



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

ESTUDIO DE UN FILTRO BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE EFLUENTES GENERADOS EN UNA QUESERA EN LA PARROQUIA MULALÓ - CANTÓN LATACUNGA, A BASE DE PIEDRA CALIZA, CANUTILLOS DE CERÁMICA, ZEOLITA Y CARBÓN ACTIVADO GRANULAR DE CÁSCARA DE COCO.

AUTOR: VILLAMARÍN NARANJO DIEGO XAVIER

TUTOR: ING. MG. PAREDES BELTRAN BOLIVAR EDUARDO

Ambato – Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Bolívar Eduardo Paredes Beltrán certifico que el presente Informe Final del Trabajo Experimental “**ESTUDIO DE UN FILTRO BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE EFLUENTES GENERADOS EN UNA QUESERA EN LA PARROQUIA MULALÓ - CANTÓN LATACUNGA, A BASE DE PIEDRA CALIZA, CANUTILLOS DE CERÁMICA, ZEOLITA Y CARBÓN ACTIVADO GRANULAR DE CÁSCARA DE COCO**” realizado por el Sr. Diego Xavier Villamarín Naranjo, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

Ambato, Junio del 2017

Ing. Mg. Eduardo Paredes Beltrán

TUTOR

AUTORIA

Yo, Diego Xavier Villamarín Naranjo, C.I. 050302161-0 Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental con el tema: **“ESTUDIO DE UN FILTRO BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE EFLUENTES GENERADOS EN UNA QUESERA EN LA PARROQUIA MULALÓ - CANTÓN LATACUNGA, A BASE DE PIEDRA CALIZA, CANUTILLOS DE CERÁMICA, ZEOLITA Y CARBÓN ACTIVADO GRANULAR DE CÁSCARA DE COCO”**, es de mi completa autoría, a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, Junio de 2017

Diego Xavier Villamarín Naranjo

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo experimental dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Junio de 2017

Diego Xavier Villamarín Naranjo

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de calificación de grado aprueban el Trabajo Experimental, sobre el tema: “**ESTUDIO DE UN FILTRO BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE EFLUENTES GENERADOS EN UNA QUESERA EN LA PARROQUIA MULALÓ - CANTÓN LATACUNGA, A BASE DE PIEDRA CALIZA, CANUTILLOS DE CERÁMICA, ZEOLITA Y CARBÓN ACTIVADO GRANULAR DE CÁSCARA DE COCO**”, del egresado Diego Xavier Villamarín Naranjo, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Julio del 2017

Ing. Mg. Dilón Moya
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Lenin Maldonado
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo se los dedico de la manera más especial a mis padres Fernando y Rebeca, por darme la vida, por jamás separarse de mí y brindarme ese apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A mi abuelita Gloria, por todos aquellos consejos que me supo dar con el transcurrir de los años, con el fin de no decaer y darme ese ánimo para seguir adelante, y cada día ser una mejor persona

A Santiago, mi entrañable hermano. Al ser un ejemplo para mí y como hermano mayor siempre protegerme de todo lo malo.

A Cynthia, aquella persona que el destino trajo para mí, al ser mi mejor amiga y novia, demostrándome su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por toda la confianza depositada en mí, para alcanzar mis metas. Por los valores inculcados y la enseñanza de que el esfuerzo y la dedicación son la base para conseguir los objetivos que me trace en la vida.

A mi hermano, por todos esos momentos que supiste darme un consejo y palabras de aliento.

A mi novia, por ser mi compañía en gran parte de mi etapa universitaria y por estar siempre presente con tu ayuda desinteresada.

Al Ing. Mg. Eduardo Paredes, que supo siempre como instruirme en este proyecto, para su correcto desarrollo.

Para aquellos docentes que realmente tuvieron el interés que seamos más capaces, los que efectivamente se preocuparon que adquiramos más conocimiento para la vida profesional.

ÍNDICE

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORIA.....	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE	VIII
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	XI
RESUMEN EJECUTIVO	XIII
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	8
1.4 OBJETIVOS.....	10
1.4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
1.4.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS	10
CAPÍTULO II	11
FUNDAMENTACIÓN	11
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	11
2.1.1 Industria Láctea.....	11
2.1.2 Aguas Residuales de Quesera.....	14

2.1.3 Caracterización de parámetros para análisis del efluente generado por la Industria Quesera	15
2.1.4 Filtro Biológico.....	17
2.1.5 Normativa	20
2.2 HIPÓTESIS	21
2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	21
2.3.1. Variable Independiente	21
2.3.2 Variable Dependiente	21
CAPÍTULO III.....	22
METODOLOGÍA	22
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	22
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	24
3.3.1 Variable Independiente	24
3.3.2 Variable Dependiente	25
3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	26
3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	26
3.5.1 Plan de procesamiento de la información	26
3.5.2 Plan de análisis.....	27
CAPÍTULO IV	28
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	28
4.1 Recolección de datos	28
4.1.1 Detalle del establecimiento.....	29
4.1.2 Estimación de caudal de agua residual.	30
4.1.3 Estructuración y funcionamiento inicial de filtro biológico	30
4.1.4 Período de Calibración.....	32
4.1.5 Costo de filtro biológico	33

4.1.6 Recolección de muestras.....	33
4.2 Análisis de resultados	34
4.2.1 Tablas de análisis (Muestra-Parámetros).....	34
4.2.2 Estimación Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	37
4.2.3 Nivel de eficiencia por parámetro.....	38
CAPÍTULO V.....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1 Conclusiones	50
5.2 Recomendaciones	51
MATERIALES DE REFERENCIA.....	53
1. Bibliografía	53
2. Anexos	59
2.1 Cálculo de número de muestras.....	59
2.2 Ciclo de Deming.....	59
2.4 Anexo Fotográfico.....	61
2.5 Especificaciones Técnicas	67
2.6 Resultados de análisis por muestra.....	69

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

A. TABLAS

Tabla 1. Composición del lacto suero ácido	14
Tabla 2. Matriz Parámetros vs Tesis, para caracterización de parámetros.	15
Tabla 3. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	21
Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente	24
Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente.....	25
Tabla 6. Plan de recolección de información	26
Tabla 7. Detalle de equipos	31
Tabla 8. Granulometría de materiales	31
Tabla 9. Espesor de lecho de cada material	31
Tabla 10. Análisis Comparativo.....	32
Tabla 11. Espesor de lecho de cada material	33
Tabla 12. Costo de filtro biológico	33
Tabla 13. Cronograma-Recolección de muestras para análisis.....	34
Tabla 14. Análisis físico, químico y microbiológico del efluente.	34
Tabla 15. Análisis físico, químico y microbiológico MUESTRA 1.....	35
Tabla 16. Análisis físico y químico. MUESTRA 2.	35
Tabla 17. Análisis físico y químico. MUESTRA 3.	35
Tabla 18. Análisis físico y químico. MUESTRA 4.	36
Tabla 19. Análisis físico, químico y microbiológico MUESTRA 5.....	36
Tabla 20. Análisis físico y químico. MUESTRA 6.	36
Tabla 21. Análisis físico y químico. MUESTRA 7.	37
Tabla 22. Análisis físico, químico y microbiológico MUESTRA8.....	37
Tabla 23. Media de Tiempo de Retención Hidráulica	37
Tabla 24. Resumen Muestras Concentración/Eficiencia vs Tiempo	38
Tabla 25. Resumen Muestras Concentración/Eficiencia vs Tiempo (2).....	44
Tabla 26. Resumen Muestras Concentración/Eficiencia vs Tiempo (3).....	47
Tabla 27. Ficha técnica de zeolita Natural	68

B. FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Proceso de funcionamiento	12
Figura 2. Aireadores típicos de bandejas	18
Figura 3. Canutillos de cerámica.....	19
Figura 4. Estructura de filtro biológico.....	28
Figura 5. Ubicación de Productos Lácteos DON GUIDO	29
Figura 6. Sólidos Totales vs Tiempo (Esc. Logarítmica)	38
Figura 7. Gráfico de Eficiencia Sólidos Totales vs Tiempo	39
Figura 8. Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Tiempo (Esc. Logarítmica).....	40
Figura 9. Gráfico de Eficiencia Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Tiempo	41
Figura 10. Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Tiempo (Esc. Logarítmica).....	42
Figura 11. Gráfico de Eficiencia Demanda Química de Oxígeno vs Tiempo	43
Figura 12. Sólidos Suspendedos Totales vs Tiempo (Esc. Logarítmica)	44
Figura 13. Gráfico de Eficiencia Sólidos Suspendedos Totales vs Tiempo	45
Figura 14. Sólidos Suspendedos Totales vs Tiempo (Esc. Logarítmica)	46
Figura 15. Gráfico de Eficiencia Coliformes Totales vs Tiempo	47
Figura 16. Potencial de Hidrógeno vs Tiempo	48
Figura 17. Aceites y Grasas vs Tiempo	49
Figura 18. Ciclo de Deming y los experimentos.....	59
Figura 19. Estructura de filtro, programa SketchUp.....	60

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ESTUDIO DE UN FILTRO BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE EFLUENTES GENERADOS EN UNA QUESERA EN LA PARROQUIA MULALÓ - CANTÓN LATACUNGA, A BASE DE PIEDRA CALIZA, CANUTILLOS DE CERÁMICA, ZEOLITA Y CARBÓN ACTIVADO GRANULAR DE CÁSCARA DE COCO”

Autor: Villamarín Naranjo Diego Xavier

Tutor: Ing. Mg. Eduardo Paredes

El presente proyecto experimental tiene como finalidad, evaluar la eficiencia de los materiales filtrantes, propuestos en la investigación.

El método aplicado en la creación del filtro biológico conformado de piedra caliza, canutillos de cerámica, zeolita y carbón activado granular de cáscara de coco, se basa en el proceso de aireación por medio de aireadores de bandejas múltiples.

El experimento posee dos etapas, cumpliéndose un total de 73 días de funcionamiento. La primera etapa fue de calibración, para el aumento de altura de lecho al compararse la de agua residual y una vez filtrado el líquido, por otro lado la segunda etapa es de funcionamiento y lograr determinar tanto la eficiencia como la vida útil de los materiales.

La estructura del filtro es metálica, con una altura de 2 metros. Posee cinco cavidades, en los cuales descansaran los recipientes que contienen los materiales filtrantes, cuatro de cinco recipientes posee 13 perforaciones para inducir un flujo por goteo. El primer recipiente ubicado en la parte superior, contiene el efluente a tratarse, desde el segundo hasta el cuarto estará conformado por los materiales filtrantes; piedra caliza y canutillos de cerámica (recipiente 2), carbón activado granular (recipiente 3), zeolita (recipiente 4), finalmente el líquido tratado se depositara en el último recipiente.

Se analizaron los parámetros, creyéndose necesarios; Aceites y Grasas, DB0, DQO, ST, SST, CT y pH.

SUMMARY

Theme: Study of a biological filter for the control of effluents generated in a cheese factory in the locality Mulaló – Latacunga, based on limestone, ceramic beads, zeolite and activated carbon of coconut's shell.

Author: Villamarín Naranjo Diego Xavier.

Tutor: Ing. Mg. Eduardo Paredes.

The present experimental project aims to evaluate the efficiency of the filtering materials proposed in the research.

The method applied in the creation of the biological filter formed of limestone, ceramic beads, zeolite and activated carbon of coconut's shell, is based on the aeration process by means of multi-tray aerators.

The experiment has two stages, with a total of 73 days of operation. The first stage was calibration, for the increase of bed height when comparing the residual water and once the liquid is filtered, on the other hand the second stage is to operate and to determine both the efficiency and the useful life of the materials.

The structure of the filter is metallic, with a height of 2 meters. It has five cavities, in which the containers containing the filtering materials rest, four of five containers have 13 perforations to induce a drip. The first container located at the top contains the effluent to be treated, from the second to the fourth will be formed by the filtering materials; Limestone and ceramic beads (vessel 2), granular activated carbon (vessel 3), zeolite (vessel 4), finally the treated liquid is deposited in the last vessel.

The parameters were analyzed, believing it necessary; Oils and Fats, BOD, COD, ST, SST, TC and pH.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 TEMA:

ESTUDIO DE UN FILTRO BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE EFLUENTES GENERADOS EN UNA QUESERA EN LA PARROQUIA MULALÓ - CANTÓN LATACUNGA, A BASE DE PIEDRA CALIZA, CANUTILLOS DE CERÁMICA, ZEOLITA Y CARBÓN ACTIVADO GRANULAR DE CÁSCARA DE COCO.

1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Como puntales previos en la presente investigación, se ha recopilado información de varios lugares del mundo, donde se han visto obligados a usar nuevos mecanismos para el tratamiento de aguas residuales generadas por el ser humano, con lo que se ha hecho referencia lo siguiente:

- a. Ecological Engineering, presenta el artículo: **“Posibilidad de utilizar un filtro biológico aireado como post-tratamiento para aguas residuales municipales”**, siendo su objetivo primordial evaluar el desempeño de un manto de lodos anaeróbicos de flujo ascendente (P-UASB), seguido de un filtro biológico aireado (BAF), para eliminar contaminantes orgánicos, inorgánicos y patógenos.

La metodología que se aplicó para el desarrollo del experimento consistió en que, el efluente pasaría por el manto de lodos P-UASB conformado por un lodo anaeróbicamente dirigido primario, luego de esto pasa al BAF, y este a un colador de placas inclinadas, para sostener la biomasa lavada, adicionalmente mejorando la calidad del efluente. El BAF estaría compuesto por Tejido de poliéster no tejido (NWPF), colocado en placas verticales, con separación de 5cm entre sí, y a 10cm desde el fondo del reactor. Finalmente se hizo un análisis

físico-químico y bacteriológico siguiendo los estándares propuestos por la Asociación Americana de Salud Pública (APHA, 2012).

Las conclusiones más representativas del artículo fueron:

- “El uso del BAF como post-tratamiento después de P-UASB produjo un efluente de alta calidad tanto en términos de parámetros físico-químico como biológicos. La eficiencia total del sistema de tratamiento integrado operado a una tasa de carga orgánica promedio de 1,54kg COD m³/día, fue del 89% de TCOD, del 92% de DBO₅ y del 95% DE TSS”.
- “El Sistema de tratamiento integrado propuesto puede tratar aguas residuales de baja a media intensidad y es capaz de producir un efluente con una calidad adecuada para su reutilización en riego sin restricciones de acuerdo con la Norma Reguladora Nacional (ECP 501, 2005)”. [1]

- b. El artículo, “**La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua**”, tiene como objetivo revisar y analizar el proceso de biofiltración como alternativa que garantice un estado de saneamiento adecuado para las poblaciones afectadas.

La biofiltración es conocida por usar una sola operación para la purificación de agua, como consecuencia de las bajas tasas de filtración provocadas por los materiales que componen dichos filtros. A pesar de ser una técnica muy antigua, la implementación de nuevos materiales como reemplazo de aquellos convencionales, ha generado que sea en la actualidad un tema de investigación novedoso.

El mejoramiento de dicho proceso a partir de nuevos materiales para la conformación del lecho filtrante genera ventajas, tales como:

- Reducción de niveles de cloro residual.
- Disminución de gérmenes patógenos identificados en el agua, hasta en un 100%.
- Rendimiento favorable a partir de la cantidad de material que se coloque en el biofiltro.

- Facilidad de mantenimiento y operación, enfatizando que ocupa poco espacio.
- Es un sistema más económico que los sistemas convencionales.

En conclusión se afirma que: “El proceso de biofiltración, por presentar una alta eficiencia en el proceso de potabilización de agua, debe ser motivo de estudio e investigación con el objeto de mejorar su diseño, manejo y operaciones de mantenimiento. Lo anterior presupone beneficios económicos que, a su vez, favorecerían las condiciones de las poblaciones con la necesidad de satisfacer sus requerimientos de agua potable”. [2]

- c. El artículo **“La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias”**, tiene por objetivo presentar resultados de los principales proyectos de biofiltros a escala real y su impacto generado en los sectores; urbano (municipios pequeños, sectores rurales), agropecuario y agroalimentaria, en los países de Canadá y México.

La metodología implementada en este artículo se basa en la aplicación de biofiltros constituidos básicamente de virutas de madera y turba de Sphaigne (tipo de musgo), y su formulación está en función del tipo de efluente a tratar y los respectivos objetivos de descarga. El medio orgánico (turba de Sphaigne) posee una vida útil de 5 años, no obstante este puede ser reutilizado como abono de suelo agrícola.

Los casos presentados, poseen sistemas individuales donde están incluidos biofiltros:

- Control de efluentes sanitarios y municipales (Buelna-Canadá); donde el sistema estaba compuesto por un foso séptico convencional, biofiltro, y las aguas tratadas posteriormente descargadas en un pozo de infiltración.
- Tratamiento de aguas residuales de una industria agroalimentaria (Giannone-Canadá); este sistema trata de un pretratamiento, trampa de grasas, tanque regulador hidráulico, flotador físico-químico, dos biofiltros y un biofiltro secundario. El efluente tratado es descargado al río Chicot.

- Tratamiento de estiércol de puerco (Viaporc-Canadá); este sistema posee un taque de regulación hidráulica, unidad de flotación fisicoquímica, dos biofiltros primarios, un biofiltro secundario y un pozo de infiltración, para la descarga del agua tratada.
- Tratamiento de efluentes sanitarios en clima subtropical (Cuernavaca-México); este sistema trata de una fosa séptica dividida en tres cámaras, un cárcamo de regulación, seguida de un biofiltro considerándolo como tratamiento secundario. Posteriormente el efluente es reutilizado en riego áreas verdes.

Las conclusiones más representativas del presente artículo se anuncian a continuación:

- “Los resultados obtenidos durante más de seis años de operación a escala real revelan que la eficiencia global; de tratamiento del proceso de biofiltración sobre lecho orgánico se sitúa entre 90 y 99%, en función de los diferentes parámetros estudiados, y que ésta se mantuvo estable desde el inicio de la operación de los sistemas. El agua tratada está libre de malos olores. La calidad del efluente producido por el sistema permite complementar su reúso en el riego de áreas verdes (jardines, campos de golf), en agricultura, lavado y recarga de mantos freáticos. Las aguas tratadas pueden igualmente ser descargadas en lagos y ríos, sin ser afectar la calidad del agua del cuerpo receptor. Gracias a la simplicidad del proceso, se requieren solamente tres horas por semana de personal no especializado para su operación y mantenimiento.”
- “Estos resultados permiten concluir que la biofiltración sobre lecho orgánico constituye una tecnología robusta, segura, simple y eficaz, adaptada a la problemática ambiental de las regiones aisladas. Sus bajos costos de inversión y mantenimiento, su simplicidad de operación y mantenimiento, hacen de esta tecnología una alternativa muy interesante para el tratamiento de las aguas residuales generadas por las pequeñas comunidades, los asentamientos rurales y las agro-industrias.”
- “En un contexto de desarrollo sustentable sería oportuno adaptar esta tecnología al contexto específico de los países iberoamericanos. La

identificación de materiales autóctonos y la ampliación de vitrinas de demostración tecnológica constituyen sin duda las primeras actividades por realizar.”[3]

- d. El artículo **“Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectivas”** tiene como objetivo revisar bibliográficamente las innovaciones tecnológicas logradas en el tratamiento pasivo acerca de los drenajes ácidos de mina.

