

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE UN SISTEMA DE  
TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES  
DEL TIPO CONVENCIONAL CON OTRO DE REACTORES  
BIOLÓGICOS DE TIPO SECUENCIAL INTERMITENTE.**

Por:

**ROBERTO BAÑUELOS RUEDAS**

Ingeniero Civil

Universidad Autónoma de Nuevo León

Monterrey, Nuevo León

1992

Para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS  
con Especialidad en Ingeniería Ambiental

Octubre, 1994

TM  
Z6834  
.C5  
FIC  
1994  
B3



1020113919

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE UN SISTEMA DE  
TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES  
DEL TIPO CONVENCIONAL CON OTRO DE REACTORES  
BIOLÓGICOS DE TIPO SECUENCIAL INTERMITENTE.**

Por

**ROBERTO BAÑUELOS RUEDAS**

Ingeniero Civil

Universidad Autónoma de Nuevo León

Monterrey, Nuevo León

1992

Para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS**  
con Especialidad en Ingeniería Ambiental

Octubre, 1994

11  
2, 2 +

2. 7 2. 2. 2

11  
E3

**ESTUDIO COMPARATIVO DE UN SISTEMA DE  
TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES  
DEL TIPO CONVENCIONAL CON OTRO DE REACTORES  
BIOLÓGICOS DE TIPO SECUENCIAL INTERMITENTE**

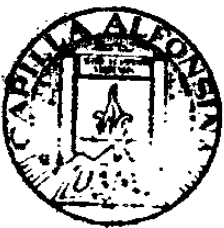
**Aprobación de la Tesis:**

**Dr. Ing. Febronio E. Chavarría Fernández**

Asesor de la Tesis

**Ing. Oziel Chapa Martínez**

Jefe de la División de Estudios de Postgrado



**FONDO TESIS**

Dedico esta investigación a quien me ha dado todo,  
sin pedir nada a cambio...

... mi madre

**Sra. Ana María Ruedas Salas.**

mi padre...

**Sr. Salvador Bañuelos de la Torre**

mis hermanos...



**José Luis  
Laura, Elena y  
Mayra Raquel**



## **A G R A D E C I M I E N T O S**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al...

**Dr. Ing. Febronio E. Chavarría Fernández**

por sus valiosas sugerencias e interés en la revisión del presente trabajo, por su motivación siempre avante.

Al

**Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**

por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

A la División de Estudios de Postgrado a través del **Ing. Oziel Chapa Martínez**, al Departamento de Ingeniería Ambiental a través del **Ing. Benjamín Limón Rodríguez**, y a Agua Industrial de Monterrey S. de U. a través del **Ing. Héctor Julio Gómez Díaz** por permitirme el uso de su equipo y su invaluable ayuda en el desarrollo de este estudio.

A los Biólogos Porfirio Cortéz Díaz y Martha E. Hernández S., a la Arq. Griselda G. Guerra García, al Ing. Elías Vázquez Godina, y a todo el personal del laboratorio de Ingeniería Ambiental por su asistencia técnica para la realización de la investigación.

A un gran amigo y hermano, el **Ing. Joaquín Cantú Garza** quien me ha acompañado en todo momento, por su gran lucidez crítica, a su familia por el apoyo que me ha brindado en todo momento.

**A mis maestros...**

Dr. Alejandro Ramírez Alcázar  
Dr. Febronio E. Chavarría Fernández  
M.C. Horacio González Santos  
M.C. Jimmy Loaiza Navia  
M.C. Rogelio López Sono  
Ing. Oziel Chapa Martínez  
Ing. Benito Muñoz Hernández  
Ing. Ricardo Salgado Gutiérrez  
Ing. Javier Baruch Parra Bautista  
Lic. Ricardo Pedraza García  
L.Q.I. Martha L. Herrejón Figueroa  
Q.B.P. Nelly Santos García

que sin interés me brindaron sus experiencias y  
conocimientos, les estaré eternamente agradecido.

A todos . . .

**G R A C I A S**

## Prólogo

Hoy en día, en nuestro país, se han venido suscitando una serie de acontecimientos en los cuales se ha visto que es necesario cambiar nuestra forma de pensar, nuestra forma de actuar y nuestra forma de hacer las cosas. Específicamente en cuanto al tratamiento de las aguas residuales ya no es posible que sigamos diseñando y construyendo los mismos sistemas de hace 20 años. ¿Qué es lo que pasa?, ¿No somos capaces de desarrollar proyectos de investigación?, Proyectos en los cuales se puedan determinar las características de los elementos, proyectos en que nos vamos a apoyar eliminando los grandes márgenes de error al diseñar con valores impuestos por países donde las características físicas y químicas son diferentes.

Además, no es justo que queramos hacer ver que estamos cambiando, que estamos avanzando, que las cosas se han hecho bien, si así lo fuese, ¿por qué estamos sufriendo tan graves trastornos en nuestro medio ambiente?. Es necesario que no sigamos escribiendo y publicando leyes y reglamentos con el único fin de aumentar los ingresos al estado, es necesario que actuemos en una forma ética, y que los resultados no sean idealizados sino que sean materializados y vistos por nosotros mismos y no esperar a que nuestros nietos los reciban.

En lo que a mí corresponde, quiero contribuir en algo que creo será de aliento para aquéllos que han venido estimulando a nuevos elementos en la lucha por mantener un ambiente sano en el que el hombre se pueda desarrollar en armonía con la naturaleza. Quiero agradecer a aquéllos que dentro y fuera de las aulas me han enseñado los valores morales y éticos como profesionista y como ser humano, a quienes les prometo no defraudarlos.

