



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:

ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA
INDUSTRIA DE LÁCTEOS “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO” DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ

AUTOR: TOAPANTA MOLINA ÁLVARO SANTIAGO

TUTOR: ING. MG. FABIÁN MORALES FIALLOS

Ambato – Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos certifico que el presente Informe Final del Trabajo Experimental: **“ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ ”** realizado por el Sr. Álvaro Santiago Toapanta Molina, 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, Noviembre del 2017

Ing. Mg. Fabián Morales Fiallos

TUTOR

AUTORIA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Yo, Álvaro Santiago Toapanta Molina, C.I. 050364949-3 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: **“ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ ”**, es de mi completa autoría, a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, Noviembre del 2017

Álvaro Santiago Toapanta Molina

C.I. 050364949-3

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad de 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 de Titulación bajo la modalidad de 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, Noviembre del 2017

Álvaro Santiago Toapanta Molina

C.I. 050364949-3

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de calificación de grado, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ ”** realizado por Álvaro Santiago Toapanta Molina, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Ambato, Noviembre del 2017

Ing. Mg. Dilon Moya M

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Geovanny Paredes C

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios quien me dio la sabiduría y la fuerza necesaria en todo momento para continuar firme en la decisión de alcanzar mis sueños. A mis padres Rosa y Luis quienes muchas veces, al punto de desistir de este mi objetivo me inspiraron y me dieron más razones para luchar, haciéndolo con humildad, responsabilidad, respeto y demás valores que desde siempre me han sido impartidos por ellos. Su apoyo constante e incondicional sobre cada decisión tomada a pesar de no ser acertada, me han llevado a ser lo que soy, así como su esfuerzo y sacrificio por augurarme un buen porvenir, por todo ello y más, les dedicaré cada logro alcanzado como una muestra de gratitud y mi amor hacia ellos.

A mis hermanas y hermanos en especial a Carlos y Anderson dos niños que con sus ocurrencias y risas cambiaban los malos momentos, con quienes comparto su infancia. “Espero algún día ser una referencia para ellos, porque ahora ellos para mí son un motivo importante para luchar y ser mejor persona.

A mi abuela Delia quien ya no está conmigo pero siempre me cuidó y aconsejó, “tengo la certeza de que estaría muy orgullosa”.

A mis amigos, uno de ellos hoy ausente quien fue mi hermano y confidente, con el que compartí grandes momentos, entre ellos malos pero que siempre estuvo presente con un consejo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme tener a mi lado a mi familia y sobre todo por el hogar que me dio junto a personas únicas y maravillosas.

En especial agradezco a mis padres por el apoyo y estar presentes en todo momento durante mi existencia, por toda la confianza que me brindaron para poder alcanzar cada uno de mis objetivos y hacer en mí el reflejo de sus virtudes y esfuerzo.

A mis hermanos que me apoyaron cuando necesité de su ayuda o un consejo en momentos difíciles.

A mi tutor de tesis el Ing Fabián Morales por su guía en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Y por último agradezco a esa persona especial (V. M) que estuvo a mi lado durante varios semestres como compañera de aula ayudándome, apoyándome siempre y acompañándome en todo ese tiempo.

ÍNDICE

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORIA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS.....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
EXECUTIVE SUMMARY	XVIII
CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES	1
1.1. TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. OBJETIVOS GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO II	6
FUNDAMENTACIÓN	6
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	6
2.1.1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.	6
2.1.2. TIPOS DE CONTAMINANTES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA.....	6
I. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	6
II. RESIDUOS SÓLIDO.	6
III. RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS.	6
IV. EFLUENTES LÍQUIDOS.	6
A. PROCESOS GENERADORES DE EFLUENTES RESIDUALES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA.	6

B. Composición de los productos lácteos.....	7
C. Materias Primas.	7
D. Consumo de agua potable.....	7
E. Características de las aguas residuales.....	7
2.1.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA.....	8
2.1.4. IMPORTANCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	8
2.1.5. NIVELES DE TRATAMIENTO.....	8
2.1.6. TIPOS DE TRATAMIENTOS DEL AGUA RESIDUALES	9
I. Tratamientos Convencionales	9
Tratamiento primario.	9
Tratamiento secundario.....	10
Tratamiento terciario.....	10
II. Tratamientos Avanzados	10
2.1.7. FILTRACIÓN.....	11
2.1.8. BIOFILTRACIÓN	11
I. Características particulares de los biofiltros sobre material orgánico.....	11
A. Fenómeno de adsorción	12
B. Tipos de adsorción	12
C. Parte experimental de la adsorción.....	12
2.1.9. BIOADSORCIÓN.....	13
I. Factores que afectan el proceso de bioadsorción.	13
2.1.10. BIOADSORBENTE.....	13
2.1.11. EL BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR COMO MATERIAL BIOADSORBENTE	13
I. Microscopía electrónica de barrido.....	14
2.1.12. PARÁMETROS DE CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN EL TULSMA.....	14
I. Aceites y grasas	15
II. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	15
III. Demanda química de oxígeno (DQO).....	15
2.1.13. BIODEGRADABILIDAD Y TIPO DE SISTEMA.....	15

2.1.14.	BIODEGRADABILIDAD DEL EFLUENTE Y EFICIENCIA DEL BIOFILTRO.....	16
2.1.15.	NORMATIVA PARA LA DESCARGA DEL EFLUENTE EN LA RED DE ALCANTARILLADO	16
2.2.	HIPÓTESIS	17
2.3.	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	18
2.3.1.	Variable Independiente	18
2.3.2.	Variable Dependiente.....	18
CAPÍTULO III.	.....	19
METODOLOGÍA	.....	19
3.1.	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	20
I.	Plan de muestreo para el análisis de laboratorio.	24
II.	Análisis de laboratorio.	25
III.	Métodos de análisis.	25
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	26
3.3.1.	VARIABLE INDEPEDIENTE.....	26
3.3.2.	VARIABLE DEPEDIENTE.....	27
3.4.	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	28
3.4.1.	GENERACIÓN DE INFORMACIÓN.	29
3.4.2.	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	29
3.5.	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.	30
3.5.1.	ETAPA 1: DESCRIPTIVA Y SELECTIVA.	30
I.	Caracterización del lugar de estudio.	30
A.	Ubicación.....	30
B.	Instalaciones.....	31
C.	Producción.	31
D.	Jornada laboral.....	31
E.	Recepción de materia prima.	31
F.	Consumo de agua potable AP.....	31
II.	Estudio de balance de masa.....	32
A.	Entradas y salidas de materia por productos.....	32
B.	Diagramas del balance de masa por productos.....	34

-Queso	34
-Yogurt	35
-Helado.....	36
C. Desperdicios líquidos generados por cada proceso productivo.....	37
D. Parámetros Físico-Químicos de mayor impacto en efluentes lácteos.....	37
III. Determinación del tipo de sistema de tratamiento en base a la biodegradabilidad del efluente.	38
3.5.2. ETAPA 2: EXPERIMENTAL	38
I. Fijación de Caudal del AR a ser tratada sobre el lecho filtrante.	38
II. Material filtrante.....	39
➤ Obtención del bagazo de caña de azúcar (BCA)	39
➤ Caracterización morfológica del bagazo de caña de azúcar (BCA).	39
➤ Preparación del bagazo de caña de azúcar (BCA).	40
➤ Volumen de material filtrante requerido (BCA).	43
III. Prototipo del filtro	43
A. Esquema funcionamiento del filtro y proceso de filtración:.....	44
B. Descripción del Funcionamiento.	44
C. Monitoreo y control del funcionamiento del filtro.....	46
D. Reemplazo del material filtrante BCA.....	46
3.5.3. ETAPA 3: ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES.	47
I. Volumen de agua potable (VAP) que ingresa a la industria.	47
II. Volumen de agua residual (VAR) que se evacúa al sistema de alcantarillado público.	47
III. Volumen de residuos líquidos lácteos.	48
3.5.4. TABULACIÓN DE INFORMACIÓN.	48
3.5.5. IDENTIFICACIÓN DE LA BASE LEGAL.	49
3.5.6. PLAN DE ANÁLISIS.....	49
CAPÍTULO IV.	50
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	50
4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	50
4.1.1. TIPO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO EN BASE A LA BIODEGRADABILIDAD DEL EFLUENTE.....	50
I. Materiales y dimensiones.	51

4.1.2.	FIJACIÓN DEL CAUDAL SOBRE EL LECHO FILTRANTE.....	51
I.	Altura de presión constante requerida.....	51
II.	Caudal (Q).....	52
4.1.3.	MATERIAL FILTRANTE	52
I.	Caracterización morfológica del bagazo de caña de azúcar (BCA).....	52
II.	Volumen de material filtrante requerido.	54
	Caudal del filtro biológico Q_{FB} (ltrs/seg).....	54
	Tiempo de retención hidráulica THR	54
	Tiempo de retención hidráulica THR Horas (FAFA).....	55
	Tiempo de retención hidráulica en días THR días (FAFA).....	56
	Volumen del filtro biológico V_{FB} (m^3).	56
	Chequeo del período de retención (TRH).....	56
4.1.4.	ESTIMACIÓN DE CAUDAL DE AGUA POTABLE (AP).	57
4.1.5.	VOLUMEN DE AGUA POTABLE (VAP) QUE INGRESA A LA INDUSTRIA.....	58
4.1.6.	ESTIMACIÓN DE CAUDAL DE AGUA RESIDUAL (AR).	58
4.1.7.	VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL (VAR) GENERADO.....	61
4.1.8.	VOLUMEN DE RESIDUOS LÍQUIDOS LÁCTEOS GENERADO EN LA INDUSTRIA.	61
4.1.9.	ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL FILTRADA Y SIN FILTRAR (ARF Y ARSF).....	62
I.	Agua residual sin filtrar ARSF (Agua cruda).....	62
II.	Agua residual filtrada ARF (Agua tratada).....	63
III.	Agua residual filtrada ARF y sin filtrar ARSF (tratada y sin tratar).....	64
4.2.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADO	64
4.2.1.	EFICIENCIA DEL BIOFILTRO SOBRE EL EFLUENTE RESIDUAL EF (%). 64	
A.	Eficiencia del filtro durante los primero 60 días.	65
➤	ACEITES Y GRASAS	66
➤	DBO_5	67
➤	DQO.....	69
B.	Eficiencia del filtro durante los últimos 30 días.....	70
➤	DBO_5	71
4.2.2.	BIODEGRADABILIDAD DEL EFLUENTE.....	72

4.2.3.	DEGRADACIÓN DEL BCA.	74
	ESTRUCTURA MORFOLÓGICA FÍSICA.....	74
➤	Superficie	74
➤	Fibras.....	75
➤	Poros.....	76
4.2.4.	ANÁLISIS CRÍTICO Y PERSONAL.....	78
4.3.	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	79
CAPÍTULO V.	.....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	81
5.1.	CONCLUSIONES.....	81
5.2.	RECOMENDACIONES	83
MATERIALES DE REFERENCIA	.....	84
1. BIBLIOGRAFÍA	.....	84
2. ANEXOS	.....	89
2.1.	PLANIMETRÍA DE LA INDUSTRIA Y DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES.....	89
2.2.	DETALLES DE LA CONDUCCIÓN DEL AGUA RESIDUAL.....	90
2.3.	MATERIALES DEL FILTRO Y DIMENSIONES.	91
2.4.	ANEXOS FOTOGRÁFICOS.....	92
2.5.	INFORMES DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS EMITIDOS POR EL LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO (UNACH).....	96
2.5.1.	Agua residual sin filtrar (Muestra 1).....	96
2.5.2.	Agua residual filtrada (Muestra 2).	97
2.5.3.	Agua residual filtrada (Muestra 3).	98
2.5.4.	Agua residual filtrada (Muestra 4).	99
2.5.5.	Agua residual filtrada (Muestra 5).	100
2.5.6.	Agua residual filtrada (Muestra 6).	101
2.5.7.	Agua residual filtrada (Muestra 7).	102
2.5.8.	Agua residual filtrada y sin filtrar (Muestra 8 y 9).	103
2.5.9.	Agua residual filtrada y sin filtrar (Muestra 10 y 11).	104
2.5.10.	Agua residual filtrada y sin filtrar (Muestra 12 y 13).	105
2.6.	FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES Y CONTROL DEL FILTRO.	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Composición y DBO ₅ aproximadas de diversos productos.....	7
Tabla N° 2. Principales niveles de tratamiento y características	9
Tabla N° 3. Parámetros de monitoreo de las descargas industriales.....	15
Tabla N° 4. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	17
Tabla N° 5. Lineamientos para el muestreo y preservación de muestras de agua.	24
Tabla N° 6. Operacionalización de la variable independiente.	26
Tabla N° 7. Operacionalización de la variable dependiente.	27
Tabla N° 8. Recolección de información.	28
Tabla N° 9. Entradas y salidas de materia prima del proceso de Queso.....	32
Tabla N° 10. Entradas y salidas de materia prima del proceso de Yogurt.....	32
Tabla N° 11. Entradas y salidas de materia prima del proceso del Helado.	33
Tabla N° 12. Generación de aguas residuales.....	37
Tabla N° 13. Parámetros físico-químicos y volumen de agua residual según la actividad.....	38
Tabla N° 14. DBO ₅ y DQO del agua cruda (agua residual sin filtrar).....	50
Tabla N° 15. Alturas y volúmenes.	52
Tabla N° 16. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios.....	55
Tabla N° 17. Caudal de agua potable AP.....	57
Tabla N° 18. Volumen de agua potable AP.	58
Tabla N° 19. Detalles de la tubería de evacuación.	58
Tabla N° 20. Caudal de agua residual AR.	60
Tabla N° 21. Volumen de agua residual AR que se evacúa.....	61
Tabla N° 22. Volumen de residuos líquidos lácteos generado en industria.....	61
Tabla N° 23. Análisis Físico- Químico del agua residual sin filtrar (ARSF).	63
Tabla N° 24. Análisis Físico- Químico del agua residual filtrada (ARF).....	63
Tabla N° 25. Análisis del ARSF y ARF.	64
Tabla N° 26. Eficiencia del filtro.....	65
Tabla N° 27. Eficiencia sobre el DBO ₅	71
Tabla N° 28. Biodegradabilidad del efluente.....	73
Tabla N° 29. Comparación de resultados con los límites TULSMA.....	80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Estimación del caudal máximo (AR) para un tirante máximo determinado.....	60
Gráfico N° 2. Concentración aceites y grasas vs tiempo.	66
Gráfico N° 3. Eficiencia del filtro vs tiempo.	67
Gráfico N° 4. Concentración de DBO ₅ vs tiempo.....	67
Gráfico N° 5. Eficiencia del filtro vs tiempo.	68
Gráfico N° 6. Concentración de DQO vs tiempo.....	69
Gráfico N° 7. Eficiencia del filtro vs tiempo.	70
Gráfico N° 8. Concentración de DBO ₅ vs tiempo.	71
Gráfico N° 9. Eficiencia del filtro vs tiempo.	72
Gráfico N° 10. Biodegradabilidad del efluente vs tiempo.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Principio de funcionamiento de un biofiltro.....	11
Figura 2. Imagen SEM Microscopía electrónica de barrido del bagazo de caña natural.....	14
Figura 3. Frecuencia de muestreo.	23
Figura 4. Ubicación de la industria “Lácteos Valenzuela Divino Niño”.	30
Figura 5. Diagramas del balance de masa (Queso).	34
Figura 6. Diagramas del balance de masa (Yogurt).	35
Figura 7. Diagramas del balance de masa (Helado).	36
Figura 8. Muestras para el Barrido Microscópico.....	40
Figura 9. Diagrama de preparación del material filtrante	41
Figura 10. Preparación del material (BCA)	42
Figura 11. Esquema de funcionamiento del filtro y proceso de filtración	44
Figura 12. Descripción del Funcionamiento.	45
Figura 13. Reemplazo del BCA.	46
Figura 14. Descripción de alturas de presión.	51
Figura 15. Imágenes SEM, bagazo de caña de azúcar a diferentes aumentos antes de ser usada.	53
Figura 16. Especificaciones definidas del material filtrante en el recipiente.....	56
Figura 17. Estructura superficial.	74
Figura 18. Estructura de fibras.	75
Figura 19. Estructura de poros.	76
Figura 20. Imágenes SEM, Microorganismo bacteriano.	77

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ.

En el presente trabajo se pretende evaluar la eficiencia del bagazo de caña de azúcar en el pre-tratamiento de un efluente residual lácteo; para el desarrollo del trabajo se tomó un periodo de 90 días, en la que se estimó un caudal residual de (0.13ltrs/seg) y un volumen final = 4680ltrs/Jornada laboral, correspondiendo un volumen de residuos lácteos = 360ltrs/Jornada laboral; dentro de las características del agua residual tenemos las siguientes concentraciones iniciales de Aceites y grasas (1324mg/l), DBO₅ (2631mg/l) y DQO (5560mg/l).

La capacidad depuradora del material filtrante se la determina con un muestreo del agua filtrada para análisis cada 10 días, y por medio de los resultados obtenidos establecer el tiempo a ser reemplazado, también mediante un barrido microscópico observar el proceso degenerativo del material.

Las eficiencias máximas que se alcanzan están alrededor de: 30.55% (Aceites y grasas), 81.07% (DBO₅) y 79.78% (DQO), durante los primeros 60 días, a partir de ahí es necesario contar con resultados más exactos y realistas debido a la dispersión poco coherente que puede producir en los resultados la toma de muestras cuando la producción industrial varía en jornada laboral y subproducto final, por ello en los últimos 30 días de tratamiento se analiza únicamente la DBO₅ (parámetro relevante) del agua residual tratada y sin tratar provenientes de la misma captación y proceso generativo del día definido para la toma de muestra, con un cambio de lecho filtrante cada 10 días. Obteniendo una eficiencia promedio real de 55.97 %, y un barrido microscópico que revela una estructura morfológica dominada por el desgaste de la superficie, poros totalmente sellados por residuos sólidos lácteos a nivel micrométrico, fibras casi lisas separadas creando vacíos entre ellas e incluso presencia de microorganismos. Dicho esto se establece una vida útil funcional del medio filtrante muy corta (30 días) y una eficiencia mayor durante los 10 días iniciales de filtración continua, además se resalta la relación costo/beneficio siendo el material apto para un pre-tratamiento o tratamiento terciario a pesar de que el adsorbato y adsorbente son del mismo tipo (orgánico) dando paso a una degradación rápida.

EXECUTIVE SUMMARY

TOPIC: ANALYSIS OF THE BAGASSE OF THE SUGAR CANE AS A FILTER IN THE TREATMENT OF WASTEWATER FROM THE DAIRY INDUSTRY "LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO" OF THE PROVINCE OF COTOPAXI, SAQUISILÍ CITY.

In the present work try to evaluate the efficiency of sugarcane bagasse in the pre-treatment of a residual milk effluent; for the development of the work was taken a period of 90 days, which estimated a residual flow of (0.13ltrs / sec) and a final volume = 4680ltrs / Labor day, corresponding a volume of milk waste = 360ltrs / Labor day; the following initial concentrations of Oils and Fats (1324mg / l), BOD5 (2631mg / l) and COD (5560mg / l) are present.

The purifying capacity of the filter material is determined by a sampling of filtered water for analysis every 10 days, and by means of the results obtained, establish the time to be replaced, also by through of a microscopic sweep observe the degenerative process of the material.

The maximum efficiencies achieved are around: 30.55% (Oils and Fats), 81.07% (BOD5) and 79.78% (COD), during the first 60 days, from there it is necessary to have more accurate and realistic results due to the inconsistent dispersion that can result in the sampling when the industrial production varies in working day and final byproduct, so in the last 30 days of treatment only the BOD5 (relevant parameter) of the waste water treated is analyzed and without treatment from the same collection and generative process of the day defined for sampling, with a filter riverbed change every 10 days.

Getting a real average efficiency of 55.97%, and a microscopic sweep revealing a morphological structure dominated by surface wear, pores totally sealed by solid milk residues at micrometric level, separated near-smooth fibers creating gaps between them and even the presence of microorganisms . That said, it establishes a functional useful life of the filter media very short (30 days) and a greater efficiency during the initial 10 days of continuous filtration, in addition it emphasizes the relation cost / benefit being the material suitable for a pre-treatment or tertiary treatment although the adsorbate and adsorbent are of the same type (organic) giving way to a rapid degradation

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1.TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ

1.2.ANTECEDENTES

La ingeniería civil y su íntima relación con el medio ambiente se ha visto en la necesidad de buscar y aplicar nuevas estrategias para el tratamiento de aguas residuales que en la mayoría deben ser apoyadas en nuevas tecnologías minimizando el efecto contaminante y aumentando la eficiencia en el proceso de tratamiento, ya sea que en éste se utilice tecnologías convencionales o medios innovadores, económicos como filtros biodegradables tal es el caso de la alternativa propuesta en éste proyecto experimental.

Durante muchos años se han desarrollado técnicas y métodos que proporcionen mayor eficacia en el proceso de descontaminación o depuración de efluentes residuales provenientes de actividades industriales, para ello mediante varias investigaciones realizadas por organismos y entidades particulares involucradas en la problemática que produce el mal manejo de estos vertidos proponen nuevas alternativas, un ejemplo es el artículo científico: **Tecnologías sostenibles para la potabilización y tratamiento de aguas residuales** donde se aduce que los recursos hídricos a nivel mundial se han disminuido debido al efecto al crecimiento industrial y sus procesos contaminicos, se estima que para el 2025 la tendencia de este factor negativo aumentará en un 62% en relación a 1995[1]; es por eso que ésta investigación trata de inducir al uso de tratamientos naturales ecológicos de efluentes

contaminados en donde no se empleen aditivos químicos para depurarlos, ni se basen en procesos convencionales de altos costos para eliminar sustancia degenerativas, pensando en el posible re-uso de éste efluente y mejorar la calidad de los recursos de agua y medio ambiente.

La depuración consta de distintas etapas implicadas en el tratamiento y control sanitario de desechos arrastrados por un cuerpo receptor, procedentes de viviendas e industrias que representan en su mayoría contaminantes de carácter orgánico e inorgánico, para lo cual como medida de mitigación y con el pasar de los años se investiga el uso de medios filtrantes orgánicos que no incluyan pasos adicionales tecnificados para mejorar la calidad del vertido contaminado y disminuir los contaminantes recalcitrantes hasta un 99% en sólidos en suspensión, la DBO₅ en similar medida así también la DQO, en el mejor de los casos, usando vegetación acuática, el suelo y microorganismos [1] [2].

En la investigación del artículo: **Biodegradación de contaminantes orgánicos de la industria láctea** [3]. Se habla de un incremento de producción de 482 a 754 millones de toneladas de subproductos en 30 años a partir de 1982 a nivel mundial, de lo cual el impacto ambiental generado no pasa por alto pues se estima que detrás cada litro de leche procesada se produce 10 litros de agua residual (AR) dependiendo del tipo de producción, que necesitan ser tratadas bajo una eficiente degradación de materia orgánica suspendida y disuelta, el tratamiento explicado aquí consiste en procesos biológicos, teniendo una eficiencia hasta del 90% en la disminución de concentraciones en diferentes parámetros físico-químicos, debido a que utilizan microorganismos inmovilizados en el proceso de tratamiento, que poseen bajos costos de operación y alto grado de remoción al usar material filtrante o percoladores.

El artículo: **Tasa de aplicación y materiales filtrantes para la operación de los biofiltros con aguas residuales** expone su estudio, en donde cuyo objetivo era determinar el material orgánico y la aplicabilidad para la eliminación de nitrógeno y fósforo con el uso de biofiltros, experimentando con las aguas residuales domésticas ARD. Con este fin se probó un sistema montado con biofiltros en el área experimental de la Universidad Federal de Viçosa-MG [4]. En donde mensualmente se determinaron las concentraciones de nitrógeno y fósforo durante un período de

153 días con los tipos de material orgánico: bagazo de caña de azúcar “BCA” y aserrín en periodos de evaluación durante los meses: Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre. Los resultados indicaron que los materiales orgánicos del filtro de BCA y aserrín fueron más adecuados y acertados para la eliminación de nitrógeno y fósforo en aguas residuales domésticas ARD.

Se menciona el uso del BCA como material bioadsorbente en otras investigaciones recientes que también demuestran otra de las cualidades más importantes que lo destaca, como es la capacidad de adsorción de metales pesados incluyendo además el bajo costo de adquisición por la fácil regeneración de los bioadsorbentes, alta eficiencia, minimización de empleo de productos químicos y lodos biológicos generados en procesos descontaminantes, además posee una elevada posibilidad de recuperación de metales pesados al ser de origen biológico (vivo o muerto). Por consiguiente, al usar biomasa muerta se pudo evitar el rápido deterioro del material filtrante bioadsorbente, e inclusive se pudo ajustar ciertas características para aumentar y controlar la eficiencia del proceso como lo establecieron **Karnitz & Alves (2009)** en su artículo. Ellos estudiaron la preparación de nuevos materiales derivados de la caña de azúcar, para la adsorción de Pb(II), dicha preparación se hizo mediante dos modificaciones o procesos: la primera, fue el BCA mercerizado con NaOH 5mol/L y el otro material se obtuvo al hacerlo reaccionar con dianhídrido etilendiaminotetraacético (EDTAD), estos mostraron una capacidad de adsorción que va desde 192 a 333mg/g en cuanto al Pb (II) [5] [6]. Los materiales modificados con NaOH 5mol/L mostraron mayor nivel de remoción comparados con los no mercerizados cuando el pH es de 5,3.

Otra de las investigaciones que se le hizo a las cualidades del BCA como bioadsorbente fue en el tratamiento de agua contaminada con hidrocarburos derivados del petróleo así se lo publicó en el artículo: “**Partículas hidrofobadas de bagazo de caña de azúcar para el tratamiento de hidrocarburos en agua**” en donde se examinó el efecto de la granulometría de las partículas, la cantidad de agente hidrofobante y el método de operación para el contacto hidrocarburo/bagazo. Se demostró así que el porcentaje de remoción del hidrocarburo fue de 94% durante 30 min de operación, para un diámetro de partículas promedio de 457 μm e hidrofobadas con 30% de parafina. También se habla del aporte de Hussein et al.

(2013) quien caracterizó la capacidad de adsorción de fibras medulares del BCA para eliminar contaminantes aceitosos en el agua, demostrando que tienen una mayor capacidad de adsorción y remoción en comparación con los adsorbentes comerciales habituales debido a que se consiguió un aumento en las propiedades hidrofóbicas con la esterificación mediante anhídrido acético y N-bromosuccinimida (catalizador de la acetilación de los grupos hidroxilos en el bagazo) [7].