Las aguas residuales provocadas por minas contienen gran cantidad de sólidos suspendidos, con un gran contenido de sulfato y metales disueltos. La concentración de elementos es perjudicial para la actividad biológica, contaminando cauces, inclusive hasta dañar la estructura y cimentaciones de construcciones.

Uno de los métodos en el presente artículo es el Drenaje Anóxico Calizo, cual consiste en una zanja rellena con roca caliza sellado en su superficie con tierra arcillosa y una geomembrana impermeable. No obstante el fluido pasa por la zanja provocando que se disuelva la caliza, genere alcalinidad y se logre elevar el pH del agua.

La conclusión a destacar es: “Se puede afirmar que los métodos de tratamiento pasivo han alcanzado buenos rendimientos en la neutralización de la acidez y en la eliminación de metales de los drenajes ácidos de mina. En minas activas son especialmente adecuados para el tratamiento de caudales no demasiado grandes, aunque en la explotación ya exista una planta convencional de tratamiento de aguas. Así se puede diseñar y construir sistemas pasivos en paralelo para el tratamiento de aguas de drenaje en zonas mineras abandonadas, los sistemas pasivos se revelan como los tratamientos ideales, por sus bajos costes de construcción, operación y mantenimiento, en comparación con los sistemas convencionales. Por ello, los sistemas pasivos se constituyen como tecnologías emergentes.” [4]

- e. El artículo “**La purificación del agua de río a través de un proceso híbrido de membranas cerámicas porosas y coagulación**”, tiene como objetivo investigar los parámetros de operación, el mecanismo de ensuciamiento y pruebas a escala real.

El experimento cumple con una metodología de dos fases con procesos de microfiltración y ultrafiltración: el pretratamiento y filtración de membrana. En la primera fase el agua residual se precipita a un surtidor, este es trasladado a una licuadora con un coagulante para terminar en un tanque de deposición, para la segunda fase el nuevo fluido llega a un segundo surtidor, de ahí pasa a la membrana cerámica que posee una solución concentrada (ácido húmico), hasta que acaba en la filtración definitiva del fluido.

Se considera que: “Los resultados muestran que este proceso híbrido es una manera efectiva para purificar el agua que se encuentra micro-contaminada. El proceso de microfiltración es más eficiente que la ultrafiltración. El tamaño de poro de la membrana en el intervalo de 20nm a 500nm tiene efecto pequeño sobre el flujo, para la filtración de punto muerto tiene poca influencia en la calidad del agua del permeado. El análisis de incrustación de membrana muestra que la filtración de la torta desempeña un papel importante en este proceso para la membrana con un tamaño de poro de 50, 200 y 500nm ”[5]

- f. En el artículo “**Planta compacta potabilizadora de aguas superficiales con zeolita**”, posee el objetivo de diseñar una planta flexible para la potabilización de agua a partir de zeolita como material filtrante y adicionalmente como floculante.

La metodología posee un sistema compuesto por dos bombas en paralelo que trabajarán de manera alternada, seguido por dos dosificadores en seco que logra dosificar el sulfato de aluminio y zeolita, actuando como floculante. Finalmente dos clasificadores de hormigón y tres filtros de zeolita, los cuales trabajaran a presión.

Las conclusiones más relevantes son:

- “Las plantas compactas flexibles satisfacen los requerimientos de agua en pequeñas comunidades, donde otro tipo de tecnología resultaría

excesivamente compleja y costosa, garantizando una buena calidad del agua con propiedades organolépticas adecuadas dado el empleo de la zeolita.”

- “Las ventajas de estas plantas son su flexibilidad y capacidad de adaptación a diferentes condiciones, su sencillez operacional (sobre todo si existen condiciones para la opción con sistema informativo en computadora), su consumo de reactivos y su relativo bajo costo.” [6]

- g. El artículo **“Evaluación del desempeño de filtración en múltiples etapas usando carbón activado granular y mantas sintéticas no tejidas”** posee el objetivo de evaluar la eficiencia del proceso de filtración en múltiples etapas con pilares de carbón activado con mecanismo de pulimento del efluente.

El método al que ha sido sometido dicho experimento estuvo constituido por un pre-filtro dinámico, seguido de un pre-filtro vertical de flujo ascendente, cuatro unidades de filtración lenta y cuatro pilares de pulimento con carbón activado granular. Las múltiples etapas de filtración eran: a) filtro lento con manto sintético no tejido sobre un lecho de arena, capa intermedia de carbón activado granular y capa inferior de arena; b) filtro lento con manta no tejida sobre capa de arena; c) filtro lento compuesto de arena y carbón activado granular; y d) filtro lento de arena manto granular.

Las conclusiones a destacar son:

- “La configuración de filtros lentos con manta no tejida y CAG fue la que presentó mejor remoción de la turbidez y favoreció la eficiente reducción de color aparente y color verdadero. Pese a los diferentes desempeños de los FL para los tres parámetros, las columnas de pulimento produjeron efluentes finales de características similares lo que para efectos de diseño validaría el uso del CAG después de los filtros lentos.”
- “La implementación de una capa de carbón activado granular en los filtros lentos permitió lograr una mayor remoción de materia orgánica, expresada en términos de oxígeno consumido” [7]

1.3 JUSTIFICACIÓN

El procesamiento de alimentos cubre un amplio rango de actividades asociadas a la producción y comercio del mismo. Cabe recalcar que para la producción de todos los alimentos se necesita grandes volúmenes de agua, generando así mismo grandes cantidades de efluentes los cuales deben ser tratados para cumplir con normas y códigos. Las empresas de procesamiento de alimentos que han apostado por plantas de tratamiento para los efluentes generados por sí mismos, se han visto perjudicados por el alto costo que conlleva este debido a los grandes volúmenes de agua que requiere para ambos procesos. El desafío a tratarse en dichas empresas es el DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), a mayor nivel de DBO en el agua residual, mayor cantidad de tratamiento es necesario. [8]

La demanda y usos de agua en el Ecuador se divide en Consuntivos y No Consuntivos, siendo así que el primero posea cantidad y calidad para el consumo humano, mientras que el segundo no sea obligatorio de dichas características, y de esa manera pueda ser usado para generar energía, navegación, etc. El uso Consecutivo predominante en el país es agrícola, representa el 80% del caudal utilizado, seguido por el uso doméstico (13%) y la industria (7%). [9]

Según la Comisión Permanente del Pacífico Sur (2006), se estima que el volumen de descarga de aguas residuales industriales en el país es de 55.2 millones de metros cúbicos anuales. Lamentablemente para los usuarios del agua y para las autoridades que regulan su uso, la gestión del agua en el Ecuador se realiza casi a ciegas, salvo algunas excepciones en empresas de agua de grandes ciudades. La falta de monitoreo demuestra que no se hace hincapié para el adecuado tratamiento de aguas residuales. [10]

La primera Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el país, entró en funcionamiento en la ciudad de Cuenca por el año de 1999, llegando hasta nuestra fecha alrededor de 5 PTAR a nivel nacional. Con el pasar de los años cada ciudad ha generado nuevas ordenanzas para las industrias en favor del cuidado del Medio Ambiente, teniendo que cumplir con estándares sobre los efluentes que deberán volver al cauce natural, lo que ocasiona que la comunidad deba encontrar nuevas alternativas

para control de descargas, dando paso a los filtros biológicos, que ayudaran a cumplir con las normas estipuladas al menor costo posible.[11]

La contaminación de los ríos de la provincia de Cotopaxi ha ido en ascenso, según MAE-C el 20% de la contaminación de los ríos es provocada por las industrias, mientras que el 80% es generado por el sector urbano. No obstante el GAD Provincial señala que el 50% de los ríos de la Provincia de Cotopaxi posee niveles de contaminación altos por diferentes fuentes biológicas y químicas.[12]

El objetivo del aspecto industrial productivo es mejorar las descargas para evitar la contaminación en los ríos de la provincia, pero el principal problema es el alcantarillado de la ciudad de Latacunga porque no existe un tratamiento previo para el almacenamiento, expresó Enrique Iturralde, técnico de la Unidad de Calidad Ambiental. Todos coinciden en que el trabajo para recuperar las efluentes naturales deben empezar de inmediato ya que es un proceso en el que apenas se verían resultados de 5 a 10 años, según las estrategias y sanciones que se emiten como ley.[13]

De esta manera se considera investigar un filtro biológico que surte el mismo efecto que las plantas de tratamiento convencionales, de manera más económica y garantizando su efectividad, partiendo de una quesera y las varias sustancias que estas alteran el estado físico y químico del agua, se propone que contenga:

Piedra caliza, con la finalidad que no sobrepase la materia flotante gracias a su gran porosidad, y es un neutralizante para el agua acida. [14]

Canutillos de Cerámica, se basa en la microfiltración, reteniendo todas las impurezas en suspensión restantes que logren pasar de la piedra caliza, adicionalmente logra la aglomeración y detención de los microorganismos tales como bacterias, parásitos protozoarios, entre otros.[15]

Zeolita, funciona de manera eficiente y económica, alcanzando niveles de purificación notables, generando la remoción de fosfatos, sulfatos, cloruros, metales pesados y ayudando al aumento de nutrientes y oxígeno al agua.[16]

Carbón Activado de Cascara de Coco, se empleará de manera granular, logrando así un agua más cristalina, sin ningún tipo de olor y sabor. [17]

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

- ✓ Evaluar la eficiencia de un filtro biológico a base de piedra caliza, canutillos de cerámica, zeolita y carbón activado granular de cáscara de coco, del efluente de una quesera.

1.4.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

- ✓ Identificar los componentes físico, químico y microbiológico que podrían estar presentes en el efluente generado por una quesera.
- ✓ Establecer el Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) en conjunto.
- ✓ Analizar y comparar los resultados de los análisis físico, químico y microbiológico, antes y después de someter el efluente al proceso de filtración.
- ✓ Determinar el costo de filtro biológico.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Industria Láctea

En el Ecuador los primeros pasos de la industria láctea se dieron por el año de 1900, aunque el proceso de pasteurización comenzó en 1938, específicamente Quito. Desde entonces la cadena productiva se ha desarrollado e intentado ganar espacios más grandes y generando ingresos para las familias y comunidades enteras. Aproximadamente 3,5 millones de hectáreas se dedican a la producción de leche, según la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO), con gran mayoría en la Sierra (75%), Amazonia (11%) y lo restante (14%) entre la Costa y la Región Insular.

Está conformado por un conjunto de fábricas pertenecientes a la industria alimenticia, y como materia prima utilizan la leche del ganado vacuno, para la elaboración de una serie de productos. [18]

2.1.1.1 Impacto Ambiental de la Industria Quesera

Los impactos ambientales que se generan en estas industrias parten básicamente del tipo de instalación, del sistema de limpieza que se ejecute en el desarrollo de la producción y el consumo de agua que fácilmente puede superar en cantidad a la utilizada durante el proceso de producción de los diversos productos. El consumo promedio para la limpieza se encuentra entre (1,3-3,2) litros de agua por kilogramo de leche, aunque este valor podrá variar hasta los 10 litros dependiendo del cuidado por parte de los trabajadores.

Entre los impactos más destacados se consideran el consumo de energía eléctrica, plásticos y generación de efluente con sustancias orgánicas (suero y restos de productos lácteos) e inorgánicas del aseo y desinfección.

El causante de altos valores de DBO y DQO, en el agua residual producida por la industria quesera es el lacto suero, el cual se genera en grandes volúmenes. [19]

2.1.1.2 Quesera Artesanal

La quesera artesanal parte desde el artesano, que debe concebir una quesera que cumpla con un lugar de trabajo amplio y muy bien equipada, en un marco natural que es el propio establecimiento donde vive la familia, con el fin de controlar cada fase de la elaboración, desde la recepción de la materia prima hasta finalizar con la salida del producto.[20]

2.1.1.3 Queso

“Es el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada, integral o parcialmente descremada, constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel o menos deshidratado, que retiene un porcentaje de la materia de grasa, según el caso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales.” [21]

2.1.1.3.1 Proceso de Elaboración del producto en Quesera Artesanal

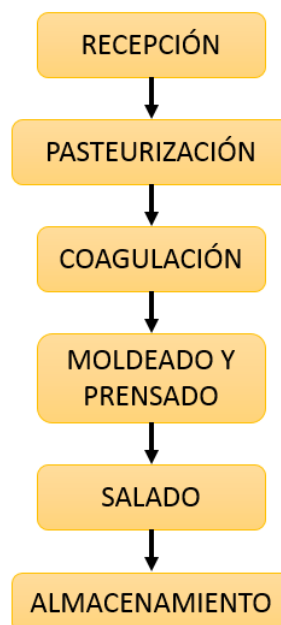


Figura 1. Diagrama de Proceso de funcionamiento

Fuente: Productos Lácteos DON GUIDO

Desarrollado por: Villamarín Diego

a. Recepción

Su almacenamiento se lo hace en tanques de plástico o de acero inoxidable, aquí se comprobará la calidad de la materia prima. En el caso de ser una microempresa, la leche proviene de hasta tres establos, por lo que es necesario y/u obligatorio el control de acidez, contaminación de impurezas y densidad.

b. Pasteurización

Es el proceso térmico que se usa para la eliminación de microorganismos patógenos que podrían encontrarse en la leche, sin alterar las propiedades físicas y químicas de la misma. El método más utilizado para la eliminación de organismos patógenos es el calentamiento de la materia prima a 60°C por 20 minutos.

c. Coagulación

Una vez completado el proceso de pasteurización, se lo pasa a un tanque de acero inoxidable, aquí se aplica el cuajo una vez que la leche esté a una temperatura entre (30-32) °C, colocándose 10ml de cuajo por cada 100 litros de leche, de inmediato se agita la mezcla para distribuirlo bien y se lo deja reposar entre 15 y 35 minutos.

d. Moldeado y prensado

Estos generalmente son moldes plásticos en forma cuadrada o rectangular, los mismos que se llenan con la sustancia ya cuajada y se los deja escurrir de 15 a 20 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente se los voltean y nuevamente a reposar de 2 a 3 horas, logrando así la consistencia necesaria.

e. Salado

Una vez que se ha adquirido la consistencia necesaria en cada uno de los moldes, se los lleva a una tina con agua salada cumpliendo el rango de 0,75 a 2% del peso del queso durante aproximadamente 30 minutos. Este proceso ayudará a que posea un sabor agradable, mejore su fermentación y evite el desarrollo de microorganismos patógenos que se pueden dar por la contaminación.

f. Almacenamiento

Finalmente se almacena en un cuarto frío para preservarlos frescos, hasta el momento de su entrega. [22]

2.1.2 Aguas Residuales de Quesera

La industria láctea posee como producto primordial el queso, usándose la materia prima en un 25% del total de la producción mundial en su elaboración, logrando así que el principal subproducto de la industria láctea sea el suero o también conocido como lacto suero, el cual retiene cerca del 55% de los componentes de la leche, estimándose que por cada 1kg de queso se origine 9kg de suero.

COMPONENTE	LACTO SUERO ÁCIDO (g/L)
Sólidos Totales	63 - 70
Lactosa	44 - 46
Proteína	6 - 8
Grasas	0,4 - 6,0
Calcio	1,2 - 1,6
Fosfatos	2,0 - 4,5
Potencial de Hidrógeno	4,3 - 4,7

Tabla 1. Composición del lacto suero ácido

Fuente: Panesar et al, 2007

Estos componentes generan aproximadamente 3,5kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y 6,8kg de Demanda Química de Oxígeno (DQO) por cada 100kg de suero producido. El momento de transformar 100,000 litros de leche al día en quesos, se produce una contaminación que equivale a una población de 55.000 a 65.000 habitantes. [23]

La degradación biológica y química de la materia orgánica, debido a la presencia de grasas, proteínas y lactosa provenientes del lacto suero, hacen que el efluente producido por la quesera tenga un DBO y DQO con valores que oscilen entre (600-60.000) mg/L y (800-102.000) mg/L respectivamente.

Las aguas residuales de las industrias productoras de quesos suelen ser neutras, pero debido a la lactosa que posee facilidad para entrar en procesos de fermentación hacen que el efluente sea ácido, y el margen para el Potencial de Hidrógeno (pH) de aguas residuales lácteas sea de 6 a 8,5. [24]

2.1.3 Caracterización de parámetros para análisis del efluente generado por la Industria Quesera

Para una correcta caracterización de los parámetros a analizarse en todo el proyecto experimental, se empleó una matriz de doble entrada, colocándose en columnas las tesis donde se describen los parámetros analizados, mientras que las filas poseerán los parámetros que se pueden determinar en aguas residuales. Logrando de esta manera un método cuantitativo, preliminar y apropiado en caracterización de parámetros.

Las tesis de donde se han extraído información son:

- Tesis 1 (T 1): [19]
- Tesis 2 (T 2): [25]
- Tesis 3 (T 3): [26]
- Tesis 4 (T 4): [27]
- Tesis 5 (T 5): [28]
- Tesis 6 (T 6): [29]

PARÁMETRO \ TESIS	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Sumatoria
1). Demanda Bioquímica de Oxígeno	x	x	x	x	x	x	6
2). Demanda Química de Oxígeno	x	x	x	x	x	x	6
3). Turbiedad				x	x	x	3
4). Potencial de Hidrógeno	x	x	x	x	x	x	6
5). Grasas y aceites	x	x	x	x	x	x	6
6). Conductividad Eléctrica	x				x	x	3
7). Sólidos Totales	x	x		x	x	x	5
8). Sólidos Suspendidos Totales	x	x	x		x	x	5
9). Alcalinidad				x			1
10). Fosforo		x					1
11). Calcio							-
12). Fosfatos			x	x	x		3
13). Temperatura	x						1
14). Cloruro					x		1
15). Nitratos		x	x		x		3
16). Nitritos		x		x			2
17). Nitrógeno Amoniacal				x			1
18). Sulfatos			x				1
19). Amonio			x				1
20). Coliformes Fecales		x		x			2

Tabla 2. Matriz Parámetros vs Tesis, para caracterización de parámetros.

Desarrollado por: Villamarín Diego

Los parámetros considerados de carácter obligatorio, son aquellos que llevan una valoración de 5/6 y 6/6. No obstante se ha asumido otro por la influencia que genera en el líquido vital, tal es el caso de Coliformes Totales debiéndose a que el efluente posee gran cantidad de materia orgánica.

2.1.3.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

“La cantidad de oxígeno que utilizan los microorganismos para oxidar materia orgánica de tipo carbónica y nitrogenada” [30]

“Ensayo de carácter obligatorio para la determinar de la concentración de materia orgánica en aguas residuales, que consiste en medir la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en un período de cinco días a 20°C”. [31]

2.1.3.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

“Cantidad de oxidante químico, expresado en equivalente de oxígeno, que se requiere para oxidar por completo una fuente de materia orgánica” [30].

