH) | Unidad de pH | 6,0 a 9,0 | ** |
| Sulfuros | mg/L | 0,05 | ** |
| Turbiedad | UNT | 100 | ** |



Imagen N° 1



Elaboración Propia: Imagen de agua para la activación de EM – Agua

Imagen N° 2



Elaboración Propia: Imagen de Melaza para la activación de EM – Agua

Imagen N° 3



Elaboración Propia: Imagen de la mezcla de Melaza y de EM – Agua

Imagen N° 4



Elaboración Propia: Imagen de la homogenización de Melaza y de EM – Agua.

Imagen N° 5



Elaboración Propia: Imagen del reposo y activación de EM – agua en condiciones anaerobias.

Imagen N° 6



Elaboración Propia: Imagen de las piedras Pómez.

Imagen N° 7



Elaboración Propia: Imagen del acondicionamiento del biofiltro de piedra pómez.

Imagen N° 8



Medición del litro de agua residual

Imagen N° 9



Imagen N° 10



Elaboración Propia: Imagen del biofiltro empacado de piedra pómez y EM - Agua.



Imagen N° 11 de las muestras en laboratorio



Imagen N° 12 Reactivos de laboratorio



Imagen N° 13 Frascos de análisis

Tabla N° 5.- GENERAL DE LOS PROMEDIOS DE RESULTADOS

| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en el Biofiltro en Días | | |
|-----------------------|------------|----------|----------|--|--------|--------|
| | | | | 3 días | 5 días | 7 días |
| 10 | DBO | 35.52 | mg/l | 34.08 | 32.7 | 31.28 |
| | DQO | 85.83 | mg/l | 81.36 | 78.96 | 75.53 |
| | STD | 64.99 | mg/l | 60.22 | 59.79 | 57.19 |

| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en el Biofiltro en Días | | |
|-----------------------|------------|----------|----------|--|--------|--------|
| | | | | 3 días | 5 días | 7 días |
| 15 | DBO | 35.52 | mg/l | 33.06 | 29.51 | 27.02 |
| | DQO | 85.83 | mg/l | 82.92 | 74.67 | 67.77 |
| | STD | 64.99 | mg/l | 60.44 | 53.95 | 49.39 |

| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en el Biofiltro en Días | | |
|-----------------------|------------|----------|----------|--|--------|--------|
| | | | | 3 días | 5 días | 7 días |
| 25 | DBO | 35.52 | mg/l | 28.44 | 23.11 | 17.78 |
| | DQO | 85.83 | mg/l | 74.43 | 63.6 | 52.79 |
| | STD | 64.99 | mg/l | 54.2 | 45.76 | 37.64 |

Fuente: Elaboración propia

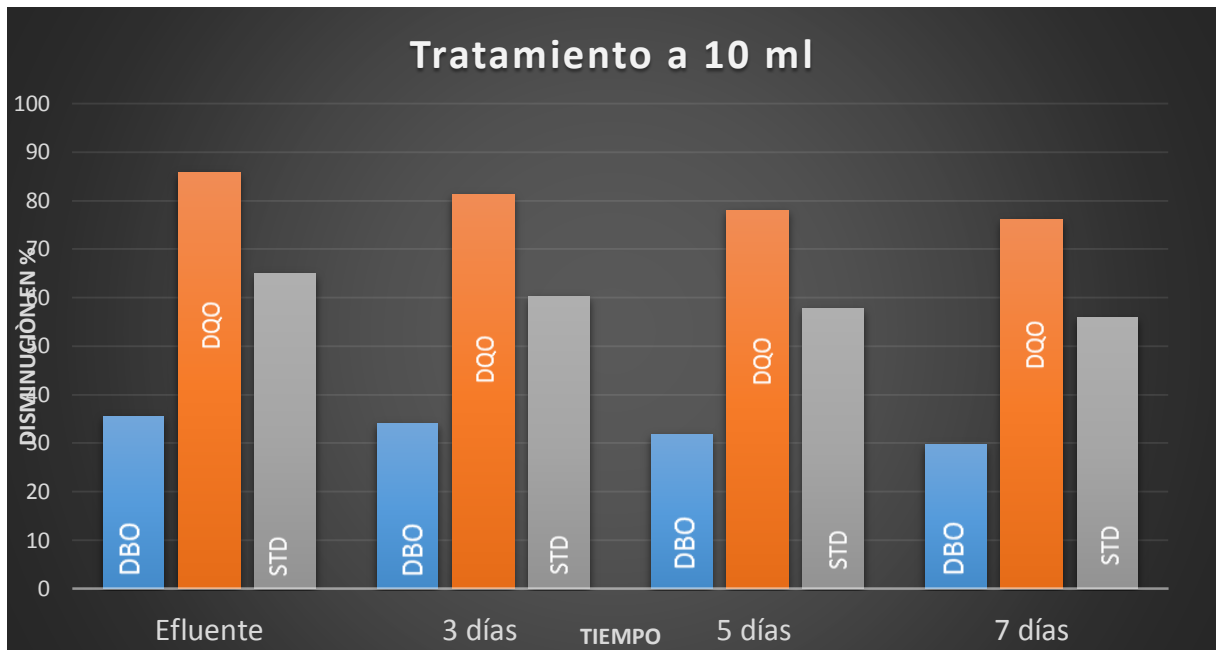


Figura N° 1.-Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual domestica pre y post tratamiento.