1.3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo industrial y productivo en la actualidad ha generado mayor contaminación en el medio ambiente a través de las AR con la presencia de productos, materia y sustancias de origen sintético, tóxico y de lenta degradación.[8], que no puede ser autodepuradas de manera natural por los cauces receptores lo que impide pensar en reutilizarla en otras actividades similares debido a los efectos negativos que los contaminantes ocasionan al entorno al que es vertido [9] [10], por ello la importancia de la búsqueda de un tratamiento óptimo, toda vez que ningún tratamiento hasta hoy fijado es capaz de abordar todos los tipos de efluentes residuales por las diversas características y propiedades que poseen [13] [5], incluyendo los altos costos de operación, disposición y montaje lo cual se convierte en otro problema a resolver.

La industria láctea dedicada a la producción de leche y a la elaboración de sus derivados ocasiona uno de los principales problemas contamináticos de carácter orgánico e inorgánico (DQO y DBO elevadas) en aguas residuales donde su formación se da por fugas, limpieza de los equipos e instrumentos, derrames de materias primarias y lavado de superficies [11], sin dejar pasar por alto el efecto de los desechos inorgánicos como detergentes, desinfectantes y otros insumos usados en el aseo y mantenimiento de estas industrias [3], que son vertidos directamente al alcantarillado público sin tratamiento previo generando problemas de orden estético; aumento del contenido de materia orgánica y aumento o disminución de acidez o alcalinidad etc. [12],[13].

Cotopaxi cuenta con 3 de las 6 procesadoras de lácteos más importantes del país entre grandes, medianas y pequeñas empresas, asimismo en los últimos años se han

incrementado queserías clandestinas, que tienen procesos productivos poco higiénicos, debido a la falta de control sanitario regional y estatal [14].

La biofiltración con material orgánico parece ser hoy en día una nueva opción cuya actividad de degradación proviene de los microorganismos que viven y se desarrollan en él. [15]. Este medio orgánico llamado biofiltro para nuestra investigación será el bagazo de caña de azúcar que presentan en su estructura: lignina, hemicelulosa, celulosa y fibra, [16],[17]; y que actúan como una resina biológica natural, capaz de remover materia orgánica e inorgánica y de favorecer la implantación de microorganismos capaces de biodegradarlas, además de ser accesible y de bajo costo.

1.4.OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVOS GENERAL

- Analizar el bagazo de caña de azúcar como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la procesadora de lácteos “Lácteos Valenzuela Divino Niño” de la provincia de Cotopaxi, Cantón Saquisilí para la disminución de los niveles de contaminación.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la procesadora de lácteos “Lácteos Valenzuela Divino Niño” de la provincia de Cotopaxi, cantón Saquisilí.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la procesadora de lácteos “Lácteos Valenzuela Divino Niño” de la provincia de Cotopaxi, cantón Saquisilí.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO₅ y DQO) y el contenido de aceites y grasas de las aguas residuales provenientes de las procesadoras de lácteos en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el bagazo de caña de azúcar puede ser utilizado como material filtrante en el pretratamiento de procesadoras de lácteos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1.1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

Se entiende por contaminación del agua a cualquier alteración de sus características físicas, organolépticas, químicas o biológicas, resultante de la incorporación de productos, residuos o desechos que puedan ocasionar molestias directas o indirectas como son enfermedades e incluso la muerte de seres vivos [18].

2.1.2. TIPOS DE CONTAMINANTES EN LA INDUSTRIA LÁCTEA.

La contaminación a nivel industrial puede caracterizarse bajo los siguientes aspectos.

I. Contaminación atmosférica.- (Combustible usado en calderas).

II. Residuos sólidos.- (Desechos de envases).

III. Residuos tóxicos y peligrosos.- (Es prácticamente nula) [19].

IV. Efluentes líquidos.

A. *Procesos generadores de efluentes residuales en la industria láctea.*

⇒ Recepción de la leche (Generación de grasa)

⇒ Estandarización de la leche. (Efluentes con alto contenido de grasa).

⇒ Tratamientos térmicos. (Depósitos de proteínas).

⇒ Producción de queso. (Mayor contaminación por presencia de lacto-suero).

⇒ Producción de Yogur. (Grasa, fermentación y limpieza de equipos).

⇒ Producción de Postres (helados). (Limpieza de tanques de homogenización y enfriamiento).

⇒ Producción de mantequilla. (Suero o mazada, rico en proteínas y lactosa).

⇒ Limpieza y desinfección de circuitos y equipos. (Uso de detergentes desinfectantes, ácido, sosa, etc.)

B. Composición de los productos lácteos.

La composición de los efluentes líquidos es muy variable dependiendo del tipo de proceso y de producto fabricado. En la **Tabla N° 1** se muestra la composición y la DBO₅, de algunos productos lácteos. [19].

Tabla N° 1. Composición y DBO₅ aproximadas de diversos productos.

PRODUCTOS	PROTEÍNAS (g)	GRASA (g)	LACTOSA (g)	DBO ₅ (ppm)
Queso	4,0	25,0	1,0	476200
Yogurt	3,5	3,0	4,0	88750

Fuente: Villena, L, J, " Contaminación en la industria láctea", (1995)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

C. Materias Primas.

El uso y manejo eficiente de materias primas permite reducir la cantidad de residuos generados durante el proceso de elaboración de cada subproducto lácteo.

⇒ *Materias Primas Directas.* (Leche)

⇒ *Materias Primas Indirectas* (Dependiendo del producto)

- Cloruro de Cálcico, cuajo, cloruro de Sodio sacarosa, fermento, fruta, Sorbato de potasio, bacterias, colorantes, etc.

D. Consumo de agua potable.

El agua es uno de los elementos más necesarios en la producción industria, lo es así en la elaboración de productos lácteos [20] [21], donde se estima de 1-10 litros de agua por cada litro de leche procesada, usándola desde la limpieza de la planta (90% de agua potable) y equipos., llegando a considerarse hasta materia prima.

E. Características de las aguas residuales

a. Características Física

- Temperatura, color olor, sólidos, turbiedad densidad.

b. Características Químicas

Materia orgánica:

- Proteínas, carbohidratos, grasas y Aceites, HC, tensioactivos, pesticidas, químicos, DBO₅, DQO.

Materia orgánica:

-Oxígeno disuelto, cloruros, pH, alcalinidad, dureza, metales pesados, gases.

c. Características Biológicas.

Bacterias, protozoos y virus.

2.1.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA.

Las aguas residuales de las industrias lácteas son generalmente neutras o poco alcalinas, pero tienen tendencia a volverse ácidas muy rápidamente a causa de la fermentación del azúcar de la leche produciendo ácido láctico en ausencia de oxígeno, es posible encontrar materia inorgánica donde es común la presencia de detergentes y desinfectantes, siendo éstos los principales generadores de problemas contaminantes. Aproximadamente un 90 – 95% del DBO5 de los residuos líquidos es aportado por la leche y/o productos lácteos, es decir pérdidas de producto. [12].

2.1.4. IMPORTANCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Su propósito es evitar la contaminación física, química, bioquímica y biológica de los cursos y cuerpos de agua receptores, así como el impacto al entorno ecológico y daños a los abastecimientos de agua.

Las razones que justifican el tratamiento de efluentes residuales:

- Razones higiénicas o de salud pública, razones estéticas y razones legales [22]

2.1.5. NIVELES DE TRATAMIENTO

Los métodos de descarga ha sido el vertimiento directo a los cuerpos receptores de agua superficiales (ríos, lagos y mares) y el riego; sin respetar las regulaciones municipales para descarga ni los estándares de calidad ocasionando problemas ambientales y riesgos para la salud.

En la **Tabla N° 2** se describen diversas clasificaciones para el tratamiento de las aguas residuales: por niveles, por operaciones y procesos, por grado de complejidad y tratamiento.

Tabla N° 2. Principales niveles de tratamiento y características

Nivel de tratamiento	ÍTEM		
	Mecanismos	Contaminantes removidos	Eficiencias
Preliminar	Físico	-Sólidos gruesos (basuras, arenas) -Grasas -Acondicionamiento químico (pH)	SS: <10 % DBO: <10 % Coliformes: = 0 % Nutrientes: = 0 %
Primario	Físico	-Sólidos suspendidos sedimentables -Materia orgánica suspendida (parcialmente)	SS: 40-50 % DBO: 25-35 %
Primario avanzado	Físico y químico	-Sólidos suspendidos sedimentables y no sedimentables -Materia orgánica suspendida (parcialmente) Fósforo	SS: 70-85 % DBO: 45-55 % Coliformes: 60-90 %
Secundario	Biológico o químico	-Materia orgánica suspendida fina/soluble (parcialmente) -Nutrientes (parcialmente) -Patógenos (parcialmente)	SS: 60-99 % DBO: 60-99 % Nutrientes: 10-50 %
Terciario	Biológico o químico	-Materia orgánica fina y soluble (pulimento) -Nutrientes Patógenos (principalmente)	SS: > 99 % DBO: > 99 % Nutrientes: > 90 %

Fuente: Adaptado de Von Sperling, 1996; Torres, 2000; Metcalf y Eddy, 2003; Jord.,o y PessÛa, 2005; Bratby, 2006 y van Haandel, 2008, [23].

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

2.1.6. TIPOS DE TRATAMIENTOS DEL AGUA RESIDUALES

I. Tratamientos Convencionales

Las plantas de tratamiento de agua residual incluyen tres tipos de tratamientos llamados convencionales y a veces tratamientos avanzados como a continuación lo describe el artículo: “Análisis de la adsorción como método de pulimento en el tratamiento de aguas residuales” [24].

Tratamiento primario.- El tratamiento primario se enfoca principalmente en la remoción de aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos mediante el uso de maquinaria por ello el nombre de tratamiento mecánico.

⇒ *Remoción de sólidos.*

⇒ *Remoción de arena.*

⇒ *Sedimentación.*

Tratamiento secundario.- El tratamiento secundario está diseñado para degradar el contenido biológico del agua residual, el cual deriva residuos de alimentos, jabones y detergentes pero no elimina algunas sustancias como sales de fósforo y nitrógeno, éstas ayudan al crecimiento de algas, además de metales pesados y otros productos químicos.

⇒ *Desbaste.*

⇒ *Fangos activos.*

⇒ *Camas filtrantes (camas de oxidación)*

⇒ *Placas rotativas y espirales*

⇒ *Filtros aireados biológicos*

⇒ *Reactores biológicos de membrana*

⇒ *Sedimentación secundaria*

Tratamiento terciario.- El tratamiento terciario proporciona una etapa final que se lo describe como pulir el efluente y sirve para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al cuerpo receptor (mar, río, lago, campo, etc.).

⇒ *Filtración.*

⇒ *Lagunaje.*

⇒ *Tierras húmedas construidas.*

⇒ *Remoción de nutrientes.*

⇒ *Desinfección.*

II. Tratamientos Avanzados

Procesos Electroquímicos.

Intercambio Iónico.

Tecnología de Membranas.

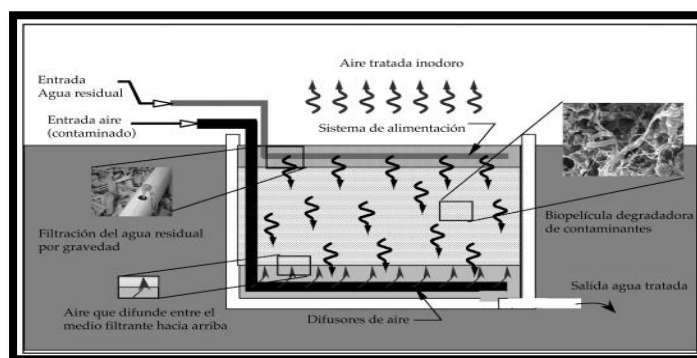
2.1.7. FILTRACIÓN

La filtración aparte de ser un proceso mecánico que permite la remoción de partículas, material coloidal y microorganismos, hace que el agua mejore sus propiedades físicas y químicas mediante la utilización de un medio filtrante.

2.1.8. BIOFILTRACIÓN

Se basa en la capacidad para adsorber y absorber diferentes sustancias de carácter contaminante y favorecen a la generación de microorganismos capaces de biodegradarlas utilizando medios orgánicos (Buelna et al., 1998) que pueden estar constituido comúnmente de virutas de madera y fibras orgánicas (turba de sphaigne) dependiendo de los objetivos de descarga y requerimientos del efluente a tratar. La **Figura 1** muestra el principio de funcionamiento del proceso de filtración.

Figura 1. Principio de funcionamiento de un biofiltro.



Fuente: Garzón Zúñiga M, “La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias”, (2012)

I. Características particulares de los biofiltros sobre material orgánico.

De acuerdo con Garzón-Zúñiga y Buelna, los biofiltros sobre lecho orgánico presentan características que los diferencian de los filtros convencionales (“trickling filtros”).

Los biofiltros de lecho orgánico requieren de grandes superficies seccionales de reactores y la carga hidráulica que pueden tratar es menor a la que se trata en un filtro rociador de tasa baja; sin embargo, este tipo de biofiltros pueden alcanzar mejores eficiencias de remoción de DQO, DBO5, N-NH4 a menor costo de operación, en comparación con los filtros rociadores. [25].

A. Fenómeno de adsorción

⇒ *Adsorción.*

La adsorción se considera un fenómeno muy particular que solo ciertos materiales sólidos tienen y pueden ser utilizados como adsorbentes industriales, debido a que frecuentemente poseen una capacidad muy limitada de adsorber grandes cantidades de ciertas sustancias.

B. Tipos de adsorción

⇒ *Adsorción física:*

Causada principalmente por las fuerzas de Van der Waals y electrostáticas, dándose estas entre las moléculas del adsorbato y los átomos que componen la superficie del adsorbente.

⇒ *Adsorción química:*

La adsorción química es un método que emplea varios materiales de origen sintético y natural modificados para una mayor eficiencia, aprovechando las interacciones a nivel molecular, para recolectar el elemento contaminante y luego removerlo del medio acuoso.

C. Parte experimental de la adsorción

Se puede dar un pre-tratamiento adicional dependiendo del tipo de biomaterial para mejorar su eficiencia y aspecto, a continuación se señalan algunos de ellos:

Un tratamiento ácido, esto con la finalidad de oxidar la superficie del biomaterial y generar una superficie homogénea en cuanto a porosidad y un tratamiento con etanol o agua a punto de ebullición con la finalidad de remover el color.

⇒ *Factores que Influyen en el proceso de Adsorción.* [24].

La adsorción depende de factores como: la naturaleza, estructura del adsorbente y propiedades físico-químicas del efluente y del medio en el cual la adsorción debe efectuarse, debido a que este puede modificar las propiedades físico-químicas del adsorbente (solubilidad, carga superficial, carácter hidrófobo/hidrófilo, etc.),

2.1.9. BIOADSORCIÓN

Se entiende como el fenómeno de captación pasiva de sustancias contaminantes, basado en la propiedad que ciertos especímenes de biomasa muerta poseen para vincular y recolectar diversas sustancias contaminantes.

Los bioadsorbentes pueden ser de amplio espectro, es decir, que no son solo para un tipo de contaminante, mientras que otros sí, es por esto que se ha intensificado la utilización de materiales de origen biológico, tales como: algas, hongos, bacterias, restos de mariscos, restos agrícolas que son fácilmente transformables a bioadsorbente.

I. Factores que afectan el proceso de bioadsorción.

Los factores que afectan el proceso de bioadsorción dependen de *la naturaleza de la sustancia a eliminar, de las características del adsorbente y de las condiciones experimentales que se quiera dar*. Los principales factores son;

- ⇒ *Efecto del pH.*
- ⇒ *Superficie y estructura de los poros.*
- ⇒ *Tamaño de las partículas.*
- ⇒ *Efecto de la temperatura.*

2.1.10. BIOADSORBENTE

El elevado nivel de contaminación en AR ha llevado a desarrollar nuevas técnicas y reutilizar materias primas desechadas de origen orgánico sintético, debido a su gran disponibilidad, economía y facilidad de proceso. Se han llevado a cabo diversas investigaciones dirigidas a emplearlos como bioadsorbente demostrando el gran potencial para esta finalidad

2.1.11. EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL BIOADSORBENTE

La biomasa lignocelulósica es una mezcla compleja de polímeros de carbohidratos conocidos como celulosa, hemicelulosa, lignina y pequeñas cantidades de otras sustancias como extractables y cenizas, los cuales están contenidos en la pared

celular de las plantas como la caña de azúcar [26]. Es fundamental a la hora de seleccionar los diferentes materiales conocer sus propiedades y la aplicación que se les vaya a dar, es por ello que su determinación debe ser con métodos confiables.

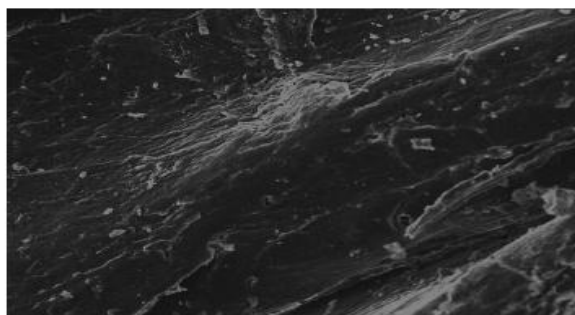
I. Microscopía electrónica de barrido

Produce imágenes de alta resolución lo que significa que varias características espacialmente cercanas pueden ser examinadas a una alta definición visual y magnificación gracias a la gran profundidad de campo la cual enfoca gran parte de la muestra proporcionando una resolución entre 1 y 20 nanómetros dependiendo del instrumento, longitud de onda de electrones y del sistema electrón-óptico, por lo general el microscopio electrónico TESCAM tiene una resolución entre 3nm a 30kv y se necesita un tiempo largo de exposición, sobre los 90 - 100 segundos por foto.

Para las imágenes SEM de bajo vacío (Low Vacuum SEM), o SEM ambiental el espécimen no necesita cubrirse con metales pesados para impedir la carga eléctrica la desventaja aquí es la baja resolución. [27].

En la **Figura 2** se aprecian los haces conductores (pequeños tubos) útiles para el flujo de residuos líquidos por capilaridad.

Figura 2. Imagen SEM Microscopía electrónica de barrido del bagazo de caña natural.



Fuente: Pastora de la Concepción Martínez Nodal, Iván Rodríguez Rico, Guillermo Esperanza Pérez, Jorge Leiva Mas, " Caracterización y evaluación del bagazo de caña de azúcar como biosorbente de hidrocarburos", (2013) [28]

2.1.12. PARÁMETROS DE CONTROL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN EL TULSMA.

Parámetros de monitoreo sugeridos para industrias lácteas, identificados según el Código Internacional Industrial Uniforme (CIIU). (**Tabla N° 3**)´

Tabla N° 3. Parámetros de monitoreo de las descargas industriales.

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	PARÁMETROS DE MONITOREO
Elaboración de productos lácteos	Caudal, DBO, DQO, SAAM, SST, Grasas y aceites, Fenoles, Cloruros (Cl), Sulfatos (SO ₄)

Fuente: Tabla N°12 de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, (TULSNA) Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, 2014. [29]

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

I. Aceites y grasas

Los aceites y las grasas tienen una particular atención por su escasa solubilidad en el agua y su tendencia a separarse de la fase acuosa, estas han generado muchos problemas en el tratamiento de ARD. Los tratamientos consisten en un ataque biológico que destruyen los agentes emulsificantes y las partículas finalmente se unen libremente en partículas más grandes que se separan del agua.

II. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La DBO, es la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar materias orgánicas biodegradables por una población heterogénea de microorganismos bajo condiciones de tiempo de incubación (5 días), aclimatación de la semilla y temperatura (20°C).

III. Demanda química de oxígeno (DQO)

La DQO mide el oxígeno equivalente y necesario para la oxidación química de sustancias orgánicas e inorgánicas en una muestra acuosa contaminada, y así también estima el contenido de organismos en aguas residuales. [30].

2.1.13. BIODEGRADABILIDAD Y TIPO DE SISTEMA

La Biodegradabilidad involucra criterios científicos y prácticos al tratar efluentes con alto contenido de materia orgánica que puede ser tratados mediante el uso de sistemas biológicos, dependiendo de los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos, que nos dan una aproximación de biodegradabilidad basada en parámetros como DBO y DQO.

(Hernandez, 1992). Fue un promotor de la referencia sobre biodegradabilidad estableciendo la relación DQO/DBO₅.

Condiciones:

$(DQO/DBO_5) < 2.5$ es un efluente o compuesto biodegradable, en donde se puede utilizar fangos activos, lechos bacterianos o cualquier sistema biológicos.

Y cuando $2.5 < (DQO/DBO_5) < 5$ es biodegradable siendo aconsejable solo el empleo de lechos bacterianos.[31].

2.1.14. BIODEGRADABILIDAD DEL EFLUENTE Y EFICIENCIA DEL BIOFILTRO

En el artículo científico “Biofiltración sobre Cama de Turba, para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Lavado de Jeans” se plantea la ecuación para estimar la eficiencia del biofiltro y la biodegradabilidad del efluente una vez que éste se ha tratado haciendo uso de algún sistema depurador

$$Ef = ((M1 - Mm)/M1) \times 100 \Rightarrow EFICIENCIA$$

$$DBO_5/DQO \Rightarrow BIODEGRADABILIDAD$$

Donde **M1** es el valor de la muestra inicial del agua sin tratar y **Mm** es el valor de cada muestra tomada luego de pasar por el filtro. [32]

2.1.15. NORMATIVA PARA LA DESCARGA DEL EFLUENTE EN LA RED DE ALCANTARILLADO

El presente proyecto investigativo se manejará bajo los requerimientos de la siguiente Norma, Anexo I del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

En donde la Norma “Prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado sanitario, combinado o pluvial, cualquier sustancia que pudiera obstruir o afectar los colectores o sus accesorios, formar gases tóxicos o vapores, explosivos o de mal olor, o que pudiera reducir la resistencia de los materiales en contacto”.

Dentro de los parámetros que analizaremos y que se encuentran en los límites de descarga al sistema de alcantarillado público tenemos (**Tabla N° 4**)

Tabla N° 4. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Solubles en hexano	mg/l	70,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0

Fuente: Tabla N°9 de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, (TULSNA) Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, 2014. [29]

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

2.2. HIPÓTESIS

Se manejarán dos hipótesis una nula (H_0) y otra alternativa (H_1), las mismas que serán sujetas a comprobación con los resultados alcanzados en el trabajo experimental.

H_0 : La elaboración de un filtro biológico a partir del bagazo de caña de azúcar BCA contribuirá a la variación de resultados en el análisis de los parámetros definidos para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de lácteos “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO”, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ” sin introducirlos dentro de los límites permisibles de descarga al sistema de alcantarillado público establecidos en el TULSMA

H_1 : La elaboración de un filtro biológico a partir del bagazo de caña de azúcar BCA contribuirá a la variación de resultados en el análisis de los parámetros definidos para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de lácteos “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ”, introduciéndolos dentro de los límites permisibles de descarga al sistema de alcantarillado público establecidos en el TULSMA

2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. Variable Independiente

Filtro de Bagazo de caña de azúcar.

2.3.2. Variable Dependiente

Los resultados de los parámetros analizados en el tratamiento del agua residual (AR) proveniente de la industria láctea.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el completo desarrollo del presente proyecto se aplicarán los siguientes tipos de investigación.

La investigación se orientará al uso de desechos de origen vegetal como bioadsorbente, mediante una *investigación aplicada* se partirá del criterio de incorporar un biofiltro de origen vegetal-natural de fácil adquisición y bajo costo para reducir los niveles contaminación producida por los efluentes lácteos en los sistemas receptores y así disminuir el impacto que generan estos en el medio ambiente, el nivel de *investigación exploratoria* será indispensable debido a que se tratará de diagnosticar la influencia y eficiencia del medio filtrante alternativo de carácter poco usual y sin muchos precedentes en el tratamiento de aguas residuales lácteas, esto último ha impedido establecer o seguir un proceso definido reglamentado llevando a nuestra investigación a la parte *experimental* que nos proporcione la suficiente información y posteriormente antecedentes sobre los medios, materiales y técnicas usadas en la creación del filtro, dicha información deberá ser obtenida de *investigaciones de laboratorio* en donde se evalué el progreso y aporte del material propuesto sobre el efluente contaminado en relación al tiempo efectuando así análisis físico- químicos del agua filtrada y sin filtrar en un laboratorio acreditado, tomando muestras en periodos de 10 días durante 90 días

Para poder llevar a cabo toda la investigación se hará indispensable conocer cada proceso de producción de queso, yogurt y helado de la industria láctea “Lácteos Valenzuela Divino Niño” que generan las diferentes características o patógenos en el AR de la industria láctea y así enfocar la atención a las falencias más destacadas. Antes de ello también será necesario conocer el caudal y volumen de agua potable (AP) que ingresa a la industria láctea, para después de la elaboración de los subproductos lácteos ser expedida a manera de agua residual (volumen de AR de

evacuado), todo esto se lo hará mediante una *investigación descriptiva* que detalle pasos, procesos, etapas y secuencias, que se deberán conocer con el fin de lograr los objetivos establecidos en este proyecto experimental.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN

Cuando se vaya a llevar a cabo la investigación se debe tener en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio que es todo aquello que se requiere investigar en este caso el agua residual para esto depende del gasto de AR en función del tiempo según las condiciones conocidas de operación de la industria.

La población es el agua de la industria que se va expresando en función de días, semanas o meses dependiendo de la mejor información que se tenga.

$$VAR = X x t$$

VAR: Volumen de agua residual

X: Cantidad de agua residual. La x depende directamente del tiempo

t: Tiempo (días, semanas, meses)

90 días o 3 meses.

Nota: El VAR total se lo calcula más adelante en el capítulo IV, sección 4.1.7, **Tabla N° 21**

En los 90 días la filtración del efluente lácteo será constante ya que en este periodo se pretende diagnosticar y conocer progresivamente mediante análisis físico-químicos de manera periódica las variaciones que se suscitan en el biofiltro y AR a ser tratada, además de considerar que es el tiempo suficiente para obtener información confiable que nos facilite la interpretación de la funcionalidad del sistema propuesto, en este lapso el mismo será monitoreado cuidando que el volumen requerido se mantenga constante día a día y evitando sucesos que interfieran con el

propósito, como son el deterioro prematuro del material filtrante, disminución del caudal a consecuencia de sedimentaciones en tuberías y de ser necesario se sustituirá el material BCA dependiendo de la eficiencia que mantenga.