"Cuanto mayor es el DQO, más contaminada está el agua." [32]

2.1.3.3 Potencial de Hidrógeno (pH)

Cantidad de iones hidroxilo o hidrógeno que se encuentra en una solución (líquido), se utiliza una escala logarítmica y el pH mide la relativa alcalinidad o acidez de la solución. [33]

2.1.3.4 Grasas y Aceites (A y G)

“Son los compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal” [34]

2.1.3.5 Sólidos Totales (ST)

“Permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y duración de la desecación. Su determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimenta una capsula previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante entre 103 y 105°C.” [35]

2.1.3.6 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

“Se basa en el incremento de peso que experimenta un filtro de fibra de vidrio (previamente tarado) tras la filtración al vacío, de una muestra que posteriormente es secada a peso constante a 103-105°C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión.”[35]

Para considerarse que las partículas pertenecen a SST, deberán ser mayores a 1µm. [30]

2.1.3.9 Coliformes Totales (CT)

También conocido como Total de Bacterias Coliformes, es uno de los análisis microbiológicos de aguas residuales, donde se encuentra una amplia gama de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, capaces de proliferar en presencia de grandes concentraciones de sales biliares fermentando la lactosa y generando así ácido en 24 horas a temperaturas de 35-37°C. [36]

2.1.4 Filtro Biológico

Se define como un sistema de lechos de distintos materiales, lugar donde se verterán de una manera intermitente o continua las aguas residuales. Al descargar por el lecho del material granular, el efluente entra en contacto con películas de limo biológico, el cual se genera sobre la superficie del material, manteniendo al lecho en condiciones aeróbicas por medio del flujo de aire. Esto se debe al estímulo por los gradientes de temperatura del aire en el lecho y del ambiente.

Mientras el agua residual y el aire siguen fluyendo por el lecho, el limo biológico hace uso de estos compuestos para generar de los compuestos orgánicos la energía necesaria para los procesos vivientes, material y energía para sintetizar nueva masa celular, con el oxígeno necesario producir la oxidación bioquímica y síntesis celular. Logrando de esta manera remover la materia orgánica mediante su conversión a masa celular, CO₂ y H₂O.

La eficiencia del sistema de filtración Biológica puede variar entre un 60 y 85%, lo cual dependerá de las características que posea las aguas residuales. Logrando adicionalmente que el costo de inversión y de operación sean bajos, lo que ocasiona que cada vez sea más atractiva esta tecnología. [37]

2.1.4.1. Sistema de Aireación

Es el proceso por el cual el agua tiene un contacto directo con el aire, con la finalidad de modificar las concentraciones de sustancias volátiles implícitas en ella, siendo su función en concreto el transferir oxígeno al líquido.

- Aireadores de bandejas múltiples

“Consiste en una serie de bandejas equipadas con ranuras, fondos perforados o mallas de alambre, sobre las cuales se distribuye el agua y se deja caer a un tanque receptor en la base. En muchos aireadores de bandeja se coloca medio grueso de coque, piedra, ladrillo triturado o cerámica, de 5 – 15 cm de diámetro, para mejorar la eficiencia del intercambio de gases y la distribución del agua” [38]

Los aireadores de bandejas múltiples poseen alturas que van de 2 a 3 m, comúnmente se usan de 3 – 5 recipientes, con un área de 0,05 a 0,15m² por L/s de agua tratada y una separación en sentido vertical que varía de 30 - 75 cm.

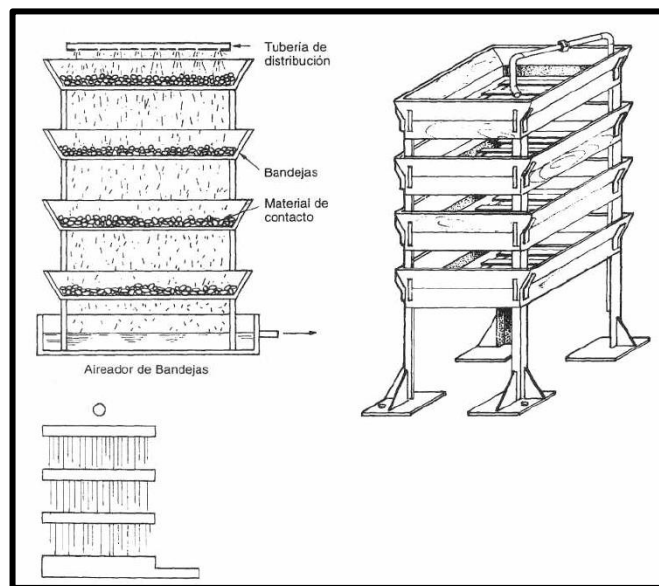


Figura 2. Aireadores típicos de bandejas

Fuente: Potabilización del Agua. Romero, 1999.

2.1.4.2 Piedra Caliza

Roca sedimentaria que contiene minerales de calcita en un 50% (CaCO₃) y dolomita (Ca, Mg (CO₃)), predominando la calcita, teniendo colores desde blancas hasta gris y

negro. Debido a su importancia comercial, este mineral se deriva en cal, carbonato de calcio y cemento. [39]

La resistencia a la compresión de este material oscila entre 98,4 y 583,5 kg.cm². Una densidad aproximada a 1,922 kg/dm³ cuando se encuentra secado al aire, pero al encontrarse húmeda llega a 2,242kg/dm³. Adicionalmente, según la escala relativa de Friedrich Mohos la dureza de la caliza oscila entre 2 y 3.

Las aplicaciones directas e indirectas a las que es sometida la piedra caliza pasan por agricultura, construcción, industria química y métodos de tratamiento de aguas, aguas residuales de poblaciones e industrias (minas).[40]

La piedra caliza ha demostrado ser una alternativa rentable para aguas acidas de mina con tamaño de sus partícula entre 0,42 y 0,59 mm, con concentraciones altas de sulfatos, [41] y elementos mayores tales como: Ca, Mg, Fe, Mn, Co, Li, Ni, Pb, Sr y Zinc. Logrando paralelamente una estabilidad del pH en un rango de 4,5 y 5. [42]

2.1.4.3 Canutillos de Cerámica

Canutillo de cerámica se le da a la forma que poseerá la cerámica, con variación de su altura y diámetro interno y externo, que se imponga el usuario.

Los materiales para la fabricación de la cerámica constituyen un conjunto amplio, cuya características fundamentales son metales y no metales, cuyas uniones son interatómicas fuertes y estables. [43]

La materia prima general para creación de la pasta de la cerámica son: arcilla roja, aserrín y agua. Según el uso que se le dé, se adicionará materia prima tales como: caolín blanco, sílice, cangagua, greda, entre otros, para el producto final.[44]



Figura 3. Canutillos de cerámica

Desarrollado por: Villamarín Diego

2.1.4.4 Zeolita

“Las zeolitas son aluminosilicatos hidratados con cationes alcalinos y alcalinotérreos.”[16]

Caracterizado por el gran intercambio de iones sin modificar la estructura atómica del agua. Posee una estructura tridimensional rígida, conformando una red de túneles lo que provoca que posea una amplia área superficial para realizar el intercambio catiónico y la adsorción de humedad, esta posee una forma similar a la de la arcilla.[45]

La zeolita natural por sus diversas modificaciones catiónicas en los sistemas de filtración, logra niveles de purificación bastante exitosa, logrando remover fosfatos, sulfatos, cloruros y metales pesados como: plomo, cobre, níquel arsénico entre otros. Al usarse como un lecho filtrante logra retener sólidos suspendidos generando así que se disminuya los valores de DBO y DQO, reduciendo la considerablemente las bacterias coliformes.

Es un mineral tan completo en el tratamiento de aguas residuales, que mejora olores y sabores producidos por la polución. [16]

Frecuentemente es usado con una granulometría de 0,04 a 0,08mm, para que sea el intercambio iónico exitoso. También puede ser utilizado para los procesos de ablandamiento del agua, debido a la alta resistencia mecánica, estabilidad química y gran porosidad.[46]

2.1.4.5 Carbón Activado

“Es el carbón que ha sido fabricado a partir de materias primas carbonáceas, es un material microporoso formado por microcristales de carbón, que poseen una relación específica de micro y macro poros, con una superficie interna muy elevada mayor a $600\text{m}^2/\text{g}$, que le confieren altas propiedades de adsorción” [47]

2.1.5 Normativa

Al tratarse de un proyecto experimental vinculado al área técnica Hidráulica Sanitaria, y control de un efluente producido por una quesera artesanal, la normativa será tomada del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Anexo 1, libro VI, tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (2015). [48]

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	<i>Solubles en Hexano</i>	<i>mg/l</i>	<i>70,0</i>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	<i>DBO5</i>	<i>mg/l</i>	<i>250,0</i>
Demanda Química de Oxígeno	<i>DQO</i>	<i>mg/l</i>	<i>500,0</i>
Sólidos Suspendidos Totales	-	<i>mg/l</i>	<i>220,0</i>
Sólidos Totales	-	<i>mg/l</i>	<i>1600,0</i>
Coliformes Totales	<i>NMP</i>	<i>NMP/100ml</i>	<i><40</i>
Potencial de Hidrógeno	<i>Ph</i>	-	<i>6 a 9</i>

Tabla 3. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Anexo 1, libro VI.

2.2 HIPÓTESIS

La creación de un filtro biológico contribuirá a la reducción de los valores en los parámetros considerados perjudiciales en el agua, cumpliendo con las cuantificaciones establecidos para las descargas de la industria quesera en la Parroquia Mulaló de la ciudad de Latacunga.

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. Variable Independiente

Filtro Biológico

2.3.2 Variable Dependiente

Reducción en los parámetros requeridos para el descargo de efluente generado por una quesera.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto experimental se basa en la siguiente clasificación:

- De Laboratorio

Esta investigación se desarrolla en un lugar establecido, con la finalidad de un correcto seguimiento y control sobre el funcionamiento del filtro biológico.

- Exploratoria

Es una investigación exploratoria debido a la falta de información en libros y/o artículos científicos, en razón de los materiales y el orden en que se ubicará los materiales filtrantes.

- Experimental

Para esta investigación será necesario someter a los materiales (piedra caliza, canutillos de cerámica, zeolita y carbón activado) un efluente generado por una quesera artesanal, y considerar si el filtro es apto para el proceso purificación.

- Investigación con el método inductivo

Se busca que el experimento sea el punto de partida para la elaboración de una teoría explicativa de un fenómeno que sea favorable.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

- Población

La población a considerarse será de 73 días, conformado de dos etapas: etapa de calibración (14 días) y de funcionamiento (59 días). Cumpliendo de manera con el Ciclo de Deming detallado en *Anexo 2.2*, fundamental al tratarse de un experimento.

- Muestra

Es necesario tomar una muestra cada siete días, demostrado de manera matemática su recolección unitaria [49], explicado a detalle en el *Anexo 2.1*. Pero a partir de la mitad de la segunda etapa se recogerá dos muestras semanales, que nos brindará una referencia del funcionamiento al final del experimento.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Variable Independiente

- Filtro Biológico

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Un filtro biológico es ejecutado a escala en un laboratorio, el mismo posee un sistema de lechos de varios materiales filtrantes , sobre el cual se vierte el agua residual de manera intermitente, con la finalidad de mejorar la calidad del agua y este puede regresar a un cauce natural, sin el riesgo de propagación de contaminación.	Materiales filtrantes	Piedra Caliza Canutillos de cerámica Zeolita Carbón Activado	¿Diámetro y/o dimensiones de los materiales filtrantes?	-Tabla de chequeo
		Filtración	¿Cuál es el Tiempo de Retención Hidráulica estimado?	-Tabla de chequeo
	Calidad del agua	Parámetros de calidad	¿Cumple con la Normativa vigente, en razón de la descarga?	-Análisis de laboratorio -Norma TULSMA

Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente

Realizado por: Villamarín Naranjo Diego Xavier

3.3.2 Variable Dependiente

- Reducción en los parámetros requeridos para el descargo de efluente generado por una quesera.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Todo tipo de empresas en el que se use agua entre sus diversos procesos correspondientes a su fin, deben cumplir con un tratamiento para las aguas residuales y así garantizar los parámetros requeridos según el TULSMA, en el descargo de efluentes.	Parámetros	-DBO -DQO -A y G -pH -SST -ST -CT	¿Cuál es el nivel de remoción por parámetro?	-Análisis de Laboratorio -Tabla de chequeo
	Efluente	Industria Alimenticia	-¿Qué caudal produce diariamente? -¿Qué sustancias son desechadas en el efluente?	-Ficha de campo -Lista de cotejo

Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente

Realizado por: Villamarín Naranjo Diego Xavier

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
- ¿Para qué?	Dar un aporte a la comunidad sobre nuevos métodos para el tratamiento de aguas residuales provenientes de queseras.
- ¿De qué personas u objetos?	En un filtro biológico realizado a escala, a partir de materiales filtrantes: piedra caliza, canutillos de cerámica, zeolita y carbón activado.
- ¿Sobre qué aspectos?	Los valores permisibles de los parámetros que se deben considerar en el efluente de descarga, según el TULSMA para la industria alimenticia.
- ¿Quién?	Villamarín Naranjo Diego Xavier
- ¿A quiénes o qué?	Las aguas residuales producidas por una quesera artesanal, localizada en la Parroquia de Mulaló, perteneciente al Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.
- ¿Dónde?	En los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato.
- ¿Cómo?	Experimento de adsorción de contaminantes. Realizando análisis físico, químico y microbiológico de muestras tomadas, una vez entre en funcionamiento el filtro biológico.

Tabla 6. Plan de recolección de información

Realizado por: Villamarín Naranjo Diego Xavier

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1 Plan de procesamiento de la información

- ❖ Recopilación de información bibliográfica.
- ❖ Clasificación de datos a razón de las variables e hipótesis.
- ❖ Representación gráfica de los valores obtenidos en los análisis de los parámetros del agua.

3.5.2 Plan de análisis

- ❖ interpretación de los resultados arrojados en los análisis de laboratorio.
- ❖ Comprobación de la hipótesis desarrollada.
- ❖ Especificación de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recolección de datos

El diseño del filtro biológico fue basado en “Evaluación de un filtro artesanal del efluente de una lavadora de autos a base de bagazo de caña de maíz, aserrín, ceniza de carbón vegetal y grava.”, y en los fundamentos de los aireadores de bandejas múltiples [38]. Dicho filtro funciona a base de piedra caliza, canutillos de cerámica, carbón activado granular de cascara de coco y zeolita, para el tratamiento de agua residual proveniente de la quesera Don Guido.

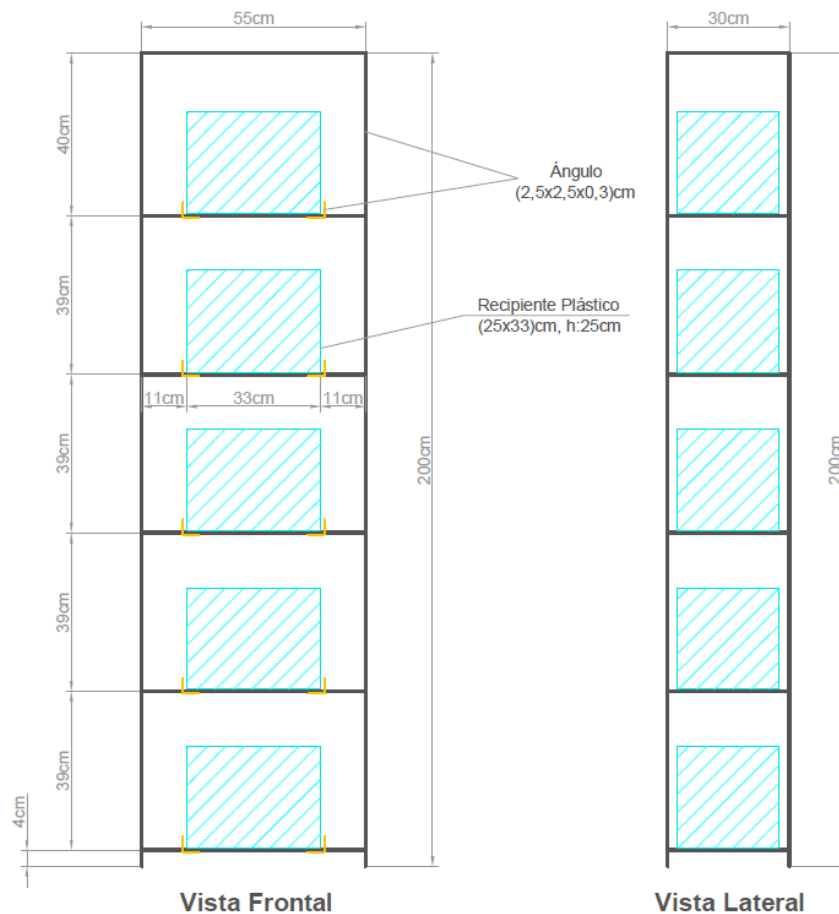


Figura 4. Estructura de filtro biológico

Realizado por: Villamarín Diego

4.1.1 Detalle del establecimiento

La microempresa donde se obtuvo el efluente lleva el nombre de “Productos Lácteos DON GUIDO”, en la localidad Joseguango Alto, Parroquia de Mulaló, perteneciente al cantón Latacunga.

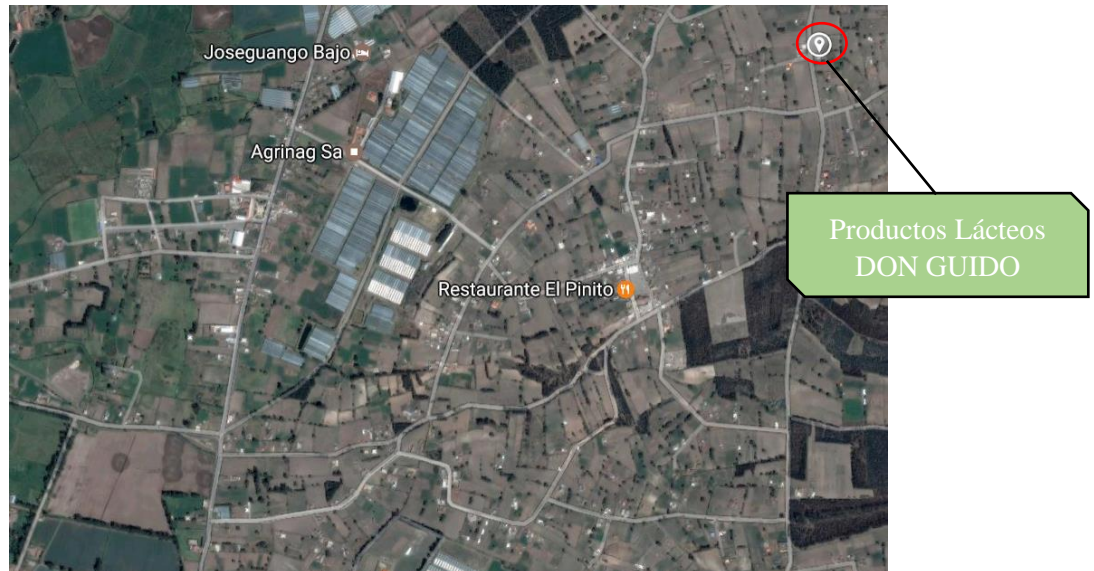


Figura 5. Ubicación de Productos Lácteos DON GUIDO

Fuente: Google Maps

- Producción

Se produce dos tipos de queso: con y sin sal. La forma de los mismos varia su peso neto, cuadrado de 500 gr y circular de 250 gr.

