

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

TESIS

**PREVIO A LA OBTENCION DEL GRADO
DE DOCTORA EN QUÍMICA Y FARMACIA**

TEMA:

**TRATAMIENTO ALTERNATIVO PARA LA
ELIMINACION DE DESECHOS LIQUIDOS
EN UNA PLANTA FARMACEUTICA**

AUTOR:

Q.F. VERÓNICA CAMBA AROCA

TUTOR:

DR. MANUEL VALENCIA TOURIZ

**GUAYAQUIL - ECUADOR
2004**

CERTIFICO

El presente trabajo luego de ser revisado cumple con las normas establecidas para el desarrollo del tema investigado, por lo tanto autorizo su presentación para ser aprobada

Dr. Manuel Valencia Touriz

Tutor de la Tesis

õ La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas, expuestos en esta tesis, corresponden
exclusivamente a su autor ö

Q.F. Verónica Camba Aroca

DEDICATORIA

A mi Madre Hiralda Aroca Franco.

A un ser especial que donde este le habré cumplido la promesa de culminar este trabajo
para obtener el Grado Doctoral.

A todas aquellas personas que siempre me estuvieron apoyando durante el transcurso de
mi vida estudiantil.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme un poco de sabiduría y la oportunidad
de culminar con éxito esta tarea.

A mis padres Hiralda y Alejandro (+), que con sus innumerables consejos me enseñaron a
ser constante para lograr las metas.

A mis hermanos, quienes me brindaron su apoyo en mis estudios y pude lograr terminar
mi carrera profesional

Quiero dejar constancia de mi imperecedera
gratitud, al Ing. Renato Carló P. y al Dr. Luis Carló P.
quienes me brindaron todo su apoyo incondicional para poder
realizar este trabajo en las instalaciones de su empresa.

Y a todo el personal de Kronos Laboratorios C. Ltda., quienes me brindaron su ayuda
para culminar este proyecto.

A las autoridades y profesores de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de
Guayaquil, que hicieron posible lograr este grado doctoral .

También quiero agradecer al Dr. Manuel Valencia,
por que su ayuda y paciencia en el desarrollo de esta tesis fué de
muchísima importancia.

A mi sobrina Yaira por su valiosa colaboración
A mis amigos y colegas que me brindaron su ayuda para lograr la ejecución de este
trabajo.

El autor

RESUMEN

El presente trabajo se ha realizado dentro de las instalaciones de una planta farmacéutica; Kronos Laboratorio, ubicado en el Km 8½ vía a Daule, ya que considerando la carga de contaminantes tanto físicos, químicos y microbiológicos que contienen sus desechos líquidos, es necesario implementar un tratamiento que disminuya la carga de contaminantes presentes.

En el estudio de este proyecto fue necesario realizar una caracterización de las aguas residuales de este laboratorio farmacéutico, las cuales son generadas de la limpieza de equipos, pisos, y accesorios en general utilizados durante la producción de sus productos.

En primer lugar se procedió a realizar un monitoreo compuesto en los puntos de descarga de la Empresa, se recogieron alícuotas de muestra cada 30 minutos durante una jornada de producción, para luego formar una muestra compuesta, en función del caudal.

En el Capítulo III se detallan los parámetros analizados, sus técnicas de análisis y su importancia.

Luego se realizó un seguimiento de las aguas residuales que esta empresa genera, cuyos resultados son comparados frente a los Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público de la Legislación Ambiental, publicada en Enero 2004. y de acuerdo a lo que el M.I. Municipio de Guayaquil, el Departamento de Medio Ambiente publicó según la Norma, ciertos parámetros fueron excluidos.

Una vez analizadas estas aguas residuales que son mi universo de estudio, determinando los parámetros que sobrepasan los límites de descarga a la red de alcantarillado público según la Legislación Ecuatoriana vigente, como es la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y los Sólidos suspendidos, deben ser removidos en un 80% en carga, se determina el tipo de tratamiento que podemos aplicar para mitigar la contaminación.

Para este caso se ha diseñado un tratamiento anaeróbico, para lo cual se ha realizado una reseña de la teoría de estos procesos.

Con la aplicación de este tratamiento se puede llegar a un efluente final con DBO inferior a 400 mg/Lt y de sólidos suspendidos inferior a 80 mg/Lt, valores con los cuales se cumplirá con la norma de descarga a un sistema de alcantarillado Sanitario Público.