MUESTRA

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población, para nuestro ejemplo: 55 GALONES X 90 DÍAS EN FUNCIONAMIENTO = 4950gal TRATADOS.

Aquí depende de los días en que cada industria se desenvuelve:

$$40 \times 6 = 240 \text{ gal/semana} \Rightarrow 3635 \text{ ltrs/mes} \Rightarrow 10905 \text{ ltrs/ (3 meses)} \textit{ Ecuación 4.1}$$

El muestreo será discrecional en donde se tomará una muestra de agua sin filtrar “**ARSF**”, y una muestra filtrada “**ARF**” cada 10 días, el muestreo será por juicio de expertos en donde las características que forman parte de la muestra serán seleccionados por el investigador, este proceso permite ahorrar recursos, es rápido, subjetivo y a la vez proporciona resultados precisos cuando se conocen las características específicas del elementos en estudio. Las muestras seleccionadas por este método son representativas lo que les da la misma probabilidad de ser elegida bajo los criterios del investigador y puede basarse en la experiencia de otros estudios anteriores para enfocar su elección y limitación.

En el transcurso de los 10 días para cada análisis físico – químico del agua filtrada se espera establecer el comportamiento del material expuesto al medio ambiente para simular las condiciones reales de trabajo bajo aspectos físicos como pudrición, color, olor, sedimentación, presencia de moho, etc., que pueden variar en beneficio o no del agua residual filtrada (ARF) por la generación de organismos los cuales probablemente ayudan a la degradación de la materia orgánica. También se considera q es el tiempo pertinente debido a que la filtración deberá estar sujeta a todas las condiciones de trabajo como: tipo de producción por día, tipo de productos, días no laborables en los que no se filtrará agua y el material filtrante podría tener otro comportamiento a partir de ese momento.

Entonces para alcanzar una mayor eficiencia todas estas condiciones y otras posibles no contempladas, están destinadas a suceder dentro de este periodo de 10 días, lapso en el que al finalizar se efectuará el muestreo.

Para obtener resultados que se acerquen más a la realidad y sean más exactos en cuanto al comportamiento del biofiltro y la medición de los parámetros: DBO₅, DQO, Aceites y grasas, se considera la irregularidad en la producción diaria y diferentes procesos que se dan a lo largo de la jornada laboral y semanal haciendo difícil determinar con exactitud el grado efectividad del biofiltro por la gran diferencia en los resultado de los análisis a consecuencia de la toma de muestras de AR en diferentes días y bajo los aspectos previamente señalados por eso será necesario que durante los primeros 7 análisis efectuados desde la instalación del filtro incluido el del agua sin filtrar se consideren los tres parámetros mencionados y posterior a ellos en el tiempo restante del establecido correspondientes a los últimos 30 días de filtración se lleve a cabo el análisis de tres muestras de agua residual filtrada ARF y agua residual sin filtrar ARSF cada una, provenientes de la captación del mismo día en las cuales solo se analice el parámetro DBO₅ que es considerado el más relevante por el efecto que produce el uso de sosa y lacto-suero de la leche, para determinar la eficiencia del biofiltro durante los primeros 10 días con un cambio de material posterior al muestreo (**VER Figura 3**), teniendo así una diferencia entre el ARF y ARSF que se manifiesta como la cantidad de materia orgánica removida.

Esto será evaluado en un análisis gráfico y comparativo usando todas las muestras incluida la muestra “X” al finalizar los 90 días definidos como población.




“ARSF”: Agua residual sin filtrar.

“ARF”: Agua residual filtrada.

En el desarrollo del trabajo experimental las muestras serán puntuales debido a que se conoce la composición de la fuente y es relativamente constante en el transcurso de un tiempo, permitiéndonos saber que las características son las mismas.

Se hará uso de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176 en donde se particularizan los distintos tipos de muestras.[33].

Figura 3. Frecuencia de muestreo.

ANÁLISIS	Parámetros Físico - Químicos DBO5, DQO, ACEITES Y GRASAS										
HORA DE LLENADO DEL TANQUE	El llenado del tanque será todos los días a las 10:00 h durante los 90 días										
HORA DE TOMA DE MUESTRAS	Se tomarán las muestras dos horas antes del respectivo análisis y sin importar que el día sea distinto al de la toma de la muestra anterior										
	MUESTRA CRUDA "Y"	MUESTRA "X" →	Meses								
	JUNIO		JUNIO		JULIO			AGOSTO			
POBLACIÓN (Días)	Jue		Vie	Mar	Vie	Lun	Jue	Lun	Jue	Lun	Mie
	1		9	20	30	10	20	31	10	21	30
MUESTRA	1		2	3	4	5	6	7	8-9	10.-11	12.-13
VOLUMEN DE MUESTRA (ml)	1000		1000	1000	1000	1000	1000	1000	740	1183	1047
 Aceites y grasas	X		X	X	X	X	X	X			
 DBO5	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
 DQO	X		X	X	X	X	X	X			

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Nota: Las muestras 8, 10 y 12 corresponden a muestras de agua residual sin filtrar ARSF.

I. Plan de muestreo para el análisis de laboratorio.

Se tomarán muestras simples puntuales para caracterizar la calidad del agua siguiendo un plan de muestreo (**Véase la Tabla N° 5**), que consiste en seguir lineamientos como: tipo de muestra, tipo de recipiente para transportar la muestra (vidrio- ámbar), temperatura de conservación (4°C), etiquetado del envase (código, destino, tipo de análisis, origen de la muestra), transporte, recepción. Todo esto para optimizar la cadena de seguridad y conservación de las muestras.

Tabla N° 5. Lineamientos para el muestreo y preservación de muestras de agua.

LINEAMIENTOS PARA EL MUESTREO Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA.					
Parámetro	Recipiente	Vol. mín de muestra, ml	Tipo de muestra	Preservación	Almacenamiento máx (recomendado-requerido)
DBO	P, V	1000	Puntual directa simple	Refrigerar	8 - 48 h
DQO	P, V	100	Puntual directa simple	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar	7 – 28 días
Grasa y aceite	V, boca ancha calibrado	1000	Puntual directa simple	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar	28 d

Fuente: DR. Calderón, “Métodos de análisis de aguas residuales, Toma de muestras”, (2011)[34].

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Nomenclatura

P: Plástico

V: Vidrio (botella ámbar)

También se procurará proteger nuestra integridad y salud por lo cual se hará uso de guantes y mascarilla como medidas de protección cuando tengamos contacto con el agua residual.

II. Análisis de laboratorio.

La eficiencia y credibilidad de los resultados depende mucho del laboratorio en el que se realice los análisis físico-químicos por ello se toma mucho en cuenta el prestigio y la acreditación de este.

Todos los análisis de los parámetros (Aceites y Grasas, DBO₅ y DQO) requeridos en cada periodo, incluido el del agua cruda es decir el ARST, se los realizarán en el laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) que está acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”.

III. Métodos de análisis.

Se utilizarán métodos de análisis cuantitativos que abarcan determinaciones gravimétricas, volumétricas, e instrumentales:

DBO₅==→ STANDARD METHODS 5210-B

DQO==→ STANDARD METHODS 5220D mod

ACEITES Y GRASAS==→ EPA 418.1

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Filtro de Bagazo de caña de azúcar

Tabla N° 6. Operacionalización de la variable independiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Un filtro de origen natural poco convencional hace referencia a la facilidad de encontrarlo en el medio ambiente en su estado más puro sin alteraciones de carácter tecnológico y que por lo general su uso como medio depurador no ha sido considerado.	Biofiltración	Biodegradación	¿En qué medida se produce la biodegradación por microorganismos?	Barrido microscópico antes y después del tratamiento.
		Adsorción (Materia orgánica e inorgánica)	¿Cuál es la eficiencia del bagazo de caña como material depurador de aguas residuales?	Medición de Parámetros físico-químicos
	Degradación	Rápida	¿En qué tiempo el filtro pierde su eficiencia?	Comparación de análisis de parámetros
		Lenta	¿En qué tiempo el filtro pierde su eficiencia?	Comparación de análisis de parámetros

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.

Los resultados de los parámetros analizados en el tratamiento del agua residual proveniente de la industria láctea.

Tabla N° 7. Operacionalización de la variable dependiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Los parámetros físico-químicos de las aguas residuales son aspectos de suma importancia al evaluar la calidad del agua los niveles permisibles de contaminación de efluentes a ser evacuados a un sistema colector	Calidad del agua filtrada	DQO	¿Qué valor de DQO tiene el agua residual en estudio?	STANDARD METHODS 5220D mod
		DBO ₅	¿Qué valor de DBO ₅ tiene el agua residual en estudio?	STANDARD METHODS 5210-B
		Aceites Y grasas	¿Qué valor de Aceites Y grasas tiene el agua residual en estudio?	EPA 418.1
	Límites de descarga aguas residuales al sistema de alcantarillado público	Parámetros físico- químicos	¿Cuáles son los valores límite de los parámetros físico- químicos para a descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado público?	Norma TULSMA

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Tabla N° 8. *Recolección de información.*

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	Para determinar la eficiencia de un material filtrante en el tratamiento de aguas residuales y su aporte a la disminución de los niveles de contaminación de la misma.
2. ¿De qué tipo o material?	De origen natural orgánico (Bagazo de caña de azúcar).
2. ¿Sobre qué aspectos?	Influencia y eficiencia del material en el cumplimiento de los límites máximos permisibles para descargar a un sistema de alcantarillado bajo los parámetros físico-químicos DQO, DBO ₅ , ACEITES Y GRASAS.
4. ¿De dónde?	Del agua residual proveniente de la industria láctea.
5. ¿Quién investiga?	Álvaro Santiago Toapanta Molina
6. ¿Cómo y con qué?	<ul style="list-style-type: none">- Elaboración de un prototipo de biofiltro.- Obtención de muestras.- Análisis de laboratorio del material filtrante y de los parámetros físico-químicos definidos.- Instrumentación del Laboratorio de Química y Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.- Investigaciones relacionadas (bibliografía).- Uso de Norma TULSMA.- Microscopio Electrónico de Barrido

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

3.4.1. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN.

- Caracterización de la industria.
- Caracterización del efluente residual y requerimientos de tratamiento.
- Fijación de caudal.
- Caracterización, detalle de obtención y preparación del material filtrante.
- Estimación del volumen de material filtrante.
- Elaboración del filtro.

3.4.2. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

- Ficha de caracterización del material filtrante.
- Registro de los caudales de agua residual y potable
- Registro de variaciones físicas en el material filtrante.
- Ficha o informe de los parámetros físico-químicos analizados.

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

Los datos recolectados en los diferentes puntos de este proyecto deben ser representativo, veraces y los más apagados a la realidad en cuanto se pretenda simular condiciones propias de la empresa o del tratamiento de biofiltración y sus componentes. Esto se conseguirá siguiendo una serie de etapas que permitan caracterizar y conocer los procesos que los fundamentan.

3.5.1. ETAPA 1: DESCRIPTIVA Y SELECTIVA.

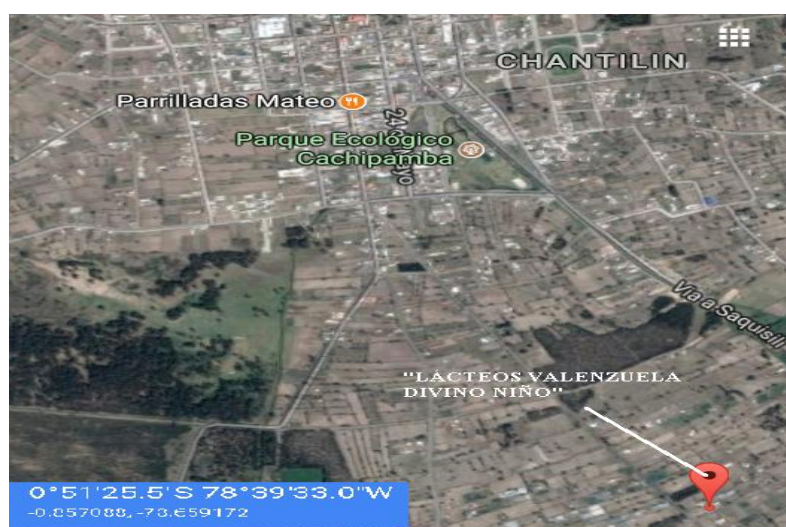
I. Caracterización del lugar de estudio.

Será necesario conocer aspectos de la industria que nos proporcionen una idea de su funcionamiento tanto laboral como de estructuración física y de producción, mediante diálogo con los miembros participantes de esta microempresa que nos proporcionen información sobre los aspectos requeridos, levantamientos planimétricos o esquemas y un software para determinar su ubicación geográfica (Google Maps y GPS).

A. Ubicación.

La empresa de donde se obtuvo el agua residual a tratar se encuentra en Saquisilí en la Provincia de Cotopaxi en las coordenadas mostradas en la **Figura 4**

Figura 4. Ubicación de la industria "Lácteos Valenzuela Divino Niño".



Fuente: Google Maps.

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

B. Instalaciones.

Al ser una pequeña industria de baja producción las instalaciones no son extensas, contando solo con los espacios necesarios para cada proceso de elaboración, recepción y almacenamiento (**VER ANEXO 2.1**).

Dicha instalaciones se encuentran dentro de la vivienda del gerente propietario por lo que no se considera la implementación de una guardianía, comedor, garaje, duchas o baños independientes en la industria, más bien usan las instalaciones de la vivienda generado así un solo efluente proveniente de la producción de derivados lácteos.

C. Producción.

Su producción se basa en la elaboración de quesos, yogurt y helados de crema variando en contenido y peso. Todos los días la producción es diferente esto debido a la necesidad y requerimientos del cliente o demanda.

D. Jornada laboral.

La jornada de producción empieza desde las 7:00 hasta las 17:00 horas de Lunes a Sábado.

E. Recepción de materia prima (leche).

Los pequeños ganaderos de la zona son los principales proveedores de leche para esta industria, la recepción se la hace en la mañana en pequeñas cantidades, y por otro lado está la mayor parte de leche que se adquiere mediante un recorrido por zonas aledañas, que lo hace el gerente propietario todos los días de 7:00h a 10:00h y de 14:00h a 16:30h con un estimado final de 3000 litros por día.

F. Consumo de agua potable AP.

El consumo de agua potable AP para la producción industrial es individual del gasto generado en la vivienda para servicios sanitarios o de consumo humano esto se refleja con la presencia de un medidor en la industria y otro en la vivienda.

II. Estudio de balance de masa

Se prevé conocer los procesos y materias primas que ocasionan el mayor efecto contaminante en los efluentes residuales lácteos, así como las características del producto final [35], para definir los parámetros más destacados a ser analizados y basarse en ellos para determinar el grado de efectividad del filtro propuesto al contrastar el progreso del mismo en función del tiempo.

A. Entradas y salidas de materia por productos.

Es indispensable determinar la cantidad de materia prima directa e indirecta que se usa para elaborar los productos lácteos y a la vez la cantidad correspondiente al producto terminado y desperdicios (**Véase la Tabla N° 9, 10 y 11**).

Tabla N° 9. Entradas y salidas de materia prima del proceso de Queso.

ENTRADAS	%	SALIDAS	%
Citrato	0.10		
Cloruro de calcio	0.05		
Cuajo	0.010		
Sal	0.10	Producto final	10
Leche	99.74	Desperdicio	90
	100%		100%

Fuente: Gerente propietario de la industria láctea " Lácteos Valenzuela Divino Niño "

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Tabla N° 10. Entradas y salidas de materia prima del proceso de Yogurt.

ENTRADAS	%	SALIDAS	%
Azúcar	7.50		
Leche en polvo	4.0		
Leche entera	50.74		
Leche descremada	34.60		
Estabilizador	0.44		
Colorante	0.01		
Cultivo	0.30	Producto final	94.0
Saborizante (fruta)	2.41	Desperdicio	6.0
	100%		100%

Fuente: Gerente propietario de la industria láctea " Lácteos Valenzuela Divino Niño "

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Tabla N° 11. Entradas y salidas de materia prima del proceso del Helado.

ENTRADAS	%	SALIDAS	%
Azúcar	12.24		
Leche estandarizada	78.0		
Leche en polvo	2.0		
Estabilizador	0.20		
Saborizante (fruta)	7.14	Producto final	92.0
Colorante/esencia	0.42	Desperdicio	8.0
	100%		100%

Fuente: Gerente propietario de la industria láctea " Lácteos Valenzuela Divino Niño "

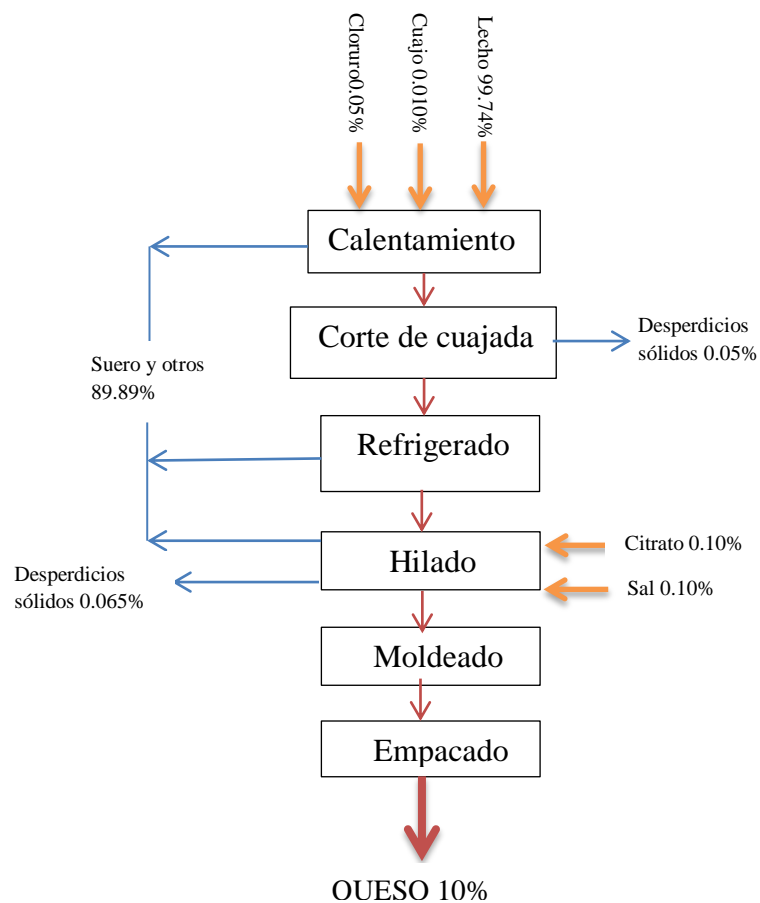
Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

B. Diagramas del balance de masa por productos

Se encuentran descritos en la (Figura 5, 6,7)

-Queso

Figura 5. Diagramas del balance de masa (Queso).

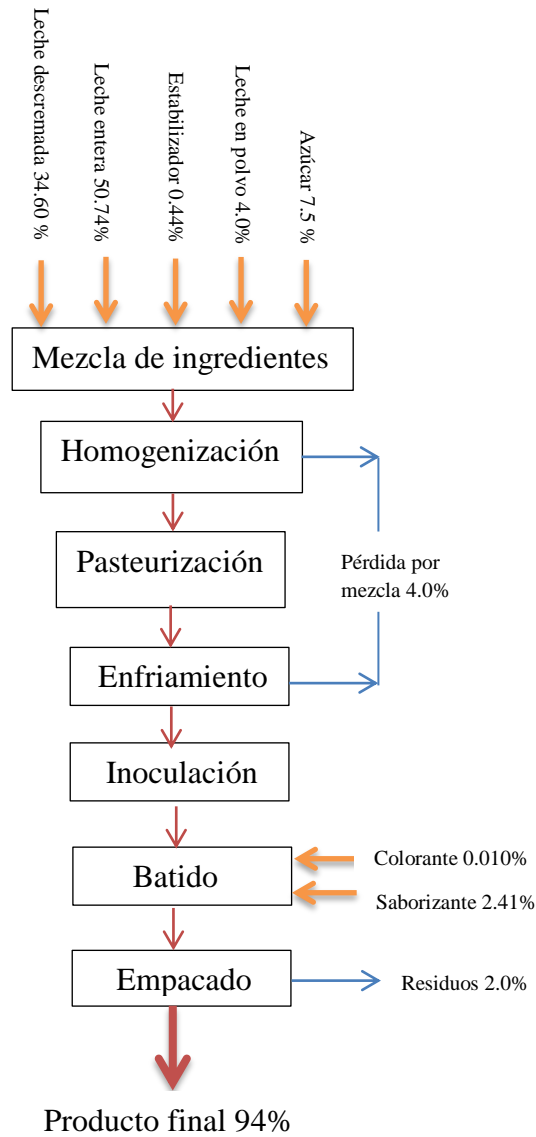


Fuente: Gerente propietario de la industria láctea " Lácteos Valenzuela Divino Niño "

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

-Yogurt

Figura 6. Diagramas del balance de masa (Yogurt).

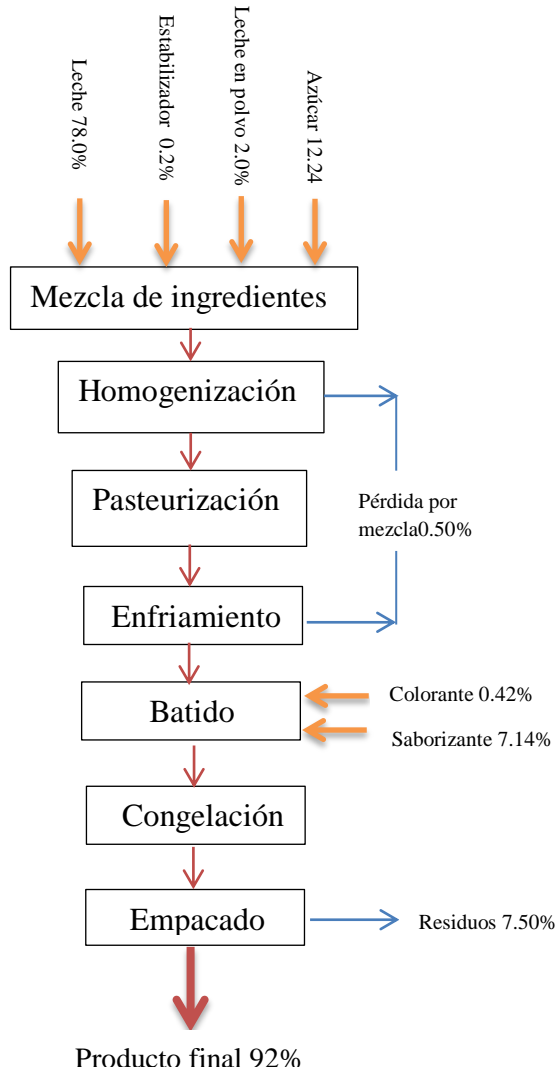


Fuente: Gerente propietario de la industria láctea " Lácteos Valenzuela Divino Niño "

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

-Helado

Figura 7. Diagramas del balance de masa (Helado).



Fuente: Gerente propietario de la industria láctea " Lácteos Valenzuela Divino Niño "

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

C. Desperdicios líquidos generados por cada proceso productivo.

Los principales procesos y contaminantes de la elaboración de productos lácteos están descritos en la sección 2.1.2 – (*Efluentes líquidos*) y en la siguiente tabla: (**Tabla N° 12**), donde se describe el volumen de agua residual AR generado por producto final y se da una estimación del mismo en base a la experiencia del gerente propietario

Tabla N° 12. *Generación de aguas residuales.*

Proceso Productivo	Operaciones generadoras de AR	Volumen y Observaciones
Queso	Corte – Desuerado Molde – Prensado Salado (90.0%)	El vertido de lactosuero y residuos sólidos supone un volumen del 90.0% de desperdicio es decir la producción final de un queso de 750 gr representa el 10% y la diferencia es evacuado al sistema de ralcantarillado. Las salmuneras produce un vertido de elevada conductividad.
Yogurt	Homogenización Limpieza conducciones Refrigeración	Para generar un litro de yogur se produce 0.060 ltr de agua residual.
Helado	Homogenización Envasado Limpieza Refrigeración	Depende del proceso de elaboración y del producto final o tipo de helado pero se estima entre 1 ml por helado.

Fuente: Gerente propietario de la industria láctea” Lácteos Valenzuela Divino Niño”

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor.

D. Parámetros Físico-Químicos de mayor impacto en efluentes lácteos

Una vez realizado el estudio de balance de masa se destacan los principales focos generadores de contaminación en cada actividad de la elaboración de queso, yogurt, helado que son los productos procesados en la industria que será parte de esta investigación. Los parámetros físico-químicos son seleccionados por medio de los distintos procesos y materia prima que se usa, sin dejar de mencionar el alto nivel de

merma o desperdicio que produce, todo esto se valora conjuntamente cuando se pretende dar mayor importancia a los parámetros más afectados o de mayor alteración (**Tabla N° 13**).

Tabla N° 13. *Parámetros físico-químicos y volumen de agua residual según la actividad.*

ORIGEN	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	VOLUMEN
Limpieza y procesos	Limpieza de superficies, tuberías, taques, equipos. Pérdidas de producto, lactosuero salmuera, sosa, fermentos, etc.	pH extremos, alto contenido de materia orgánica (DBO y DQO), aceites y grasas, sólidos en suspensión	0.8 – 1.5
Refrigeración	Agua de las cisternas de refrigeración, condensados, etc	Variaciones de conductividad y temperatura,	2 - 4

Fuente: “Federación nacional de industrias lácteas, Contaminación de las aguas Sector Lácteo”. (2008) [36].

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Nota: El volumen es expresado en ltrs de agua residual / ltrs de leche procesada.

III. Determinación del tipo de sistema de tratamiento en base a la biodegradabilidad del efluente.

Los requerimientos que serán tomados en cuenta para determinar el tipo de sistema son la DBO₅ y DQO del efluente expedido pero en estado natural es decir antes de ser filtrada el agua y se aplicarán las condiciones expuestas en la **sección 2.1.13**, a través de esto saber qué tipo de sistema es el más recomendado para degradar las sustancias o materia contaminante presente en éste efluente residual.

