

TEMA:

“LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA PILOTO DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ENTORNO Y DISEÑO DE UN PROYECTO DE INTERVENCIÓN”

AUTORES: Ing. Azucena Bernal Gutiérrez MSc - Ing. Rodolfo Najarro Quintero MSc.
- PhD Agustín Leiva

RESUMEN

El manejo integral de los desechos en la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ es la problemática en torno a esta investigación. El presente trabajo de investigación se basa en la incidencia del manejo de las aguas residuales de la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ, en la evaluación de la calidad ambiental del entorno y, para ello específicamente, se efectuó la caracterización de las aguas residuales; la determinación de las cargas de contaminantes aportadas por dichas aguas, así como la calidad del área de influencia directa mediante la evaluación del Impacto Ambiental Ex – Post y la percepción ciudadana al respecto mediante la técnica de la encuesta a profesores y estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial. Una vez determinadas las cargas contaminantes por medición de caudal y análisis de laboratorio, se procedió al dimensionamiento de los procesos de la planta de tratamiento, que constó de una trampa de grasas, un digester anaerobio convencional y un sistema de lodos activados, con su correspondiente sedimentador secundario, precisamente en esto consistió la elaboración de la propuesta, que una vez implementada, permitirá dar solución al planteamiento hipotético aceptado, de que “el manejo de las aguas residuales de la planta para procesos agroindustriales de la UTEQ, incide negativamente en la calidad ambiental de su entorno”.

Palabras claves: Aguas residuales, percepción ciudadana, planta de tratamiento de aguas residuales, trampa de grasas, digestión

anaerobia, sistemas de lodos activados, sedimentación secundaria.

INTRODUCCIÓN

La planta de procesos agroindustriales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), constituye el lugar donde los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial realizan sus prácticas, que están relacionadas con la transformación de la materia prima agropecuaria en productos conservados por métodos y técnicas que permitirán alargar su tiempo de vida útil.

El manejo de las aguas residuales de la planta, es inexistente. Los residuos líquidos, de la misma manera que egresan de los diferentes procesos, según las especificidades de estos (bebidas y licores, cárnicos, lácteos, frutas y vegetales, harinas y balanceados), son conducidas a través de un canal, hacia la salida de las áreas de la Universidad y, descargadas en el suelo, llegando a intersecar recursos naturales como el propio suelo, los acuíferos (pozos artesianos de la zona), canales de riego y, pequeños humedales y corrientes de agua; además de provocar olores indeseables en toda el área de influencia directa.

En torno a lo que precede se formuló el siguiente problema: “¿Cómo inciden las aguas residuales de la planta para procesos agroindustriales de la UTEQ en la calidad ambiental del entorno?”.

Los recursos en el desarrollo del presente durante las diferentes fases como toma de muestras, análisis de las mismas, recopilación de datos, sistematización de los resultados, interpretación y discusión de los mismos, las sugerencias y recomendaciones, así como las conclusiones, se llevan a cabo siguiendo una metodología adecuada, contándose para el efecto con la

colaboración de expertos en la temática y las orientaciones oportunas del tutor de tesis, aspectos relevantes que hicieron posible el desarrollo de esta investigación

Aquí predomina el enfoque cualitativo y cuantitativo, por cuanto prevé el análisis del agua a partir de muestras recolectadas para detectar las cargas contaminantes y el análisis de calidad mediante la utilización de Estándares de Calidad Ambiental, para medir el grado de contaminación y disturbio ecológico en un área determinada, según se establece en TULSMA (2015) en el Libro VI en el Anexo 1 (De la calidad ambiental. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua); Anexo 2 (Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados) y, en el propio Libro, Título I (De la calidad ambiental).

Además se trabaja con sentido holístico y participativo considerando una realidad dinámica, que al mismo tiempo está orientada a la comprobación de hipótesis con énfasis en los resultados. En este trabajo, se busca el mecanismo de disminuir el impacto ambiental ocasionado por el evacuado ineficiente de las aguas residuales, lo cual mejorará el ambiente de su alrededor.

