

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA
REUSO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION
AGRICOLA**

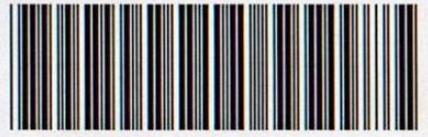
PRESENTA:

ERNESTO W TORRES CACERES

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1994

TK
TD745
T6
C. i. ...



1080063779

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA
REUSO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION
AGRICOLA

PRESENTA:

ERNESTO W. TORRES CACERES

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1999

011052 e

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

TM
TD745
T6



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. Tesis



UANL
FONDO
TESIS MAESTRIA

PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMESTICAS PARA REUSO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA

Tesis

Sometida al comite particular como requisito
parcial para optar el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

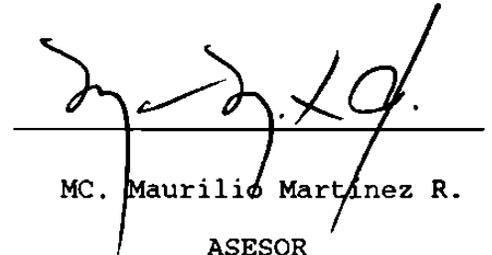
ESPECIALISTA EN PRODUCCION AGRICOLA

revisada y aprobada por el Comité particular



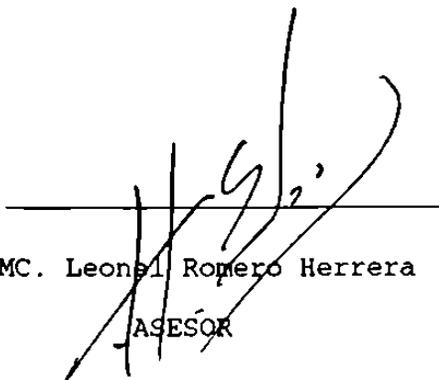
Ph D. Rigoberto Gonzalez G.

ASESOR PRINCIPAL



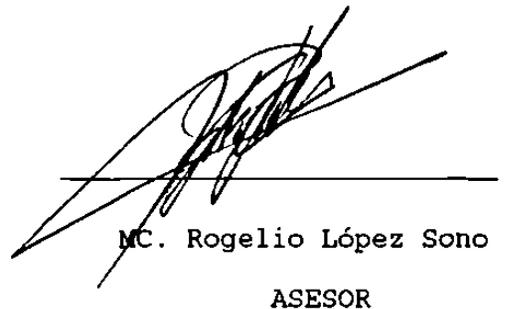
MC. Maurilio Martinez R.

ASESOR



MC. Leonel Romero Herrera

ASESOR



MC. Rogelio López Sono

ASESOR

A MIS PADRES

INDICE

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	xii
RESUMEN	xiv
Abstract.....	xvi
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Leyes gubernamentales en materia de uso del agua ...	4
2.1.1. Ley Federal de Derechos en Materia de Agua ..	4
2.1.2. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nuevo León y su Reglamentación.....	8
2.2. Características generales de las aguas residuales...	13
2.2.1. Características físicas y químicas del agua residual.doméstica.....	13
2.2.2. Características Biológicas y Microorganismos de las aguas residuales domésticas.....	17
2.2.3. Componentes biológicos de las aguas residuales.....	20
2.2.4. Ecología aplicada a las aguas residuales.....	28
2.3. Alternativas de tratamiento de las aguas residuales.	36
2.3.1. Tratamiento Preliminar.....	41
2.3.1.1. Criba.....	41
2.3.1.2. Desarenadores.....	42
2.3.1.3. Aforador Parshall.....	44
2.3.2. Tratamiento Primario.....	45
2.3.3. Disposición de lodos.....	47
2.3.4. Tratamiento Secundario.....	48
2.3.4.1. Laguna de estabilización.....	48
2.3.4.2. Diseño.....	50
2.3.5. Desinfección.....	51
2.3.5.1. Cloración.....	51
2.4. Reuso del agua en la agricultura.....	53
2.4.1. Reutilización de distintos tipos de agua	