3.5.2. ETAPA 2: EXPERIMENTAL

I. Fijación de Caudal del AR a ser tratada sobre el lecho filtrante.

Es caudal debe ser controlado y permitir que el flujo sea constante sobre el lecho filtrante con una altura de presión permanente de H/3 de la altura del tanque

propuesto para la captación, al finalizar un periodo de 24 horas y antes del llenado del tanque con el fin de mantener en funcionamiento constante del filtro y evitar que se produzcan variaciones en el material propuesto (BCA) por acciones ambientales o pudrición causando posteriormente alteraciones en los resultados.

Debido a que lo que se espera determinar es el comportamiento del material mas no el diseño del prototipo propuesto, se fijará un caudal de manera experimental y estimando condiciones por requerimientos de funcionamiento constante.

II. Material filtrante.

➤ *Obtención del bagazo de caña de azúcar (BCA)*

El material se obtuvo de los trapiches ubicados en la ciudad de Latacunga donde se extrae el zumo y se desecha el residuo vegetal permitiendo encontrarlo en su estado más fresco a manera de basura lo que no genera costos de adquisición.

➤ *Caracterización morfológica del bagazo de caña de azúcar (BCA).*

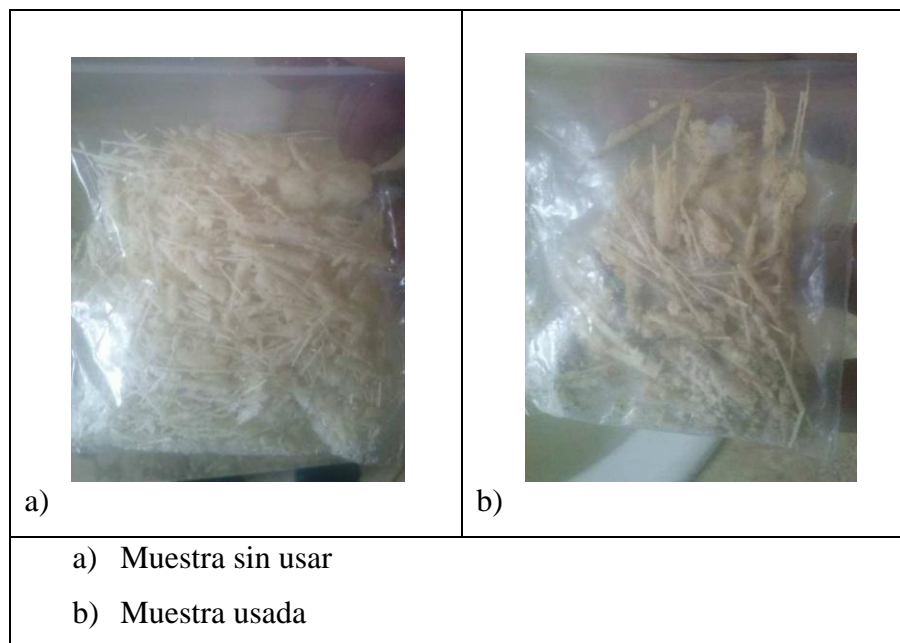
Para conocer las características morfológicas imperceptibles a simple vista, la estructura del bagazo y su constitución física se hará uso de imágenes SEM bajo vacío de: fibras, superficie y poros (antes y después de su uso) mediante el empleo de una microscopía electrónica de barrido (Scanning Electron Microscopy de sus siglas en inglés), de marca (**TESCAM VEGA3**) localizado en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica Ambato. Después poder realizar un análisis comparativo sobre la modificación que sufre este cuando deja de depurar o pierde su funcionalidad como biofiltro.

⇒ Extracción y Preparación de la muestra para el barrido microscópico.

Las muestras de bagazo no deben ser contaminadas con otros organismos o bacterias después de su extracción para evitar su alteración (**Ver Figura 8**), por lo que es indispensable seguir un proceso para toma de muestras y nos apoyaremos en las recomendaciones del artículo “FUNDAMENTOS EN LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO” [37], y en bibliografías como: Introducción a la Microscopía Electrónica [27], donde se expresa que las muestras destinadas al SEM deben cumplir dos condiciones: a).deben estar secas, b) ser conductoras.

El proceso de secado ha de llevarse a cabo conservando al máximo la estructura original del espécimen para ello tenemos el método clásico de fijación y deshidratación, que es el que usaremos en este punto, tomaremos las muestras del material usado y sin usar en una proporción de 2 gramos, la trasportaremos en fundas plásticas con sello hermético hasta el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, en donde serán colocadas en un horno a 60 °C durante una hora y al extraerlas posteriormente se colocarán en el desecador por 24 horas previas a realizar el barrido microscópico bajo vacío, en el caso de que la muestra no sea conductora se realizará un recubrimiento “sputtering” de oro para obtener las mejores condiciones de imagen.

Figura 8. *Muestras para el Barrido Microscópico.*



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

➤ ***Preparación del bagazo de caña de azúcar (BCA).***

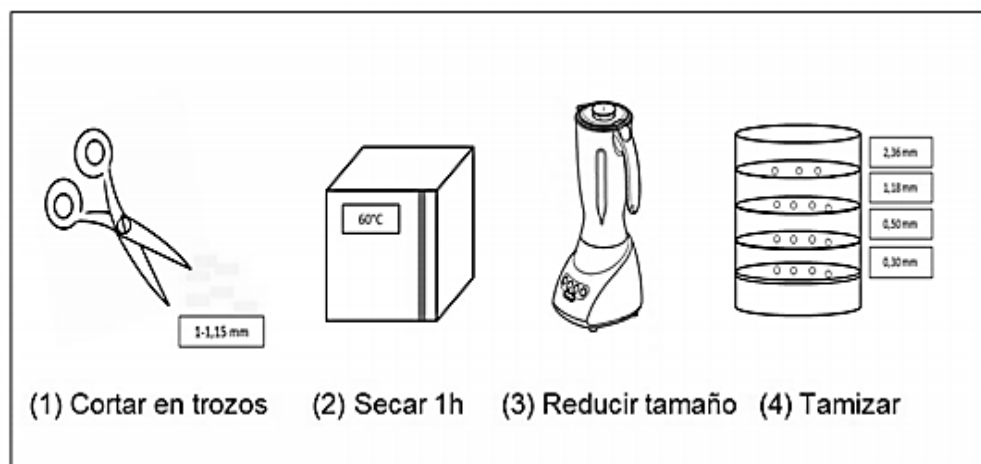
La preparación no siguió un proceso definido en ninguna normativa más bien se apoya en antecedentes experimentales orientados a tratamientos de efluentes contaminados con hidrocarburos y otros, pero no existen registros en el tratamiento de efluentes lácteos con este tipo de material. [38].

El bagazo de caña debe ser triturado y secado en un horno a una temperatura de 60°C durante 60 minutos. Una vez triturado las partículas más pequeñas se acomodan cerrando los vacíos o poros por donde podría pasar el agua.

La trituración del material fibroso se hará posterior al corte aproximado de 1 - 1,5 cm de longitud y secado al aire, se usará una licuadora (Oster) y agua destilada para reducir el tamaño y proporcionar partículas entre (0.50mm y 0.30mm), (**Figura 9**) de manera que puedan formar una especie de biomasa a través de la cual pasará el flujo residual, sin ocasionar una alta caída de presión, e impidiendo el arrastre por la corriente del efluente.

Deben poseer una gran superficie por unidad de peso y que el mismo tenga una vida útil o una adecuada disposición final [28].

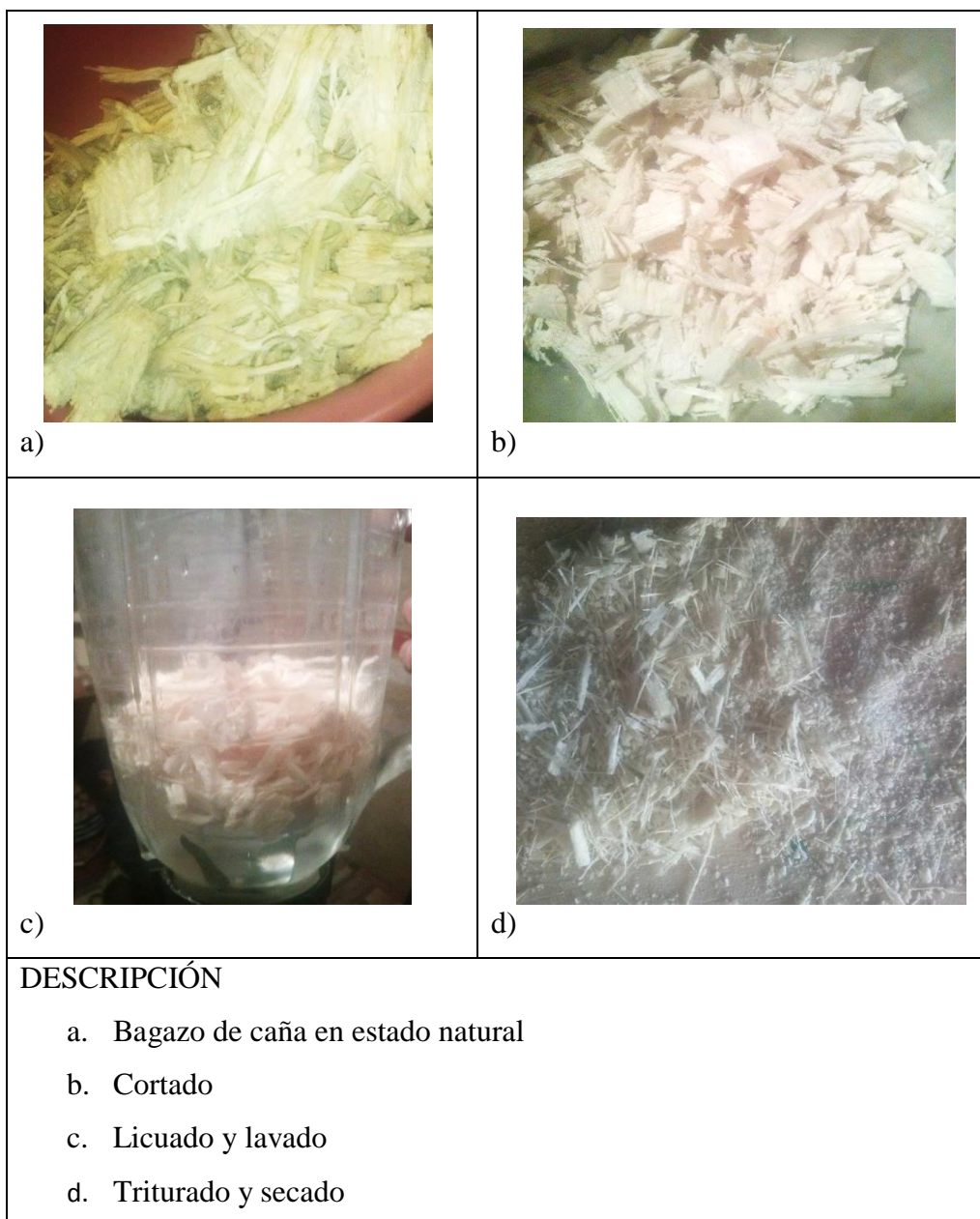
Figura 9. Diagrama de preparación del material filtrante



Fuente: Castillo Alexandra P, “Diseño de un tratamiento de aguas residuales de lubricado mediante bioadsorción y coagulación-floculación”, (2015)

Nota: Los procesos que se siguieron se los realizaron cada vez que fue necesario reemplazar el material.

Figura 10. Preparación del material (BCA)



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

El bioadsorbente no tendrá ningún pre-tratamiento químico debido a que el objetivo es aprovechar su forma natural de desecho y así disminuir costos en la implementación del tratamiento en el efluente contaminado y será colocado en el filtro pesado y ocupando el volumen calculado a continuación en el siguiente literal.

➤ ***Volumen de material filtrante requerido (BCA).***

Para determinar el volumen de material filtrante requerido en cuestión, nos basaremos en referencias bibliográficas o trabajos experimentales que han probado de cierta manera materiales similares como es el caso de: “LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIONES SANITARIAS DE LOS HABITANTES DE LOS BARRIOS ALTOS DEL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI.” [39], que se basó en el tiempo de retención hidráulica (TRH), recomendado para un sistema biológico y en las ecuaciones expuestas en el Manual de Plantas de Aguas de Rivas Mijares y URLITAS, con la intención de prediseñar el biofiltro. Además se usará el criterio de casos especiales de TRH expuestos en la norma TULSMA, el concepto de (TRH) utilizado en el diseño de Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaerobios convencionales [40].

III. Prototipo del filtro

Será necesaria la fabricación de un prototipo de filtro que posea las cualidades y características que los procesos de tratamiento de aguas residuales proporcionan. A fin de valorar los efectos sobre el material filtrante y el efluente lácteo a una escala menor a la real debido a que la investigación se encontrará en la etapa de experimentación, por lo que para este objetivo se hará uso de materiales como:

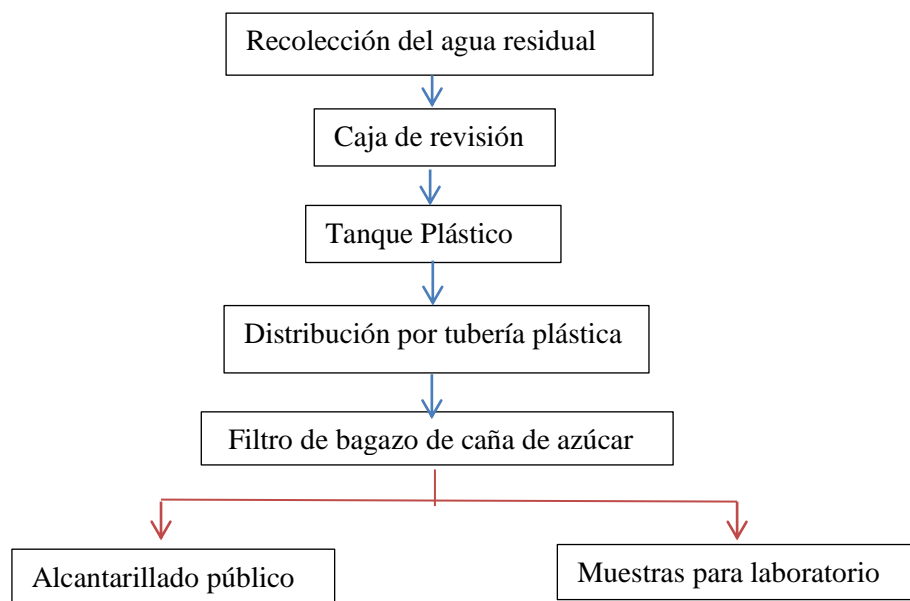
- ✓ Un tanque plástico de 55 galones de capacidad.
- ✓ Tubos plásticos de ½ in.
- ✓ Codos, tee, contratuerca.
- ✓ Selladores.
- ✓ Válvula de compuerta.
- ✓ Bandeja plástica.
- ✓ Bandeja de acero inoxidable.
- ✓ Estructura de acero.
- ✓ Bomba de presión y manguera

A. Esquema funcionamiento del filtro y proceso de filtración:

Para nuestro proyecto el prototipo se pondrá en funcionamiento en las instalaciones de la misma industria láctea de donde se extrae el agua residual por la facilidad para llenar el tanque diariamente.

El proceso de filtración que sigue el agua residual a tratar se describe a continuación en la **(Figura 11)**.

Figura 11. Esquema de funcionamiento del filtro y proceso de filtración



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

B. Descripción del Funcionamiento.

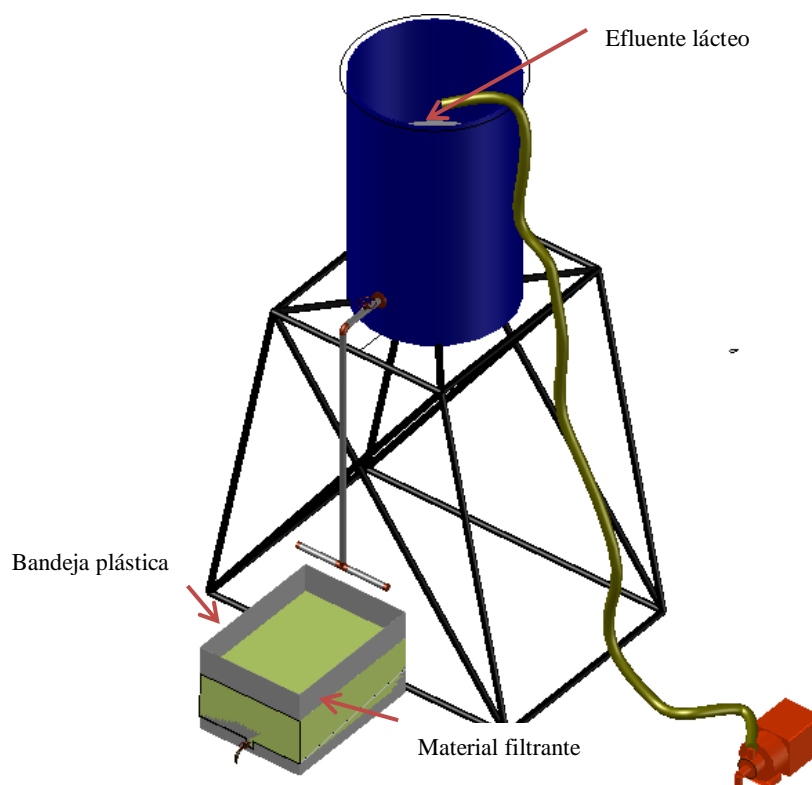
El agua residual es captada en la caja de revisión y conducida con el empuje de una bomba de 40 litros/min por una manguera cuyo extremo se encuentra a una altura de 2.27m en la parte superior del tanque plástico de 55 galones de capacidad ubicado sobre una estructura metálica de 1.35 m de alto y que posee un paño filtrante para retener los residuos sólidos gruesos, en su parte inferior a 15 cm desde abajo del tanque se encuentra una contratuerca sellada con polimex, que permite la salida del flujo de AR (regulado por una válvula de compuerta y caudal requerido) por una

tubería vertical de PVC (\varnothing ½ in) de 1m de longitud y distribuido a lo ancho del recipiente plástico por una especie de goteo por flauta mediante una tubería horizontal de PVC (\varnothing ½ in) de 38 cm de largo y tapones en sus extremos, esto para tratar en lo posible de distribuir el efluente en toda la superficie del material filtrante (BCA).

El recipiente plástico se encontrará a una altura de 10cm bajo la tubería horizontal antes descrita, en cuyo interior se colocó una bandeja de acero inoxidable a 5 cm de altura con una pendiente de 5° y con un canal de 3x3 cm en el centro, paralelo al lado más largo para conducir el agua filtrada hacia una segunda válvula de compuerta y finalmente evacuarla con dirección al alcantarillado público o a los recipientes de muestreo para el respectivo análisis. **Ver Figura 12.**

Nota: Todas las uniones o cambios de sentido de tuberías deben ser selladas con polimex y teflón para evitar fugas.

Figura 12. Descripción del Funcionamiento.



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

C. Monitoreo y control del funcionamiento del filtro y proceso de filtración.

Todos los días desde el primer día de llenado se llevará a cabo un registro visual de los sucesos que se dan durante cada día, haciendo uso de una ficha de control que contiene aspectos de evaluación para identificar los problemas o cambios suscitados en el transcurso de los días y poder dar una solución oportuna evitando irrumpir el proceso descontaminante, también realizar los cambios de material orgánico que se requiera.

Los aspectos de evaluación son:

- ✓ Verificación de caudal
- ✓ Funcionamiento del filtro
- ✓ Estado del material

Si alguno de estos aspectos presentara irregularidades será necesario realizar su inmediata corrección, calibración o reemplazo para continuar el proceso de filtración y no tener alteraciones en los resultados finales deseados.

Los formatos o fichas de registro usadas en el control de funcionamiento durante los 90 días se muestran en el **ANEXO 2.6**.

D. Reemplazo del material filtrante BCA.

El material biológico será reemplazado cada vez que se observe pérdida de eficiencia, es decir cuando la variación de resultados en los análisis tiendan a sufrir un incremento, opuesto a lo que se pretende en el tratamiento. En la **Figura 13** se muestra una breve comparación y descripción física del reemplazo de material biológico al perder su eficacia.

Figura 13. *Reemplazo del BCA.*



Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Nota: Al realizar el reemplazo del BCA se realizan todos los pasos de preparación antes ya expuestos. (Ver Figura 9 y 10), literal II de la Sección 3.5.2.

3.5.3. ETAPA 3: ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES.

I. Volumen de agua potable (VAP) que ingresa a la industria.

Una parte indispensable en este proyecto será conocer la cantidad (volumen) de AP que ingresa en la industria, destinada a fines productivos y de limpieza siendo las principales utilidades que se le dá a este tipo de agua. Por lo que previamente se planteó como primer punto realizar una planimetría de la industria con detalles de las instalaciones sanitarias (Ver ANEXO 2.1), también llevar un registro del consumo de AP mediante las lecturas del medidor de AP de la industria, durante 7 días a la misma hora, lo que proporcionará datos suficientes para mediante el cálculo de un caudal medio promedio diario estimar el volumen que se emplea durante toda la jornada de producción de derivados lácteo descrita anteriormente.

Si el gasto de AP fuese compartido con algún servicio básico u otro ajeno a la elaboración de subproductos se procedería a estimar la cantidad de agua destinada para este fin haciendo uso de métodos empíricos como el Racional, Alemán y Británico, obteniendo una diferencia que será netamente propia de la industria.

II. Volumen de agua residual (VAR) que se evacúa al sistema de alcantarillado público.

El agua potable que después de su uso llega a formar parte del sistema de alcantarillado a manera de AR es conducida por separado de las aguas negras o provenientes de otro uso que no es únicamente industrial, esta recepción de agua inicialmente se la hace por medio de canales ubicados estratégicamente en el piso de la fábrica en donde el efluente es recogido y conducido por un tubo de 4 in hacia una caja de revisión de 0.40m X 0.48m X 0.45m diseñada para el este tipo de efluente residual. La estimación del volumen de agua contaminada que pasa por esta caja se efectuará con la medición y registro del tirante hidráulico en el tubo de conducción hacia la caja de revisión en periodos (3 veces al día por 7 días), donde el caudal de salida se cree es mayor ($Q_{m\acute{a}x}$) por ser horas en las q se da mayor producción y se realiza la limpieza, lavado y desinfección de los equipos, herramientas e instalaciones, con esto se deberá aplicar casi el mismo principio que se usó para

estimar VAP, es decir también se determinará un caudal medio promedio diario en base a la pendiente que posee la conducción de AR, para ello se establecerán las cotas del terreno en los puntos donde se encuentran las cajas de revisión (**Ver ANEXO 2.2**) haciendo uso de un GPS y mediante el empleo de fórmulas descritas en el trabajo “LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIONES SANITARIAS DE LOS HABITANTES DE LOS BARRIOS ALTOS DEL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI.” [39], para llegar a determinar el caudal antes mencionado.

Fórmulas a usar: (Fuente: Apuntes “Diseño de alcantarillado”)

- Pendiente = S o J =
$$\frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{\text{Longitud}}$$
- Radio Hidráulico $\Rightarrow \quad \emptyset = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$
- Caudal $\Rightarrow \quad \left(\left(Q = D^{8/3} \right) / \left(7257,15 * n * \left(2 * J * \emptyset \right)^{2/3} \right) \right) * \left(2 * J * \emptyset - 360 \sin \emptyset \right)^{5/3} * S^{1/2}$

Después de calculado el caudal promedio diario se estimará el volumen de AR para la misma jornada de trabajo que usó en el volumen de AP.

III. Volumen de residuos líquidos lácteos.

Será la diferencia entre el volumen de VAR y VAP que se calcularon anteriormente y proveniente de los desperdicios producidos en la elaboración de derivados lácteos.

3.5.4. TABULACIÓN DE INFORMACIÓN.

- Representación gráfica y estadística de la variación de los parámetros en función del tiempo y límites de descarga permitidos.
- Representación estadística de la eficiencia.
- Representación gráfica de la Biodegradabilidad.
- Cuadros comparativos de la degradación del material en su estructura morfológica física.

3.5.5. IDENTIFICACIÓN DE LA BASE LEGAL.

- Norma TULSMA
- NTE INEN - ISO 748:2007, IDT
- NTE INEN 2169 (1998),
- ISO 5667-14
- NTE INEN 1105:84
- NTE INEN 2176

3.5.6. PLAN DE ANÁLISIS.

- Análisis comparativo de los resultados obtenidos con los objetivos y la hipótesis propuesta.
- Verificación de la hipótesis en base a los resultados adquiridos en la investigación.
- Análisis comparativo de los resultados obtenidos con la tabla 9 del LIBRO VI Anexo 1: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO: AGUA DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE. [29]
- Verificación de la eficiencia del filtro en base a cada parámetro del agua residual tratada y sin tratar.
- Verificación de la Biodegradabilidad del efluente en base a la relación DBO_5/DQO a lo largo de los 90 días.[32]
- Análisis comparativo de la estructura morfológica física del material filtrante inicial con el usado al perder su eficiencia.

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.

4.1.1. TIPO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO EN BASE A LA BIODEGRADABILIDAD DEL EFLUENTE.

Las condiciones para determinar el tipo de sistema son las siguientes:

$(DQO/DBO_5) < 2.5$ es un efluente o compuesto biodegradable, en donde se puede utilizar fangos activos, lechos bacterianos o cualquier sistema biológicos.

Ecuación 4.2

Y cuando $2.5 < (DQO/DBO_5) < 5$ es un efluente biodegradable siendo aconsejable solo el empleo de lechos bacterianos.

Ecuación 4.3

Nota: La *DQO* y *DBO₅* son propios del agua cruda o sin filtrar que representan las peores condiciones de contaminación del agua residual de la industria láctea.

En el (ANEXO 2.5) se muestran los informes con resultados de los parámetros establecidos a evaluar.

Tabla N° 14. *DBO₅ y DQO del agua residual sin filtrar (agua cruda)*

AGUA CRUDA (ARSF)		
Fecha: 01/06/2017		
Id muestra: Ma-241-17		
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES
DBO ₅	2631	mg/l
DQO	5560	mg/l
Biodegradabilidad	2.11	

Fuente: Informe del análisis físico y químico (UNACH)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

2.11 < 2.5 ∴ El efluente puede ser tratado por sistemas biológicos, por ello se propone un biofiltro de carácter orgánico (Bagazo de Caña de Azúcar).