DESARROLLO

PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Ubicación de la planta de agroindustrias de la UTEQ

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo está ubicada en la ciudad de Quevedo, Provincia de Los Ríos, el taller de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial se encuentra ubicado en la parte posterior del edificio matriz ubicado en el km 1 y ½ vía Quevedo – Santo Domingo.

Descripción de la planta

La planta piloto de procesos agroindustriales de la UTEQ, se creó en el año 2010, por la necesidad de tener un medio de apoyo básico para la formación integral de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial donde se efectúan actividades inherentes a la transformación de materias primas provenientes del sector Agropecuario, tales como elaboración de derivados lácteos, procesamiento de frutas y hortalizas, deshidratación de semillas, entre otras actividades, además las sustancias que se utilizan para los procesos son entre otras: suero de leche, carbonato de sodio, bicarbonatos, nitritos, cloruro de calcio, potasio, nitrato de amonio, fosfato de potasio, bentonitas, saborizantes, preservantes como son los sorbatos y benzoatos entre otros.

La planta dispone de una tecnología básicamente artesanal con la influencia de procesos de producción industrial, aunque no hay una cultura de aprovechamiento eficiente de la materia prima y los subproductos provenientes de los procesos se los envían a cestos generales de basura. El evacuado de las aguas derivadas de estos procesos se efectúa por los desagües hasta desembocar en un canal y este finalmente en el suelo directamente detrás de la planta.

Plan de Recolección de la Información

Se tomaron muestras del agua residual que sale del área de proceso hacia un canal y desemboca en la parte posterior de la planta, esta toma de muestra se la realizó con el fin de analizar la calidad de agua descargada por la planta hacia el ambiente. Los análisis físico – químicos que se realizaron fueron: Caudal, pH, Sólidos suspendidos totales, Sólidos disueltos totales, Sólidos sedimentables, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Amoniacal, Fósforo Total, Grasas Totales, Proteína, Valoración microbiológica (Coliformes totales y fecales)

Posteriormente para la determinación de los niveles de contaminación del suelo por las aguas residuales, se realizó la observación directa del entorno a la

planta para lo cual se efectuaron, encuestas a docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

DETERMINACION DE LAS CARGAS DE CONTAMINANTES APORTADAS POR LAS AGUAS RESIDUALES

Cálculo del caudal Cuadro 4.1.

MEDICIÓN No.	SEMANA No. 1		SEMANA No. 2		CAUDAL MEDIO GLOBAL (m ³ /d)	D.E. (m ³ /d)	C.V. (%)
	CAUDALES A LAS 11H00 (m ³ /d)	CAUDALES A LAS 15H00 (m ³ /d)	CAUDALES A LAS 11H00 (m ³ /d)	CAUDALES A LAS 15H00 (m ³ /d)			
1	1,15	1,19	1,08	1,04	1,12	0,07	6,06
2	1,26	1,29	1,35	1,23	1,28	0,05	3,99
3	1,34	1,36	1,3	1,31	1,33	0,03	2,07
4	1,42	1,15	1,24	1,22	1,26	0,12	9,15
5	1,08	1,13	1,17	1,11	1,12	0,04	3,36
6	1,27	1,18	1,12	1,34	1,23	0,10	7,91
7	1,16	1,32	1,06	1,16	1,18	0,11	9,15
8	1,22	1,24	1,10	1,09	1,16	0,08	6,75
9	1,14	1,20	1,25	1,30	1,22	0,07	5,60
10	1,21	1,31	1,19	1,13	1,21	0,07	6,18
CAUDAL MEDIO (m ³ /d)	1,23	1,24	1,19	1,19	CAUDAL MEDIO GLOBAL	1,21m ³ /d	
D.E.(m ³ /d)	0,10	0,08	0,10	0,10			
C.V.(%)	8,29	6,38	8,24	8,60			

Elaborado por: Bernal, A. 2014.