en riego agrícola.....	53
III. MATERIALES Y METODOS.....	58
3.1. Descripción del sitio.....	58
3.1.1. Ubicación.....	58
3.1.2. Clima.....	58
3.1.3. Suelo.....	59
3.1.4. Vegetación.....	59
3.2. Materiales.....	60
3.2.1. Aforo.....	61
3.2.2. Muestreo.....	61
3.2.3. Análisis.....	61
3.2.4. Elaboración de planos.....	62
3.3. Métodos.....	62
3.3.1. Aportación del agua en Marín, N.L.	62
3.3.2. Zonificación del área de estudio.....	66
3.3.3. Definición de la muestra.....	67
3.3.3.1. Aforo.....	67
3.3.3.2. Muestreo.....	68
3.3.3.2.1. Clasificación del muestreo	68
3.3.3.3. Parámetros <u>in situ</u>	70
3.3.3.4. Parámetros determinados en el	
laboratorio.....	72
3.3.3.5. Metodología utilizada para el proyecto	
y cálculo hidráulico de la planta de	
tratamiento de aguas residuales del	
municipio de Marín, N.L.....	83
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	105
4.1. Características físicas, químicas y microbiológicas	
del agua residual doméstica de Marín, n. L.	105
4.2. Ingeniería del proyecto.....	127
4.2.1. Proyecto y cálculo hidráulico de la planta de	
tratamiento.....	127
4.2.1.1. Proyecto y cálculo hidráulico del	
tratamiento preliminar.....	129
4.2.1.2. Proyecto y cálculo hidráulico del	
tratamiento primario.....	144
4.2.1.3. Cálculo del lecho de secado.....	156
4.2.1.4. Cálculo de la dosis óptima de cloro..	157
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	160
VI. BIBLIOGRAFIA.....	164
VII. APENDICE.....	171
VIII. PLANOS	
8.1. Plano topográfico y urbanístico	

- 8.2. Plano de la estructura existente
- 8.3. Plano del detalle de la estructura del pretratamiento existente
- 8.4. Plano de localización, distribución general de la planta y obras

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Páginas
1. Comportamiento del oxígeno disuelto obtenido <u>in situ</u> de la descarga del efluente de la población de Marín, N. L. el 2 de Junio, 6 de julio, 17 de agosto de 1993.....	107
2. Curvas de Oxígeno Disuelto, pH, temperatura y gasto obtenidos del efluente de la población de Marín, N.L. durante el muestreo del día 2 de junio de 1993.....	110
3. Curvas de Oxígeno Disuelto, pH, temperatura y gasto obtenidas en el efluente de marín, N. L. durante el muestreo del día 6 de julio de 1993.....	110
4. Dinámica de los parámetros oxígeno Disuelto, ph, temperatura y gasto obtenidos en marín, N. L. el 17 de agosto de 1993.....	111
5. Tendencia del gasto con respecto a los parámetros pH, temperatura, sólidos sedimentables en el muestreo compuesto realizado en el efluente de Marín en junio 2, julio 6, y agosto 17 de 1993.....	111
6. Dinámica de las partículas sedimentables con respecto al gasto obtenida en el efluente de Marín, el día 2 de junio de 1993.....	113
7. Curvas de gasto y sólidos sedimentables obtenidas en el efluente de marín el 6 de julio de 1993.....	113
8. Dinámica de los sólidos sedimentables con respecto al gasto del día 17 de agosto de 1993.....	114