I. Materiales y dimensiones.

Los materiales usados en la fabricación del prototipo de filtro biológico y sus dimensiones son detallados en el ANEXO 2.3

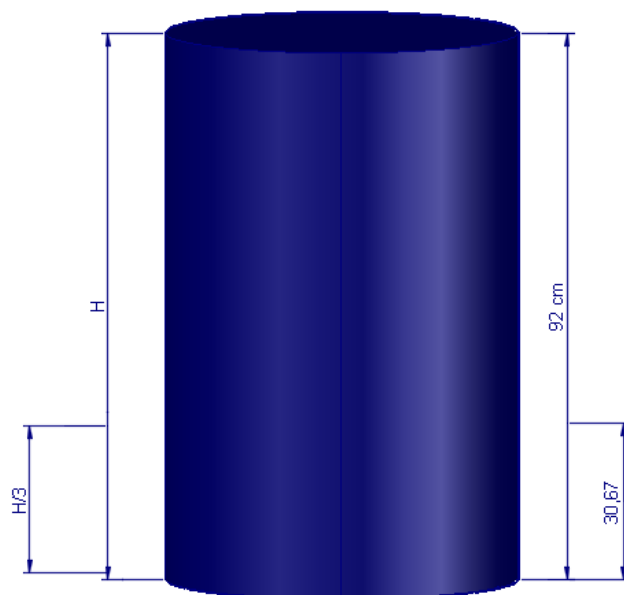
4.1.2. FIJACIÓN DEL CAUDAL SOBRE EL LECHO FILTRANTE.

Es importante recordar que para el desarrollo de este trabajo experimental se definió un tanque plástico de 55 galones como embalse del agua residual con las dimensiones detalladas en la siguiente sección.

I. Altura de presión constante requerida

En el requerimiento experimental después de un periodo de 24 horas de haber llenado el tanque la altura de presión restante deberá ser igual a $H/3$ con un volumen igual al expuesto en la **Tabla N° 15**

Figura 14. Descripción de alturas.



Fuente: http://ccandina.com.co/Tambor_L-Ring_55_galones.php

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Capacidad del tanque plástico = 55 galones (208.198 litros)

Tabla N° 15. Alturas y volúmenes.

Altura del tanque (cm)		Volumen (litros)
H	92	208.198
2H/3	61.33	138.79
H/3	30.67	69.40

Fuente: http://ccandina.com.co/Tambor_L-Ring_55_galones.php

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

El volumen a evacuar será igual 138.79 litros/día \approx 140litros/día para asegurar siempre 1/3 de la altura del tanque.

II. Caudal (Q)

$$Q = \text{Volumen/Tiempo} \quad \text{Ecuación 4.4}$$

$$Q = \frac{140 \text{ litros}}{24 \text{ horas}} = 5.83 \text{ litros/hora} \approx 0.10 \text{ litros/min}$$

4.1.3. MATERIAL FILTRANTE

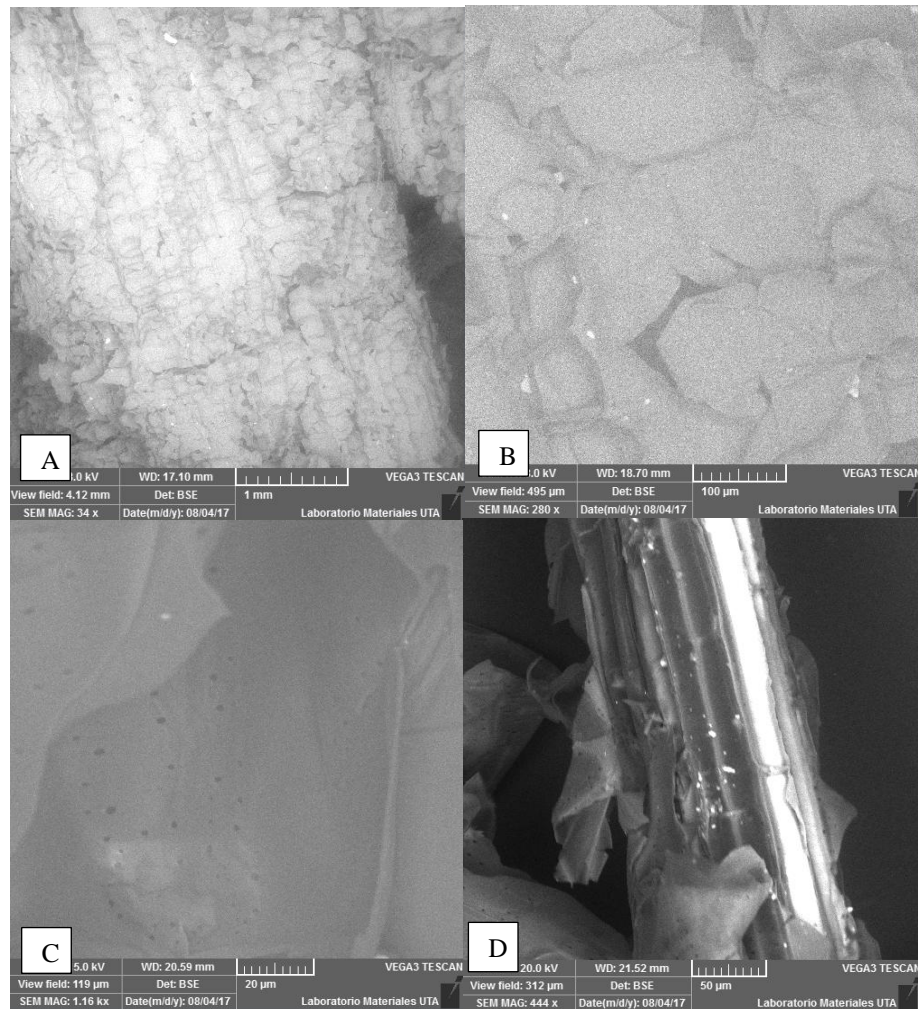
I. Caracterización morfológica del bagazo de caña de azúcar (BCA).

Para la caracterización morfológica del BCA se utilizó un Microscopio Electrónico de Barrido (MEB O SEM) de marca TESCAM VEGA3 [27], cuyas características principales del instrumento son la calidad superior de imagen, el alto nivel de automatización, la facilidad de uso y los rápidos resultados cuantitativos elementales directamente en la imagen en tiempo real, es un instrumento capaz de ofrecer diferentes rangos de información de la superficie de la muestra lo que facilita conocer su estructura y sus detalles antes ser sometido al proceso contaminante por efecto de la filtración del AR.

Para el detalle morfológico se trabajó en bajo vacío con una presión en la cámara de alrededor de 20 Pascal y en la columna a 2×10^{-2} Pascales.

Se obtuvieron imágenes a diferentes aumentos (**Ver Figura 15**).

Figura 15. Imágenes SEM, bagazo de caña de azúcar a diferentes aumentos antes de ser usada.



Fuente: Microscopia electrónica de barrido (UTA)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor.

Descripción

- A) La imagen A, a menor aumento muestra una textura poco uniforme y rugosa - la imagen se obtuvo con una tensión de aceleración = 8.0 KV – a una distancia=1mm.
- B) La imagen B muestra una superficie lisa - aplanada del BCA– la imagen se obtuvo con una tensión de aceleración = 8.0 KV – a una distancia = 100μm.
- C) En la imagen C se observa poros de forma esférica, abundante y vacíos, con un diámetro del orden de la unidad de micrómetro – la imagen se obtuvo con una tensión de aceleración = 15.0 KV – a una distancia=20μm

D) En la imagen D se evidencian fibras más gruesas y limpias - la imagen se obtuvo con una tensión de aceleración = 20.0 KV – a una distancia = 50µm.

Interpretación La microscopía reveló que la muestra tiene fibras de paredes gruesas interconectadas con la médula, así también una superficie rugosa de la pared celular de fibras constituidas por franjas paralelas desdobladas con una estructura abierta y superficie lisa.

Los poros se presentan a lo largo y ancho de la superficie con un diámetro de entre 1-2 µm que facilitarían la filtración y retención de microorganismos.[41]

II. Volumen de material filtrante requerido.

El diseño y el cálculo de volumen se guía en el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) empleado en el diseño de filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA) y filtros anaeróbicos convencionales permitiendo interpretar mediante este parámetro los fenómenos de remoción de la materia contaminante.

Las fórmulas y parámetros de cálculo fueron:

Caudal del filtro biológico Q_{FB} (ltrs/seg)

$$Q_{FB} = 0.524 * Q_{DISEÑO} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Dónde:

$Q_{DISEÑO}$ = Caudal de diseño (ltrs/seg)

El $Q_{DISEÑO}$ para el desarrollo de esta ecuación fue el caudal que es vertido constantemente sobre el material filtrante calculado en la **ecuación 4.4** y tratando en lo posible de prever un volumen adicional para su funcionamiento constante.

$$Q_{FB} = 0.524 * 0.14 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{FB} = 0.07336 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tiempo de retención hidráulica THR

Existen dos casos especiales que el TULSMA toma en cuenta para el diseño de filtros.

- a) Cuando se cuenta con características físicas y mecánicas del medio filtrante como: porosidad, volumen de vacíos, granulometría, etc.

TRH = 12 horas = 0.5 días.

- b) Cuando se considera que el material se encuentra totalmente empacado y se usan diferentes tipos, omitiendo sus características.

TRH = 5.25 horas

Para el presente proyecto y para poder hacer uso de este criterio se redujo la cantidad de vacíos al máximo mediante una buena granulometría, los valores del TRH fueron tomados de la **Tabla N° 16**.

Tiempo de retención hidráulica THR Horas (FAFA).

Tabla N° 16. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios.

PARÁMETROS DE DISEÑO	RANGO DE VALORES COMO UNA FUNCIÓN DEL GASTO		
	Q promedio	Q máx diario	Q máx horario
Medio de empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante	0.8- 3.0	0.8- 3.0	0.8- 3.0
Tiempo de resistencia hidráulica (horas)	5 a 10	4 a 8	3 a 6
Carga hidráulica superficial (m^3/m^2d)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga orgánica volumétrica ($Kg\ BDO/m^3d$)	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50	0.15 a 0.50
Carga orgánica en el medio filtrante volumétrica ($Kg\ BDO/m^3d$)	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75	0.25 a 0.75

Fuente: “Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento – FAFA”, Chernicharo de Lemos, (2007).

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Para nuestra investigación se ha usado un tiempo de retención para un gasto promedio, este está en valor intermedio entre 5 y 10 = 7,5horas (FAFA) [40].

Tiempo de retención hidráulica en días THR días (FAFA).

$$THR_{asumido} = 7.5 \text{ horas} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

$$THR_{asumido} = 0.3 \text{ días}$$

Volumen del filtro biológico V_{FB} (m^3).

$$V_{FB} = 1.60 * Q_{DISEÑO} * THR \quad \text{Ecuación 4.7}$$

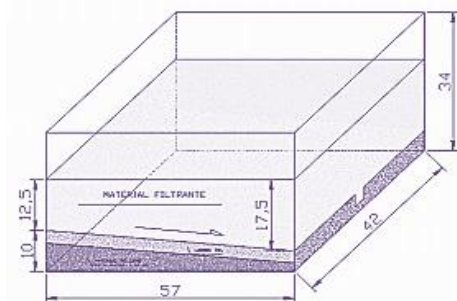
$$- V_{FB} = 1.60 * 0.07336 \text{ m}^3/\text{día} * 0.3 \text{ días}$$

$$V_{FB} = 0.035 \text{ m}^3$$

$$V_{FB} = 35 \text{ ltrs}$$

El volumen de material calculado fue colocado en el recipiente plástico y distribuido uniformemente con lo que se pudo interpretar una distribución de su volumen como lo muestra la siguiente figura.

Figura 16. Especificaciones definidas del material filtrante en el recipiente.



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Chequeo del período de retención (TRH).

El chequeo debe cumplir con las siguientes condiciones: $TRH_{cal} \geq TRH_{asumido}$ para que el volumen del material no presente problemas por retención.

$$TRH_{cal} = V_{FB} / Q_{FB} \quad \text{Ecuación 4.8}$$

$$TRH_{cal} = 0.035 \text{ m}^3 / 0.07336 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$TRH_{cal} = 0.48 \text{ días}$$

$$0.48 \text{ días} \geq 0.3 \text{ días} \therefore \text{ok}$$

El volumen de material biológico filtrante que se obtuvo con un tiempo de retención de 7,5 horas para nuestro proyecto experimental fue de 0.035 m³ que por facilidad de medición se lo colocó en la bandeja plástica mediante el uso de un recipiente de capacidad similar (35 litros). [39]

4.1.4. ESTIMACIÓN DE CAUDAL DE AGUA POTABLE (AP).

El caudal promedio fue determinado en base a la lectura del medidor de agua durante una semana todos los días al finalizar la jornada laboral para una inmediatez más exacta (Ver Tabla N° 17).

Tabla N° 17. Caudal de agua potable AP.

CAUDAL DE AGUA POTABLE AP				
DÍAS	HORA DE MEDICIÓN	LECTURA	QMD (m ³ /día)	QMD (ltrs/seg)
LUNES	17:00	62340		
			12	0,14
MARTES	17:00	62352		
			11	0,13
MIÉRCOLES	17:00	62363		
			14	0,16
JUEVES	17:00	62377		
			12	0,14
VIERNES	17:00	62389		
			10	0,12
SÁBADO	17:00	62399		
			1	0,01
DOMINGO	17:00	62400		
			15	0,17
LUNES	17:00	62415		
CAUDAL PROMEDIO DIARIO				0,12

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación El caudal promedio de AP se establece alrededor de 0,12 ltrs/seg durante un día laboral tomando en cuenta que el día Domingo no hay producción sólo se realiza la limpieza y desinfección de equipos previa a la jornada de Lunes.

4.1.5. VOLUMEN DE AGUA POTABLE (AP) QUE INGRESA A LA INDUSTRIA.

El volumen de AP usado se apreció en base a la jornada de trabajo (10 h/ día) que se detalló al inicio del capítulo III, en la caracterización de la industria.

Tabla N° 18. *Volumen de agua potable AP.*

CAUDAL PROMEDIO	JORNADA LABORAL	VOLUMEN DIARIO
0,12 ltrs/seg	10 h / día	4320 ltrs /J Laboral

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

4.1.6. ESTIMACIÓN DE CAUDAL DE AGUA RESIDUAL (AR).

Al igual que en el caudal de AP se llevó un registro del tirante hidráulico alcanzado en ciertos horarios. (**Ver Tablas N° 20**), y el caudal promedio se calculó en base a los siguientes datos detallados en la **Tabla N° 19** y en el **ANEXO 2.2**

Tabla N° 19. *Detalles de la tubería de evacuación.*

DESCRIPCIÓN		VALORES	PENDIENTE (m/m)
COTA TERRENO (msnm)	CT 1	2911	0,011
	CT 2	2910,8	
	LONG(m)	18	
ALTURA CAJA (m)	H 1	0,50	J ≈ S
	H 2	0,45	
COTA PISO (msnm)	C piso 1	2910,50	0,008
	C piso 2	2910,35	
	LONG(m)	18	
Diámetro (m)		0,1016	
Coef. Manning (PVC)		0,01	
TIRANTE MÁX (m)		0,015	

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

La metodología y los procesos para la obtención de información están descritos en el Capítulo III - literal 3.5.3.

Las ecuaciones usadas para determinar los datos descritos en las **Tablas N° 19 y 20** son las siguientes:

Pendiente S o J (m/m)

$$S \text{ o } J = \frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{\text{Longitud}} \quad \text{Ecuación 4.9}$$

Radio Hidráulico \emptyset (grad)

$$\emptyset = 2 \arcsin \left(1 - \frac{2h}{D} \right) \quad \text{Ecuación 4.10}$$

Caudal Q (m³/seg)

$$Q = \left(\frac{D^{8/3}}{7257,15 * n * (2 * J * \emptyset)^{2/3}} \right) * (2 * J * \emptyset - 360 \text{ sen} \emptyset)^{5/3} * S^{1/2}$$

Ecuación 4.11

(Fuente: Apuntes "Diseño de alcantarillado")

Dónde:

D= Diámetro

h= Tirante hidráulico

n= Coeficiente de Manning

El coeficiente de Manning (n) para una tubería de PVC será tomado como un valor promedio entre los recomendados (0.010) [39].

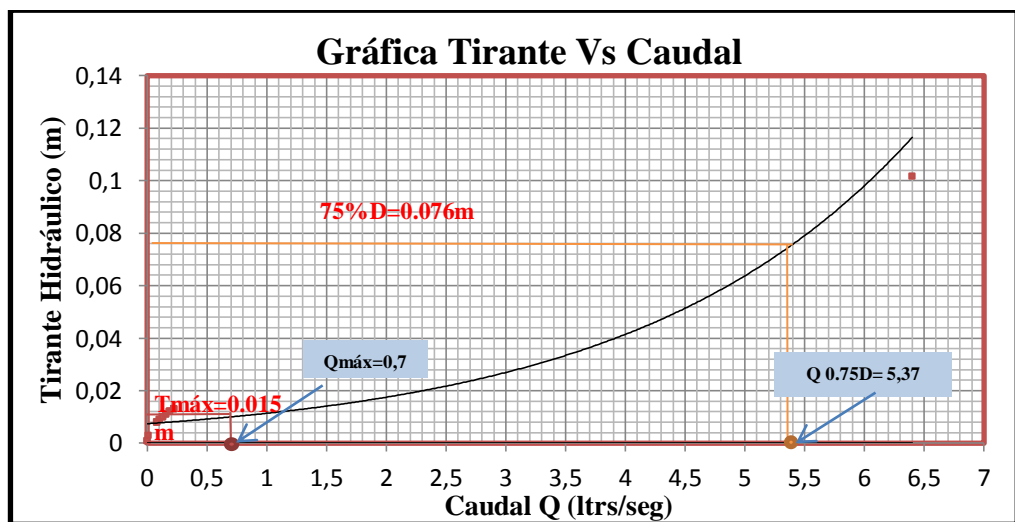
Tabla N° 20. Caudal de agua residual AR.

CAUDAL DE AGUA RESIDUAL AR							
DÍAS	HORA DE MEDICIÓN	TIRANTE .H (m)	RADIO HID (grad)	CAUDAL máx (m ³ /s)	CAUDAL máx (ltr/s)	TIRANTE PROMEDIO (m)	QMD (Lt/s)
LUNES	9:30	0,011	76,84	0,000160	0,16	0,012	0,19
	13:30	0,012	80,40	0,000189	0,19		
	16:00	0,013	83,84	0,000224	0,22		
MARTES	9:30	0,012	80,40	0,000189	0,19	0,010	0,14
	13:30	0,01	73,14	0,000129	0,13		
	16:00	0,009	69,26	0,000103	0,10		
MIÉRCOLES	9:30	0,008	65,19	0,000081	0,08	0,010	0,13
	13:30	0,01	73,14	0,000129	0,13		
	16:00	0,012	80,40	0,000189	0,19		
JUEVES	9:30	0,012	80,40	0,000189	0,19	0,011	0,17
	13:30	0,013	83,84	0,000224	0,22		
	16:00	0,009	69,26	0,000103	0,10		
VIERNES	9:30	0,01	73,14	0,000129	0,13	0,010	0,14
	13:30	0,013	83,84	0,000224	0,22		
	16:00	0,008	65,19	0,000081	0,08		
SÁBADO	9:30	0,01	73,14	0,000129	0,13	0,010	0,12
	13:30	0,008	65,19	0,000081	0,08		
	16:00	0,011	76,84	0,000158	0,16		
DOMINGO	9:30	0,001	22,77	0,000001	0,00	0,002	0,004
	13:30	0,003	39,58	0,000010	0,01		
	16:00	0,001	22,77	0,000001	0,00		
CAUDAL PROMEDIO / DÍA							0,13

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Gráfico N° 1. Estimación del caudal máximo (AR) para un tirante máximo determinado.



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación.- El caudal residual tiene un valor de 0.13 ltrs/seg lo que es causado por un adicional de materia prima residual sobre el AP cuando se realizan actividades de producción.

En condiciones donde la altura o tirante de agua residual que se vierte al alcantarillado público por una tubería de PVC de 0.1016 m de diámetro es máximo alcanza con un valor de 0.015m se estima un caudal de 0.7 ltrs/seg como se muestra en la interpolación hecha en el **Gráfico N° 1**.

4.1.7. VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL (AR) GENERADO.

El volumen de AR evacuado al cuerpo receptor (alcantarillado público) se ha estimado en base a la jornada de trabajo (10 h/día).

Tabla N° 21. *Volumen de agua residual AR que se evacúa.*

CAUDAL PROMEDIO	JORNADA LABORAL	VOLUMEN DIARIO	POBLACIÓN
0,13 ltrs/seg	10 h / día	4680 ltrs /J Laboral	421200 ltrs(90 días)

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

4.1.8. VOLUMEN DE RESIDUOS LÍQUIDOS LÁCTEOS GENERADO EN LA INDUSTRIA.

Se lo ha estimado por la diferencia del VAR que es evacuado al sistema de alcantarillado y el VAP que ingresa a la industria, obteniendo los siguientes valores expuestos en la **Tabla N° 22**

Tabla N° 22. *Volumen de residuos líquidos lácteos generado en industria.*

VOL. AGUA RESIDUAL	VOL. AGUA POTABLE	VOL. RESIDUOS LÍQUIDOS LÁCTEOS
4680 ltrs /J Laboral	4320 ltrs /J Laboral	360 ltrs /J Laboral

Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Los 360 ltrs de residuos líquidos corresponden a las materias primas directas e indirectas: leche, suero, sosa, etc., que se emplean en los procesos de elaboración de queso, yogurt y helados.

Interpretación. A diario se procesan alrededor de 3000 ltrs de leche en esta industria produciendo así de 0.8 a 1.5 litros de AR por cada litro de leche procesada según “Federación nacional de industrias lácteas, Contaminación de las aguas Sector Lácteo”- (**Tabla N° 13**). Lo que al tomar el índice de 1.5 en la peor de las condiciones nos daría como resultado un efluente residual igual a 4500 ltrs, que no se aleja de la estimación hecha en nuestra industria sobre el mismo tipo de agua (4680 ltrs)

El residuo líquido de las materias primas representa alrededor de 8% del volumen total de AR mientras que el 92% es interpretado como el agua limpia utilizada en la limpieza, refrigeración, desinfección, etc., que después es evacuada a un cuerpo superficial.

4.1.9. ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL FILTRADA Y SIN FILTRAR (ARF Y ARSF).

Todos los informes obtenidos de los análisis de laboratorio de los parámetros evaluados del agua residual de la industria láctea se encuentran en el **ANEXO 2.5**

I. Agua residual sin filtrar ARSF (Agua cruda).

Es indispensable conocer las características del AR sin previo tratamiento, que es evacuada al alcantarillado público para direccionar un tratamiento que minimice el impacto generado por este efluente, como lo hicimos en nuestro proyecto obteniendo los siguientes resultados (**Ver Tabla N° 23**).

Tabla N° 23. Análisis Físico- Químico del agua residual sin filtrar (ARSF).

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO			
ARSF		MUESTRA	
PARÁMETROS	UNIDADES	1	LÍMITE MÁX
		01/06/2017	
Aceites y Grasas	mg/l	1342	70
DBO ₅	mg/l	2631	250
DQO	mg/l	5560	500

Fuente: Informe del análisis físico-químico emitido por el laboratorio de Servicios Ambientales- UNACH, (2017)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

II. Agua residual filtrada ARF (Agua tratada).

La efectividad del tratamiento propuesto se ve reflejado en los valores alcanzados al finalizar el tiempo de filtración, obteniendo así las siguientes variaciones (**Ver Tabla N° 24**)

Tabla N° 24. Análisis Físico- Químico del agua residual filtrada (ARF).

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO								
ARF		MUESTRA						LÍM. MAX
PARÁMETROS	UNIDADES	2	3	4	5	6	7	
		09/06/ 2017	20/06/ 2017	30/06/ 2017	10/07/ 2017	20/07/ 2017	31/07/ 2017	
ACEITES Y GRASAS	mg/l	968	932	1086	958	1018	1462,2	70
DBO ₅	mg/l	498	1633	722	549	2690	2782	250
DQO	mg/l	1124	2120	1505	1151	5435	5613	500
CAMBIO DE MATERIAL FILTRANTE		MATERIAL FILTRANTE INICIAL			1^{er} CAMBIO			
<i>Límite Máximo: Tabla 9. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULSMA. (2014)</i>								

Fuente: Informe del análisis físico-químico emitido por el laboratorio de Servicios Ambientales- UNACH, (2017)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

III. Agua residual filtrada ARF y sin filtrar ARSF (Agua tratada y sin tratar).

Debido a la gran variación de los primeros resultados expuestos en el literal anterior a consecuencia de los diversos procesos que se llevan a cabo en la industria láctea, y a que no representan en su totalidad la eficiencia con la que el filtro ha funcionado en cuanto al tratamiento con el BCA, en la **Tabla N° 25** se muestran valores más reales alcanzados en diez días de filtración durante 30 días, con sus respectivas fechas de muestreo y provenientes del mismo efluente residual es decir muestra filtrada y sin filtrar, bajo un solo parámetro (DBO₅) siendo este el parámetro seleccionado por razones ya expuestas en los capítulos anteriores.

Tabla N° 25. Análisis del ARSF y ARF.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO						
ARF Y ARSF			MUESTRAS			LÍM MAX
IDENTIFICACIÓN	PARÁMETROS	UNIDADES	8-9' 10/08/ 2017	10-11 21/08/ 2017	12-13' 30/08/ 2017	
AGUA SIN FILTRAR ARSF	DBO5	mg/l	1972,1	2489	2225,2	250
AGUA FILTRADA ARF	DBO5	mg/l	740	1183	1047	250
CAMBIO DE MATERIAL FILTRANTE			2^{do}, 3^{er} y 4^{to} CAMBIO			
Límite Máximo: Tabla 9. Límites de descarga al Sistema de Alcantarillado Público. TULSMA. (2015)						

Fuente: Informe del análisis físico-químico emitido por el laboratorio de Servicios Ambientales-UNACH, (2017)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Los valores de cada parámetro en esta tabla fueron determinados con un cambio de material cada diez días, tres cambios en total.

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADO

4.2.1. EFICIENCIA DEL BIOFILTRO SOBRE EL EFLUENTE RESIDUAL EF (%).

La eficiencia fue determinada en base al porcentaje de materia orgánica removida y mediante la siguiente fórmula, para cada uno de los parámetros analizados (A y G, DBO₅ Y DQO).

$$Ef = ((M1 - Mm)/M1) \times 100$$

Ecuación 4.12

Donde:

Ef: Eficiencia.