Fuente: Elaboración propia

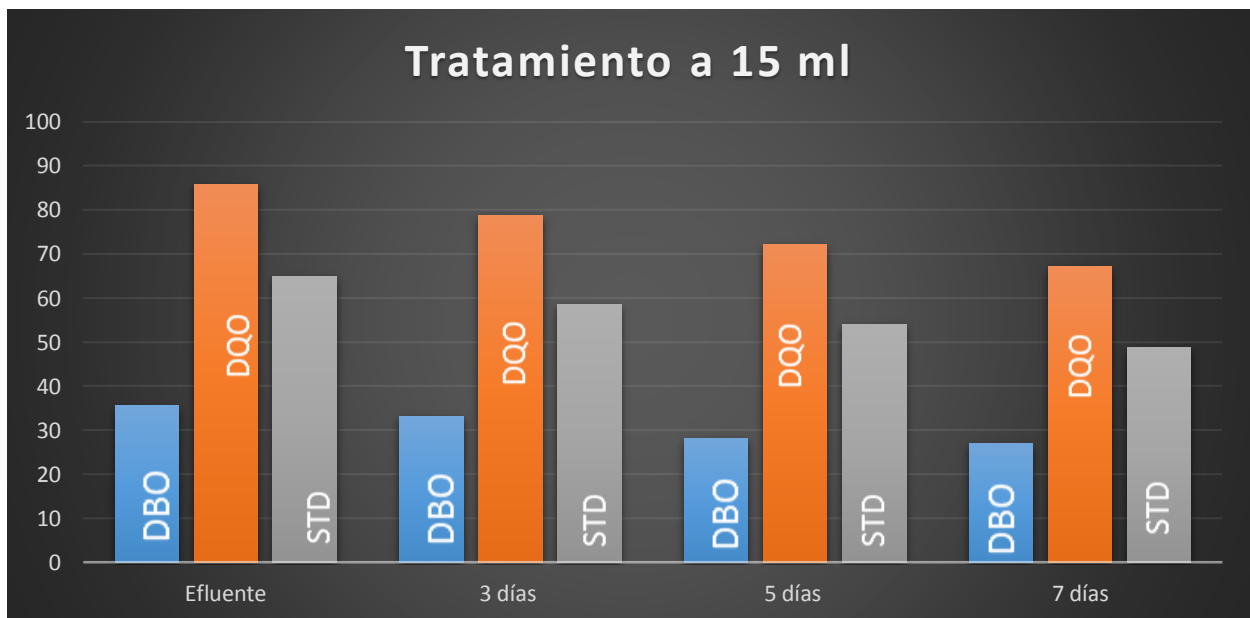


Figura N° 2.- Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual domestica pre y post tratamiento.

Fuente: Elaboración propia

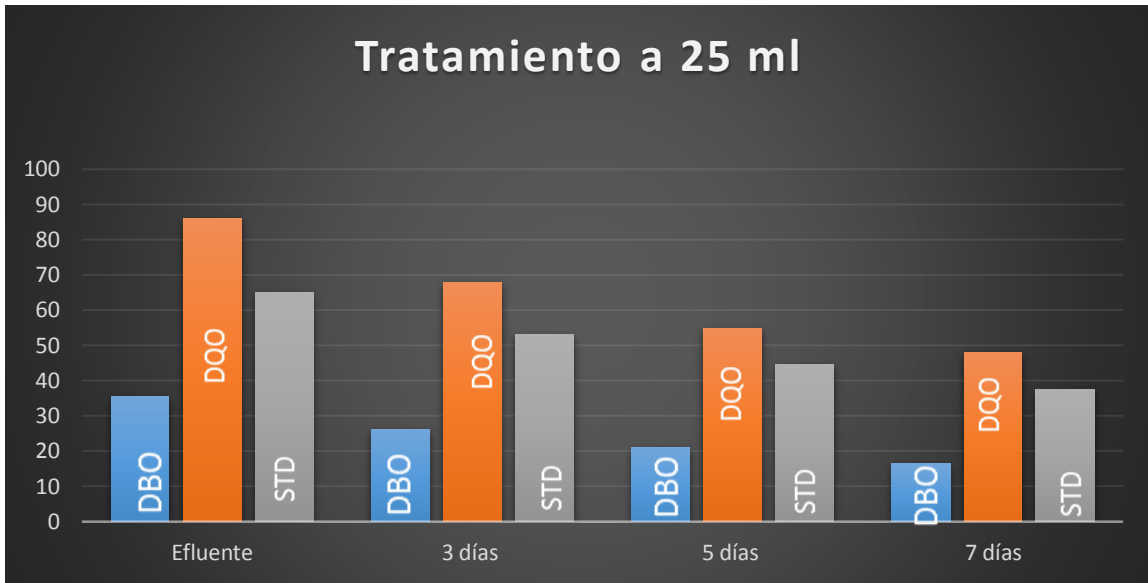


Figura N° 3.- Concentraciones de DBO, DQO Y STD en agua residual domestica pre y post tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

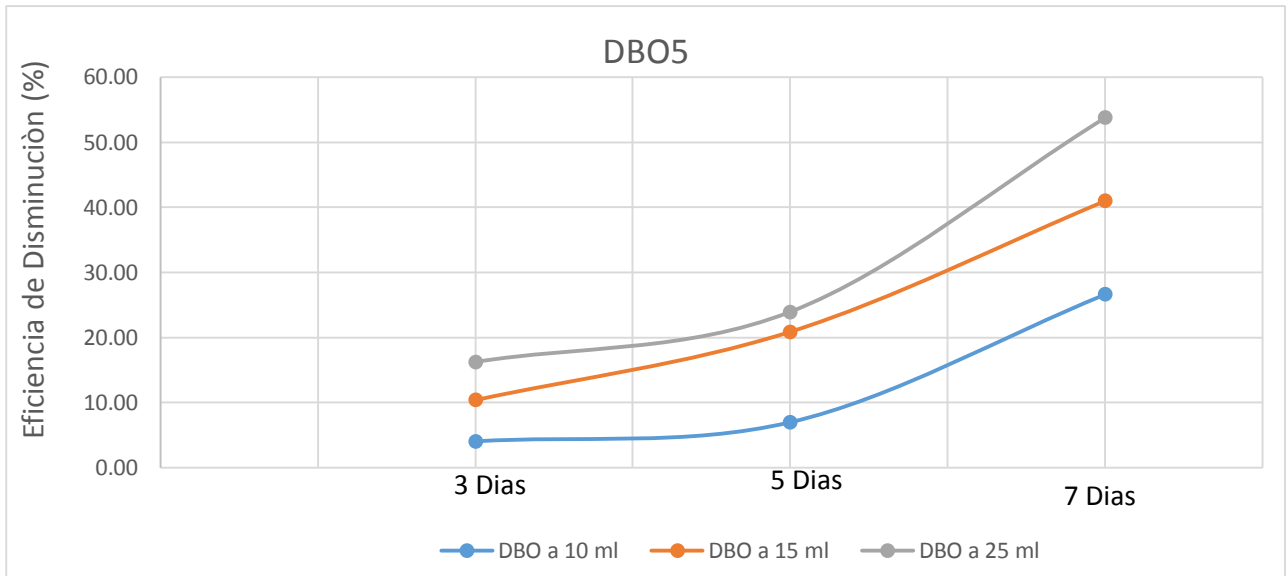


Figura N° 4.-Eficiencia promedio de los resultados de DBO5 de los tratamientos con Microorganismos Eficientes (EM)