- Operación

Dicho lugar abre sus puertas a la producción de lunes a viernes, desde las 7:00 hasta las 16:00 y los días sábados desde las 8:00 hasta las 12:30.

- Materia prima

A diario se consume 3000 litros de leche, a excepción de los sábados cuando se trabaja con 1500 litros.

4.1.2 Estimación de caudal de agua residual.

A diario se procesa 3000 litros de leche, haciéndose aproximadamente seis paradas al día, cada una de ellas poseerá 520 litros. Una vez realizado los procesos de pasteurización, coagulación y moldeado, el suero y el agua de limpieza son desechados.

De los 520 litros procesados para hacer el queso por parada, se genera 393 litros de leche cuajada, mientras que el suero sobrante es 127 litros, interpretándose en 75% leche cuajada y 25% suero, aproximadamente.

Considerándose seis paradas al día, y generándose 127 litros de suero por cada una de ellas, se obtiene 762 litros al día. No obstante, se determinó que en la limpieza de cada producción se usa entre 2 y 3 litros de agua, conllevando que al final de la jornada se acumule alrededor de 15 litros de agua.

Por consiguiente, el Caudal Máximo producido a diario será $Q_{max} = 777 \text{ lt/día}$.

4.1.3 Estructuración y funcionamiento inicial de filtro biológico:

a. Obtención de materiales

- Piedra caliza. Se obtuvo de la cantera “Sillahuan” ubicada en la Parroquia San Juan, perteneciente al cantón Riobamba.
- Canutillos de Cerámica. Se lo fabricó manualmente en la Hormigonera “Solís”, en el cantón de Latacunga.
- Carbón activado granular de cáscara de coco. Se lo adquirió de la compañía SINAESA S.A, adjuntándose la especificación técnica del producto en los anexos.
- Zeolita. Sus yacimientos tiene origen en las costas de Guayaquil, es un material muy comercial para esta región del país.

b. Estructuración del filtro

El filtro biológico que se usa en el presente proyecto experimental, es metálico y con una altura de 2.00m (*Figura #4*). Posee cinco cavidades, donde se colocan recipientes rectangulares respectivamente, cuatro de los cinco poseen 13 perforaciones con un diámetro no mayor a 0,85 mm, generándose así un flujo por goteo y con un riesgo de obstrucción medio [50]. Dicho filtro se puso en

funcionamiento en el Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ALTURA/GROSOR (cm)	DIMENSIONES (cm)
Estructura	Hierro	200	30 x 55
Recipiente	Polipropileno	25	25 x 33
Saco	Polipropileno	0.07	25 x 33

Tabla 7. Detalle de equipos

Realizado por: Villamarín Diego

c. Detalle de materiales filtrantes a usarse.

MATERIAL	TAMAÑO (mm)	GRANULOMETRÍA		FUENTE
		Pasa Tamiz	Retiene Tamiz	
Piedra Caliza	19	3/4"	1/2"	[51]
Carbón Activado	0.83 – 2.36	N. 5	N. 10	[52]
Zeolita	1 - 3	N. 10	N. 16	[6]

Tabla 8. Granulometría de materiales

Realizado por: Villamarín Diego

En cuanto a los canutillos de cerámica, se les dio una forma tubular (*Figura #2*), con dimensiones de diámetro exterior (27 mm), diámetro interior (7 mm) y altura (50 mm).

MATERIAL	ESPESOR DE LECHO (cm)	FUENTE
Piedra Caliza	5	[53]
Carbón Activado	12	[7]
Zeolita	10	[54]

Tabla 9. Espesor de lecho de cada material

Realizado por: Villamarín Diego

d. Flujo descendente de agua residual.

Como se observa en la *Figura 4.*, el primer recipiente solamente posee agua residual, con la capacidad de 29.5 litros. Este fluye a modo de goteo hacia su segundo compartimiento, el mismo que se encuentra con piedra caliza y canutillos de cerámica, este último sólo se colocará a manera de capa en sentido horizontal, generando una altura de 2.7cm.

De igual manera hacia el tercer y cuarto recipiente, que están conformados por carbón activado y zeolita respectivamente.

No obstante, para que los orificios de cada depósito no se taponen, se efectuó la inclusión de saco a base de polipropileno, ubicando dos cuadrículas del mismo en la superficie que tendrá contacto el recipiente y los materiales filtrantes.

Finalmente en el último recipiente estará el agua filtrada, lista para ser analizada.

Es necesario un mantenimiento adecuado para alargar la vida útil de los materiales filtrantes[38], optándose por colocar 3lts de agua destilada y lograr remover las partículas saturadas.

4.1.4 Período de Calibración.

Para la puesta en marcha, verificación y/o cambio de alturas de lecho del material filtrante de ser necesario, se procede a un período de calibración que durará un mes. Se lo consideró necesario debido a la magnitud del experimento, basándose en el Ciclo de Deming.[49]

ANÁLISIS COMPARATIVO				
PARÁMETROS	AGUA RESIDUAL	CALIBRACIÓN	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Potencial de Hidrógeno (pH)	6,23	5,07	6 a 9	UpH
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	3.951	323	220	mg/l
Sólidos Totales (ST)	48.060	51.426	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	27.520	22.780	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	78.865	66.955	500	mg/l
Coliformes Totales (CT)	7.500	1.200	<40	nmp/100ml
Aceites y Grasas	0,60	0,70	70	mg/l

Límite Máximo: Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)

Tabla 10. Análisis Comparativo

Fuente: Informe de resultados análisis físico, químicos y microbiológicos EP-EMAPA-A, Lacquanálisis S.A.

Realizado por: Villamarín Diego

Hipótesis de la Etapa de calibración.

- El pH obtenido está por debajo del límite, considerándose que se genere un agua aún más ácida, este tendrá dos tipos de consideraciones; el material concretamente la piedra caliza no causa ningún efecto positivo, o que el procesamiento en función de la leche receptada, tuvo un almacenamiento mayor a los dos días.
- En cuanto a los parámetros ST, DBO y DQO, no sufren variaciones considerables, llegando a concluir que se debe aumentar la altura de lecho de los materiales carbón activado granular y zeolita.

MATERIAL	ESPESOR DE LECHO (cm)	FUENTE
Piedra Caliza	5	[53]
Canutillo de Cerámica	2.70	-
Carbón Activado	17	-
Zeolita	20	-

Tabla 11. Espesor de lecho de cada material

Realizado por: Villamarín Diego

4.1.5 Costo de filtro biológico

DETALLE	CANTIDAD	UNIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Estructura metálica ángulos (25x25x3)mm	1	U	\$ 65,00	\$ 65,00
Recipiente plástico (polipropileno)	5	U	\$ 8,45	\$ 42,25
Sacos (polipropileno)	3	U	\$ 0,15	\$ 0,45
Piedra Caliza	4	Kg	\$ 0,12	\$ 0,48
Canutillos de Cerámica	52	U	\$ 0,20	\$ 10,40
Carbón Activado Granular	12	Kg	\$ 3,00	\$ 36,00
Zeolita Natural	20	Kg	\$ 0,24	\$ 4,80
TOTAL				\$ 159,38

Tabla 12. Costo de filtro biológico

Realizado por: Villamarín Diego

4.1.6 Recolección de muestras

El filtro biológico se mantuvo en funcionamiento 73 días, en los primeros 14 se obtuvo muestras para cumplir el período de calibración. A partir del día 44 se recogieron muestras para evaluar la etapa de funcionamiento.

CRONOGRAMA - RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS											
Descripción	Agua Residual	Calibración	Muestra								
Número			1	2	3	4	5	6	7	8	
Fecha		3 y 14 Marzo.	12 Abril.	20 Abril.	25 Abril.	27 Abril.	2 Mayo.	4 Mayo.	9 Mayo.	11 Mayo.	
Parámetros	pH	x	x				x			x	
	SST	x	x				x			x	
	ST	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	DBO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	DQO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	CT	x	x					x			x
	Ace. y Gras.	x									x
<i>pH: Potencial de Hidrógeno</i>			<i>DQO: Demanda Química de Oxígeno</i>								
<i>SST: Sólidos Totales Suspendidos</i>			<i>CT: Coliformes Totales</i>								
<i>ST: Sólidos Totales</i>			<i>Ace. y Gras.: Aceites y Grasas</i>								
<i>DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>											

Tabla 13. Cronograma-Recolección de muestras para análisis.

Realizado por: Villamarín Diego

4.2 Análisis de resultados

Es fundamental conocer las características de las aguas servidas arrojadas por la quesera artesanal, para saber hacia dónde está dirigido el proyecto y así ver si tiene factibilidad el filtro biológico.

4.2.1 Tablas de análisis (Muestra-Parámetros)

ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	AGUA RESIDUAL	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Potencial de Hidrógeno (pH)	6,23	6 a 9	UpH
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	3.951	220	mg/l
Sólidos Totales (ST)	48.060	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	27.520	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	78.865	500	mg/l
Coliformes Totales (CT)	7.500	<40	nmp/100ml
Aceites y Grasas	0,60	70	mg/l
<i>Límite Máximo: Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)</i>			

Tabla 14. Análisis físico, químico y microbiológico del efluente.

Fuente: Informe de resultados análisis físico, químicos y microbiológicos EP-EMAPA-A, Lacquanálisis S.A.

Realizado por: Villamarín Diego

ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	MUESTRA 1	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Potencial de Hidrógeno (pH)	6,45	6 a 9	UpH
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	873	220	mg/l
Sólidos Totales (ST)	24.785	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	13.820	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	27.922	500	mg/l
Coliformes Totales (CT)	950	<40	nmp/100ml
<i>Límite Máximo:</i> Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)			

Tabla 15. Análisis físico, químico y microbiológico MUESTRA 1.

Fuente: Informe de resultados análisis físico, químicos y microbiológicos EP-EMAPA-A.

Realizado por: Villamarín Diego

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO			
PARÁMETROS	MUESTRA 2	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Sólidos Totales (ST)	4.479	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2.890	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	5.681	500	mg/l
<i>Límite Máximo:</i> Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)			

Tabla 16. Análisis físico y químico. MUESTRA 2.

Fuente: Informe de resultados análisis físico y químico EP-EMAPA-A.

Realizado por: Villamarín Diego

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO			
PARÁMETROS	MUESTRA 3	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Sólidos Totales (ST)	11.955	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	9.550	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	14.426	500	mg/l
<i>Límite Máximo:</i> Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)			

Tabla 17. Análisis físico y químico. MUESTRA 3.

Fuente: Informe de resultados análisis físico y químico EP-EMAPA-A.

Realizado por: Villamarín Diego

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO			
PARÁMETROS	MUESTRA 4	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Sólidos Totales (ST)	3.780	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	3.270	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	5.430	500	mg/l
<i>Límite Máximo:</i> Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)			

Tabla 18. Análisis físico y químico. MUESTRA 4.

Fuente: Informe de resultados análisis físico y químico EP-EMAPA-A.

Realizado por: Villamarín Diego

ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	MUESTRA 5	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Potencial de Hidrógeno (pH)	7,46	6 a 9	UpH
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	126	220	mg/l
Sólidos Totales (ST)	2.375	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	850	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	2.241	500	mg/l
Coliformes Totales (CT)	523	<40	nmp/100ml
Aceites y Grasas	7,40	70	mg/l
<i>Límite Máximo:</i> Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)			

Tabla 19. Análisis físico, químico y microbiológico MUESTRA 5

Fuente: Informe de resultados análisis físico, químicos y microbiológicos EP-EMAPA-A, Lacquanálisis S.A.

Realizado por: Villamarín Diego

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO			
PARÁMETROS	MUESTRA 6	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Sólidos Totales (ST)	2.260	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	4.155	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	4.413	500	mg/l
<i>Límite Máximo:</i> Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)			

Tabla 20. Análisis físico y químico. MUESTRA 6.

Fuente: Informe de resultados análisis físico y químico EP-EMAPA-A.

Realizado por: Villamarín Diego

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO			
PARÁMETROS	MUESTRA 7	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Sólidos Totales (ST)	6.332	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2.478	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	6.049	500	mg/l
<i>Límite Máximo: Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)</i>			

Tabla 21. Análisis físico y químico. MUESTRA 7.

Fuente: Informe de resultados análisis físico y químico EP-EMAPA-A.

Realizado por: Villamarín Diego

ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	MUESTRA 8	LÍMITE MÁX.	UNIDADES
Potencial de Hidrógeno (pH)	7,24	6 a 9	UpH
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	258	220	mg/l
Sólidos Totales (ST)	4.758	1.600	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	1.263	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	4.852	500	mg/l
Coliformes Totales (CT)	324	<40	nmp/100ml
Aceites y Grasas	1,20	70	mg/l
<i>Límite Máximo: Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)</i>			

Tabla 22. Análisis físico, químico y microbiológico MUESTRA8.

Fuente: Informe de resultados análisis físico, químicos y microbiológicos EP-EMAPA-A, Lacquanálisis S.A.

Realizado por: Villamarín Diego

4.2.2 Estimación Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)

Para estimar un promedio de TRH se recogieron datos por cinco días y con un flujo de 25,9 litros de agua residual.

DESCRIPCIÓN	TIEMPO	
	Hora	Minuto
Primera Filtración	7	22
Día 1	6	48
Día 2	6	53
Día 3	6	50
Día 4	6	51
Día 5	6	52
TRH media	6	50

Tabla 23. Media de Tiempo de Retención Hidráulica

Realizado por: Villamarín Diego

4.2.3 Nivel de eficiencia por parámetro

El porcentaje de eficiencia se alcanzará por:

$$Ef = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100$$

Donde:

Ef : Eficiencia

C_o : Concentración Inicial

C_f : Concentración Final

DETALLE	DÍAS	PARÁMETRO						UNIDADES
		ST	EFICIENCIA	DBO	EFICIENCIA	DQO	EFICIENCIA	
Agua Residual	0	48.060	0%	27.520	0%	78.865	0%	mg/L
Calibración	14	51.426	-7,00%	22.780	17,22%	66.955	15,10%	mg/L
Muestra 1	44	24.785	48,43%	13.820	49,78%	27.922	64,60%	mg/L
Muestra 2	52	4.479	90,68%	2.890	89,50%	5.681	92,80%	mg/L
Muestra 3	57	11.955	75,12%	9.550	65,30%	14.426	81,71%	mg/L
Muestra 4	59	3.780	92,13%	3.270	88,12%	5.430	93,11%	mg/L
Muestra 5	64	2.375	95,06%	850	96,91%	2.241	97,16%	mg/L
Muestra 6	66	4.413	90,82%	2.260	91,79%	4.155	94,73%	mg/L
Muestra 7	71	6.332	86,82%	2.478	91,00%	6.049	92,33%	mg/L
Muestra 8	73	4.785	90,04%	1.263	95,41%	4.852	93,85%	mg/L
Límite Máximo		1600		250		500		mg/L

Tabla 24. Resumen Muestras Concentración/Eficiencia vs Tiempo

Realizado por: Villamarín Diego

❖ Sólidos Totales (ST)

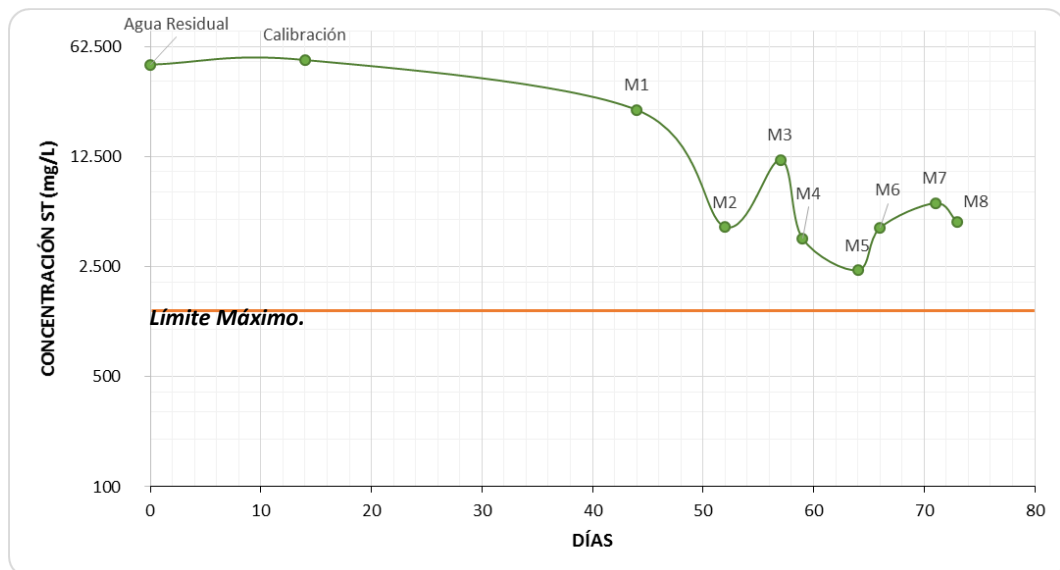


Figura 6. Sólidos Totales vs Tiempo (Esc. Logarítmica)

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. El agua residual posee una concentración de SST igual a 48.060mg/L, la etapa de calibración aumenta a 51.426mg/L y con los cambios propuestos al filtro a razón de altura de lecho, llegamos a la segunda etapa con una reducción en su parámetro de 2.375mg/L, correspondiente a la Muestra 5. Cabe recalcar que la Muestra 3 posee un pico poco favorable, debido al no funcionamiento del filtro por 5 días.

Los resultados conseguidos a lo largo de los 73 días no cumplen con el límite máximo (1.600mg/L) dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (2015).