M1: Concentración inicial en la muestra de ARSF.

Mm: Concentración final en la muestra de ARF.

A. Eficiencia del filtro durante los primeros 60 días.

Cabe resaltar que el material filtrante BCA fue reemplazado una vez es decir a los 30 días y que la muestra 1 corresponde al ARSF, con lo que se obtuvo los siguientes valores (**Ver Tabla N° 26**)

Tabla N° 26. Eficiencia del filtro.

MUESTRAS	DÍA	ACEITES Y GRASAS		DBO5		DQO	
		mg/l	EF %	mg/l	EF %	mg/l	EF %
MUESTRA 1	0	1342	0	2631	0	5560	0
MUESTRA 2	9	968	27,87	498	81,07	1124	79,78
MUESTRA 3	20	932	30,55	1633	37,93	2120	61,87
MUESTRA 4	30	1086	19,08	722	72,56	1505	72,93
MUESTRA 5	40	958	28,61	549	79,13	1151	79,30
MUESTRA 6	50	1018	24,14	2690	-2,24	5435	2,25
MUESTRA 7	61	1462,2	-8,96	2782	-5,74	5613	-0,95

Fuente: Informe del análisis físico-químico emitido por el laboratorio de Servicios Ambientales-UNACH, (2017)

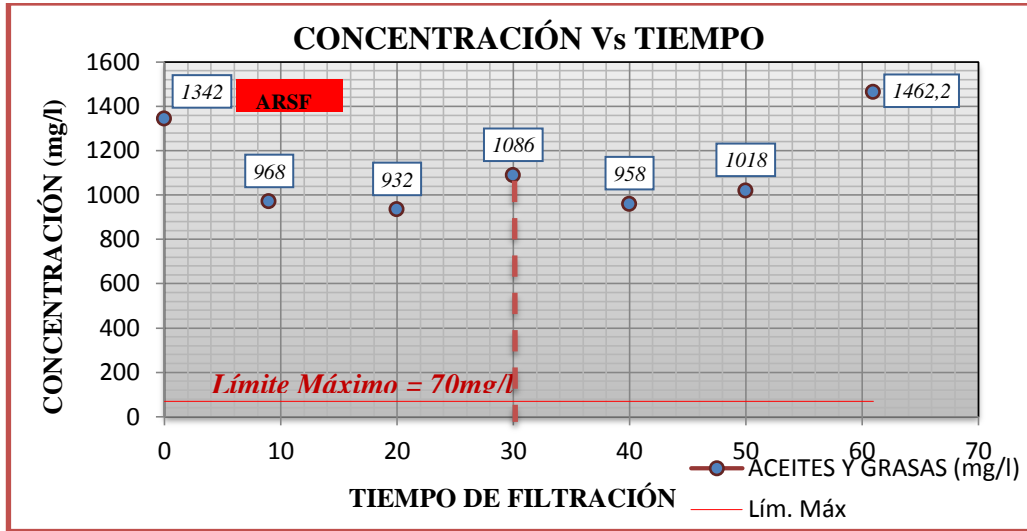
Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Las eficiencias con valor negativo conciernen a que las muestras de ARF alcanzaron niveles de contaminación más altos que el de la muestra ARSF inicial, la probabilidad más aceptada es que la concentración de materia y degradación del BCA contribuía a la alteración desfavorable de los parámetros evaluados al cabo de un tiempo. Por otra parte es ahí donde el filtro ya no mantenía funcionalidad.

Para entender un poco mejor los resultados se presentan a continuación los siguientes gráficos.

➤ ACEITES Y GRASAS

Gráfico N° 2. Concentración aceites y grasas vs tiempo.



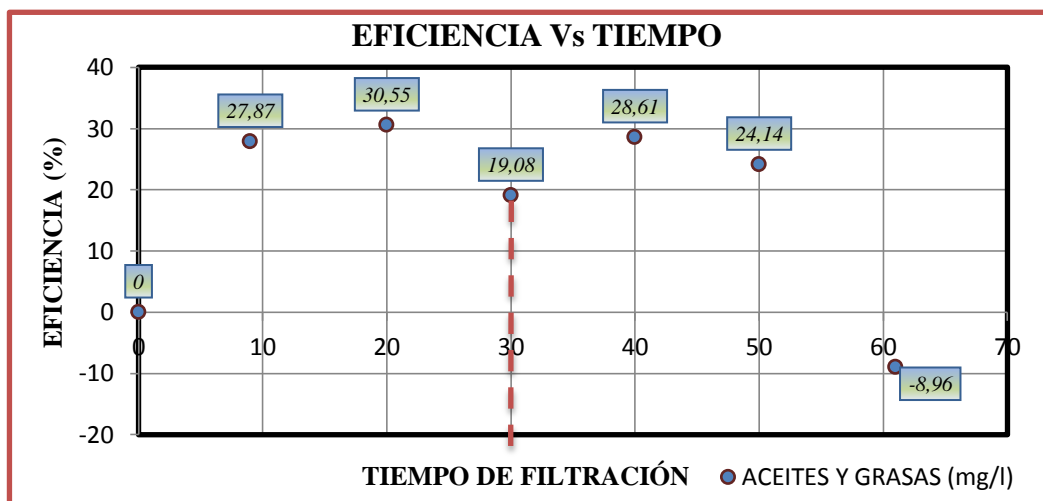
Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. El agua residual sin tratar parte con una concentración de aceites y grasas igual a 1342 mg/l y a los primeros 10 días de tratamiento se ve reducida a 968mg/l para así mantenerse casi constante hasta el día 20 donde se cree dejó de funcionar progresivamente para posteriormente aumentar su concentración al día 30, es ahí cuando ya se debía cambiar el material filtrante y repetir el ciclo de evaluación del comportamiento hasta el día 61, donde se presenta una concentración más elevada que en el ARSF debido a la descomposición del BCA, pérdida de la capacidad de remoción y a los diferentes procesos de producción del día en que se tomó la muestra.

Los puntos más bajos de la gráfica corresponden a los primeros 10 días de filtración después de colocado el biofiltro, en donde la remoción es mayor pero no lo suficiente para cumplir con el límite máximo de descarga permisible al sistema de alcantarillado público (70 mg/l) establecido en la Tabla N°9 del TULSMA.

Gráfico N° 3. Eficiencia del filtro vs tiempo.



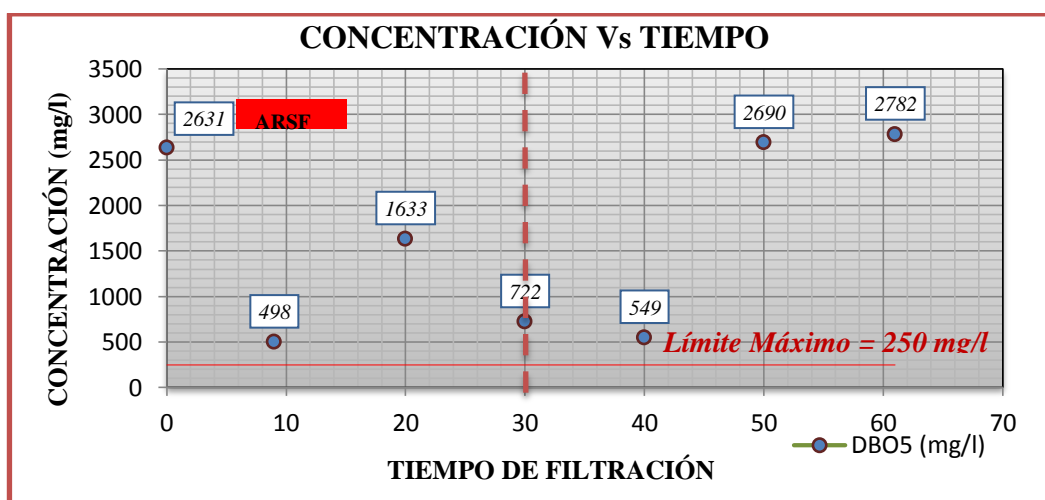
Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. A partir del día 10 al 20 la eficiencia se mantiene en el mismo rango (27 – 30%) para luego al día 30 sufrir un descenso dando a entender que será necesario cambiar el material, Los valores más altos de eficiencia se dan en los primeros días de instaurado el material filtrante.

➤ **DBO₅**

Gráfico N° 4. Concentración de DBO₅ vs tiempo.



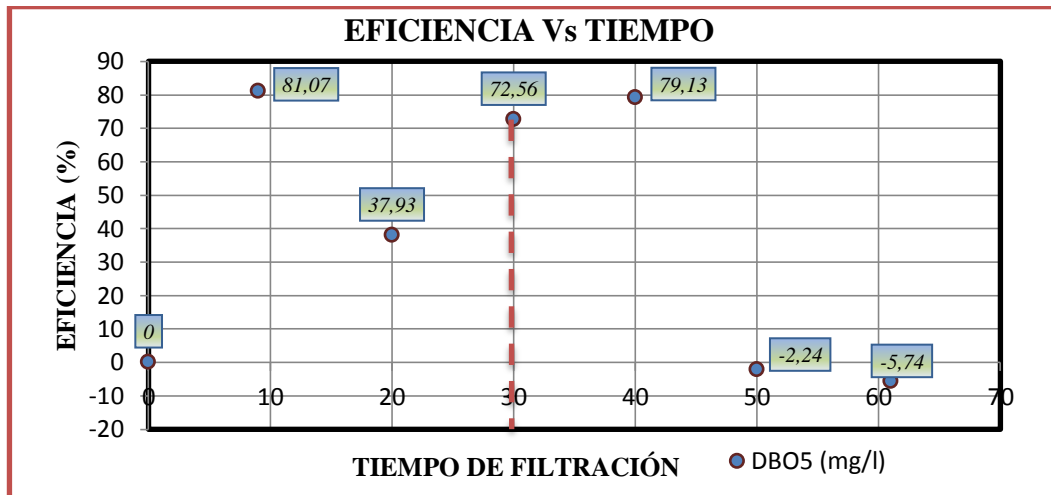
Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. Las expectativas creadas en cuanto a la capacidad de remoción del BCA son expuestas en gran medida en la variación favorable entre la muestra 1y 2 que corresponden al ARSF y ARF respectivamente en donde se nota el funcionamiento del material adsorbente, las dos muestras consecuentes a estas presentan variaciones fuera de lo normal a causa de la composición del efluente analizado, así como las muestras 6 y 7 en donde sus valores son influenciados por la descomposición del bagazo de caña y pérdida de eficiencia o funcionalidad.

Los puntos más bajos de la gráfica corresponden a los primeros 10 días de filtración después de colocado el biofiltro, en donde la remoción es mayor pero no lo suficiente para cumplir con el límite máximo de descarga permisible al sistema de alcantarillado público (250 mg/l) establecido en la Tabla N°9 del TULSMA

Gráfico N° 5. Eficiencia del filtro vs tiempo.



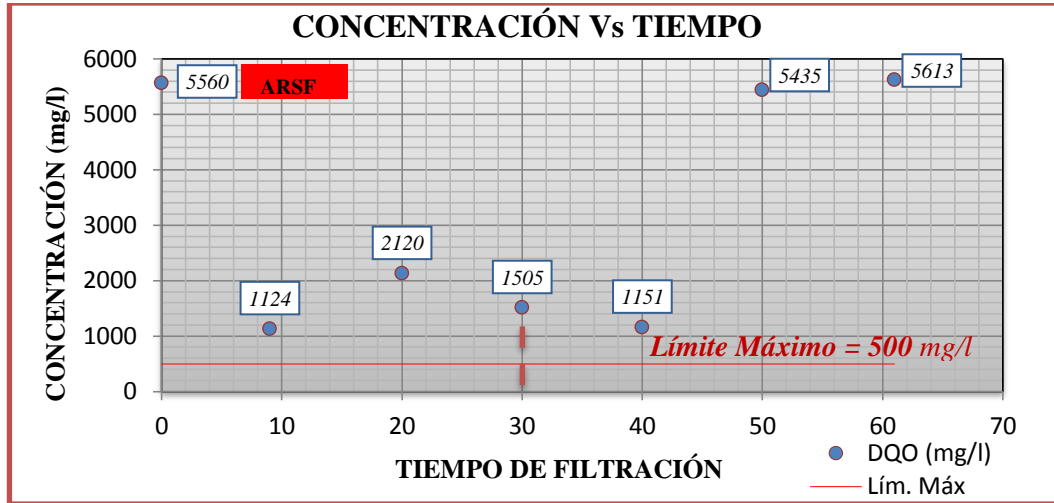
Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. La eficiencia de remoción en relación a la muestra sin tratar con la primera muestra tratada tiene un valor de 81,07% - muestra 2, lo mismo sucede con la muestra 5 (40 días) que alcanza un valor de 79,13% para luego presentar una pérdida de eficiencia que corresponde a que los valores de la DBO₅ del ARF fueron mayores que del ARSF a consecuencia de los diferentes procesos contaminantes que generaron el efluente analizado, y a que el filtro había dejado de funcionar.

➤ **DQO**

Gráfico N° 6. Concentración de DQO vs tiempo.



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

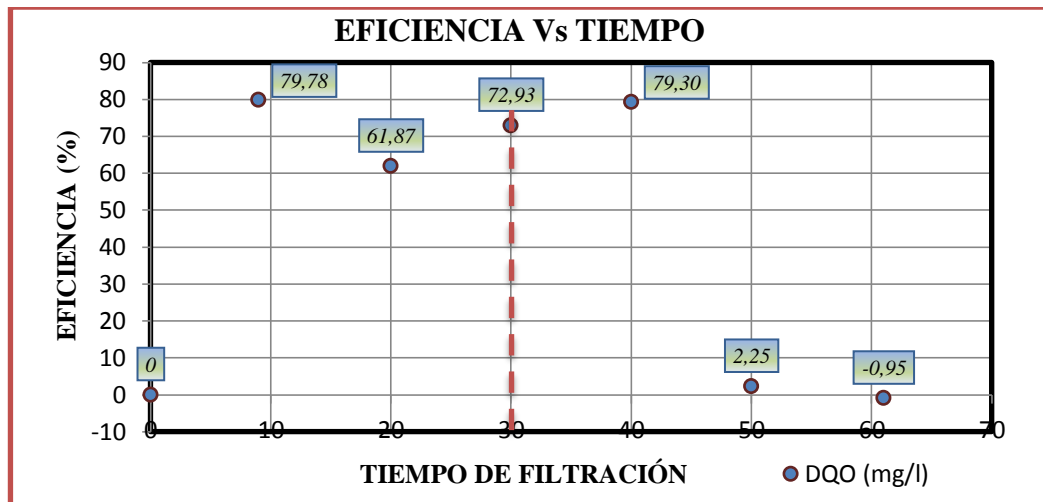
Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. El comportamiento de la curva generada con los resultados de la DQO se asemeja al de la DBO₅ es decir, depende de la composición, origen del efluente residual y vida útil del biofiltro.

El ARSF posee una DQO = 5560 mg/l y después de ser filtrada el valor más bajo que alcanza es 1124 mg/l esto a los 10 primeros días siendo un resultado favorable, posteriormente el valor vuelve a incrementarse entendiéndose que el bagazo está perdiendo su propiedad depuradora al punto de alcanzar un valor mayor al inicial (ARSF) donde ya se asegura un detrimento total.

Los picos más bajos de la gráfica corresponden a los primeros 10 días de filtración después de cambiado el biofiltro, ahí la remoción es mayor pero no lo suficiente para cumplir con el límite máximo de descarga permisible al sistema de alcantarillado público (500 mg/l) establecido en la Tabla N°9 del TULSMA

Gráfico N° 7. Eficiencia del filtro vs tiempo.



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. La eficiencia de remoción en relación a la muestra sin tratar con la muestra 2 tratada tiene un valor de 79,78%, lo mismo sucede con la muestra 5 (40 días) que alcanza un valor de 79,30% para luego presentar una pérdida de eficiencia, que corresponde a que los valores de la DQO del ARF fueron mayores que del ARSF, por las mismas razones expuestas en el análisis de comportamiento de los otros parámetros analizados.

Estos valores de eficiencia se asemejan a los valores obtenidos para la DBO₅, con un comportamiento de la curva muy idéntico en ambos casos.

B. Eficiencia del filtro durante los últimos 30 días.

Aquí se trabajó con 6 muestras tres de ARSF y tres de ARF para la DBO₅, (Ver **Tabla N° 27**) tomadas en el periodo (10, 21, 30 de Agosto), el propósito fue determinar la eficiencia del filtro al cabo de 10 días comparando la concentración inicial y final de materia orgánica en el efluente proveniente del mismo proceso de producción que se realiza en un determinado día.

Se hicieron tres cambios de material filtrante es decir después de cada análisis de la DBO₅

➤ **DBO₅**

Tabla N° 27. Eficiencia sobre el DBO₅.

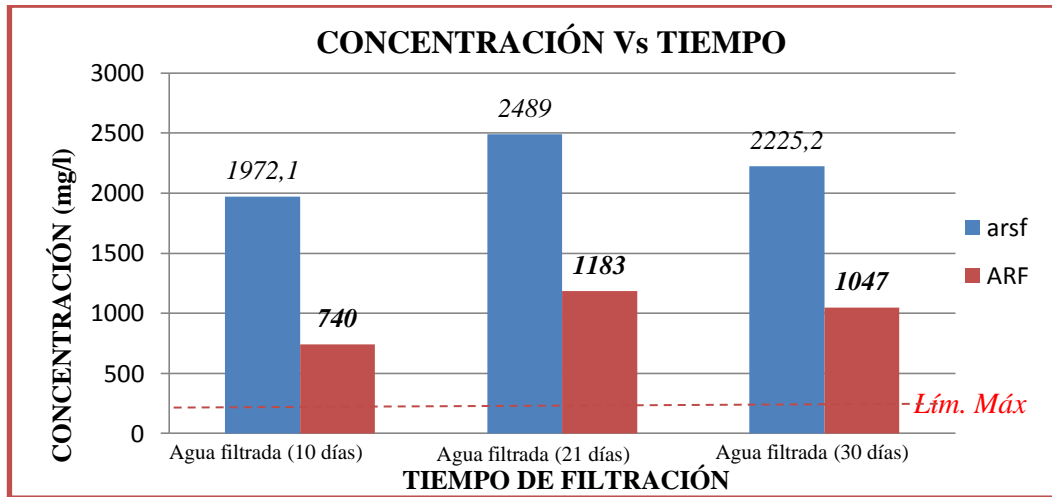
MUESTRAS	DÍA	TIPO	DBO ₅	
			mg/l	EF %
MUESTRA 8	10	ARSF	1972,1	62,48
MUESTRA 9	10	ARF	740	
MUESTRA 10	21	ARSF	2489	52,47
MUESTRA 11	21	ARF	1183	
MUESTRA 12	30	ARSF	2225,2	52,95
MUESTRA 13	30	ARF	1047	
EFICIENCIA PROMEDIO A LOS 10 DÍAS				55,97

Fuente: Informe del análisis físico-químico emitido por el laboratorio de Servicios Ambientales-UNACH, (2017)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Para una mejor representación se muestran los **Gráficos 8 y 9**

Gráfico N° 8. Concentración de DBO₅ vs tiempo.



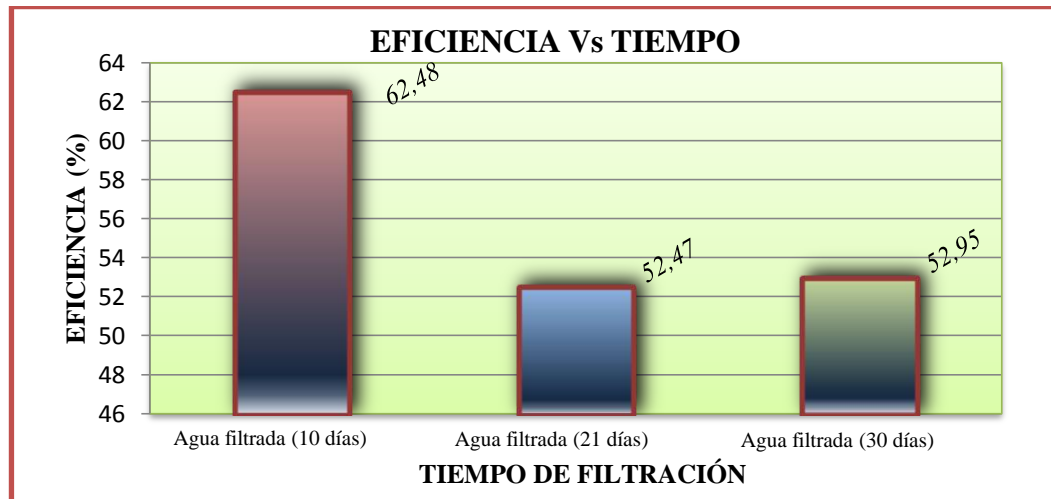
Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. Las barras más altas del **Gráfico N° 8** corresponden a la DBO₅ del ARSF y las restantes al ARF, de muestras tomadas de la misma captación, se puede notar una disminución de concentración similar en todos los casos pero ninguna de

ellas ingresa al límite máximo de descarga permisible para un sistema de alcantarillado público (250 mg/l) establecido en la Tabla N°9 del TULSMA pero si existe adsorción por parte del material, en este caso a los 10 días se puede estimar una reducción de materia orgánica aproximada de 1250 mg/l.

Gráfico N° 9. Eficiencia del filtro vs tiempo.



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. La eficiencia promedio del filtro se estima alrededor del 55,97% para diez días de filtración, correspondiendo una remoción de casi la mitad de la materia orgánica total contenida en una muestra.

4.2.2. BIODEGRADABILIDAD DEL EFLUENTE

Para comprobar la biodegradabilidad del efluente residual se hizo uso de la relación DBO_5/DQO (brevemente referenciada en la fundamentación teórica), obteniendo los resultados expuestos en la **Tabla N° 28** y **Gráfico N° 10**, todos ellos correspondientes a los primeros 60 días de tratamiento con BCA como material filtrante

$$BIODEGRADABILIDAD = DBO_5/DQO$$

Ecuación 4.13

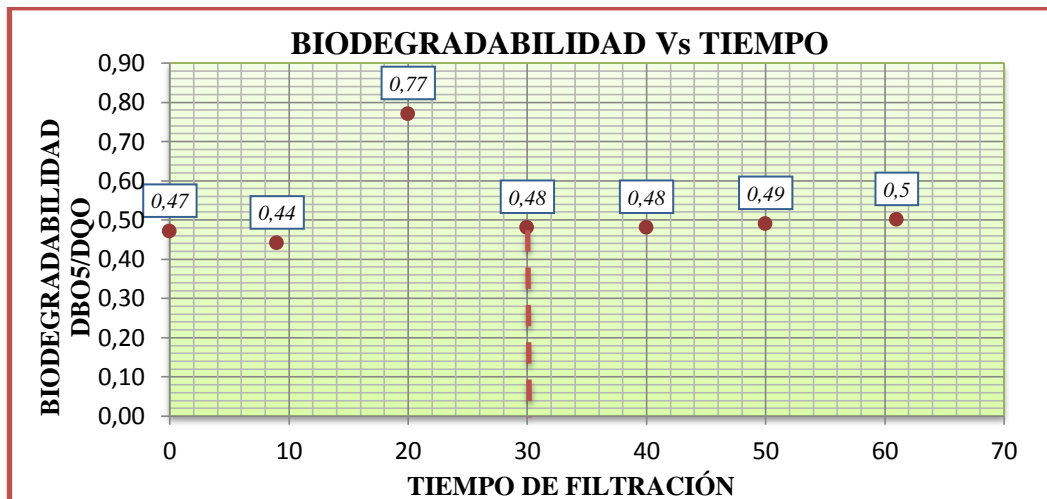
Tabla N° 28. Biodegradabilidad del efluente.

BIODEGRADABILIDAD								
ARF Y ARSF		MUESTRA						
PARÁMETROS	UNIDADES	1	2	3	4	5	6	7
		01/06/2017	09/06/2017	20/06/2017	30/06/2017	10/07/2017	20/07/2017	31/07/2017
DBO5	mg/l	2631	498	1633	722	549	2690	2782
DQO	mg/l	5560	1124	2120	1505	1151	5435	5613
BIODEGRADABILIDAD		0,47	0,44	0,77	0,48	0,48	0,49	0,50
CAMBIO DE MATERIAL FILTRANTE		EFLUENTE	MATERIAL FILTRANTE INICIAL			1^{er} CAMBIO		

Fuente: Informe del análisis físico-químico emitido por el laboratorio de Servicios Ambientales-UNACH, (2017)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Gráfico N° 10. Biodegradabilidad del efluente vs tiempo.



Fuente: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Interpretación. La verificación de la biodegradabilidad dada por la relación DBO_5/DQO se incrementa de 0,47 con una muestra sin tratar hasta 0,77 que es valor máximo alcanzado por una muestra tratada a los 20 días para después presentar un descenso con valores casi constantes de 0,48 a 0,50, lo que demuestra una mejora en la capacidad del efluente para degradar la materia de manera biológica.