SUMMARY

The present work has been carried out inside the facilities of a pharmaceutical plant, Kronos Laboratory, located in the Km 81/2 road to Daule, since considering chemical physical so much load of pollutants and microbiologys that contain their undone liquids, it is necessary to implement that diminishes the load of present pollutants.

In the study of this project it was necessary to carry out a characterization of the residual waters of this pharmaceutical Laboratory, which are generated of the cleanig of teams, floors and accessories in general used during the production of their products.

In the first place it was carried out a compound monitoring in the points of discharge of the Company, there were picked up aliquots of samples every 30 minutes during a production day, for then to form a composed sample in function of the flow.

The Chapter III shows the analyzed parameters, their anályis techniques and the importance of them.

Later was carried out a pursuit of the residual waters that this company generates, whose results are compared in the front of the discharge limits to the system of public sewer system of the environmental Legislation, published in January 2004. and according to that the M.I. Municipality of Guayaquil, the environment department published according to the norm, certain parameters were excluded .

Once analyzed these residual waters that are my universe of study, determining the parameters that surpass the discharge limites to the net of public sewer system according to the effective Ecuadorian Legislation, as it the biochemical demand of oxygen (DBO) and the suspended solids, they should be removed in 80% in load, the treatment type is determined that can apply to mitigate the contamination.

For is case a treatment anaerobic has been designed, for that which has been carried out a review of the theory of these processes.

UIT the aplication of this treatment you can arrive to a final efluente with in inferior D.B.O. to 400 mg/Lt and of inferior suspended solids to 80 mg/Lt, value with which it will be fulfilled the discharge norm to a system of sewer system sanitary public.

INDICE

Introducción	1
1 Capítulo I. Marco Teórico.	3
1.1 Contaminación Industrial	
1.1.1 Antecedentes.	3
1.2.1 Operaciones Industriales. Información General	3
1.2.2 Inventario de Los Focos de Emisión de Residuos.	3
1.2.3 Descripción de los Vertidos generados	
1.2.3.1 Aguas Residuales Industriales.	4
1.2.3.2 Aguas Residuales Domésticas.	5
1.2.3.3 Aguas Lluvias.	5
1.3 Régimen de Descarga de las Aguas Residuales	5
1.4 Caracterización de las aguas Residuales.	6
2 Capítulo II.	
2.1 Planteamiento del Problema.	8
2.2 Hipótesis.	8
2.3 Objetivos.	8
2.4 Variables de Estudio.	9
2.4.1 Variables Cualitativas.	9
2.4.2 Variables Cuantitativas.	9
2.4.3 Definición de Variables.	9
3 Capítulo III.	
Descripción de los Diferentes Tratamientos de Aguas Residuales	
3.1 Generalidades.	10
3.2 Operaciones Unitarias.	10
3.2.1 Operaciones Físicas.	11
3.2.1.1 Desbaste, Rejas y Tamices.	11
3.2.1.2 Mezclado.	15
3.2.1.3 Floculación.	16
3.2.1.4 Sedimentación.	17
3.2.1.5 Flotación.	21
3.2.1.6 Elutriación.	23
3.2.1.7 Filtración.	24

3.2.1.8 Transmisión de Calor.	25
3.2.1.9 Secado.	28
3.2.2 Procesos Químicos	29
3.2.2.1 Precipitación Química.	29
3.2.2.2 Transferencia de Gases.	30
3.2.2.3 Adsorción.	32
3.2.2.4 Desinfección	34
3.2.2.5 Combustión	36
3.2.2.6 Intercambio Iónico	37
3.2.2.7 Electro diálisis.	39
3.2.3 Procesos Biológicos.	39
3.2.3.1 Ciclos Aerobios y Anaerobios	40
3.2.4 Tratamiento Aerobio y Anaerobio.	40
3.2.4.1 Tratamiento Aeróbico.	40
3.2.4.2 Tratamiento Anaeróbico.	41
3.2.5 Reactores Biológicos.	41
3.2.5.1 Lagunas Estabilizadoras.	41
3.2.5.2 Lodos Activados.	42
3.2.5.3 Filtro Percolador.	43
3.2.5.4 Filtros Anaeróbicos.	44
3.2.5.5 Digestores Anaeróbicos.	44