Fuente: Elaboración propia

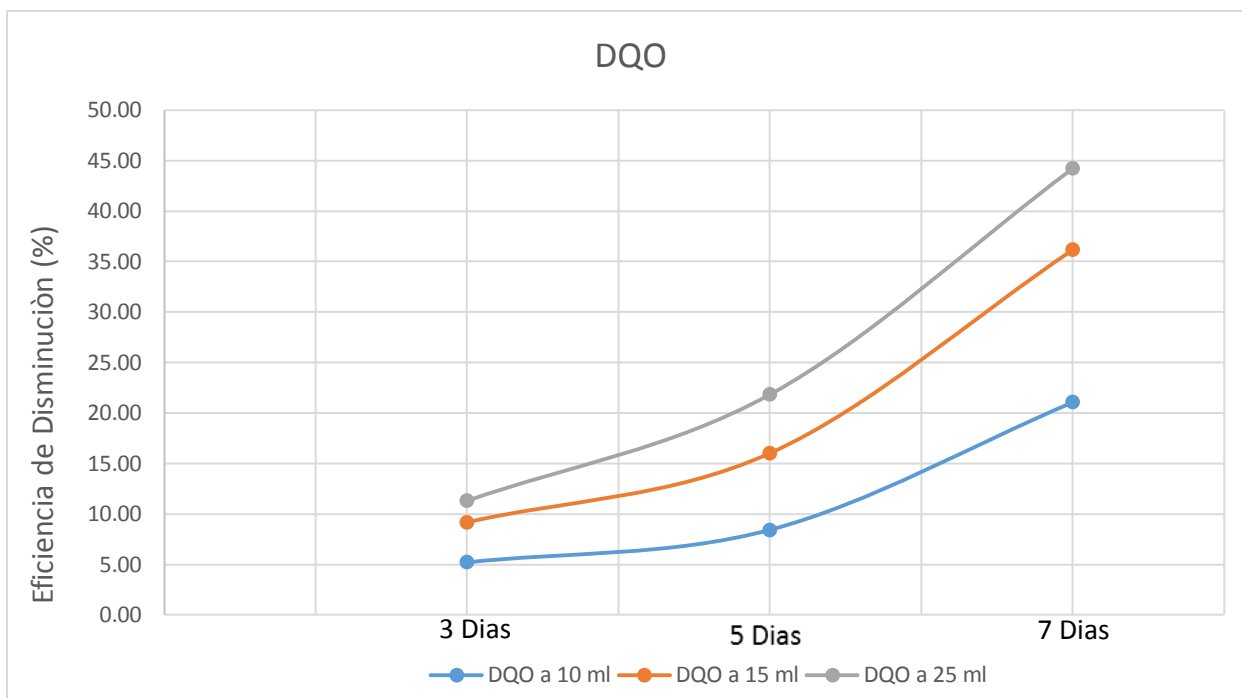


Figura N° 5.- Eficiencia promedio de los resultados de DQO de los tratamientos con Microorganismos Eficientes. (EM)

Fuente: Elaboración propia

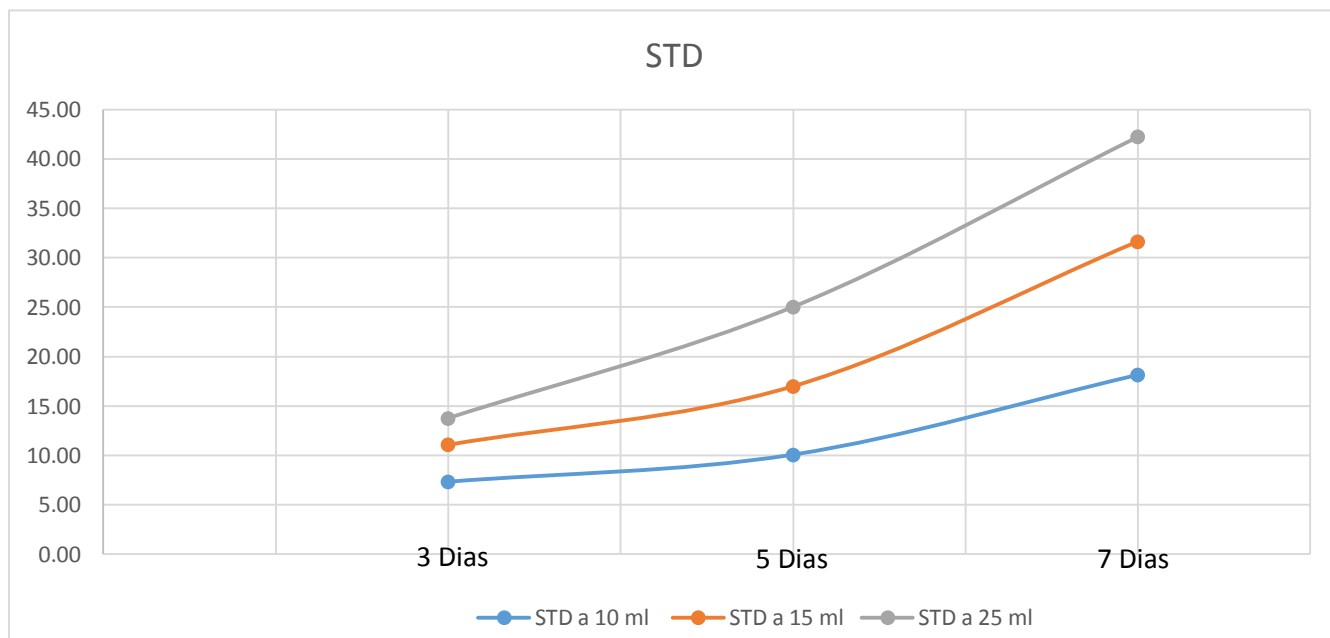


Figura N° 6.- Eficiencia promedio de los resultados de STD de los tratamientos con Microorganismos Eficientes. (EM)

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

a) Prueba de Hipótesis:

H0: No existe un efecto en los tratamientos del agua residual domestica de Santiago de chuco con microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia en el biofiltro.