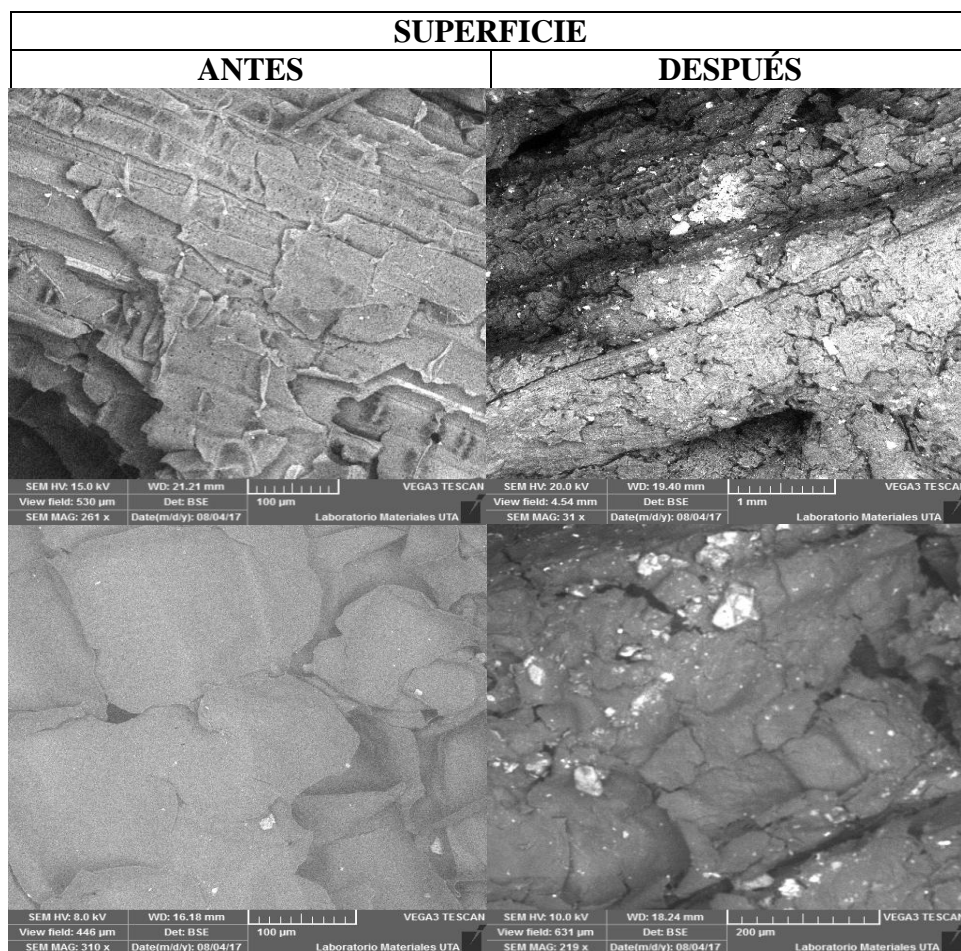
4.2.3. DEGRADACIÓN DEL BCA.

Para tener un criterio del proceso de degradación del material filtrante se usó imágenes SEM antes y después de haber sido usado como filtro depurador, con lo que se obtuvo las siguientes diferencias en su estructura morfológica al cabo de 30 días que fue su vida útil funcional en este trabajo experimental.

ESTRUCTURA MORFOLÓGICA FÍSICA

➤ **Superficie**

Figura 17. Estructura superficial.



Fuente: Microscopia electrónica de barrido (UTA)

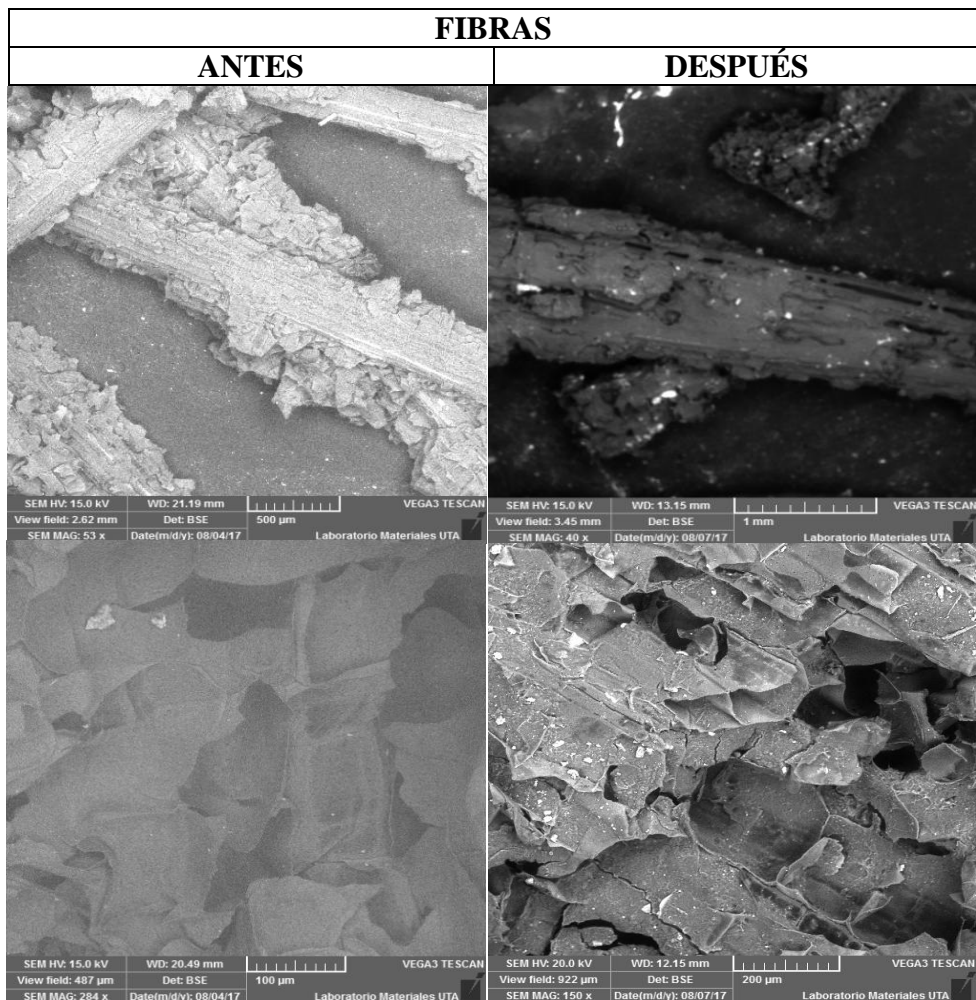
Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor.

Descripción

Se puede observar a diferentes aumentos los cambios en la superficie, al principio lisa y limpia después rugosa y quebradiza con pequeñas cavidades llenas de micro-residuo sólido.

➤ **Fibras**

Figura 18. Estructura de fibras.



Fuente: Microscopía electrónica de barrido (UTA)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor.

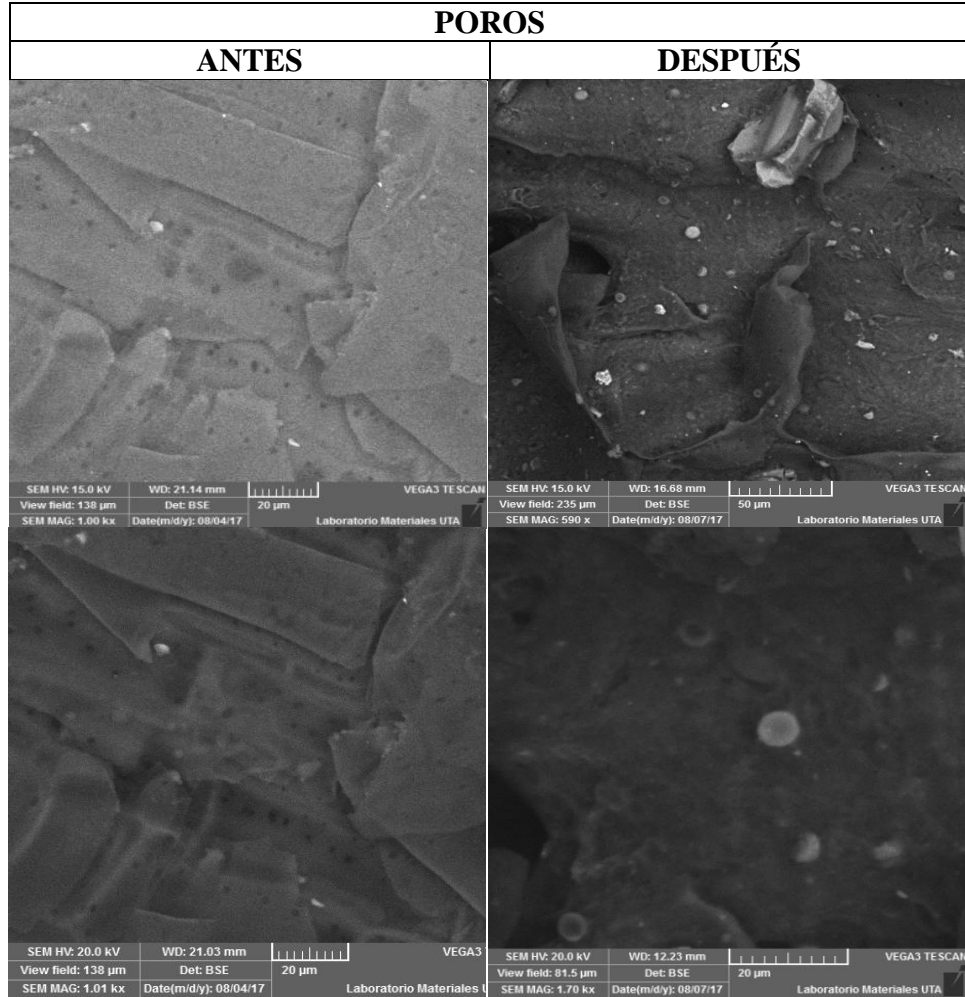
Descripción

Las paredes de las fibras en el material nuevo presentan mayor rugosidad, lo que es diferente en el material usado a causa del desgaste por fricción de partículas y arrastre. Vistas las fibras paralelas se puede apreciar una especie de compactación

evitando vacíos, por el contrario en el material usado ya se hacen notorios los espacios entre fibras paralelas.

➤ **Poros**

Figura 19. Estructura de poros.



Fuente: Microscopia electrónica de barrido (UTA)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor.

Descripción

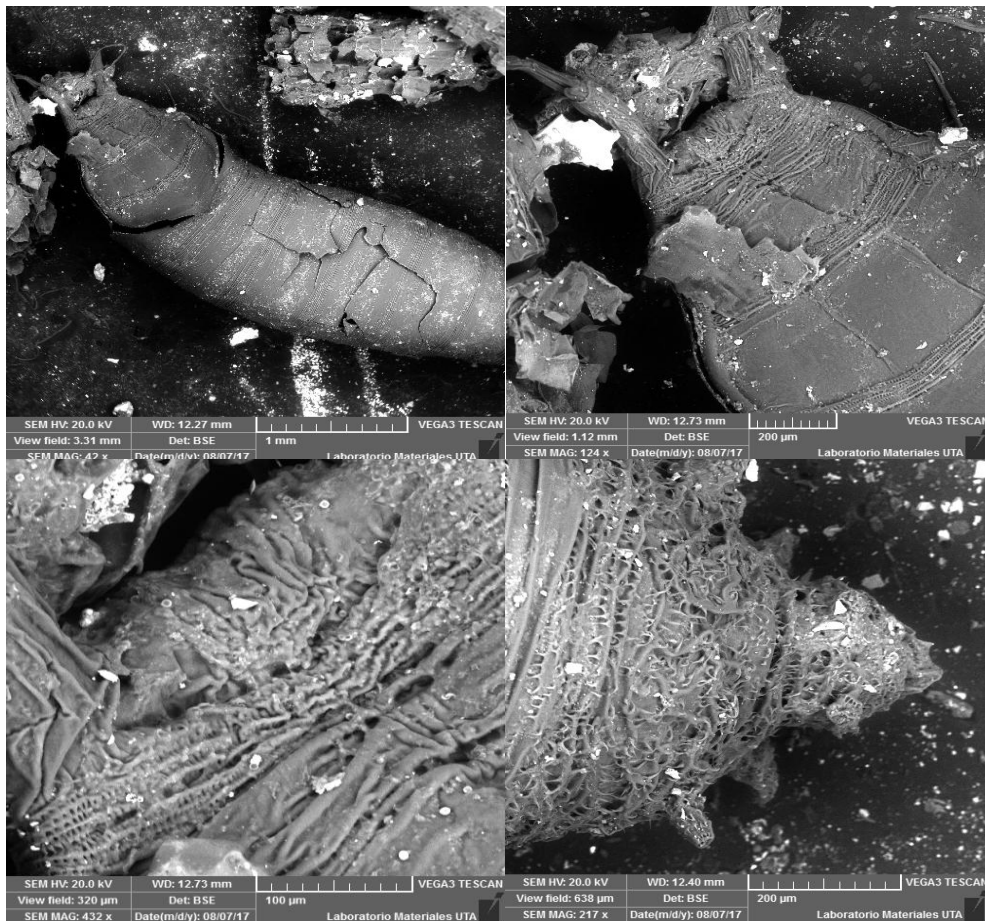
Los poros que al principio se encontraban entre 1-2 µm se ven cerrados por partículas residuales presentando una superficie casi totalmente sellada y poco porosa.

Interpretación Final. A diferentes niveles de aumento se puede observar en todos los casos la presencia de residuos lácteos a nivel micrométrico que saturan o cierran los poros evitando que los tubos conductores del BCA puedan conducir el flujo

mientras retienen cierta cantidad de materia orgánica, lo que produce la pérdida de su capacidad depuradora y genera microorganismos bacterianos a consecuencia del estancamiento y fermentación de los sólidos orgánicos retenidos sobre el lecho biológico.[42]

La siguiente figura (**Figura 20**) muestra un microorganismo incubado en el material orgánico BCA de aproximadamente 4 mm reproducido a los 30 días de su funcionamiento, y que al ser visto en el microscopio electrónico TESCAM VEGA3 presento las siguientes características visuales.

Figura 20. *Imágenes SEM, Microorganismo bacteriano.*



Fuente: Microscopia electrónica de barrido (UTA)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

4.2.4. ANÁLISIS CRÍTICO Y PERSONAL.

Los resultados alcanzados con el bagazo de caña de azúcar como material filtrante presentan condiciones favorables en cierta medida por la retención de materia contaminante en su estructura, pero que al pasar los días la misma se satura perdiendo progresivamente su cualidad de adsorbente y que en ocasiones este fenómeno podría convertirse en otro problema, presentando alteraciones en los parámetros como lo notamos en las tablas de eficiencia dado al cabo de 30 días el valor era negativo, entendiéndose que el material orgánico propuesto ya no servía. La composición química y física del efluente difieren en los resultados así como en la evolución del tratamiento, al ser este de carácter orgánico al igual que el flujo tratado se produce una acidificación excesivamente rápida por la fermentación del azúcar en ambos componentes, terminando por ocasionar una pudrición agresiva al interactuar con el medio ambiente, lo que a menudo no sucede cuando el tratamiento consiste en el empleo de un sistema no biológico o al menos se hace una combinación de ambos (Físico-Biológico), obteniendo mejores resultados y una vida útil del material filtrante más prolongada, como se lo demuestra en el 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.”[43], donde se emplearon diferentes estratos de material mineral-orgánico, para el mismo tipo de efluente residual teniendo eficiencias mayores de hasta 96,91% en DBO_5 y 97,16% en DQO, una vida útil funcional de 64 días, 34 días más y un promedio de casi el 25% más de eficiencia que el tratamiento con el lecho de BCA y con la diferencia de que dicha eficiencia aumenta con el pasar del tiempo lo que no es igual en el presente trabajo donde el resultado más favorable ocurre en los 10 primeros días de ubicado el residuo orgánico posterior a ello los valores de eficacia tienden a disminuir paulatinamente..

La mayor parte de estudios realizados a las propiedades del bagazo de caña de azúcar se han efectuado con efluentes de tipo inorgánico (metales pesados) donde su funcionamiento y tasa efectividad ha sido alta, así se lo manifiesta en el artículo científico investigativo ”Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando

materiales de origen biológico” en donde se obtuvo una capacidad de remoción de Ni(II)=2mg/g y Pb(II)=333mg/g, destacándolo de los demás materiales usados por la facilidad de recuperar la materia concentrada en su estructura y eficiencia de hasta 99%, previo a un tratamiento químico para mejorar sus propiedades.

En base a lo expuesto y a los resultados logrados con este tipo de sistema de tratamiento, así como las condiciones alcanzadas, favorables y poco favorables dentro de las limitaciones y necesidades, se hace necesaria la implementación de un tratamiento adicional o de la modificación de la estructura química del material (BCA) para mejorar su capacidad de adsorción. Por otra parte se puede considerar este proceso como un pretratamiento o un tratamiento terciario cuando se quiera tratar un efluente residual de índole orgánico, sin embargo los procesos de preparación e incluso los pasos adicionales conllevan cierto tiempo de ejecución, estableciendo la relación preparación/duración lo cual a simple vista es medianamente favorable por la recurrente necesidad de reemplazo a un corto periodo. Si nos enfocamos al aspecto económico vs eficiencia este tipo de material es muy adecuado por tener un valor de adquisición casi nulo y una eficiencia alta, más aún en el tratamiento de metales pesados, es decir sustancias y materia inorgánica, con una disposición final que no se convierte en un problema a comparación de los procesos tecnificados o convencionales, incluso se lo puede direccionar a actividades agropecuarias al ser desecho de carácter orgánico.

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Se verifica la hipótesis nula (H_0) debido a que si se produce una disminución o variación de la concentración de materia orgánica en los parámetros establecidos, en relación a la muestra de agua residual sin filtrar, dicho nivel de remoción se expresa con los valores mínimos de concentración alcanzados después del tratamiento descontaminante a evaluar.

Lo que se demuestra mediante la siguiente tabla:

Tabla N° 29. Comparación de resultados con los límites TULSMA

PARÁMETROS	VALOR. INIC.	VALOR. MÍN	LÍM. MÁX
Aceites y grasas	1342 mg/l	932 mg/l	70 mg/l
DBO₅	2631 mg/l	498 mg/l	250 mg/l
DQO	5360 mg/l	1124 mg/l	500 mg/l

Fuente: Informe del análisis físico-químico emitido por el laboratorio de Servicios Ambientales-UNACH, (2017)

Elaborado por: Álvaro Santiago Toapanta Molina, Autor

Pero al contrastarlos con los límites definidos en la norma TULSMA se ratifica la hipótesis, de: “no al alcanzar los valores permisibles de descarga al sistema de alcantarillado público”, sin embargo se resalta nuevamente la contribución del material orgánico BCA en la transición favorable de resultados de los análisis físico-químicos efectuados.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó mediante la información de proceso y fabricación proporcionada por el gerente propietario que los principales productos elaborados en la industria “Lácteos Valenzuela Divino Niño” generan un cierto desperdicio por cada unidad producida, estimándose estos así: Por cada queso del 100% que ingresa de materia prima se produce 90% de desperdicio y el 10% corresponde al producto final, en la elaboración de yogurt (6% es de desperdicio y 94% pertenece al producto final) y por último está el helado con un 8% de desperdicio, y 92% de la materia prima ingresada termina en producto final (Ver Tabla N° 9,10 y 11), todo el desperdicio de materia prima directa e indirecta utilizada en diferentes procesos industriales constituyen un caudal de agua residual de aproximadamente 0,13 ltrs/seg, que en una jornada laboral de 10 horas equivale a 4680 ltrs, de este volumen 4320 ltrs son de agua potable utilizada en actividades productivas dentro de la misma jornada, lo que se determinó de un caudal de 0,12 ltrs/seg.

La diferencia de volumen (360ltrs) tiende a ser materia prima que se convirtió en desperdicio durante el proceso productivo, incluyendo también los tratamientos de limpieza y desinfección en los que se usa detergentes, sosa, desinfectantes, etc., que provocan concentraciones más elevadas en los parámetros: Aceites y Grasas, DQO y DBO₅, en este último en mayor medida por el efecto del lactosuero sobre la capacidad de degradación de la materia, entendiéndose así a estos los parámetros más sugeridos para caracterizar el nivel de contaminación en el vertido residual.

- Se estableció en base a referencia bibliográfica el tipo de sistema recomendado para tratar el vertido residual haciendo uso de la relación DQO/DBO₅ del ARSF y sus condiciones, teniendo como recomendación el uso de un sistema biológico. Con lo que se alcanzó un nivel de eficiencia máximo de: A y G (30,55% -

muestra 3), DBO₅ (81,07% - muestra 2), DQO (79,78% - muestra 2) correspondientes a las muestras tomadas en los primeros días desde la colocación del material agroindustrial. La dispersión de los puntos que generan la tendencia en los gráficos 2, 4 y 6 son consecuencia de tomar muestras de AR que han sido producto de diferentes procesos, propios de cada jornada de trabajo y de la producción en sí, variando la concentración de sustancias contaminantes. Una vez conocido el tiempo promedio en el que se logra una eficiencia máxima se determinó su capacidad de remoción y eficiencia en dicho tiempo haciendo uso de 6 muestras (3 ARSF y 3 ARF) con tres cambios de material orgánico, se analizó solo la DBO₅ para obtener resultados más cercanos a la realidad, alcanzando las siguientes eficiencias a los 10 días (62,48%), a los 21 (52,47%) y a los 30 días (52,95%). Es así que en promedio se tiene una eficiencia de remoción de 55,97 %. Más sin embargo ninguno de los parámetros analizados una vez tratado el efluente cumplió con los límites máximos permisibles para su descarga al sistema de alcantarillado público establecido en el TULSMA, pero si se consiguió un incremento en la capacidad del efluente para degradar la materia orgánica con valores de biodegradabilidad de 0,47 en el efluente residual sin tratar y al ser sometido a tratamiento obtuvo valores mayores entre 0,48 a 0,50 alcanzando 0,77 como valor máximo.

- Se dedujo que la vida útil de filtración funcional del BCA es menos 30 días y una vida útil de filtración funcional de valor decreciente de 10 días, al tener una variación de resultados considerable en relación a la muestra de agua cruda y tratada, posterior a este tiempo los valores de concentración de la materia tendían a ascender por problemas de saturación y degradación rápida por los cambios bruscos ambientales, que con el pasar del tiempo dieron paso a la generación de organismos bacterianos por efecto adsorbato/adsorbente es decir tratar un efluente de características orgánicas con un medio orgánico.

Por otro lado tenemos el tiempo de ejecución que conlleva preparar el mismo, ya que al cumplir su vida útil debe ser reemplazado constantemente volviéndose un proceso poco tedioso.

- El barrido microscópico sobre el bagazo usado reveló que los poros son sellados por los sólidos que se incrustan en ellos, evitando el paso del flujo lo que

ocasiona que no se pueda retener el resto de materia orgánica y se formen organismos bacterianos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para poder llevar en efecto nuestra investigación es aconsejable conocer previamente los procesos de producción de la industria, el caudal residual evacuado y su constitución mediante el uso de técnicas investigativas y métodos prácticos para obtener información y posterior crear una idea de los problemas generadores del efluente residual, delimitando los principales parámetros involucrados o afectados, así como dirigir un tratamiento óptimo que minimice el efecto negativo al verter el agua residual en el sistema de alcantarillado público.
- En cuanto a los resultados deseados a obtener, existen varias recomendaciones desde la concepción de criterio de tratamiento es decir, los conceptos con los que plantea mejorar y evaluar las condiciones actuales del efluente, para ello se deberá contar con fuentes bibliográficas útiles que se tornen una guía y medio de consulta. Entre las recomendaciones constructivas y disposición del prototipo del filtro se mencionan.

Instalar el filtro cerca a la fuente de captación en la industria para evitar derrames y facilitar el llenado del tanque, previo al sellado de tuberías por posibles fugas y tener una distribución uniforme del flujo sobre el lecho filtrante, sobre este se sugiere controlar la granulometría de las partículas para evitar la presencia de vacíos que faciliten el paso del agua sin sufrir filtración previa, así como también se sugiere el no uso de sustancias que puedan alterar la estructura química del BCA. Y por último se recomienda que el análisis de las muestras de agua filtrada y sin filtrar tomadas bajo lineamientos de muestreo para asegurar su conservación y resultados reales se lleven a efecto en un solo laboratorio acreditado, debido a que pueden variar los métodos de análisis y hasta criterio profesional.

En relación al barrido microscópico las muestras deben ser secas, conductoras e inalteradas, transportadas en fundas selladas y permanecer 24 horas en un desecador previo a su análisis.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Morató, A. Subirana, A. Gris, A. Carneiro, and R. Pastor, “Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales,” *Rev. Lasallista Investig.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–29, 2006.
- [2] M. D. M. Pérez, “Tratamiento avanzado de aguas residuales para riego mediante oxidación con ozono : una alternativa ecológica,” *Conama*, pp. 2-3–4, 2006.
- [3] D. Prócel, P. Posligua, and C. Banchón, “Biodegradación de contaminantes orgánicos de la industria láctea (Biodegradation of organic contaminants from the dairy industry),” pp. 22–32, 2016.
- [4] R. Oliveira, A. Alves, S. Campos, M. Ferreira, and M. Soares Costa, “Application rates and filtering materials for biofilters in house sewage,” *Idesia*, vol. 31, no. 1, pp. 5–13, 2013.
- [5] C. Tejada-Tovar, Á. Villabona-Ortiz, and L. Garcés-Jaraba, “Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico,” *Tecno Lógicas*, vol. 18, no. 34, pp. 109–123, 2015.
- [6] V. R. E. Quiñones, C. Tejada, C. Arcia, “Remoción De Plomo Y Níquel En Soluciones Acuosas Usando Biomasas Lignocelulósicas,” *Rev. U.D.C.A Act. Div. Cient.*, vol. 16, no. 2, pp. 479–489, 2013.
- [7] J. Danglad, S. Valladares, A. Cova, and G. Linero, “Partículas hidrofobadas de bagazo de caña de azúcar para el tratamiento de hidrocarburos en agua,” vol. 25, pp. 97–103, 2013.
- [8] L. Sánchez and R. Luna, “El tratamiento de las aguas residuales del área de Ingeniería Química del instituto tecnológico AGUASCALIENTES (I . T . A .),” 2001.
- [9] J. Sainz, *Tecnologías para la sostenibilidad*. p 12, 2005.
- [10] O. M. Martínez Ávila, “Evaluacion de un proceso integrado de adsorción y

oxidación avanzada para el tratamiento de aguas residuales industriales reales,” p. 148, 2012.

- [11] Á. Ruíz and L. F. Giraldo, “Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea,” *Scielo*, pp. 1–8, 2007.
- [12] R. Altaner, “Descripción y análisis comparativo de los sistemas de tratamiento de RIL en la industria de alimentos en Valdivia. ICYTAL. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia,,” Universidad Austral de Chile, 2009.
- [13] C. C. Terry Berro, “Manejo de residuales líquidos y evaluación de impacto ambiental,” *Rev. Cubana Hig. Epidemiol.*, vol. 39, no. n.1, p. 4, 2001.
- [14] M. M. G. Segovia, “Industria de productos lácteos en la Provincia de Cotopaxi,,” pp. 1–2, 2007.
- [15] A. Morgan, J., Revah, S. & Noyola, “Malos Olores En Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales: Su Control a través de procesos Biotecnológicos,” *Statew. Agric. L. Use Baseline 2015*, vol. 1, no. 5, p. 12, 2015.
- [16] 3 López-Suárez L. J1, 3., Pérez-Delgado K. I1, 3., Hernández-Domínguez E.M2, 3 y Álvarez-Cervantes J2, “Residuos agroindustriales para la elaboración de filtros como alternativa para el tratamiento de efluentes,” México, p. 2, Jun-2015.
- [17] O. Arango and L. Sanches, “Treatment of Dairy Industry Wastewater Using Uasb Anaerobic System,” *Biotecnol. en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, no. 2, p. 9, 2014.
- [18] R. Moreno, “Estudio de diferentes Bioadsorbentes como posibles retenedores de fosfatos en aguas,” Universidad Nacional de Colombia, 2013.
- [19] L. Villena, “Bioadsorbentes, borra de café, exoesqueleto de camarón, adsorción de fosfatos, eutrofización,,” *insacan.org*, p. 26, 1995.
- [20] J. Prado, “Valoración de Impactos Ambientales generados en la Industria Láctea y Cárnica de la ciudad de Cuenca,” Universidad del Azuay, 2013.