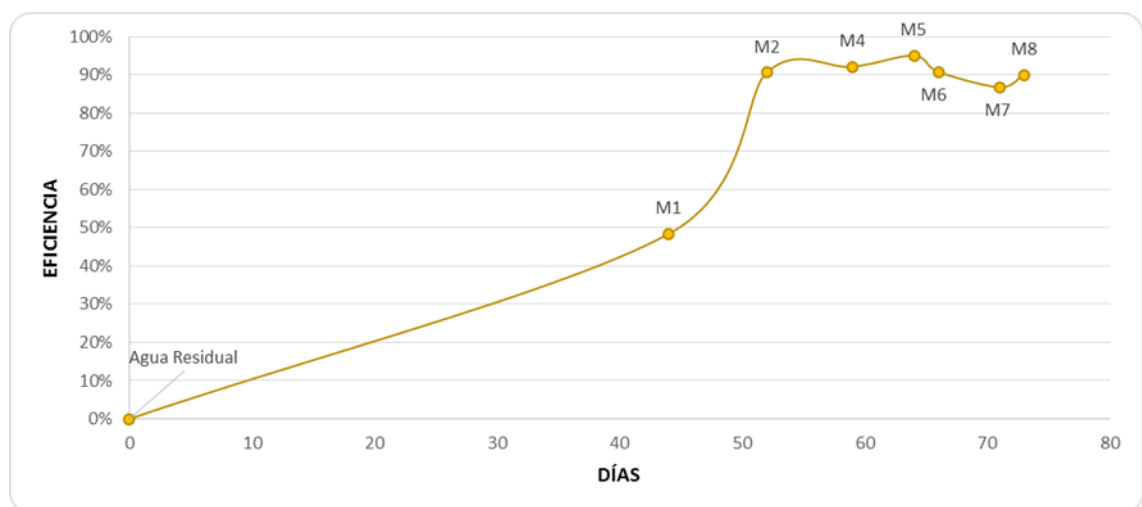


Figura 7. Gráfico de Eficiencia Sólidos Totales vs Tiempo

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. Se observa que a partir del día 44 de funcionamiento hay una eficiencia del 48,43%, y con el transcurrir del tiempo aumenta la misma. Ostenta un promedio de eficiencia del 90%, con un pico en la Muestra 5 del 95,06% correspondiente al día 64 de funcionamiento, a partir de este último día se logra apreciar un descenso en la remoción, e interpretándose que los materiales filtrantes se comienzan a menoscabar.

La Muestra 3 no se aprecia en la *Figura 6.*, debido a que el filtro no tuvo el mismo tipo de funcionamiento que para la obtención de las demás muestras, y pasó en reposo durante 5 días, conllevando a que se omita el dato en la gráfica.

Al lograr estos niveles de eficiencia, se presume que el responsable es los canutillos de cerámica para la reducción de concentración de SST.

❖ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

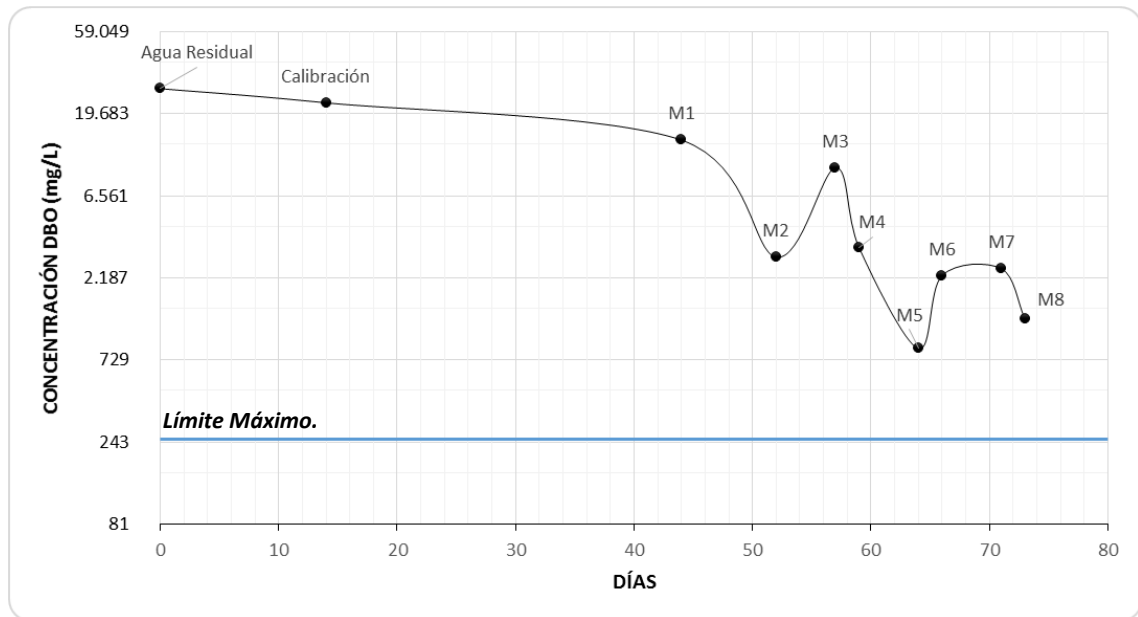


Figura 8. Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Tiempo (Esc. Logarítmica)

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. La concentración de la DBO del efluente de la quesera fue de 27.520mg/L, en la etapa de calibración existe una reducción parcial a 22.780mg/L y con los cambios propuestos al filtro a razón de altura de lecho, llegamos a la segunda etapa con una reducción máxima en su parámetro de 850mg/L, correspondiente a la Muestra 5. Cabe recalcar que la Muestra 3 posee un pico poco favorable, debido al no funcionamiento del filtro por 5 días.

Los resultados conseguidos a lo largo de los 73 días no cumplen con el límite máximo (250mg/L) dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (2015).

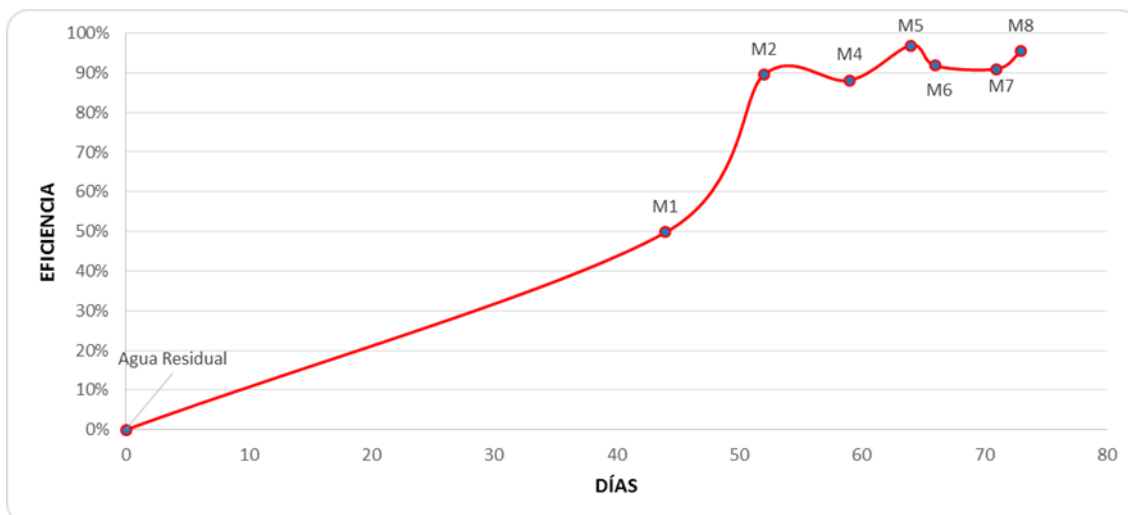


Figura 9. Gráfico de Eficiencia Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Tiempo

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. A partir del día 44 de funcionamiento existe una eficiencia del 49,78%, y con el transcurrir del tiempo aumenta la misma. Ostenta un promedio de eficiencia del 92,12%, con una eficiencia máxima en la Muestra 5 del 96,91% correspondiente al día 64 de funcionamiento, a partir de este último día se logra apreciar un descenso en la remoción, e interpretándose que los materiales filtrantes se comienzan a menoscabar.

La Muestra 3 no se aprecia en la *Figura 6.*, debido a que el filtro no tuvo el mismo tipo de funcionamiento que para la obtención de las demás muestras, y pasó en reposo durante 5 días, conllevando a que se omita el dato en la gráfica.

Al lograr estos niveles de eficiencia, se presume que el probable responsable es la zeolita por sus grandes propiedades.

❖ Demanda Química de Oxígeno (DQO)

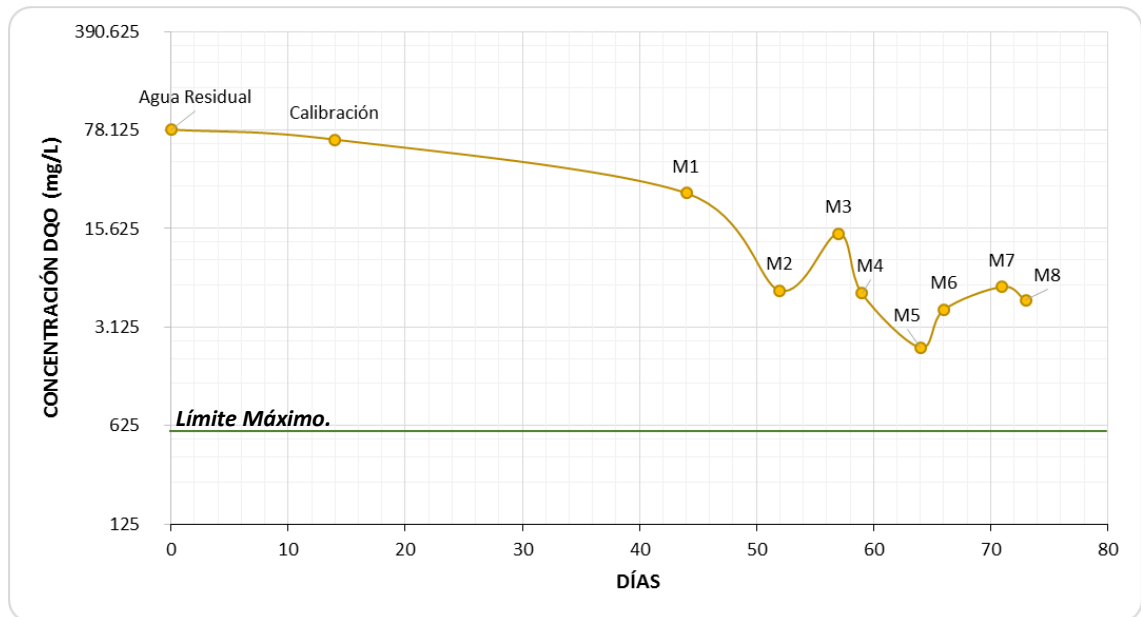


Figura 10. Demanda Bioquímica de Oxígeno vs Tiempo (Esc. Logarítmica)

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. El agua residual posee un DQO de 78.865mg/L, en la etapa de calibración existe una reducción favorable a 27.922mg/L y con los cambios propuestos al filtro a razón de altura de lecho, en la segunda etapa existe una reducción máxima a 2.241mg/L, correspondiente a la Muestra 5. Cabe recalcar que la Muestra 3 posee un pico poco favorable, debido al no funcionamiento del filtro por 5 días.

Los resultados conseguidos a lo largo de los 73 días no cumplen con el límite máximo (500mg/L) dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (2015).

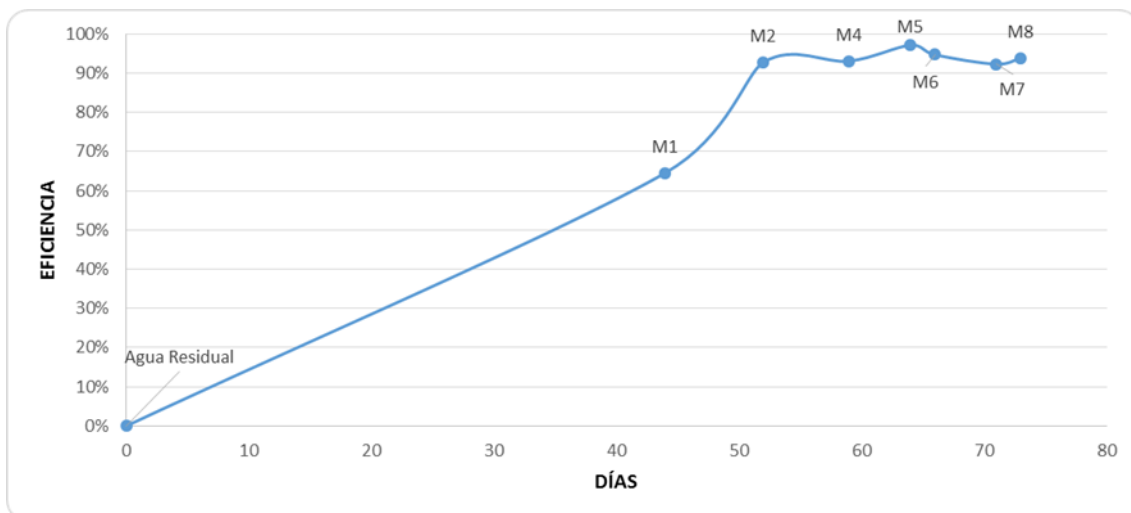


Figura 11. Gráfico de Eficiencia Demanda Química de Oxígeno vs Tiempo

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. A partir del día 44 de funcionamiento existe una eficiencia del 64,60%, y con el transcurrir del tiempo aumenta la misma. Ostenta un promedio de eficiencia del 94%, con una eficiencia máxima en la Muestra 5 del 97,16% correspondiente al día 64 de funcionamiento, a partir de este último día se aprecia un descenso en la remoción, e interpretándose que los materiales filtrantes se comienzan a menoscabar.

La Muestra 3 no se aprecia en la *Figura 6.*, debido a que el filtro no tuvo el mismo tipo de funcionamiento que para la obtención de las demás muestras, y pasó en reposo durante 5 días, conllevando a que se omita el dato en la gráfica.

Al lograr estos niveles de eficiencia, se presume que el probable responsable es la zeolita por sus grandes propiedades.

DETALLE	DÍAS	PARÁMETRO					
		SST	EFICIENCIA	UNIDADES	CT	EFICIENCIA	UNIDADES
Agua Residual	0	3.951	0,00%	mg/L	7.500	0,00%	nmp/100ml
Calibración	14	323	91,82%	mg/L	1.200	84,00%	nmp/100ml
Muestra 1	44	873	77,90%	mg/L	950	87,33%	nmp/100ml
Muestra 5	64	126	96,81%	mg/L	523	93,03%	nmp/100ml
Muestra 8	73	258	93,47%	mg/L	324	95,68%	nmp/100ml
Límite Máximo		220		mg/L		<40	nmp/100ml

Tabla 25. Resumen Muestras Concentración/Eficiencia vs Tiempo (2)

Realizado por: Villamarín Diego

❖ **Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

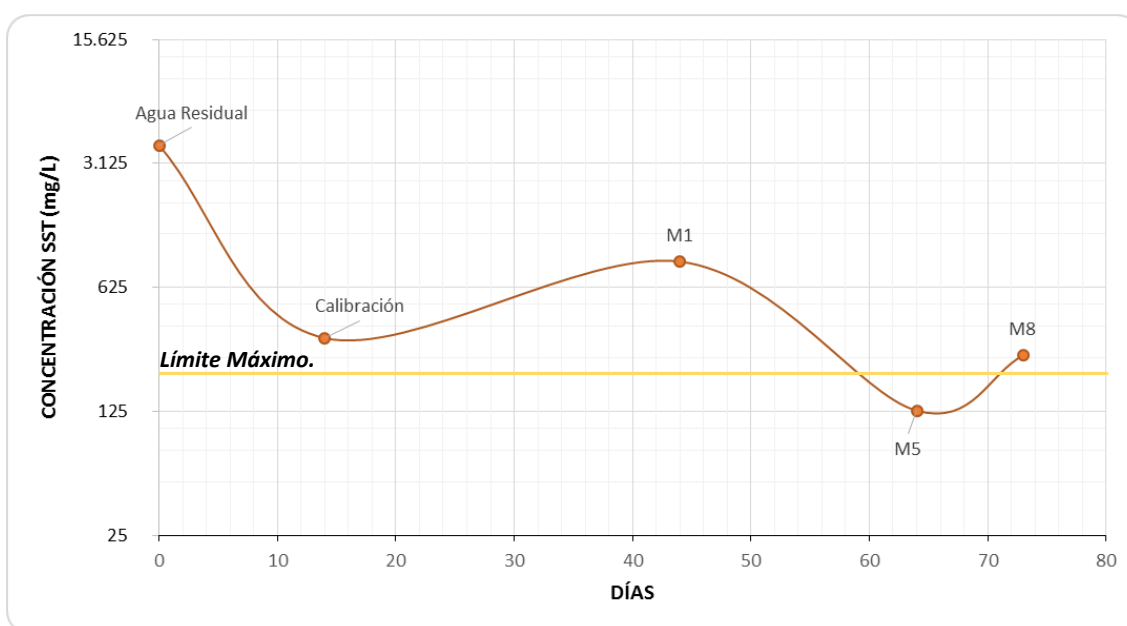


Figura 12. Sólidos Suspendidos Totales vs Tiempo (Esc. Logarítmica)

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. El agua residual posee una concentración de 3.951mg/L en SST, en la etapa de calibración existe una reducción favorable a 323mg/L. En la segunda etapa existe una reducción máxima a 126mg/L, correspondiente a la Muestra 5.

A lo largo de los 73 días de funcionamiento, en el día 64 cumple con límite máximo de 220mg/L dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (2015).

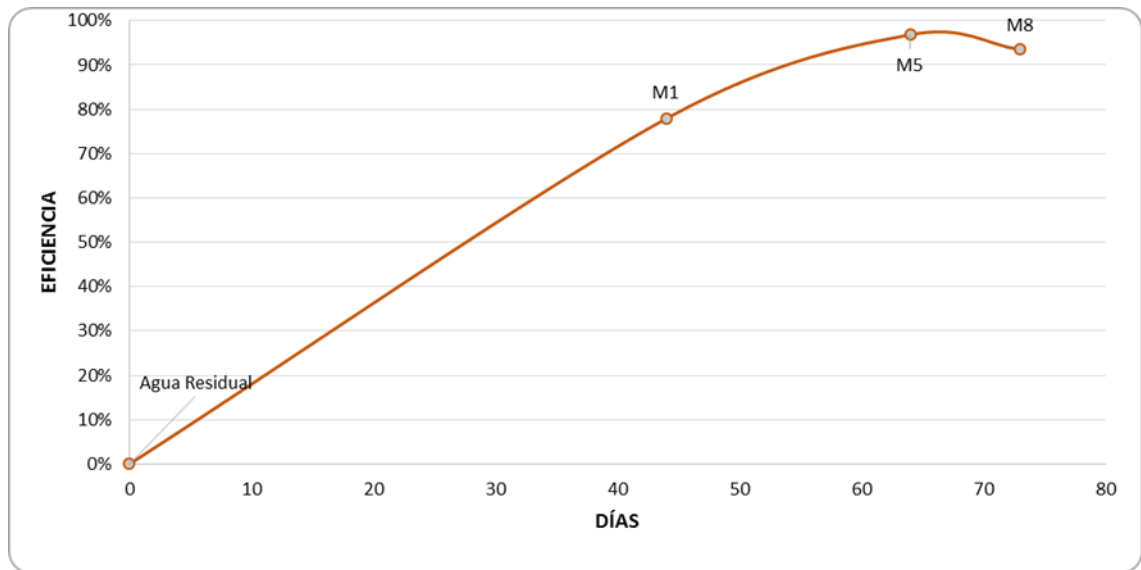


Figura 13. Gráfico de Eficiencia Sólidos Suspendedos Totales vs Tiempo

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. A partir del día 44 de funcionamiento existe una eficiencia del 77,90%, y con el transcurrir del tiempo aumenta la misma. La eficiencia máxima conseguida fue 96,81% correspondiente al día 64 de funcionamiento de la Muestra 5, a partir de este ultimo día se aprecia un descenso en la remoción, e interpretándose que los materiales filtrantes se comienzan a menoscabar.