H1: Existe un efecto en los tratamientos del agua residual domestica de Santiago de chuco con microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia en el biofiltro.

b) Nivel de significancia: $\alpha=0.05$

c) Criterio de rechazo y aceptación:

-Si la significancia calculada, es < que el nivel de significancia (5%), que se trabajó, entonces se rechaza la hipótesis nula (H0: No existe un efecto en los tratamientos del agua residual domestica de Santiago de chuco con microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia en el biofiltro). Y se acepta la hipótesis alternativa (H1: Existe un efecto en los tratamientos del agua residual domestica de Santiago de chuco con microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia en el biofiltro).

Tabla N° 6.- prueba de los efectos inter-sujetos

| Pruebas de los efectos inter-sujetos | | | |
|--------------------------------------|------------------------|----------|-------|
| Origen | Variables dependientes | F | Sig. |
| Modelo corregido | DBO | 9,445 | 0,000 |
| | DQO | 3,533 | 0,012 |
| | STD | 8,242 | 0,000 |
| Intersección | DBO | 1931,869 | 0,000 |
| | DQO | 1177,976 | 0,000 |
| | STD | 3680,112 | 0,000 |
| Tiempo de Tratamiento | DBO | 9,637 | 0,001 |
| | DQO | 3,107 | 0,049 |
| | STD | 10,901 | 0,001 |
| Cantidad de EM en ml | DBO | 26,903 | 0,000 |
| | DQO | 10,259 | 0,001 |
| | STD | 19,566 | 0,000 |

Fuente: Software spss

Interpretación: En la tabla N° 6, se muestra el análisis de varianza (ANOVA), en la que se observa que el “sig” (p calculado) es menor a 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula (H0: No existe un efecto en los tratamientos del agua residual de Santiago de chuco con microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia en el biofiltro), por tanto se acepta la hipótesis alternativa (H1: Existe un efecto en los tratamientos del agua residual de Santiago de chuco con microorganismos eficientes y el tiempo de permanencia en el biofiltro).

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

Tabla N° 7.- Prueba de post hoc para DBO

DBO

| Cantidad de EM en ml | N | Subconjunto | |
|----------------------|-------|-------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| DHS de Tukey | 25ml. | 9 | 21,1533 |
| | 15ml. | 9 | 29,3844 |
| | 10ml. | 9 | 31,8867 |
| | Sig. | | 1,000 |
| Duncan | 25ml. | 9 | 21,1533 |
| | 15ml. | 9 | 29,3844 |
| | 10ml. | 9 | 31,8867 |
| | Sig. | | 1,000 |
| Scheffe | 25ml. | 9 | 21,1533 |
| | 15ml. | 9 | 29,3844 |
| | 10ml. | 9 | 31,8867 |
| | Sig. | | 1,000 |

Fuente: Software spss

Tabla Nº 8.- Prueba de post hoc para DQO

DQO

| Cantidad de EM en ml | N | Subconjunto | | |
|----------------------|-------|-------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | |
| DHS de Tukey | 25ml. | 9 | 56,8189 | |
| | 15ml. | 9 | | 72,5956 |
| | 10ml. | 9 | | 78,4811 |
| | Sig. | | 1,000 | ,474 |
| Duncan | 25ml. | 9 | 56,8189 | |
| | 15ml. | 9 | | 72,5956 |
| | 10ml. | 9 | | 78,4811 |
| | Sig. | | 1,000 | 0,249 |
| Scheffe | 25ml. | 9 | 56,8189 | |
| | 15ml. | 9 | | 72,5956 |
| | 10ml. | 9 | | 78,4811 |
| | Sig. | | 1,000 | 0,506 |

Fuente: Software spss

Tabla N° 9.- Prueba de post hoc para STD

STD

| Cantidad de EM en ml/L | N | Subconjunto | | |
|------------------------|-------|-------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | |
| DHS de Tukey | 25ml. | 9 | 45,0578 | |
| | 15ml. | 9 | | 53,7044 |
| | 10ml. | 9 | | 58,0189 |
| | Sig. | | 1,000 | 0,130 |
| Duncan | 25ml. | 9 | 45,0578 | |
| | 15ml. | 9 | | 53,7044 |
| | 10ml. | 9 | | 58,0189 |
| | Sig. | | 1,000 | 0,056 |
| Scheffe | 25ml. | 9 | 45,0578 | |
| | 15ml. | 9 | | 53,7044 |
| | 10ml. | 9 | | 58,0189 |
| | Sig. | | 1,000 | 0,153 |

Fuente: Software spss

Interpretación: En las tablas N° 7,8 y 9; Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos para el parámetro DBO. En donde se realizó una comparación con los estadísticos DHS de Tukey, Duncan y Scheffe. En relación a la cantidad de tratamiento (10, 15 y 25 ml/L respectivamente); donde los tres autores coinciden en que los tres parámetros (DBO, DQO y STD), y la dosificación con 25 ml de EM/L de agua residual domestica de tratamiento tiene una eficiencia considerable en comparación con los tratamientos 10 y 15 ml/L respectivamente.

Procedimiento para determinar DBO₅ y DQO en las muestras de agua.

Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) informa sobre el consumo de oxígeno de un agua para la oxidación de casi todas las sustancias orgánicas solubles en agua, exceptuando una serie de compuestos nitrogenados y de hidrocarburos apenas solubles en agua.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Muchos tipos de materia orgánica son oxidados mediante ebullición en una mezcla de ácido crómico y sulfúrico. La muestra es sometida a reflujo en una solución fuertemente ácida con un exceso conocido de $K_2Cr_2O_7$.