9. Comportamiento de los sólidos suspendidos totales, suspendidos volátiles con respecto al gasto obtenidos en el efluente de Marín el 17 de agosto de 1993.....	115
10. Tendencia de los sólidos suspendidos totales, suspendidos volátiles con respecto al gasto del efluente de Marín, determinados el 2 de junio de 1993..	116
11. Comportamiento de las curvas de los solidos disueltos totales y disueltos volátiles con respecto al gasto en el efluente de Marín, del 17 de agosto de 1993.....	116
12. Tendencia de los sólidos disueltos totales, disueltos volátiles, con respecto al gasto obtenido del efluente de marín el 2 de junio de 1993.....	117
13. Curvas de sólidos suspendidos fijos en función del gasto obtenida en el efluente de Marín el 17 de agosto de 1993.....	117
14. Tendencia de los sólidos suspendidos fijos y disueltos fijos en función del gasto obtenidos en el efluente de Marín el 2 de junio, 6 de julio y 17 de agosto de 1993..	118
15. Curvas que muestran la dinámica de los sólidos totales, totales volátiles y totales fijos del efluente de Marín en relación al gasto, del 2 de junio, 6 de julio y 17 de agosto de 1993.....	120
16. Tendencia de la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de Oxígeno con respecto al gasto obtenida en el efluente de Marín, el 2 de junio, 6 de julio y 17 de agosto de 1993.....	121
17. Comportamiento de la demanda Bioquímica de Oxígeno a 20°C con relación al gasto obtenido en el efluente de la	

población de Marín el 17 de marzo de 1993..... 122

18. Correlación entre la DBO y la DQO 125

19. Curva de coliformes totales mostrando la dinámica de estos que permitirá establecer la eficiencia en el tratamiento de desinfección, obtenida en el efluente de la población de Marín el 2 de junio, 6 de julio y 17 de agosto de 1993..... 126

20. Diseño del aforador Parshall..... 131

21. Dimensionamiento del canal de entrada de la cámara de captación a la sección del canal con rejilla..... 135

22. Detalle del tipo de barra y separación de las mismas en la sección del canal con rejilla..... 137

23. Detalle de la longitud e inclinación de las barras en la sección del canal con rejilla..... 138

24. Detalle de la longitud e inclinación de las barras incluyendo el gancho de agarre en la sección del canal con rejilla..... 138

25. Diseño del desarenador..... 142

26. Diseño del cribado..... 143

27. Detalle del dimensionamiento de la cámara de sedimentación del tanque Imhoff..... 145

28. Dimensionamiento de la cámara de sedimentación del tanque Imhoff..... 148

29. Diseño del tanque Imhoff.....	154
30. Diseño del tanque Imhoff visto de planta y en corte longitudinal.....	155

-

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
1. Valores Promedio de las características físicas, químicas de las aguas residuales Municipales en función del número de población caracterizadas en cada ambito.....	15
2. Características del agua residual de acuerdo a sus propiedades física, química y a su procedencia.....	16
3. Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual.....	39
4. Operaciones, procesos unitarios y sistemas de tratamiento utilizados para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual.....	40
5. Bases de diseño para lagunas de estabilización.....	51
6. Datos generales de población y tipo de agua del Municipio de Marín.....	64
7. Datos actualizados y pronostico de la demanda de agua potable y alcantarillado de la cabecera Municipal de Marín	65
8. Tipo, forma e indice de las barras y tipo de material que se utilizará en la sección del canal con rejilla	87
9. Rangos para la perdida de carga en las rejas de acuerdo a su limpieza, sea manual o mecánica.....	87
10. Velocidades críticas del agua que son admisibles para suelos no cohesivos en m/seg.....	91

11. Dimensiones y capacidad del aforador Parshall para diversas anchuras de gargantas..... 96
12. Especificaciones técnicas proporcionada por la secretaría de recursos hidráulicos (SRH) a través de la subsecretaría de planeación para el cálculo del área requerida en la disposición de los lodos hacia lechos de secado..... 101
13. Resultados promedios de los parámetros determinados in situ y en laboratorio para la caracterización del agua residual de Marín, N.L..... 106
14. Inmersión en pre-tratamiento y en tanques Imhoff..... 159
15. Cálculo de costos unitarios de tratamiento..... 159

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue diseñar una planta de tratamiento para las aguas residuales domésticas provenientes de la localidad de Marín, N.L. bajo condiciones ambientales de la zona en función de la carga orgánica y sólidos totales para reuso como agua de riego agrícola. Este trabajo se desarrolló a nivel de campo y laboratorio en donde se utilizó equipo de topografía, material y equipo de laboratorio.

Para la caracterización del efluente se realizaron tres muestreos durante el ciclo otoño invierno de 1993 donde se tomaron muestras simples a iguales intervalos de tiempo, durante 24 horas; de las muestras simples se obtuvo una muestra compuesta a la que se le determinaron parámetros físicos, químicos, microbiológicos y la medición del caudal máximo y mínimo por día.