Al lograr estos niveles de eficiencia, se presume que el probable responsable es los canutillos de cerámica y la granulometría aplicada en los demás materiales filtrantes.

❖ Coliformes Totales (CT)

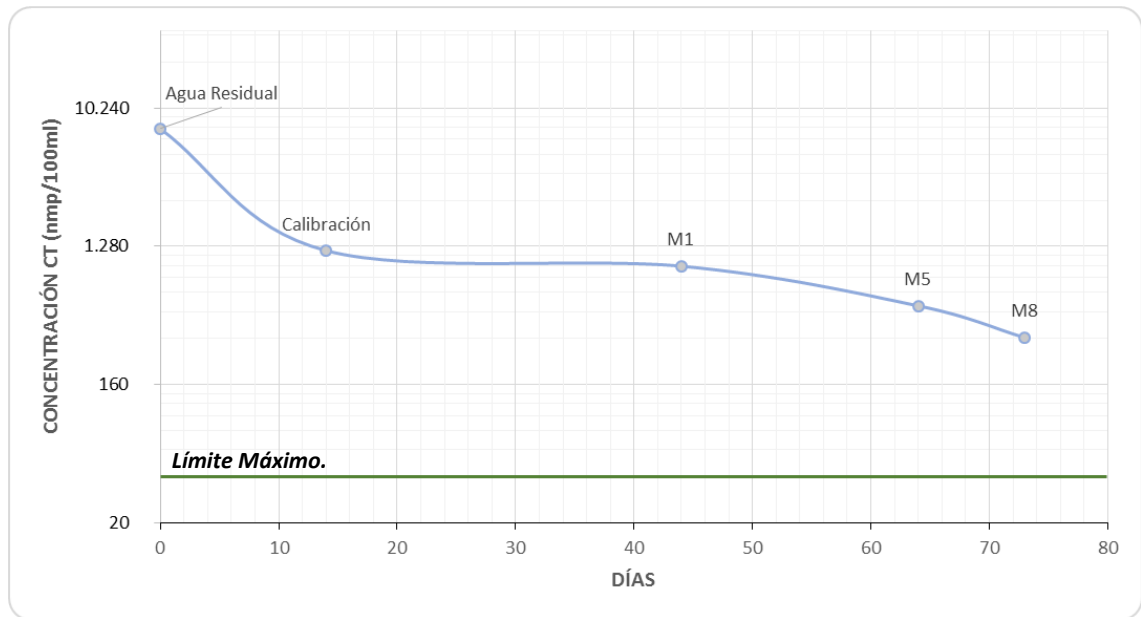


Figura 14. *Sólidos Suspendidos Totales vs Tiempo (Esc. Logarítmica)*

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. Los valores de CT en el efluente fue de 7.500mg/L, en la etapa de calibración existe una reducción favorable a 1.200mg/L y con los cambios propuestos al filtro a razón de altura de lecho, en la segunda etapa existe una tendencia a la reducción de la concentración hasta llegar a 324mg/L, perteneciente a la última muestra.

Los resultados conseguidos a lo largo de los 73 días no cumplen con el límite máximo (<40 nmp/100ml) dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (2015).

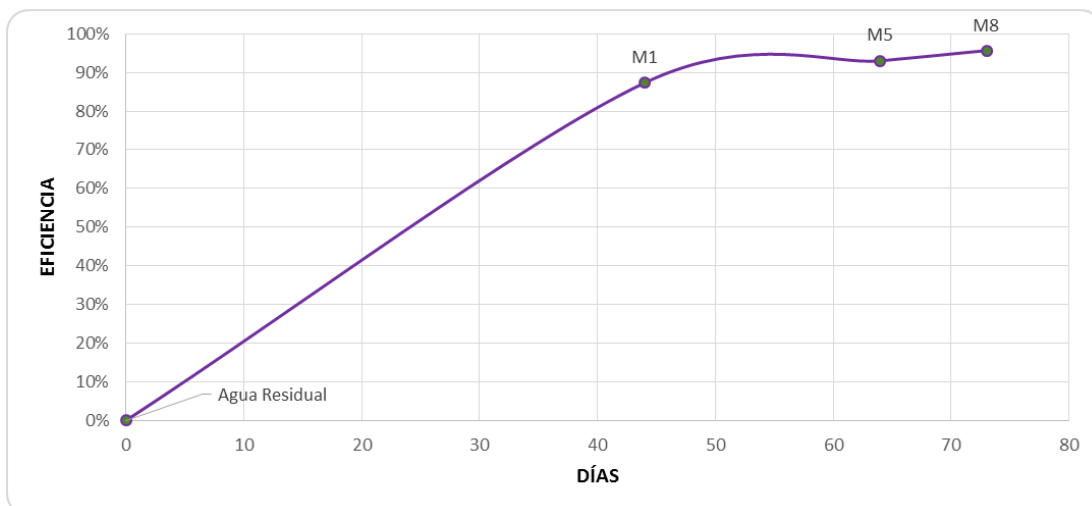


Figura 15. Gráfico de Eficiencia Coliformes Totales vs Tiempo

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. A partir del día 44 de funcionamiento existe una eficiencia del 87,33%, y con el transcurrir del tiempo aumenta la misma, llegando a conseguir una eficiencia del 95,68% en el día 73 de funcionamiento.

El nivel de eficiencia adquirido se presumiría a la aplicación de zeolita en el filtro y sus propiedades.

DETALLE	DÍAS	PARÁMETRO				
		pH	ESTABILIZACIÓN	A y G	EFICIENCIA	UNIDADES
Agua Residual	0	6,23	-	0,60	0%	mg/L
Calibración	14	5,07	No Cumple Rango	0,70	-17%	mg/L
Muestra 1	44	6,45	Cumple Rango	-	-	-
Muestra 5	64	7,46	Cumple Rango	-	-	-
Muestra 8	73	7,24	Cumple Rango	1,20	-100%	mg/L
Límite Máximo		6 a 9 UpH		70		mg/L

Tabla 26. Resumen Muestras Concentración/Eficiencia vs Tiempo (3)

Realizado por: Villamarín Diego

❖ Potencial de Hidrógeno (pH)

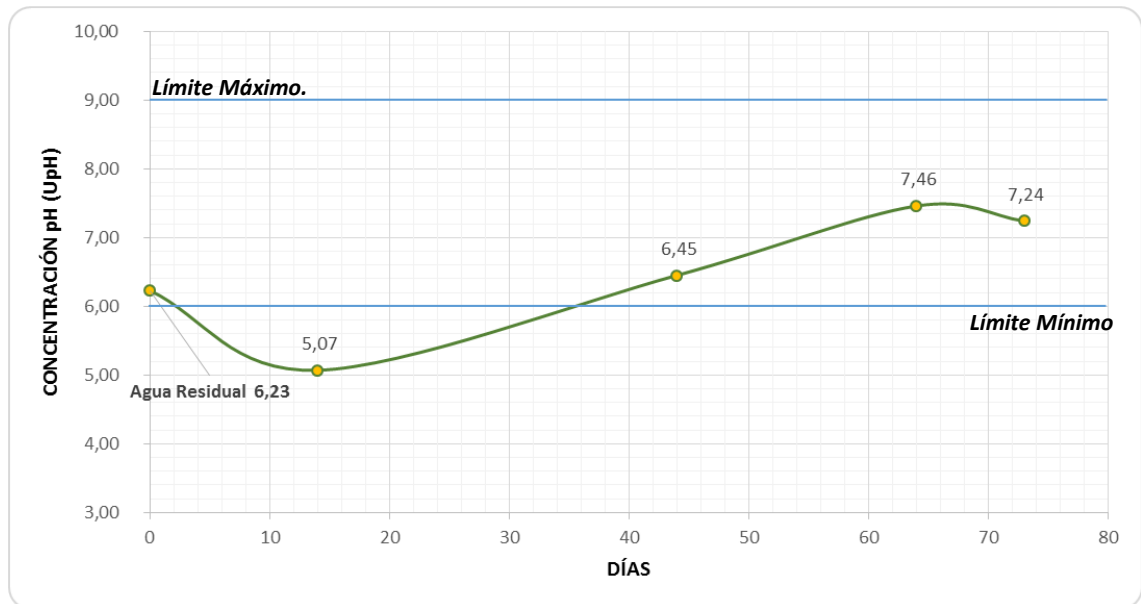


Figura 16. Potencial de Hidrógeno vs Tiempo

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. El pH conseguido del agua residual (6,23UpH), es ligeramente ácido. Al existir un contacto directo con la piedra caliza en la etapa de calibración se aprecia una reducción del mismo, saliendo del rango 6 a 9 UpH, pero en el día 44 de funcionamiento ya comienza a estabilizarse el efluente, llegando a 6,45 UpH y verificándose la hipótesis generada en la *sección 4.1.4*.

Posteriormente se consiguen valores de 7,46 y 7,24 UpH, de las muestras 5 y 8 respectivamente, concluyéndose que la piedra caliza por su propiedad de alcalinidad genera una estabilización del agua residual.

Los resultados conseguidos a lo largo de los 73 días cumplen con el rango 6 a 9 UpH, dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (2015).

❖ Aceites y Grasas (A y G)

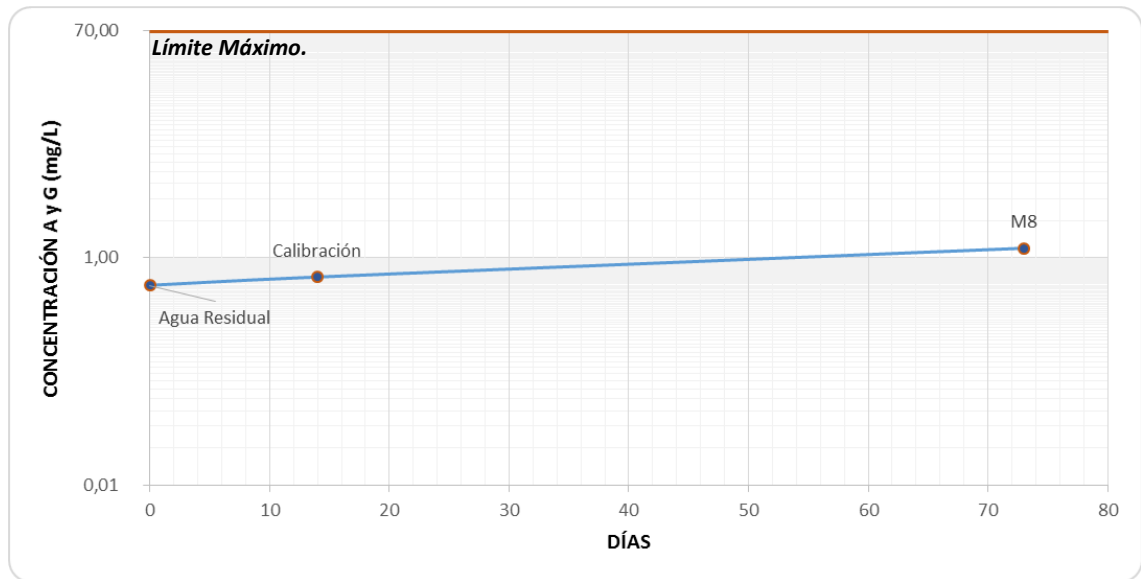


Figura 17. Aceites y Grasas vs Tiempo (Esc. Logarítmica)

Realizado por: Villamarín Diego

Interpretación. El valor de Aceites y Grasas conseguida en el agua residual proveniente de la quesera artesanal es 0,60mg/L, y en la etapa de calibración se obtuvo 0,70mg/L, lo que conllevó a no hacerse más análisis por estar muy por debajo del límite máximo, sino hasta el final en la Muestra 8, adquiriendo 1,20mg/L.

Los resultados conseguidos a lo largo de los 73 días cumplen con el límite máximo de 70mg/L, dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público (2015).

4.3 Verificación de hipótesis

El efluente proveniente de la quesera artesanal que fue tratada en el filtro biológico mediante el sistema de aireación compuesto de piedra caliza, canutillos de cerámica, carbón activado granular de cascara de coco y zeolita, obtuvo una reducción considerable en sus parámetros, con un nivel de remoción superior al 90%.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ❖ Se estableció que los componentes químicos y microbiológicos más relevantes encontrados en el efluente son; Sólidos Totales, lactosa, proteína, grasas, calcio, fosfatos, bacilos y aumento de acides, tal es el caso que posee un pH (4,3 – 4,7 UpH). En cuanto al parámetro físico posee; color verde amarillento y un olor propio de leche de ganado vacuno.
- ❖ El Tiempo de Retención Hidráulica promedio del filtro es de 6 horas y 50 minutos.
- ❖ El análisis de pH, durante los 73 días de funcionamiento adquirió valores de; agua residual (6,23UpH), etapa de calibración (5,07 UpH) y en la etapa de funcionamiento valores de (6,45, 7,46 y 7,24 UpH), cumpliéndose el rango de 6 a 9 UpH establecido por el TULSMA, considerándose una estabilización exitosa.
- ❖ El análisis de ST, durante los 73 días de funcionamiento adquirió valores de; agua residual (48.060mg/L), etapa de calibración (51.426mg/L) y etapa de funcionamiento (2,375mg/L) correspondiente a la Muestra 5 del día 64, considerado de mayor eficiencia. Al compararse con el límite máximo del TULSMA, la reducción de concentración sigue por encima del establecido.
- ❖ El análisis de SST, durante los 73 días de funcionamiento adquirió valores de; agua residual (3.951mg/L), etapa de calibración (323mg/L) y etapa de funcionamiento (126mg/L) correspondiente a la Muestra 5 del día 64, considerado de mayor eficiencia. Al compararse con el límite máximo del TULSMA, la reducción de concentración cumple con el establecido.
- ❖ El análisis de la DBO, durante los 73 días de funcionamiento adquirió valores de; agua residual (27.520mg/L), etapa de calibración (22.780mg/L) y etapa de funcionamiento (850mg/L) correspondiente a la Muestra 5 del día 64, considerado de mayor eficiencia. Al compararse con el límite máximo del TULSMA, la reducción de concentración sigue por encima del establecido.
- ❖ El análisis de CT, durante los 73 días de funcionamiento adquirió valores de; agua residual (7.500nmp/100ml), etapa de calibración (1.200 nmp/100ml) y

- etapa de funcionamiento (324 nmp/100ml) correspondiente a la Muestra 8 del día 73, considerado de mayor eficiencia. Al compararse con el límite máximo del TULSMA, la reducción de concentración sigue por encima del establecido.
- ❖ El análisis de A y G, durante los 73 días de funcionamiento adquirió valores de; agua residual (0,60mg/L), etapa de calibración (0,70mg/L) y etapa de funcionamiento (1,20mg/L) correspondiente a la Muestra 8 del día 73. Al compararse con el límite máximo del TULSMA, se encuentra completamente por debajo del establecido.
 - ❖ Se obtuvo un valor del filtro de 159,38 USD, correspondientes a; estructura metálica, recipientes plásticos, sacos de polipropileno, piedra caliza, canutillos de cerámica, carbón activado granular de cáscara de coco y zeolita natural.
 - ❖ El nivel de eficiencia máximo por parámetro fue: Sólidos Totales (95,06%), Sólidos Suspendidos Totales (96,81%), Demanda Bioquímica de Oxígeno (96,91%), Demanda Química de Oxígeno (97,16%) y Coliformes Totales (95,68%).
 - ❖ Se estima que el proceso de filtración propuesto mediante los cuatro materiales filtrantes, no logra cumplir con los límites máximos por parámetro establecidos por el TULSMA, pero se demuestra que hay un nivel de eficiencia mayor al 90% en la etapa de funcionamiento.
 - ❖ El filtro compuesto por cuatro materiales filtrantes posee una vida útil de 64 días, con resultados eficientes.
 - ❖ Al manifestarse teórica y experimentalmente su eficiencia, se concluye que puede ser aceptado como parte del tratamiento secundario, debido al proceso de filtración.
 - ❖ La finalidad que se poseerá una finalidad el efluente tratado en el proceso de filtración sería de uso pecuario, cumpliéndose con los parámetros de aceptación, los mismos que son más altos que de los límites de descarga al sistema de alcantarillado público.
 - ❖ Se estima que la finalidad del efluente tratado por el proceso de filtración propuesto, alcanza el uso pecuario, al cumplirse con los parámetros de aceptación que rige el TULSMA.