Después de la digestión el remanente de $K_2Cr_2O_7$ no reducido se titula con sulfato ferroso amoniacal (SFA) se determina la cantidad de $K_2Cr_2O_7$ consumido y la cantidad de materia orgánica oxidable se calcula en términos de oxígeno equivalente.

Se determina valores de DQO mayores de 50 ppm usando $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N. Con $K_2Cr_2O_7$ 0,025 N se puede determinar Valores de DQO entre 5 y 50 ppm pero con mayor exactitud.

Los compuestos alifáticos volátiles de cadena lineal o abierta no son oxidados en alguna extensión apreciable. Esto es debido, en parte, a que los orgánicos volátiles están presentes en la fase de vapor no llegan a hacer contacto con el líquido oxidante. Los compuestos alifáticos de cadena lineal son oxidados más efectivamente cuando se adiciona Ag_2SO_4 como catalizador. Sin embargo, el Ag_2SO_4 reaccionaría con Cl^- , Br^- y I^- para producir precipitados que sólo son oxidados parcialmente. Las dificultades causadas por la presencia de sales haloideas pueden ser superados en gran extensión, aunque no completamente, por complicación con $HgSO_4$ en proporción de 10:1 a $HgSO_4:Cl^-$, antes del procedimiento de reflujo, dando lugar a un cloromercuriato soluble. El ensayo no se debe utilizar para muestras que contengan más de 2000 ppm Cl^- . El Cl^- se oxida a Cl_2 con el $Cr_2O_7^{2-}$; el $Cr_2O_7^{2-}$ de color naranja pasa a Cr^{3+} de color verde. Se aproxima que 1 mg de Cl^- es equivalente a 0,226 mg de DQO.

El nitrito (NO_2^-) ejerce una DQO de 1,14 ppm de O_2 por cada mg de N-NO_2^- . Debido a que las concentraciones de NO_2^- en las aguas contaminadas raramente exceden de 1,-2,0 ppm de N-NO_2^- la interferencia se considera insignificante y usualmente es ignorada. Para eliminar una interferencia significativa debida al NO_2^- se adicionan 10 mg de ácido sulfámico por cada mg de N-NO_2^- presente en el matraz de reflujo. También se adiciona la misma cantidad de ácido sulfámico al matraz de reflujo que contiene agua destilada usada como blanco.

Especies inorgánicas reducidas tales como hierro ferroso (Fe^{2+}), sulfuros (S^{2-}), manganeso manganeso, etc., son oxidadas cuantitativamente bajo las condiciones de ensayo. Para muestras que contengan niveles significantes de estas especies, se pueden asumir oxidación estequiométricas y conociendo la concentración inicial de las especies que interfieren, se puede hacer las correcciones al valor obtenido para la DQO.

REACTIVOS

- 1) Solución patrón de dicromato de potasio 0,25 N (12,259 gr $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ /litro)
- 2) Sulfato de Plata (Ag_2SO_4) grado reactivo
- 3) Ácido sulfúrico concentrado grado reactivo)
- 4) Reactivo de Ácido Sulfúrico por 1 o 2 días para disolver el Ag_2SO_4
- 5) Solución indicadora de Ferroín (1,485 gr de 1,10 fenantrolina hidratada y 695 mg de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y diluir a 100 mL. Esta disolución se puede conseguir ya preparada. En lugar de este indicador también se puede usar difenilamina.
- 6) Solución patrón de SFA aproximadamente 0,25 N. (Disolver 98 gr de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada, adicionar 20 mL de H_2SO_4 G.R, enfriar y diluir a 1000 mL. Esta solución se debe estandarizar con $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ el día que se vaya a usar)
- 7) Sulfato de mercurio HgSO_4 en cristales o polvo.
- 8) Acido sulfámico. Solo se requiere si la interferencia N-NO_2^- se va a eliminar.

9) Patrón Ftalato hidrógeno potásico: Disolver 425 mg en agua destilada y diluir a 1000 mL .El reactivo tiene una DQO teórica de 1,176 gr de O₂/gr y esta solución tiene una DQO teórica de 500 ppm O₂. Preparar una nueva para cada uso.

PROCEDIMIENTO

1. TRATAMIENTO DE MUESTRAS CON DQO MAYOR O IGUAL A 50 ppm O₂

a) Tomar 50 mL de muestra (para muestras con DQO mayores que 900 ppm usar una porción más pequeña diluida a 50 mL) en el matraz de reflujo de 500 mL.

b) Adicionar 1,0 gr de HgSO₄, varias perlas de vidrio y muy lentamente 5 mL del Reactivo H₂SO₄ mezclando para disolver el HgSO₄ .Enfriar mientras se mezcla para evitar posible pérdidas de materiales volátiles.

c) Adicionar 25 mL de Solución de K₂Cr₂O₇ 0,25 N y mezclar de nuevo. Conectar el matraz al refrigerante y aplicar el agua de enfriamiento

d) Adicionar 70 mL del reactivo de H₂SO₄ a través de la entrada que está en la parte final del refrigerante (por donde entra el agua de lavado), mezclando y agitando a medida que se adiciona reactivo. Precaución:

Mezclar bien para prevenir el calentamiento local en el fondo del matraz y una posible expulsión del contenido del matraz.

e) Una vez que el aparato esté totalmente montado, someter la mezcla a reflujo por dos horas, Enfriar y lavar el refrigerante hacia abajo con agua destila

f) Desconectar el refrigerante de reflujo y diluír la mezcla casi al doble de su volumen con agua destilada. Enfriar a temperatura ambiente y titular el exceso de K₂Cr₂O₇ con la solución de SFA, usando 0,1 a 0,15 mL de (2-3 gotas) de indicador de ferroín (aunque la cantidad de ferroín no es crítica se debe usar el mismo volumen para todas las titulaciones).Tomar el punto final de la titulación el primer cambio agudo de color, el cual va de un color azul verde a café rojizo. El azul verde puede reaparecer minutos más tarde.

g) Correr un blanco, el cual consiste en un volumen de agua destilada igual a la muestra; se adiciona los mismos reactivos, se somete a reflujo y se titula con la solución de SFA