La presente investigación es con el fin de obtener información confiable respecto a las características del agua residual en nuestro medio, comparando dos diferentes sistemas de tratamiento para así implementar nuevas técnicas en el tratamiento de las aguas, mejorando los sistemas tradicionales o implementando nuevos sistemas que en base a dichos estudios será posible desarrollar logrando una máxima eficiencia.

En este caso, el tipo de agua residual por estudiar presenta características físicas y químicas muy variables. El origen es principalmente el industrial donde existe una gran interferencia por infiltraciones hacia los colectores, y es muy común que en determinado momento nos encontremos con un agua de diferentes características debido a la gran cantidad de industrias que se encuentran evacuando sus aguas a los sistemas de drenaje, aguas residuales que son producto de los diferentes procesos industriales.

En fin, estos son algunos de los problemas a los cuales, hoy en día, el Ingeniero Ambiental se tiene que enfrentar y los mismos que tiene que solucionar para dar cabida a la interrelación armónica entre el hombre y la naturaleza.

Esperando lograr el objetivo, sinceramente...

  
28-OCT-94  
Ing. Roberto Bañuelos Ruedas.

# C O N T E N I D O

## CAPITULO I

	Pag.
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
I.1. Propósito General, Objetivos y Metas .....	2
I.2. Políticas, Medios e Instrumentos .....	3
I.3. Alcances y Limitaciones del Proyecto .....	4
I.4. Marco Teórico-Metodológico .....	4
I.5. Parámetros a Considerar en el Estudio .....	4

## CAPITULO II

<b>II. ANTECEDENTES</b> .....	7
-------------------------------	---

## CAPITULO III

<b>III. TERMINOS COMUNES USADOS EN EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES</b> .....	10
III.1. Oxígeno Disuelto (OD) .....	10
III.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) .....	10
III.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO) .....	12
III.4. Sólidos Suspendidos Totales (SST) .....	13
III.5. Nutrientes .....	14
III.5.1. Carbón (DBO) .....	15
III.5.2. Nitrógeno como Amoníaco, Nitrógeno Orgánico, Nitratos y Nitritos. ....	15
III.5.3. Fósforo (P total) .....	17
III.6. Potencial Hidrógeno (pH) .....	18

## CAPITULO IV

	Pag.
<b>IV. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS.</b> .....	20
IV.1. Procesos de Tratamiento Aeróbio de Cultivo en Suspensión .....	21
IV.2. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Tipo Convencional .....	24
IV.3. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales por medio de Reactores Biológicos del Tipo Secuencial Intermitente .....	28
IV.3.1. Tecnología Actual .....	29
IV.3.2. Limitaciones .....	29
IV.3.3. Eficiencia .....	30
IV.3.4. Requerimientos Químicos .....	30
IV.3.5. Residuos Generados .....	30
IV.3.6. Criterios de Diseño .....	31
IV.3.7. Impacto Ambiental .....	31
IV.3.8. Manejo de Sustancias Tóxicas .....	31
IV.3.9. Elementos que Constituyen un Sistema SBR .....	32
IV.3.10. Ventajas del Sistema SBR sobre el Convencional ..	33
IV.3.11. Desventajas del Sistema SBR sobre el Convencional	35
IV.3.12. Descripción del Sistema de Tratamiento SBR .....	36

## CAPITULO V

<b>V. TEORIA DE NITRIFICACION, DESNITRIFICACION Y REMOSION DE FOSFORO.</b> .....	47
V.1. Nitrógeno .....	47
V.2. Proceso de Nitrificación .....	51
V.3. Proceso de Desnitrificación .....	54
V.4. Remoción de Fósforo .....	55

## CAPITULO VI

<b>VI. ANALISIS CUALITATIVO DEL AGUA RESIDUAL EN EL INFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PLANTA DE AIMSU PARA 1993.</b> .....	60
VI.1. Resumen de Control Analítico Diario .....	60

	<b>Pag.</b>
Resumen de Control Analítico:	
Promedio Mensual .....	61
Valores Máximos Mensuales .....	63
Valores Mínimos Mensuales .....	65
Valores Promedio Máximos y Mínimos Anuales .....	67
VI.2. Análisis Gráfico del Resumen de Control Analítico Diario .....	68

## **CAPITULO VII**

<b>VII.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN PLANTA PILOTO SBR .....</b>	<b>80</b>
VII.1. Material y Método .....		81
VII.1.1. Material .....		81
VII.1.2. Método .....		84
VII.2. Programación de la Planta Piloto para su estabilización .....		86

## **CAPITULO VIII**

<b>VIII.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>90</b>
VIII.1. Primera Etapa .....		91
VIII.2. Segunda Etapa .....		92
VIII.3. Análisis Gráfico del Resumen de Control Analítico de la Segunda Etapa. ....		98
VIII.4. Tercera Etapa .....		119
VIII.5. Análisis Gráfico del Resumen de Control Analítico de la Tercera Etapa. ....		137
VIII.6. Conclusiones. ....		156



**ANEXO I FOTOGRAFICO**

**ANEXO II CARTAS Y SOLICITUDES PARA TRAMITES EN LA ELABORACION DE LA PRESENTE INVESTIGACION.**

**ANEXO III RESUMEN AUTOBIOGRAFICO**

**ANEXO IV INDICE DE FIGURAS, TABLAS, GRAFICAS Y CUADROS.**

**BIBLIOGRAFIA**

# **H I P O T E S I S**

**Un Sistema Biológico  
de Tratamiento de Aguas Residuales  
del Tipo Convencional en Algunas  
Aplicaciones es Superado en Eficiencia  
por otro del Tipo Secuencial  
Intermitente (SBR)**