Los resultados promedios de los parámetros físicos fueron: pH, varió de 7.59 a 8.1; temperatura de la muestra de 27.2 a 28.7 °C, y sólidos sedimentables 3.94 ml/l. Los parámetros químicos tuvieron los siguientes promedio; oxígeno disuelto (OD) 0.46 mg/l, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) 265 mg/l, demanda química de oxígeno (DQO) 372.09 mg/l y sólidos en todas sus formas: totales 462.30 mg/l, totales suspendidos 180.00 mg/l, totales disueltos 282.30 mg/l, totales volátiles 277.76 mg/l, volátiles suspendidos 100.36 mg/l, volátiles disueltos 177.40 mg/l, totales fijos 260.68 mg/l, fijos suspendidos 49.35 mg/l y fijos disueltos 211.33 mg/l. El examen microbiológico mostró un promedio de coliformes fecales del

orden de 153×10^6 N.M.P/100 ml de muestra; en la medición de los caudales (Q) se obtuvieron los promedios siguientes: máximo 27.33 l/seg y mínimo 21.43 l/seg.

Con los resultados experimentales obtenidos de cada uno de los parámetros hay suficiente información sobre los compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua residual. Esta agua, para ser utilizada en la agricultura deberá ser sometida a un tratamiento que reduzca efectivamente las concentraciones de las sustancias hasta niveles aceptables.

Habría que modificar aquellas características físico-químicas y microbiológicas que la hacen indeseable como agua para riego; de acuerdo con estos resultados se procederá a la selección del tipo de tratamiento, proyecto y cálculo hidráulico de cada una de las unidades que conforman la planta de tratamiento. Con base en la calidad de agua se establecerá el grado de tratamiento necesario que se le dará, según las normas que regulan la calidad que deben tener las aguas antes de ser utilizadas para agua de riego en la agricultura.

SUMMARY

The purpose of this work was to design a treatment plant for the residual domestic water from the locality of Marin, N.L. under environmental conditions of the zone according to the organic load and total solids to be used as agricultural irrigation water. The work was developed at both field and laboratory level in which was used topographic equipment, diverse materials and laboratory equipment. For effluent characterization three sampling periods were established during the autumn winter cycle of 1993 there were taken single samples at equal time intervals for during 24 hours. By addition of single samples a compound sample was obtained to which chemical, physical and microbiological parameters were determined as well as the minimal and maximum flow per day.

The average results for the physical parameters were: pH, it varied from 7.59 to 8.1; sample temperature from 27.2 to 28.7 °C, and sedimentables solids 3.94 ml / l. The chemical parameters had the following average results: dissolved oxygen (DO) 0.46 mg/l, biochemical oxygen demand (BOD₅) 265 mg/l, chemical oxygen demand (COD) 372.09 mg/l and solids in their various forms: total solids 462.30 mg/l, total suspended 180.00 mg/l, total dissolved 282.30 mg/l, total volatile 277.76 mg/l, volatile suspended 100.36 mg/l, volatile dissolved 177.40 mg / l, total fixed 260.68 mg / l, fixed suspended 49.35 mg / l and fixed dissolved 211.33 mg / l. The microbiologic al analysis showed an average fecal coliform in the range of 153 x 10⁶ N.M.P / 100 ml per sample deir flow (Q)

011052

measurement the following averages were obtained: maximum 27.33 l/seg and minimal 21.43 l/seg.

With the obtained experimental results from each parameter there are sufficient information on the presence of inorganic and organic compounds in the residual water. To be used in agriculture this water must be submitted to treatment to effectively reduce concentration of quantitated.

It will be necessary to modify the physical, chemical and microbiological characteristics of water that make it unsuitable for irrigation; according to these results we will proceed to select the kind of treatment, project and hydraulic calculation of each unit that conform the treatment plant. Basing on water quality it will be established the degree of necessary treatment that will be given to it, according to the procedures that regulate the quality that it should have to be used as irrigation water in agriculture.