CÁLCULO

Sea N_1 = Normalidad de $K_2Cr_2O_7$

V_1 = mililitros de solución $K_2Cr_2O_7$ usado en muestra

V_2 = mililitros de solución $K_2Cr_2O_7$ usado en blanco

a = ml de SFA usado para el blanco

b = mL de SFA usado para la muestra

N = normalidad de SFA

Para la muestra:

$$(\# \text{ mequiv } O_2)_M = (\# \text{ mequiv } K_2Cr_2O_7)_M - (\# \text{ mequiv SFA})_M$$

$$(\# \text{ mequiv } O_2)_M = N_1 V_1 - b N \quad \dots\dots (I)$$

Para el blanco

$$(\# \text{ mequiv } O_2)_B = (\# \text{ mequiv } K_2Cr_2O_7)_B - (\# \text{ mequiv SFA})_B$$

$$(\# \text{ mequiv } O_2)_B = N_1 V_2 - a N \quad \dots\dots (II)$$

La cantidad de O_2 neto de la muestra es:

$$\# \text{ mequiv } O_2 = (I) - (II)$$

$$\# \text{ mequiv } O_2 = (\# \text{ mequiv } O_2)_M - (\# \text{ mequiv } O_2)_B$$

$$\# \text{ mequiv } O_2 = (N_1 V_1 - b N) - (N_1 V_2 - a N)$$

$$\# \text{ mequiv } O_2 = (N_1 V_1 - N_1 V_2) + (a N - b N)$$

$$\# \text{ mequiv } O_2 = N_1 (V_1 - V_2) + N (a - b)$$

Pero el volumen de la solución de $K_2Cr_2O_7$ usado en la titulación en el blanco y en la muestra es la misma; es decir $V_1 = V_2$; por lo tanto $(V_1 - V_2) = 0$

$$\# \text{ mequiv } O_2 = N_1 (0) + N (a - b)$$

$$\# \text{ mequiv } O_2 = N (a - b)$$

$$\underline{\text{Miligramos de } O_2} = N (a - b)$$

Peso equiv de O_2

Miligramos de O₂ = N (a - b) Peso equiv O₂

Miligramos de O₂ = N (a - b) 8

mg de O₂ = N (a - b) 8

L (ml de muestra)/1000

mg de O₂ = N (a - b) 8000

L (ml de muestra)

$$\text{DQO (mg de O}_2\text{/L) = } \frac{\text{N (a - b) 8000}}{\text{(ml de muestra)}}$$

DETERMINACION DE OXIGENO DISUELTO EN EL AGUA METODO DE WINKLER

FUNDAMENTO TEORICO

Se basa en la titulación del I₂ liberado en cantidad equivalente a la del oxígeno disuelto en el agua, empleado una Solución de tiosulfato de sodio y solución de almidón como indicador

EQUIPOS Y APARATOS

- Bureta de 50 ml
- Probeta de 50 o 100 ml
- Pipeta de 1 ó 2 ml
- Vaso de precipitación de 100 ml
- Frasco de DBO de 300 ml de capacidad con tapa esmerilada

REACTIVOS

| | | | |
|---------------|--|---------------------------|---|
| a) Solución A | $\text{MnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ | 500 g / litro de solución | ó |
| | $\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ | 480 g / litro de solución | ó |
| | $\text{MnSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ | 400 g / litro de solución | |
| b) Solución B | (Yoduro-alcalina-azida) | | |
| | KI | 150 g / litro de solución | |
| | NaOH | 500 g / litro de solución | |
| | NaN_3 | 7.5 g / litro de solución | |

Reactivo B es la mezclar las 3 soluciones en partes iguales KI: NaOH: NaN_3

c) Solución de Tiosulfato de sodio 1 / 40 N: Pesar 6.205 gramos de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 0.1 gramos de Na_2CO_3 y llevar a 1 litro de solución y agregar 1 gota de CS_2

d) Ácido sulfúrico H_2SO_4 (densidad = 1.84 g / mL)

e) Solución de almidón 0.5 %: Pesar 2 gramos de almidón soluble en 300 ml de agua destilada. Luego adicionar NaOH al 20 % hasta que desaparezca la opalescencia. Dejar en reposo por 1 a 2 horas, agregar HCl para neutralizar. Añadir 2 ml de ácido acético glacial. Completar a 1 litro con agua destilada.

MUESTREO Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

Las botellas de DBO deben lavarse con agua de la muestra a ser analizada. Luego llenada con la muestra al ras y taparla evitando la formación de burbujas de aire. El análisis debe comenzar en menos de una hora después de colectada la muestra. Si el análisis va a retardarse, conservar la muestra adicionando 1 ml de solución de MnSO_4 y 1 ml de solución yoduro alcalina-azida. El resto del análisis es completado después. No debe guardarse la muestra en nevera.

PROCEDIMIENTO

a.- Destapar cuidadosamente el frasco de DBO y adicionar “subsuperficialmente” 1 ml de solución de $\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ y 1 ml de solución yoduro-alcalina-azida.

Tapar el frasco verificando que no se forme burbujas de aire. Dejar en reposo 10 segundos

b.- Mezclar el contenido hasta que el precipitado se disperse y dejar en reposo 10 minutos.

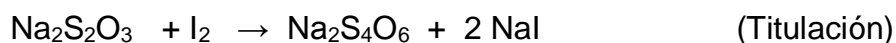
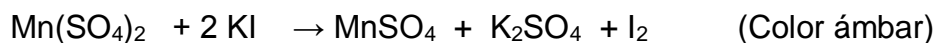
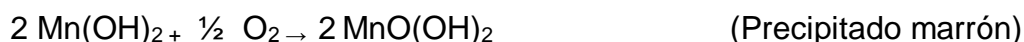
c.- Destapar el frasco y adicionar 1 mL de H_2SO_{4cc} . Tapar cuidadosamente y agitarla enérgicamente hasta que todo el precipitado se disuelva. El agua toma un color ámbar, si este no es el caso, repetir la prueba; si se toma un color blanco lechoso, pueda ser que la muestra no tenga oxígeno disuelto. Dejar reposar 30 minutos.