En el Cuadro 4.1 se presentan los datos obtenidos y utilizados para el cálculo del caudal medio diario que generan las operaciones de los talleres de la planta bajo estudio, se observa que el caudal medio global calculado es de 1,21 m³/d, con desviaciones estándar (D.E.) y coeficientes de variabilidad (C.V.) suficientemente bajos (siempre por debajo de 9,16%) como para considerarlo significativamente confiable para el diseño. Además se puede observar una variación del caudal ya que en los caudales de las aguas residuales ocurren variaciones horarias (con las horas del día), diarias (con los días de la semana) y cíclicas (con las estaciones del año), de acuerdo con los usos y las costumbres de la población, además de la temperatura y la precipitación atmosférica de la región, tal y como lo sostiene. Metcalf y Eddy, (1998).

Cálculo de las cargas contaminantes

Los valores obtenidos se muestran en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2.**Cargas contaminantes determinadas.**

PARÁMETRO	UNIDAD	CONCENTRACIÓN MEDIA	CARGA CONTAMINANTE	UNIDAD	LIMITES PERMISIBLES	CUMPLIMIENTO
Ph	-----	6,2	-----	-----	5 – 9	CUMPLE
Sólidos Totales	mg/L	12443	75,3	kg/d	1600	NO CUMPLE
Sólidos Suspendidos	mg/L	4260	25,75	kg/d	1,0	NO CUMPLE
Sólidos Sedimentables	mg/L	3730	22,55	kg/d	-----	NO CUMPLE
Sólidos Disueltos	mg/L	8168	49,4	kg/d	1599	NO CUMPLE
Grasas totales	mg/L	621	3,75	kg/d	0,3	NO CUMPLE
Nitrógeno Total	mg/L	452	2,75	kg/d	15	NO CUMPLE
Fósforo Total	mg/L	56	0,35	kg/d	10	NO CUMPLE
Proteína	mg/L	2469	14,95	kg/d		
DQO	mg/L	6123	37,05	kg/d	250	NO CUMPLE
DBO₅ soluble	mg/L	2514	15,2	kg/d	100	NO CUMPLE
Coliformes totales	NMP/100 cm ³	2,58 * 10 ⁹	1,56 * 10 ¹⁴	NMP/d	Remoción > al 99.9%	NO CUMPLE
Coliformes fecales	NMP/100 cm ³	1,35 * 10 ⁵	8,15 * 10 ⁸	NMP/d	Remoción > al 99.9%	NO CUMPLE

Elaborado por: Bernal, A. 2014.

Se puede apreciar en el Cuadro 4.2. que las aguas residuales de la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ, presentan Sólidos Totales, Sólidos Suspendedos Totales, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Totales, Grasas Totales, Nitrógeno Total, Fósforo Total, DQO de 6, DBO₅ soluble, Coliformes Totales, y Coliformes Fecales, . Tal y como lo afirma Crite, (2000), “el agua residual está conformada de componentes físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos”, se puede notar la presencia de materiales físicos, químicos y biológicos en los resultados, ya que se trata de una planta donde se procesa materia prima para obtener productos agroindustriales.

Las características de estas aguas residuales, según grasas totales (621 mg/dm³) que aportan una carga diaria de 0,75 kg, Sólidos Suspendedos el 34% de la de Sólidos Totales y, el 88% de los Suspendedos corresponden a Sedimentables, así como sugiere Crites, (2000) la presencia de sólidos es la que presenta los mayores problemas en el tratamiento y su disposición, el agua es apenas el medio de transporte de los sólidos.

El contenido de grasas totales (621 mg/dm³) aportan una carga diaria de 0,75 kg, la presencia de alto contenido de grasas según Crites, (2000), es altamente indeseable, porque se adhiere a las tuberías, provocando su obstrucción. Las grasas no son deseables, ya que provocan mal olor, forman espuma, inhiben la vida de los microorganismos, provocan problemas de mantenimiento, etc.