4 Capítulo IV

Descripción del Tratamiento Propuesto Para las Aguas Residuales en una Empresa Farmacéutica

4.1 Generalidades.	46
4.2 Descripción del Proyecto.	47
4.3 Estación de Bombeo.	48
4.4 Tanque de Homogenización ó Neutralización.	48
4.5 Filtro Anaeróbico.	49
4.6 Sistema de Remoción de Lodos.	49
4.7 Cálculos del Diseño del Proyecto.	50
4.8 Especificaciones Técnicas.	52
4.9 Procedimiento de Operación y Mantenimiento	54

4.9.1	Estación de Bombeo.	54
4.9.2	Tanque de Neutralización u Homogenización.	55
4.9.3	Filtro Anaeróbico.	55
4.9.4	Remoción de Lodos.	56
5	Capítulo V	
	Materiales y Métodos	
5.1	Tipo de Estudio.	57
5.2	Universo de Estudio.	57
5.3	Muestra de Estudio.	57
5.4	Criterios de Inclusión.	58
5.5	Obtención de Datos.	58
5.6	Procedimiento de Trabajo.	58
5.6.1	Materiales a Utilizar.	59
5.6.2	Reactivos a Utilizar.	59
5.7	Técnicas de Laboratorio Para Análisis de Aguas Residuales.	59
5.7.1	Potencial de Hidrógeno.	59
5.7.2	Temperatura.	61
5.7.3	Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	61
5.7.4	Oxígeno Disuelto (O.D.).	63
5.7.5	Demanda Bioquímica de Oxígeno(D.B.O.).	64
5.7.6	Residuos (Sólidos).	67
5.7.7	Alcalinidad.	71
5.7.8	Aceites y Grasas.	73
5.7.9	Turbiedad.	75
5.7.10	Nitrógeno.	77
5.7.11	Fosfato (Fósforo).	79
6	Capítulo VI	
	Resultados Obtenidos	
6.1	Generalidades.	83
6.2	Caracterización Inicial de las Aguas Residuales	
	Industriales de una Planta Farmacéutica.	83
6.2.1	Caracterización Muestra #: 1.	84
6.2.2	Caracterización Muestra #: 2.	87

6.2.3	Caracterización Muestra #: 3.	90
6.3	Resultados Obtenidos de Muestra de Aguas Residuales	
	Antes de Ingresar a la Cámara de Homogenización	93
	Después de Pasar por el Filtro Anaeróbico.	93
7	Capítulo VII	
	Discusión de los Resultados Obtenidos.	94
8	Capítulo VIII	
	Conclusiones.	101
	Recomendaciones.	102
	 Anexo 1, Legislación Ambiental, con Respecto al Recurso Agua.	 103
	Anexo 2, Guía Para el Monitoreo de Aguas Residuales Industriales, Publicado por el Municipio de Guayaquil.	 133
	Anexo 3, Planos del Diseño Propuesto de la Planta de Tratamiento, para las Aguas Residuales de La Empresa Kronos Lab.	 136
	Anexo 4, Fotografías de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Realizado en Pequeña Escala.	 143
	Anexo 5, Fotografías de cómo se Tomaron las Muestras Compuestas de Aguas Residuales, en la Empresa Farmacéutica en Diferentes Puntos.	 145
	Bibliografía.	

ANEXOS

ANEXO No. 1

**LEGISLACIÓN AMBIENTAL,
CON RESPECTO AL RECURSO AGUA**

ANEXO No. 2

**GUIA PARA EL MONITOREO DE
AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES,
PUBLICADO POR EL:
MUNICIPIO DE GUAYAQUIL**

ANEXO No. 3

**PLANOS DEL DISEÑO PROPUESTO
DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO,
PARA LAS AGUAS RESIDUALES
INDUSTRIALES DE LA EMPRESA
FARMACEUTICA
KRONOS LABORATORIO**

ANEXO No. 4

**FOTOGRAFIAS DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES INDUSTRIALES
REALIZADO EN PEQUEÑA ESCALA**

ANEXO No. 5

**FOTOGRAFIAS DE CÓMO SE
TOMARON LAS MUESTRAS
COMPUESTAS DE AGUAS
RESIDUALES INDUSTRIALES, EN LA
EMPRESA FARMACEUTICA EN
DIFERENTES PUNTOS**