d.- Colocar 50 ml en un vaso de precipitación y titular con la solución de $Na_2S_2O_3$ hasta que enérgicamente parezca un color amarillo “paja” (amarillo pálido).

e.- Cuando el color ámbar ha virado al amarillo pálido, adicionar 1 ml de solución de almidón (indicador); inmediatamente aparecerá una coloración azul, seguir titulando hasta que desaparezca dicha coloración. Repetir la titulación para encontrar un valor promedio.

f.- Determinar el contenido de oxígeno disuelto aplicando la fórmula F-1

REACCIONES



CALCULOS

$$\text{mg } O_2 \text{ disuelto / litro} = \frac{A * N * 8 * 1000}{V * \frac{V_{fcoDBO} - 2}{V_{fcoDBO}}}$$

Donde :

A = gasto

N = Normalidad de tiosulfato

V = Volumen de la muestra titulada

V_{fcoDBO} = Volumen del frasco DBO = 300 ml

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO): Muestras pocas contaminadas

GENERALIADES

La prueba analítica de DBO es una estimación de la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual, por medio de una población microbiana heterogénea. Las sustancias inorgánicas (sulfuro, ion ferroso, ion amonio, etc.) pueden ser oxidadas si es que los microorganismos quimioautótrofos están presentes y las condiciones de incubación lo permiten.

FUNDAMENTO TEORICO

Se basa en el consumo de oxígeno en una muestra de agua incubada durante cinco días a 20 °C y en oscuridad. Para esto se hacen dos determinaciones de oxígeno disuelto.

PROCEMIENTO

- a) Llenar cuidadosamente sin agitar dos botellas de DBO con la muestra sin diluir. Si se va a trabajar con muestras diluidas, usar dos botellas adicionales por cada dilución, colocando cuidadosamente la muestra sin diluir y rellenando con agua destilada aireada con proporción que permita lograr la dilución deseada.
- b) Tapar las botellas evitando que se formen burbujas en el interior. Dejar reposar por 15 segundos.
- c) Determinar por el Método de Winkler el contenido de oxígeno disuelto (OD_1) en una botella de cada serie.
- d) Incubar las botellas restante por cinco días a 20 °C y en oscuridad


- e) Determinar luego el contenido de oxígeno disuelto en las botellas incubadas(OD_2)
- f) Encontrar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de la muestra aplicando la siguiente fórmula

$$DBO_{(5 \text{ días})} = \frac{OD_1 - OD_2}{P} \quad \text{mg O}_2 / \text{L}$$

P = Fracción de muestra analizada (dilución considerada)


NOTA: La dilución a considerar será la última que permita hallar diferencias entre OD_1 y OD_2 . Esta diferencia será mayor ó igual a 2 mg O_2 / L; y el valor de OD_2 será mayor ó igual a 1 mg O_2 / L. Según (RIVERO Méndez y RIVERO Corcuera. 2010)

Certificados de los Análisis



RIVELAB - S.A.C.

LABORATORIO DE ANÁLISIS



INFORME DE ENSAYO N° 979-2016-RIVELAB/FO

I. DATOS GENERALES:

| | |
|-------------------|---|
| SOLICITANTE | Andrés Edward Espinoza Zegarra |
| ENSAYO SOLICITADO | Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Totales Disueltos |

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

| | |
|------------------------------------|---|
| ✓ MUESTRA | Agua Residual |
| ✓ CODIGO DE MUESTRA | M-0 - M-9 |
| ✓ PROCEDENCIA | Santiago de Chuco |
| ✓ NUMERO DE MUESTRAS | 09 |
| ✓ PRESENTACION/CANTIDAD | 09 Muestras de 1.0 Litro en Botella de Vidrio 09 Muestras en frascos Winkler |
| ✓ Fecha de ingreso de las muestras | 24 de Octubre del 2016 |
| ✓ Fecha de inicio de ensayos | 24 de Octubre del 2016 |
| ✓ Fecha de término de ensayos | 29 de Octubre del 2016 |

II. RESULTADOS:

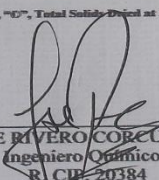
ENSAYO FISICO-QUIMICO / I CORRIDA

| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
|-----------------------|------------------|----------|----------|--|-------|-------|
| | | | | M 1 | M 2 | M 3 |
| 10 mililitros | DBO ₅ | 40.27 | mg/L | 38.65 | 35.43 | 33.83 |
| | DQO | 100.38 | mg/L | 95.36 | 91.30 | 89.25 |
| | STD | 70.22 | mg/L | 65.11 | 62.60 | 60.79 |
| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
| | | | | M 4 | M 5 | M 6 |
| 15 mililitros | DBO ₅ | 40.27 | mg/L | 37.47 | 32.21 | 30.60 |
| | DQO | 100.38 | mg/L | 91.62 | 84.62 | 78.89 |
| | STD | 70.22 | mg/L | 63.30 | 58.28 | 52.37 |
| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
| | | | | M 7 | M 8 | M 9 |
| 25 mililitros | DBO ₅ | 40.27 | mg/L | 29.10 | 24.16 | 17.72 |
| | DQO | 100.38 | mg/L | 78.56 | 63.29 | 57.81 |
| | STD | 70.22 | mg/L | 58.79 | 50.17 | 42.28 |


METODOS DE ENSAYOS

DBO₅ (SMEWW APHA AWWA WEF, "C" 5210B, 22nd edition, 2012, Biochemical oxygen demand (BOD), 5-Day BOD Test)
DQO (SM Part 5220 D, 22nd Edition)
STD (SMEWW APHA AWWA WEF, "C" 2540B, 22nd edition, 2012, "C", Total Solids Dissolved at 103 - 105 °C.)