La presencia de proteínas se debe al origen de la materia prima, así lo asegura Crite, (2000) “las proteínas son el principal componente del organismo animal, pero también están presentes en los vegetales”. Según Escuela Universitaria Politécnica De Sevilla, (2009), los coliformes al ser materias de tipo orgánico

absorben hasta su mineralización una cierta cantidad de oxígeno, debido a los procesos químicos o biológicos de oxidación que se producen en el agua, además sostiene que el índice para medir este fenómeno puede efectuarse mediante el análisis de parámetros como: Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno Disuelto.

En el Cuadro 4.2 se observan concentraciones promedios de Sólidos Totales de 12 443 mg/dm³, Sólidos Suspendidos Totales de 4 260 mg/dm³, Sólidos Sedimentables de 3 730 mg/dm³, Sólidos Disueltos Totales de 8 168 mg/dm³, Grasas Totales de 621 mg/dm³, Nitrógeno Total de 452 mg/dm³, Fósforo Total de 56 mg/dm³, DQO de 6 123 mg/dm³, DBO₅ soluble de 2 514 mg/dm³, Coliformes Totales de $2,58 * 10^9$ NMP/100 cm³, y Coliformes Fecales de $1,35 * 10^5$ NMP/100 cm³. promedios que fueron calculados a partir de los análisis físico-químicos respectivos (Ver Anexo III). Todas estas cifras se encuentran por sobre el nivel permitido según Anexo 1 Del LIBRO VI DEL Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua, (Anexo I).

Debido al contenido elevado de aceites y grasas es necesario un sistema conformado por una trampa de grasas, como lo sugiere la Organización Panamericana de la Salud (2011): “entre los procesos primarios uno de los más significativos en el tratamiento de aguas residuales agroindustriales que más se utiliza es la trampa de grasas, debido al alto contenido de estas y de aceites que presentan”. El hecho de que la carga de Sólidos Suspendidos sea el 34% de la de Sólidos Totales y, el 88% de los Suspendidos corresponden a Sedimentables, sugiere que el segundo proceso al que deben ser sometidos los residuos líquidos bajo estudio, es el de sedimentación primaria por cuanto Ramalho, (1990), sostiene que “la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar u oxidar la materia orgánica de las aguas residuales tanto industriales como urbanas por vía aerobia.”, concordando con

lo que dice Gil, (2006), al respecto de que “tiene una apreciable aceptación en el tratamiento de aguas residuales domésticas y agroindustriales, principalmente por su gran efectividad entre el 75 y el 95%, poca producción de lodo y sencillez en su funcionamiento” y que “el sedimentador secundario se considera parte del sistema conjuntamente con el tanque de aireación.”

Debido a la presencia de compuestos de alta masa molecular y a los valores elevados de DBO_5 y de DQO, Guerrero, Chamy y Rivadeneira, (2010), sugieren la digestión anaerobia que según estos autores consiste en “la oxidación, en ausencia de oxígeno disuelto, de la materia orgánica, mayoritariamente soluble, presente en el agua residual, mediante la acción del complejo multienzimático de bacterias anaerobias, divididas en acidogénicas, que comportan la primera fase degradando los compuestos de alta masa molar (carbohidratos, proteínas, lípidos, etc.) hasta convertirlos en ácidos orgánicos de relativamente baja masa molar. A continuación operan las bacterias anaerobias metanogénicas, que transforman los ácidos orgánicos en metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) gaseosos (biogás), así como menores cantidades de sulfuro de hidrógeno (SH_2), vapor de agua, principalmente”

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

Para la determinación de la calidad del área de influencia directa se procedió a la evaluación de una Matriz de Leopold, adecuadamente diseñada a las características de la planta bajo estudio, así como a las condiciones de dicha área.

En el Cuadro 4.3 se presenta la referida matriz causa efecto, donde en las columnas se han colocado las actividades del proyecto susceptibles de causar modificaciones ambientales y, en las filas, los componentes o factores ambientales que ellas pueden modificar.

Cuadro 4.3. Matriz de Leopold evaluada Ex – Post.