5.2 Recomendaciones

- Las fuentes de información deben ser lo más veraces posibles, para un adecuado entendimiento y uso experimental.
- Buscar asesoramiento en otras áreas que posean correlación con el tema experimental (ingenieros ambientales, hidráulicos, químicos, entre otros.)
- Al establecer una granulometría para el material filtrante, es necesario saber si se dispone de los tamices adecuados en los laboratorios.
- El agua residual a usarse debe ser lo más fresca posible, al ser estancada alterará aún más los valores de los parámetros y de la misma manera hará que se degrade más rápido el material filtrante.
- Aplicar un retrolavado como mantenimiento confiable y preservar el material filtrante.
- Para los respectivos análisis necesarios a lo largo del proyecto experimental, es necesario: usar botellas de ámbar, entregarse al laboratorio predeterminado a menos de 15 grados Celsius y en un tiempo máximo de 2 horas.
- Es necesario que todos los análisis sean realizados en un mismo lugar, ya que entre establecimientos puede variar: método de análisis, diferente tipo de virales y hasta el tipo de profesional.
- Es ineludible que el filtro se haga *in situ*, para lograr un flujo constante.
- Para no sufrir alteraciones, es necesario que el filtro este en un lugar fresco, y no hay mucho contacto con los rayos solares, debido a que es un efluente de industria láctea posee mayor materia orgánica, y al entrar en contacto a temperaturas considerables, aumentan con facilidad los parámetros.
- Para obtención de datos más confiables, se debe analizar el efluente antes y después de filtrar.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía

- [1] S. I. Abou-Elela, M. E. Fawzy, and A. S. El-Gendy, “Potential of using biological aerated filter as a post treatment for municipal wastewater,” *Ecol. Eng.*, vol. 84, no. July, pp. 53–57, 2015.
- [2] A. A. Ruiz, “La biofiltración , una alternativa para la potabilización del agua.,” *Lasallista Investig.*, vol. 1, no. 2, p. 6, 2004.
- [3] M. A. Garzón-Zúñiga, G. Buelna, and G. E. Moeller-Chávez, “La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 3, no. 3, pp. 153–161, 2012.
- [4] E. López Pamo, O. Aduvire, and D. Baretino, “Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: Estado actual y perspectivas de futuro,” *Bol. Geol. y Min.*, vol. 113, no. 1, pp. 3–21, 2002.
- [5] H. Zhang, Z. Zhong, W. Li, W. Xing, and W. Jin, “River water purification via a coagulation-porous ceramic membrane hybrid process,” *Chinese J. Chem. Eng.*, vol. 22, no. 1, pp. 113–119, 2014.
- [6] M. Gutiérrez, “Planta compacta potabilizadora de aguas superficiales con zeolita,” *Inst. Super. Politécnico José Antonio Echeverría*, vol. 1, pp. 1–5, 2011.
- [7] E. P. Tangerino, L. M. R. Araujo, R. M. Borges, and I. A. S. Ortiz, “Evaluación del desempeño de filtración en múltiples etapas usando carbón activado granular y mantas sintéticas no tejidas,” *Interciencia*, vol. 38, no. 10, pp. 726–732, 2013.
- [8] Linda Dailey Paulson, “Wastewater Treatment for Food Production | RWL Water Blog,” *Tratamientos de Agua y Aguas Residuales para la Producción de Alimentos*, 2012. [Online]. Available: <https://www.rwlwater.com/tratamientos-de-agua-y-aguas-residuales-para-la-produccion-de-alimentos/?lang=es>. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [9] CEPAL, “Diagnóstico de las estadísticas del Agua en Ecuador. Informe Final,”

- Diagnóstico de las estadísticas del Agua en Ecuador*, 2013. [Online]. Available: http://docplayer.es/5177693-Diagnostico-de-las-estadisticas-del-agua-en-ecuador-informe-final.html#show_full_text. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [10] Agua Ecuador, “El Agua en el Ecuador,” *Los nuevos contaminantes del agua*, 2016. [Online]. Available: <http://agua-ecuador.blogspot.com/>. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [11] AQUALAI, “Aguas Residuales: aguas residuales por Filtro biológico, Depuración de agua residual.,” *Sistema de Depuración de Aguas residuales mediante Filtro Biológico*, 2012. [Online]. Available: <http://www.aqualai.com/residual/filtro.html>. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [12] Redacción Central, “La Gaceta 25 mayo 2015 by Diario La Gaceta - issuu,” *La Contaminación de los ríos es más generada por la población*, 2015. [Online]. Available: https://issuu.com/lagaceta1967/docs/25may015_gaceta_979d21e560902b. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [13] La Hora, “Contaminación del Cutuchi, un problema latente : Noticias Cotopaxi : La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo,” *Contaminación del Cutuchi, un problema latente*, 2013. [Online]. Available: <http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101547329#.WHziklPhDX5>. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [14] T. Primario, “Tratamiento de aguas residuales domesticas,” 2012.
- [15] WikiWater, “E22 - El tratamiento con filtros de cerámica - Wikiwater,” *E22 - El tratamiento con filtros de cerámica*, 2010. [Online]. Available: <http://www.wikiwater.fr/e22-el-tratamiento-con-filtros-de.html>. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [16] S. N. Nikolaeva, “Posibilidades de Utilizacion de Zeolitas en las Industrias Nacionales.pdf.” Heredia, 1997.
- [17] Carbotecnia, “¿Qué es el carbón activado? - Carbotecnia,” *Carbón Activado*, 2014. [Online]. Available: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-carbon-activado/>. [Accessed: 16-Jan-2017].

- [18] L. Real, “Industria Láctea Con Mejores Condiciones De Producción,” pp. 36–39, 1938.
- [19] A. Vallejo, “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la quesera ‘El Pajonal’ Quimiag 2013,” Escuela Superior Politécnica del Ejercito, 2014.
- [20] G. Mosquera, “Higiene, limpieza y desinfección en la Quesería Artesanal 1,” p. 31, 2010.
- [21] Gonzales V. M., “Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco , Amarillo y Yogurt,” *República de Panamá*, pp. 1–16, 2002.
- [22] A. Apango, “Elaboración de quesos tipo Panela y Oaxaca 14 E,” México, 2009.
- [23] M. González, “Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea,” pp. 16–32, 2012.
- [24] J. Lebrato, J. L. Pérez Rodríguez, C. Maqueda, and E. Morillo, “Cheese factory wastewater treatment by anaerobic semicontinuous digestion,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 3, no. 4, pp. 193–199, 1990.
- [25] J. Vásconez, “Diseño y Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales: Quesera ‘El Salinerito’, Salinas, Bolivar,” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014.
- [26] G. Chamorro, “Evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales de una empresa de fabricación de queso,” Universidad San Francisco de Quito, 2013.
- [27] L. Rodríguez, “Propuesta de un plan de manejo ambiental para la agro empresa ‘La Quesera’ del Cantón Colta Provincia de Chimborazo,” Universidad Nacional de Chimborazo, 2012.
- [28] M. Concha, “Plan de Gestión Ambiental para Producción Ecológica de Queso de la Quesería ‘Queso Fresco Santa Isabel’ Comunidad Santa Isabel, San Juan,” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2011.
- [29] L. Saenz, “Diseño Del Sistema De Tratamiento Y Reutilizacion Del Agua Residual En La Planta De Lácteos Oasis,” Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, 2013.

- [30] J. Mihelcic and J. Zimmerman, *Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Sustentabilidad, Diseño*, Primera Ed. México: Alfaomega, 2012.
- [31] M. Navarro, “Demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría,” *Inst. Hidrol. Meteorol. y Estud. Ambient.*, vol. 2, pp. 2–9, 2015.
- [32] Jangel Ibañez, “DBO y DQO para caracterizar aguas residuales | NIHON KASETSU WATER,” *DBO y DQO para caracterizar aguas residuales*, 2015. [Online]. Available: <https://nihonkasetwater.com/2015/02/07/dbo-y-dqo-bod-and-cod-para-caracterizar-aguas-residuales/>. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [33] Water Quality Plus, “Potential of Hydrogen (pH),” *Potential of Hydrogen (pH)*, 2011. [Online]. Available: <http://www.waterqualityplus.com/ph.htm>. [Accessed: 16-Jan-2017].
- [34] Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, “Análisis De Agua - Determinación De Grasas Y Aceites Recuperables En Aguas Naturales , Residuales Y Residuales Tratadas - Método De Prueba (NMX-Aa-005-1980),” p. 3, 2000.
- [35] A. C. Severiche S, M. E. Castillo B, and L. R. Acevedo B, *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas*. Cartagena de Indias, 2013.
- [36] BVSDE, “Resumen Capítulo 11 y 12,” 2011. [Online]. Available: http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/resumen11_12.html#up. [Accessed: 17-Jan-2017].
- [37] G. Valencia, “Filtros Biológicos.” pp. 1–16, 2007.
- [38] J. A. Romero, *Potabilización del Agua*, Tercera Ed., vol. 3ra Edición. 1999.
- [39] Coordinación General de Minería, “Caliza,” *Perf. Merc. IA*, p. 82, 2014.
- [40] C. J. Hernández Guerrero, “Rocas calizas: Formación, ciclo del carbonato, propiedades, aplicaciones, distribución y perspectivas en la Mixteca Oaxaqueña,” *Temas Cienc. Y Tecnol.*, vol. 5, pp. 3–14, 2001.

- [41] A. M. Silva, R. M. F. Lima, and V. A. Leão, "Mine water treatment with limestone for sulfate removal," *J. Hazard. Mater.*, vol. 221–222, pp. 45–55, 2012.
- [42] M. J. Shim *et al.*, "Water quality changes in acid mine drainage streams in Gangneung, Korea, 10years after treatment with limestone," *J. Geochemical Explor.*, vol. 159, no. September, pp. 234–242, 2015.
- [43] José Piña, "Composición básica de los materiales cerámicos de jose antonio piña en Prezi," *Composición básica de los materiales cerámicos*, 2013. [Online]. Available: <https://prezi.com/ydpx3qmn4ome/composicion-basica-de-los-materiales-ceramicos/>. [Accessed: 17-Jan-2017].
- [44] J. Ludeña and D. D. E. Identificación, "Formulación de pasta roja para la elaboración de un filtro cerámico purificador de agua y verificación de su efectividad filtrante," Universidad Técnica Particular de Loja, 2016.
- [45] F. de J. Toro Chica, L. M. Londoño Benítez, and M. I. Álvarez, "La zeolita en la mitigación ambiental," *Rev. Lasallista Investig.*, vol. 3, no. 1, p. 6, 2006.
- [46] C. Casals, "Las Zeolitas, mineral del siglo XX: Usos y aplicaciones," *Las Zeolitas, Miner. del siglo XX*, vol. 2009, p. 51.
- [47] INEN, *Productos Químicos Industriales. Carbón Activado para uso industrial. Requisitos*, vol. 1988. Ecuador, 1995.
- [48] Ministerio del Ambiente, "Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua," *TULSMA*, pp. 1–37, 2015.
- [49] H. Gutierrez, *Análisis y diseño de Experimentos*. México, 2008.
- [50] J. L. F. Yague, *Instalaciones de Riego por Goteo*, Secretaria. Madrid.
- [51] E. R. Inga, "Tratamiento De Efluentes Por El Metodo De Pantanos Artificiales (Wetland)," Universidad Nacional de Ingeniería, 2011.
- [52] Z. K. Chowdhury, *Activated carbon : solutions for improving water quality*. .
- [53] CAWST, "Manual Del Filtro Bioarena." Canada, p. 94, 2008.
- [54] C. Larrea, "Aplicación de un filtro de Zeolita para potabilización del agua nivel

domiciliario sitio Palestina, Cantón El Guabo Provincia El Oro,” Universidad Técnica de Machala, 2015.

2. Anexos

2.1 Cálculo de número de muestras

$$\eta = \frac{2(t_{(0.025, K*\eta_0 - K)})^2 * \sigma^2}{d_T^2} \quad [49]$$

Datos.

$$K_1 = 4 \quad \sigma = 0.5$$

$$\eta_0 = 2 \quad d_T = 0.5$$

$$\eta = \frac{2(t_{(0.025, 4*2-4)})^2 * 0.5^2}{0.5^2}$$

$$\eta = 0.32 \cong 1$$

Donde:

K_1 : Número de Tratamientos

d_T : Magnitud de Diferencias

η_0 : Número de Réplicas

η : Número de muestras

σ : Error aleatorio

2.2 Ciclo de Deming

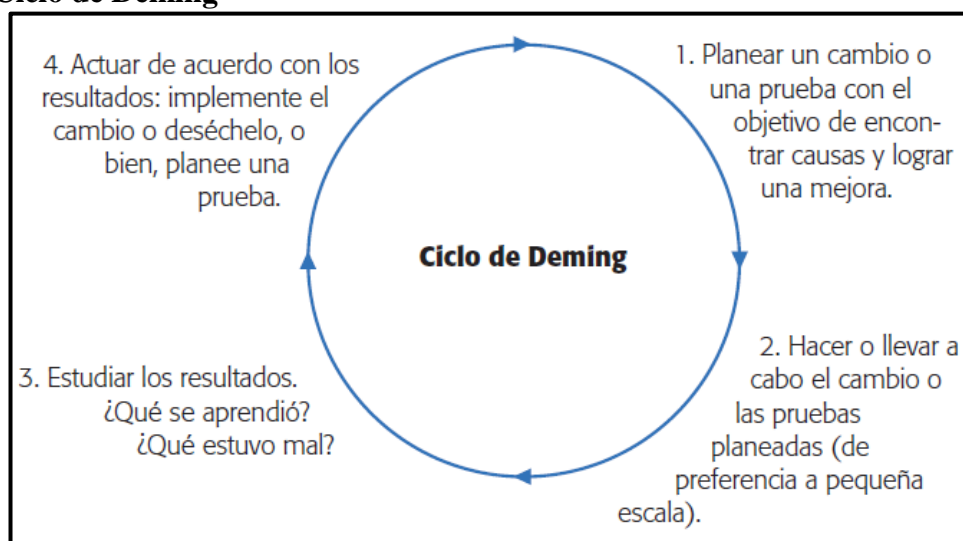


Figura 18. Ciclo de Deming y los experimentos

Fuente: Análisis y diseño de experimentos. Gutiérrez, 2008

2.3 Detalle de filtro

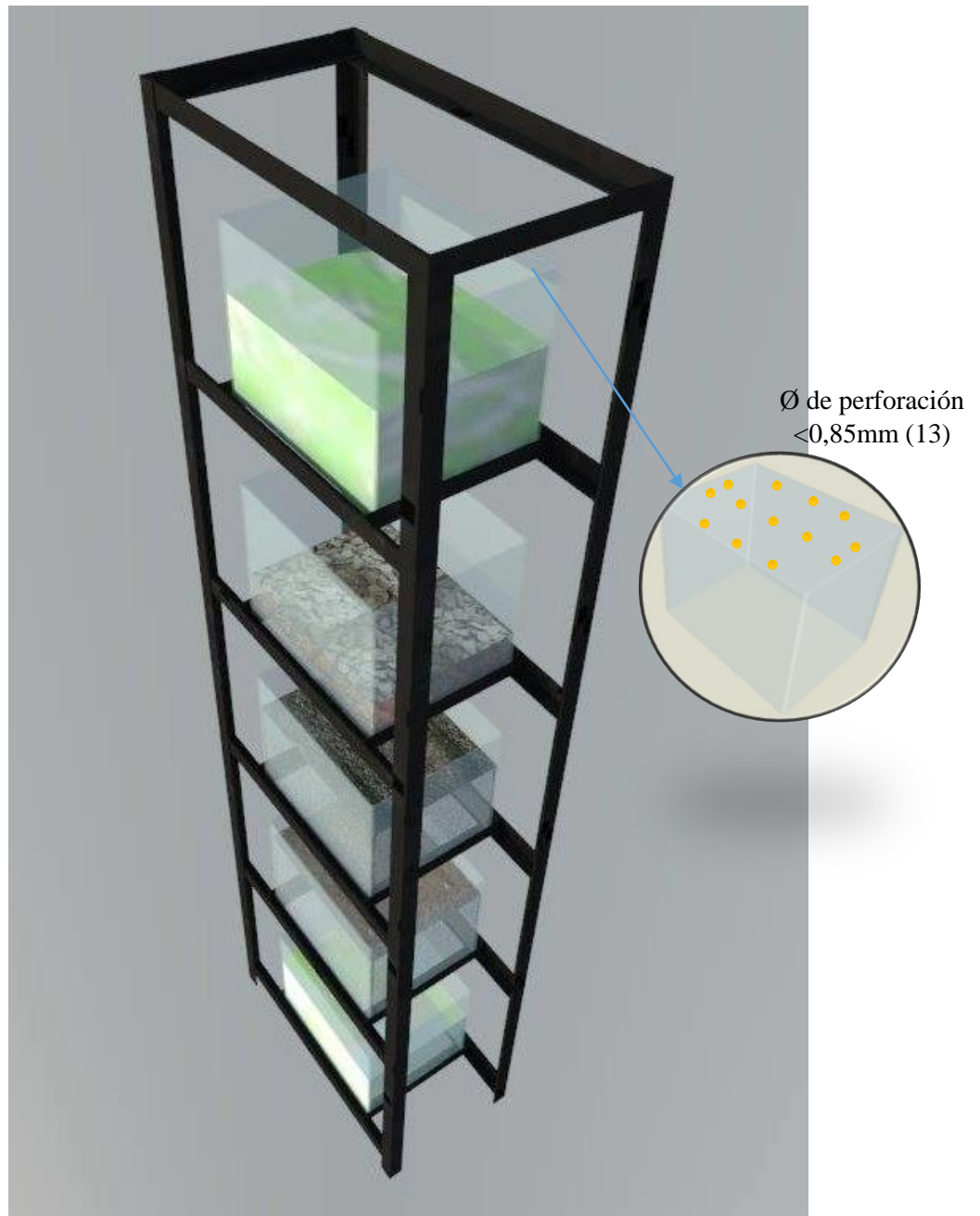


Figura 19. Estructura de filtro, programa SketchUp.

Fuente: Análisis y diseño de experimentos. Gutiérrez, 2008

2.4 Anexo Fotográfico

	
<p><i>Foto 1. Productos Lácteos DON GUIDO</i></p>	<p><i>Foto 2. Proceso de pasteurización</i></p>
	
<p><i>Foto 3. Proceso de coagulación</i></p>	<p><i>Foto 4. Proceso de moldeado y prensado</i></p>
	
<p><i>Foto 5. Proceso de moldeado y prensado</i> (2)</p>	<p><i>Foto 6. Almacenamiento</i></p>



Foto 7. Producto final



Foto 8. Producto final (2)



Foto 9. Lacto suero ácido producido por la quesera artesanal.



Foto 10. Toma de muestra (agua residual) para análisis físico, químico y microbiológico.



Foto 11. Piedra caliza



Foto 12. Tamizado de piedra caliza (Tamiz 3/4" y 1/2")



Foto 13. Canutillos de cerámica (etapa de secado)



Foto 14. Canutillos de cerámica



Foto 15. Carbón Activado Granular de SINAESA S.A

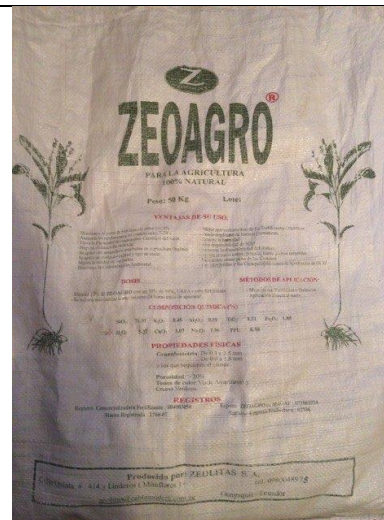


Foto 16. Zeolita adquirida de ZEOAGRO



Foto 17. Zeolita Natural



Foto 18. Zeolita con granulometría de 1-3mm



Foto 19. Colocación de cuadrícula de saco (polipropileno), en el recipiente



Foto 20. Colocación de canutillos de cerámica, en sentido horizontal



Foto 21. Distribución de piedra caliza y canutillos de cerámica en recipiente.



Foto 22. Carbón activado granular de cáscara de coco.



Foto 23. Zeolita



Foto 24. Estructura de filtro completo (1)



Foto 25. Funcionamiento de filtro con el efluente generado por la quesera artesanal.



Foto 26. Agua tratada en filtro.



Foto 27. Estado de materiales después de filtración, piedra caliza y canutillos de cerámica.



Foto 28. Estado de material después de filtración, carbón activado.