Trujillo, 29 de Octubre del 2016



JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. C. U. 20384



Informe N°979-2016-RIVELAB páginas 1

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - CAL - ACE

Jr. Pizarro N° 137 - Oficina N° 108
Trujillo - Perú

rivelabperu@hotmail.com
joferime@hotmail.com

Cel. # 9
RPM: # 9
Fijo: 044



INFORME DE ENSAYO N° 1016-2016-RIVELAB/FQ

III. DATOS GENERALES:

| | |
|-------------------------------------|---|
| SOLICITANTE | Andrés Edward Espinoza Zegarra |
| ENSAYO SOLICITADO | Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Totales Disueltos |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA | |
| ✓ MUESTRA | Agua Residual |
| ✓ CODIGO DE MUESTRA | M-0 - M-9 |
| ✓ PROCEDENCIA | Santiago de Chuco |
| ✓ NUMERO DE MUESTRAS | 09 |
| ✓ PRESENTACION/CANTIDAD | 09 Muestras de 1.0 Litro en Botella de Vidrio 09 Muestras en frascos Winkler |
| ✓ Fecha de ingreso de las muestras | 11 de Noviembre del 2016 |
| ✓ Fecha de inicio de ensayos | 11 de Noviembre del 2016 |
| ✓ Fecha de término de ensayos | 16 de Noviembre del 2016 |

II. RESULTADOS:

ENSAYO FISICO-QUIMICO/ III CORRIDA

| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
|-----------------------|------------------|----------|----------|--|-------|-------|
| | | | | M 1 | M 2 | M 3 |
| 10 mililitros | DBO ₅ | 34.19 | mg/L | 32.69 | 30.45 | 28.10 |
| | DQO | 80.56 | mg/L | 76.34 | 73.14 | 70.89 |
| | STD | 64.38 | mg/L | 59.80 | 57.23 | 55.20 |
| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
| | | | | M 4 | M 5 | M 6 |
| 15 mililitros | DBO ₅ | 34.19 | mg/L | 31.80 | 26.38 | 25.98 |
| | DQO | 80.56 | mg/L | 73.92 | 66.80 | 62.23 |
| | STD | 64.38 | mg/L | 57.87 | 53.44 | 48.93 |
| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
| | | | | M 7 | M 8 | M 9 |
| 25 mililitros | DBO ₅ | 34.19 | mg/L | 25.35 | 20.22 | 16.10 |
| | DQO | 80.56 | mg/L | 63.48 | 51.36 | 42.58 |
| | STD | 64.38 | mg/L | 51.50 | 41.85 | 34.26 |

METODOS DE ENSAYOS

DBO₅ (SMEWW APHA AWWA WEF, "C" 5210B, 22nd edition, 2012, Biochemical oxygen demand (BOD), 5-Day BOD Test.)
DQO (SM Part 5220 B, 22nd Edition)
STD (SMEWW APHA AWWA WEF, "C" 2540B, 22nd edition, 2012, "C", Total Solids Dried at 180 - 185 °C.)

Trujillo, 16 de noviembre del 2016

JOSE RIVERO CORCUERA
Ingeniero Químico
R. C. P. 20384



Informe N° 1017-2016-RIVELAB páginas 1

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - CAL - ACEITE

Jr. Pizarro N° 137 - Oficina N° 108
Trujillo - Perú

rivelabperu@hotmail.com
joferime@hotmail.com

Cel. # 955805353
RPM: # 942101990
Fijo: 044 346297



INFORME DE ENSAYO N° 984-2016-RIVELAB/FQ

II. DATOS GENERALES:

| | |
|-------------------------------------|---|
| SOLICITANTE | Andrés Edward Espinoza Zegarra |
| ENSAYO SOLICITADO | Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Totales Disueltos |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA | |
| ✓ MUESTRA | Agua Residual |
| ✓ CODIGO DE MUESTRA | M-0 - M-9 |
| ✓ PROCEDENCIA | Santiago de Chuco |
| ✓ NUMERO DE MUESTRAS | 09 |
| ✓ PRESENTACION/CANTIDAD | 09 Muestras de 1.0 Litro en Botella de Vidrio 09 Muestras en frascos Winkler |
| ✓ Fecha de ingreso de las muestras | 02 de Noviembre del 2016 |
| ✓ Fecha de inicio de ensayos | 02 de Noviembre del 2016 |
| ✓ Fecha de término de ensayos | 07 de Noviembre del 2016 |

II. RESULTADOS:


ENSAYO FISICO-QUIMICO / II CORRIDA

| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
|-----------------------|------------------|----------|----------|--|-------|-------|
| | | | | M 1 | M 2 | M 3 |
| 10 mililitros | DBO ₅ | 32.19 | mg/L | 30.90 | 28.41 | 27.32 |
| | DQO | 76.56 | mg/L | 72.38 | 69.53 | 68.25 |
| | STD | 60.38 | mg/L | 55.76 | 53.55 | 52.13 |
| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
| | | | | M 4 | M 5 | M 6 |
| 15 mililitros | DBO ₅ | 32.19 | mg/L | 29.94 | 25.72 | 24.46 |
| | DQO | 76.56 | mg/L | 70.26 | 64.84 | 60.18 |
| | STD | 60.38 | mg/L | 54.15 | 50.12 | 44.88 |
| Cantidad de EM en ml. | Parámetros | Efluente | Unidades | Tiempo de Permanencia del agua en Días | | |
| | | | | M 7 | M 8 | M 9 |
| 25 mililitros | DBO ₅ | 32.19 | mg/L | 23.75 | 18.52 | 15.46 |
| | DQO | 76.56 | mg/L | 61.25 | 49.76 | 43.28 |
| | STD | 60.38 | mg/L | 49.30 | 41.25 | 35.19 |

MÉTODOS DE ENSAYOS

DBO₅ (SMEWW APHA AWWA WEF, "C" 5210B, 22nd edition, 2012, Biochemical oxygen demand (BOD), 5-Day BOD Test.)
DQO (SM Part 5220 B, 22nd Edition)
STD (SMEWW APHA AWWA WEF, "C" 2540B, 22nd edition, 2012, "C", Total Solids-Dried at 103 - 105 °C.)

Trujillo, 07 de Noviembre del 2016


JOSE RIVERO CORDERO
Ingeniero Químico
R/ CIP 20384



Informe N° 984-2016-RIVELAB página 1

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - CAL - ACEITE

Jr. Pizarro N° 137 - Oficina N° 108
Trujillo - Perú

rivelabperu@hotmail.com
joferime@hotmail.com

Cel. # 955805353
RPM: # 942101990
Fijo: 044 346297