COMPONENTES AMBIENTALES		ACCIONES									AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS
		Recepción de materias primas	Operación de la planta	Residuos líquidos	Emissiones a la atmósfera	Emissiones de malos olores	Ruidos y vibración	Generación de desechos sólidos	Demanda de agua	Riesgos de accidentes (derrames y otros)			
		a	l	B	C	d	e	f	g	h			
1	Calidad de Aire	-1/3		-3/3	-3/3	-1/3	-1/2	-1/2	-2/3	-3/3	0	8	-43
2	Calidad de Aguas Superficiales	-1/2						-1/1	-2/2	-1/2	0	4	-9
3	Calidad de Aguas Subterráneas						-1/2	-1/2	-1/2	-1/1	0	4	-7
4	Calidad del suelo	-1/1					-2/2		-2/2	-2/1	0	4	-11
5	Cobertura Vegetal			-1/1			-2/2		-1/2	-2/1	0	4	-9
6	Flora terrestre			-1/1	-1/1		-1/2		-1/2	-2/1	0	5	-8
7	Fauna terrestre			-1/1	-1/1		-1/2		-1/2	-1/1	0	5	-7
8	Modo de vida local	-1/1		-1/1	-1/1	-1/1	-1/1		-1/1	-1/1	0	7	-7
9	Uso del Suelo	-1/1					-1/1		-2/2	-2/2	0	4	-10
10	Higiene y Seguridad laboral	-2/2		-2/2	-1/2	-3/3	-2/2		-3/3	-3/3	0	7	-41
11	Educación, vinculación e investigación	2/2	3/3		-1/2	-2/2	-1/2			-3/3	2	4	-4
12	Salud Humana	-1/2	-1/2	-1/1	-1/2	-3/3	-1/1	-2/2	-1/2	-3/3	0	9	-32
13	Empleo	1/1	3/2							-2/2	2	1	3
14	Paisaje y Recreación			-1/1	-1/1	-1/1		-2/1		-2/2	0	5	-9
AFECTACIONES POSITIVAS		2	2	0	0	0	0	0	0	0	4		
AFECTACIONES NEGATIVAS		7	1	8	8	6	11	5	11	14		71	
AGREGACIÓN DE IMPACTOS		-9	13	-19	-19	-27	-25	-11	-38	-59			-194

Elaborado por: Bernal, A. 2014.

El análisis e interpretación de los resultados de la Evaluación del Impacto Ambiental de los Talleres de Agroindustria de la UTEQ se realiza sobre la base del número de cuadrículas de interacción efectiva ($4 + 71 = 75$), multiplicado por el máximo

valor agregado de cada una ($-3 \times 3 = -9$) y, por lo tanto, $75 (-9) = -675$; que es el máximo valor posible efectivo a obtener en la matriz, para la agregación de todos los impactos, tanto positivos como negativos. Con esta base se calcula el porcentaje obtenido para la matriz totalizada:

$$\left(\frac{-194}{-675} \right) 100 = 28,7 \cong 29\%$$

CATEGORÍA	RANGO
Muy Alta Adversidad	80 – 100
Alta Adversidad	60 – 79
Mediana Adversidad	40 – 59
Baja Adversidad	20 – 39
Muy Baja Adversidad	0 – 19

De acuerdo con las categorías evaluativas consideradas previamente, la Evaluación del Impacto Ambiental Ex – Post de los Talleres de la carrera de Agroindustria de la facultad de Ingeniería de la UTEQ, resulta como de baja adversidad (29%), aunque habrá que atender las actividades operacionales según el siguientes análisis.

Las acciones de los flujos de producción, desde el punto de vista macro, como el riesgo de accidente (-59), la demanda de agua (-38), la emisión de malos olores (-27) y producción de ruidos y vibraciones (-25) son las que más afectan a los componentes ambientales considerados. De otra parte, los factores ambientales más negativamente afectados resultaron ser la calidad de aire (-43), la higiene y seguridad laboral (-41) y la salud humana (-32).