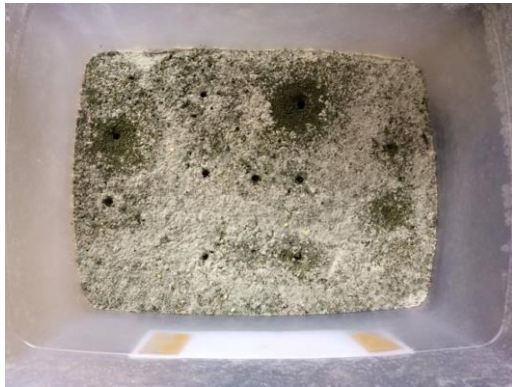


Foto 29. Estado de material después de filtración, Zeolita.



Foto 28. Obtención de muestra para los correspondientes análisis.

2.5 Especificaciones Técnicas

- Carbón Activado



FICHA TECNICA DEL PRODUCTO SUPER GRANULAR CAG-900

CARACTERÍSTICAS

El Carbón CAG-900 es un carbón activado granulado vegetal 100% orgánico y biodegradable, producido a partir de la cáscara de coco y activado física con vapor seco de agua. Se presenta en granos de color negro insolubles. El producto presenta una alta densidad y resistencia a la abrasión facilitando procesos que necesitan de regeneración sucesiva. Las distribuciones de partículas fornecidas son seleccionadas para proporcionar elevadas tasas de adsorción y bajas resistencias al flujo.

APLICACIÓN

El Carbón CAG-900 es de alto rendimiento y desempeño en aplicaciones en fase gaseosa o líquida como el tratamiento de gases o agua, anterior a columnas de desmineralización, tratamiento de agua en filtros industriales y domésticos, embotelladora, agua potable y de proceso. En la remoción de compuestos orgánicos, remoción de cloro, sabor y olor, tratamiento de efluentes en la fase de pulimento, también es usado satisfactoriamente en procesos de adsorción de dioxinas y recuperación de solventes como el tratamiento de glicerina, en la adsorción de oro, carbonato de sodio y éter entre otros tantos. En granulometrías más grandes (4x8, 8x20, 12x20 y 8x30) para tratamiento de gases en general, recuperación de disolventes, tratamiento del aire, adsorción de alcohol, purificación de CO₂, entre otros.

ESPECIFICACIONES

Densidad: 450-500 Kg/m³ (Bulk density ASTM 2854)
Area Superficial: 800-1000 m²/gr (Specific Surface Area-N₂ BET Method)
Índice de Yodo: 800-1000 mgI₂ C.A. (Iodined Number - JIS)
Tamaño: 4x8mesh (4,69-2,36mm) & 8x20mesh (2,36-0,83mm)
Empaque: fundas termoselladas de 20 Kg y/o cartón Kraft reciclado de 25Kg.

PRECAUCIONES

El Carbón Activado no es un producto peligroso; sin embargo, cuando se encuentra pulverizado debe utilizarse protección respiratoria y gafas de seguridad. Evitar almacenar producto en lugares con humedades por debajo de 8% (humedad del producto) para evitar la auto combustión.



SINAESA - ECUADOR

www.sinaesa.com

593-2-2247497

Copia no controlada

- **Zeolita Natural**


ZEOAGRO		
Zeolita Natural		
Peso : 50kg		
Ventajas de Uso.		
<ul style="list-style-type: none"> - Disminuye el costo de fertilización entre 10-15% - Aumenta los rendimientos en cosecha entre 7-20% - Eleva la capacidad de intercambio Catiónico del suelo - Propicia el desarrollo radicular - Se aplica con magníficos resultados en agricultura orgánica - Se aplica en cualquier cultivo y tipo de suelo - Mejor calidad de los suelos - Disminuye la contaminación ambiental - Mejor aprovechamiento de los fertilizantes orgánicos - Puede emplearse de manera permanente - Retiene la humedad - Alta disponibilidad de H₂O - Aumenta la disponibilidad del fosforo - Aporta al suelo; calcio, potasio, hierro y otros minerales - Excelentes como parte de los Compost - Las Mordenitas y las Clinoptilolifas tienen la aprobación de OCIA 		
Métodos de aplicación		
<ul style="list-style-type: none"> - Mezclar con Fertilizantes Químicos - Aplicación Directa al suelo 		
Composición Química (%)		
SiO ₂ : 71.31	K ₂ O: 0.45	Al ₂ O ₃ : 9.59
TiO ₂ : 0.31	Fe ₂ O ₃ : 1.85	H ₂ O: 5.32
CaO: 3.07	Na ₂ O: 1.96	PPI: 6.38
Propiedades Físicas		
<ul style="list-style-type: none"> - Granulometría: De 0.3 a 3.5 mm De 0.0 a 1.6 mm - Porosidad: 20% - Tonos de color: Verde Amarillento y crema verdoso 		
Registros		
<ul style="list-style-type: none"> > Registro Comercializadora Fertilizante: 004003050 > Marca Registrada: 2768-07 > Registro ZEOAGRO en MAGAP: 021861934 > Registro Empresa Productora: 02186 		

Tabla 27. Ficha técnica de zeolita Natural

Fuente: ZEOAGRO

2.6 Resultados de análisis por muestra

• Informe de análisis de Agua Residual

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	
	17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1704264
DIRECCIÓN:	Cala. Patria, Calle Yuqui	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO	Sr. Diego Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TÉLEFONO DE CONTACTO:	09 79219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	05 de abril de 2017; 11:00
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Quesera Mulaló	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	05 de abril de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Mulaló	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	11 de abril de 2017
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	05 de abril de 2017; 09H37	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	50
		Temperatura (°C):	17.4

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
pH	UpH	APHA-4500H+B	6 a 9	6.23
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540 D	220,0	3 951
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600,0	48 060
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅) *	mg/l	APHA-5210-B	250,0	27 520
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) *	mg/l	HACH 8000	500,0	78 865
COLIFORMES TOTALES *	nmp/100ml	APHA-9221-B	<40,0	7 500

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
pH	4 - 10 UpH	1%	17025-PR-CC-23-XX: Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 4500 H+B

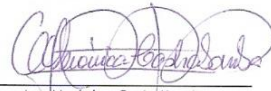
NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:



Ing. Andrea Tirado
LABORATORISTA QUÍMICO

Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OEA CON ACREDITACIÓN Nº OEA LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 7
	CLIENTE:	Diego Villamarin	Pág: 1 de 1
	REPRESENTANTE:		Código: REG TEC 018
	DIRECCIÓN:	Latacunga Cda. La Patria	Fecha formato: 26/03/2014
	TELÉFONO:	03 2663021	NUMERO DE INFORME:
	CELULAR:	0979219314	LACQUJA: 1 16 1 7 2 3
e-mail:	diegoym@outlook.com		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 51	TEM. AMBIENTE(°C): 21
-------------------------	-----------------	-----------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria lactea
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 28 de diciembre de 2016 al 02 de enero de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 02 de enero de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 28 de diciembre de 2016

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX*	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Aceites y grasas*	mg/l	0,60	70	PRO TEC 053 / EPA 1664 A	± 18,02 %

* Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 8
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado: N/A
 Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Ma. Jose Tapia
ANALISTA



Dr. Harold Jimenez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

• Informe de análisis Período de Calibración

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS	Acreditación N°
	17025-RG-CC-71-03	OAE LE C 14-001



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1703193
DIRECCIÓN:	Cdla. Patria, Calle Yuqui	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO	Sr. Fernando Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	14 de marzo de 2017; 11H55
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	UTA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	14 de marzo de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	21 de marzo de 2017
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	14 de marzo de 2017; 11H35	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	45
		Temperatura (°C):	19.5

ANALISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
pH (aguas residuales)	UpH	APHA-4500H+B	6 a 9	5,07
CALCIO*	mg/l	APHA-3500CaD	-	37,51
FOSFATOS*	mg/l	HACH-8191	-	1 050,6
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540 D	220,0	323
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600,0	51 426
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO(DBO ₅) *	mg/l	APHA-5210-B	250,0	22 780
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO) *	mg/l	HACH 8000	500,0	66 955
COLIFORMES TOTALES *	nmp/100ml	APHA-9221-B	<40,0	1 200

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
pH	4 - 10 UpH	1%	17025-PR-CC-23-XX: Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 4500 H+B

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICION DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
LABORATORISTA QUÍMICO



Ing. Verónica CASHABAMBA
RESPONSABLE TECNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 13-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 8
	CLIENTE:		Pág. 2 de 2
	REPRESENTANTE:	Diego Villamarin	Código: REG TEC 018
	DIRECCION:	Latacunga Cdia. La Patria	Fecha formato: 03/02/2017
	TELEFONO:	032 663021	NÚMERO DE INFORME:
	CELULAR:	0979219314	LACQUA 17-1782
	e - mail:	diegoxvm@outlook.com	

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 49	TEM. AMBIENTE(°C): 21
--------------------------------	------------------------	------------------------------

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Industria Lactea
RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
FECHA DE ANALISIS: Desde el 03 al 09 de marzo de 2017
FECHA EMISION DE INFORME: 09 de marzo de 2017
FECHA TOMA DE MUESTRA: 03 de marzo de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX [#]	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Aceites y grasas*	mg/l	0,70	70,0	PRO TEC 053 / EPA 1664 A	± 18,02 %

Norma de Referencia: TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 8

Parámetro acreditado

* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

****Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. María Jose Tapia
ANALISTA





Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

• Informe de análisis Muestra 1

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	
	17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CUENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1704292
DIRECCIÓN:	Cda. Patria, Calle Yuquí	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Sr. Diego Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	12 de abril de 2017; 12H10
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	12 de abril de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica-UTA- agua filtrada	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	18 de abril de 2017
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	12 de abril de 2017; 10H50	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	41
		Temperatura (°C):	20.9

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
pH	UpH	APHA-4500H+B	6 a 9	6,45
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540 D	220,0	873
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600,0	24 785
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅) *	mg/l	APHA-5210-B	250,0	13 820
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) *	mg/l	HACH 8000	500,0	27 922
COLIFORMES TOTALES *	nmp/100ml	APHA-9221-B	<40,0	950

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
pH	4 - 10 UpH	1%	17025-PR-CC-23-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 4500 H+B

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Andrea Tirado
LABORATORISTA QUÍMICO



Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

• Informe de análisis Muestra 2

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS	
	17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CUENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1704310
DIRECCIÓN:	Cda. Patria, Calle Yuquí	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Sr. Diego Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	20 de abril de 2017; 12h:25
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	20 de abril de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	UTA	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	26 de abril de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	20 de abril de 2017; 12H06	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	41
		Temperatura (°C):	19.6

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600.0	4 479
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅) *	mg/l	APHA-5210-B	250.0	2 890
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/l	HACH 8000	500.0	5 681

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/l	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:



Ing. Andrea Tirado
LABORATORISTA QUÍMICO




Ing. Verónica Cashabamba
RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Antonio Clavijo e Isaias Sánchez, Cda. Miñarica
Telf.: 032 997700
Ambato • Ecuador
www.emapa.gob.ec

• Informe de análisis Muestra 3

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1704325
DIRECCIÓN:	Cala, Patria, Calle Yuquí	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO	Sr. Diego Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	25 de abril de 2017; 11H05
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	25 de abril de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	03 de mayo de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	25 de abril de 2017; 10H22	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	41
		Temperatura (°C):	21.5

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600,0	11955
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO(DBO ₅) *	mg/l	APHA-5210-B	250,0	9550
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	mg/l	HACH 8000	500,0	14 426

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:

 Ing. Andrea Tirado LABORATORISTA QUÍMICO		 Ing. Verónica Cashabamba RESPONSABLE TECNICO
--	---	--

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Tel: 2585991 Ext. 101, 102, 103

• Informe de análisis Muestra 4

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	
	17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1704329
DIRECCIÓN:	Cdla. Patria, Calle Yuqui	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Sr. Diego Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TELÉFONO DE CONTACTO:	09 79219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	27 de abril de 2017; 11H36
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	27 de abril de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	05 de mayo de 2017; 14H00
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	27 de abril de 2017; 10H12	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	puntual	Humedad (%):	42
		Temperatura (°C):	20.9

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1 600.0	3780
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅) *	mg/l	APHA-5210-B	250.0	3270
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/l	HACH 8000	500.0	5430

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/l	19%	17025-PR-CC-28-XX: Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:


 Ing. Andrea Tirabaz
 LABORATORISTA QUÍMICO




 Ing. Verónica Coshabamba
 RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

• Informe de análisis Muestra 5

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1705339
DIRECCIÓN:	Ignacio Flores, Cda. Patria	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Residual
PERSONA DE CONTACTO:	Sr. Diego Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TELÉFONO DE CONTACTO:	0979219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	Martes, 02 de Mayo de 2017; 11:00
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	UTA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	Martes, 02 de Mayo de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	Martes, 09 de Mayo de 2017
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	Martes, 02 de Mayo de 2017; 10:09	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	Puntual	Humedad (%):	43
		Temperatura (°C):	18,8

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
pH	-	APHA-4500H+B	6 - 9	7,46
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/l	APHA-5210-B	250,0	850
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/l	HACH 8000	500,0	2241
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/l	APHA-2540-D	220,0	126
SOLIDOS TOTALES *	mg/l	APHA-2540-B	1600,0	2375
COLIFORMES TOTALES *	nmp/100ml	APHA-9221-B	-	523

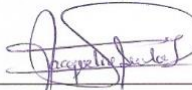
"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DBO	50 - 1500 mg/L	20%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 5210 D
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000
pH	4 - 10 UpH	1%	17025-PR-CC-23-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 4500 H+B

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:


 Ing. Jacqueline Ávila J.
 ANALISTA DE LABORATORIO





 Ing. Verónica Cashabamba
 RESPONSABLE TÉCNICO

Antonio Clavijo e Isaias Sánchez, Cda. Miñarica
 Telf.: 032 997700
 Ambato • Ecuador
www.emapa.gob.ec

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

• Informe de análisis Muestra 6

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS 17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	SR. DIEGO VILLAMARIN	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1705355
DIRECCIÓN:	Cala, Patria	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO	Sr. Diego Villamarin	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarin
TELÉFONO DE CONTACTO:	0979219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	04 de Mayo de 2017; 11H51
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	U.T.A	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	04 de Mayo de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	11 de Mayo de 2017
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	04 de Mayo de 2017; 10H09	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	Puntual	Humedad (%):	45
		Temperatura (°C):	18,9

ANALISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅) *	mg/L	APHA-5210-B	250,0	2260
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	4155
SÓLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1600,0	4413

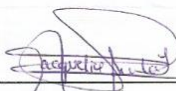
"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX: Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA. TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO [CR GAR 04] NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:


 Ing. Jacqueline Avila J.
 ANALISTA DE LABORATORIO




 Ing. Verónica Cashabamba
 RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

• Informe de análisis Muestra 7

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS 17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1705372
DIRECCIÓN:	Latacunga, Cda. Patria	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO	Sr. Diego Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TELÉFONO DE CONTACTO:	0979219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	Martes, 09 de Mayo de 2017; 12H21
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	UTA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	Martes, 09 de Mayo de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	17 de Mayo de 2017
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	Martes, 09 de Mayo de 2017; 11H25	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	Puntual	Humedad (%):	44
		Temperatura (°C):	19,7

ANALISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)	RESULTADOS
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO ₅) *	mg/L	APHA-5210-B	250,0	2478
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	6049
SOLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1600,0	6332

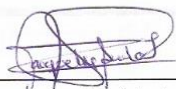
"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICION DE ACREDITADO (CR GAR 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:


 Ing. Jacqueline Ávila J.
 ANALISTA DE LABORATORIO




 Ing. Verónica Cashabamba
 RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

• Informe de análisis Muestra 8

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE C 14-001
	INFORME DE RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS	
	17025-RG-CC-71-03	



Pág 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CUENTE:	Sr. Diego Villamarín	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	1705392
DIRECCIÓN:	Latacunga, Cda. Patria	TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	Agua Residual
PERSONA DE CONTACTO	Sr. Diego Villamarín	RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Sr. Diego Villamarín
TELÉFONO DE CONTACTO:	0979219314	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	Jueves, 11 de Mayo de 2017; 12H25
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	UTA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	Jueves, 11 de Mayo de 2017
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	Laboratorio de Hidráulica	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	17 de Mayo de 2017
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	Jueves, 11 de Mayo de 2017; 10H30	CONDICIONES AMBIENTALES:	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta):	Puntual	Humedad (%):	43
		Temperatura (°C):	18,8

ANALISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Tabla 8.Limites de descarga al sistema de Alcantarillado Público. TULAS. LIBRO VI. ANEXO I (2015)	RESULTADOS
pH	-	APHA-4500H+B	6 - 9	7,24
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO(DBO ₅)	mg/L	APHA-5210-B	250,0	1263
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	mg/L	HACH 8000	500,0	4852
SOLID.TOT.SUSPENDIDOS *	mg/L	HACH 8006	220,0	258
SOLIDOS TOTALES *	mg/L	APHA-2540-B	1600,0	4785
COLIFORMES TOTALES *	nmp/100mL	APHA-9221-B	-	324

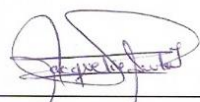
"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
DBO	50 - 1500 mg/L	20%	17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 5210 D
DQO	20 - 25000 mg/L	19%	17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000
pH	4 - 10 UpH	1%	17025-PR-CC-23-XX; Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012, 4500 H+B

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICIÓN DE ACREDITADO [CR GAR 04] NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: Ninguna

PROFESIONALES RESPONSABLES:


 Ing. Jacqueline Ávila J.
 ANALISTA DE LABORATORIO




 Ing. Verónica Cashabamba
 RESPONSABLE TÉCNICO

Laboratorio de Control de Calidad, EP - EMAPA - A, Vía Ecológica a Santa Rosa - Ambato
 Telf. 2585991 Ext. 101, 102, 103

Antonio Clavijo e Isaias Sánchez, Cda. Miñarica
 Telf.: 032 997700
 Ambato • Ecuador
 www.emapa.gob.ec



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables."

www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS



Acreditación N° OAE LE C 11-019
LABORATORIO DE ENSAYOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	-----
REPRESENTANTE:	Diego Villamarín
DIRECCION:	Latacunga Cda. La Patria
TELEFONO:	032 663021
CELULAR:	0979219314
e - mail:	diegoxvn@outlook.com

Versión:	9
Pág.	1 de 1
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	20/03/2017
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	17-11836

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	55	TEM. AMBIENTE(°C):	20
-------------------------	--------------	----	--------------------	----

TIPO DE MUESTRA: Agua residual Industria Lactea
 RESPONSABLE MUESTREO: Cliente
 TIPO DE TOMA DE MUESTRA: Puntual
 FECHA DE ANALISIS: Desde el 11 al 15 de mayo de 2017
 FECHA EMISION DE INFORME: 15 de mayo de 2017
 FECHA TOMA DE MUESTRA: 11 de mayo de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

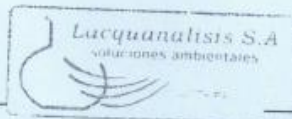
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Aceites y grasas	mg/l	1,2	PRO TEC 053 / EPA 1664 A	± 18,02 %

* Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

PERSONAL RESPONSABLE:


 Ing. Marcelo Tirado
ANALISTA




 Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio



Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América