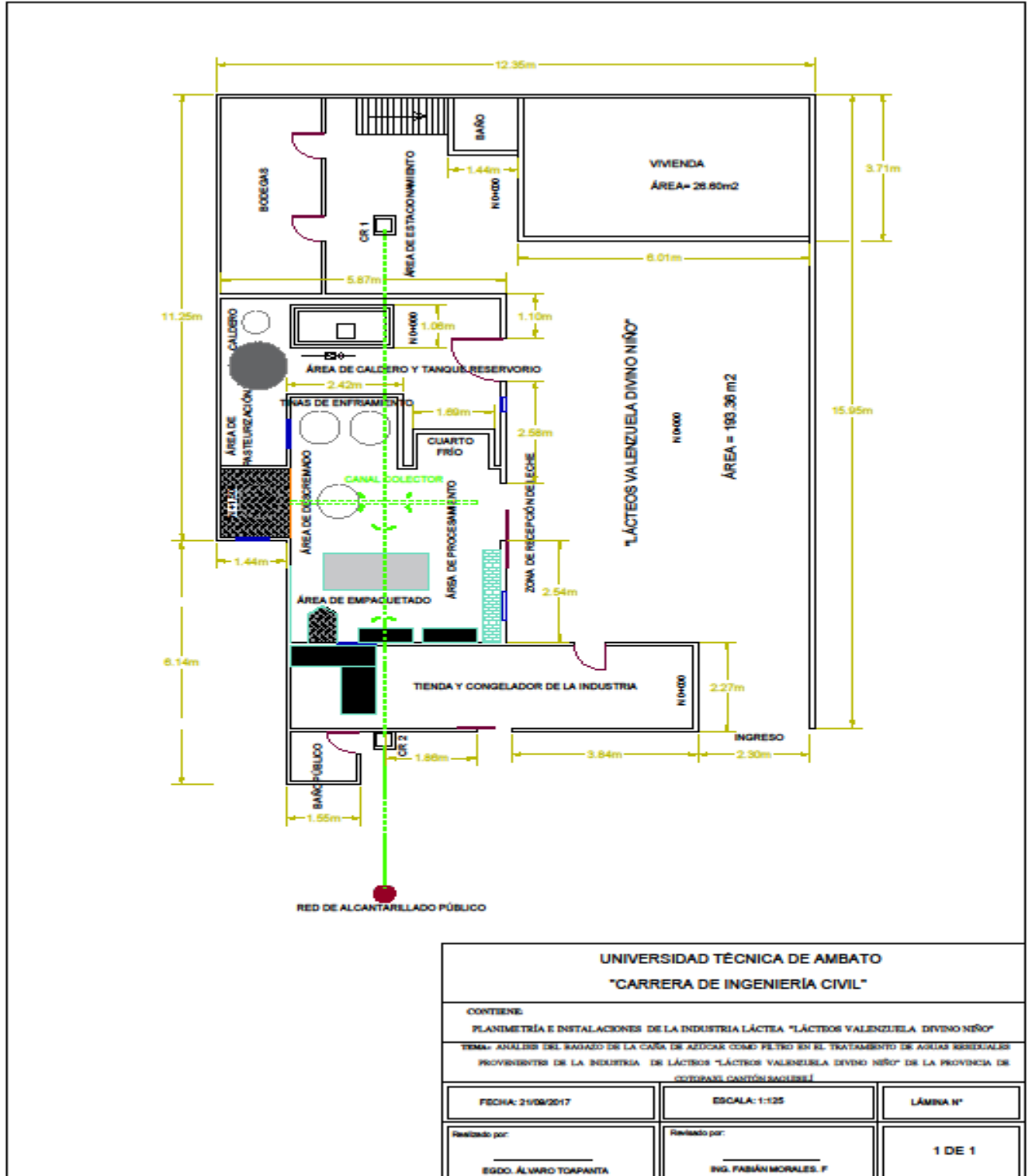
- [21] M. Clausen, “Gestión del recurso de agua,” *UNC uyo DET*, p. 48, 2016.
- [22] I. R. Rojas, “Conferencia Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales,” p. 19, 2002.
- [23] P. Torres, “Perspectivas del tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas en países en desarrollo.,” Medellín, pp. 115–129, Dec-2012.
- [24] N. García, P. Villanueva, E. Campos, and A. Velasquez, “Análisis de la adsorción como método de pulimento en el tratamiento de aguas residuales,” p. 24, 2012.
- [25] G. Moeller, G. Buelna, and M. Garzón, “La biofiltración sobre materiales orgánicos , nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias,” Morelos, México, p. 10, 2012.
- [26] E. M. Manal, M. Penedo, and D. Salas, “Caracterización del bagazo de caña como biomasa vegetal,” pp. 244–255, 2015.
- [27] PhD J. Amado and Msc L. Cevallos, “Introducción a la Microscopia electrónica,” *Instituto Nac. Investig. en salud pública*, vol. Tercera Ed, p. 218, 2015.
- [28] R. I. Nodal, G. Esperanza Pérez, and J. Leiva, “Caracterización y evaluación del bagazo de caña de azúcar como biosorbente de hidrocarburos,” no. 53, pp. 57–62, 2014.
- [29] M. del M. Ambiente, “Anexo 1 del libro VI de Texto Unificado de Legislación Secundaria del ministerio del ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua,” pp. 1–37.
- [30] L. Barba, “Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición,” p. 52, 2002.
- [31] P. C. Osorio and D. Peña, “Determinación de la relación DQO/DBO 5 en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII región.,” pp. 0–18, 2015.
- [32] F. Morales, S. Medina, and E. Paredes, “Biofiltración sobre Cama de Turba,

- para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Lavado de Jeans,” *Rev. Publicando*, no. 10, pp. 1–12, 2017.
- [33] L. Calderón, “Toma y preservación de muestras,” 1997. [Online]. Available: http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Toma_De_Muestras.htm. [Accessed: 24-Sep-2017].
- [34] INEN, “Agua. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas de muestreo[Art]. NTE,” vol. Tercera Ed, p. 16, 2013.
- [35] H. Acevedo, “Elaboración de un Balance de Masa Para Yogur , Helado , Queso Zamorella y Queso crema en La Planta de Lácteos de Zamorano,” Zmorano, 2015.
- [36] E. Sevilla, “Vertidos en el Sector Lácteo,” Sevilla, 2008.
- [37] M. Nieto, “Fundamentos en la preparación de muestras para Microscopía Electrónica de Barrido,” *Lab. Microsc. Electrónica Barrido*, p. 28, 2010.
- [38] A. Castillo, “Diseño de un tratamiento de aguas residuales de lubricado mediante Bio-adsorción y Cogulación- Floculación,” UDLA, 2015.
- [39] L. Calero, “Las aguas residuales domésticas y su incidencia en las condiciones sanitarias de los habitantes de los barrios altos del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi,” Técnica de Ambato, 2015.
- [40] Comisión Nacional del Agua, “Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales: Filtros anaeróbicos de flujo ascendente, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales,” p. 70, 2015.
- [41] R. C. N. R. Corrales *et al.*, “Structural evaluation of sugar cane bagasse steam pretreated in the presence of CO₂ and SO₂,” *Biotechnol. Biofuels*, vol. 5, no. 1, p. 36, 2012.
- [42] A. K. Chandel *et al.*, “Multi-scale structural and chemical analysis of sugarcane bagasse in the process of sequential acid–base pretreatment and ethanol production by *Scheffersomyces shehatae* and *Saccharomyces cerevisiae*,” *Biotechnol. Biofuels*, vol. 7, no. 1, p. 63, 2014.

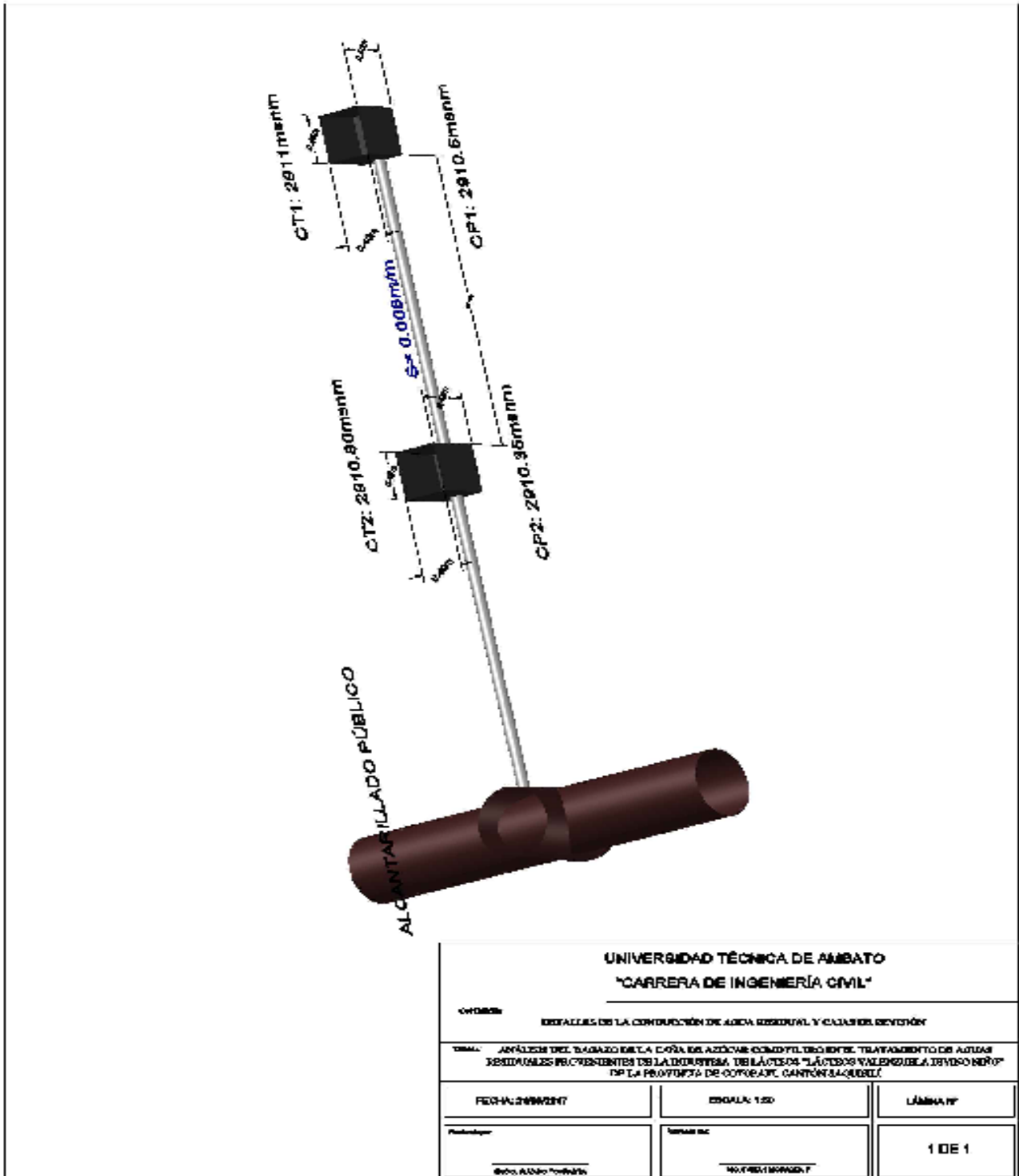
- [43] D. Villamarín, “Estudio de un filtro biológico para el control de efluentes generados en una quesera en la parroquia Mulaló - -Cantón Latacunga, a base de piedra cañiza, canutillos de cerámica, zeolita y carbón activado granular de cáscara de coco,” Universidad Técnica de Ambato, 2017.

2. ANEXOS

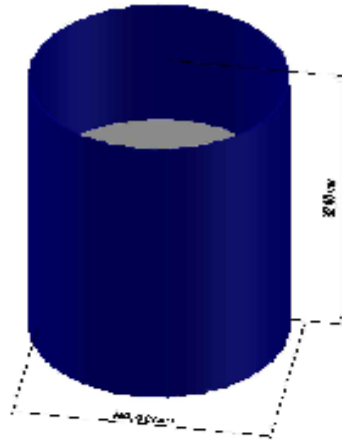
2.1. Planimetría de la industria y distribución de instalaciones.



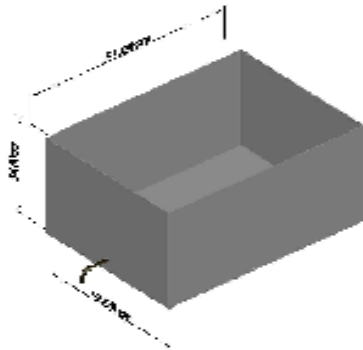
2.2. Detalles de la conducción del agua residual.



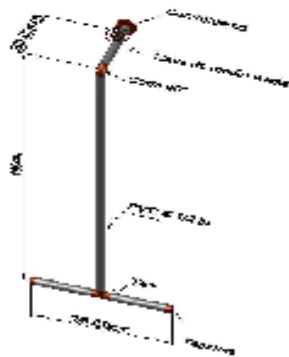
2.3. Materiales del filtro y dimensiones.



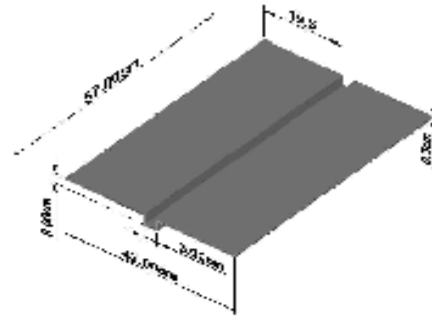
DESCRIPCIÓN
Tanque plástico de 20 galones de agua



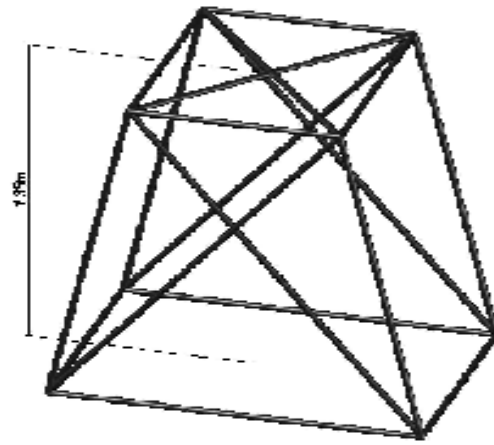
DESCRIPCIÓN
Llaneta plástica



DESCRIPCIÓN
Juntas de los PVC de 1/2 in.
Codo de los PVC de 1/2 in.
Seladora, tubería
y una de empunta de zinc.



DESCRIPCIÓN
Diseño de madera 1.5 cm.



DESCRIPCIÓN
Estructura de acero de 1.5 cm
Auto = 1.5 cm



DESCRIPCIÓN
Monta de posición y sujeción
Causal = 40 cm diámetro

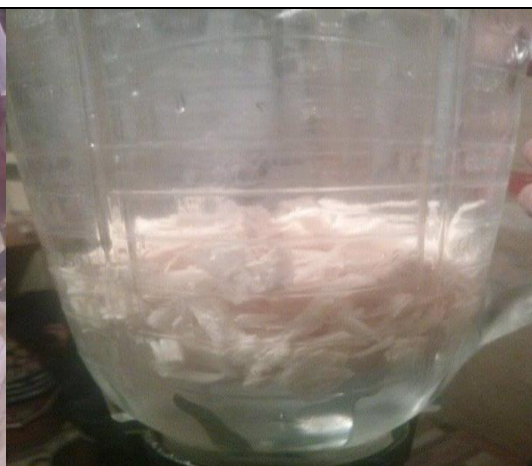
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO "CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL"		
CONTIENE: MATERIALES, DIMENSIONES Y DETALLES CONSTRUCTIVOS		
TEMA: ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS "LÁCTEOS VALDEVEGA DIVINO NIÑO" DE LA PROVINCIA DE COTACACHI, CANTÓN SAQUISILÍ		
FECHA: 21/08/2017	ESCALA: NO DEFINIDA	LÁMINA N°
Realizado por: EDDO ÁLVARO TOAPANTA	Revisado por: ING. FABIAN MORALES, F.	1 DE 1

2.4. Anexos fotográficos

<p>Mesas de prensado y corte.</p>	<p>Tinas de coagulación. y pasteurización.</p>
<p>Corte y Moldeado.</p>	<p>Área de recepción de leche.</p>
<p>Área de producción.</p>	<p>. Caldero.</p>



Bagazo de caña de azúcar.



Preparación del material.



Material triturado.



Colocación del tol de acero en la bandeja plástica.



Colocación del material en el recipiente plástico.



Estructura del filtro.



Llenado del tanque.



Evacuación del caudal sobre el lecho filtrante.



Agua filtrada.



Material usado y desechado.



Material después del proceso de filtración.



Cambio de material filtrante.



Medición del tirante Hidráulico.



Toma de muestras para análisis físico-químico.



Muestra limpia del BCA para barrido microscópico.




Muestra usada del BCA para barrido microscópico.



Microscopio electrónico de Barrido TESCAM VEGA3.

2.5. Informes de resultados de los análisis físico- químicos emitidos por el laboratorio de servicios ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).

2.5.1. Agua residual sin filtrar (Muestra 1)

 **LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES** 

Nº SE: 111-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alvaro Toapanta **INFORME Nº** 111- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **Nº SE:** 111-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 01 - 06 -17
TELÉFONO: 0992670854 **FECHA DE INFORME:** 08 - 06- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1
TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Saquisilí
IDENTIFICACIÓN: MA - 241-17 Agua Cruda Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 241-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1342	N/A	01 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	5560	N/A	01 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2631	N/A	01 - 06 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:
Dr. Juan Carlos Lara R.
Benito Mendoza T., Ph.D.





Benito Mendoza T., Ph.D.
TECNICO L.S.A. 

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1 FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.5.2. Agua residual filtrada (Muestra 2).

		LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES			
N° SE: 116-17					
INFORME DE ANALISIS					
NOMBRE:	Alvaro Toapanta			INFORME N° 116- 17	
EMPRESA:	Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato			N° SE: 116-17	
DIRECCIÓN:	Ambato			FECHA DE RECEPCIÓN: 09 - 06 -17	
TELÉFONO:	0992670854			FECHA DE INFORME: 16 - 06 - 17	
NÚMERO DE MUESTRAS:	1, Agua residual industria láctea, Saquisilí			TIPO DE MUESTRA:	
IDENTIFICACIÓN:	MA - 249-17	Agua tratada		Agua	
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.					
RESULTADO DE ANÁLISIS					
MA - 249-17					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	968	N/A	09 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1124	N/A	09 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	498	N/A	09 - 06 -17
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.					
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:					
Dr. Juan Carlos Lara R. Benito Mendoza T., Ph.D.					
 Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.					
-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.					
FMC2101-01					
Página 1 de 1					
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.					

2.5.3 Agua residual filtrada (Muestra 3).



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 121-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alvaro Toapanta
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 121- 17

N° SE: 121-17

TELÉFONO: 0992670854

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 - 06 -17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1

FECHA DE INFORME: 27 - 06- 17

TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Saquisilí

IDENTIFICACIÓN:

MA - 254-17

Agua Tratada

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS


MA - 249-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	932	N/A	20 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	2120	N/A	20 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1633	N/A	20 - 06 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.
Benito Mendoza T., Ph.D.


Benito Mendoza T., Ph.D.
TECNICO L.S.A.



-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página I de I

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.5.4. Agua residual filtrada (Muestra 4).



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 088-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alvaro Toapanta

INFORME N° 088- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 088-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 30 - 06 -17

TELÉFONO: 0992670854

FECHA DE INFORME: 07 - 07- 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Saquisilí

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 220-17

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

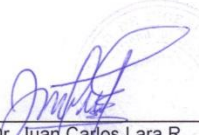
MA - 220-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1086	N/A	30 - 06 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1505	N/A	30 - 06 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	722	N/A	30 - 06 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

FMC2101-01

Página 1 de 1

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.5.5. Agua residual filtrada (Muestra 5).



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 119-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alvaro Toapanta

INFORME Nº 119- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

Nº SE: 119-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 10 - 07 -17

TELÉFONO: 0992670854

FECHA DE INFORME: 18 - 07- 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Saquisilí

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 263-17

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 263-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	958	N/A	10 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1151	N/A	10 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	549	N/A	10 - 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.



-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.5.6. Agua residual filtrada (Muestra 6).

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES																									
N° SE: 135-17																										
INFORME DE ANALISIS																										
NOMBRE: Alvaro Toapanta		INFORME N° 135- 17																								
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato		N° SE: 135-17																								
DIRECCIÓN: Ambato																										
TELÉFONO: 0992670854		FECHA DE RECEPCIÓN: 20 - 07 -17																								
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Saquisilí		FECHA DE INFORME: 27 - 07- 17																								
IDENTIFICACIÓN: MA - 280-17		TIPO DE MUESTRA: Agua																								
<p>El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.</p>																										
RESULTADO DE ANÁLISIS																										
MA - 280-17																										
<table border="1" style="width: 100%;"><thead><tr><th>PARÁMETROS</th><th>UNIDADES</th><th>MÉTODO/PROCEDIMIENTO</th><th>RESULTADO</th><th>U(K=2)</th><th>FECHA DE ANÁLISIS</th></tr></thead><tbody><tr><td>* Aceites y grasas</td><td>mg/l</td><td>EPA 418.1</td><td>1018</td><td>N/A</td><td>20 - 07 -17</td></tr><tr><td>DQO</td><td>mg/l</td><td>STANDARD METHODS 5220 - D mod</td><td>5435</td><td>N/A</td><td>20 - 07 -17</td></tr><tr><td>* DBO5</td><td>mg O2/l</td><td>STANDARD METHODS 5210 - B</td><td>2690</td><td>N/A</td><td>20 - 07 -17</td></tr></tbody></table>	PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS	* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1018	N/A	20 - 07 -17	DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	5435	N/A	20 - 07 -17	* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2690	N/A	20 - 07 -17		
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS																					
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1018	N/A	20 - 07 -17																					
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	5435	N/A	20 - 07 -17																					
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2690	N/A	20 - 07 -17																					
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.																										
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS: Dr. Juan Carlos Lara Benito Mendoza T., Ph.D.																										
 Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.																										
<p>-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.</p>																										
Página 1 de 1		FMC2101-01																								
L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.																										

2.5.7. Agua residual filtrada (Muestra 7).



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 143-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alvaro Toapanta

INFORME N° 143- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

N° SE: 143-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 31 - 07 -17

TELÉFONO: 0992670854

FECHA DE INFORME: 07 - 08- 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual industria láctea, Saquisilí

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

MA - 289-17

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 289-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	1462.2	N/A	31 - 07 -17
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	5613	N/A	31 - 07 -17
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2782	N/A	31 - 07 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.
Benito Mendoza T., Ph.D.


Benito Mendoza T., Ph.D.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.5.8. Agua residual filtrada y sin filtrar (Muestra 8 y 9).



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 174-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alvaro Toapanta

INFORME Nº 174- 17

EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato

Nº SE: 174-17

DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN: 10 - 08 -17

TELÉFONO: 0992670854

FECHA DE INFORME: 22 - 08 - 17

NÚMERO DE MUESTRAS: 1

TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Saquisilí

IDENTIFICACIÓN:

MA - 317-17

Agua Sin Tratar

Agua

MA -318-17

Agua tratada

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 317-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1972.1	N/A	10 - 08 -17

MA - 318-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	740	N/A	10 - 08 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.5.9. Agua residual filtrada y sin filtrar (Muestra 10 y 11).



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 200-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alvaro Toapanta **INFORME N°** 200-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 200-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0992670854 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 21-08-17
NÚMERO DE MUESTRAS: 2 **FECHA DE INFORME:** 28-08-17
TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Saquisilí
IDENTIFICACIÓN:
MA - 341-17 Agua Sin Tratar Agua
MA - 342-17 Agua tratada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 341-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2489	N/A	21-08-17

MA - 342-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1183	N/A	21-08-17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.
Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.5.10. Agua residual filtrada y sin filtrar (Muestra 12 y 13).



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 201-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Alvaro Toapanta
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato
DIRECCIÓN: Ambato

INFORME N° 201- 17
N° SE: 201-17

TELÉFONO: 0992670854

FECHA DE RECEPCIÓN: 30 - 08 -17

NÚMERO DE MUESTRAS: 2

FECHA DE INFORME: 06 - 09- 17

TIPO DE MUESTRA: Agua residual industria láctea, Saquisilí

IDENTIFICACIÓN:

MA - 343-17
MA -344-17

Agua Sin Tratar
Agua tratada

Agua
Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 341-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	2225,2	N/A	30 - 08 -17

MA - 342-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1047	N/A	30 - 08 -17

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.
Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.



-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

FMC2101-01

Página 1 de 1

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

2.6. FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES Y CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
FICHA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES		
NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZUCAR COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS “LÁCTEOS VALENZUELA DIVINO NIÑO” DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ		
INVESTIGADOR: ÁLVARO SANTIAGO TOAPANTA MOLINA		
TUTOR: Ing: FABIÁN MORALES FIALLOS		
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SAQUISILÍ		
FECHA: 01/06/2017		HORA:
REGISTRO FOTOGRÁFICO: <i>(Incluir una fotografía del llenado del tanque y del agua filtrada)</i>		
INSPECCION VISUAL: ----- ----- ----- VERIFICACIÓN DE CAUDAL: <i>(Indicar el estado del caudal)</i> ----- ----- ----- FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO: <i>(Indicar el funcionamiento del filtro)</i> ----- ----- ----- ESTADO DEL MATERIAL: <i>(Indicar el estado del material filtrante)</i> ----- ----- -----		
Investigador. <hr/> <p align="center">FIRMA</p>	Tutor. <hr/> <p align="center">FIRMA</p>	