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO A ESTUDIANTES Y DOCENTES POR ÍTEM

Para conocer la percepción de la comunidad universitaria sobre las características del entorno de la planta piloto de proceso agroindustriales, se aplicó el instrumento de encuestas al personal docente y alumnado de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UTEQ, las preguntas realizadas se las puede observar en el cuadro N° 3.2., siendo las siguientes:

LITERAL	ÍTEM	PRIMERA APLICACIÓN				SEGUNDA APLICACIÓN				TERCERA APLICACIÓN			
		M	NMNP	P	N	M	NMNP	P	N	M	NMNP	P	N
a)	¿Conoce usted qué es contaminación ambiental?	32	46	16	6	30	47	14	9	31	45	17	7
b)	¿Conoce usted qué son aguas residuales?	27	40	16	14	27	38	14	13	25	41	17	16
c)	¿Sabe usted a dónde se descargan las aguas provenientes de la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ?	15	23	27	35	15	22	26	37	14	24	25	37
d)	¿Sabe usted qué cantidad de agua se utiliza normalmente en la planta?	7	8	11	74	9	9	12	76	9	7	8	76
e)	¿Conoce cuál es el manejo que se le da a las aguas provenientes de la planta?	15	18	31	36	16	19	27	38	16	19	33	32
f)	¿Ha recibido capacitaciones sobre el manejo de desechos líquidos?	3	7	28	62	3	6	26	65	4	7	29	60
g)	¿Estaría dispuesto (a) a capacitarse en manejo de desechos industriales?	23	19	19	39	20	18	21	41	23	17	22	38
h)	¿Estaría usted de acuerdo en que se planteen e implementen propuestas para minimizar la contaminación provocada por las actividades?	23	19	19	39	21	21	18	42	21	21	21	37
i)	¿Ha observado daños al ambiente (agua) en el entorno de la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ?	75	23	2	0	78	20	2	0	75	22	3	0
j)	¿Ha observado daños al ambiente (aire) en el entorno de la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ?	26	26	33	15	25	23	34	18	23	25	33	19
k)	¿Ha observado daños al ambiente (suelo) en el entorno de la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ?	26	26	35	13	26	27	33	14	25	26	36	13
l)	¿Ha observado daños al ambiente (flora y fauna) en el entorno de la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ?	30	28	30	12	32	28	31	9	29	29	30	12
m)	¿Ha observado daños a la salud humana en el entorno de la planta de procesos agroindustriales de la UTEQ?	35	29	31	5	35	31	29	5	33	28	32	7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Las aguas residuales de los talleres de la carrera de Ingeniería Agroindustrial se caracterizan por producirse según un caudal medio de 1,21 m³/d, con concentraciones promedio de Sólidos Totales de 12 443 mg/L, Sólidos Suspendidos Totales de 4 260 mg/L, Sólidos Sedimentables de 3 730 mg/L, Sólidos Disueltos Totales de 8 168 mg/dm³, Grasas Totales de 621 mg/L, Nitrógeno Total de 452 mg/L, Fósforo Total de 56 mg/dm³, DQO de 6 123 mg/dm³, DBO₅ soluble de 2 514 mg/L, Coliformes Totales de 2,58 * 10⁹ NMP/100 cm³, y Coliformes Fecales de 1,35 * 10⁵ NMP/100 cm³.
- Las cargas de contaminantes aportadas por las aguas residuales talleres de la carrera de Ingeniería Agroindustrial se vierten a razón de: 75,3 kg/d de Sólidos Totales; 25,75 kg/d de Sólidos Suspendidos Totales; 22,55

kg/d de Sólidos Sedimentables; 49,4 kg/d de Sólidos Disueltos Totales; 3,75 kg/d de Grasas Totales; 2,75 kg/d de G Nitrógeno Total; 0,35 kg/d de Fósforo Total; 37,05 kg/d de DQO; 15,20 kg/d de DBO₅ soluble; $1,56 \cdot 10^{14}$ NMP/d de Coliformes Totales y; $8,15 \cdot 10^8$ NMP/d de Coliformes Fecales.

- c) Las características de estas aguas residuales, según su elevado contenido de grasas totales (621 mg/dm^3) que aportan una carga diaria de 0,75 kg, son indicativas de que se emplee como primer proceso unitario de la planta de tratamiento, un sistema conformado por una trampa de grasas y; el hecho de que la carga de Sólidos Suspendidos sea el 34% de la de Sólidos Totales y, el 88% de los Suspendidos corresponden a Sedimentables, sugiere que el segundo proceso al que deben ser sometidos los residuos líquidos bajo estudio, es el de sedimentación primaria. A continuación y, siguiendo la siguiente secuencia, el agua se someterá a Digestión Anaerobia, que soporta altas cargas de DBO₅ y de DQO, Laguna Aireada, como proceso aireado de alta eficiencia al ser sometido a cargas orgánicas ya más bajas, con su consecuente sedimentador secundario y, por último se someten los lodos de esta última operación, al espesamiento y envasado de los lodos, para el mercado de abonos orgánicos.
- d) La calidad del área de influencia directa del accionar de los talleres de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, según evaluaciones mediante la metodología de Leopold arrojan resultados favorables.
- e) A través de la percepción ciudadana (estudiantes y docentes de dicha área del saber, resulto aparentemente propicia.
- f) Como propuesta a los requerimientos de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ se diseñó un proyecto para procesos de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la planta para procesos agroindustriales de la UTEQ que comprendieron las etapas de entrampamiento de grasas – sedimentación primaria, digestión anaerobia convencional, oxidación biológica aerobia mediante un sistema de lodos

activados convencional, seguido de la correspondiente sedimentación secundaria.

Recomendaciones

- a) Optimizar los procesos con el uso eficiente del agua, así como el contenido de materias primas e insumos por unidad de producción utilizando buenas prácticas de control de la contaminación.
- b) Diseñar normas de cargas en vez de concentraciones, que sirvan para evaluar los vertidos de las aguas residuales para mejorar las condiciones de las descargas de aguas residuales.
- c) Aplicar una tecnología sustentable como la depuración natural del agua residual, que debe servir como referencia en la solución de contaminaciones hídricas, en otras instalaciones, de la UTEQ.
- d) Manejar eficientemente los desechos sólidos procedentes de la planta antes de eliminarlos al ambiente para disminuir la contaminación ambiental.
- e) Implementar el sistema de tratamiento de las aguas residuales dimensionado y propuesto, para reducir la contaminación de aguas residuales provenientes de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Basantes, L. (2012). *Medidas preventivas*. Tumbaco.
- Carreño, C. (2012). *Siniestralidad*. Quito-Ecuador.
- Crespán, A. (2010). *Prevencion de accidentes*. Guayaqui.
- Garcia, C. (2012). *Riesgo mecanico*. Quito-Ecuador.
- Henao, S. (2012). *Salud ocupacional*. Cuenca-Ecuador.
- Hernandez, P. (2012). *Ruido laboral*. Quito-Ecuador.
- Hinojoza, J. (2012). *La incidencia de la electricidad en el trabajador*. Quito-Ecuador.
- Jaramillo, M. P. (2011). *Condicion de las maquinas*. Venezuela.
- Lafuente, C. (2010). *Planificacion de emergencia*. Quito-Ecuador.
- López, J. e. (2012). *Categorias fundamentales*. Quito.
- Matner, G. (2013). *Herramientas manuales y mecanicas*. Cotopaxi.
- Naranjo, I. (2010). *Accidentes laborales*. Quito-Ecuador.
- Oropresa. (2011). *De los trabajadores*. Quito.
- Parra, J. (2013). *Vibraciones ocasionadas en el trabajo*. Quito-Ecuador.
- Reinoso, O. (2012). *Perdida de audicion*. Cumbayá .
- Republica, C. d. (2008). *Art. 332*. Quito-Ecuador.
- Riviera, J. (2012). *Causantes de enfermedades en el sector*. Santiago de Chile.
- Sanchez, C. (2010). *Evaluacion de riesgos*. Quito-Ecuador.
- Tejedo, R. (2013). *Mantenimiento periodico a la maquina*. Cali-Colombia.
- Varas, F. (2012). *Sector de construccion*. Bogotá-Colombia.
- Veintimilla, R. (2012). *Enfermedades por contactos fisicos*. Quito.

